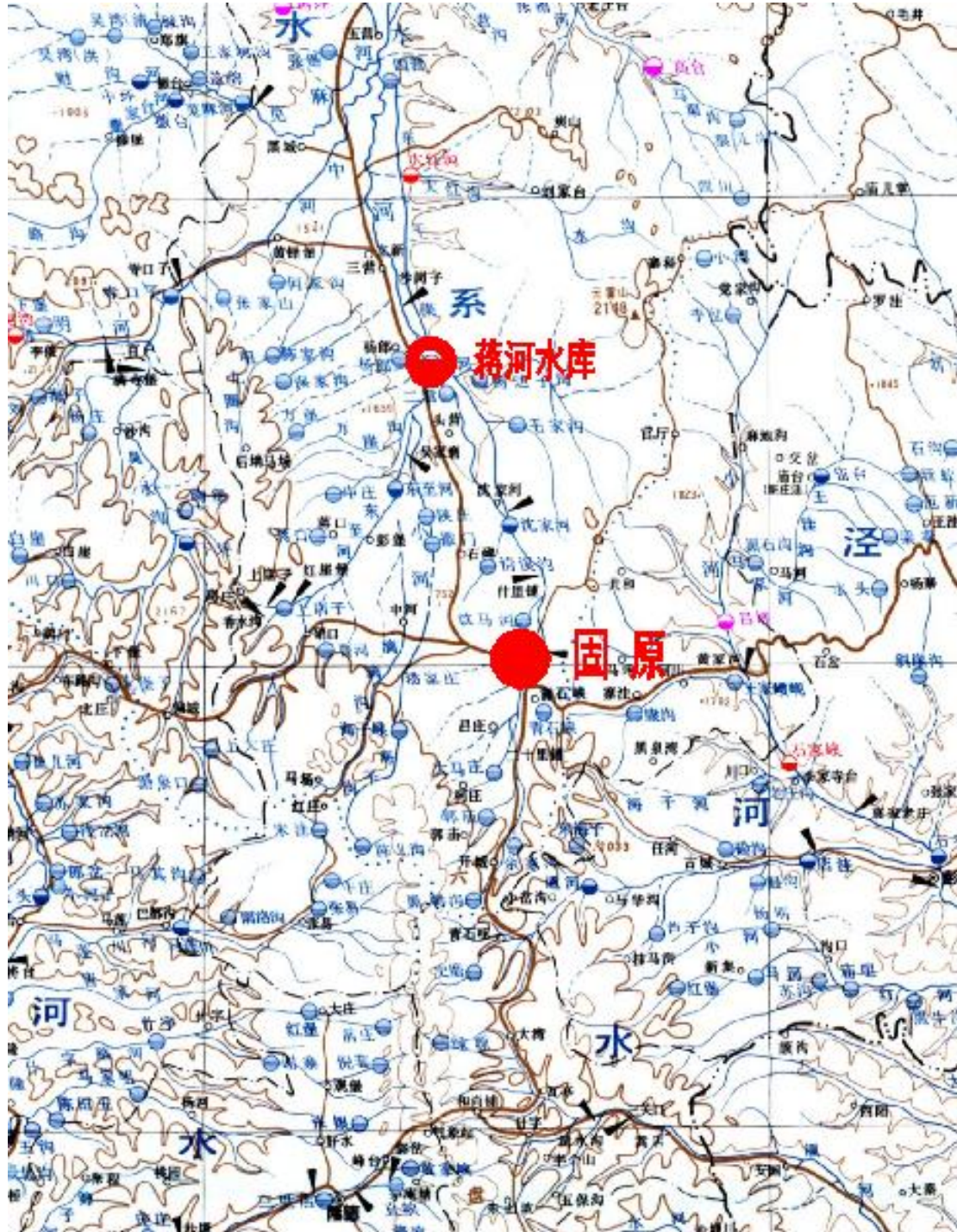


固原市原州区  
蒋河水库除险加固工程  
初步设计报告  
(报批稿)

固原市水利勘测设计院有限公司

2023年02月

固原市原州区蒋河水库除险加固工程地理位置图



批 准：李世虎

核 定：辛殿文

审 查：屠秀梅

校 核：卜金道

设计编写：吴玉丽、马 龙

固原市原州区蒋河水库除险加固工程技术经济指标表

序号	项 目		单 位	数 量	备 注		
1	流域面积		Km <sup>2</sup>	0.5			
2	水文	多年平均降水量	万 m <sup>3</sup>	430			
		多年平均水面蒸发量	mm	1080			
		多年平均径流量	万 m <sup>3</sup>	665	区间径流量		
		多年平均输沙量	万 t	0.15			
3	洪水	P=10%洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	2.11			
		P=10%洪水总量	万 m <sup>3</sup>	0.83			
		P=2%洪峰流量	m <sup>3</sup> /s	4.58			
		P=2%洪水总量	万 m <sup>3</sup>	1.79			
4	设计淤积年限		年	30			
5	水库	总库容		万 m <sup>3</sup>	107.89	本次除险加固后库容	
		其中	已淤积库容		万 m <sup>3</sup>	15	
			设计淤积库容		万 m <sup>3</sup>	12.9	
			兴利库容		万 m <sup>3</sup>	78.2	
			防洪库容		万 m <sup>3</sup>	0.83	
			调洪库容		万 m <sup>3</sup>	1.79	
		现状淤泥面		m	1545.5		
		设计淤泥面		m	1546.80		
		正常蓄水位		m	1549.05		
		设计水位		m	1549.07		
		校核水位		m	1549.10		
6	土坝	加坝型式		本次不加坝			
		坝高		m	7.0		
		坝顶长		m	1300		
		坝顶宽		m	4.5		
		坝顶高程		m	1551		
		上游坡比		1/m	1: 3.0		
		下游坡比		1/m	1: 2.5		
		坝型		均质土坝			
7	水塔	进口高程	m	1544.0			

序号	项 目		单 位	数 量	备 注
	水塔	塔高	m	7.0	
		塔身長	m	4.6	
		塔身寬	m	3.6	
		閘門尺寸	m	1.0×1.0	平板鑄鐵閘門
	涵洞	涵洞長	m	35	
		進口高程	m	1544.0	
		出口高程	m	1543.83	
		斷面尺寸	m	1.0×1.4	
		輸水流量	m <sup>3</sup> /s	2	
		壁厚	m	0.4	
		比降		1:200	
8	工程 量	土方開挖	m <sup>3</sup>	9596.04	
		土方回填	m <sup>3</sup>	6456.0	
		混凝土	m <sup>3</sup>	1459.31	
		漿砌石	m <sup>3</sup>	10.50	
		鋼筋	t	28.9	
9	工程 投資	總投資	萬元	374.14	
		建築工程	萬元	234.12	
		機電及自動化設備與安裝	萬元	40.45	
		金屬結構設備與安裝	萬元	14.98	
		臨時工程費	萬元	6.85	
		獨立費用	萬元	55.44	
		基本預備費	萬元	10.56	
		水土保持費	萬元	6.76	
		環境保護費	萬元	4.06	
		移民征地補償費	萬元	0.92	

# 目 录

<b>1 综合说明</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目背景.....	1
1.2 工程概况.....	1
1.2.1 工程建设及现状.....	1
1.2.2 大坝安全评价成果.....	2
1.2.3 水库存在主要问题.....	2
1.3 工程建设必要性.....	3
1.4 水文.....	3
1.4.1 水文气象.....	3
1.4.2 径流及泥沙.....	4
1.4.3 设计暴雨洪水.....	4
1.5 工程地质.....	4
1.5.1 放水塔工程地质条件.....	4
1.5.2 箱涵工程地质条件.....	5
1.6 工程任务和规模.....	5
1.6.1 工程任务.....	5
1.6.2 工程规模.....	5
1.7 工程布置及建筑物.....	6
1.7.1 工程等别和建筑物级别.....	6
1.7.2 除险加固方案.....	6
1.8 机电及金属结构.....	6
1.9 施工组织设计.....	6
1.9.1 料场的选择与开采.....	6
1.9.2 施工总进度.....	7
1.10 建设征地与移民安置.....	7
1.11 环境影响设计.....	7

---

1.12	水土保持设计 .....	7
1.13	劳动安全与工业卫生 .....	7
1.14	节能设计 .....	7
1.15	工程管理设计 .....	8
1.16	工程信息化 .....	8
1.17	设计概算 .....	8
1.18	经济评价 .....	8
<b>2</b>	<b>水 文 .....</b>	<b>9</b>
2.1	流域概况 .....	9
2.1.1	地理位置 .....	9
2.1.2	地形地貌 .....	10
2.1.3	气候气象 .....	10
2.1.4	水文站点 .....	11
2.1.5	上游水利工程 .....	11
2.2	水文要素 .....	12
2.2.1	降水 .....	12
2.2.2	蒸发 .....	13
2.2.3	冰清 .....	13
2.3	水库径流量 .....	13
2.3.1	径流量特性 .....	13
2.3.2	蒋河水库区域径流量 .....	13
2.3.3	蒋河水库截引断面常流量 .....	14
2.4	泥沙 .....	15
2.4.1	等值线图查算法 .....	15
2.4.2	水库实测淤泥量 .....	15
2.4.3	输沙量合理性分析 .....	15
2.5	设计暴雨洪水计算 .....	15
2.5.1	暴雨特性 .....	15

---

2.5.2 洪水特性 .....	16
2.5.3 历史暴雨灾害 .....	16
2.5.4 设计暴雨 .....	17
2.5.5 设计洪水 .....	18
2.6 设计洪水成果比较分析 .....	20
2.6.1 已批复成果 .....	20
2.6.2 与已批复成果对比 .....	21
<b>3 工程地质 .....</b>	<b>22</b>
3.1 工程概况 .....	22
3.1.1 勘察工作任务及目的 .....	22
3.1.2 执行标准与规程、规范 .....	22
3.1.3 工作方法及完成工作量 .....	23
3.1.4 技术成果资料 .....	23
3.2 区域地质概况 .....	24
3.2.1 地形地貌 .....	24
3.2.2 地层岩性 .....	24
3.2.3 地质构造及地震 .....	25
3.2.4 水文地质 .....	26
3.3 库区工程地质条件 .....	27
3.3.1 地形地貌及物理地质现象 .....	27
3.3.2 地质构造 .....	27
3.3.3 地层岩性 .....	27
3.3.4 水文地质 .....	27
3.3.5 库区渗漏 .....	28
3.3.6 库区浸没及淹没 .....	28
3.3.7 库区库岸再造及淤积 .....	28
3.3.8 水库诱发地震 .....	28
3.4 坝体（址）工程地质条件 .....	28



---

3.4.1 地形地貌及物理地质现象 .....	28
3.4.2 地质构造 .....	28
3.4.3 地层岩性 .....	29
3.4.4 水文地质 .....	30
3.5 坝址区工程地质评价 .....	31
3.5.1 坝址区各土层物理力学参数建议值 .....	31
3.5.2 地震效应评价 .....	31
3.5.3 渗透稳定性评价 .....	32
3.5.4 坝体边坡问题评价 .....	33
3.5.5 环境水、土腐蚀性评价 .....	33
3.5.6 冻胀性评价 .....	34
3.5.7 地震液化评价 .....	34
3.5.8 坝基土湿陷性评价 .....	34
3.5.9 坝体变形评价 .....	35
3.5.10 坝基及坝肩渗透评价 .....	35
3.6 输水水建筑物工程地质评价 .....	35
3.6.1 基本地质条件 .....	35
3.6.2 输水建筑物工程地质问题 .....	37
3.6.3 输水建筑物工程地质条件 .....	38
3.7 天然建筑材料 .....	39
3.7.1 块石料 .....	39
3.7.2 粗骨料 .....	39
3.7.3 细骨料 .....	40
3.8 结论及建议 .....	40
<b>4 工程任务和规模 .....</b>	<b>42</b>
4.1 工程现状 .....	42
4.1.1 工程现状 .....	42
4.1.2 工程历次建设情况 .....	42

---

4.1.3 大坝安全鉴定结果 .....	42
4.2 工程存在的问题 .....	43
4.2.1 土坝 .....	43
4.2.2 输水建筑物 .....	44
4.2.3 其它问题 .....	46
4.3 工程建设的必要性 .....	46
4.4 工程任务 .....	47
4.5 工程规模 .....	47
4.5.1 设计标准 .....	47
4.5.2 水库库容与面积关系 .....	47
4.5.3 设计淤积年限 .....	48
4.5.4 水库泥沙淤积计算 .....	48
4.5.5 灌溉需水量计算 .....	48
4.5.6 水量调节计算 .....	50
4.5.7 水库调洪计算 .....	54
4.6 坝顶高程复核 .....	54
4.6.1 坝顶超高计算 .....	54
4.6.2 坝顶高程确定 .....	56
<b>5 工程布置及建筑物 .....</b>	<b>58</b>
5.1 设计依据 .....	58
5.1.1 工程等别、建筑物等级及抗震标准 .....	58
5.1.2 主要规程规范、技术标准 .....	58
5.1.3 设计依据 .....	58
5.1.4 设计基本参数 .....	59
5.2 除险加固方案 .....	59
5.3 大坝工程 .....	60
5.3.1 上游护坡 .....	60
5.3.2 坝顶设计 .....	60

---

5.3.3 坝体渗流计算复核 .....	60
5.3.4 坝坡稳定计算复核 .....	65
5.4 拆除重建输水建筑物 .....	68
5.4.1 输水水塔 .....	68
5.4.2 输水涵洞 .....	69
5.4.3 通气孔面积计算 .....	69
5.4.4 输水建筑物水力计算 .....	69
5.4.5 水塔稳定计算 .....	70
5.4.6 涵洞地基承载力验算 .....	73
<b>6 机电及金属结构 .....</b>	<b>74</b>
6.1 电气 .....	74
6.1.1 工程概况 .....	74
6.1.2 除险加固方案 .....	74
6.1.3 电气设计依据及原则 .....	74
6.1.4 设计范围 .....	75
6.1.5 用电负荷 .....	75
6.1.6 照明 .....	77
6.1.7 防雷与接地 .....	77
6.1.8 继电保护设计 .....	77
6.1.9 电气设备防火 .....	78
6.1.10 电气设备清单表 .....	78
6.2 金属结构 .....	79
6.2.1 闸门受力计算 .....	79
6.2.2 启闭力计算 .....	81
6.2.3 启闭机螺杆 .....	82
6.2.4 启闭设备及控制要求 .....	84
6.2.5 金属结构设备工程量 .....	84
6.2.6 防腐涂装设计 .....	85

---

6.2.7 运输、安装、检修、操作 .....	85
6.2.8 冰泵及阀件选型设计及运行要求 .....	86
6.2.9 采暖通风与空调设计 .....	88
<b>7 施工组织设计 .....</b>	<b>89</b>
7.1 施工条件 .....	89
7.1.1 自然条件 .....	89
7.1.2 工程条件 .....	89
7.1.3 供电、供水条件 .....	89
7.2 天然建筑材料 .....	89
7.2.1 块石料、粗细骨料 .....	89
7.2.2 施工用水 .....	90
7.3 施工导流 .....	90
7.3.1 施工导流标准 .....	90
7.4 主体工程施工 .....	90
7.4.1 坝坡砌护 .....	90
7.4.2 输泄水建筑物维修施工 .....	90
7.4.3 其他建筑施工 .....	92
7.5 施工交通 .....	93
7.5.1 对外交通 .....	93
7.5.2 对内交通 .....	93
7.6 施工总体布置 .....	93
7.6.1 施工用电 .....	93
7.6.2 施工用风 .....	93
7.6.3 施工供水 .....	93
7.6.4 施工通信 .....	93
7.6.5 施工总布置 .....	94
7.7 施工总进度 .....	94
7.7.1 施工进度安排原则 .....	94

---

7.7.2 施工进度计划 .....	95
7.8 施工质量及安全保障措施 .....	95
7.8.1 施工质量保障措施 .....	95
7.8.2 安全注意事项 .....	95
7.8.3 安全措施 .....	96
<b>8 建设征地与移民安置 .....</b>	<b>98</b>
8.1 概述 .....	98
8.2 工程占地处理范围 .....	98
8.3 工程征（占）地实物 .....	98
8.3.1 实物指标调查内容及方法 .....	98
8.3.2 施工临时占地 .....	99
8.4 农村移民安置 .....	99
8.5 补偿投资概算 .....	99
8.5.1 编制依据和原则 .....	99
8.5.2 补偿项目构成 .....	100
8.5.3 补偿单价编制方法 .....	101
8.5.4 费用构成 .....	101
<b>9 环境保护设计 .....</b>	<b>104</b>
9.1 设计依据及标准 .....	104
9.1.1 编制目的 .....	104
9.1.2 设计依据 .....	104
9.1.3 设计标准 .....	104
9.2 环境影响评价 .....	106
9.2.1 施工期环境影响 .....	106
9.2.2 运行期环境影响分析 .....	107
9.2.3 环境影响评价结论 .....	107
9.3 环境保护设计 .....	107
9.3.1 主要环境保护目标 .....	107

---

9.3.2 施工期环境保护 .....	108
<b>10 水土保持设计 .....</b>	<b>109</b>
10.1 概述 .....	109
10.1.1 项目区概况 .....	109
10.1.2 设计依据及标准 .....	109
10.1.3 水土流失防治责任范围 .....	110
10.1.4 防治责任分区 .....	110
10.1.5 防治原则 .....	110
10.1.6 水土流失防治标准 .....	111
10.1.7 主体工程水土保持评价 .....	112
10.2 水土保持措施设计 .....	112
10.2.1 新增水土流失防治措施 .....	112
10.2.2 主体工程防治区 .....	113
10.2.3 土料场防治区 .....	113
10.2.4 弃渣场防治区 .....	113
10.2.5 施工生产生活区 .....	113
10.3 水土保持施工组织设计 .....	114
10.3.1 设计原则 .....	114
10.3.2 施工条件 .....	114
10.3.3 施工交通及施工布置 .....	115
10.3.4 施工方法 .....	115
10.3.5 施工质量要求 .....	115
10.3.6 实施保证措施 .....	116
10.4 水土保持监测 .....	116
10.4.1 水土保持监测时段和频次 .....	116
10.4.2 水土保持监测方法和监测点布设 .....	116
10.4.3 水土保持管理设计 .....	117
<b>11 劳动安全与工业卫生 .....</b>	<b>121</b>

---

11.1 危险与有害因素分析 .....	121
11.1.1 设计依据 .....	121
11.1.2 工程建设期主要危险因素 .....	121
11.1.3 工程运行期主要危险因素 .....	122
11.2 劳动安全措施 .....	122
11.2.1 防机械伤害 .....	122
11.2.2 防电气及防雷电伤害 .....	122
11.2.3 防坠落伤害 .....	123
11.2.4 交通安全 .....	123
11.2.5 防火灾伤害 .....	123
11.2.6 安全疏散 .....	123
11.3 工业卫生措施 .....	124
11.3.1 疫情防控 .....	124
11.3.2 防噪声及防振动 .....	127
11.3.3 防电磁辐射 .....	127
11.3.4 采光与照明 .....	128
11.3.5 通风及温度与湿度控制 .....	128
11.3.6 防尘、防污、防腐蚀、防毒 .....	128
11.3.7 饮水安全 .....	128
11.3.8 环境卫生 .....	128
11.4 安全卫生评价 .....	128
<b>12 节能设计 .....</b>	<b>130</b>
12.1 设计依据 .....	130
12.1.1 法律法规文件 .....	130
12.1.2 自然条件 .....	130
12.2 能耗分析 .....	131
12.3 节能设计 .....	131
12.3.1 主要施工设备选型及其配套 .....	131

---

12.3.2 施工营地建筑节能设计 .....	132
12.3.3 节能建议 .....	132
12.4 节能效果分析 .....	133
<b>13 工程管理设计 .....</b>	<b>134</b>
13.1 工程管理体制 .....	134
13.1.1 工程管理单位类别与性质 .....	134
13.1.2 管理机构设置 .....	134
13.1.3 建设期管理机构 .....	134
13.1.4 建设招投标方案 .....	135
13.2 工程运行管理 .....	137
13.2.1 水库管理机构 .....	137
13.3 工程管理范围和保护范围 .....	137
13.3.1 管理设施与设备 .....	137
13.3.2 水库调度运行管理 .....	138
13.3.3 大坝观测管理 .....	138
13.3.4 工程维护管理 .....	138
13.4 管理制度 .....	139
<b>14 工程信息化 .....</b>	<b>140</b>
14.1 概述 .....	140
14.2 需求分析 .....	140
14.3 总体设计 .....	142
14.3.1 建立大坝自动化系统的必要性 .....	142
14.3.2 设计原则 .....	144
14.3.3 设计的主要依据 .....	144
14.3.4 自动化系统结构 .....	145
14.4 分项设计 .....	146
14.4.1 自动化系统主要建设内容 .....	146
14.4.2 大坝安全自动化监测系统 .....	146



---

14.4.3 闸门监控系统 .....	150
14.4.4 视频监控系统 .....	152
14.5 系统集成 .....	153
14.5.1 与省级大坝安全监测平台的集成 .....	154
14.5.2 与宁夏水文预警中心及抗旱应急中心的集成 .....	154
14.6 自动化设备清单 .....	155
<b>15 设计概算 .....</b>	<b>158</b>
15.1 工程概况及总投资 .....	158
15.1.1 工程概况 .....	158
15.1.2 投资主要指标 .....	158
15.2 编制依据及原则 .....	158
15.2.1 编制原则 .....	158
15.2.2 定额依据 .....	158
15.3 基础单价 .....	159
15.3.1 人工预算单价 .....	159
15.3.2 电、风、水基础单价 .....	159
15.3.3 材料预算价格 .....	159
15.3.4 运杂费 .....	159
15.3.5 主要设备价格 .....	159
15.4 费用标准 .....	159
15.4.1 其他直接费 .....	160
15.4.2 间接费 .....	160
15.4.3 企业利润 .....	160
15.4.4 税金 .....	160
15.5 分部工程概算编制 .....	161
15.5.1 建筑工程 .....	161
15.5.2 机电设备及安装工程 .....	161
15.5.3 金属结构设备及安装工程 .....	161

---

15.5.4 施工临时工程 .....	161
15.6 独立费用 .....	162
15.6.1 建设管理费 .....	162
15.6.2 工程建设监理费 .....	162
15.6.3 生产准备费 .....	162
15.6.4 科研勘测设计费 .....	162
15.6.5 其他 .....	163
15.7 预备费 .....	163
<b>16 经济评价 .....</b>	<b>164</b>
16.1 项目概述 .....	164
16.2 经济评价 .....	164
16.2.1 社会效益 .....	164
16.2.2 生态效益 .....	164
16.2.3 灌溉效益 .....	164

# 1 综合说明

## 1.1 项目背景

蒋河水库是一座清水库，位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 106°11'41.54"，北纬 36°12'55.28"，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里。是一座以灌溉为主的小（1）型水库。

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 8.0℃，年最高气温为 34.6℃，最低气温为-28.1℃。该区以东南风为主，多年平均风速为 2.9m/s，多年最大风速为 15m/s。年最大冻土深度为 1.21m。

蒋河水库始建于 1987 年 9 月。2019 年 1 月，固原市水利勘测设计院编制了《原州区蒋河水库大坝安全鉴定报告书》，综合评定蒋河水库工程质量“不合格”，水库运行管理“不规范”，防洪安全性为“A”级，大坝渗流安全性为“B”级，结构安全性为“C”级，抗震安全性为“C”级，金属结构安全性为“C”级，综合评价蒋河水库为“三类坝”。

2022 年 7 月受原州区水务局委托，我院开始进行原州区蒋河水库除险加固工程前期设计工作，并对蒋河水库进行了详细的现场调研，分析了水库存在的问题，结合蒋河水库大坝安全评价成果，于 2023 年 1 月完成了《原州区蒋河水库除险加固工程》初步设计报告（送审稿）。

## 1.2 工程概况

### 1.2.1 工程建设及现状

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 106°11'41.54"，北纬 36°12'55.28"，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市

区约 22.6 公里，是一座小（1）型水利工程。

蒋河水库设计洪水标准 10 年，校核洪水标准 50 年。

### （1）大坝

蒋河水库建成于 1987 年 9 月，为黄土均质坝，前、后坝坡坡比分别为 1:3、1:2.5。现状坝顶路面局部为砂砾石路面，大部分为土质路面，宽 4.5m。坝高 7m，总库容 107.89 万 m<sup>3</sup>，属于小（1）型水库。区间流域面积 0.5km<sup>2</sup>，最大水深 4.0m。现状坝顶高程 1551.0m，2020 年 1 月经我院实测，现状淤泥面高程为 1545.5m，较现状坝顶低 5.5m。现状水位高程 1548.2m，现状水深 2.7m。

### （2）输水建筑物

输水建筑物由进水塔、输水涵洞等部分组成；输水建筑物位于坝体，水塔塔身为箱形钢筋砼结构，塔高 10.3m，配有手动螺旋式启闭机。输水涵洞为单孔圆涵，断面尺寸为Φ1.0m。

## 1.2.2 大坝安全评价成果

### 1.2.2.1 大坝安全评价结论

2019 年 1 月，固原市水利勘测设计院编制了《原州区蒋河水库大坝安全鉴定报告书》，综合评定蒋河水库工程质量“不合格”，水库运行管理“不规范”，防洪安全性为“A”级，大坝渗流安全性为“B”级，结构安全性为“C”级，抗震安全性为“C”级，金属结构安全性为“C”级，综合评价蒋河水库为“三类坝”。

### 1.2.2.2 大坝安全鉴定建议

鉴于蒋河水库存在突出的病险，建议对该水库进行除险加固，主要包括：

（1）建议对输水建筑物水塔进行重建；更换老旧闸门、启闭机；对输水涵洞进行重建。

（2）建议对前坝坡重新进行砌护；将坝顶土质路面改建为砂砾石路面或混凝土路面。

（3）建议增加水情、雨量、水位监测设备及观测设施；闸门增设闸位计对闸门开度进行监测，启闭机房安装视频监控探头；增设大坝变形、渗流等监测设施。

## 1.2.3 水库存在主要问题

### （1）土坝

前坝坡砌护混凝土板损坏严重，混凝土脱落。无坝坡排水沟，坝顶道路局部

为砂砾石路面，大部分仍为土质路面。

### (2) 输水建筑物

水塔进口浆砌石八字墙局部开裂塌落，底板混凝土局部脱落；水塔塔身钢筋裸露，塔身混凝土有开裂；坝顶高程 1551.0m，工作桥高程 1554.3m，无踏步上至工作桥；水塔启闭机室简陋，启闭机室底板无盖板，启闭机锈蚀老化，螺杆弯曲变形；输水涵洞淤积严重，尺寸较小，不利于检查维修；输水建筑物无法正常运行。

### (3) 基础设施

蒋河水库无水情、雨量、水位监测设备及观测设施；启闭机房无视频监控探头；大坝无变形、渗流等监测设施。

## 1.3 工程建设必要性

### (1) 是保证水库本身安全的需要

根据《原州区蒋河水库大坝安全鉴定报告书》安全鉴定结论：评定为“三类坝”，该水库坝体、输水建筑物等存在隐患，水库一旦高水位运行，危及水库泄洪及供水安全。因此，为了水库本身的安全，急需对其进行除险加固。

### (2) 是保证下游保护对象防洪安全的需要

下游防护对象有农田、村庄及干渠，涉及人口 0.32 万人，耕地面积 0.2 万亩。蒋河水库一旦溃坝，将会对下游保护对象造成巨大损失。因此从蒋河水库承担的灌溉作用看，亟待除险加固。

## 1.4 水文

### 1.4.1 水文气象

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 8.0℃，年最高气温为 34.6℃，

最低气温为-28.1℃。该区以东南风为主，多年平均风速为2.9m/s，多年最大风速为15m/s。年最大冻土深度为1.21m。

### 1.4.2 径流及泥沙

水库流域多年平均降水量为430mm，汛期6~9月降水量占年降水量的68%左右。多年平均降水量变差系数 $C_v=0.26$ ， $C_s=2C_v$ ，保证率为50%、75%、85%、95%的设计年降水量分别为420mm、350mm、316mm、364mm。水库流域多年平均水面蒸发量（E601型）1080mm。

### 1.4.3 设计暴雨洪水

蒋河水库为清水库，本次洪水仅为蒋河自身流域内洪水，不包括清水河道洪水。

蒋河水库流域面积 $0.5\text{km}^2$ ，概化长度为1.9km，清浑比为0.82，依据《宁夏暴雨洪水图集》（2019版）修订的宁夏不同历时暴雨参数等值线图就是计算不同频率的设计点雨量和设计面雨量，采用同频内包型雨型进行时程分配。由于该水库无原设计资料，故设计暴雨洪水采用本次计算结果，设计洪水洪峰流量及洪水总量（ $P=10\%$ ）分别为 $3\text{m}^3/\text{s}$ 和0.91万 $\text{m}^3$ ；校核洪水洪峰流量及洪水总量（ $P=2\%$ ）分别为 $4.59\text{m}^3/\text{s}$ 和1.75万 $\text{m}^3$ 。

## 1.5 工程地质

### 1.5.1 放水塔工程地质条件

放水塔处地层以填土、淤泥质壤土、角砾、壤土和粉质粘土为主。

（1）填土：厚度3.5m，土黄色，岩性以粉质壤土为主，硬塑状。承载力建议值130kPa，边坡开挖坡比1:1.25。桩的极限侧摩阻力标准值（ $q_i$ ）50kPa。

（2）淤泥质壤土：位于放水塔填土下部，厚度3.2m，灰黑色，有臭味，软塑状，含腐殖质，建议清除。桩的极限侧摩阻力标准值（ $q_i$ ）20kPa。

（3）角砾：青灰色，湿-饱和，中密状；位于淤泥和壤土下部，与壤土呈互层状，厚度1.2-3.3m，下部未揭穿。一般粒径2-10mm，最大粒径70-90mm，粉细砂充填。承载力建议值250kPa，边坡开挖坡比1:1.0，水下坡比1:2.0。桩的极限侧摩阻力标准值（ $q_i$ ）130kPa，桩的极限端阻力标准值（ $q_{pk}$ ）2200kPa。

（4）壤土：灰黄色，湿-饱和，可塑-硬塑；分布在角砾中间，揭露厚度2.0-3.4m，

承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 45kPa, 桩的极限端阻力标准值 ( $q_{pk}$ ) 650kPa。

(5) 粉质粘土: 黄褐色, 湿-饱和, 硬塑, 厚度 1.7-5.8m, 与角砾呈互层状, 承载力建议值 150kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25, 水下坡比 1:1.50。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 70kPa, 桩的极限端阻力标准值 ( $q_{pk}$ ) 1000kPa。

建议填土及淤泥质土清除, 下部角砾层做为基础持力层, 水位埋深较浅, 注意基坑降排水和支护措施。

### 1.5.2 箱涵工程地质条件

箱涵处地层以填土、角砾、壤土和粉质粘土为主。

(1) 填土: 厚度 0.6m, 土黄色, 岩性以粉质壤土为主, 硬塑状。承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25。

(2) 粉质粘土: 黄褐色, 湿-饱和, 硬塑, 厚度 1.7-5.8m, 下部未揭穿, 与角砾呈互层状, 承载力建议值 150kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25, 水下开挖坡比 1:1.50。

(3) 壤土: 灰黄色, 湿-饱和, 可塑-硬塑; 分布在角砾中间, 揭露厚度 2.0m, 承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25。

(4) 角砾: 青灰色, 湿-饱和, 中密状; 位于粉质粘土下部, 与壤土、粉质粘土呈互层状, 厚度 1.9-4.0m, 一般粒径 2-10mm, 最大粒径 70-90mm, 粉细砂充填。承载力建议值 200kPa, 边坡开挖坡比 1:1.0, 水下坡比 1: 2.0。

建议填土清除, 下部角砾层做为基础持力层, 水位埋深较浅, 注意基坑降排水和支护措施。

## 1.6 工程任务和规模

### 1.6.1 工程任务

按安全鉴定评价结论, 对水库进行除险加固, 消除蒋河水库存在的安全隐患, 提升水库蓄水能力, 更好地拦蓄地表径流, 发挥水库灌溉效益, 改善当地农业生产条件和人民的生活条件。

### 1.6.2 工程规模

蒋河水库本次除险加固后总库容为 107.89 万  $m^3$ , 属小 (1) 型水库, 坝顶高程为 1551.0m, 最大坝高 7.0m, 坝长 1300m, 设计洪水标准为 10 年, 校核洪水标

准为 50 年，最大输水流量  $2\text{m}^3/\text{s}$ 。

## 1.7 工程布置及建筑物

### 1.7.1 工程等别和建筑物级别

蒋河水库属小（1）型水库，工程等别为IV等，主要建筑物（土坝、输水建筑物）为IV等 4 级，次要建筑物及临时建筑物为IV等 5 级。设计洪水标准为 10 年，校核洪水标准为 500 年。

根据《中国地震动参数区划图》（1/400 万），工程所在区地震动峰值加速度为  $0.3g$ ，相应的地震烈度按 8 度设防。

### 1.7.2 除险加固方案

蒋河水库属小（1）型水库，本工程主要由均质土坝、输水建筑物组成，水库安全鉴定提出的问题，本次的除险加固方案如下：

#### （1）土坝工程

本次设计对桩号  $K0+300\text{m}\sim K0+800\text{m}$  段坝顶铺设  $15\text{cm}$  厚砂砾石，两侧设路缘石，并对该段前坝坡护坡进行拆除重新砌护，采用  $50\times 30\times 8\text{cm}$  预制混凝土板砌护，下设  $40\text{cm}$  砂砾石厚垫层。

#### （2）输水建筑物

本次拆除重建输水水塔及输水涵洞。

#### （3）其它

增设大坝变形、位移、渗流等监测设施、水、雨情监测设施。

## 1.8 机电及金属结构

（1）电气：包括水塔启闭机、坝体变形、渗流以及视频等相关监控监测设备。

（2）金属结构：启闭机电机 1 台，平板铸铁闸门 1 套。

## 1.9 施工组织设计

### 1.9.1 料场的选择与开采

块石料、粗骨料及砂料场为同一料场，均为头营张崖料场，距离蒋河水库  $30\text{km}$  处。有公路可达，交通便利，料场地集中，已经开采。

该料场的质量指标能够满足《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL



251--2000) 的要求, 可以使用。

### 1.9.2 施工总进度

工程施工总工期 6 个月。

## 1.10 建设征地与移民安置

本次设计不涉及淹没占地、工程永久占地和移民搬迁安置, 仅涉及临时占地。

经调查, 本工程临时性占地 3.0 亩, 全部为旱耕地。其中: 主体工程区占地 1.0 亩, 临时堆土场占地 0.5 亩, 施工生产生活区占地 1.5 亩。

## 1.11 环境影响设计

本工程对环境的影响分为施工期和运行期。施工期对环境的影响主要是施工过程对生态环境、空气环境、土壤及噪声的影响; 运行期对环境的影响主要表现在对项目区空气环境的影响。

## 1.12 水土保持设计

项目区内水土流失以水力侵蚀为主, 侵蚀强度为轻、中度侵蚀, 该区域原地貌综合土壤侵蚀模数为  $962\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ , 项目所在区域为国家级重点预防保护区、国家级重点治理区, 同时也属宁夏省级重点治理区, 土壤流失容许值为  $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

水土流失对本工程不构成制约因素, 本工程通过落实水土保持方案提出的各项防护措施, 加强工程运行期管理, 使水土流失控制在容许范围内。通过方案的预测评价和论证, 主体工程有关工程建设的总体布局、施工方法、生产工艺等的设计, 就开发建设项目的水土保持要求而言, 具有建设的可行性。

## 1.13 劳动安全与工业卫生

依据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB 50706-2011), 劳动安全卫生是劳动者实现宪法赋予的生命权、健康权的具体保障。劳动安全与卫生, 既是相互联系又是彼此独立, 共同组成劳动者劳动保护的屏障。

## 1.14 节能设计

节约资源是我国的一项长期国策, 节能是解决我国能源问题的根本途径, 通

过水库的节能设计，将大大降低水库的运行成本，使能源得到充分利用，水库的经济效益发挥到最大，所以水库的节能效果是显著的。

### 1.15 工程管理设计

工程建成后，由原州区沈家河水库管理所负责管理，水库增加大坝变形、渗流、水雨情、视频监控等安全监测与自动化管理设施，方便水库运行管理；加强管理人员岗位培训，提高管理水平；建立健全管理制度，科学管理工程，确保公益性水利工程长久发挥其工程效益。

### 1.16 工程信息化

本次设计自动化系统主要包括大坝安全自动化监测系统；闸门监控系统；视频监控及报警系统。

### 1.17 设计概算

按照 2022 年第四季度价格水平计算，不计价差预备费，工程概算总投资为 374.14 万元。其中建筑工程 234.12 万元，设备及安装费 55.43 万元，临时工程 6.85 万元；独立费用 55.44 万元；预备费 10.56 万元；征地移民补偿投资 0.92 万元；环境保护工程投资 4.06 万元；水土保持工程投资 6.76 万元。

### 1.18 经济评价

通过对蒋河水库进行除险加固，可消除坝体安全隐患，恢复水库蓄水功能，并保证下游头营镇等村 0.32 万人及 0.2 万亩农田的防洪安全。拦蓄地表径流，可充分利用当地水资源，改善当地农业生产条件、生态环境和人民的生活条件，对确保当地社会经济的发展，实现人与自然的和谐具有重大意义。

总之，此项工程的实施，无论从社会、经济及生态环境各方面来说，都具有良好的效益，也将大大的提高人民生活水平，对当地的经济的发展具有一定的积极作用，此工程是一项利国利民的工程。建议工程蓄水后，加强大坝安全监测，确保水库安全运行。

## 2 水文

### 2.1 流域概况

#### 2.1.1 地理位置

蒋河水库处地理位置东经  $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬  $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里。

有水泥路及砂砾石路可直通水库大坝，交通较为方便。水库位置见图 2-1，水库影像图见图 2-2。



图 2-1 蒋河水库地理位置示意图



图 2-2 蒋河水库水库影像图

### 2.1.2 地形地貌

蒋河水库位于六盘山西麓，属中低山地貌区。水库处于山间沟谷地带，冲沟较发育，两岸岩体裸露，海拔高程 2000–2150 之间，总体为东高西低，沟谷大体为“U”字型，两岸 I、II 级阶地不连续分布。

### 2.1.3 气候气象

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 8.0℃，年最高气温为 34.6℃，最低气温为 -28.1℃。该区以东南风为主，多年平均风速为 2.9m/s，多年最大风速为 15m/s。年最大冻土深度为 1.21m。

### 2.1.4 水文站点

宁夏水文水资源监测预警中心在该流域及附近设有原州及固原等水文站点，设有吴家磨及沈家河雨量站点，站网密度相对较大，资料系列较长，具有代表性。站点布设情况见表 2.1-1。

表 2.1-1 水文站点基本情况表

站名	类别	位置	经度	纬度	设立年份
原州	水文站	固原市原州区工业园区	106°16'23.41"	35°57'21.02"	2009.4
固原	水文站	固原市南河滩桥下 1.5km	106°17'30.9"	36°00'37.4"	1966.5
沈家河	雨量站	原州区头营镇沈家河村	106°16'23.1"	36°06'14.4"	1959.5
吴家磨	雨量站	头营镇吴家磨村	106°10'10.3"	36°09'01.5"	1959.5

(1) 固原水文站 1966 年设立，集水面积 210km<sup>2</sup>，2009 年 4 月撤销。主要观测项目有水位、流量、泥沙、降水量、水化学等，实测最大流量为 491m<sup>3</sup>/s（1978 年 7 月 10 日）。

(2) 原州站 2009 年 4 月设立，集水面积 105km<sup>2</sup>，主要观测项目有水位、流量、泥沙、降水量、水化学等，设站以来实测最大流量为 48.1m<sup>3</sup>/s（2013 年 6 月 6 日）。

### 2.1.5 上游水利工程

蒋河水库截引断面上游建有沈家河、东至河等 8 座中小型水库，具体每座水库数据见表 2.1-2。

表 2.1-2 蒋河水库上游水利工程统计表

库坝名称	所在乡镇	水库等级	建成年月	流域面积	设计标准	校核标准
				(km <sup>2</sup> )	(年)	(年)
沈家河水库	头营	中型	1959	313	50	1000
冬至河水库	彭堡	中型	1974	279	50	1000
毛家沟水库	头营	小(1)	1976	35.6	30	500
杨达子沟水库	头营	小(1)	1976	171.9	20	500
黑洞沟水库	头营	小(1)	1976	26.5	30	500
二营水库	头营	小(1)	1972	94.8	30	500
陕庄水库	彭堡	小(2)	1976	49	20	200
海子峡水库	开城	小(1)	1958	48.3	30	500

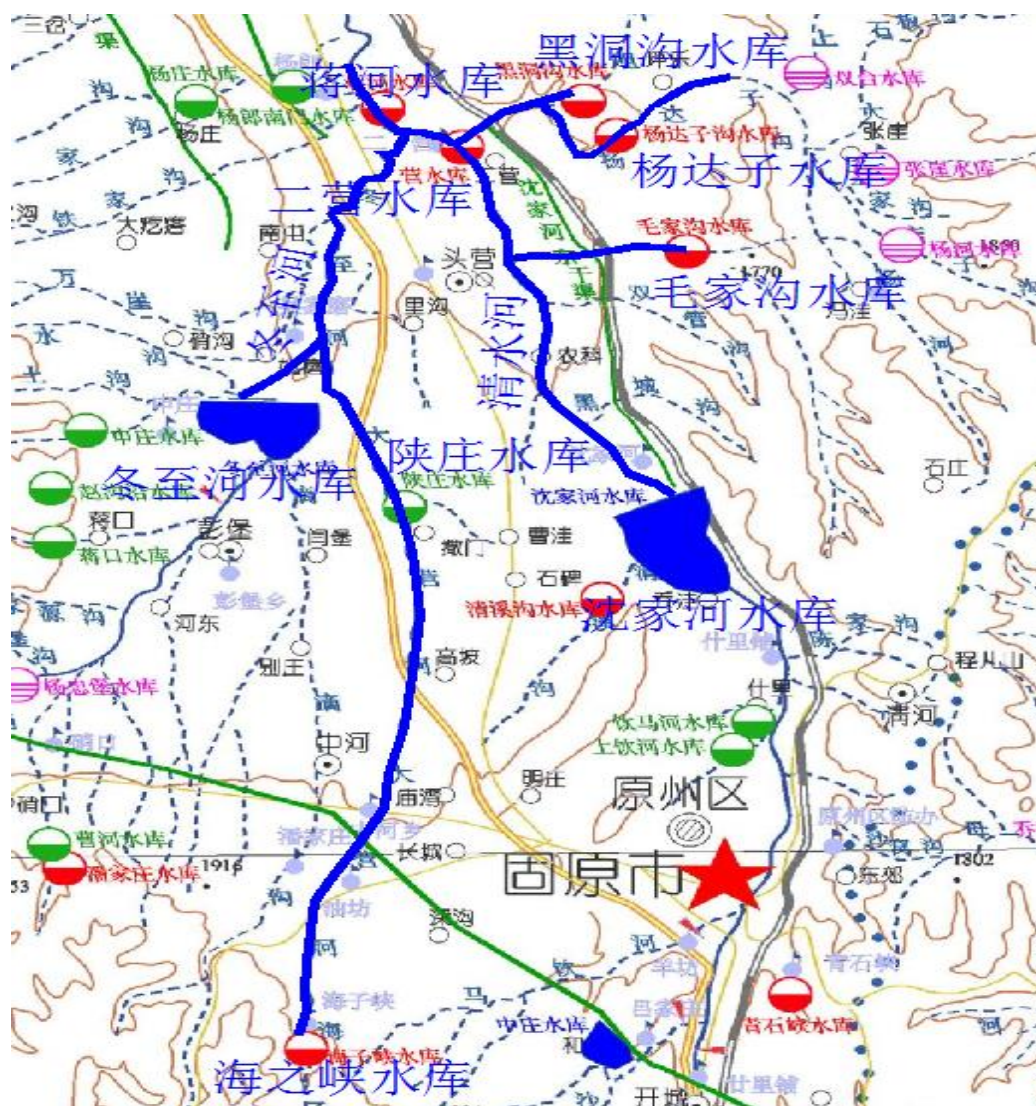


图 2.1-1 蒋河水库上游水利工程位置图

## 2.2 水文要素

### 2.2.1 降水

根据《宁夏水文手册（2020 版）》降雨等值线图上查得蒋河水库流域多年平均降水量为 430mm，汛期 6~9 月降水量占年降水量的 68%左右。多年平均降水量变差系数  $C_v=0.26$ ， $C_s=2C_v$ ，保证率为 50%、75%、85%、95%的设计年降水量分别为 420mm、350mm、316mm、264mm。多年平均及各保证率年降水量月分配见表 2.2-1。

表 2.2-1 流域多年平均及各保证率年降水量月分配表 单位: mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
多年平均	4.30	7.31	14.3	25.7	38.6	53.3	83.9	90.7	64.9	31.4	9.89	2.58	427
P=50%	4.20	7.14	14.3	25.6	38.6	53.3	81.9	88.6	63.4	30.7	9.66	2.52	420
P=75%	3.85	5.60	15.8	39.2	37.8	48.0	57.4	40.6	55.7	15.1	28.0	3.15	350
P=85%	4.74	15.5	4.42	6.64	35.1	42.0	48.7	75.2	61.3	15.5	4.75	2.21	316
P=95%	2.38	9.2	10.3	9.8	22.2	20.9	52.8	77.4	20.3	18.5	18.2	2.11	264

### 2.2.2 蒸发

根据《宁夏水文手册（2020版）》蒸发量等值线图上查得流域多年平均水面蒸发量（E601型）1080mm，干旱指数为2.6，为半干旱区。多年平均水面蒸发量月分配见表2.2-2。

表 2.2-2 流域多年平均水面蒸发量月分配表 单位: mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总数
蒸发量	34.6	42.1	83.2	132.8	160.9	158.8	130.7	117.7	78.8	64.8	43.2	32.4	1080
比例	3.2	3.9	7.7	12.3	14.9	14.7	12.1	10.9	7.3	6	4	3	100

### 2.2.3 冰清

沟道平水期流量很小，沟道11月下旬至次年2月中旬发生岸冰及封冻现象。水库一般11月下旬开始结冰，次年2月中旬开始融冰，3月底终冰。封冻多发生于12、1月份，封冰日数为60天以上。

## 2.3 水库径流量

### 2.3.1 径流量特性

因蒋河水库为清水库，面积小，来水量很小，水库区域1~4月，10~12月无径流量产生，5~9月有较大降雨过程区域才会产生流量。水库的来水量主要截引清水河干流常流水量。

### 2.3.2 蒋河水库区域径流量

蒋河水库流域面积 $0.5\text{km}^2$ ，《宁夏水文手册（2020版）》径流深等值线图上查得流域多年平均径流深为26mm，则区间多年平均径流量为 $1.3\text{万 m}^3$ ， $C_v=0.50$ ， $C_s=2C_v$ ，50%、75%、85%、95%年径流量分别为 $1.2\text{万 m}^3$ 、 $0.8\text{万 m}^3$ 、 $0.7\text{万 m}^3$ 、 $0.4\text{万 m}^3$ ，不同保证率径流量月分配见表2.3-1。

表 2.3-1 蒋河水库流域多年平均及各保证率年径流量月分配表 单位: 万 m<sup>3</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
多年平均	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	1.3
P=50%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2
P=75%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
P=85%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.7
P=95%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4

### 2.3.3 蒋河水库截引断面常流水量

#### (1) 截引断面情况

蒋河水库从清水河干流截引常流水, 有洪水时关闭引水闸门, 平水期将清水河干流水量拦截引入库内。

#### (2) 截引断面区间径流量计算

量得蒋河水库截引断面区间面积为 221.7km<sup>2</sup> (扣除上游水库面积), 根据《宁夏水文手册(2020 版)》径流深等值线图上查得流域多年平均径流深为 30mm, 则区间多年平均径流量为 665 万 m<sup>3</sup>。

#### (3) 考虑河道生态基流条件下区间来水量

计算河道生态基流有 Tennant 法、月保证率法、7Q10 法、最小月平均实测径流量法等方法, 但通常按多年平均来水量的 10%来估算, 可计算的扣除河道生态基流后区间来水量为 598.5 万 m<sup>3</sup>。

#### (4) 常流水计算

根据固原水文站多年径流资料分析, 基径比为 0.40, 则截引断面区间多年平均可截引常流水量为 239 万 m<sup>3</sup>。经分析常流水量  $C_v=0.40$ ,  $C_s=2C_v$ , 50%、75%、85%、95%年常流水量分别为 226 万 m<sup>3</sup>、169 万 m<sup>3</sup>、143 万 m<sup>3</sup>、106 万 m<sup>3</sup>。多年平均及各保证率年常流水量月分配见表 2.3-2。

表 2.3-2 截引断面多年平均及各保证率年常流水量月分配表 单位: 万 m<sup>3</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
多年平均	7.4	11.9	17.7	13.9	11.9	17.7	29.6	56.4	31.7	18.9	13.6	8.1	239
50%	7.0	11.3	16.8	13.1	11.3	16.8	28.1	53.4	30.1	17.9	12.9	7.7	226
75%	5.9	5.7	11.5	8.2	13.3	8.7	22.8	26.8	21.1	19.1	16.4	9.3	169
85%	7.2	6.0	12.4	9.9	10.5	8.4	22.6	31.6	10.3	9.3	7.7	7.2	143
95%	4.2	5.4	8.1	4.8	4.6	8.0	12.8	23.0	13.9	7.4	7.2	6.8	106

#### (5) 蒋河水库来水量



水库的来水量为水库本身流域的来水量与截引断面引水量之和，本工程设计灌溉标准为 75%，则水库 75%最大来水量为  $W=0.8+169=169.8$  万  $m^3$ 。月分配见表 2.3-3。

表 2.3-3 水库 75%保证率来水量月分配表 单位：万  $m^3$

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
水库水量	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.8
截引水量	5.9	5.7	11.5	8.2	13.3	8.7	22.8	26.8	21.1	19.1	16.4	9.3	169
合计	5.9	5.7	11.5	8.2	13.4	8.8	23.3	26.9	21.2	19.1	16.4	9.3	169.8

## 2.4 泥沙

### 2.4.1 等值线图查算法

根据《宁夏水文手册（2020版）》输沙模数分区图上查得水库区域多年平均输沙模数为  $4100t/km^2$ 。计算的输沙量为  $0.20$  万  $t$ ，泥沙容重按  $1.35$  考虑，年输沙量为  $0.15$  万  $m^3$ 。

### 2.4.2 水库实测淤泥量

水库 1987 年 9 月建成，至 2022 年 7 月实测淤积量  $15$  万  $m^3$ （35 年），平均年淤积量为  $0.43$  万  $m^3$ 。

### 2.4.3 输沙量合理性分析

等值线计算水库输沙量为  $0.15$  万  $m^3$ ，实测淤积量为  $0.43$  万  $m^3$ ，相差较大，原因是水库的淤积量由 2 部分组成，一部分为水库本身产生的泥沙量，一部分引水量携带少量的泥沙，故本次采用实测淤积量较为合理，多年平均输沙量月分配见表 2.4-1。

表 2.4-1 水库多年平均输沙量月分配表 单位：万  $m^3$

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
多年平均	0	0	0	0	0.01	0.05	0.11	0.21	0.03	0	0	0	0.43

## 2.5 设计暴雨洪水计算

### 2.5.1 暴雨特性

暴雨一般集中在每年的 6~9 月，4、5、10 月偶尔有之，主要集中在 7、8 月，占暴雨发生次数的 63%。能形成大洪水的暴雨一类是笼罩面积小、历时短、主雨  $t \leq 1h$ ，降雨强度  $i > 1mm/min$ ，有时  $H_{日} < 50mm$ ，主雨集中在 0.5h 内，仍能产生峰

大量大的洪水，另一类暴雨笼罩面积大，历时长  $t > 12h$ ，强度较小，产生的峰不高，但量大，历时长，这类雨较少。

### 2.5.2 洪水特性

洪水同暴雨一样发生在汛期 6~9 月，以 7、8 月最多，4、5、10 月偶尔有之。因该流域为半干旱黄土丘陵区，洪水的产流方式为超渗产流。洪水的形状受暴雨的影响多为尖瘦形，洪峰陡涨陡落，一般不超过一天。

### 2.5.3 历史暴雨灾害

(1) 根据固原站调查及实测资料，1926 年 7 月 26 日是固原降雨面积最大的一次，洪峰流量  $811 \text{ m}^3/\text{s}$ ，洪水冲进固原城南门，冲至康营（旧军队驻地），士兵上树，树倒人被冲走。1943 年、1959 年、1964 年、1978 年、1988 年、1992 年均发生较大洪水，使部分地区受灾，给人民生活 and 财产造成了损失，特别是 1992 年 8 月 8 日~10 日上游发生暴雨洪水，固原站实测洪峰流量  $485 \text{ m}^3/\text{s}$ ，城区街道、路面洪水漫流，使城区 2028 人受灾，646 间房屋倒塌，市政公用设施遭到了严重破坏，冲毁路面  $16600 \text{ m}^2$ ，淤塞自来水管道的  $400 \text{ m}$ ，冲垮河道堤岸  $596 \text{ m}$ 。

(2) 宁夏水文水资源监测预警中心局对上游沟道及吴家磨水文站、冬至河口调查到了历史洪水，吴家磨水文站观测 3 年（1959~1961 年），实测最大流量  $492 \text{ m}^3/\text{s}$ （1959 年 8 月 17 日）。1928 年 7 月 1 日冬至河上游发生暴雨洪水，调查吴家磨水文站洪峰流量  $1430 \text{ m}^3/\text{s}$ 。1992 年 8 月 10 日发生较大洪水，调查冬至河出口流量  $113 \text{ m}^3/\text{s}$ ，冬至河 1992 年至今，再无发生过较大洪水，调查成果见表 2.5-1。

表 2.5-1 历史洪水调查统计表

调查地点	集水面积	洪水发生日期	计算流量因素							可靠程度
	( $\text{km}^2$ )	(年月日)	水面宽 (m)	糙率	比降 ( $10^{-4}$ )	平均水深 (m)	平均流速 (m/s)	断面面积 ( $\text{m}^2$ )	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	
	河长 (km)	调查日期 (年月日)								
固原水文站	210	1926.7.26	66	0.035	123	1.73	4.41	114	811	较可靠
	26.5	1966.8.2								实测
		1973.6.29							340	"
		1978.7.10							491	"
		1988.8.9							335	"
		1992.8.11							485	"
什里铺水	277	1926.7.26					3.9	239	932	较可靠

调查地点	集水面积	洪水发生日期	计算流量因素							可靠程度
	(km <sup>2</sup> )	(年月日)	水面宽 (m)	糙率	比降 (10 <sup>-4</sup> )	平均水深 (m)	平均流速 (m/s)	断面面积 (m <sup>2</sup> )	洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	
	河长 (km)	调查日期 (年月日)								
文站	33.7	1965.7.11								
		1959.8.17							320	实测
中河乡硝口	68.5	1930.7.3	63.5	0.05	230	1.45	3.78	92.3	349	较可靠
	16.7	1969.11.7								
		1978.7.10	63	0.045	142	1.94	3.95	122	482	"
		1978.8.3								
上店子沟	12.1	1930.7.3	38.5	0.043	227	0.98	3.22	37.9	122	"
	5.1	1969.10.18								
		1973.5.24								
		1973.9.8	109	0.05	154	1.54	3.26	168	548	"
	30.8	1930.7.3								
	7.5	1971.4.28								
滴滴沟(中河乡)	33	1926.7.26	40	0.045	245	2.19	5.47	87.5	479	"
	14.3	1978.8.3								
		1978.7.10	39	0.04	245	1.18	4.2	46.1	194	"
		1978.8.3								
吴家磨水文站	429	1928.7.1	300	0.022	26	1.54	3.09	463	1430	"
	35.3	1969.11.12								
		1959.8.17	71.3			1.45	4.78	103	492	实测
头营镇虎家洼		1992.8.10	64	0.04	39	1.09	1.62	69.9	113	可靠
		1992.10.22								
冬至河口	500	1954.8.1	225	0.023	25	1.88	3.31	424	1400	较可靠
	45.1	1969.11.14								

#### 2.5.4 设计暴雨

根据《宁夏暴雨洪水图集(2019版)》年最大1小时、6小时点雨量均值及统计参数Cv等值线图,查得蒋河水库流域1小时、6小时点雨量均值分别为20.0mm、34.0mm。1小时Cv=0.57,6小时Cv=0.51,Cs=3.5Cv,计算出水库不同保证率设计点雨量。根据《宁夏暴雨洪水图集》,查出点面折减系数,计算不同保证率设计面雨量。不同频率设计点面雨量见表2.5-2。

表 2.5-2 水库不同频率设计点面雨量表

历时 (h)	点雨量 均值 (mm)	设计	频率 (%)							
		雨量	0.2	0.33	0.5	1	2	3.33	5	10
1	20.0	点雨量	79.4	73.6	69.0	61.0	53.2	47.4	42.8	34.8
		面雨量	79.4	73.6	69.0	61.0	53.2	47.4	42.8	34.8
6	34.0	点雨量	120	112	106	94.5	83.3	75.1	68.3	56.8
		面雨量	120	112	106	94.5	83.3	75.1	68.3	56.8

## 2.5.5 设计洪水

### 2.5.5.1 计算方法

采用暴雨资料推求设计洪水，依据是《宁夏暴雨洪水图集（2019版）》及重新修订的宁夏不同历时暴雨参数等值线图。

### 2.5.5.2 产流计算

根据工程设计频率和不同历时点雨量均值及统计参数等值线图，求出该沟道设计点雨量，然后根据不同计算分区、面积、重现期等选择点面折减系数，求得不同保证率的面雨量。面雨量分配在宁夏有同频内包、概化和典型三种雨型。该区选用同频内包雨型，然后由面雨量过程以扣损法计算产流过程。

产流公式如下：

$$R_i = H_i - f_i$$

$R_i$  — 为产流期某时段净雨 (mm)；

$H_i$  — 为产流期某时段面雨量 (mm)；

$f_i$  — 为产流期某时段损失水量 (mm)；

蒋河水库以上流域属于黄土丘陵半干旱半湿润地区，平均损失率  $f_i$  公式如下：

$$\text{南部山区半湿润地区：} \quad f_i = 41t_c^{-0.32}(1 - e^{-0.022t_c^{-0.79}Ht_c}) \quad (\text{原图集})$$

$$f_i = 41.5t_c^{-0.33}(1 - e^{-0.024t_c^{-0.79}Ht_c}) \quad (\text{新图集})$$

### 2.5.5.3 汇流计算

汇流计算是根据推求的设计净雨过程  $R_i$  推求流域出口断面的洪水流量过程，采用纳希瞬时单位线法推求。按瞬时单位线原理，就是净雨历时趋于零的极小时段内产生的一个单位净雨（1mm 净雨深）在出口处所形成的流量过程线，其公式为：

$$u(t) = \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} e^{-t/K}$$

式中：t——时段变量；

u(t)——为 t 时的瞬时单位线的纵坐标；

n, k——为瞬时单位线形状参数；

$\Gamma(n)$ ——伽玛函数

据上式可导出时段单位线方程式为：

$$q(\Delta t; t) = \frac{1 \times F}{3.6\Delta t} \left[ \int_0^t \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} e^{-t/K} dt - \int_0^{t-\Delta t} \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t-\Delta t}{K}\right)^{n-1} e^{-(t-\Delta t)/K} dt \right]$$

式中：q( $\Delta t; t$ )面积为 F 的流域上，t 时段内净雨量为 1mm 的单位线在 t 时段的纵坐标，以  $m^3/s$  计；

$\Delta t$ ——计算时段长 (h)；

$\frac{1 \times F}{3.6\Delta t}$ ——换算系数；

$\int_0^t \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t}{K}\right)^{n-1} e^{-t/K} dt$ ——纳希瞬时单位的累积曲线，又称 S(t) 曲线；

$\int_0^{t-\Delta t} \frac{1}{K\Gamma(n)} \left(\frac{t-\Delta t}{K}\right)^{n-1} e^{-(t-\Delta t)/K} dt$ ——形同 S(t) 曲线，唯在时间坐标上错后  $\Delta t$  时，

用 S(t- $\Delta t$ )表示。

[S(t)-S(t- $\Delta t$ )]简写为  $\Delta S(t)$ ，称为  $\Delta t$  小时无因次时段 t 时的纵高。一般以  $\mu(\Delta t; t)$  表示。

#### 2.5.5.4 计算参数

在计算瞬时单位线，进行洪水演进时，须求得参数 n, k, 滞时 M, 计算公式如下：

$$\text{半湿润区： } n=2.25L^{0.104}, K=M_{li}/n, M_{li}=4.35L^{0.453}i^{0.34}$$

i——产流区平均净雨强度 (mm/h)；

L——概化长度 (km)。

#### 2.5.5.5 计算成果 (新图集)

蒋河水库流域面积  $0.5\text{km}^2$ ，概化长度为 1.9km，清浑比为 0.82，计算得不同频

率设计洪峰流量、洪水总量见表 2.5-3。由汇流原理计算不同设计频率洪水过程线见表 2.5-4。

表 2.5-3 水库不同频率设计洪峰流量、洪水总量表

频率 P(%)	0.33	0.5	1	2.0	3.33	5	10
洪峰流量(m <sup>3</sup> /s)	6.73	6.11	5.05	4.07	3.40	2.86	2.02
洪水总量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	2.46	2.23	1.85	1.48	1.24	1.04	0.74

表 2.5-4 水库不同频率设计洪水过程线表 单位: m<sup>3</sup>/s

时段 (h)	频率 P(%)						
	0.33	0.5	1	2.0	3.33	5	10
0	0	0	0	0	0	0	0
0.25	2.75	2.50	2.07	1.65	1.39	1.17	0.84
0.5	6.32	5.74	4.74	3.80	3.18	2.69	1.91
0.75	6.73	6.11	5.05	4.07	3.40	2.86	2.02
1	6.05	5.50	4.56	3.65	3.04	2.56	1.83
1.25	3.10	2.82	2.34	1.87	1.56	1.31	0.94
1.5	1.37	1.25	1.04	0.83	0.69	0.58	0.42
1.75	0.60	0.55	0.45	0.36	0.30	0.26	0.18
2	0.27	0.24	0.20	0.16	0.13	0.11	0.08
2.25	0.12	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04
2.5	0	0	0	0	0	0	0

## 2.6 设计洪水成果比较分析

### 2.6.1 已批复成果

根据 1987 年修建水库已批复成果, 设计洪水标准 10 年洪峰流量为 2.11m<sup>3</sup>/s、洪水总量为 0.83 万 m<sup>3</sup>, 校核标准 50 年洪峰流量为 4.58m<sup>3</sup>/s、洪水总量为 1.79 万 m<sup>3</sup>。不同频率设计洪峰流量、洪水总量及过程线见表 2.6-1~2.6-2。

表 2.6-1 水库不同频率设计洪峰流量、洪水总量表

频率 P(%)	0.5	1	2	3.3	5	10
洪峰流量(m <sup>3</sup> /s)	7.13	5.84	4.58	3.73	3.09	2.11
洪水总量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	2.80	2.29	1.79	1.47	1.22	0.83

表 2.6-2 水库不同频率设计洪水过程线表 单位: m<sup>3</sup>/s

时段 (Δt=0.25h)	频率 (%)					
	0.5	1	2	3.33	5	10
0	0	0	0	0	0	0
1	2.34	1.93	1.50	1.23	1.01	0.70
2	5.91	4.84	3.80	3.09	2.57	1.75

时段 ( $\Delta t=0.25h$ )	频率 (%)					
	0.5	1	2	3.33	5	10
3	7.13	5.84	4.58	3.73	3.09	2.11
4	6.88	5.64	4.41	3.61	2.99	2.05
5	4.37	3.58	2.80	2.29	1.90	1.31
6	2.32	1.90	1.49	1.22	1.01	0.69
7	1.16	0.95	0.74	0.61	0.51	0.35
8	0.57	0.47	0.36	0.30	0.25	0.17
9	0.27	0.22	0.17	0.14	0.12	0.08
10	0.13	0.10	0.08	0.07	0.06	0.04
11	0	0	0	0	0	0

### 2.6.2 与已批复成果对比

对已批复成果及本次计算成果统计，见表 2.6-3，从表中可以看出，2022 年计算的 2%、10% 频率洪峰较 1987 年成果偏小 4.3~11.1%，2%、10% 频率洪量较 1987 年成果偏小 10.8~17.3%，造成新图集与原图集偏小的原因，一是新图集点雨量比原图集小；二是新图集 1h、6h 偏差系数  $C_v$  取值比原图集小；三是新图集下渗损失公式比原图集损失大。

从已批复成果衔接及工程安全考虑，采用 1987 年计算成果合理，本次计算计算成果仅为复核。

表 2.6-3 历年不同方法推求的洪峰流量、洪水总量统计表

项目	成果年份	方法	频率 (%)	
			2	10
洪峰流量( $m^3/s$ )	1987 年成果	原图集	4.58	2.11
	2022 年成果	新图集	4.07	2.02
	变幅 (%)		-11.1	-4.3
洪水总量( $10^4m^3$ )	1987 年成果	原图集	1.79	0.83
	2022 年成果	新图集	1.48	0.74
	变幅 (%)		-17.3	-10.8

## 3 工程地质

### 3.1 工程概况

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬 $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里。

蒋河水库始建于 1987 年 9 月，由土坝、输水建筑物两大件构成。

#### 3.1.1 勘察工作任务及目的

此次工程地质勘察工作按照《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005) 等其它相关规范的要求开展工作，以达到正确反映原州区蒋河水库除险加固工程地质条件的目的，提出合理的岩土工程地质评价。勘察主要采用工程地质测绘、钻探、坑探相结合的方法，原位测试主要采用标准贯入试验、动力触探、钻孔压水试验等。

本次勘察任务主要是对蒋河（水库坝体（址）、水塔出口沟道场地进行除险加固阶段的工程地质勘察。

勘察目的：

- (1) 复核水库工程地质资料，检测坝体填筑质量；
- (2) 查明是否存在影响大坝安全的地质缺陷和问题，查明坝体、坝基及坝肩是否渗漏，是否有渗透变形现象；
- (3) 查明近坝库岸边坡的稳定性及不良地质现象等；
- (4) 查明附近土料的质量及储量。

#### 3.1.2 执行标准与规程、规范

- (1) 《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55-2005)；
- (2) 《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008)；
- (3) 《水库大坝安全评价导则》(SL258-2017)；
- (4) 《岩土工程勘察规程》(GB50021-2001)(2009 版)；
- (5) 《水工建筑物抗震设计标准》(GB51247-2018)；
- (6) 《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019)；



- (7) 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)；
- (8) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (9) 《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB50025-2004)；
- (10) 《工程地质勘察任务书》(KCF2020-20)。

### 3.1.3 工作方法及完成工作量

#### 3.1.3.1 勘察工作方法

根据勘察，场地分布的主要地层岩性有壤土、粘土及含砾砂层等。工程地质测绘按照《水利水电工程地质测绘规程》(SL/T299-2020)进行，测绘的主要目的是为了查明工程区内地层的分布；查明坝体及库区的各类工程地质现象，如渗漏点、裂缝、塌陷等。必须对知情的当地村民进行访问，询问坝体的裂缝、沉降及渗漏等病险情况。

测绘比例尺 1: 1000，测绘范围：设计提供的 1: 1000 地形图。

#### (2) 工程地质勘探

勘探采用钻探及坑探相结合的方法，在坝轴线位置布置钻孔具体如下表《详见勘探点布置图》。

土体原状样及扰动样间距 1~2m（如遇地层变化等可加密），原状土样要求为 I 级土样。探井中取样间距 2.0m。评价湿陷性。土样品试验项目：颗分、密度、含水量、比重、界限含水率、渗透、压缩、直剪（饱和快、慢剪）。坝体填土取 3 组击实土样。

勘探及观测完成后，探井用原土夯实回填。

#### 3.1.3.2 勘察工作量

表 3.1-1 外业勘察工作量统计表

项目	数量 (眼)	进尺 (米)	原状样 (组)	扰动样 (组)	击实样(组)	水样 (组)
探井	12	90.0	38	5	3	4
料场探坑	4	20.0	4		3	
合计	16	110.0	42	5	6	4

### 3.1.4 技术成果资料

#### 3.1.4.1 文件

固原市原州区蒋河水库除险加固工程地质勘察报告

1 份

### 3.1.4.2 图纸

- |                            |      |
|----------------------------|------|
| (1) 固原市原州区蒋河水库除险加固工程地质勘察报告 | 1 份; |
| (2) 固原市原州区蒋河水库除险加固工程地质剖面图  | 1 张; |
| (3) 固原市原州区蒋河水库除险加固渗透剖面图    | 1 张。 |
| (4) 固原市原州区蒋河水库除险加固大坝横断面图   | 2 张。 |

## 3.2 区域地质概况

### 3.2.1 地形地貌

燕山运动晚期，六盘山、崆峒山整体抬升，其余地区沦为盆地，为三级河湖相沉积创造了良好的场所。喜山运动，六盘山再次褶皱隆起，新近系地层镶嵌在六盘山两侧。晚更新世后期，气候干旱，空中大量粉砂质尘土加速由西北向东南搬来降落在地面上。大地变成黄土塬。后又经风化、侵蚀、搬运、堆积形成山地、丘陵、黄土丘陵、山间河谷阶地。地貌按成因类型、形态划分，该区域地形地貌形态主要表现为剥蚀构造丘陵地形、侵蚀堆积河谷阶地。

(1) 黄土丘陵地貌单元，黄土覆盖较厚，地势总体南高北低，东高西低，黄土丘陵顶部高程为 1580–1600m。其间冲沟发育，多处形成陡坎，多呈 NW–SE 向展布。

(2) 清水河流域受构造运动影响，地壳抬升，河流不断下蚀，清水河两侧逐渐发育了 I、II、III、IV 级阶地，以前 III 级阶地为主，形成了清水河河谷平原。河谷平原东西宽 10km，南北长 100 多 km，呈一狭长带状，南高北低，由南向北以 2.3/1000 坡度降低。平原上冲沟发育，同心以北冲沟窄而深，呈“V”字型；同心以南冲沟宽而浅，呈“U”字型。清水河河谷平原是本工程的主要地貌单元。该段为清水河中游，清水河两岸 I、II 级阶地发育。地形平坦，阶地宽度较大，向河床方向倾斜，冲沟发育，现多为耕地和村庄。河谷多呈“U”型，河床宽度 20-50m，河床高程由 1615m 降至 1264m，河曲发育，河岸多为直立陡坎，切割较深。

### 3.2.2 地层岩性

该地区分布的地层主要有：第四系上更新统黄土；第四系全新统冲积（ $Q_4^{1al}$ ）壤土、砂壤土、粉质粘土、粉砂、中砂、角砾；（ $Q_4^{2al}$ ）冲积角砾等；基底分布新近系中新统彰恩堡组（ $N_{1z}$ ）。现由老至新描述如下：

(1) 新近系中新统彰恩堡组 ( $N_{1z}$ )

砂质泥岩：桔红色，泥质粉砂结构，层状构造，中-厚层状。分布于该地区的下部。

(2) 第四系上更新统马兰黄土 ( $Q_3^m$ )

黄土：灰黄色、土黄色，土质结构疏松，常构成黄土塬的表面。一般为黄灰色、灰白色，粉粒为主，局部含有钙质结构的云母片，发育有垂直节理，并见有大孔隙或虫孔。

(3) 第四系全新统冲积物( $Q_4^{1al}$ )

壤土( $Q_4^{1al}$ )：土黄色、褐黄色，稍湿，硬塑—坚硬状态，具有水平层理。夹有砂壤土，粉砂，中砂，粗砂薄层。分布于清水河阶地中。

砂壤土( $Q_4^{1al}$ )：土黄色、褐黄色，稍湿，硬塑—坚硬状态，具有水平层理。夹有壤土，粉砂，中砂，粗砂薄层。分布于清水河阶地中。

粉砂 ( $Q_4^{1al}$ )：浅黄色，稍密-中密状态，具层理，夹中砂，粗砂薄层。分布于清水河阶地中。

粉质粘土 ( $Q_4^{1al}$ )：浅黄色，可塑-软塑状态，夹薄层壤土。分布于清水河阶地中。

角砾 ( $Q_4^{1al}$ )：土灰色、灰褐色，中密-密实。砾石呈亚圆形，成份为灰岩、砂岩为主，砂及砂壤土充填。夹有砾砂及砂壤土薄层。分布于清水河阶地下部。

(4) 第四系全新统冲积层( $Q_4^{2al}$ )

角砾 ( $Q_4^{2al}$ )：分布在清水河河谷中。杂色、灰褐色，中密-密实。砾石呈亚棱角形，成份为灰岩、砂岩，砂及砂壤土充填。夹有砾砂及砂壤土薄层。分布于清水河河床中。

壤土 ( $Q_4^{2al}$ )：灰黄色、灰褐色，局部为灰黑色，呈可塑—软塑状态。分布于清水河河床中。

### 3.2.3 地质构造及地震

工作区处于陇西系巨型帚状构造所形成的清水河断陷带与卫宁东西向构造带之卫宁北山背斜的交织复合部位。陇西系形成的断陷带基底构造复杂，基岩出露不多，主要沉积了巨厚的第四系堆积物，形成了工程区目前的清水河谷平原地貌景观。区域稳定性分级属相对稳定地带。

影响该区域的主要断裂为：①牛首山-固原断裂，②烟筒山-窑山-小关山东北麓断裂，③宁卫北山-清水河大断裂。

①牛首山-固原断裂：该断裂延伸于牛首山、煤山、双井、云雾上、固原及泾源以东一线，大约沿东经 106 度线呈南北方向分布，时隐时现，为经向构造体系西部边界的大断裂。工作区距离以东约 10km。

②烟筒山-窑山-小关山东北麓断裂：北北西—北西向展布，延伸大于 280km。呈向北东凸出之弧形，弧顶位于烟筒山东北麓詹家大坡—好汉疙瘩。航片上线性影像清晰，地貌特征明显，北东侧为红寺堡新生代盆地，南西侧多为山体，两侧高差达 200~300m。在马过井、詹家大坡、榆树沟等地见泥盆系、石炭系逆冲于古近系、新近系及第四系之上。工作区距离烟筒山-窑山-小关山东北麓断裂以西约 13.5km。

③宁卫北山-清水河大断裂：为隐伏断裂，沿清水河东岸延伸，走向 330°，在 Spot6 遥感影像上，该断层线性特征明显，断层以东呈褐色，断层以西呈绿色。在王团镇东侧无名冲沟内发现有断层发育及古地震活动迹象，这些现象指示清水河断裂是一条活动断裂。断裂延伸至固原市东交汇于窑山断裂，总长约 200km。该断裂位于工作区东侧约 200m。

本区历史上地震活动十分频繁。据史料记载：1219 年—1969 年 750 年中，共发生 4 级以上地震 24 次。其中 6 级以上为 6 次。最强烈的是 1920 年 12 月 16 日海原大地震，震级 8.5 级，地震烈度 12 度。1920 年—1969 年 49 年间共发生 4 级以上地震 20 次。平均每二年半有一次 4 级以上地震发生。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015）的规定，工作区基本地震动峰值加速度值为 0.30g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s，相应地震基本烈度值 VIII 度。其区域构造稳定性分级属较差。

### 3.2.4 水文地质

工作区黄土地下水埋深较深，地下水位埋深一般在 60m 以上，其下主要含水层为壤土下的角砾层。地下水的活动方向由南向北，与地表径流基本一致。地下水径流条件和排泄条件由南向北逐渐变差。

根据地下水赋存条件，工作区地下水为第四系松散堆积物孔隙潜水。主要由大气降水补给，受季节影响较大。地下水多以下降泉的形式沿河谷分布，出露地

表, 汇入河流。第四系孔隙潜水水力联系较好, 地下水位较连续, 少为地下水补给河水, 多为河水补给地下水。

### 3.3 库区工程地质条件

#### 3.3.1 地形地貌及物理地质现象

库区位于清水河右岸 I 级阶地上, 地形南高北低, 地面高程在 1550m 左右。清水河从库区的西侧由南向北流过, 由于地壳运动及河流切割, 使清水河河谷形成“U”字形。两岸发育有连续的 I 级阶地。受河流下切的影响, 清水河岸坡多形成陡坎, 局部见有塌坍现象, 但规模一般不大。

#### 3.3.2 地质构造

坝址区属清水河 I 级阶地平原区, 第四系覆盖层堆积较厚。没有发现有新构造运动迹象, 是相对较稳定的台地, 对建造水库是有利的。

#### 3.3.3 地层岩性

库区地层岩性较为简单, 有第四系全新统人工填土 ( $Q_4^{ml}$ ) 层, 冲积层 ( $Q_4^{lal}$ ) 壤土和角砾层。

(1) 淤泥质土 ( $Q_4^{2hl}$ ): 灰黑色、灰褐色, 饱和, 软塑状, 含有机质, 主要分布在库盘。

(2) 填土 ( $Q_4^{ml}$ ): 土黄色、灰黄色, 可塑—硬塑状态, 分布在坝体及耕地上, 厚度变化大, 1.0m—10.0m 不等。

(3) 壤土 ( $Q_4^{lal}$ ): 土黄色、灰黄色、灰黑色, 可塑—硬塑状态, 分布在填土层下即河谷阶地上, 厚度变化大, 2.0m—10.0m 不等。

(4) 角砾 ( $Q_4^{2apl}$ ): 青灰色、灰黄色, 中密—密实状态。棱角状、次棱角状, 一般粒径 5—20mm, 个别大于 80mm, 粒径大于 2mm 含量占全重 65—75%。成份为砂岩、石英砂岩、灰岩。充填物以砂为主, 次为壤土。

#### 3.3.4 水文地质

地下水为第四孔隙潜水, 含水层为角砾层, 为地表水补给地下水。地下水埋深 4.8—9.0m, 地下水化学类型为  $SO_4 \cdot Cl \cdot Na \cdot Mg$  型。蒋河水库水源主要来自扬大沟水库与沈家河水库。由于沈家河水库是原洲区城市排放污水集中地, 故造成蒋河水库水质较差。

### 3.3.5 库区渗漏

库区地处清水河右岸 I 级阶地上，岩性以壤土、角砾为主，未发现有断裂及贯穿阶地的破碎带，清水河从库区的西侧由南向北流过，清水河河床高程低于库水位。虽然建库后，水库淤泥覆盖，形成了相对隔水层，但是淤泥质土厚度 1.0-5.0m 不等，分布不均匀，密实度偏低，对防渗有一定效果，但效果不是很良好。水库仍然存在向清水河方向渗漏的可能性。

### 3.3.6 库区浸没及淹没

水库建成起蓄水及洪水作用，库区末端一部分土地将经常或反复被淹没，不能耕种，另外一部分只在稀遇洪水时才会淹没。水库周边为耕地，未见浸没现象发生。

### 3.3.7 库区库岸再造及淤积

库区两岸坡体较平缓，在两岸未发现断裂及平行于岸坡的大裂隙，亦未发现滑坡体，因此，两岸坡不会产生大规模库岸再造现象。加坝后库水携带的大量泥沙，加之局部库岸再造形成的固体径流，是水库淤积物的主要来源，水库的淤积会很严重。

### 3.3.8 水库诱发地震

库区附近经调查未发现有断裂，特别是活动性断裂的存在，加之水库规模较小，蓄水量不大，因此，水库诱发地震的可能性不大。

## 3.4 坝体（址）工程地质条件

### 3.4.1 地形地貌及物理地质现象

库区位于清水河右岸 I 级阶地上，地形南高北低，地形平坦，地面高程在 1550m 左右，地形坡降约 3‰。水库大坝地面呈簸箕状，微起伏，坝顶高程 1550.3-1551.2m，现状为土路，局部凹凸不平，坝顶宽约 5m。清水河河床宽度 10-15m，河心漫滩高程 1552.2-1552.6m。

### 3.4.2 地质构造

宁卫北山-清水河大断裂位于库区东侧约 200m，清水河断裂是一条活动性断裂，对水库影响较大。

### 3.4.3 地层岩性

坝址区经工程揭示地层岩性较为简单，有第四系全新统人工填土（ $Q_4^{ml}$ ）层，冲积层粉质粘土（ $Q_4^{lal}$ ）和含砾细砂（ $Q_4^{lal}$ ）层。

#### （1）人工填土（ $Q^{mL}$ ）

为原坝体碾压层，岩性以壤土、粉质粘土为主：浅土黄色、土黄色，可塑—坚硬状态，厚度 3.0m—10.0m，其物理力学性质指标：

表 3.4-1 坝体人工填土物理力学性质指标

项 目	统计 个数	小值平均 值	大值平均 值	平均值	标准 差	变异 系数	修正 系数	标准值	
含水量 $\omega$ (%)	20	12.85	20.61	16.73	5.031	0.301	1.118	16.7	
天然密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	20	1.578	1.841	1.696	0.175	0.103	0.959	1.70	
干密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	20	1.354	1.604	1.454	0.144	0.099	0.961	1.45	
孔隙比（e）	20	0.700	1.016	0.890	0.182	0.204	1.080	0.890	
孔隙率（n）	20	41.07	50.29	46.60	5.252	0.113	1.044	46.6	
饱和度（Sr）	20	37.76	68.37	53.06	19.313	0.364	1.143	53.1	
土粒比重（Gs）	20	2.714	2.735	2.723	0.012	0.004	0.998	2.72	
渗透系数 K(cm/s)	20	7.26.E-06	5.69.E-05	2.96.E-05	0.000	1.002	1.394	5.69E-05	
压缩系数 $\alpha_{1-2}$ (Mpa <sup>-1</sup> )（天然）	20	0.14	0.34	0.23	0.112	0.484	1.190	0.27	
压缩模量 Es(Mpa)（天然）	20	6.5	13.2	9.9	4.002	0.405	0.841	8.3	
凝聚力 C (kPa)	（天然快剪）	20	28.1	44.4	37.1	10.294	0.277	1.109	28.1
内摩擦 角 $\Phi$ （°）	（天然快剪）	20	21.0	25.6	23.3	3.014	0.130	0.949	21.0
液限 $\omega_l$ (%)	20	25.8	32.1	28.6	3.723	0.130	1.051	28.6	
塑限 $\omega_p$ (%)	20	16.2	18.1	17.1	1.128	0.066	1.026	17.1	
塑性指数 $I_p$	16	14.3	22.5	18.0	4.863	0.270	1.106	18.0	
液性指数 IL	20	-0.40	0.26	-0.07	0.446	-6.701	-1.632	-0.07	
湿陷系数 $\delta_s$	20	0.006	0.143					0.006-0.143	
自重湿陷数 $\delta_{zs}$	20	0.001	0.097					0.001-0.097	

人工填土层的粘粒含量基本大于 20%（仅个别小于 20%）。根据《水利水电工程地质勘察规范》之规定，土的液化初判符合Ⅷ度地震烈度粘粒含量不小于 18% 的标准，可以判定该层填土不存在液化性。

（2）粉质粘土（ $Q_4^{lal}$ ）：土黄色、灰黄色、灰黑色，可塑—硬塑状态，分布在填土层下即河谷及阶地上，埋深 2.0m—7.0m，厚度变化大，埋深 2.0m—10.0m 不等。其物理力学性质指标：

表 3.4-2 粉质粘土物理力学性质指标

项 目	统计个数	小值平均值	大值平均值	平均值	标准差	变异系数	修正系数	标准值
含水量 $\omega$ (%)	18	18.84	30.13	21.35	5.184	0.243	1.101	21.4
天然密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	18	1.796	2.058	1.942	0.177	0.091	0.962	1.94
干密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	18	1.397	1.707	1.604	0.172	0.107	0.955	1.60
孔隙比 (e)	18	0.593	0.971	0.719	0.214	0.298	1.124	0.719
孔隙率 (n)	18	37.16	48.91	41.08	6.492	0.158	1.066	41.1
饱和度 (Sr)	18	69.17	95.30	83.69	16.698	0.200	1.083	83.7
土粒比重 (Gs)	18	2.714	2.737	2.723	0.013	0.005	0.998	2.72
渗透系数 K(cm/s)	18	4.53.E-06	3.32.E-05	1.57.E-05	0.000	1.002	1.417	3.32E-05
压缩系数 $\alpha_{1-2}$ (Mpa <sup>-1</sup> ) (天然)	18	0.15	0.37	0.23	0.135	0.580	1.242	0.29
压缩模量 Es(Mpa) (天然)	18	6.5	12.3	9.1	3.537	0.390	0.838	7.6
凝聚力 C (kPa) (天然快剪)	18	35.5	54.5	44.0	11.769	0.268	1.111	35.5
内摩擦角 $\Phi$ (°) (天然快剪)	18	20.3	26.6	23.1	3.722	0.161	0.933	20.3
液限 $\omega_l$ (%)	18	25.8	35.7	29.7	5.567	0.188	1.078	29.7
塑限 $\omega_p$ (%)	18	16.2	19.2	17.4	1.697	0.098	1.041	17.4
塑性指数 I <sub>p</sub>	18	14.3	27.2	19.3	7.258	0.375	1.156	19.3
液性指数 I <sub>L</sub>	18	0.13	0.56	0.32	0.269	0.847	1.353	0.32
湿陷系数 $\delta_s$	7	0.001	0.158					0.001-0.158
自重湿陷数 $\delta_{zs}$	7	0.001	0.137					0.001-0.137

该层中夹薄层粘土层，大多以透镜体状分布，厚度 1.0m 左右，灰黄色，可塑状-软塑，湿-饱和。

(3) 含砾砂层 (Q<sub>4</sub><sup>laL</sup>)：青灰色，饱和，中密-密实状态。一般粒径 1- 5mm，个别大于 20mm，粒径大于 2mm 含量占全重 38.5-65.3%，砂含量占 32.3-59.7%。成份为砂岩、石英砂岩、灰岩。局部有腐殖质，含土量较多。分布厚度较大。渗透系数  $K_0=8.3 \times 10^{-3}$  cm/s。承载力标准值  $f_k=200$  Kpa。水下边坡比 1:2.0。

### 3.4.4 水文地质

地下水为第四孔隙潜水，含水层为含砾砂层，为地表水补给地下水。地下水埋深 4.8-9.0m，地下水化学类型为 SO<sub>4</sub>-Cl-Na·Mg 型，矿化度 2.4-3.5g/L。蒋河水库水化学类型为 SO<sub>4</sub>-Cl-Na·Mg 型，矿化度 5.2-6.2g/L，水源主要来自沈家河水库。由于沈家河水库是原周区城市排放污水集中地，故造成蒋河水库水质较差。



## 3.5 坝址区工程地质评价

### 3.5.1 坝址区各土层物理力学参数建议值

根据各地层物理学性质成果，其各土层的物理力学参数建议值见下表。

表 3.5-1 各土层物理力学参数建议值表

地层岩性项目	填土	粉质粘土	含砾细砂
含水量 $\omega$ (%)	16.7	21.4	/
天然密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.70	1.94	/
干密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.45	1.60	/
孔隙比(e)	0.890	0.719	/
孔隙率(n)	46.6	41.1	/
饱和度(Sr)	53.1	83.7	/
土粒比重(Gs)	2.72	2.72	2.69
渗透系数 K(cm/s)	5.69E-05	3.32E-05	8.0E-03
压缩系数 $\alpha_{1-2}$ (Mpa <sup>-1</sup> ) (天然)	0.27	0.29	/
压缩模量 Es(Mpa) (天然)	8.3	7.6	(变形模量) 18
凝聚力 C (kPa)	(天然快剪) 28.1	35.5	33.8
内摩擦角 $\Phi$ (°)	(天然快剪) 21.0	20.3	(天然休止角) 25°
允许承载力 (kPa)	130	150	200
边坡坡比	1:1.25	水位以上 1:1.25, 水位以下 1:1.50	水位以下 1:2.0

### 3.5.2 地震效应评价

#### (1) 基本地震动参数及抗震地段划分

根据《中国地震动参数区划图》(1:400万)(GB18306-2015)附表 C30,基本地震动峰值加速度值 0.30g,基本地震动加速度反应谱特征周期值 0.45s,相应地震基本烈度为Ⅷ度。

依据《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)第 4.1.1 条,该地区地震基本烈度为Ⅷ度,场地地基和边坡稳定性较差,发生次生灾害危险性较大,因此,场地属抗震不利地段。

#### (2) 工程抗震设防类别

依据《水工建筑物抗震设计标准》(GB 51247-2018)第 3.0.1 条,建筑物级别为 3 级,场地地震基本烈度为Ⅷ度,工程抗震设防类别为丙类。

#### (3) 场地剪切波速及场地类型

场地表层主要分布 5m 左右填土,以壤土、粉质粘土及角砾为主,剪切波速 250-300m/s,场地土的类型为中硬场地土,覆盖层厚度大于 50m,依据《水工建筑

物抗震设计标准》（GB 51247-2018）第 4.1.3 条，场地类别为 II 类。

#### （4）场地地震动参数调整

依据《水工建筑物抗震设计标准》（GB 51247-2018）第 5.3.5 条，II 类场地基本标准设计地震动加速度反应谱特征周期调整为 0.45s。

### 3.5.3 渗透稳定性评价

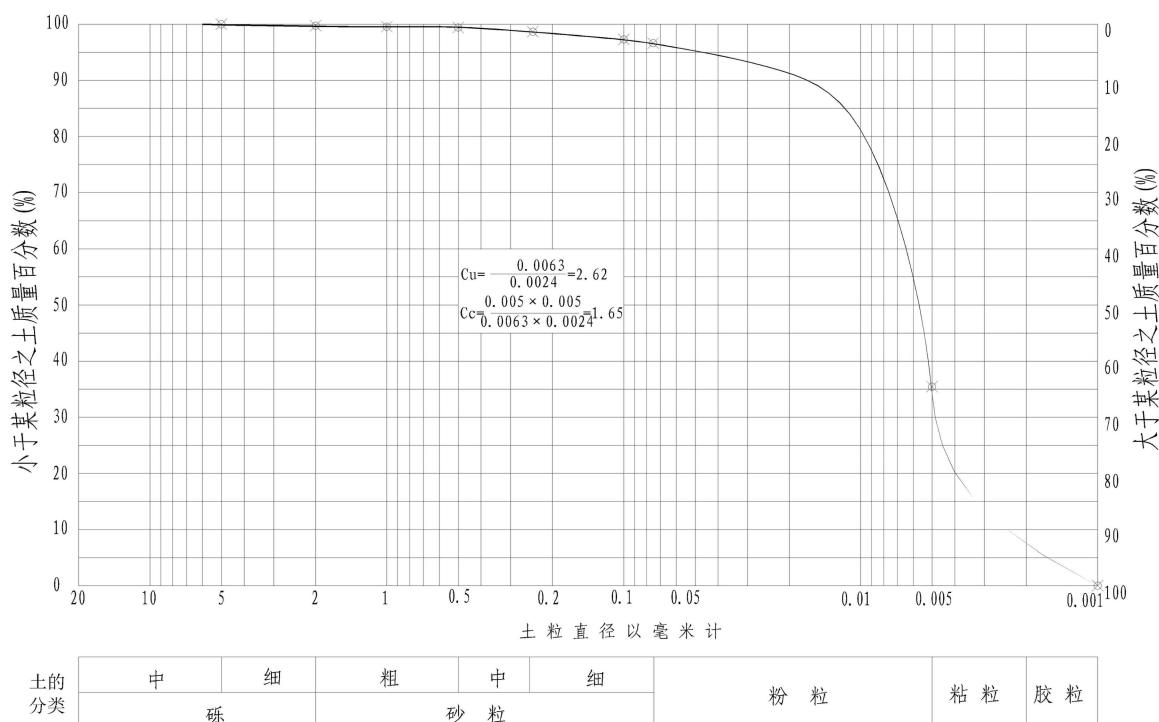
根据试验成果及平均颗分曲线（见下图），填土层的不均匀系数均小于 5，含砾砂层的不均匀系数大于 5。

表 3.5-2 各土层粒径特征表

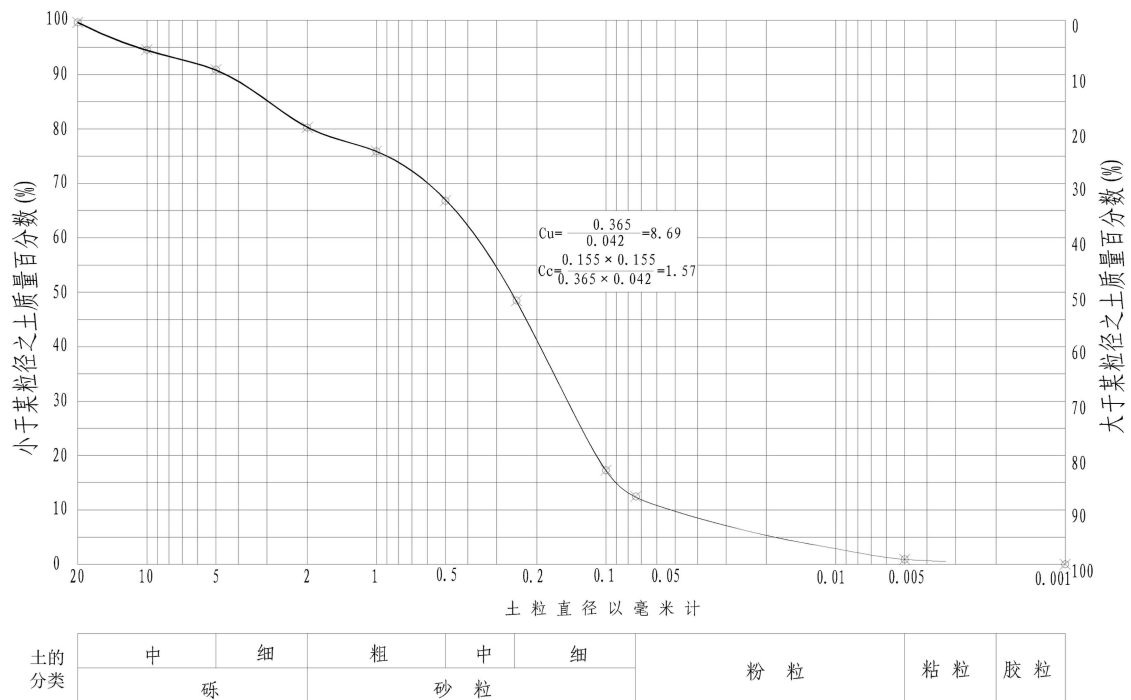
土层	d <sub>10</sub> (mm)	d <sub>30</sub> (mm)	d <sub>60</sub> (mm)	d <sub>70</sub> (mm)	C <sub>u</sub>	d(mm)	P(%)
填土（壤土）	0.0024	0.005	0.0063	/	2.62	/	/
粉质粘土	/	/	/	/	/	/	/
含砾细砂	0.042	0.155	0.365	0.61	8.69	0.16	31.4

表 3.5-3 各土层渗透变形评价表

岩性	不均匀系数 C <sub>u</sub>	孔隙率 n	比重 G <sub>s</sub>	渗透变形类型	临界水力比降	允许水力比降
①填土（壤土）（Q <sub>4</sub> <sup>ml</sup> ）	1.95	0.47	2.72	流土	0.91	0.46
②粉质粘土（Q <sub>4</sub> <sup>lal</sup> ）	1.85	0.41	2.72	流土	1.01	0.51
③含砾细砂（Q <sub>4</sub> <sup>lal</sup> ）	2.17	/	/	过渡型	0.68	0.34



填土（壤土）平均颗分曲线



含砾砂层平均颗分曲线

### 3.5.4 坝体边坡问题评价

现状坝体边坡稳定，未见垮塌、变形等问题，坝体地层以填土和粉质粘土为主，其 5m 以下填土开挖边坡坡比 1:1.25，粉质粘土水上开挖边坡坡比 1:1.25；水下开挖边坡坡比 1:1.5，含砾细砂水下开挖边坡坡比 1:2.0。其大于 3m 基础开挖需进行支护措施，水位以下需要防水及排水措施。

### 3.5.5 环境水、土腐蚀性评价

在 2022 年 8 月 18 日勘探期间，水库内有水。地下水埋深(上层滞水)4.8-9.0m。取土样进行腐蚀性分析，取地表水样进行腐蚀性评价，腐蚀性评价如下表：

表 3.5-4 环境水腐蚀性评价表

水样类型	CL <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	PH 值	对混凝土 的腐蚀性	Cl+SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ×0.25 (mg/L)	对钢筋混凝土中 钢筋的腐蚀性	Cl+SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	对钢结构的 腐蚀性
地下水	880.40	1370.88	7.64	强	1223.1	中等	2251.3	中等
地下水	474.28	1080.86	7.76	强	744.5	中等	1555.1	中等
库水	1349.00	2824.61	8.36	强	2055.2	中等	4173.6	中等
库水	1221.20	2337.60	8.70	强	1805.6	中等	3558.8	中等

地表水水化学类型为 SO<sub>4</sub>·Cl-Na·Mg，地表水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。地下水水化学类型为

SO<sub>4</sub>·Cl·Na·Mg，地下水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。

**表 3.5-5 环境土的腐蚀性评价表**

对混凝土结构的腐蚀性					对钢筋混凝土结构中 钢筋的腐蚀性		对钢结构腐蚀性	
取样编号	腐蚀介质 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/kg)	腐蚀 等级	环境 类型	PH	土中 Cl-含量 (mg/kg)	腐蚀 等级	PH 值	腐蚀等级
				A				
2022-N5-01	61.82	微	III	9.26	66.74	微	9.26	微
2022-N5-04	84.62	微	III	9.03	129.22	微	9.03	微
2022-N5-06	105.60	微	III	8.82	539.60	弱	8.82	微
2022-N5-09	388.32	微	III	8.90	207.32	微	8.90	微
2022-N5-13	163.06	微	III	9.01	149.10	微	9.01	微
2022-N5-21	588.96	微	III	8.40	509.78	弱	8.40	微
2022-N5-29	354.58	微	III	8.67	289.68	微	8.67	微

场地环境类别为III类，易溶盐水位以上的土层对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有微-弱腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。

### 3.5.6 冻胀性评价

坝址区人工填土及壤土饱和土层小于 0.075mm 含量 69.5-99.9%，根据《水工建筑物抗冰冻设计规范》（GB/T 50662-2011），场地粗粒土中粒径小于 0.075mm 的土粒重量占土样总重量 10%及以下时，为非冻胀性土；细粒土及粒径小于 0.075mm 的土粒重量占土样总重量超过 10%为冻胀性土。根据土工试验成果报告可知场地地层为冻胀性土。

### 3.5.7 地震液化评价

坝址区地下水位 4.6-9.0m。人工填土及壤土饱和土层的粘粒含量基本大于 18%（仅个别小于 18%）。根据《水利水电工程地质勘察规范》之规定，土的液化初判符合Ⅷ度地震烈度粘粒含量不小于 18%的标准，可以判定该层填土不存在液化性。

### 3.5.8 坝基土湿陷性评价

其中坝轴线北坝段末端（桩号 K1+800~K1+962.87）填土及粉质壤土具有湿陷性，坝顶以下湿陷厚度为 4.5m，湿陷量 $\Delta s=594\text{mm}$ ，自重湿陷量 $\Delta z_s=557.4\text{mm}$ ，属Ⅲ级（严重）自重湿陷场地；南坝段末端、西坝及北坝段（桩号 K0+000~K0+300、

K1+250~K1+800) 湿陷量 $\Delta s=273.6-625.5\text{mm}$ , 自重湿陷量 $\Delta z_s=84-295.8\text{mm}$ , 属 II 级(中等)自重湿陷场地。南坝段(桩号 K1+100~K1+250) 湿陷量 $\Delta s=86.5\text{mm}$ , 自重湿陷量 $\Delta z_s=86.4\text{mm}$ , 属 I 级(轻微)自重湿陷场地。西坝与南坝交接段(桩号 K0+900~K1+100) 湿陷量 $\Delta s=55.2\text{mm}$ , 自重湿陷量 $\Delta z_s=0\text{mm}$ , 属 I 级(轻微)非自重湿陷场地。南坝段(桩号 K0+300~K0+900) 湿陷量 $\Delta s=183\text{mm}$ , 自重湿陷量 $\Delta z_s=0-86.4\text{mm}$ , 属 I 级(轻微)非自重湿陷场地。

### 3.5.9 坝体变形评价

根据工程地质调查, 坝顶表明沥青硬化, 坝前水泥面板护坡, 坝体后坡植被护坡。坝体顶面、迎水面及背水面, 未见裂缝、滑坡、塌陷等变形现象, 也未发现有落水洞等现象。坝体两侧坝肩与两岸接合处无冲沟、凹槽, 说明坝体及坝基基本稳定, 未有大的变形。

### 3.5.10 坝基及坝肩渗透评价

坝基下分布有不同厚度的含砾细砂(由左岸向右岸厚度变大), 属于中等透水路, 但因其在库区内淤积了较厚的粘性土层, 经实验, 其属于弱透水路, 是良好的天然铺盖, 有效地防止了库区坝基含砾细砂层的渗漏。

## 3.6 输水水建筑物工程地质评价

### 3.6.1 基本地质条件

蒋河水库输水建筑物有放水塔和箱涵组成, 其位于南坝段末端近西坝处, 现状放水塔常年未使用, 损坏严重。整体地形较平坦, 地处清水河北岸冲洪积平原。

放水塔处地层以填土、淤泥质壤土、角砾、壤土和粉质粘土为主。

(1) 填土: 厚度 0.6-3.5m, 土黄色, 岩性以粉质壤土为主, 硬塑状。建议清除。

(2) 淤泥质壤土: 位于放水塔填土下部, 厚度 3.2m, 灰黑色, 有臭味, 软塑状, 含腐殖质。天然含水量 35.2%, 天然密度  $1.84\text{g}/\text{cm}^3$ , 干密度  $1.36\text{g}/\text{cm}^3$ , 孔隙比 0.999, 渗透系数  $1.91 \times 10^{-5}\text{cm}/\text{s}$ , 压缩系数  $0.60\text{MPa}^{-1}$ , 压缩模量  $2.34\text{MPa}$ , 天然快剪粘聚力  $16.0\text{kPa}$ , 内摩擦角  $17.3^\circ$ , 建议清除。

(3) 角砾: 青灰色, 湿-饱和, 中密状; 位于淤泥和壤土下部, 与壤土、粉质粘土呈互层状, 厚度 1.2-3.3m, 一般粒径 2-10mm, 最大粒径 70-90mm, 粉细砂

充填。粒径大于 2mm 含量占全重 38.5 - 65.3%，砂含量占 32.3-59.7%。渗透系数  $K_0=8.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。允许承载力  $[R]=250 \text{kPa}$ ，水下开挖边坡比 1:2.0。

(4)壤土：灰黄色，湿-饱和，可塑-硬塑；分布在角砾中间，揭露厚度 2.0-3.4m。

表 3.6-1 壤土层物理力学参数建议值表

		统计个数	小值平均值	大值平均值	平均值	标准差	变异系数	修正系数	
含水量 $\omega(\%)$	4	18.50	22.80	21.73	2.263	0.104	1.119	21.7	
天然密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	4	1.860	1.930	1.895	0.048	0.025	0.971	1.90	
干密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	4	1.496	1.577	1.557	0.042	0.027	0.969	1.56	
孔隙比(e)	4	0.712	0.804	0.735	0.048	0.066	1.075	0.735	
饱和度( $S_r$ )	4	73.47	86.26	79.87	7.770	0.097	1.111	79.9	
土粒比重( $G_s$ )	4	2.700	2.700	2.700	0.000	0.000	1.000	2.70	
渗透系数 $K(\text{cm/s})$	4	8.10.E-05	1.26.E-04	9.22.E-05	0.000	0.248	1.284	1.26E-04	
压缩系数 $\alpha_{1-2}(\text{Mpa}^{-1})$ (天然)	4	0.25	0.37	0.28	0.064	0.229	1.262	0.35	
压缩模量 $E_s(\text{Mpa})$ (天然)	4	4.8	6.9	6.4	1.081	0.169	0.807	5.2	
凝聚力 $C$ (kPa)	(天然快剪)	4	11.2	14.4	13.6	1.628	0.120	1.137	15.4
内摩擦角 $\Phi$ (°)	(天然快剪)	4	21.2	22.7	22.0	1.008	0.046	0.947	20.8
液限 $\omega_l(\%)$	4	25.3	25.9	25.6	0.370	0.014	1.017	25.6	
塑限 $\omega_p(\%)$	4	16.6	16.9	16.7	0.222	0.013	1.015	16.7	
塑性指数 $I_p$	4	8.6	9.1	8.8	0.275	0.031	1.036	8.8	
液性指数 $I_L$	4	0.21	0.69	0.57	0.261	0.456	1.522	0.57	

标

(5)粉质粘土：黄褐色，湿-饱和，硬塑，厚度 1.7-5.8m，与角砾呈互层状。

表 3.6-2 粉质粘土物理力学参数建议值表

项目	统计个数	小值平均值	大值平均值	平均值	标准差	变异系数	修正系数	标准值	
含水量 $\omega(\%)$	9	23.02	26.18	24.60	2.749	0.112	1.070	24.6	
天然密度 $\rho(\text{g/cm}^3)$	9	1.933	1.968	1.957	0.023	0.012	0.992	1.96	
干密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$	9	1.527	1.594	1.571	0.049	0.031	0.980	1.57	
孔隙比(e)	9	0.707	0.784	0.733	0.057	0.078	1.049	0.733	
饱和度( $S_r$ )	9	87.96	93.71	91.15	3.484	0.038	1.024	91.2	
土粒比重( $G_s$ )	9	2.720	2.720	2.720	0.000	0.000	1.000	2.72	
渗透系数 $K(\text{cm/s})$	9	3.83.E-06	6.78.E-06	5.47.E-06	0.000	0.352	1.220	6.78E-06	
压缩系数 $\alpha_{1-2}(\text{Mpa}^{-1})$ (天然)	9	0.25	0.35	0.29	0.075	0.263	1.165	0.33	
压缩模量 $E_s(\text{Mpa})$ (天然)	9	5.5	6.9	6.3	1.055	0.168	0.895	5.6	
凝聚力 $C$ (kPa)	(天然快剪)	9	19.7	22.4	20.9	2.029	0.097	1.061	22.2
内摩擦角 $\Phi$ (°)	(天然快剪)	9	18.2	19.1	18.7	0.564	0.030	0.981	18.4
液限 $\omega_l(\%)$	9	31.4	34.4	32.4	1.744	0.054	1.034	32.4	
塑限 $\omega_p(\%)$	9	19.6	22.0	20.2	1.084	0.054	1.034	20.2	
塑性指数 $I_p$	9	11.9	13.0	12.2	0.684	0.056	1.035	12.2	
液性指数 $I_L$	9	0.15	0.54	0.37	0.273	0.738	1.462	0.37	

### 3.6.2 输水建筑物工程地质问题

#### (1) 各地层物理指标建议值

表 3.6-3 各土层物理力学参数建议值表

地层岩性项目	填土	壤土	粉质粘土	角砾
渗透系数 $K(\text{cm/s})$	5.69E-05	4.20E-04	3.32E-05	8.0E-02
压缩系数 $\alpha_{1-2}(\text{Mpa}^{-1})$ (天然)	0.27	0.25	0.29	/
压缩模量 $E_s(\text{Mpa})$ (天然)	8.3	9.5	7.6	(变形模量) 20
凝聚力 $C$ (kPa)	(天然快剪) 28.1	20.6	35.5	/
内摩擦角 $\Phi$ (°)	(天然快剪) 21.0	24.5	20.3	(天然休止角) 25°
允许承载力 (kPa)	130	130	150	250
极限侧摩阻力标准值 $q_i$ (kPa)	50	45	70	130
极限端阻力标准值 $q_{pk}$ (kPa)	680	650	1000	2200
边坡坡比	1:1.25	水位以上 1:1.25, 水位以下 1:1.75	水位以上 1:1.0, 水位以下 1:1.50	水位以下 1:2.0

#### (2) 环境水、土问题

地表水水化学类型为  $\text{SO}_4\cdot\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ ，地表水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。地下水水化学类型为  $\text{SO}_4\cdot\text{Cl}\cdot\text{Na}\cdot\text{Mg}$ ，地下水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。场地环境类别为 III 类，易溶盐水位以上的土层对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有微-弱腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。

#### (3) 地震液化问题

工程区地下水位 4.6-9.0m。人工填土及壤土饱和土层的粘粒含量基本大于 18% (仅个别小于 18%)。根据《水利水电工程地质勘察规范》之规定，土的液化初判符合 VIII 度地震烈度粘粒含量不小于 18% 的标准，可以判定该层填土不存在液化性。

#### (4) 冻胀性问题

场地粗粒土中粒径小于 0.075mm 的土粒重量占土样总重量 10% 及以下时，为非冻胀性土；细粒土及粒径小于 0.075mm 的土粒重量占土样总重量超过 10% 为冻胀性土。根据土工试验成果报告可知场地地层为冻胀性土。

#### (5) 渗透比降问题

填土和粉质粘土的渗透类型为流土，角砾层为过渡型；填土的临界水利比降

0.92, 允许水利比降为0.46; 粉质粘土的临界水利比降1.02, 允许水利比降为0.51; 角砾层的临界水利比降0.68, 允许水利比降为0.34。

### (6) 湿陷性问题

根据坝址区 TJ1 湿陷性评价, 放水塔处壤土属 II 级 (中等) 自重湿陷场地。

### (7) 边坡问题

现状边坡稳定, 未见垮塌、变形等问题, 坝体地层以填土、壤土、粉质粘土和角砾为主, 其 5m 以下填土开挖边坡坡比 1:1.25, 粉质粘土水上开挖边坡坡比 1:1.25, 壤土开挖边坡 1:1.25; 粉质粘土水下开挖边坡坡比 1:1.5, 壤土水下开挖坡比 1:1.75, 角砾水下开挖边坡坡比 1:2.0。其大于 3m 基础开挖需进行支护措施, 水位以下需要防水及排水措施。

## 3.6.3 输水建筑物工程地质条件

### 1、放水塔工程地质条件

放水塔处地层以填土、淤泥质壤土、角砾、壤土和粉质粘土为主。

(1) 填土: 厚度 3.5m, 土黄色, 岩性以粉质壤土为主, 硬塑状。承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 50kPa。

(2) 淤泥质壤土: 位于放水塔填土下部, 厚度 3.2m, 灰黑色, 有臭味, 软塑状, 含腐殖质, 建议清除。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 20kPa。

(3) 角砾: 青灰色, 湿-饱和, 中密状; 位于淤泥和壤土下部, 与壤土呈互层状, 厚度 1.2-3.3m, 下部未揭穿。一般粒径 2-10mm, 最大粒径 70-90mm, 粉细砂充填。承载力建议值 200kPa, 边坡开挖坡比 1:1.0, 水下坡比 1: 2.0。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 130kPa, 桩的极限端阻力标准值 ( $q_{pk}$ ) 200kPa。

(4) 壤土: 灰黄色, 湿-饱和, 可塑-硬塑; 分布在角砾中间, 揭露厚度 2.0-3.4m, 承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 45kPa, 桩的极限端阻力标准值 ( $q_{pk}$ ) 650kPa。

(5) 粉质粘土: 黄褐色, 湿-饱和, 硬塑, 厚度 1.7-5.8m, 与角砾呈互层状, 承载力建议值 130kPa, 边坡开挖坡比 1:1.25, 水下坡比 1:1.50。桩的极限侧摩阻力标准值 ( $q_i$ ) 70kPa, 桩的极限端阻力标准值 ( $q_{pk}$ ) 1000kPa。

建议填土及淤泥质土清除, 下部角砾层做为基础持力层, 水位埋深较浅, 注意基坑降排水和支护措施。



## (2) 箱涵工程地质条件

箱涵处地层以填土、角砾、壤土和粉质粘土为主。

(1) 填土：厚度 0.6m，土黄色，岩性以粉质壤土为主，硬塑状。承载力建议值 130kPa，边坡开挖坡比 1:1.25。

(2) 粉质粘土：黄褐色，湿-饱和，硬塑，厚度 1.7-5.8m，下部未揭穿，与角砾呈互层状，承载力建议值 150kPa，边坡开挖坡比 1:1.25，水下开挖坡比 1:1.50。

(3) 壤土：灰黄色，湿-饱和，可塑-硬塑；分布在角砾中间，揭露厚度 2.0m，承载力建议值 130kPa，边坡开挖坡比 1:1.25。

(4) 角砾：青灰色，湿-饱和，中密状；位于粉质粘土下部，与壤土、粉质粘土呈互层状，厚度 1.9-4.0m，一般粒径 2-10mm，最大粒径 70-90mm，粉细砂充填。承载力建议值 250kPa，边坡开挖坡比 1:1.0，水下坡比 1: 2.0。

建议填土清除，下部角砾层做为基础持力层，水位埋深较浅，注意基坑降排水和支护措施。

## 3.7 天然建筑材料

### 3.7.1 块石料

块石料选用头营张崖料场，距离项目区 30km，岩性为侏罗系（J<sub>1-2</sub>）中细粒砂岩夹碳质页岩、砾岩，灰色、灰白色，致密坚硬，砂质胶结，层状结构，块状构造，岩体较完整，单层厚度 0.5-1m，中厚层-厚层状。强风化层厚度 0.5m，风化裂隙发育，岩体破碎。产状 170°∠25-28°。料场长度 3km，开采面长度 50-100m，高度 5-8m，储量大于 100 万 m<sup>3</sup>，开采条件良好，有便道与银平公路相连，交通便利。根据《水利水电工程天然建筑材料勘察规范》（SL251-2015）的规定，符合质量要求，可以使用。

### 3.7.2 粗骨料

粗骨料选用头营张崖料场，距离项目区 30km。岩性为奥陶系三道沟组灰岩（O<sub>3</sub>），灰色，厚层状，致密，坚硬，露天开采，储量满足要求，而且材料质量等各项指标符合《水利水电工程天然建筑材料勘察规范》SL251-2000 中的规定。现料场开采已形成一定规模，交通方便，属外购料。。

### 3.7.3 细骨料

细骨料选用头营张崖料场，距离项目区 30km，岩性为第四系全新统冲积粗细砂及砾石，表层一般有 1-2m 的壤土覆盖，下部属砂、砾混合料场，厚度大于 2.0m，需筛选。其中砂料占 40%，储量 10 万 m<sup>3</sup>。根据《水利水电工程天然建筑材料勘察规范》（SL251-2015）的规定，符合细骨料的质量要求，使用时需要筛选。

## 3.8 结论及建议

(1) 根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）的规定，工作区基本地震动峰值加速度值为 0.30g，基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.45s，相应地震基本烈度值Ⅷ度。其区域构造稳定性分级属较差。

根据《水工建筑物抗震设计标准》（GB51247-2018）的规定，场地属抗震不利地段。

(2) 库区位于清水河右岸 I 级阶地上，第四系覆盖层堆积较厚。宁卫北山-清水河大断裂位于库区东侧约 200m，清水河断裂是一条活动性断裂，对水库影响较大。

(3) 库区末端一部分土地会淹没。水库周边为粉质粘土，在蓄水位以上 1.5m 的范围内将产生浸没的问题。

(4) 清水河从库区的西侧由南向北流过，清水河河床高程低于库水位。虽然建库后，水库淤泥覆盖，形成了相对隔水层，有效的减少了地下水的渗漏，但是，水库仍然存在向清水河方向渗漏的可能性。

(5) 库区两岸岸坡较缓。水库加坡后水位抬高，不会产生滑坡、塌岸等再造现象。水库淤积较严重，

(6) 原坝体碾压质量差，填土压实不均匀。

(7) 地下水埋深 4.8-9.0m，地下水化学类型为 SO<sub>4</sub>·Cl-Na·Mg 型，矿化度 2.4-3.5g/L。蒋河水库库水水化学类型为 SO<sub>4</sub>·Cl-Na·Mg 型，矿化度 5.2-6.2g/L，水源主要来自沈家河水库。地表水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。地下水对混凝土具强腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀性，对钢结构具有中等腐蚀性。

(8) 根据现场地质调查，水库中有地表水，坝体主坝段近右坝段处后坡有渗

水现象，存在浸润及渗漏现象，在坝体上未发现渗透变形现象。

(9) 场地环境类别为Ⅲ类，水位以上的土层对混凝土具微腐蚀性，对钢筋混凝土中的钢筋具有微-弱腐蚀性，对钢结构具有微腐蚀性。

(10) 其中坝轴线北坝段末端（桩号 K1+800~K1+962.87）填土及壤土具有湿陷性，坝顶以下湿陷厚度为 4.5m，属Ⅲ级（严重）自重湿陷场地；南坝段末端、西坝及北坝段（桩号 K0+000~K0+300、K1+250~K1+800）属Ⅱ级（中等）自重湿陷场地。南坝段（桩号 K1+100~K1+250）属Ⅰ级（轻微）自重湿陷场地。西坝与南坝交接段（桩号 K0+900~K1+100）属Ⅰ级（轻微）非自重湿陷场地。南坝段（桩号 K0+300~K0+900）属Ⅰ级（轻微）非自重湿陷场地。

(11) 现状坝体边坡稳定，未见垮塌、变形等问题，坝体地层以填土和粉质粘土为主，其 5m 以下填土开挖边坡坡比 1:1.25，粉质粘土水上开挖边坡坡比 1:1.25；水下开挖边坡坡比 1:1.5，含砾砂层水下开挖边坡坡比 1:2.0。其大于 3m 基础开挖需进行支护措施，水位以下需要防水及排水措施。

(12) 坝基填土、粉质粘土、粘土均为冻胀性土。

(13) 填土的允许水利比降为 0.46；粉质粘土的允许水利比降为 0.51；含砾砂层的允许水利比降为 0.34。

(14) 场地土的类型为中软场地土，场地类别为Ⅱ类，场地基本标准设计地震动加速度反应谱特征周期调整为 0.45s。

(15) 建议输水建筑物填土及淤泥质土清除，下部角砾层做为基础持力层，水位埋深较浅，注意基坑降排水和支护措施。

(16) 土料除了粘粒含量部分偏高、天然含水率偏高外，其余指标均满足规范要求，建议土料天然含水率大于最优含水率，应对土料进行翻晒，使其含水率达到最优含水率；粘粒含量偏高的需要掺配砂壤土使得粘粒含量达到规范要求。

(17) 块石料、粗细骨料的质量基本满足规范要求，可以使用。属外购料。

(18) 该地区最大冻土深度 121cm。

## 4 工程任务和规模

### 4.1 工程现状

#### 4.1.1 工程现状

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬 $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里，是一座小（1）型水利工程。

蒋河水库设计洪水标准 10 年，校核洪水标准 50 年。蒋河水库由均质土坝、输水建筑物两大件组成。

##### 4.1.1.1 大坝

蒋河水库建成于 1987 年 9 月，为黄土均质坝，前、后坝坡坡比分别为 1:3.0、1:2.5。现状坝顶路面局部为砂砾石路面，部分为土质路面，宽 4.5m。坝高 7m，总库容 107.89 万  $m^3$ ，属于小（1）型水库。区间流域面积  $0.5km^2$ ，最大水深 4.0m。现状坝顶高程 1551.0m，2020 年 1 月经我院实测，现状淤泥面高程为 1545.5m，较现状坝顶低 5.5m。现状水位高程 1548.2m，现状水深 2.7m。

##### 4.1.1.2 输水建筑物

输水建筑物由进水塔、输水涵洞等部分组成；输水建筑物位于大坝坝体，水塔塔身为箱形钢筋砼结构，塔高 10.3m，配有手动螺旋式启闭机。输水涵洞为单孔圆涵，断面尺寸为 $\Phi 1.0m$ 。

#### 4.1.2 工程历次建设情况

蒋河水库建成于 1987 年 9 月，由土坝、输水建筑物两大件构成。坝体为碾压均质土坝，最大坝高 7m，坝顶长 1300m，设计坝顶高程 1551m，坝顶宽 4.5m，前坝坡比为 1:3.0，后坝坡比为 1:2.5。2022 年以前没有进行过除险加固。

#### 4.1.3 大坝安全鉴定结果

2019 年 1 月，固原市水利勘测设计院编制了《原州区蒋河水库大坝安全鉴定报告书》，综合评定蒋河水库工程质量“不合格”，水库运行管理“不规范”，防洪安全性为“A”级，大坝渗流安全性为“B”级，结构安全性为“C”级，抗震安全性为“C”

级，金属结构安全性为“C”级，综合评价蒋河水库为“三类坝”。蒋河水库存在问题统计表见下表：

## 4.2 工程存在的问题

### 4.2.1 土坝

蒋河水库大坝上游坡采用预制砼板护坡，其下设有 0.2m 砂砾石垫层。受长期蓄水影响，前坝坡预制砼板部分损坏严重。大坝坝顶道路约 1.0km 为土质道路，见图 4-1、4-2。



图 4-1 上游坝坡预制砼板损坏严重



图 4-2 坝顶现状

#### 4.2.2 输水建筑物

水塔进口浆砌石八字墙局部开裂塌落，底板混凝土局部脱落；水塔塔身钢筋裸露，塔身混凝土有开裂；坝顶高程 1551.0m，工作桥高程 1554.3m，无踏步上至工作桥；水塔启闭机室简陋，启闭机室底板无盖板，启闭机锈蚀老化，螺杆弯曲变形；输水涵洞淤积严重，尺寸较小，不利于检查维修；输水建筑物无法正常运行。见图 4-3、4-4、4-5。



图 4-3 现状水塔高出坝顶



图 4-4 水塔塔身钢筋外露



图 4-5 启闭机室简陋

#### 4.2.3 其它问题

蒋河水库无水情、雨量、水位监测设备及观测设施；启闭机房无视频监控探头；大坝无变形、渗流等监测设施。

### 4.3 工程建设的必要性

#### (1) 是保证水库本身安全的需要

根据水库存在的主要问题及《固原市原州区蒋河水库大坝安全评价报告》结论，大坝结构安全性评价为“C”级，大坝抗震安全性评价为“C”级，大坝金属结构安全性评价为“C”级，因此该水库存在一定的安全隐患，为了水库本身的安全，急需对其进行除险加固。

#### (2) 是保证下游保护对象防洪安全的需要

蒋河水库下游保护对象有农田、村庄及干渠，涉及人口 0.32 万人，耕地面积 0.2 万亩。蒋河水库一旦溃坝，将会对下游保护对象造成巨大损失。因此蒋河水库亟待除险加固。



## 4.4 工程任务

按安全鉴定评价结论，对水库进行除险加固，消除蒋河水库存在的安全隐患，提升水库蓄水能力，更好地拦蓄地表径流，发挥水库灌溉效益，改善当地农业生产条件和人民的生活条件。

## 4.5 工程规模

### 4.5.1 设计标准

#### (1) 洪水标准

蒋河清水库总库容为 107.89 万  $m^3$ ，属小（1）型水库，工程等别为IV等，主要建筑物按IV等 4 级，次要建筑物及临时建筑物按 V 等 5 级设计。由于蒋河水库最大坝高 7.0m，其洪水标准依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，当山区、丘陵区的水利水电工程永久性水工建筑物的挡水高度低于 15m 并且上下游最大水头差小于 10m 时，其洪水标准宜按平原区、滨海区标准确定，对于该水库工程其设计洪水标准为 10-20 年，校核标准为 50~100 年，本次设计时设计洪水标准取 10 年，校核洪水标准取 50 年。

根据《中国地震动参数区划图》（1/400 万），工程所在区地震动峰值加速度为 0.30g，地震基本烈度为VIII度，设计烈度采用VIII度。

#### (2) 水库设计年限

根据《水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290—2009），水库淤积年限可取 10~30 年。本工程综合考虑河流输沙量的大小、水库运行方式、以及受淹对象的重要程度等，水库淤积年限取 30 年。

### 4.5.2 水库库容与面积关系

蒋河水库库容曲线见表 4.5-1：

表 4.5-1 水库高程与库容及面积关系表

序号	高程	面积	累计库容	备注
1	1545.5	1.54	0	
2	1546	8.83	2.59	
3	1547	16.92	15.47	
4	1548	39.07	43.46	

5	1549	49.97	87.98	
6	1550	65.02	145.47	
7	1551	73.57	214.77	

#### 4.5.3 设计淤积年限

根据《水电工程建设征地移民安置规划设计规范》（SL290—2009）规定，水库淤积年限可取 10~30 年。本工程为蒋河水库，流域多年平均悬移质输沙模数为 4100t/km<sup>2</sup>，综合考虑泥沙、水库运行方式等，水库设计淤积年限取 30 年。

#### 4.5.4 水库泥沙淤积计算

##### 4.5.4.1 等值线图查算法

根据《宁夏水文手册（2020版）》输沙模数分区图上查得水库区域多年平均输沙模数为 4100t/km<sup>2</sup>。计算的输沙量为 0.20 万 t，泥沙容重按 1.35 考虑，年输沙量为 0.15 万 m<sup>3</sup>。

##### 4.5.4.2 水库实测淤积量

水库 1987 年 9 月建成，至 2022 年 7 月实测淤积量 15 万 m<sup>3</sup>（35 年），平均年淤积量为 0.43 万 m<sup>3</sup>。

##### 4.5.4.3 水库淤积量计算

等值线计算水库输沙量为 0.15 万 m<sup>3</sup>，实测淤积量为 0.43 万 m<sup>3</sup>，相差较大，原因是水库的淤积量由 2 部分组成，一部分为水库本身产生的泥沙量，一部分引水量携带少量的泥沙，故本次采用实测淤积量较为合理，多年平均输沙量月分配见表 4.5-2。

表 4.5-2 水库多年平均输沙量月分配表 单位：万 m<sup>3</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
多年平均	0	0	0	0	0.01	0.05	0.11	0.21	0.03	0	0	0	0.43

则设计水平年的水库淤积量为：

$$W_{淤、年} = 0.43 \times 30 = 12.9 \text{ 万 m}^3。 \text{ 对应的淤泥面高程为 } 1546.80\text{m}。$$

#### 4.5.5 灌溉需水量计算

##### 4.5.5.1 灌溉设计保证率

本次设计保证率采用 75%。

#### 4.5.5.2 灌区种植结构规划

蒋河清水库实际灌溉面积为 0.2 万亩，种植作物均为玉米，灌溉方式为畦灌。

表 4.5-3 灌区作物种植结构规划表

作物种类	种植形式	净面积(万亩)	比例(%)
玉米	畦灌	0.2	100
合计		0.2	100

#### 4.5.5.3 输水、灌水方式

本次灌区输水方式采用低压管道输水方式，田间灌溉方式采用畦灌方式。

#### 4.5.5.4 灌溉水利用系数

灌溉水利用系数 $\eta$ =管道水利用系数 $\times$ 田间水利用系数。

根据《农田低压管道输水灌溉工程技术规范(GB/T20203-2006)》4.2.2、4.2.3，田间水利用系数为 0.90，管道水利用系数采用 0.95，则灌溉水利用系数为 0.855。

#### 4.5.5.5 灌溉制度及灌溉用水量

##### (1) 灌溉定额的确定

根据灌区作物全生育期灌溉定额，并结合宁夏回族自治区水利厅“自治区水利厅关于印发《自治区有关行业用水定额(修订)》的通知”(宁水政发[2020]20号)南部山区库井灌区灌溉定额，确定出玉米的净灌溉定额为 160m<sup>3</sup>/亩。

##### (2) 灌溉制度

玉米年灌水 4 次，灌水周期 10 天，每次灌水定额 40.0m<sup>3</sup>/亩，灌溉定额 160m<sup>3</sup>/亩，灌溉时间自 5 月上旬至 8 月中旬。灌溉制度表见表 4.5-4。

表 4.5-4 作物灌溉制度及灌溉净用水量计算表

灌水时间		灌水延续时间	灌水定额(m <sup>3</sup> /亩)
始	终		
5.1	5.10	10	40
6.1	6.10	10	40
7.10	7.20	10	40
8.10	8.10	10	40
生育期小计			160

根据灌区灌溉度分析，灌区净用水量为 32 万 m<sup>3</sup>，毛用水量为 37.44 万 m<sup>3</sup>，制项目区逐月需水量见表 4.5-5。

表 4.5-5 水库灌溉逐月用水量过程表

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
用水量 (万 m <sup>3</sup> )	0	0	0	0	9.36	9.36	9.36	9.36	0	0	0	0	37.44

#### 4.5.6 水量调节计算

##### 4.5.6.1 水库清水量计算

考虑实际灌溉面积需水量，本次截引水量按 80% 计算，则水库的截引水量为 135.2 万 m<sup>3</sup>，水库 75% 可截引清水量为  $W=0.8+135.2=136$  万 m<sup>3</sup>。月分配见表 4.5-6。

表 4.5-6 水库 75% 保证率可截引清水量月分配表 单位：万 m<sup>3</sup>

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
水库水量	0	0	0	0	0.1	0.1	0.5	0.1	0.1	0	0	0	0.8
截引水量	4.72	4.56	9.2	6.56	10.64	6.96	18.24	21.44	16.88	15.28	13.12	7.44	135.2
合计	4.72	4.56	9.2	6.56	10.74	7.06	18.74	21.54	16.98	15.28	13.12	7.44	135.9

##### 4.5.6.2 水库高程—面积—库容关系

蒋河水库库区高程—面积—库容关系见下表 4.5-7。

表 4.5-7 蒋河水库高程-面积-库容关系表

序号	高程	面积	累计库容	备注
1	1545.5	1.54	0	
2	1546	8.83	2.59	
3	1547	16.92	15.47	
4	1548	39.07	43.46	
5	1549	49.97	87.98	
6	1550	65.02	145.47	
7	1551	73.57	214.77	

##### 4.5.6.3 水库水量调节计算

###### (1) 计算方法

由于坝址来水量大于灌溉需水量，水库调节计算采用年调节法进行水库水量调蓄计算。

根据《水利工程水利计算规范》(SL104—2015) 规定，水库径流调节计算方法有时历法、概率法及随机模拟法等。时历法有长系列法和代表年法两种，长系列法需具有 30 年以上的径流系列及相应的用水系列，由于缺乏长系列资料，故只能采用代表年法。依据水库入库径流量成果表及用水过程按下式计算：

$$V_{i+1} = V_i + W_{\text{来}} - \sum W_{\text{用}} - W_{\text{损}} - W_{\text{弃}}$$

式中： $V_i$ 、 $V_{i+1}$ —分别为水库第*i*时段初及时段末的蓄水量；

$W_{\text{来}}$ —第*i*时段来水量；

$\sum W_{\text{用}}$ —第*i*时段各部门用水量之和，这里主要为灌溉用水量；

$W_{\text{损}}$ —第*i*时段水库蒸发、渗漏等损失水量之和；

$W_{\text{弃}}$ —第*i*时段水库弃水量。

计算方法：

② 将水库各月入库来水量（详见表 4.5-6）填入入库径流列中；

② 水库需供水量为灌溉用水，见表 4.5-5；

③ 蒸发损失：

根据水库水面面积计算蒸发损失量，蒸发损失标准由下面计算而得：

$$Z = KZ_m - (X_0 - Y_0)$$

式中： $Z$ —年蒸发损失深度，mm；

$K$ —折算系数，取 0.9；

$Z_m$ —年内水面蒸发深度，取多年平均水面蒸发量为 1080mm；

$X_0$ —水库流域多年平均降水深度，取 430mm；

$Y_0$ —流域多年平均径流深度，取 35mm。

将各值代入式中得  $Z = 0.9 \times 1080 - (430 - 35) = 577\text{mm}$

再按年内各月蒸发皿蒸发量的分配比分配到各月即得各月蒸发损失标准，详见下表 4.5-8。

表 4.5-8 蒋河水库逐月水面蒸发量表（大水面） 单位：mm

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	总数
蒸发量	18.5	22.5	44.4	71.0	86.0	84.8	69.8	62.9	42.1	34.6	23.1	17.3	577
比例	3.2	3.9	7.7	12.3	14.9	14.7	12.1	10.9	7.3	6	4	3	100

④ 水库渗漏损失

渗漏损失水量以当月平均蓄水量的 1.0% 计取。

(2) 调节计算

水量调节计算见表 4.5-9。

表 4.5-9

水量调节计算表 (p=75%)

月序	W <sub>来</sub> (万 m <sup>3</sup> )	W <sub>需</sub> (万 m <sup>3</sup> )	W <sub>来</sub> -W <sub>需</sub>	W <sub>初</sub> (万 m <sup>3</sup> )	W <sub>平均蓄</sub> 水量 (万 m <sup>3</sup> )	F <sub>平均水面</sub> 面积 (万 m <sup>2</sup> )	损 失 (万 m <sup>3</sup> )					w <sub>考虑</sub> 总损失 的用水 量	W' <sub>水库</sub> 蓄水 (万 m <sup>3</sup> )	W <sub>弃</sub> (万 m <sup>3</sup> )	高程 (m)
			多余或不 足水量 (万 m <sup>3</sup> )				蒸发 (mm)		渗漏		总损失				
							标准	损失	标准	损失	小计				
				12.90	泥面								12.90		1546.80
7	18.74	9.36	9.38	22.28	18.6	18.1	69.8	1.27	以	0.06	1.32	10.68	20.96		
8	21.54	9.36	12.18	34.46	27.1	25.7	62.9	1.62	当	0.14	1.76	11.12	31.38		
9	16.98	0.00	16.98	51.44	38.7	36.3	42.1	1.53	月	0.26	1.79	1.79	46.57		
10	15.28	0.00	15.28	66.72	42.9	41.9	34.6	1.45	水	0.30	1.75	1.75	60.10		
11	13.12	0.00	13.12	79.84	46.4	45.2	23.1	1.04	库	0.33	1.38	1.38	71.84		
12	7.44	0.00	7.44	87.28	48.9	47.5	17.3	0.82	平	0.36	1.18	1.18	78.10		
1	4.72	0.00	4.72	92.00	48.9	48.9	18.5	0.91	均	0.36	1.27	1.27	81.56		
2	4.56	0.00	4.56	96.56	51.6	50.0	22.5	1.12	蓄	0.39	1.51	1.51	84.60		
3	9.20	0.00	9.20	105.76	53.4	51.7	44.4	2.29	水	0.41	2.70	2.70	91.10		1549.05
4	6.56	0.00	6.56	112.32	55.5	53.6	71	3.81	量	0.43	4.23	4.23	62.69	30.74	
5	10.74	9.36	1.38	113.70	56.5	54.5	86	4.69	的	0.44	5.12	14.48	20.24	38.71	
6	7.06	9.36	-2.30	111.40	56.4	54.2	84.8	4.60	0.01	0.44	5.04	14.40	12.90		
合计	135.94	37.44	98.50				577.0	25.1	计	3.90	29.05	66.49		69.45	

$$\sum W_{\text{天然}} - \sum W_{\text{调}} - \sum W_{\text{损失}} + \sum W_{\text{蓄洪}} = 135.94 - 37.44 - 29.05 - 69.45 = 0, \text{ 计算正确。}$$

### (3) 计算结论

从计算表 4.5-9 中看出, 3 月份时, 水库最大库容 91.10 万 m<sup>3</sup>, 初始库容 12.9 万 m<sup>3</sup>, 兴利库容 78.2 万 m<sup>3</sup>, 对应高程 1549.05m。

#### 4.5.7 水库调洪计算

由于水库是一座清水库, 设计洪水标准 10 年洪峰流量为 2.11m<sup>3</sup>/s、洪水总量为 0.83 万 m<sup>3</sup>, 校核标准 50 年洪峰流量为 4.58m<sup>3</sup>/s、洪水总量为 1.79 万 m<sup>3</sup>。库区内洪水较小, 故本次不考虑调洪, 库区内洪水全部拦蓄。水库特征水位与库容见下表:

表 4.5-10 水库特征水位与库容表

特征水位 (m)		库容 (万 m <sup>3</sup> )			累计库容
名称	高程	名称	库容	合计库容	(万 m <sup>3</sup> )
现状淤泥面	1545.5	已淤积库容		15	15
设计淤泥面	1546.8	设计淤积库容	12.9	12.9	27.9
正常蓄水位	1549.05	兴利库容	78.2	91.1	106.1
设计水位	1549.07	防洪库容	0.83	91.93	106.93
校核水位	1549.1	调洪库容	1.79	92.89	107.89

## 4.6 坝顶高程复核

### 4.6.1 坝顶超高计算

根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274—2020), 坝顶在水库静水位以上的超高按下式计算:

$$y = R + e + A$$

式中:  $y$ —坝顶超高, m;

$R$ —最大波浪在坝坡上的爬高, m。对于 4 级坝  $R$  值采用累积频率为 5% 的爬高值  $R_{5\%}$ ;

$e$ —最大风壅水面高度, m;

$A$ —安全超高, 山区、丘陵区 4 级建筑物正常运用 0.5m, 非常运用 0.3m。

平均波高  $h_m$  和平均波周期按莆田试验公式计算。

$$\frac{gh_m}{W^2} = 0.13th[0.7(\frac{gH_m}{W^2})^{0.7}]th \left\{ \frac{0.0018(\frac{gD}{W^2})^{0.45}}{0.13th[0.7(\frac{gH_m}{W^2})^{0.7}]} \right\}$$



$$T_m = 4.438h_m^{0.5}$$

式中： $h_m$ —平均波高，m；

$W$ —计算风速，m/s。蒋河水库处多年平均最大风速为 15m/s，正常运用条件下 4 级坝采用多年平均年最大风速的 1.5 倍即为 22.5m/s，非常运用条件下采用多年平均年最大风速 20m/s；

$D$ —风区长度，m，正常运用条件为 1.1km，非常运用条件为 1.5km；

$H_m$ —水域平均水深，设计水深 3.57m，校核水深 3.6m。

$T_m$ —平均波周期，s 平均波长可按下式计算：

$$L_m = \frac{gT_m^2}{2\pi} \tanh \frac{2\pi H}{L_m}$$

式中： $L_m$ —平均波长，m；

$H$ —坝迎水面水深，m，取值同  $H_m$ 。

正向波在单坡上的平均波浪爬高可按下式计算：

$$R_m = \frac{K_\Delta K_W}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{h_m L_m}$$

式中： $R_m$ —平均波浪爬高（m）；

$m$ —单坡的坡度系数，前坝坡坡比为 1:3.0；

$K_\Delta$ —斜坡的糙率渗透性系数，前坝坡为砼预制板护坡，取值 0.75~0.80，这里取 0.8；

$K_W$ —经验系数，由  $\frac{W}{\sqrt{gH}}$  比值查《碾压式土石坝设计规范》附录 A 表 A.1.12

—2 求得。

式中： $W$ —计算风速：

正常运用条件下  $\frac{W}{\sqrt{gH}} = 5.44$ ，查表得  $K_W = 1.3$ ，非常运用条件下  $\frac{W}{\sqrt{gH}} = 3.63$ ，

查表得  $K_W = 1.25$ 。

风壅水面高度可按下式计算：

$$e = \frac{KV^2 D}{2gH_m} \cos \beta$$

式中： $e$ —计算点处的风壅水面高度（m）；

$D$ —风区长度（m）；

$K$ —综合摩阻系数，取  $3.6 \times 10^{-6}$ ；

$\beta$ —计算风向与坝轴线法线的夹角（°），这里取  $30^\circ$ 。

其结果详见表表 4.6-1。

**表 4.6-1 土坝波浪爬高计算成果表** 单位：m, m/s

项目	平均水深 Hm	设计风速 W	有效风区长度 D	糙率及渗透系数 K $\Delta$	经验系数 K <sub>w</sub>	平均波高 hm	平均周期 Tm	平均波长 Lm	平均波浪爬高 Rm	设计爬高 R5%	风壅水面高度 e	安全超高
正常运用条件	3.57	22.5	1100	0.8	1.3	0.44	2.33	8.43	0.56	1.02	0.04	0.5
非常运用条件	3.6	5	1500	0.8	1.25	0.35	1.88	5.49	0.35	0.64	0.02	0.3

正常运用条件下： $y_{正} = R_{正} + e_{正} + A_{正} = 1.02 + 0.5 + 0.04 = 1.56\text{m}$ ；

非常运用条件下： $y_{非} = R_{非} + e_{非} + A_{非} = 0.64 + 0.3 + 0.02 = 0.96\text{m}$ 。

#### 4.6.2 坝顶高程确定

坝顶高程为水库静水位与坝顶超高之和，按下列运用条件计算，取最大值：

- (1) 正常蓄水位+正常运用条件下坝顶超高；
- (2) 设计洪水位+正常运用条件下坝顶超高；
- (3) 校核洪水位+非常运用条件下坝顶超高；
- (4) 正常蓄水位+非常运用条件下坝顶超高+地震涌浪高度+地震沉降。

根据规范地震区的安全加高尚应增加地震沉降和地震涌浪高度，按照《水工建筑物抗震设计规范》规定，地震涌浪高度取值范围在 0.5~1.5m 之间，地震涌浪高度取 0.5m。地震沉降值一般不超过坝高的 1%，且原坝体经过多年沉降基本稳定，设计按 0.1m 的地震沉降值考虑

按照以上情况组合的坝顶高程分别为：

- (1)  $1549.05 + 1.56 = 1550.61\text{m}$ ；
- (2)  $1549.07 + 1.56 = 1550.63\text{m}$ 。
- (3)  $1549.10 + 0.96 = 1550.06\text{m}$

---

(4)  $1549.05+0.96+0.5+0.1=1550.61\text{m}$

经计算工况(2):设计水位+正常运用条件下坝顶超高下坝顶高程为最大值1550.63m,现状坝顶高程为1551.0m,低于现状坝顶0.37m,所以坝顶高程满足要求。

## 5 工程布置及建筑物

### 5.1 设计依据

#### 5.1.1 工程等别、建筑物等级及抗震标准

蒋河水库总库容为 107.89 万  $\text{m}^3$ ，属小（1）型水库，工程等别为IV等，主要建筑物按IV等 4 级，次要建筑物及临时建筑物按 V 等 5 级设计。由于蒋河水库最大坝高 7.0m，其洪水标准依据《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）规定，当山区、丘陵区的水利水电工程永久性水工建筑物的挡水高度低于 15m 并且上下游最大水头差小于 10m 时，其洪水标准宜按平原区、滨海区标准确定，对于改水库工程其设计洪水标准为 10-20 年，校核标准为 50~100 年，本次设计时设计洪水标准取 10 年，校核洪水标准取 50 年。

根据《中国地震动参数区划图》（1/400 万），工程所在区地震动峰值加速度为 0.30g，地震基本烈度为VIII度，设计烈度采用VIII度。

#### 5.1.2 主要规程规范、技术标准

- （1）《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252—2017）；
- （2）《防洪标准》（GB 50201—2014）；
- （3）《碾压式土石坝设计规范》（SL274—2020）；
- （4）《水工混凝土建筑物修补加固技施规程》（DLT5315-2014）；
- （5）《土石坝养护修理规程》（SL210-2015）；
- （6）《水工建筑物荷载设计规范》（SL744-2016）；
- （7）《水工混凝土结构设计规范》 SL191—2008；
- （8）《水利工程建设标准强制性条文》（2020 年版）；
- （9）《水利水电工程合理使用年限及耐久性设计规范》（SL654 -2014）；
- （10）《水利水电工程初步设计报告编制规程》（SL 619—2013）；
- （11）其它现行的行业技术标准。

#### 5.1.3 设计依据

- （1）2019 年固原市水利勘测设计院编制《原州区蒋河水库大坝安全鉴定报告

书》；

(2) 2022 年宁夏水利勘测设计研究院有限公司编制《蒋河水库除险加固工程地质勘察报告》。

### 5.1.4 设计基本参数

(1) 特征水位及流量：

现状淤泥面高程：1545.5m

设计淤泥面：1546.80m

正常蓄水位：1549.05m

设计水位：1549.07m

校核水位：1549.10m

输水建筑物设计最大流量  $2\text{m}^3/\text{s}$ 。

(2) 水文气象：

流域多年平均气温  $8^{\circ}\text{C}$ ，年内极端气温：最高  $34.6^{\circ}\text{C}$ ，最低  $-28.1^{\circ}\text{C}$ ，年平均无霜期 124 天左右。多年平均风速  $15\text{m/s}$ 。最大冻土层厚度  $1.21\text{m}$ 。

(3) 混凝土结构构件的承载力安全系数：

水工建筑物级别为 4 级，确定安全系数  $K$  为：基本组合 1.15；偶然组合 1.0。

## 5.2 除险加固方案

根据蒋河水库现状存在的问题，确定工程除险加固主要方案如下表：

表 5.2-1 蒋河水库存在问题及除险加固方案对照表

序号	部位	蒋河水库存在问题	除险加固方案
1	土坝	前坝坡砌护混凝土板损坏严重，混凝土脱落。无坝坡排水沟，坝顶道路局部为砂砾石路面，大部分仍为土质路面。	对混凝土损坏严重部分的重新砌护，对土质坝顶铺设砂砾石
2	输水建筑物	水塔进口浆砌石八字墙局部开裂塌落，底板混凝土局部脱落；水塔塔身钢筋裸露，塔身混凝土有开裂，闸门漏水严重。工作桥高于坝顶 3.3m，无踏步上至工作桥；水塔启闭机室简陋，启闭机室底板无盖板，启闭机锈蚀老化，螺杆弯曲变形。	拆除重建水塔
		输水涵洞淤积严重；输水涵洞断面尺寸为 $\Phi 1.0\text{m}$ ，尺寸较小，不利于检修清淤。	拆除重建输水涵洞

3	监测设施	大坝无变形、位移、渗流等监测设施、无水、雨情监测设施	增设大坝变形、位移、渗流等监测设施、水、雨情监测设施
---	------	----------------------------	----------------------------

根据蒋河水库现状存在的主要问题及安全鉴定提出的建议，本次除险加固主要建设内容包括：坝顶铺设砂砾石、坝前坡砌护、拆除重建水塔及涵洞，增设大坝水雨情设施及、大坝变形及渗流监测设施。经过本次除险加固后，水库能够安全运行。

## 5.3 大坝工程

### 5.3.1 上游护坡

蒋河水库大坝上游坡采用预制砼板护坡，其下设有 0.2m 砂砾石垫层。受长期蓄水影响，前坝坡预制砼板部分损坏严重。

本次设计对坝前坡桩号 K0+300m-K0+800m 段护坡进行拆除重新砌护，采用 50×30×8cm 预制混凝土板砌护（抗硫酸水泥），下设 40cm 砂砾石厚垫层，板缝宽 3cm，用 C20 细石砼填充。

### 5.3.2 坝顶设计

现状坝顶高程为 1551.0m，坝顶宽 4.5m，最大坝高为 7m，坝长 1300m，坝顶道路局部为砂砾石路面，部分仍为土质路面。

本次设计对 K0+300m~K0+800m 段坝顶铺设 15cm 厚砂砾石路面，两侧设路缘石，路缘石采用 C25 砼预制块，预制块一侧垂直，另一侧边坡 1: 0.5，顶宽 0.3m，高 0.15m，底宽 0.375m，坝顶铺设路缘石总长 1000m。路缘石每 10m 设伸缩缝 1 道，缝内填塞聚氯乙烯油膏。

### 5.3.3 坝体渗流计算复核

#### 5.3.3.1 坝体渗流计算

由于蒋河水库大坝坝体采用均质土坝，与库区不断增厚的淤积层连接形成整体防渗，起到了天然防渗铺盖的作用，渗漏量逐渐减少。本次采用南京水准科技 AUTOBANK7.4 软件对大坝渗流进行计算。

#### 5.3.3.2 计算水位的确定

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274-2020）渗流计算应包括以下水位组合情况：

- ①上游正常蓄水位与下游相应最低水位；  
②库水位降落时上游坝坡稳定最不利的情况。

表 5.3-1 蒋河水库大坝渗流场计算工况表

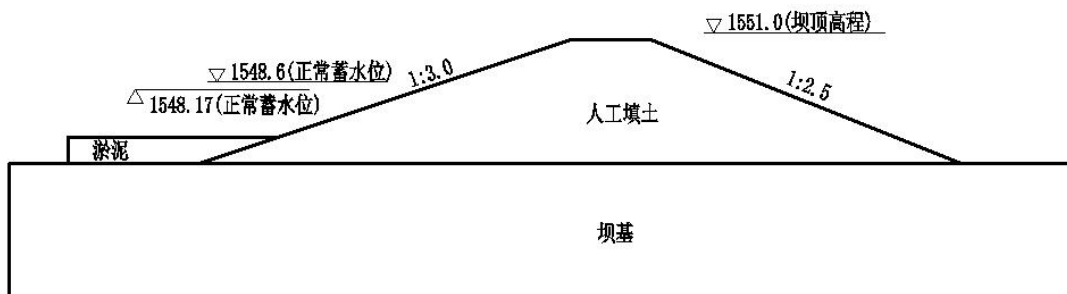
计算工况	名称	上游水位 (m)	下游水位 (m)
1	正常蓄水位	1549.05	无水
2	设计水位降至正常蓄水位	1549.07~1549.05	无水
3	校核水位降至正常蓄水位	1549.07~1549.05	无水

## 5.3.3.3 计算断面和计算指标

## (1) 计算条件

蒋河水库坝体为均质土坝，坝顶高程 1551.0m，正常蓄水位 1549.05m，上游坝坡 1:3.0，下游坝坡 1:2.5。

坝顶宽 4.5m，最大坝高 7.0m，坝长 1300m。本次选取坝最大坝高处 K0+600 处作为计算断面。计算断面示意图下图。



计算断面

## (2) 计算参数

坝基和坝体共分为3个区域，坝体区、坝基区、坝前淤泥区。根据地质勘查后试验成果，各地层详细参数取值见下表。

表 5.3-2 渗透系数统计表

序号	材料	渗透系数(cm/s)		备注
		Kx	Ky	
1	坝体填土	$5.69 \times 10^{-5}$	$1.42 \times 10^{-5}$	
2	坝前淤泥层	$7.35 \times 10^{-5}$	$1.84 \times 10^{-5}$	
3	坝基	$3.32 \times 10^{-5}$	$8.3 \times 10^{-6}$	

## (3) 计算公式

依据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2020)，利用《Autobank7.4 渗流分

析软件》，对不同计算断面进行计算。坝体渗流分析按不透水地基的二维稳定渗流进行计算。渗流计算采用《碾压式土石坝设计》的公式：

$$q = K \left[ \frac{(H_1 - H_2)^2}{L_1 - m_2 H_2 + \sqrt{(L_1 - m_2 H_2)^2 - m_2^2 (H_1 - H_2)^2}} + \frac{(H_1 - H_2) H_2}{L_1 - 0.5 m_2 H_2} \right]$$

$$h_0 = \frac{2(m_2 + 0.5)^2 (h_0 - H_2) + m_2 H_2 \left[ (m_2 + 0.5) \frac{q}{K} + H_2 \right]}{2(m_2 + 0.5)^2 h_0 + m_2 H_2}$$

$$y^2 = \frac{H_1^2 - h_0^2}{L_1 - m_2 h_0} x + h_0^2$$

$$\Delta L = \frac{m_1}{2m_1 + 1} H_1$$

式中： $q$ ——坝体单位宽度渗流量（ $\text{m}^2/\text{d}$ ）；

$k$ ——坝体渗透系数（ $\text{m}/\text{d}$ ）；

$H_1$ ——上游水位（ $\text{m}$ ）；

$H_2$ ——下游水位（ $\text{m}$ ），本次计算按无水考虑；

$m_1$ ——上游坡坡率；

$m_2$ ——下游坡坡率；

$h_0$ ——下游坝坡渗出点高度（ $\text{m}$ ）。

#### (4) 计算结果

根据《水利发电工程地质勘察规范》（GB50487—2008）及《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL251—2015）得知，该土坝的渗流变形类型为流土型，坝体渗流计算成果见表 5.3-3。

表 5.3-3 坝体渗流计算成果表

计算断面	编号	计算水位	下游坝坡出逸点高程（m）	计算渗透比降	大坝日单宽流量（ $\text{m}^3/\text{d}/\text{m}$ ）	大坝年渗透流量（ $\text{万 m}^3$ ）
坝体 K0+050	1	正常蓄水位（1549.05m）	1544.52	0.209	0.0409	1.94
	2	设计水位降至正常蓄水位（1549.07m~1549.05m）	1544.50	0.206	0.0438~0.0430	2.07~2.04
	3	校核水位降至正常蓄水位（1549.10m~1549.05m）	1544.45	0.206	0.0435~0.0424	2.06~2.01

#### (5) 渗透比降计算

坝体填土的临界水利比降  $J_{cr}=0.91$ 。经计算，下游出逸点处高程为 1544.52m，



坝体计算断面人工填土层最大渗透比降为 0.209，小于允许水利坡降 0.46，故可判断坝体不存在渗透破坏。

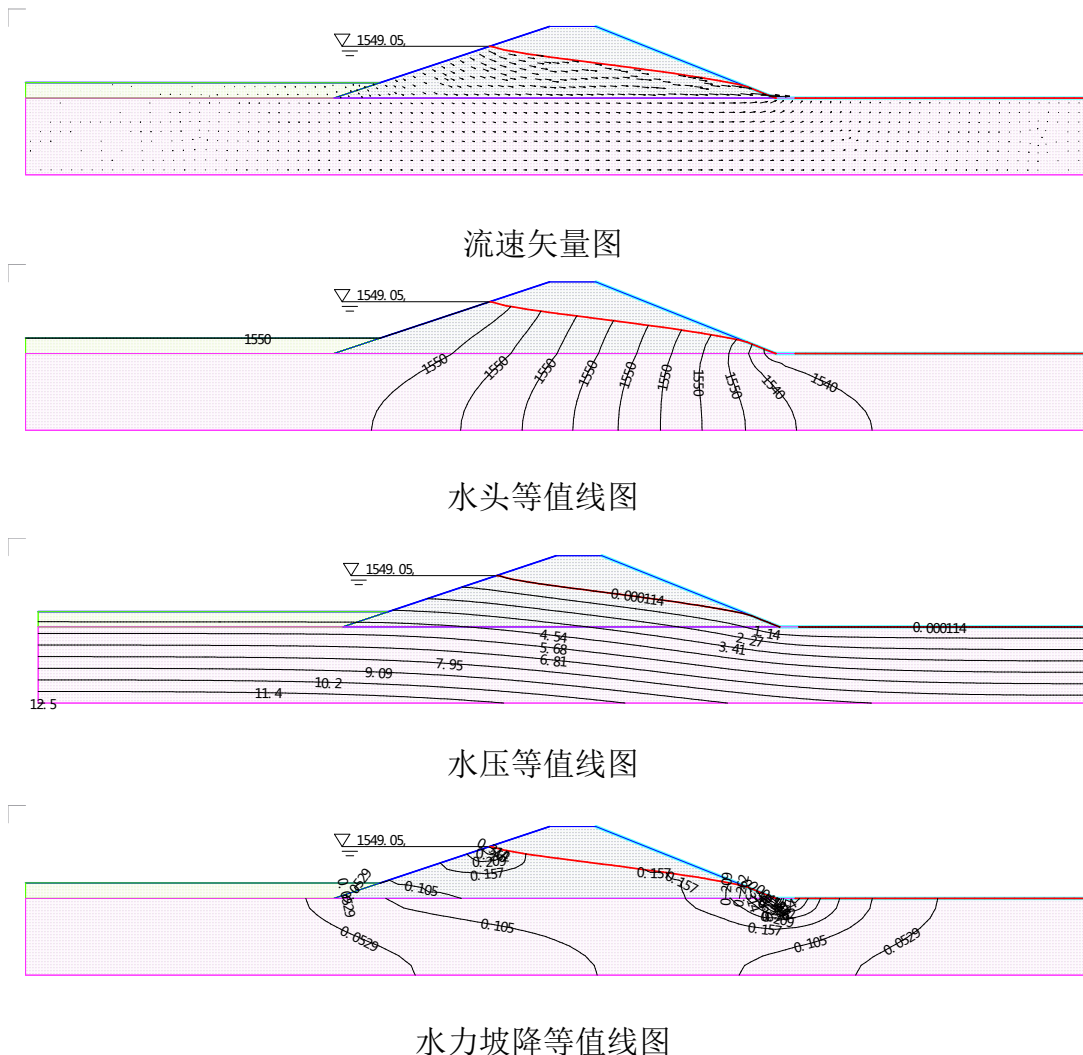
坝基粘土的临界水利比降  $J_{cr}=1.01$ 。经计算，坝体计算断面坝基最大渗透比降为 0.206，小于允许水利坡降 0.51，故可判断坝基不存在渗透破坏。

### (5) 大坝渗流量计算

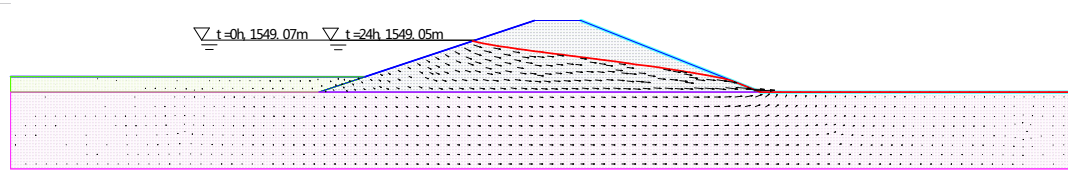
当水库处于正常蓄水位时，大坝单位宽度渗流量分别为  $0.0409\text{m}^3/\text{d}\cdot\text{m}$ ，大坝总长 1300m，则平均渗漏量为  $53.17\text{m}^3/\text{d}$ ，大坝坝体年渗漏为 1.94 万  $\text{m}^3/\text{a}$ 。

### (6) 附图

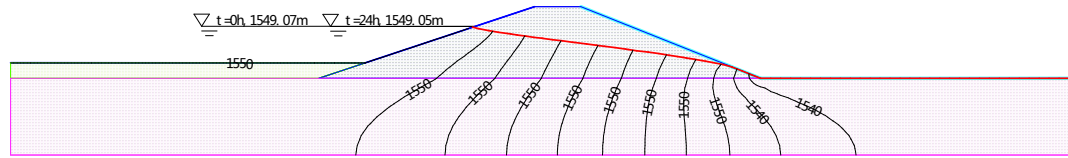
#### 1、上游正常蓄水位（1549.05m）与下游相应的最低水位（正常运用条件）



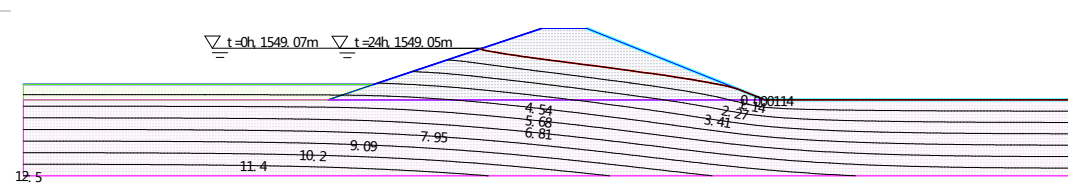
#### 2、库水位降落时上游坝坡稳定最不利的情况（设计水位降落至正常蓄水位）



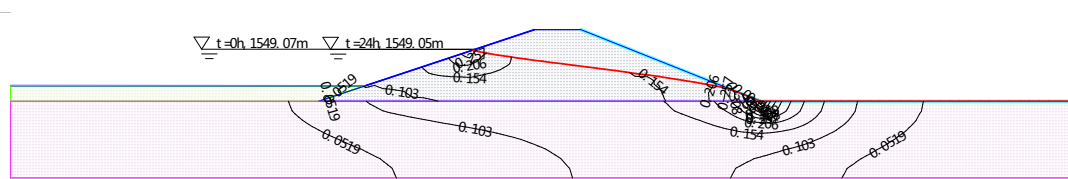
流速矢量图

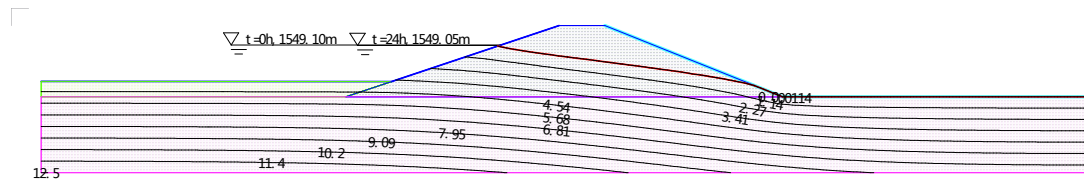


水头等值线图

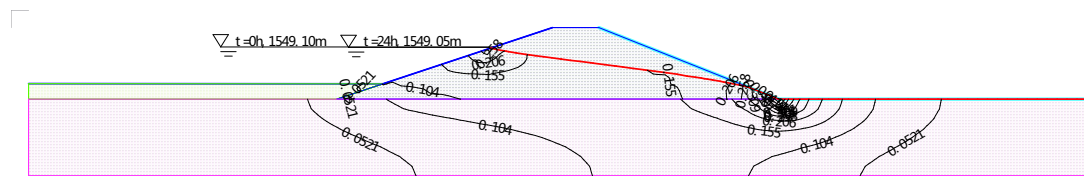


水压等值线图





水压等值线图



水力坡降等值线图

### 5.3.4 坝坡稳定计算复核

#### 5.3.4.1 计算工况的确定

根据《碾压式土石坝设计规范》（SL274—2020）规定，稳定计算一般需要计算下列 2 种情况：

##### 1、正常运用条件

- (1) 正常蓄水位（1549.05m）时，下游坝坡的稳定计算；
- (2) 水库水位自设计水位（1549.07m）降落至正常蓄水位（1549.05m）时，上游坝坡的稳定计算。

##### 2、非常运用条件 I

- (1) 水库水位自校核水位（1549.10m）降落至正常蓄水位（1549.05m）时，上游坝坡的稳定计算。

#### 5.3.4.2 计算方法

坝坡抗滑稳定计算依据规范要求采用计及条块间作用力的简化毕肖普法。计算软件采用河海大学工程力学研究所开发的坝坡抗滑稳定分析计算 Autobank 软件。该软件遵照现行《碾压式土石坝设计规范》有关稳定安全计算的若干规定，可用于土石坝、面板堆石坝、堤防、一般土质边坡、尾矿坝的稳定计算，提供的计算方法包括：瑞典圆弧法，简化毕肖普法，摩根斯顿-普莱斯法等。

本次计算采用计及条块间作用力的简化毕肖普法，简化毕肖普法计算公式如下：

$$K = \frac{\sum \{ [(W \pm V) \sec \alpha - ub \sec \alpha] \tan \varphi' + c' b \sec \alpha \} [1 / (1 + \tan \alpha \tan \varphi' / K)]}{\sum [(W \pm V) \sin \alpha + M_c / R]} \quad (7.1-1)$$

式中：W 为土条重量；

V 为垂直地震惯性力；

u 为作用于土条底面的孔隙压力；

$\alpha$  为条块重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角；

b 为土条宽度；

$c'$ 、 $\varphi'$  为土条底面有效应力抗剪强度指标；

$M_c$  为水平地震惯性力对圆心的力矩；

R 为圆弧半径。

### 5.3.4.3 计算指标的选用

大坝坝坡抗滑稳定分析选用的物理力学性质指标见表 5.3-4。

表 5.3-4 坝坡抗滑稳定分析选用的物理性质指标与力学参数表

材料名	容重 (KN/m <sup>3</sup> )	浮容重 (KN/m <sup>3</sup> )	有效应力 c (KPa)	有效应力 摩擦角 (度)	(水下)有效应力 c (KPa)	(水下)有效应力 摩擦角 (度)
坝体填土	17	9.21	28	21	26	19
坝前淤泥层	17.1	7.33	18	20	16	18
坝基	19.4	10.18	35	20	33	18

### 5.3.4.4 现状坝坡稳定计算结果

采用河海大学 AoutBank 软件土质边坡稳定计算程序计算，大坝 ZK 断面坝坡抗滑稳定分析计算结果见表 5.3-5 和附图。

由坝坡稳定计算结果可知：（1）正常运用条件，上游坝坡稳定安全系数满足规范要求，下游坝坡稳定安全系数满足规范要求；（2）非常运用条件 I 下，上游坝坡安全系数满足规范要求，下游坝坡稳定安全系数满足规范要求。

表 5.3-5 现状坝坡稳定安全系数计算结果表

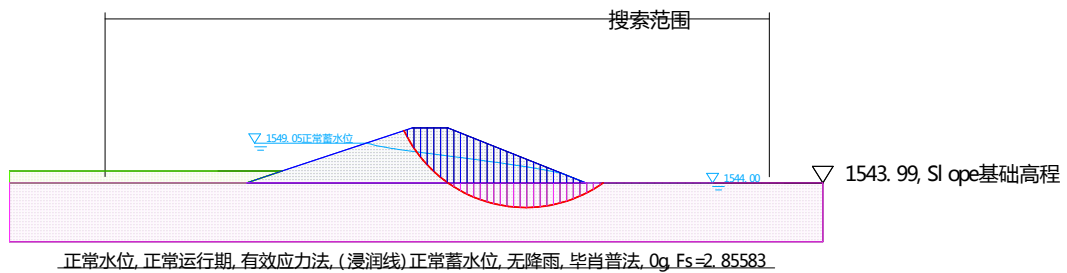
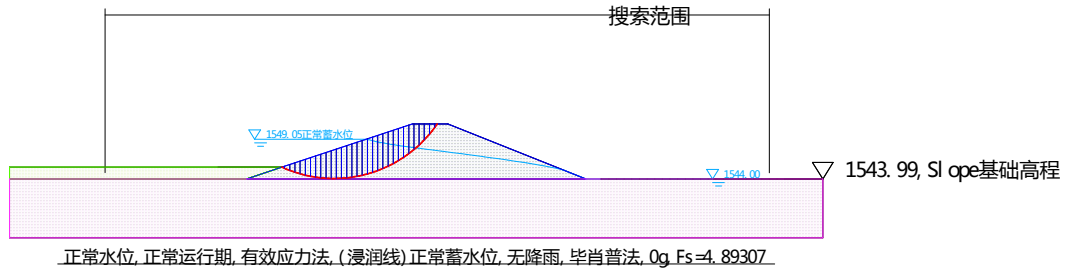
计算工况	计算指标	计算安全系数		规范要求安全系数	是否满足规范要求
		上游坝坡	下游坝坡		
正常运用条件	正常蓄水位 (2117.77m)	4.89	2.85	1.25	满足
	设计水位降至正常蓄水位 (2119.04m—2117.77m)	4.80			满足
非常运用条件 I	校核水位降至正常蓄水位 (2120.26m—2117.77m)	4.81		1.15	满足
非常运用条件 II	正常蓄水位 (2117.77m)	2.91	2.14	1.10	满足
	设计水位降至正常蓄水位	2.88			满足

(2119.04m—2117.77m)					
---------------------	--	--	--	--	--

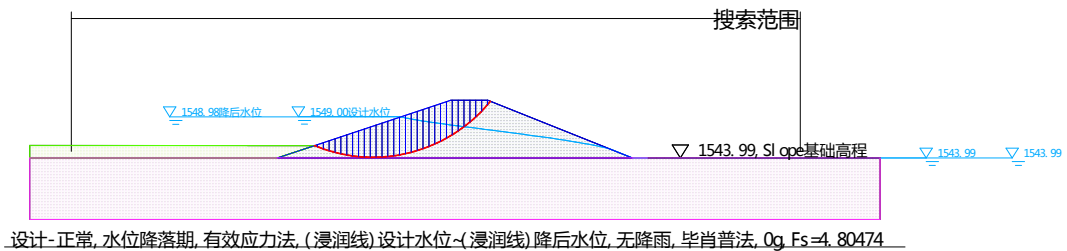
由断面坝坡稳定计算结果可知：（1）正常运用工况，上游坝坡、下游坝坡均稳定安全系数满足规范要求；（2）水位降落期，上游坝坡稳定安全系数满足规范要求；正常运用工况遇地震，上游坝坡、下游坝坡稳定安全系数均满足规范要求。

附图：

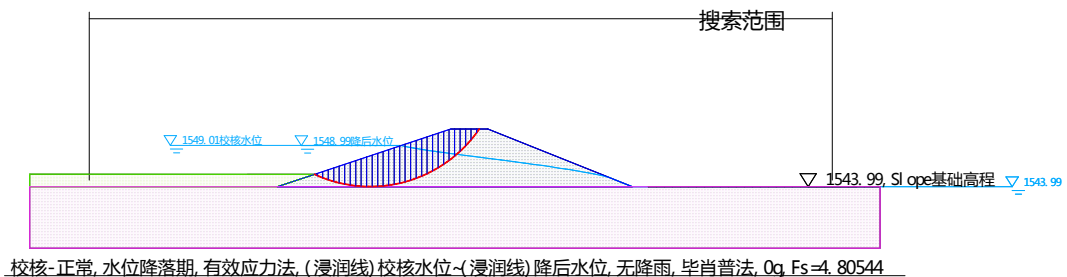
### 1、正常运用条件（稳定渗流期）坝坡稳定



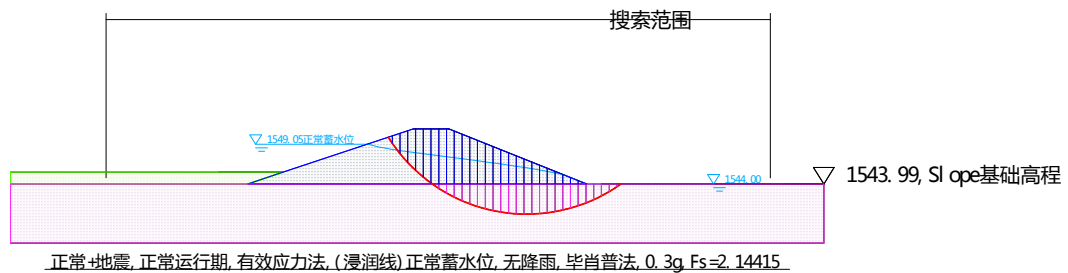
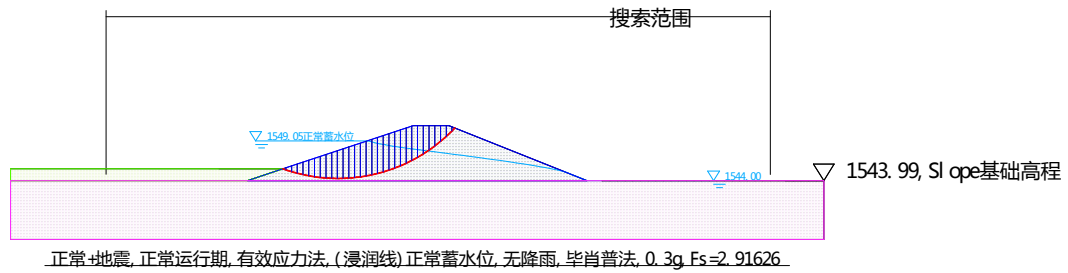
### 2、正常运用条件（自设计水位降落）上游坝坡稳定



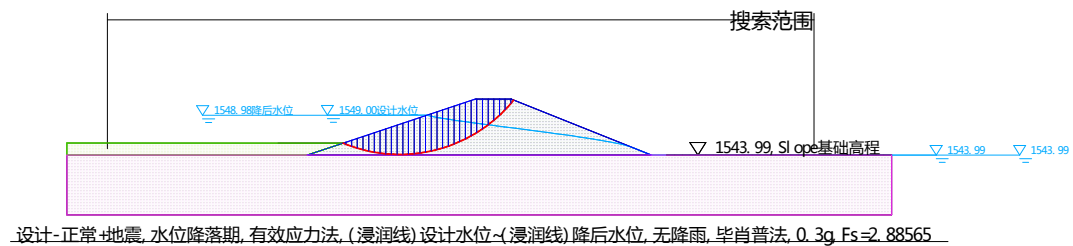
### 3、非常运用条件 I（自校核洪水位降落）上游坝坡稳定



#### 4、非常运用条件 II（稳定渗流期遇地震）坝坡稳定



#### 5、非常运用条件 II（自设计水位降落遇地震）坝坡稳定



### 5.4 拆除重建输水建筑物

由于原输水水塔塔身损坏严重、混凝土强度不满足规范要求、水塔高出坝顶3.3m，无踏步上至工作桥、导致日常操作不便，使得水库无法正常运行，输水涵洞为 $\phi 0.8\text{m}$ 的圆涵，现状淤积严重，断面小不利于清淤，故本次拆除重建输水水塔及输水涵洞。

#### 5.4.1 输水水塔

水塔为现浇C30钢筋砼（抗硫水泥）框架结构，塔高7.0m，进口高程1544.0m，底板厚2.0m，长6.6m，宽5.6m，底板C20混凝土垫层，基础位于角砾上，门槽宽0.45m，深0.4m，塔内设铸铁闸门一套，闸孔尺寸1.0m×1.0m（宽×高），后止水，塔内设检修爬梯、检修平台高程1547.0m。塔身断面尺寸4.6m×3.6m（长×宽），塔壁厚0.65m。

塔顶高程1551.0m，塔顶与坝顶通过预制C30砼（抗硫水泥）T型梁工作桥连接，共1跨，长9m，桥面宽1.2m，高0.8m，坝顶下部设台阶型基础，长2m，宽1m，高0.5m，基础用0.5m厚3:7灰土换填，开挖边坡为1:1，压实系数不小于0.97。

#### 5.4.2 输水涵洞

水塔后接现浇C30钢筋砼方涵，最大输水流量 $2\text{m}^3/\text{s}$ ，总长35m，涵洞壁厚0.4m，比降1/200，底宽1.0m，前5m为渐变段，高度由1.0m渐变至1.4m，后30m高1.4m，每隔10m设一道伸缩缝，缝宽3cm，采用橡胶止水带和1.5mm厚的铜片止水，涵洞底板位于壤土上，基础采用0.5m厚3:7灰土处理，坝体段开挖边坡为1:1.5，其余部分开挖边坡为1:1，涵洞段压实系数不小于0.97。

#### 5.4.3 通气孔面积计算

根据《水利水电工程钢闸门设计规范》（SL74-2019），水塔工作闸门后通气孔面积按下列公式计算：

$$A_a \geq \frac{Q_a}{[v_a]}$$

$$Q_a = 0.09v_w A$$

式中： $A_a$ ——通气孔的断面面积， $\text{m}^2$ ；

$Q_a$ ——通气孔的充分通气量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$[v_a]$ ——通气孔的允许风速， $\text{m}/\text{s}$ ，取 $40\text{m}/\text{s}$ ；

$v_w$ ——闸门口水流速度， $\text{m}/\text{s}$ ；

$A$ ——闸门后涵洞面积， $\text{m}^2$ 。

水塔最大下泄流量为 $2.0\text{m}^3/\text{s}$ ，闸门后接方形涵洞，涵洞尺寸 $1.0\text{m} \times 1.4\text{m}$ （宽 $\times$ 高），临界水深为 $0.74\text{m}$ ，流速为 $2.69\text{m}/\text{s}$ 。经计算：

$$Q_a = 0.09 \times 2.69 \times (1 \times 1.4) = 0.339\text{m}^3/\text{s}$$

$$A_a \geq 0.339/40 = 0.008\text{m}^2$$

本次设计通气管采用2根 $\phi 110\text{mm}$ 的PVC通气管（壁厚 $2.7\text{mm}$ ）。实际采用的通气孔断面面积为 $0.017\text{m}^2$ ，大于 $0.008\text{m}^2$ ，满足通风要求。

#### 5.4.4 输水建筑物水力计算

##### （1）输水流量的确定

灌溉时段所需最大流量为  $0.2\text{m}^3/\text{s}$ ，同时考虑水库在遇紧急情况时，需在 3-7 天内将库水放空至现状泥面，涵洞泄量应为  $1.16\text{m}^3/\text{s}\sim 2.71\text{m}^3/\text{s}$ ，综合以上三种情况，本次涵洞流量按  $2.0\text{m}^3/\text{s}$  设计。

### (2) 涵洞的水力计算

本次设计涵洞断面尺寸  $1.0\text{m}\times 1.4\text{m}$ （宽 $\times$ 高），壁厚  $0.4\text{m}$ ，比降 1: 200，涵洞长  $35\text{m}$ 。计算公式如下：

$$Q = \sigma_s m b \sqrt{2g} H_0^{1.5}$$

式中：m—隧洞进口的流量系数， $m=0.36\sim 0.32$ ，取  $0.36$ ；

b—过水底宽， $b=1.0\text{m}$ ；

$H_0$ —包括行进流速在内的水头，行进流速较小，可忽略不计， $H_0\approx H$  m；

$\sigma_s$ —淹没系数，为自由出流，故侧收缩系数及淹没系数取  $1.0$ 。

经过计算，当涵洞设计流量为  $2\text{m}^3/\text{s}$ ，底宽  $1.0\text{m}$ ，纵向比降为 1:200，按明渠均匀流公式计算得正常水深为  $0.9\text{m}$ ，流速为  $2.2\text{m}/\text{s}$ 。

涵洞保持无压流的条件为：净空断面积不小于 15%，且净空高度不小于  $0.4\text{m}$ 。涵洞总面积为  $1.4\text{m}^2$ ，上部净空面积  $0.5\text{m}^2$ ，上部净空面积占涵洞总面的 35.7%，净空高度为  $0.5\text{m}$ ，因此涵洞尺寸  $1.0\text{m}\times 1.4\text{m}$ （宽 $\times$ 高）满足无压过流条件。

当水深为  $1\text{m}$  时，流量为  $2.27\text{m}^3/\text{s}$ ，流速  $2.28\text{m}/\text{s}$ ，水面以上空间占总断面的 28.6%，且净空高度为  $0.4\text{m}$ ，满足无压洞要求，故涵洞无压流时最大泄量为  $2.27\text{m}^3/\text{s}$ 。

### 5.4.5 水塔稳定计算

本次新建水塔高  $7.0\text{m}$ ，需对水塔进行稳定计算复核。

#### (1) 基本参数

##### A、工程地质

水塔底板位于角砾层上，角砾承载力  $f_k=250\text{kpa}$ ，砼与基岩的摩擦系数  $f=0.30$ 。抗剪断强度指标为  $f'=0.5$ ，抗剪断凝聚力  $c'=0.1\text{Mpa}$ 。地震设防烈度 VIII 度，地震动峰加速度为  $0.3g$ 。

##### B、材料容重

钢筋混凝土： $25.0\text{KN}/\text{m}^3$ ；

淤泥干容重： $11.4\text{KN}/\text{m}^3$ ，浮容重： $7.3\text{KN}/\text{m}^3$ ；



角砾:  $16.5 \text{ KN/m}^3$ ;

砖砌块:  $7.5 \text{ KN/m}^3$ ;

水:  $9.81 \text{ KN/m}^3$ 。

### C、风速

多年平均最大风速  $V_0=15\text{m/s}$ , 吹程  $D=1.1\text{km}$ 。风速加乘系数对设计工况取 1.5, 校核工况取 1.0。

#### (2) 计算工况及荷载组合

计算工况及荷载组合详见下表。

表 5.4-1 荷载及其组合表

荷载组合	计算工况	荷载名称										
		自重	静水压力	扬压力	浪压力	泥沙压力	土压力	冰压力	雪荷载	风荷载	活荷载	地震荷载
基本组合	正常蓄水位	√	√	√	√	√	√		√	√	√	
特殊组合	正常蓄水位+地震	√	√	√	√	√	√		√		√	√

#### (3) 稳定安全系数

水塔整体稳定安全系数见下表。

表 5.4-2 整体稳定安全系数

建筑物级别	抗滑稳定安全系数 (抗剪断)		抗倾覆稳定安全系数		抗浮稳定安全系数		建基面允许应力			
	基本组合	特殊组合	基本组合	特殊组合	基本组合	特殊组合	最大压应力		拉应力	
							基本组合	特殊组合	基本组合	特殊组合 (MPa)
4	3	2.5	1.3	1.15	1.1	1.05	小于地基允许压应力		0.1	0.2

#### (4) 计算公式

A、地基承载力:  $R=\Sigma W/A$ ;

B、抗滑稳定 (按抗剪断强度公式计算) 安全系数:  $K_c'=(f'\Sigma W+c'A)/\Sigma P$ ;

C、抗倾覆稳定安全系数:  $K_0=\Sigma M_s/\Sigma M_0$ ;

D、抗浮稳定安全系数： $K_f = \Sigma V / \Sigma U$ ；

E、建基面上垂直正应力： $\sigma = \Sigma V / A \pm \Sigma M_{xy} / J_x \pm \Sigma M_{yx} / J_y$ 。

式中：R—地基承载力；

$K_c'$ —与抗剪断强度计算相应的抗滑稳定安全系数；

$K_0$ —抗倾覆稳定安全系数；

$K_f$ —抗浮稳定安全系数；

$\sigma$ —建基面上垂直正应力；

$\Sigma W$ —全部荷载对滑动面的法向分值（包括扬压力）；

$\Sigma P$ —全部荷载对滑动面的切向分值（包括扬压力）；

$f'$ 、 $c'$ —坝基面的抗剪断摩擦系数和粘结力；

A—建基面面积；

U—作用于滑动面上的扬压力总和；

$\Sigma M_s$ —建基面上稳定力矩总和；

$M_0$ —建基面上倾覆力矩总和；

$\Sigma V$ —建基面上垂直力总和，计算抗浮稳定时不含设备重量；

$\Sigma U$ —建基面上扬压力总和；

$\Sigma M_x$ 、 $\Sigma M_y$ —分别为建基面上垂直力对形心轴 X、Y 轴的力矩总和；

x、y—分别为建基面上计算点至形心轴 X、Y 轴的距离；

$J_x$ 、 $J_y$ —分别为建基面对形心轴 X、Y 轴的惯性距。

#### (5) 计算结果

以上竖向荷载合计为 576.6t，水塔底板位于角砾层上，其允许承载力  $[R]=25t/m^2$ ，需要的承压面积应为： $A=576.6t / (25t/m^2) = 23.06m^2$ ，水塔底板实际面积  $A=5.6 \times 6.6=36.96m^2 > 23.06m^2$ ，承载力能够满足设计要求。

抗滑、抗倾覆和抗浮计算结果满足设计要求，具体详见下表。

表 5.4-3 水塔稳定计算结果表

荷载组合		抗滑稳定	抗倾覆稳定安全系数	抗浮稳定安全系数	建基面允许最大压应力 (Kpa)	是否满足要求
基本组合	允许值	3	1.3	1.1	250	满足
	计算值	5.61	2.43	4.33	165	
特殊	允许值	2.5	1.15	1.05	250	满足

组合	计算值	5.82	1.42	3.25	130	
----	-----	------	------	------	-----	--

#### 5.4.6 涵洞地基承载力验算

涵洞所受最大土压力为涵洞至坝顶处，洞顶以上坝体填土总高度为 5.6m，正常蓄水位为 1549.05m，正常蓄水位以上填土 1.95m，按湿容重计算土柱压力，以下填土 3.65m，按饱和容重计算土柱压力。根据地质资料得：土体湿容重为  $1.9\text{t/m}^3$ ，饱和容重为  $2.0\text{t/m}^3$ ，洞内设计水深 1.0m。

荷载计算（取 1m 长洞体）

（1）洞顶垂直土柱压力：

$$F_{sk} = K_s \gamma H_d D_1$$

式中：  $F_{sk}$  -埋管垂直土压力标准值(kN/m)

$H_d$  -管顶以上填土高度(m)

$D_1$  -埋管外直径(m)

$K_s$  -埋管垂直土压力系数，取 1.42；

$\gamma$  -填土重度；

则：  $F_{sk} = 1.42 \times (1.9 \times 1.95 \times 1 + 2.0 \times 3.65 \times 1) = 15.63\text{t}$ ；

（3）洞体自重：

$$W_2 = 2.56 \times 1.0 \times 2.5 = 6.4\text{t}$$

（4）洞内水重：

$$W_3 = 1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1\text{t}$$

洞底基础以上荷载合计  $W = 15.63 + 6.4 = 23.03\text{t}$

涵洞底板位于粘土上，地基允许承载力  $[R] = 150\text{kpa}$ ，而计算基底应为：  
 $\sigma = 23.03\text{t} / (1.8\text{m}^2) = 12.79\text{t/m}^2 < 15\text{t/m}^2$ ，可见涵洞地基承载力满足设计要求。

## 6 机电及金属结构

### 6.1 电气

#### 6.1.1 工程概况

蒋河水库由均质土坝输水建筑物两大件组成。本次除险加固重建水塔，水塔共设 1 套闸门，闸门尺寸 1.0m×1.0m（宽×高），配 QL-200-SD 型单吊点螺杆启闭机（电机型号 Y132S-6，功率 3.0kw）1 套。

#### 6.1.2 除险加固方案

##### （1）配电工程

在启闭机房设 1 面动力配电柜（型号为 XL-21），供给水塔闸门启闭机、电动葫芦及照明管理用电，低压进线采用双电源切换开关，启闭机安装 1 面 PLC 控制柜，控制信号经无线网络传输至沈家河水库管理所。

电源由附近村庄引入。电缆型号为 YJV22-1-4x16。

##### （2）备用电源

设置 1 台 30kW 移动式柴油发电机做为闸门启闭机的备用电源。

#### 6.1.3 电气设计依据及原则

##### 6.1.3.1 设计依据和规范

- ① 《供配电系统设计规范》（GB50052—2009）；
- ② 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055—2011）；
- ③ 《低压配电设计规范》（GB50054—2011）；
- ④ 《建筑照明设计标准》（GB50034—2013）；
- ⑤ 《建筑物防雷设计规范》（GB50057—2010）；
- ⑥ 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T50062-2008）；
- ⑦ 《水利水电工程机电设计技术规范》（SL511—2011）；
- ⑧ 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065—2011）；
- ⑨ 《水利水电工程启闭机设计规范》（SL41-2011）；
- ⑩ 《电力系统设计技术规程》（DL/T5429—2009）；

⑪ 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB 50053-2013）。

### 6.1.3.2 设计原则

- (1) 结合本次除险加固新增内容进行设计；
- (2) 增加设备，宜选用新型节能高效产品；
- (3) 尽量利用已有设备；
- (4) 合理选择分配供电电源，减少线路损耗，降低运维成本，方便运行管理；

### 6.1.4 设计范围

- (1) 水塔供配电设计；
- (2) 水塔启闭机室照明设计；
- (3) 水塔启闭机室防雷与接地设计；

### 6.1.5 用电负荷

水库管理所与水塔均由农网分别架设低压线路供电，水库水塔的主要用电负荷见表 6.1-1。

表 6.1-1 水塔主要用电负荷表

序号	名称	形式	台数	负荷 (KW)	备注
1	水塔闸门	Y132M1-6	1	4	
2	照明及管理用电			2	
合计最大用电负荷				6	

#### (1) 负荷统计计算及供电电源复核

水塔最大用电负荷 6kW，供电系统满足水库用电要求。工程采用柴油发电机提供备用电源，进线柜采用双电源切换装置，当主电源失去供电时，切换至备用电源供电。

#### 6.1.5.1 电气主接线

##### (1) 0.4KV 电气主接线

水库 0.4KV 母线根据 10KV 母线接线型式采用单母线不分段接线方式。

#### 6.1.5.2 主要电气设备选择

控制柜选用 XL-21 控制柜。XL-21 控制柜电器元件的安装方式为梁式或板式；多用于终端配电，柜前操作，柜前检修；系统方案组合灵活、安装简便、通用性强，因此，本次设计选用 XL-21 型低压控制柜。

启闭机室设一个启闭机电控柜，启闭机电机采用软启动、工频运行方式，每台电控柜配置软启动器 1 台；一套开度仪，一套荷载传感器和两套限位开关。由于启闭机在闸门启闭过程中可能存在上部或下部被卡现象，为此在启闭机的主轴上安装荷重传感器。PLC 控制采用 1 控多方式，在启闭机房安装 PLC 控制柜 1 台。闸位开度信号和荷重信号均送入启闭机控制柜中的 PLC；开度仪输出的开关量信号经 PLC 设置有上、下极限位置、检修位置、预制位置等，开度信号和提升过程中 110%过载、下降过程中 10%欠载信号。输出的多路闸门开度开关量引入 PLC 控制回路，与安装在闸门的上、下限位开关配合使用，更可靠地实现闸门上、下限位位置的自动停机；输出的 110%过载及 10%欠载信号的常闭接入点引入常规控制回路，常开接入点引入 PLC 控制回路，作为闸门启闭机的机械保护，从而保证设备正常工作。启闭机控制柜中留有以太网接口，用以远程通信使用。

在控制柜电源进线处设浪涌保护器 (SPD)，对启闭机房内用电设备进行保护。

## (2) 电力电缆

电力电缆采用铜芯交联聚氯乙烯绝缘电力电缆，交联聚氯乙烯绝缘电力电缆具有重量轻、安装敷设容易、具有良好的耐热性，维护方便等优点。高压电缆型号为 YJV-8.7/15，低压电缆型号为 YJV-1。电缆的截面根据电缆的载流量和满足热稳定性及机械强度要求确定。

## (3) 备用电源

### ①备用发电机组发电机容量的确定

备用发电机组的标定容量为经大气修正以后的 12 小时标定容量，其容量应能满足紧急用电的计算总负荷，并按发电机容量能满足一级负荷中单台最大容量电动机启动的要求进行校验。一般选用三相无刷交流同步发电机，其标定输出电压为 400V。

### ②备用发电机组台数的确定

根据应急负载容量，一般只设置 1 台备用发电机组，也可以选用 2 台以上机组并联运行供电。

综合以上条件，备用电源采用 1 台常备容量 30KW 柴油发电机。

## (4) 短路保护电器

### 1) 低压电器选择

①按正常工作条件选择。即电器的额定频率、额定电压应分别与所在回路的频率、标称电压相适应；电器的额定电流不应小于所在回路的计算电流（对变压器回路，取变压器的额定电流；对电容器回路，取电容器额定电流的 1.35 倍）。

②按短路工作条件选择。对于可能通过短路电流的电器（如隔离开关、开关、熔断器开关、接触器等）应满足在短路条件下短时和峰值耐受电流的要求；对于断开短路电流的保护电器（如低压熔断器、低压断路器）应满足在短路条件下的分断能力要求；应采用接通和分断时安装处的预期短路电流验算电器在短路条件下的接通能力和分断能力，当短路点附近所接电动机额定电流之和超过短路电流 1% 时，应计入电动机反馈电流的影响。

③按使用环境条件选择，考虑电器使用环境是否为特殊环境，如多尘环境、化工腐蚀环境、高原地区、热带地区、爆炸和火灾危险环境等。

### 6.1.6 照明

根据电气照明的要求，在水塔启闭机室内外设有照明装置，电源引自照明配电箱。配电箱中留有备用回路，供汛期时观测水位加装室外照明回路使用。

### 6.1.7 防雷与接地

按规范《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008 中章节“民用建筑物防雷”规定，确定水塔启闭机室为三类防雷建筑物，利用溢洪启闭机室顶上装设环形避雷带保护输塔边缘，作为防直击雷保护，雷电流经引下线、接地装置引入地下。冲击接地电阻不大于 10 欧，引下线沿建筑物四周均匀或对称布置并不少于两根，其间距不大于 30m。

为保护人身安全，拉沙闸启闭机室中所有电气设备及金属管道均做接地处理，并与主接地网连接，接地电阻不大于 1 欧姆，接地应充分利用与地有可靠连接的各种金属构件、底板内钢筋及室内金属构件作为自然接地体，室外电气设备做接地处理，所有防雷、接地材料均做镀锌防腐处理。

### 6.1.8 继电保护设计

#### (1) 0.4 kV 进线

保护功能，包括电流速断保护、过电流保护、过负荷保护、零序电流保护、

低电压保护、过电压保护、非电量保护。

测量功能，电量采集记录显示功能，包括三相电压、三相电流、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因数、频率等参数的采集记录显示。

遥控、遥测、通信功能，具有完整的测控功能，要求不仅可实现现地测控功能，同时具有遥控、遥测输入/输出接点实现遥控、遥测功能；具有接入计算机监控系统的通信接口。

## (2) 启闭机

具备现地控制(手动/自动)闸门动作至任意开度，手动控制优先级最高。

具备闸门运行卡滞故障、失速故障、失控故障保护功能。

具备闸门下滑提升功能，可设制多个下滑报警点。

具备电机过流、过载、断相、欠压、短路保护等功能。

具备开度传感器损坏保护功能。

## 6.1.9 电气设备防火

所有穿越电缆孔洞的电缆，应在孔洞两侧各 2m 的区段上，涂刷防火涂料以防止窜燃。防火涂料的使用应按厂家说明书规定。

所有的电缆孔洞，包括盘柜下的孔洞，在电缆敷设完毕后，应进行封堵。堵料施工中，先要用有机堵料裹住电缆，以利电缆的更换和散热，然后在其周围塞满无机堵料，堵料的厚度不小于 10cm。对于较大的电缆孔洞，在满足以上施工要求下，孔洞的中间部位可用防火隔板配合使用。

## 6.1.10 电气设备清单表

表 6.1-2 工程主要电气设备表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
—	启闭机室				
1	低压配电柜	XL-21, 双电源进线	面	1	
2	30KW 移动发电车	柴油发电机常用容量 30KW	台	1	
3	检修插座箱	JXF	面	1	
4	电力电缆	YJV22-1-4x16	m	150	
5	电力电缆	YJV-1-4x10	m	10	
6	电力电缆	YJV-1-4x6	m	20	
7	电力电缆	YJV-1-5x4	m	20	



序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
8	电缆保护管	DN40 镀锌钢管	m	100	
9	电缆保护管	DN32 镀锌钢管	m	20	
10	接地扁钢	-50x5 镀锌钢带	m	50	
11	接地扁钢	-40x4 镀锌钢带	m	10	
12	避雷带	φ 10 镀锌圆钢	m	40	
13	接地极	G50 L=2.5 米	根	4	
14	照明灯具	含节能灯具, 电缆, PVC 穿线管	套	4	
15	应急照明	含蓄电池, 应急时间不小于 30min	套	1	
16	绝缘胶垫	绿色, 厚 6mm	m <sup>2</sup>	10	
17	防火材料	防火灰泥、密封胶、矿棉	kg	10	

## 6.2 金属结构

本工程金属结构主要为水塔闸门的启闭机。水塔共设 1 套闸门，闸门尺寸 1.0m×1.0m（宽×高）。

蒋河水库水塔进口设 1 扇闸门，闸门尺寸均为 1.0m×1.0m。水塔闸门底板高程 1544.0m，设计水头 4.6m，闸门采用平面铸铁闸门，配 QL-200-SD 型单吊点手电两用螺杆启闭机（电机型号 Y132S-6，功率 3.0kw）。

门体材料为 Q355C，主滚轮材料为 ZG310-570，主轮轴材料为 40Cr，侧滚轮材料为铸铁；侧止水采用 P45-A 型止水橡皮，底止水采用 I110-16 型止水橡胶；闸门的支承为简支式滚轮，兼做正、反向支承，为限制闸门的侧向移动，设置 4 个简支式侧轮。门槽采用矩形门槽，主轨为 Q355C 板材焊接件，反轨、门楣、底槛均为焊接构件。

### 6.2.1 闸门受力计算

(1) 水对闸门静压力  $P_s$

$$P_s = \gamma_s (2H_s - h') h' B_{zs} / 2$$

式中： $P_s$ —作用在闸门上的静水压力，KN；

$h'$ —从底槛到顶止水的距离，孔口高  $h = 1.0\text{m}$ ，孔口底缘至止水距离取 0.1m，即  $h' = 1.1\text{m}$ ；

$B_{zs}$ —闸门两侧止水间距，孔口宽  $B = 1.0\text{m}$ ，孔口边缘至止水距离取 0.1m，即

$$B_{zs} = 1.2\text{m};$$

$\gamma_s$ —水的容重, 取  $10 \text{ KN/m}^3$ ;

$H_s$ —闸前工作水头,  $H_s=4.6\text{m}$ ;

$$P_s = 41\text{KN}。$$

(2) 泥沙压力  $P_n$

$$P_n = \gamma_n h_n^2 \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2) B/2$$

式中:  $P_n$ —作用在闸门上的泥沙压力, KN;

$\gamma_n$ —泥沙的浮容重,  $\gamma_n = \gamma_d - (1-n)\gamma_s$ , 泥沙的干容重  $\gamma_d$  取  $10.96\text{KN/m}^3$ , 泥

沙的孔隙率  $n = \frac{e}{1+e}$ , 泥沙孔隙比  $e$  取 1.507, 则  $n = 0.601$ ,  $\gamma_n = 6.97\text{KN/m}^3$ 。

$h_n$ —泥沙淤积高度, 取 1.5m 或 0m;

$B$ —门上泥沙淤积宽度, 取 1.5m;

$\phi$ —淤沙的内摩擦角取  $8^\circ$ ;

经计算  $P_n = 6.2\text{KN}$ 。

(3) 上托力  $P_t$

$$P_t = \gamma_s \beta_t H_s D_1 B_{zs}$$

$P_t$ —上托力, KN;

$\beta_t$ —上托力系数, 计算闭门力时, 按闸门接近安全关闭时的条件考虑, 取  $\beta_t = 1.0$ 。

$D_1$ —闸门底止水至上游面板的距离, 取 0.2m;

$H_s$ —闭门工作水头,  $H_s=4.6\text{m}$ ;

$B_{zs}$  意义同前, 为 1.2m。

经计算  $P_t = 8.3\text{KN}$ 。

(4) 下吸力  $P_x$

$$P_x = p_s D_2 B_{zs}$$

$P_x$ —下吸力, KN;

$p_s$ —闸门底缘  $D_2$  部分的平均下吸强度, 一般按  $20\text{KN/m}^2$  计算;

$D_2$ —闸门底缘止水至主梁下翼缘的距离, 取  $0.2\text{m}$ ;

$$B_{zs} = 1.2\text{m}。$$

经计算  $P_x = 4.8\text{KN}$ 。

## 6.2.2 启闭力计算

闸门选用平面铸铁闸门, 闸门净孔尺寸为 1 孔  $1.0 \times 1.0\text{m}$ , 参照《水利水电工程钢闸门设计规范》SL74-2019, 闸门的启门力、闭门力计算如下:

$$(1) \text{ 闭门力 } F_w = n_T (T_{zd} + T_{zs}) - n_G \cdot G + P_t$$

$$(2) \text{ 启门力 } F_Q = n_T (T_{zd} + T_{zs}) + P_x + n'_G \cdot G + W_s$$

式中:  $F_w$ —闭门力, KN;

$F_Q$ —启门力, KN;

$n_T$ —摩擦阻力安全系数,  $n_T = 1.2$ ;

$n_G$ —计算闭门力时闸门自重修正系数, 取  $n_G = 0.9$ ;

$n'_G$ —计算持住力和启门力时闸门自重修正系数, 取  $n'_G = 1.1$ ;

$G$ —闸门自重, KN, 对潜孔式平面滑动闸门, 按下式初概算;

$$G = 0.22 K_1 K_2 K_3 A^{1.34} H_s^{0.63}$$

$K_1$ —闸门工作性质系数, 对工作门  $K_1 = 1.1$ ;

$K_2$ —孔口高宽比修正系数, 取  $1.0$ ;

$K_3$ —水头修正系数,  $H_s < 70\text{m}$  时取  $1.0$ ;

$A$ —孔口面积,  $\text{m}^2$ ;

$H_s$ —设计水头,  $H_s = 4.6\text{m}$ ;

$P_t$ —上托力, KN;

$P_x$ —下吸力；KN；

$T_{zd}$ —支承摩阻力，KN，对滑动支承摩阻力， $T_{zd} = f_2 P$ ；

$f_2$ —刚对铸铁滑动摩擦系数取 0.35；

$P$ —作用在闸门上的总水压力 $P_s$ 和泥沙压力 $P_n$ ；

$W_s$ —作用在闸门上的水柱压力， $W_s = 0\text{KN}$ ；

$T_{zs}$ —止水摩阻力，KN， $T_{zs} = f_3 P_{zs}$ ；

$f_3$ —橡皮滑动摩擦系数取 0.5；

$P_{zs}$ —作用在止水上的压力，KN， $P_{zs} = \gamma_s (2H_s - h')h'B_{zs} / 2$ ；

$h'$ —止水厚度取 0.05m。

代入公式计算得闸门的闭门力  $FW1=25.7\text{KN}$ ，启门力  $FQ1=23.7\text{KN}$ ；水塔工

作闸门启闭力计算表

表 6.2-1 闸门起门力、闭门力计算结果表 单位：KN

项目	闸门自重	上托力	下吸力	总水压力	泥沙压力	支承摩阻力	止水摩阻力	闭门力	启门力
启门力	0.63		4.8	41	6.2	14.2	1.4		24.1
闭门力	0.63	8.3		41	0	14.2	1.4	26.2	

本次闸门选用相同型号的单吊点手电两用螺杆式启闭机。型号为：QL-200-SD，配备电机型号：Y132S-6，功率 3.0kw，安装高程 1551.0m，在水塔启闭室内设置 1 台 30kw 柴油发电机做为闸门启闭机的备用电源。

### 6.2.3 启闭机螺杆

根据闸门与启闭机布置，螺杆长度为  $1551-1544.0-1.0+1.0=7\text{m}$ ，螺杆材料为 45 号碳素钢，直径 100mm。

(1) 螺杆受压时稳定性计算

① 螺杆柔度计算公式：
$$\lambda = \frac{4uL}{d_1}$$

公式中：L——螺杆受压计算的实际长度，取最大铰接段长度 700cm

u——长度换算系数，两支承之间按铰接考虑， $u=1.0$ ；

$d_1$ ——螺杆内径，（cm），10cm；

代入公式计算得柔度  $\lambda = 140.0$ 。

②当螺杆柔度  $\lambda > 100$  时，可用欧拉公式验证其稳定性，即闭门力

$$Q_{\text{闭}} \leq \frac{\pi^2 EJ}{n_a (uL)^2} = \frac{1626d_1^2}{n_a \lambda^2} \times 10^4 (\text{Kgf})$$

公式中： $n_a$ ——稳定安全裕度，取 2.3；

$E$ ——材料弹性模量， $E=2.1 \times 10^6 \text{Kgf/cm}^2$ ；

$d_1$ ——螺杆内径，（cm）；

$$J \text{——螺杆惯性距，} \quad J = \frac{\pi}{64} \times d_1^4 \quad (\text{cm}^4) ;$$

代入公式计算得允许闭门力为： $Q_{\text{闭}} \leq 90.27 \text{KN}$

闸门螺杆启闭机最大闭门力分别为  $26.2 \text{KN} < 90.27 \text{KN}$ ，可见启闭机配套螺杆直径满足受压时稳定性要求。

## （2）螺杆应力计算

螺杆启闭机起重螺杆工作时承受轴向作用力和由螺纹传动阻力引起的扭矩  $M_k$ ，由于启门力大于闭门力，强度计算以启门力为准。

### ①轴向力计算

$$Q_{\text{轴}} = Q_{\text{启}} + G + F (\text{Kgf})$$

公式中： $Q_{\text{启}}$ ——启门力，2370（kgf）；

$G$ ——连杆、滑块等活动部件的重量（Kgf），

$F$ ——连杆在导轴承内的运动阻力（Kgf），

### ②扭转力矩

螺杆承受的扭转力矩，按下式计算：

$$M_k = Q_{\text{轴}} \text{tg}(\alpha + \rho) \frac{d_2}{2} \quad (\text{kgf.cm})$$

公式中： $d_2$ ——螺纹中径， $d_2 = d - 0.5t$ ；

$$\alpha \text{——螺纹升角，} \quad \alpha = \text{tg}^{-1} \frac{t}{\pi d_2}, \quad \alpha = 4.0 \text{度};$$

$\rho$ ——螺纹当量摩擦角,  $\rho = \text{tg}^{-1} \frac{f}{\cos \beta/2}$ ,  $\rho = 15.5$  度;

$t$ ——螺距 (cm), 取  $t=2\text{cm}$ ;

$f$ ——螺杆与螺母的滑动摩擦系数, 取 0.12;

$\beta$ ——螺纹剖面角, 矩形螺纹  $\beta=0$ , 梯形螺纹  $\beta=30$ ; 取  $\beta=30$ ;

### ③螺杆轴向应力

$$\sigma = \frac{Q_{\text{轴}}}{F} = \frac{Q_{\text{轴}}}{0.785d_1^2} \quad (\text{kgf/cm}^2), \quad d_1 \text{——螺杆内径 (cm)};$$

### ④螺杆扭转剪切应力

$$\tau = \frac{M_k}{0.2d_1^3} \quad (\text{kgf/cm}^2);$$

$$\text{螺杆合成应力: } \sigma_{\text{合}} = \sqrt{\sigma_{\text{轴}}^2 + 3\tau^2} \quad (\text{kgf/cm}^2)$$

代入公式计算得:  $\sigma_{\text{合}} = 120.69 \text{ (kgf/cm}^2) \leq [\sigma_p] = 1260 \text{ (kgf/cm}^2)$ ;

$\tau = 51.25 \text{ (kgf/cm}^2) \leq [\tau] = 820 \text{ (kgf/cm}^2)$ ;

结论: 螺杆直径拟定为 10cm 时, 受压稳定性能, 材料强度均满足设计要求, 螺杆直径由螺杆受压稳定性能决定。

## 6.2.4 启闭设备及控制要求

启闭机装有荷载限制器, 具有动态显示荷载、报警和自动切断电路功能。当荷载达到 90% 额定荷载时报警, 达到 110% 额定荷载时自动切断电路, 以确保设备运行安全。当荷载出现负压时, 也能自动切断电路, 以确保不出现顶翻闸顶和压弯螺杆的现象发生。启闭机上还装有主令控制器, 控制闸门提升的上、下限位置, 起辅助保护作用, 与上下极限限位开关一起, 对启闭机上下极限位置实现双重保护。启闭机上还装有开度指示器, 可以实时测量闸门所处的位置开度。

## 6.2.5 金属结构设备工程量

金属结构主要内容包括: 水塔闸门及启闭机, 共安装单吊点板铸铁闸门 1 套, 螺杆式启闭机 1 套。金属结构工程量见表 6.2-2。

表 6.2-2 金属结构工程量

工程部位	孔口尺寸	闸门型式	闸门数量(个)	启闭机			配备电机		
	宽×高-水头(m)			型式	型号	数量(个)	型号	功率(KW)	数量(个)
水塔闸门	1.0×1.0-4.5	单吊点平面铸铁闸门	1	固定螺杆式启闭机	QL-200-SD	1	Y132S-6	3.0	1
合计			2			1		3	1

### 6.2.6 防腐涂装设计

水塔闸门采用下游面板封水，直接和库内水接触的部位是闸门迎水面、闸槽预埋件、螺栓部件和闸门连接的下部螺杆等。上述水下工作和需经常拆卸的紧固件等，材质均为 Q345C 复合不锈钢板（Q345C+2205）。

启闭机、闸门背水面、上部螺杆等按水上设备配置 3 层涂料防护，由内向外分别为环氧富锌底漆、环氧云铁防锈漆和氯化橡胶面漆，主要控制指标如下表。

表 6.2-3 涂层主要控制指标表

涂层系统	涂料牌号及名称	涂层道数	漆膜总厚度 (μm)
底 层	喷锌	2	30
中 间 层	环氧云铁防锈漆	1	40
面 层	环氧面漆	2	80

### 6.2.7 运输、安装、检修、操作

#### (1) 运输

为了便于运输，尽量缩短起重螺杆长度，可把螺杆分几段制造，即有利于生产制造，又解决了螺杆过长，不便运输的问题。

#### (2) 安装、检修

在设计过程中，充分考虑了安装、拆卸和检修问题。

①首先，为了解决拆卸检修工作中，螺栓部件锈蚀的问题，设计中水下工作和需经常拆卸的紧固件采用了复合不锈钢材料。

②为了解决滑道运行过程中，滑道和止水橡皮磨损后的维修问题，设计时，在滑道底座下面增设 10mm 厚垫板，当发生磨损，只需更换垫板，即省工方便，又造价低廉。

③检修平台，同时作为螺杆支撑的支座地基，一方面省工且支撑可靠，当遇特殊情况下，增强螺杆的稳定性。

④为了便于安装调整，侧轨采用分体式，侧轨附板安装时焊接，通过调整侧轨附板，达到所需侧轨与闸门侧支撑间隙，安装方便。

#### 操作

①为了便于操作，要求启闭机具有手电两用操作功能。在电动操作过程中，配置数字式电子高度计，实现在启闭机房中远距离操作，闸门升程高度显示屏幕数字显示，误差以毫米计，调整后不大于 $\pm 2\text{mm}$ 。

#### ②操作安全

为了确保操作安全，配置手电互锁装置，手动时实现可靠切断电源，确保操作安全。

#### 电力、电气安全

①生产厂家配置的动力电柜及线路设计，应具有短路保护、过流保护、失压保护、零位保护、缺相保护、限位保护、过载保护、主隔离开关以及断开总电源的紧急开关。启闭机总电源开合状态在操作室内应有明显信号指示，其故障信号和报警信号应设置在人员视力和听力可及的位置。

#### ②导线

启闭机导线必须采用铜芯多股导线，橡皮绝缘或塑料绝缘。

#### ③接地

启闭机所有电气设备、正常不带电的金属外壳、金属线管、电缆金属外皮、安全照明变压器低压侧一端等均需可靠接地。

### 6.2.8 冰泵及阀件选型设计及运行要求

#### 1、破冰泵选型

为了保证水塔冬季安全运行，本次拟在水塔两侧各设一套破冰泵，流量为 $10\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程大于 $20\text{m}$ ，本次选定型号为175QJ10-30/2，电机功率为 $3\text{KW}$ 。破冰泵技术参数见表6.2-4。

表 6.2-4 破冰泵技术参数表

设计流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )		10
总扬程 (m)		>20
破冰泵	型号	175QJ10-30/2 潜水泵
	单机流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	10



扬程 (m)	20
购买台数	2
运行台数	2
电机功率 (kw)	3.0
额定电流 (A)	7.8
配套电缆规格 (铜芯 mm <sup>2</sup> )	3×2.5

## 2、破冰泵运行要求

- (1) 破冰泵主要用于冬季破冰，运行时开 1 小时，停 1 小时。
- (2) 使用前应检查潜水泵的机壳是否有裂纹，若有裂纹则不能使用。
- (3) 使用前应检查潜水泵的放气孔、放水孔、放油孔和电缆接头处的封口是否松动，如有松动必须旋紧。
- (4) 使用前应检查潜水泵的绝缘电阻。用 500V 绝缘电阻表检测，其绝缘电阻不应小于 5m $\Omega$ ，若低于此值，应打开放水、放气孔，烘干或晒干后再使用。
- (5) 起动前校正电源正负极，以免水泵倒转，不出水。
- (6) 开机前对供电线路、开关进行全面检查，并在地面通电空转 3~5min，若运转正常，再放入水中投入使用。
- (7) 破冰泵放入水中或提出水面时，必须拉住耳环上的绳子，绝对不能拉电缆线，否则会造成电缆线损坏。
- (8) 破冰泵的潜水深度一般为 0.5~3m，并应垂直吊起，不能横卧，更不能陷入泥沙中。
- (9) 破冰泵不宜脱水运转，防止电源露出水面。
- (10) 破冰泵在工作中应有专人看管，发现异常时，应立即断电并进行检查。
- (11) 破冰泵不宜过于频繁地“开”、“停”，停机后应间隔 3~5min 再起动。
- (12) 破冰泵内部进水，就会造成电动机短路烧坏，因此每次使用前，都必须对破冰泵的各种密封件进行检查，发现松动要及时拧紧，若密封件损坏，应及时更换新件。破冰泵每工作 50h 以后，应将其提出地面，对密封件进行检查，以确保使用安全。
- (13) 破冰泵使用一年后，应对其进行锈蚀情况检查，除去铁锈，并涂一层防锈漆，加以保护。

(14) 破冰泵每使用两年后，应进行全面检查，拆开所有的部件，进行检查、清洗、润滑后，重新装配。

(15) 破冰泵长期不用时，不用浸在水中，应将其提到地面，擦干水渍，吊放于水塔启闭机室内。

### 6.2.9 采暖通风与空调设计

#### (1) 采暖设计

本次除险加固维持原有管理设施，现状管理所已配有采暖设施，符合规范要求。本次不对采暖设施进行改造，维持现状即可。

#### (2) 通风设计

水塔启闭机室、管理所建筑面积较小，建筑高度小于 4.0m，现状利用门窗自然通风，符合规范要求。

#### (3) 空调设计

水塔启闭机室、管理所根据规范要求，不需设置专门的空气调节。

## 7 施工组织设计

### 7.1 施工条件

#### 7.1.1 自然条件

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 8.0℃，年最高气温为 34.6℃，最低气温为-28.1℃。该区以东南风为主，多年平均风速为 2.9m/s，多年最大风速为 15m/s。年最大冻土深度为 1.21m。

#### 7.1.2 工程条件

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址左岸有省道通过，左岸有 10KV 输电线路，交通、用电相对便利。工程区地势开阔，便于施工场地布置。施工用石子、砂子及块石从头营镇张崖料场拉运，运距 30km；水泥从中宁拉运，运距 170km，钢材从固原拉运，运距 30km，木材从固原拉运，运距 30km。

#### 7.1.3 供电、供水条件

工程用电负荷较小，施工期用电负荷主要包括：砼拌合机，震捣器以及坝面照明等项，预计用电高峰 50kW，施工期间用 380 伏动力供电线路。

施工用电结合水库管理所及水塔永久用电设施进行布置，现状坝址下游蒋河水厂内变压器容量为 200KVA，可以就近利用。

施工用水从清水河取水，施工生活区布置在下游村庄处，生活用水使用附近村庄自来水。

### 7.2 天然建筑材料

#### 7.2.1 块石料、粗细骨料

块石料、粗骨料及砂料场为同一料场，均为头营张崖料场，距离蒋河水库 30km

处。有公路可达，交通便利，料场地集中，已经开采。

该料场的质量指标能够满足《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》（SL 251--2000）的要求，可以使用。

### 7.2.2 施工用水

施工用水可就近采用清水河常流水，其 $[\text{SO}_4^{2-}]$ 含量 $87.1\text{mg/L}$ ，小于拌和与养护混凝土用水指标要求的小于 $2700\text{mg/L}$ 的要求。

## 7.3 施工导流

### 7.3.1 施工导流标准

#### 7.3.1.1 导流建筑物的级别

蒋河水库所在沟道有常流水，施工时需进行导流。依据《水利水电工程施工组织设计规范》(SL303-2004)规定，需根据导流建筑物的保护对象、失事后果、使用年限和工程规模等指标，划分导流建筑物的级别，蒋河水库为小（1）型水库，永久性主要建筑物按其重要性为IV等4级，次要建筑物及临时建筑物按IV等5级设计。且本次围堰高度小于 $15\text{m}$ ，综合以上，本工程导流建筑物级别为5级。

#### 7.3.1.2 导流建筑物的洪水标准

现状有围堰，围堰顶高程 $1550.0\text{m}$ ，堰顶宽 $4\text{m}$ ，前后均为 $1:20$ ，经复核可满足设计洪水，围堰使用完毕后应拆除，土料摊铺、晾晒后用于下游坝坡填筑。

## 7.4 主体工程施工

### 7.4.1 坝坡砌护

上游迎水面采用预制砼板护坡。对上游破坏严重的或进行拆除重新砌护，护坡采用预制砼板，下设 $40\text{cm}$ 砂砾石垫层。

### 7.4.2 输泄水建筑物维修施工

#### 7.4.2.1 土石方开挖及回填

采取自下而上逐层填筑，按设计和规范要求分层填筑。开挖弃渣运至下游指定弃渣场堆放。

本次延长的输水涵洞两侧回填土的压实度与大坝填筑要求相同，所填筑土料层厚控制在 $30\text{cm}$ 左右，用振动碾碾压的参数、行车遍数等也都经试验确定。当振

动碾碾下不到的地方，则补与人工蛙式打夯机来处理或人工打夯处理。

#### 7.4.2.2 混凝土施工

砼的施工分块按照施工部位的具体要求进行。

砼工程施工技术要点：

##### (1) 原材料的控制

① 水泥：由于本工程输（泄）水建筑物混凝土用量不大，本项目水泥采用袋装水泥。

② 粗细骨料：砼骨料按监理工程师批准的料源进行生产，对含有活性成分的骨料必须进行专门试验论证，并经监理工程师批准后，方可使用。

本工程根据设计要求及工程部位不同，要求粗骨料的粒径不超过钢筋最小净间距的 2/3 及构件断面最小边长的 1/4，素砼厚 1/2，对少筋或无筋结构，选用较大的粗骨料粒径。采用连续级配或间断级配，由试验确定，并经监理工程师同意，如采用间断级配注意砼运输中骨料的分离问题。

对骨料的质量检查根据本项目实际情况要求：粗骨料的针片状颗粒含量不大于 15%，其各级骨料超逊径含量必须控制在以原孔筛检验时超径量不小于 5%，逊径量不小于 10%，而以超逊径检验时，超径为零，逊径量不小于 2%。对含有活性骨料、黄锈等的粗骨料必须进行专门试验论证后，才能使用，确保进场材料合格。料场要做好底面的硬化工作，同时使用过程中要注意底部留有余留层，以防将底部土掺入料中。

细骨料其质量技术要求满足：细度模数 2.0-3.0，质地应坚硬，清洁，级配良好；活性杂质含量不高于规范规定；含泥量低 < 3%；使用山砂、特细砂和有活性骨料的砂料时，必须进行专门试验论证。

中、小石子和砂隔离存放，严禁相互混杂和混入泥土。使用中尽量按工期及进货计划供料使用，防止骨料裸露时间过长而含有超量粉尘物而影响质量。

骨料的质量技术要求应符合相关规范及标准的有关规定。

③ 外加剂：水工砼中掺用的外加剂主要包括减水剂、加气剂、缓凝剂、速凝剂和早强剂等，根据设计要求及具体的气温情况，本着有利于工程质量和改变砼有关性能的原则选择使用，经监理工程师批准后严格按有关规定购置及使用。同时，对掺用外加剂的砼必须根据规定做好试验工作，并将结果报监理人审批。

## (2) 配合比的试验、设计及调整

该工程所有部位的砼，根据设计要求和选定的水泥及砂石料厂家及水源和外加剂等，及早取样送交有试验资质的，经监理工程师同意的试验部门做出各种配比设计。

工地试验室根据确定的配合比材料用量，严格检查及控制各计量系统，同时根据天气情况及时检测砂、石等的含水量，为调整配合比提供准确数据。

试验确定的配比及实际施工中因地材含水率予以调整的配合比，均需监理工程师审核签证以后才能使用，根据确定的配合比，试验及质检人员要随时监控水灰比并检测砼的坍落度。

## (3) 砼计量拌和

计量是否准确，拌和是否充分，是确保砼拌和物质量的关键。本工程砼采用 500 型砼拌合机拌和，粗细骨料由电子计量配料装置配料，水泥由自动称量按配比用量投放，拌和时采用一次投料法，拌和时间严格按规范要求执行。

骨料及水的计量经常进行检查、核实，为满足水泥计量准确的要求，每盘水泥用量尽量以整袋为准，以防不足袋投放出现较大偏差，水泥误差控制不大于 1%，砂石骨料不大于 2%，水和外加剂不大于 1%。

(4) 砼输送泵出口配漏斗、串桶，避免砼骨料离析；由下而上分层浇筑，每层浇筑厚度控制在 30cm。

(5) 各施工段砼浇筑时，均匀布置振捣人员，每人作业面长 4m 左右，保持全施工段砼浇筑均衡上升。

(6) 砼振捣密实，不漏振、不过振、特别于对穿墙套管、壁柱和交叉部位等重点部位，要由有经验的技工重点振捣。

(7) 施工缝处理，首先将旧砼表面凿毛，清理干净，砼浇筑前，刷一道水泥浆，铺一层同配比的砂浆，再浇筑砼。

(8) 为保证施工质量，细致分工，责任到人，奖罚分明，并做好各种现场记录和交接班手续。

(9) 砼浇筑 24 小时后，开始洒水养护，到一定强度后才可拆模。

### 7.4.3 其他建筑施工

其他建筑物施工主要包括上坝道路等施工，施工简单，结合主体工程施工时

一并施工。

## 7.5 施工交通

### 7.5.1 对外交通

坝址距固原市区 22.6km，坝址处有公路通过，公路满足本工程外来运输要求，对外交通较方便。

### 7.5.2 对内交通

水库施工场内交通根据坝区及其料场运输布置，一般两岸有条件布置多线上坝道路，自卸汽车上坝道路采取上、下游两侧岸坡式布置。上坝道路宽 5m，铺 4m 宽 15cm 厚砂砾层，最大允许纵坡 6~8%，最小平曲线半径 30m，最小能见距离 100m。

施工进场道路尽可能利用已有道路和水库进场道路，在此基础上，仍不能满足施工要求的布置临时施工道路。取土场至公路的临时施工道路由于坝体填筑高峰期，施工车辆多，交通压力大，设计采用路面宽 7m 双向双车道，路面铺设 6m 宽 15 cm 厚砂砾层。其余临时道路按照路宽 5m，铺 4m 宽 15cm 厚砂砾层确定。

## 7.6 施工总体布置

### 7.6.1 施工用电

施工用电结合永久用电设施进行布置，利用坝址附近村庄永久供电解决。

### 7.6.2 施工用风

本工程施工用风主要是岩石开挖时风钻打孔所用的压缩空气，压缩机选用 1 台 10m<sup>3</sup>/min 的空压机专门为工作面供应压缩空气。

### 7.6.3 施工供水

施工供水包括工地施工用水、生活用水和消防用水。在施工区附近有地表水的情况下，施工及消防用水主要采用地表水，生活用水为地下水。在各主要施工点设 30m<sup>3</sup> 的钢板水箱存蓄水。

### 7.6.4 施工通信

施工去分区场内和场外通信，外部通讯通过手机作为通信工具，并通过当地电信部门申请安装固定电话。对内购置手持对讲机进行对话，满足施工期间的各施工点的生产指挥、调度及流动用户的需要。

## 7.6.5 施工总布置

### 7.6.5.1 施工总布置原则

施工总布置应尽量利用已有的工程设施，新建临时工程要因地制宜，经济合理，安全可靠，有利生产，方便生活与管理，妥善处理施工进场内外关系，少占耕地。

### 7.6.5.2 施工总布置条件

本工程施工区交通、供电系统发达，为工程施工提供了优越的条件。工程点集中，施工场地开阔，施工布置条件较好。

### 7.6.5.3 施工分区规划

本工程属于枢纽工程，布置集中。考虑工程规模不大，为了便于协调各部位施工，整个蒋河水库划分为一个施工分区。

### 7.6.5.4 布置方案

水库施工采用集中布置方案，遵循以下布置原则：

- ① 对外运输的汽车基地布置在施工现场的入口附近；
- ② 工地的一般器材仓库靠近汽车基地布置，而油库和其它危险品仓库（如炸药库）则单独布置，并用线路和汽车基地相连；
- ③ 砼拌和站布置在接近水塔的地区，水泥仓库、骨料仓库、钢筋加工厂、模板加工厂、钢筋砼预制构件厂等，在场地宽敞时，靠近砼工厂布置；
- ④ 现场只考虑大型机械的日常维修和小型机械设备的修配，大型机械的大修一般在固原市专用修理厂修理；
- ⑤ 压缩空气站、修铸厂等分散分布在石方开挖段附近，考虑爆破的安全距离；
- ⑥ 低压变电所布置在电能需要量集中的地点，如砼系统、机械修配厂附近；
- ⑦ 料堆、堆场不得占用永久建筑物和其它临时建筑物的施工场地，避免造面物资多次运转。

## 7.7 施工总进度

### 7.7.1 施工进度安排原则

结合本工程特点，编制施工总进度遵循下列原则：

- (1) 遵守基本建设程序；



- (2) 采用国内平均先进施工水平合理安排工期；
- (3) 人力、物资和资金等资源尽可能均衡分配；
- (4) 单项工程施工进度与施工总进度相互协调，各项施工程序前后兼顾、衔接合理、干扰少、施工均衡。

### 7.7.2 施工进度计划

工程计划 6 个月完成。

## 7.8 施工质量及安全保障措施

### 7.8.1 施工质量保障措施

1、施工图审查、技术交底：在施工前监理单位组织施工、设计、地质等单位进行施工图审查。主要由施工单位针对设计图纸提出疑问，由设计单位进行答复，其次是设计单位向施工单位对工程设计意图、工程设计关键部位及注意事项向施工单位进行交底。

2、旁站监理制度：在关键施工工序上，应该由监理单位指派旁站监理到场，监督工程施工全过程，并如实记录。施工过程中如发现不复核设计、施工规范或者影响安全时，有权勒令施工单位停工整改，待整改后具备施工条件时，由监理单位发开工令，方可施工。

3、工序控制制度：施工单位每完成一道工序，进行下到工序前，均应通知监理单位，待监理人员现场确认，并具备下道施工工序条件时方可施工。对于重要隐蔽工程应该由监理单位组织设计、地质、建设单位进行联合验收。

4、联合检查制度：由建设单位定期组织监理、设计单位、施工单位等有关部门进行工地现场检查，并现场取样，抽查工程施工质量。

5、第三方检测：业主委托有资质的单位对工程质量进行检测。

6、其他：施工单位应严格执行有关技术标准和规范，制定统一的质量监督检查实施细则；做好施工记录和隐蔽工程记录，认真填写质检表，坚持阶段验收签证；技术人员包段跟班，对各个工序及操作规程，质量标准要向操作人员书面交底，随时监督检查。

### 7.8.2 安全注意事项

施工中要贯彻“安全第一，预防为主；全员动手，综合治理；改善环境，保护

健康；科学管理，持续发展”的方针，树立“以人为本”的理念，最大限度地不发生安全事故、不损害人身健康、不破坏环境。

(1) 在施工过程中应仔细详尽地理解有关设计说明与要求，未尽事项严格按照现行有效的规程规范执行，严格落实安全设计与主体工程“三同时”的要求。施工中严格执行《水利水电工程施工组织设计规范》（SL 303-2017）、《土石坝施工组织设计规范》（SL648-2013）、《水利水电工程施工通用安全技术规程》（SL 398-2007）、《水利水电工程土建施工安全技术规程》（SL 399-2007）、《水利水电工程施工作业人员安全操作规程》（SL 401-2007）等有关操作规定。

(2) 健全安全生产组织机构，落实各级人员岗位职责，加强安全教育和培训制度，加强安全检查，对危险性较大的项目实行安全技术方案的编制审批制度，建立健全高效灵敏的安全管理信息系统，向职工发放安全防护手册。

(3) 需重视施工现场布置、施工用电、消防、照明、交通等方面的各种安全问题，落实防范措施。

(4) 夏季施工做好防暑降温工作；雨季施工做好防触电、防雷击、防坍塌及防台风工作，做好防洪度汛；冬季施工做好防风、防火、防滑、防冻、防煤气中毒的工作。

(5) 生活区、洞外生产区除一律设置围墙或安全防护网外，在危险区一律设置安全标识和警示牌，包括交通标志、限速标示及限速装置等。在工程区设置各种危险标识，可使用标识牌、带色彩的灯等。

### 7.8.3 安全措施

①严格执行《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国建筑法》、《建设工程安全生产管理条例》、《建设工程施工安全技术操作规程》，对施工人员必须加强安全教育及培训，制定制度，加强安全检查。

②岸坡削坡、涵洞开挖及砌护时应随时监视险情，防止发生意外。

③汛期施工，应按照防汛预案做好防洪物资、报汛联系、夜间照明等准备工作。

④脚手架必须经常检查，维修和加固。操作人员必须使用安全带，配戴安全帽，材料不得自高空随手扔下。脚手架周围应布设安全网，身体不适或有病人员不得上架。大风或夜间停电，灯光暗淡时应停止工作。

- ⑤严格按设计的有关规范削坡、清基，以保证施工安全。
- ⑥加强安全生产教育，设专职安全员。
- ⑦确保施工道路畅通，做好施工现场管理。
- ⑧工程设置警示牌，禁止无关人员进入现场，以防不安全事故发生。

## 8 建设征地与移民安置

### 8.1 概述

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬 $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里，是一座小（1）型水利工程。工程等别为IV等，主要建筑物（土坝、输泄水建筑物）为IV等 4 级，次要建筑物及临时建筑物为IV等 5 级。设计洪水标准为 10 年，校核洪水标准为 50 年。现状总库容 107.89 万  $m^3$ 。

根据《水利水电工程建设农村移民安置规划设计规范》（SL440—2009）和《水利水电工程建设征地移民实物调查规范》（SL442—2009）等有关法律法规和规程规范，在此基础上编制了工程建设征地移民安置规划设计内容。

本工程不涉及淹没占地和移民安置。经统计本工程无永久征地，施工临时占地 3 亩，为旱耕地。施工临时占地主要包括：施工生产生活区、取土场、土料场等占地。

### 8.2 工程占地处理范围

本次设计不涉及淹没占地、工程永久占地和移民搬迁安置，仅涉及临时占地。

临时占地处理范围：水库两坝肩施工区、施工临时道路、临时堆土场、施工材料堆放加工区域和施工生活区等。

### 8.3 工程征（占）地实物

#### 8.3.1 实物指标调查内容及方法

##### 8.3.1.1 调查工作过程

调查以实测地形图（1:1000）、水库的工程设计图（1:1000）为依据，按地类和村、乡镇划分进行量算，并以实地调查进行校核、调整和细化。

资料年限：固原市原州区社会经济统计资料年限采用 2020 年。

工程占地调查方法：以行政村为单位，根据设计图纸计算占地面积，结合现场实地调查，确定土地类型和土地权属。土地分土地分耕地、林地、草地、商服

用地、住宅用地及交通运输用地等共六类，面积一律按水平投影面积计算，以标准亩计量。

### 8.3.1.2 调查内容

本工程实物调查包括水库淹没区、枢纽工程建设区、及工程管理占地等，调查内容参考《水利水电工程建设征地移民设计规范》（SL290-2009）。

针对本工程的实际情况，工程建设征地主要涉及农村和专业项目两部分，不涉及集镇、城镇、工业企业。农村部分主要包括行政村和自然村。

农村淹没调查内容主要包括人口、房屋及附属建筑物、土地、零星果木和杂木、农副业设施、小型水利设施、坟地等。工程占地根据设计图纸计算占地面积，结合现场实地调查，确定土地类型和土地权属。

专业项目包括铁路、交通、电力、电信、广播电视、水利水电、军事等设施，文物古迹、风景名胜、自然保护区、水文站、矿产资源、测量标志等。

### 8.3.1.3 调查方法

实物指标调查按地类界和乡镇划分进行量算，以行政村（组）为单位，参照土地利用现状分类标准（GB/T 21010-2007）对土地进行分类，并以实地调查进行校核、调整和细化，面积一律按水平投影面积计算，以标准亩计量。

### 8.3.2 施工临时占地

经调查，本工程临时性占地 3.0 亩，全部为旱耕地。其中：主体工程区占地 1.0 亩，临时堆土场占地 0.5 亩，施工生产生活区占地 1.5 亩。

## 8.4 农村移民安置

本工程不涉及移民安置。

## 8.5 补偿投资概算

### 8.5.1 编制依据和原则

#### 8.5.1.1 编制依据

建设征地移民投资概算编制主要依据国家和自治区有关法律法规、政策以及规程规范、实物指标调查成果等。

(1) 《中华人民共和国土地管理法》；

- (2) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》；
- (3) 《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》；
- (4) 《宁夏回族自治区土地管理实施条例》；
- (5) 《中华人民共和国耕地占用税法》（2019年9月1日）
- (6) 《宁夏回族自治区耕地占用税适用税额等有关事项的决定》（2019年9月1日）；
- (7) 财政部、国家林业局印发的《关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》（财税〔2015〕122号）；
- (8) 自治区人民政府关于公布自治区征收农用地地区片综合地价的通知（宁政规发【2020】8号-）
- (9) 《水利水电工程建设征地移民设计规范》（SL290-2009）；
- (10) 原州区人民政府相关政策文件；

#### 8.5.1.2 编制原则

(1) 建设征地移民投资概算以调查的实物和移民安置规划成果为基础，按国务院颁布的有关法规和地方政府的有关规定计算；

(2) 对无规定的，可根据征地区实际，参考自治区内已建、在建水利工程执行标准，实事求是的合理确定；

(3) 既考虑国家的承受能力，又考虑征地的实际难度和需要，妥善处理好国家、集体、个人以及中央与地方、部门与部门之间的关系，贯彻国家提倡和支持的开发性移民的方针，采取“前期补偿、补助，后期扶持”的办法；

(4) 对所有权属于个人的财产项目，应尽可能以受影响实物为依据编制补偿投资概算；

(5) 投资概算依据宁水计发【2016】10号文〔宁夏水利工程设计概（估）算编制规定〕及宁夏回族自治区水利厅关于印发《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知宁水办发【2017】32号文进行编制，主要材料及设备价格采用2022年第四季度市场价格。

#### 8.5.2 补偿项目构成

针对本工程特点，建设征地移民补偿投资概算项目包括：

- (1) 农村部分补偿费，主要为征地补偿补助、房屋及附属建筑物、居民点基

基础设施建设、农副业设施、小型水利水电设施、其他补偿等；

- (2) 其它费用；
- (3) 预备费；
- (4) 有关税费等。

### 8.5.3 补偿单价编制方法

#### 8.5.3.1 土地补偿单价

根据自治区人民政府《关于公布自治区征收农用地片区综合地价的通知》（宁政规发【2020】8号）执行。

旱耕地征收不低于所在片区综合地价的0.6倍，旱耕地补偿费为16800元/亩。

#### 8.5.3.2 临时占地补偿标准

临时占地补偿标准为：根据施工组织设计，考虑实际施工工期并考虑一年的复垦及恢复期，本阶段工期按3年考虑，另外考虑一年的复垦及恢复期后，临时占用旱耕地地须按1年产值补偿，为1680元/亩。

### 8.5.4 费用构成

本工程建设征地移民安置补偿费用由补偿补助费、工程建设费、其他费用、预备费、有关税费等构成。

#### 8.5.4.1 补偿补助费

补偿费包括征收土地补偿和安置补助、征用土地补偿、房屋及附属建筑物补偿费、房屋装修补偿、耕地青苗补偿费、林地园地林木补偿、小型水利水电设施补偿费、工商企业补偿费、文化教育和医疗卫生等事业单位迁建补偿费、搬迁补助费等。

#### 8.5.4.2 其他费用

包括前期工作费、勘测设计科研费、实施管理费、监督评估费、咨询服务费等费用。

前期工作费：为前期工作所发生的各种费用，取征用土地补偿费用的2.5%。

勘测设计科研费：为初步设计和技施设计阶段征地移民设计工作所需要的勘测设计科研费用，取征用土地补偿费用的3%。

实施管理费：包括地方移民机构和业主的经常性管理费用，取征用土地补偿费用的3.0%。

技术培训费：用于农村移民生产技能、移民干部管理水平的培训所发生的费用，取征用土地补偿费用的 0.5%。

监督评估费：实施移民监督评估所需费用，取征用土地补偿费用的 1.5%。

咨询服务费：取征用土地补偿费用的 0.2%。

#### 8.5.4.3 预备费

基本预备费，指在建设征地移民安置设计既补偿费用概算内难以预料的项目费用，初步设计阶段为 10%。

#### 8.5.4.4 有关税费

主要包括耕地占用税、耕地开垦费及森林植被恢复费。

耕地占用税标准：根据《中华人民共和国耕地占用税法》（2019 年 9 月 1 日）第七条规定，铁路线路、公路线路、飞机场跑道、停机坪、港口、航道、水利工程占用耕地，减按 8 元/m<sup>2</sup>的税额征收耕地占用税，即 5336 元/亩。

耕地开垦费：根据关于印发《工业用地出让最低价和耕地开垦费征收标准确定暂行办法》的通知（宁国土资发[2015]204 号）中的有关规定：占用基本农田保护区以内的耕地，耕地开垦费标准为水浇地 15 元/平方米，即 10000 元/亩；旱耕地 6 元/平方米，即 4000 元/亩；占用基本农田保护区以外耕地的，耕地开垦费标准为水浇地 10 元/平方米，即 6667 元/亩；旱耕地 4 元/平方米，即 2668 元/亩。

森林植被恢复费：根据《关于调整森林植被恢复费征收标准引导节约集约利用林地的通知》（财税[2015]122 号）的有关规定，具体征收标准如下：

（一）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，每平方米不低于 10 元；灌木林地、疏林地、未成林造林地，每平方米不低于 6 元；宜林地，每平方米不低于 3 元。

各省、自治区、直辖市财政、林业主管部门在上述下限标准基础上，结合本地实际情况，制定本省、自治区、直辖市具体征收标准。

（二）国家和省级公益林林地，按照第（一）款规定征收标准 2 倍征收。

（三）城市规划区的林地，按照第（一）、（二）款规定征收标准 2 倍征收。

（四）城市规划区外的林地，按占用征收林地建设项目性质实行不同征收标准。属于公共基础设施、公共事业和国防建设项目的，按照第（一）、（二）款规定征收标准征收；属于经营性建设项目的，按照第（一）、（二）款规定征收



标准 2 倍征收。

工程占地区有林地森林植被恢复费乔木林地、苗圃地每平方米不低于 10 元；灌木林地、疏林地、未成林造林地，每平方米不低于 6 元；宜林地，每平方米不低于 3 元。

## 9 环境保护设计

### 9.1 设计依据及标准

#### 9.1.1 编制目的

为贯彻落实《建设项目环境保护管理条例》和《国务院关于落实科学发展观加强环境保护的决定》等法律和法规性文件，在本建设项目建设的同时防止生态环境破坏，改善生态环境，实现可持续发展为目标，为本项目环境管理提供科学依据为目的，编制本章节。

#### 9.1.2 设计依据

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- (2) 《中华人民共和国水法》（修订）（2016年7月2日）；
- (3) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- (4) 《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月28日）；
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》（2018年1月1日）；
- (6) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》（2018年12月29日）；
- (7) 《中华人民共和国大气污染防治法》（修订）（2018年10月26日）；
- (8) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（修订）（2016年11月7日）；
- (9) 国务院第38号令，《全国生态环境保护纲要》（2000年11月26日）；
- (10) 国务院第253号令，《建设项目环境保护管理条例》（2017年10月1日）；
- (11) 国务院，“国发[2011]35号”《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（2011年10月17日）；
- (12) 《国务院关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》（国发【2008】29号）。

#### 9.1.3 设计标准

- (1) 《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准；

- (2) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类;
- (3) 《声环境质量标准》(GB3096-2008) 4a类;
- (4) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- (5) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (6) 《建筑施工场界噪声排放标准》(GB12523-2011)。

环境质量标准限值和污染物排放标准限值详见下表 9.1-1、9.1-2。

**表 9.1-1 环境质量标准限值一览表**

标准类别	污染因子	标准限值		
		小时值	日均值	年均值
大气环境	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0.50	0.15	0.06
	NO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0.24	0.12	0.08
	TSP (mg/m <sup>3</sup> )	--	0.30	0.20
	PM <sub>10</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	--	0.15	0.10
地表水环境	pH	6-9		
	溶解氧 (mg/L)	≥5		
	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	≤4		
	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	≤20		
	NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	≤1.0		
	挥发酚 (mg/L)	≤0.005		
	石油类 (mg/L)	≤0.05		
	SS (mg/L)	≤100		
地下水环境	pH (无量纲)	5.5~6.5, 8.5~9.0		
	溶解性总固体 (mg/L)	≤2000		
	硫酸盐 (mg/L)	≤350		
	硝酸盐 (mg/L)	≤30		
	氯化物 (mg/L)	≤30		
	砷 (mg/L)	≤0.05		
	镉 (mg/L)	≤0.01		
	六价铬 (mg/L)	≤0.1		
声环境	Leq (A)	昼间≤60dB, 夜间≤50dB		

**表 9.1-2 污染物排放标准限值一览表**

标准类别	污染因子	标准限值		标准来源
大气	颗粒物 (mg/m <sup>3</sup> )	1.0 (周界外浓度最高点)		《大气污染物综合排放标准》 (GB16297-2007)
声环境	Leq (A)	昼间	≤75dB	《建筑施工场界噪声排放标准》 (GB12523-2011)
		夜间	≤55dB	
		昼间	≤70dB	《建筑施工场界噪声排放标准》 (GB12523-2011)

## 9.2 环境影响评价

本工程对环境的影响分为施工期和运行期。施工期对环境的影响主要是施工过程对生态环境、空气环境、土壤及噪声的影响；运行期对环境的影响主要表现在对项目区空气环境的影响。

### 9.2.1 施工期环境影响

#### (1) 对交通的影响

工程建设时，由于车辆运输、占用道路等原因，会使交通车辆增加，造成交通问题，这种影响随着工程的结束而消失。

#### (2) 对环境空气的影响

工程施工期间，往来车辆、爆破及施工现场堆放的泥土产生的粉尘、扬尘，使大气中悬浮颗粒物含量聚增，影响周边环境空气质量，机械与车辆燃油产生的污染物对周围环境空气的影响，这种影响随着工程的结束而消失。

#### (3) 噪声的影响

施工期间的噪声主要来自施工机械运行、爆破、沙石料加工、运输材料的机动车辆等施工活动。但由于施工场地远离居民区,施工区地形开阔，因此影响不大。

#### (4) 固废的影响

工程施工时，施工区内劳动人员的生活垃圾若没有做出妥善的安排，则会严重影响施工区的卫生环境。施工期间将产生许多固体废物（如碎石、弃土、淤泥、铁片等），这些废物在运输、处理过程中都可能对环境产生影响。废物处置地不明确或无规划乱丢乱放，将影响土地利用，破坏自然、生态环境。

#### (5) 废水影响

施工期废水包括生产废水和生活污水两部分。

本工程施工项目生产废水主要为砼搅拌机冲洗废水；主要污染物为悬浮物，需经沉淀处理后再排放。

生活污水可经沉淀处理来菌稀释后用于绿化或道路洒水。

#### (6) 建设施工便道对生态环境的影响

建设施工便道是施工期间对土壤和生态环境构成影响的另一重要活动。其对环境的影响因素主要是施工期临时改变作业带的土地利用性质，施工作业带内的

土壤、植被将受到影响或破坏。但其影响是暂时的，待工程完工后，随着地形、地貌的恢复，其影响也会逐渐消失。

### 9.2.2 运行期环境影响分析

由于项目受益区长期干旱少雨，自然条件恶劣，随着人口的增加，许多群众为生活所迫大面积开荒种地、放牧，使项目受益区原本恶劣的生态环境雪上加霜，自然植被破坏殆尽。生态环境的急剧恶化，丧失了涵养水源的条件，近年国家虽加大了荒山治理力度，自治区自 2003 年实施封山禁牧，羊畜全部下山圈养，户内用水量加大，进一步加剧了缺水程度。

工程实施，一方面保护土坝本身的安全，有效拦蓄河道泥沙，改善当地生态环境，另一方面保护水库下游沿途居民、农田免受洪水的威胁，随着今后节水灌溉农业的推广和实施，将会发展更多的灌溉面积，对当地群众的脱贫致富奔小康将会打下坚实的基础。

### 9.2.3 环境影响评价结论

从总体上看，该水库工程建设本身不存在污染，对环境的影响主要表现在工程的施工期。工程施工所产生的不利环境影响绝大多数是局部的、轻微的和可以恢复的。在施工期对环境的影响，采取有效措施可以减缓或减免。施工过程中产生的废水、废气、废油、扬尘、弃渣、噪声、生活垃圾及污水等会对当地环境、人民健康产生一些影响，雨季施工还可能造成一定的水土流失。以上这些影响，程度是比较轻微，多为局部性和暂时性，可以通过加强施工管理得到减免，并会随施工活动的结束而消失。

综上所述，该水库工程建设，对环境的影响是利大于弊，环境方面潜在的不利影响可采取措施加以减免，工程的环境效益和社会效益巨大。因此，从环境方面分析，工程项目对于环境的影响是有利影响为主导，工程兴建是可行的，不存在制约工程实施的环境因素。

## 9.3 环境保护设计

### 9.3.1 主要环境保护目标

本项目主要保护目标为项目区内居民以及项目区内生态环境。具体环境保护目标见表 9.3-1。

表 9.3-1 环境保护目标

类别	保护对象	保护等级或保护目标	备注
环境空气	项目区内的居民	符合 GB3095—2012 二级标准	分散在项目区内
声环境	项目区内的居民	符合 GB3095—2012 标准	分散在项目区内
水环境	蒋河水库	符合 GB5749—2006 标准	
生态环境	评价区内动物、植物、土壤	保护生态环境良性循环	整个项目区

### 9.3.2 施工期环境保护

#### (1) 生态环境保护措施

由于工程建设区地处半干旱地区，生态环境较为脆弱，因此，工程施工期应采取以下措施：①应尽可能减少植被破坏，结合地形条件，坚持边施工边恢复植被；②工程土方利用应结合地形平整，选择低洼处，压实整平后，及时恢复植被；③施工中坚决实施水土保持方案，落实各个责任区的水保措施。

#### (2) 废水

施工期废水包括生产废水和生活污水两部分。

生产废水主要为砼搅拌机冲洗废水；主要污染物为悬浮物，经沉淀处理后排放。可用于施工临时道路洒水。

生活污水中不含重金属和有毒物质，主要污染物为 BOD<sub>5</sub>、COD、表面活性剂等，由于施工人数少，生活污水排放点分散，经沉淀处理后可用于绿化或道路洒水。

#### (3) 废气

施工期废气产生源主要为爆破产生的废气、生活燃煤废气、车辆尾气及施工作业面、道路扬尘。

施工生活区燃煤烟气和污染物产生量小，项目区地处山区，周围无障碍物遮挡，空气扩散条件好，对周围环境空气影响轻微。

#### (4) 噪声

距离村庄较近的，禁止夜间施工；施工机械应选择低噪声设备，平时加强维护和保养，以降低噪声；适当控制机械布置密度，避免由于机械设备同时施工，造成噪声叠加；从事搅拌机等高噪声机械操作的工人，应发放耳塞等防护用具。

#### (5) 固体废弃物

施工期固体废弃物包括施工弃渣和生活垃圾，施工弃渣就地平整四周低洼地等，生活垃圾到固定场所掩埋。

# 10 水土保持设计

## 10.1 概述

### 10.1.1 项目区概况

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬 $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约22.6公里，是一座小（1）型水利工程。工程等别为IV等，主要建筑物（土坝、输泄水建筑物）为IV等4级，次要建筑物及临时建筑物为IV等5级。设计洪水标准为10年，校核洪水标准为50年。总库容107.89万 $m^3$ 。

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 $8.0^{\circ}C$ ，年最高气温为 $34.6^{\circ}C$ ，最低气温为 $-28.1^{\circ}C$ 。该区以东南风为主，多年平均风速为 $2.9m/s$ ，多年最大风速为 $15m/s$ 。年最大冻土深度为 $1.21m$ 。

本次工程计划建设期为6个月。

### 10.1.2 设计依据及标准

- (1) 《开发建设项目水土保持技术标准》(GB50433—2018)；
- (2) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434—2018)；
- (3) 《水土保持监测技术规程》(SL277—2002)；
- (4) 《水土保持工程质量评定规程》(SL336—2006)；
- (5) 《水利水电工程水保技术规范》(SL575—2012)；
- (6) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(SL387—2007)；
- (7) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)；
- (8) 《水利水电工程制图标准--水土保持图》(SL73.6—2015)；

- (9) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1—16453.6—1996);
- (10) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018);
- (11) 《开发建设项目水土保持工程概(估)算编制规定》(水利部水总[2003]67号, 2003年1月25日);
- (12) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018);
- (13) 《水土保持补偿费收费标准(试行)的通知》(发改价格[2014]886号);
- (14) 关于印发《水土保持补偿费征收使用管理办法》的通知(财综[2014]8号);
- (15) 《宁夏回族自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》。

### 10.1.3 水土流失防治责任范围

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

### 10.1.4 防治责任分区

根据实地调查结果,在确定的防治责任范围内,依据工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。分区的原则应符合下列规定:

- ①各区之间应具有显著差异性;
- ②同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似;
- ③根据项目的繁简程度和项目区自然情况,防治区可划分为一级或多级;
- ④一级区应具有控制性、整体性、全局性,线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分为一级区、二级区及其以下分区结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区;
- ⑤各级分区应层次分明,具有关联性和系统性。

根据主体工程布置,确定本次工程水土流失防治责任范围为0.61hm<sup>2</sup>。

### 10.1.5 防治原则

本工程水土保持方案,以保护生态环境为出发点,以防治新增水土流失为目标,促进经济与环境的协调发展。在遵守水土保持法律法规、技术标准和环境总体要求原则的同时,根据工程建设生产特点,须遵循以下原则:

- (1) 坚持“预防为主,防治结合”的水土保持方针。工程建设中应以预防为主,



严格按照主体工程设计及水土保持方案设计进行施工，避免、减少施工过程中的水土流失。

(2) 坚持综合防治、重点突出的原则。结合项目不同防治区域的划分，遵循全面治理和重点治理相结合、防治与监督相结合的设计思路，合理布设各项防治措施，建立功能齐全、效果显著的水土保持综合防治体系，达到控制和防治新增水土流失的目的。

(3) 坚持生态优先的原则。在进行工程建设的同时，注重表土资源的保护。

(4) 与主体工程相衔接的原则。本方案与工程建设协调一致，相关工程要兼顾饮水工程建设与水土保持两方面的需求。

(5) 坚持经济可行的原则。在工程建设水土保持方案编制中，从实际出发，在有效防治工程建设新增水土流失的同时，要充分考虑经济合理，对主体工程中具有水土保持功能工程纳入到方案的水土保持措施体系中，使之和方案新增水土保持措施一起，形成一个完整、严密、科学的水土保持防护体系和投资体系，避免重复投资，以较少的投入争取最大的生态和社会效益。

(6) 坚持工程措施与植物措施相结合，骨干工程与一般工程相结合，治理、管理与利用、开发相结合的原则。

(7) “谁开发谁保护，谁造成水土流失谁治理”的原则。通过收集资料及现场踏勘，并根据工程用地具体特点，界定工程的水土保持防治责任范围，同时提出切实可行的防治措施。

### 10.1.6 水土流失防治标准

根据《中华人民共和国水利部公告（2006年第2号）（关于划分国家级水土流失重点防治区的公告）以及《宁夏回族自治区人民政府关于划分水土流失重点防治区和限期退耕陡坡耕地的公告》（宁夏回族自治区人民政府，1999.5），项目所在区域为国家级重点预防保护区、国家级重点治理区，同时也属宁夏省级重点治理区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）中的相关规定，该项目水土流失防治标准应执行建设类项目水土流失防治一级标准。

本项目水土保持防治标准为一级标准，即：水土流失治理度 93.0%，土壤流失控制比 0.8，渣土防护率 92.0%，表土保护率 90%，林草植被恢复率 95.0%，林草

覆盖率 22.0%。本项目水土流失防治目标值见表 10.1-1。

**表 10.1-1 水土流失防治目标值**

标准	一级标准	
	施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	—	93
土壤流失控制比	—	0.8
渣土防护率 (%)	90	92
表土保护率	90	90
林草植被恢复率 (%)	—	95
林草覆盖率 (%)	—	22

### 10.1.7 主体工程水土保持评价

根据现场踏勘和地形图的对照，该项目区不在泥石流易发区、崩塌滑坡危险区。区域内没有国家确定的水土保持长期定为观测站、重点试验区以及全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点，符合生产建设项目水土保持技术标准中的选址规定。

通过对主体工程设计中水土保持工程的分析与评价来看：主体工程设计中已提出了一些水土保持工程防治措施，例如上游坝坡干砌石护坡、下游坝坡植物护坡、坝坡排水沟等），本水保方案认为主体工程基本能够满足防治水土流失的要求。

本次水保方案主要从综合防治水土流失角度出发对主体工程中欠缺的工程措施、植物措施及施工临时措施作典型的设计，使之与主体工程相互衔接和补充，形成一个完整的水土保持综合防护体系。

从水土保持角度出发，没有限制项目建设的水土保持绝对制约性因素，项目建设可行。

## 10.2 水土保持措施设计

### 10.2.1 新增水土流失防治措施

①主体工程区：施工时降尘洒水。

②取土场区：降尘洒水，施工结束后完毕后对耕地进行土地整治、复垦，机深耕+旋耕。

③临时土料场区：临时排水沟开挖，并增设塑料防尘网，堆土完毕后对耕地

进行土地整治、复垦，机深耕+旋耕。

④施工生产生活区：补充施工期降尘洒水，施工结束后土地平整及绿化措施设计。

### 10.2.2 主体工程防治区

由于蒋河水库坝址区及库区现状植被较好，大坝上游坡、下游坡防护已经在主体工程设计中计算，本次不重复考虑。本次补充水塔工程施工期降尘洒水，施工结束后对主体工程扰动地面进行整治，并进行植物措施绿化。

表 10.2-1 水库主体工程防治区工程量

序号	工程（措施）名称	单位	数量	备注
1	机械整地	hm <sup>2</sup>	0.5	

### 10.2.3 土料场防治区

土料场临时占地面积 0.5 亩，在土料场开采前，在开挖线上游根据具体地形设临时截水沟，截水沟与不影响到施工区域的冲沟相接，以撇开坡面汇水，避免径流冲刷开挖面，影响土料场的含水量。梯形断面，土质结构，底宽 0.5m，高 0.5m，边坡比为 1:1。

土料开采时，先将表层耕殖土剥离，剥离深度 0.5m，土料开采后将剥离土回填，进行土地平整，土地平整面积 0.1hm<sup>2</sup>，土料开采时直接修成梯田还耕，取土结束后对土料场进行土地平整、及植物绿化措施设计。

表 10.2-2 土料场区工程量

序号	工程（措施）名称	单位	数量	备注
1	土地平整	hm <sup>2</sup>	0.25	工程措施
2	搜草籽	kg	20	工程措施
3	樟河柳	株	160	工程措施

### 10.2.4 弃渣场防治区

表 10.2-3 弃渣场防治区工程量

序号	工程（措施）名称	单位	数量	备注
1	土地平整	hm <sup>2</sup>	0.1	工程措施
2	搜草籽	kg	8	工程措施
3	樟河柳	株	70	工程措施

### 10.2.5 施工生产生活区

为就近施工，共设计施工生产生活区 1 处。本次补充施工期降尘洒水及临时

排水沟开挖，施工结束后绿化措施设计。新增水保措施工程量见下表。

**表 10.2-4 施工区及施工生活区防治区工程量**

序号	工程（措施）名称	单位	数量	备注
1	排水沟土方开挖	m <sup>3</sup>	42.53	
2	排水沟土方回填	m <sup>3</sup>	42.53	
3	机械整地	hm <sup>2</sup>	0.05	

## 10.3 水土保持施工组织设计

### 10.3.1 设计原则

(1) 按照“三同时”的原则，水土保持工程施工进度与主体工程建设进度合理配合，协调施工建设；

(2) 根据项目区气候条件，合理安排施工进度，确定施工时序，做到避免窝工浪费并能达到及时防治水土流失的目的；

(3) 与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通及临建设施等施工条件，减少在施工辅助设施上的消耗；

(4) 坚持“预防为主，先拦后弃”的原则布置临时和永久拦挡措施，避免弃渣流失。

### 10.3.2 施工条件

#### (1) 水文条件

蒋河水库流域多年平均降水量为430mm，汛期6~9月降水量占年降水量的68%左右。多年平均降水量变差系数  $C_v=0.26$ ， $C_s=2C_v$ ，保证率为50%、75%、85%、95%的设计年降水量分别为420mm、350mm、316mm、364mm。

#### (2) 气象条件

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为8.0℃，年最高气温为34.6℃，

最低气温为-28.1℃。该区以东南风为主，多年平均风速为2.9m/s，多年最大风速为15m/s。年最大冻土深度为1.21m。

### (3) 地形、地质条件

工作区属黄土丘陵地貌单元，黄土覆盖较厚，地势总体南高北低，东高西低，黄土丘陵顶部高程为1580–1600m。其间冲沟发育，多处形成陡坎，多呈NW–SE向展布。库区地形为黄土梁峁间平原型洼地，由于流水的切割剥蚀作用，河谷大体为“U”字型，两岸发育I级阶地。

### 10.3.3 施工交通及施工布置

水库位于原州区头营镇蒋河村，交通较为方便，公路等级满足施工要求。施工进场道路利用已有道路和水库进场道路。近岸有10KV输电线路，交通、用电相对便利。工程区地势开阔，便于施工场地布置。

工程所用水泥、钢材、木材等主要建筑材料主要采自固原市及周边地区。施工用水、用电可以就近、就地解决。

当地建筑材料料场均为在开采料场，到施工场地均有便道相通，不再考虑施工工区到料场的施工道路；水土保持工程施工材料仓储利用主体工程的材料仓库和施工场地。施工人员生活住房沿用主体工程生活营地；苗木可以在施工场就地开沟假植进行暂时保存；水土保持措施施工用水、用电数量较小，可借用主体工程供应系统；水土保持工程施工场地所需面积不大、要求也较低，造林种草施工条件要求简单，利用主体工程施工场地完全可满足要求。

### 10.3.4 施工方法

#### (1) 植物措施施工方法：

苗木栽植及草籽播种根据防治区的立地条件合理有序实施，要求在多雨季节或雨季来临之前实施完工，防止恶劣天气造成不必要的损失，苗木栽植程序：整地—施肥—植苗—填土—踩实—浇水；草籽播种程序：整地—施肥—播种—镇压。

#### (2) 临时防护措施施工方法：

临时防护措施根据现场施工要求及气候特征，进行灵活布设。

### 10.3.5 施工质量要求

水土保持各项防治措施实施必须符合方案的总体布局，各项工程施工要严格

按着方案提出的设计标准和设计要求执行，使用材料要符合质量要求，严格控制施工时序，按着方案拟定的施工方法在拟定的工期内完成施工任务。

本项目水土保持永久性措施主要是植物措施，对植物工程施工质量提出以下要求草籽播种时间选在春季或秋季，秋播不宜太晚，要求出苗后能有一个月的生长期，以利于越冬。播种深度考虑到项目区土壤比较粘重及草籽的种类，一般在2cm~3cm最佳，当年出苗率与成活率在95%以上。

### 10.3.6 实施保证措施

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和国家计委、水利部、国家环保局发布的《开发建设项目水土保持方案管理办法》，确保工程水土保持方案顺利实施，在本方案实施过程中，业主单位应切实做好水保工种招投标工作，落实工种的设计、施工、监理、监测工作，要求各项任务的承担单位具有相应的专业资质，尤其要注意在合同中明确施工责任，并依法成立方案实施组织领导小组，联合水行政主管部门做好水土保持工程竣工验收工作。

## 10.4 水土保持监测

### 10.4.1 水土保持监测时段和频次

根据项目建设新增水土流失的特点和水水土保持措施实施情况，对基本建设期产生的水土流失量、自然恢复期水土流失量和水水土保持设施产生的效益进行监测。施工期监测时间为1年，自然恢复期监测时间为主体工程运行后1年。监测频率为施工前监测1次，施工期间春、秋季大风期（风速大于5级）各1次，待工程结束后监测1次。自然恢复期监测时间为10月下旬监测1次。具体的监测时间可根据各施工区域的施工进度适当调整。

### 10.4.2 水土保持监测方法和监测点布设

采用地面观测和调查监测的方法。在防治责任范围内，水土流失影响较小的地区，可进行调查监测；水土流失影响较大的地段，应进行地面观测。

#### (1) 地面监测

根据工程施工特点、气候条件和土石方填筑量等，在土料场周边建立水土流失地面监测点。在监测区内选择典型区域作为监测样方，在样方上设置标尺或

有标记的木桩，于施工期内的施工前、后及施工期内的春、秋季节各监测 1 次；自然恢复期内的 10 月下旬监测 1 次。主要监测施工期、林草恢复期的水土流失量。可在周边地区选择相同地貌区设置监测对照。

## (2) 调查监测

水土流失调查监测主要是对大范围的水土流失形式、水土流失灾害、水土保持设计中林草成活情况及其他水土保持设施的效益进行监测。调查监测法可分普查调查、典型调查与抽样调查。

### 10.4.3 水土保持管理设计

为贯彻落实《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》和国家计委、水利部、国家环保局发布的《开发建设项目水土保持方案管理办法》，确保工程水土保持方案顺利实施，在本方案实施过程中，建设单位应切实做好水土保持工程的后续工作，落实水土保持工程的设计、施工、监理、监测工作，要求各项任务的承担单位具有相应的专业资质，尤其要注意在合同中明确施工责任，并依法成立方案实施组织领导小组，协助水行政主管部门做好水土保持工程的竣工验收工作。

#### 10.4.3.1 组织领导与管理

工程建设与管理过程中，贯彻落实水土保持与主体工程同时设计、同时施工、同时竣工验收投产使用的“三同时”制度。

当主体工程设计发生较大变更或水土保持工程总体布局发生较大变化时，应重新编报水土保持方案。在工程开工前，应根据审查通过的水土保持方案委托具有水土保持监测资质的单位进行水土保持监测，对水土流失的动态变化和水土保持效果进行监测。

在工程施工阶段，将水土保持措施纳入主体工程招投标文件，按标段列入施工合同，落实水土流失的防治责任范围。对外购的土、石、砂等主要工程材料，应集中购买，明确水土流失的防治经费和责任范围，并报当地水行政主管部门备案。在施工过程中，应实行水土保持专项监理，对水土保持工程的质量、投资和进度进行监控。

在主体工程竣工验收之前，应根据《开发建设项目水土保持设施验收管理办

法》向批复方案的水行政主管部门申请水土保持竣工验收。

建设单位实施水土保持方案应建立健全领导协调组织、专职机构和工程技术人员，协调好与地方水行政主管部门关系，明确实施方案的目标责任制，确定实施、检查、验收的具体办法和要求。水土保持方案实施过程要建章立制，确保水土保持方案的实施。发包标书中应有水土保持要求，列入招标合同。

#### **10.4.3.2 水土保持工程招标投标**

水土保持方案实施过程中应实行项目法人责任制、工程招标投标制、工程建设监理制，以保证水土保持方案的顺利实施，并达到预期的设计目标。

在工程发包标书中应有专门章节的水土保持要求，根据本水土保持方案报告中的防治措施，在水土保持工程的招投标文件中应对设计单位、监理单位和施工单位提出相应水土保持工程标准及细则，明确承包商应承担的防治水土流失的责任、义务和奖惩措施，并在合同条文中列入，以保证水土保持措施在工程建设中顺利实施。此外，在签订项目建设所涉及的购料等协议时，也应将水土保持作为协议的一项重要内容，保证其协议单位切实落实。

#### **10.4.3.3 水土保持工程建设监理**

水土保持工程监理应委托具有相关资质的单位来完成，在实施工程监理前，建设单位和监理单位必须签订水土保持方案建设监理合同，在合同中应包括监理单位对水土保持工程质量、造价、进度进行全面控制和管理的条款，监理单位应根据工作需要及时组织监理人员，成立监理机构。并根据水土保持行业的特点，及时编制监理规划和分项工程监理实施细则等监理文件，按水土保持工程内容制定具体的工作程序。在水土保持工程的实施和建设过程中，监理单位应对工程质量进行严格控制，督促建设单位按章作业，并对施工准备和材料等及时检查，以确保工程质量，在分部、分项工程结束后，及时进行单元工程质量检验，确认合格后方可进行下一项工程，同时对施工进度进行控制和调整，协助业主进行合同费用的控制、调整及支付管理等。另外，在水土保持工程的建设与监理过程中应随施工进度，及时、全部、准确的收集工程信息，作到信息记录的写实与量化，并及时进行整理、存档工作。



#### 10.4.3.4 水土保持监测

本项目在建设中引发水土流失的因素较多，因此建设单位必须委托具有相应监测资质的单位完成水土保持监测工作。监测单位应制订详尽的水土保持监测实施细则，对建设过程中水土流失产生的部位及危害进行监测，同时对本方案的实施过程及实施后水土流失量的变化和水土保持效果进行跟踪调查和监测，将出现的问题及时向业主汇报，并提出处理意见，将工程建设产生的水土流失危害降到最低。最后监测单位还必须完成客观、详实的水土保持监测报告，作为本水土保持方案分析评估和验收达标的重要依据。

#### 10.4.3.5 施工管理

为了保证水土保持方案提出各项水土保持防治措施的落实和顺利实施，应要求各参加施工的单位，按照建设单位要求组建的水土保持组织领导体系，及时建立健全各级工程项目的水土保持组织领导机构，责成专人负责主体工程施工中的水土保持方案实施和管理工作，并配合地方水土保持行政主管部门对水土保持措施实施情况进行监督和管理，组织学习、宣传《中华人民共和国水土保持法》等工作，加强工程建设者的水土保持意识。

建设单位在主体工程招标文件中，应要求标书编制单位明确水土保持工程施工责任及技术要求，把水土保持工程各项内容纳入招标文件的正式条款中，并要求中标的施工单位、监理单位、监测单位与建设单位签订水土保持责任合同，在主题工程施工中，必须按照水土保持方案要求实施水土保持措施，保证水土保持工程效益的充分发挥。

施工单位必须严格按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成各项水土保持措施；监理单位应按本方案要求及时提交方案的实施进度、质量、资金落实等情况报告；监测单位应按本方案要求及时提交方案确定的6项防治目标的达到情况以指导施工；预防监督部门应定期对水土保持的实施进度、质量、资金落实等进行实地监督和检查。在监督方法上可采取建设单位定期汇报与实地勘察相结合，必要时采取行政、经济、司法等多种手段，促进水土保持方案的完全落实。

### 10.4.3.6 检查与验收

督促、检查是水行政主管部门的义务，建设单位应承担起水保要求的责任，积极与当地水土保持管理部门共同配合，接受地方水行政主管部门的监督与检查。地方水行政主管部门也应制定相应的监督检查机制，随时随地对水保工程进行质量和进度抽查，确保工程质量和进度。

依据水土保持法及其相关条例的有关规定，水土保持工程验收合格后主体工程方可投入运行。因此在水土保持工程结束后，要及时准备相关技术资料（包括方案的初步设计报告、施工记录、监理日志、监理报告、监测记录、监测报告等），并提请地方水行政主管部门验收，经检查验收合格后才能投入使用，切实做到“三同时”，以有效防治工程建设过程中产生的水土流失。

### 10.4.3.7 资金来源及使用管理

#### （1）资金来源

依据《中华人民共和国水土保持法》第二十七条规定“企业事业单位在建设和生产过程中，必须采取水土保持措施，对造成的水土流失负责治理。本单位无力治理的，由水行政部门治理，治理费用由造成水土流失的企业事业单位负担”，“建设过程中发生的水土流失防治费用，从基本建设投资中列支，生产运行过程中发生的水土流失防治费由生产成本列支”。

本工程项目数建设类项目，方案建设期的水土保持投资应在工程基本建设投资中列支，并与主体工程建设资金同时调拨使用、同时施工、同时发挥效益；在生产期的水土保持投资应在生产费用中列支，全部费用由工程建设单位承担。建设单位应积极开展工作，落实资金，保证方案实施。

#### （2）资金管理辦法

建设单位要做好资金使用管理，制定相关制度，专款专用，保证建设资金及时足额到位，保障水土保持工作顺利进行。水土保持设施竣工验收时建设单位应就水土保持投资概算调整情况、分年度投资安排、资金到位情况和经费支出情况写出总结报告。

# 11 劳动安全与工业卫生

## 11.1 危险与有害因素分析

### 11.1.1 设计依据

#### 11.1.1.1 法律法规文件

- (1) 《中华人民共和国劳动法》；
- (2) 劳动部令第3号“建设项目(工程)劳动安全监察规定”；
- (3) 劳安字【1992】1号“建设项目(工程)职业安全卫生设施和技术措施验收办法”；
- (4) 卫监发【1994】第28号“关于发布工业企业建设项目卫生预评价规范”通知和附件。

#### 11.1.1.2 规范规程

- (1) 《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(GB50706-2011)；
- (2) 《室外排水设计规范》(GB50014-2006)；
- (3) 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)；
- (4) 《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)；
- (5) 《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)；
- (6) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)；
- (7) 《起重机械安全规程 第1部分：总则》(GB 6067.1-2010)；
- (8) 《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)；
- (9) 《安全色》(GB2893-2008)；
- (10) 其他现行有关规程规范。

#### 11.1.2 工程建设期主要危险因素

工程建设期危险源分为施工作业活动、大型设备、设施场所3类危险源。

- (1) 施工作业活动类危险源有：土方开挖、混凝土生产、混凝土浇筑、模板工程、钢筋工程、填筑工程、金属结构制作安装、电气设备安装等8种危险源。
- (2) 大型设备类危险源有：大型施工机械1种危险源。

(3) 设施、场所类危险源有：脚手架、材料设备仓库、供水工程、供配电工程、通风工程、道路等 6 种危险源。

### 11.1.3 工程运行期主要危险因素

- (1) 汛期山洪可能会对巡护人员的人身安全构成威胁；
- (2) 启闭机室电气设备操作过程中人身触电或伤害事故。

## 11.2 劳动安全措施

为了贯彻“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，保障劳动者—水利工程设施的建设、管理、运行、检修人员在劳动工程中的安全和健康，根据《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》（GB50706-2011），结合本工程的具体情况，对防机械伤害、防触电、防雷击、防坠落、防洪防淹、防火、照明等各方面采取措施和配置一定的设备，做到安全可靠、经济合理、符合现行有关劳动安全和工业卫生各种文件和其他标准规定的要求。

### 11.2.1 防机械伤害

机械设备防护安全距离，机械设备防护罩和防护屏的安全要求，以及设备安全卫生要求，应符合有关标准的规定。在吊运设备时，可设置临时围栏和标志，以引起人员注意，防止什物和人员坠落，造成伤亡事故。设备应由合格的专职人员操作。所有易对人员引起伤害的机械设备，均需在四周用围栏保护，以防闲杂人员进入，引起不必要的伤害。

### 11.2.2 防电气及防雷电伤害

配电装置的电气安全净距应符合《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060 的规定。

对于误操作可能带来人身触电或伤害事故的设备或回路应设置电气联锁装置或机械联锁装置，或采取其它防护措施。

对人员可能触及的初期投运配电装置的带电部位应设置相应的防护围栏和安全标志。电气设备的防护围栏按《水利水电工程劳动安全与工业卫生设计规范》(DL5061-1996)的规定设计。所有围栏的门均应装锁，并有安全标志。

施工中按照《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2005）有关规定，做好安全用电。

本工程管理用房均为平房，高度较小，不单设置防雷击措施。

### 11.2.3 防坠落伤害

凡坠落高度在 2.0m 以上的工作平台、人行通道（部位），在坠落面侧应设置固定式防护栏杆。

工程使用固定式钢直梯或固定式钢斜梯的场所，应结合水利水电工程特点，考虑电气安全距离和水力冲击等的影响，并满足劳动者的工作安全。钢直梯应设防护笼，并根据高度需要和布置场所条件设置带有防护栏杆的梯间平台。钢斜梯应设带有防护栏杆的梯间平台。楼梯、钢梯、平台均应采取防滑措施。

### 11.2.4 交通安全

本工程为点型工程，施工物料主要利用公路进行运输，施工场内外交通道路较多，施工进出口应增设减速带，施工现场应有安全标志，危险段落必须悬挂“危险”或“禁止通行”等标致。对于临时施工便道和临时通车路段，设置必要的防护设施和警示标志，必要时应派专人指挥交通。

### 11.2.5 防火灾伤害

本工程施工期间临时仓库保存较多的木材、土工织物、燃油和其它易燃、易爆材料。因此，首先根据生产场所的性质，确定其火灾危险性类别和耐火等级，然后选定建筑物各构件的燃烧性能和耐火等级均不低于规程的规定值。

根据本工程各建筑物的特性、所在位置及当地消防条件，按照“预防为主、消防结合”的设计原则，依据工程规模，设火灾报警系统，配备一定数量灭火器、防爆器材和室外消火栓，并定期检查是否失效，一旦失效，及时更换。

本期安排的防汛物资仓库是防火重点，该部分专门安排有消防设施，按设计实施后可以保障防火安全。

对所有工作场所，严禁采用明火取暖方式。

### 11.2.6 安全疏散

结合建筑物工程的选定方案，对施工集中区和管理区等建筑物设置安全疏散通道，必要时设直接对外出口。

## 11.3 工业卫生措施

### 11.3.1 疫情防控

方案要求各区县、各功能区建设行政主管部门、各有关单位要严格落实属地管理责任，加强分类指导，督促参建企业落实主体责任，把各项防控措施落实到位。各建设工地建设单位对建设项目疫情防控工作负总责，项目负责人牵头落实各项疫情防控措施。施工总承包单位对建设项目疫情防控负主要责任，项目经理是第一责任人，要明确现场防疫专员和工作职责。专业承包、分包单位对建设项目疫情防控负直接责任。项目监理单位要将疫情防控情况纳入重点监理范围，项目总监负责落实。项目现场要建立健全疫情防控保障体系，制定和完善疫情防控管理制度和疫情防控工作方案，现场设置疫情防控公示牌，内容涵盖项目防疫领导小组成员、防疫专员信息和相关防疫工作要求，将防疫工作责任层层落实到人。

#### 一、明确工程项目参建单位及人员职责，严格落实疫情防控责任

1、建设单位职责。建设单位负责项目疫情防控工作，落实项目专(兼)职防控人员，负责日常疫情防控工作。负责检查督促施工企业、监理单位、专业承包、设备租赁、检测监测等单位落实疫情防控责任。

2、施工企业职责。施工企业具体负责项目疫情防控工作，实行项目经理负责制，设置疫情防控管理专岗。负责项目开复工前的全面排查、开复工准备和开复工后疫情日常防控工作。

3、监理单位职责。协助建设单位督促施工企业落实项目疫情防控措施，并负责项目监理人员的疫情防控工作。

4、参建单位人员职责。一是建设单位项目负责人负责每天检查项目疫情防控措施落实情况。对防控措施落实不到位的，采取停工措施。二是施工企业项目经理负责每天疫情防控工作安排和检查，督促项目管理人员落实疫情防控责任，督促劳务分包、机械设备租赁、检测等单位落实疫情防控责任。三是监理单位项目总监协助建设单位开展日常检查督促工作。四是施工企业疫情防控专员负责组织新型冠状病毒感染肺炎相关知识宣传教育培训工作；负责进出工地人员的体温检测和登记工作；负责督促现场人员按要求佩戴口罩、勤洗手；负责督促做好工地食堂食品安全工作；负责督促工地做好环境卫生工作；负责向属地行业主管部门

报告疫情防控情况。班组长负责本班组人员疫情防控工作。

## 二、严格工程项目开复工条件，确保疫情防控和安全生产保障措施落实到位

复工前工地疫情防控和安全生产保障措施，项目达到如下条件后，可向属地行业主管部门申请开复工。

1、成立项目经理负责的疫情防控机构，设立专人专岗，对接属地行业主管部门、疾病控制部门，全面落实各项疫情防控措施。

2、设置单独的隔离观察宿舍，用于需临时隔离观察的人员单独生活居住。隔离观察措施应符合属地疾病控制部门要求。

3、保障防疫物资充足到位，项目应准备足够的口罩、测温计、消毒液等疾病控制用品。

4、排查开复工人员两周内往来史、接触史，杜绝疫情的输入性、扩散性蔓延。

5、实行实名制管理，严格进、出场实名制考勤，真实采集和录入全部进场人员姓名、身份证号、工种、班组、籍贯、联系方式等实名信息。

6、工地施工现场、生活区、办公区、机械设备已经消毒杀菌处理。

7、安全生产条件和保障措施达到开复工要求。

## 三、加强疫情防控知识的宣传培训，提高工程从业人员的防控意识和防控能力

建筑工地应通过采取宣传展板、宣传手册、电子屏幕、微信群、现场讲解等多种方式，切实做好新型冠状病毒和四季传染病防控知识、法规政策的宣传培训，让工地每一名从业人员熟练掌握防控常识和政策要求，增强防控意识，提高防控能力，主动告知与湖北返乡人员的接触情况及自己身体状况，自觉做到：减少外出，避免到人群密集的场所；注意个人卫生，戴口罩、勤洗手，保持室内清洁和空气流通；分散用餐，不聚餐；发热感冒，及时到卫生健康部门指定医院的发热门诊就诊。

## 四、加强建筑工地人员管理，强化疫情监测监控

施工企业应对进入工地的人员和车辆一律进行排查登记，对来自湖北武汉等疫情高发地区人员及与确诊、疑似病例有过接触的人员做到精准排查。

1、严格落实建筑工人实名制管理制度，实施工地封闭管理，严格管控人员出入工地，无关人员不得进入工地。施工现场大门口应设置体温检测点，对外来人

员进入工地应进行登记和体温检测，发现体温异常人员应及时采取措施。

2、建设单位应组织工程项目参建单位做好节后复工人员排查，严防疫情输入性传播和扩散性传播。一是参建单位应准确掌握并登记每名员工健康状态，节假日期间出行和参加集会、聚会情况，对疫情未解除前返回湖北或途经湖北尚未返回的员工，要动员其留在当地，暂时不返回。与新型冠状病毒感染肺炎病例接触的已返回员工，应主动向疫情防控专员报告，由疫情防控专员向辖区疫情防控部门报告，按规定进行隔离。二是对去过湖北(武汉)等疫情较重地区或与湖北(武汉)人员有接触史的员工，要求其暂不返回岗位，并督促其按要求自最后一次接触相关人员之日或抵达项目所在地起，居家隔离或项目设置的专门宿舍观察隔离14天，身体未出现发热、咳嗽等症状后，方可返岗。

3、施工单位应统筹组织好节后复工人员，对劳务人员集中的地方(非疫情高发地区)，建议安排车辆接回，并对返回人员进行严格排查和体温检测。

4、实行健康监测。工程项目参建单位应对现场员工每日进行不少于两次的体温检测，并做好记录，一旦发现发热(体温 $\geq 37.3^{\circ}\text{C}$ )、咳嗽、气促等呼吸道感染症状的，要及时向属地政府、疫情防控部门和住建主管部门报告，并积极采取防护措施，送至卫生健康部门指定的医院接受诊治。

## 五、强化施工现场管理，全力做好日常防护

1、加强工地环境卫生管理。一是施工单位应严格落实防疫消毒措施，对工地的办公场所和职工宿舍、食堂、厕所等重点部位加大清扫保洁力度，经常开窗通风，保持室内空气流通，并每天消毒。二是施工现场和生活区、办公区应设置废弃口罩收集容器。做好垃圾储运、污水处理等工作。三是工地卫生间应配备洗手液、擦手纸等卫生用品。四是消毒应使用有效含氯不低于500mg/L消毒液，消毒30分钟后，清水擦净。

2、加强工地食堂安全管理。食品采购、加工制作、供餐等食堂从业人员均应佩戴一次性帽子、口罩、手套。使用后的餐具等应高温消毒。餐后操作间要保持清洁干燥，严禁生食和熟食品混用，避免肉类生食。食堂采购人员和供货人员要避免直接手触肉禽类生鲜材料，摘除手套后要及时洗手。餐厅每日消毒，就餐结束后要对餐桌、座椅等进行消毒。



3、尽量避免人员集聚。一是员工上下班尽量不乘坐公共交通工具，建议步行、骑行或乘坐私家车上下班。如需乘坐公共交通工具的，务必全程佩戴口罩，尽量避免用手触摸公共用品。二是工地员工用餐应采用分餐进食，坐下吃饭的最后一刻才脱口罩，避免面对面就餐，避免就餐说话，避免扎堆就餐。就餐前、后应洗手。三是班前教育、技术交底等活动应分散开展。四是疫情防范和安全教育宜采用微信、广播等方式进行。五是减少集中召开的会议。确需集中召开的，宜优先选择开敞、通风地方，参会人员应佩戴口罩，进入会场前后应洗手消毒。

#### **六、建立信息报送制度，确保信息畅通**

1、工地开复工前，建设单位应组织工程项目参建单位编制疫情防控工作预案，并组织填写《原州区建筑工地人员(包括建设、施工、监理等单位人员)信息登记表》，报属地住建主管部门备案。工地开复工后，人员如有变动，应及时补报。

2、施工企业应建立疫情防控日报告制度，项目自开复工之日起，实行有事报事，无事报平安“零报送”机制，每天下午 17:00 时前应向属地住建主管部门报告当天疫情防控情况。信息报送应使用信息化手段上报。一旦发现疑似疫情症状人员，施工企业应立即报告。

#### **七、加强监督检查，严厉查处违法违规行为**

各级住建主管部门要加强对节后开复工项目的监督检查，督促指导建筑工地严格落实疫情防控措施，对工程项目达不到开复工条件擅自开复工的，或参建单位不认真落实疫情防控责任的，依法依规对有关责任单位和责任人进行严肃处理；对参建单位因疫情防控工作不力，导致疫情在工地传播的，移交有关部门追究有关责任单位和责任人的法律责任。

### **11.3.2 防噪声及防振动**

施工期机修、汽修厂、混凝土拌和站应尽量远离人员较为集中地地方，并与值班室和生活区隔开设置。以上场所应防噪音、防振动，房间门窗应采用隔音效果较好的材料制作。施工场所工作人员每天在其中工作连续接触时间不超过 8 小时情况下噪声 A 声级限制值为 85dB；管理区办公室、会议室噪声 A 声级限制值为 70dB。

### **11.3.3 防电磁辐射**

本工程最高电压等级不超过 10kV，且建筑物与电力线路安全距离大于 3m，

可以不考虑这方面的影响。

#### 11.3.4 采光与照明

在有天然采光条件的建筑物内，天然光均加以充分利用；不能完全达到天然采光照度的要求时应加以人工照明。人工照明创造了良好的视觉作业环境，各类工作场所要求的最低照明度符合《建筑照明设计标准》（GB50034-2004）。

#### 11.3.5 通风及温度与湿度控制

施工期机修、汽修厂、混凝土拌和站、办公区等场所的室内空气参数，符合《水利水电工程采暖通风与空气调节设计规范》（SL490）规定。各类场所采用自然通风方式。如果需要可装设空调，以调节室内温度。工程区热源主要是材料加工厂和生活区供暖设备等，按《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2002）的要求控制夏季空气温度，主要采用自然通风等防暑降温措施。

#### 11.3.6 防尘、防污、防腐蚀、防毒

各生产运行场所的所有门窗采用密闭塑钢门窗，配电装置室地面均采用坚硬的、不起尘的材料。管理区内生活用水及排放水均满足规范要求。

设备支撑构件、水管依据现行国标进行除锈、涂漆、镀锌、喷塑等防腐处理。

#### 11.3.7 饮水安全

施工区生活基地安置在村庄附近，供水管线沿线村庄居民生活用水采用自来水管网供水或经处理的地下水，施工生活饮用水安全有较好保障。

#### 11.3.8 环境卫生

本工程为水库工程，工程运行管理范围内主要采取以下环境卫生措施：

- (1) 水源工程周边按水源地保护要求划定保护范围，设置围栏、种植宽幅林带等保护设施；
- (2) 管理区内进行绿化，设置厕所等卫生设施。

### 11.4 安全卫生评价

- (1) 在各管理所等管理机构设置卫生专管员，明确其管理职责。
- (2) 建立完善的安全生产保证体系，建立健全安全生产责任制和安全防护措施。坚持安全检查、安全例会制度。要加强对现场的安全管理，注重现场的安全检查。作业现场必须采用封闭式管理，严格禁止无关人员进入现场。

(3) 贯彻实施“安全第一，预防为主，综合治理”的安全方针，编制保证安全生产的应急预案，绘制应急预案运行流程图，确定应急预案组织措施。

# 12 节能设计

## 12.1 设计依据

### 12.1.1 法律法规文件

- (1) 《中华人民共和国节约能源法》（2016年）；
- (2) 《中华人民共和国可再生能源法》；
- (3) 《中华人民共和国电力法》；
- (4) 《中华人民共和国建筑法》；
- (5) 《中华人民共和国清洁生产促进法》；
- (6) 《国务院关于加强节能工作的决定》（国发【2006】28号）；
- (7) 《民用建筑节能管理规定》（建设部部长令第76号）；
- (8) 《中国节能技术政策大纲》（国家发改委、科学技术部 2006年）；
- (9) 《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）；
- (10) 宁夏回族自治区人民政府“关于印发《宁夏回族自治区节能减排工作实施方案》的通知”（宁建【2007】23号）；
- (11) 《宁夏回族自治区节约能源条例》（2001年）。

#### 12.1.1.1 规程规范

- (1) 《水利水电工程节能设计规范》（GB/T50649-2011）；
- (2) 《综合能源消耗计算通则》（GB2589-2008）；
- (3) 《用能单位能源计量器具配备与管理通则》（GB17167-2006）；
- (4) 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）；
- (5) 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ134-2010）；
- (6) 《采暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2003）；
- (7) 其他现行有关规程规范。

#### 12.1.2 自然条件

水库流域属中低山地貌单元。总体地势由西向东倾斜；山体表面覆盖层较厚，

冲沟较为发育。库区河谷大体由西向东方向展布。由于流水切割侵蚀，河谷大致呈“U”型。河谷两岸岸坡相对较陡。水库流域地处西北内陆干旱区，呈现大陆性气候特征。春季短且干旱多风，沙尘日数多；夏秋季太平洋副热带高压增强，蒙古冷高压减弱北撤，雨水相对集中；冬季干燥，严寒而漫长，降水量少，盛行西北风。多蒋河水库地处南效乡境内。该区多年平均气温为 $8.0^{\circ}\text{C}$ ，年最高气温为 $34.6^{\circ}\text{C}$ ，最低气温为 $-28.1^{\circ}\text{C}$ 。该区以东南风为主，多年平均风速为 $2.9\text{m/s}$ ，多年最大风速为 $15\text{m/s}$ 。年最大冻土深度为 $1.21\text{m}$ 。

## 12.2 能耗分析

本工程施工营地的日常及照明用电就近解决，用电负荷本着尽可能降低能耗的原则，由施工单位自行确定。

## 12.3 节能设计

节约能源是我国的基本国策，工程节能是国家节能工作的重要组成部分。积极推进建筑节能，减少温室气体排放，保护环境，有利可持续发展战略。本工程建设项目主要是土坝加高及浇筑输泄水建筑物，重点对施工期的节能进行设计。

在施工中主要节能方式为选用节能型施工设备，对施工环节进行节能管理，做好在各施工环节中的节能工作。

### 12.3.1 主要施工设备选型及其配套

在施工组织设计中选用主要施工机械均为较先进的设备，能耗较低。主要施工项目为土石方开挖、填筑、砼浇筑等。土石方开挖与回填的施工主要流程为：挖掘机挖料、土石方运输、推土机铺料、碾压等；砼浇筑施工流程是砼配料、搅拌、入仓、振捣等。

施工机械的选择是提高施工效率及节能降耗的工作重点。本工程在施工机械设备选型及配套设计时，主要参考了《水利水电工程施工机械选择设计导则》（DL/T5133-2001）的有关要求和规定，并结合本工程自身实际情况确定。将满足工程进度要求，保证工程质量，降低工程造价贯穿于施工机械设备选型及配套的设计全过程中。

施工设备选型时遵循以下原则：

(1) 施工设备的技术性能应适合工作的性质、对象、施工场地大小和料物运距远近等施工条件，充分发挥机械效率，保证施工质量，满足施工强度的要求；

(2) 所选设备应是技术先进，生产效率高，操纵灵活，机动性高，安全可靠，结构简单，已与检修和改装，防护设备齐全，废弃噪音得到控制，环保性能好；

(3) 注意经济效益，所选机械的购置和运转费用少，劳动量和能源消耗低，优选单位土石方的成本最低的机械化施工方案；

(4) 选用适用性比较广泛、类型比较单一的通用的机械；

(5) 之一工序所用机械的配套成龙，一般要是后续机械的生产能力略大于挖掘装载机 and 振动碾压机械的生产能力，充分发挥主要机械和费用高的机械的生产潜力。

### 12.3.2 施工营地建筑节能设计

做好施工营地建筑、采暖、通风、空调及采光照明系统的设计，满足建筑节能标准的要求。

充分利用自然通风，合理组织室内气流路径。

充分利用自然光。采用高光效、长寿命、显色性好的光源、灯具和镇流器。采用紧凑型荧光灯或 T5、T8 荧光灯。

采用生产能耗和使用能耗较低的高效保温建筑材料和制品。

### 12.3.3 节能建议

根据本工程的施工特点，建议在施工期的建设管理过程中采取如下节能措施：

定期对施工机械设备进行维修和保养，减少设备故障的发生率，保证设备安全连续运行。

选择性能较优的施工设备，配备合适的设备台数，以保证设备的连续运转，减少设备空转时间，最大限度发挥设备的功效。

合理安排施工任务，做好资源平衡，避免施工强度峰谷差过大，充分发挥施工设备的能力。

场内交通加强组织管理及涌路维护，确保涌路通畅，减少堵车、停车、刹车，从而节约燃油。

生产、生活建筑物的设计尽可能采用自然照明。

合理配置生活电器设备，室内外照明采用节能灯具。

充分利用太阳能，减少用电量。

加强现场施工、管理及服务人员的节能教育。

## 12.4 节能效果分析

节约资源是我国的一项长期国策，节能是解决我国能源问题的根本途径，通过水库的节能设计，将大大降低水库的运行成本，使能源得到充分利用，水库的经济效益发挥到最大，所以水库的节能效果是显著的。

# 13 工程管理设计

## 13.1 工程管理体制

### 13.1.1 工程管理单位类别与性质

原州区蒋河水库除险加固工程，工程的主要任务是对水库进行除险加固，消除坝体安全隐患，配套水库监测设施，保障水库及下游保护对象行洪安全。根据《宁夏回族自治区水利工程管理体制改革实施方案》，本工程属准公益性水利工程。

### 13.1.2 管理机构设置

项目的主管部门为宁夏回族自治区水利厅，项目法人原州区水利工程建设管理中心，负责本工程的招标投标、工程建设，并组织竣工验收工作。宁夏水利水电工程质量监督中心为工程质量的监督单位，代表政府对工程质量进行监督；监理则代表项目法人主要对工程的投资、进度和治理进行控制。

工程施工期间，应配备一定数量的管理人员参加工程施工和移交工作，以便对整个工程有全面的了解，有利于今后的管理工作。

水库管理所负责运行期工程管理范围内各项设施的安全运行及建筑物的维修保养等管理工作。

### 13.1.3 建设期管理机构

本工程由原州区水利工程建设管理中心作为项目法人，负责本工程的招标投标、工程建设，并组织竣工验收工作。工程建设期内，依照国家有关规定和章程，采用“三制”进行管理，即：

#### (1) 项目法人负责制

本工程的项目法人原州区水利工程建设管理中心，项目法人的主要职责是：制定建设项目实施细则；组织和协调有关部门对建设项目进行审查、施工和管理工作；对项目执行情况及资金使用情况进行检查、监督，申请上报有关部门拨付建设资金，对竣工项目组织验收和评价。

#### (2) 招标投标制



根据 2000 年 1 月 1 日颁布实施的《中华人民共和国招标投标法》和 2017 年 12 月 28 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十一次会议《关于修改〈中华人民共和国招标投标法〉、〈中华人民共和国计量法〉的决定》修正以及水利部关于修改《水利工程项目施工招标投标管理规定》的规定”，项目建设单位（业主）应通过委托招标的方式，择优选用承包方，招标文件由业主或业主委托具有相应资质的代理机构编制。

### （3）建设监理制

根据该工程等级，聘请具有相应资质的监理单位，依据合同对建设项目的进度、造价和工程质量进行监督和检查，确保施工单位履行工程建设承包合同，严把质量关，保质保量按期完工。

## 13.1.4 建设招投标方案

### 13.1.4.1 招标投标依据

- （1）《中华人民共和国招标投标法》
- （2）《水利工程项目招标投标管理规定》（水利部 14 号令）
- （3）《宁夏回族自治区招标投标管理办法》（宁夏回族自治区人民政府令第 12 号）
- （4）《国家发展改革委办公厅印发关于我委办理工程建设项目审批（核准）时核准招标内容的意见的通知》（发改办法规[2005]824 号文）
- （5）《工程建设项目货物招标投标办法》（7 部委第 27 号文）
- （6）《必须招标的工程项目规定》（国家发展改革委令第 16 号）

### 13.1.4.2 招标投标原则

工程分标的总的原则是，有利于合同管理和监督，充分利用资源，提高工程质量，控制造价和工期。

- （1）便于业主单位和监理工程师进行管理；
- （2）有利于招标竞争，有利于降低报价；
- （3）尽量保持单个建筑物的整体性，按单项工程分标，以减少各标段在建设中的相互干扰；
- （4）把作业内容和施工技术相近的项目合为单标；

(5) 有利于发挥承包商的特长和吸引承包商投标。

#### 13.1.4.3 招标投标规模

符合招标具体范围并达到规模标准之一的水利工程建设项目必须进行招标。

- (1) 施工单项合同概算价在 400 万元人民币以上；
- (2) 重要设备、材料等货物的采购，单项合同概算价在 200 万元人民币以上；
- (3) 监理、设计服务单项合同概算价在 100 万元人民币以上。

#### 13.1.4.4 招标组织形式

本项目拟采用委托招标的组织形式，招标方式拟采用全国公开招标。

#### 13.1.4.5 招标方式

根据《中华人民共和国招标投标法》的有关规定，“国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的，经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准，可以进行邀请招标”。根据实际，本工程的勘察设计及监理不招标，工程建设采用邀请招标的方式进行招标。

表 13.1-1 招标基本情况表

	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用 招标方 式	备注
	全部 招标	部分 招标	自行 招标	委托 招标	公开招 标	邀请招 标		
勘察、设计							√	
咨询							√	
监理							√	
建筑工程	√			√	√			
安装工程	√			√	√			
设备	√			√	√			
重要材料	√			√	√			
其他								
<p>情况说明：</p> <p>1、本项目是为解决及蒋河水库自身安全的一项民生工程，技术要求高，对全部工程的建筑及安装工程拟采用区内公开招标，以确保工程质量。</p> <p>2、本项目小型物资及设备采购不进行单独招标，拟由单项工程施工单位议价采购。</p> <p>3、勘察、设计、咨询、监理，不具备招标条件，拟以委托的方式委托符合资质等级要求的勘测设计单位及监理单位承担。</p>								

## 13.2 工程运行管理

工程竣工验收后，水库由原州区水务局统一调度，蒋河管理所进行管理并承担水库的日常巡查和维修养护，接受宁夏回族自治区水利厅的管理监督。

运行管理单位制订一套符合市场经济规律的先进科学管理制度，充分发挥全体管理职工的积极性；做好环境保护工作；每年汛期加强巡视，清除水库、输水塔前的杂物。

### 13.2.1 水库管理机构

该水库属小（1）型水库，水库管理由沈家河管理所管理，要求对管理人员进行必要的培训，使管理人员掌握水库运行管理的基本知识和常识，熟练掌握各种仪器和工具的使用方法，做好观测检查记录及资料的整编保存工作。

## 13.3 工程管理范围和保护范围

根据有关规定，为保证工程建筑物的安全和正常运用，结合工程管理的实际需要及当地自然地理条件，划定出相应的工程管理范围和保护范围。管理范围内的土地征用，土地及上面的附着物归管理单位使用和管理，其他单位和个人未经许可不得擅入。保护区范围内的土地不征用，但区内禁止取土等危害工程安全的活动。划定保护区的目的是为了保证水利工程的安全运用，延长工程的有效使用年限。管理单位应根据有关法规制定出保护区的管理办法，报地方人民政府颁布实施。

### （1）水库管理范围

水库大坝坝肩、外坡脚向外不小于 100m；水库库区校核洪水位以外 50m。

### （2）输（泄）水建筑物管理范围

输（泄）水建筑物管理范围为建筑物轮廓线以外 50m 范围。

工程保护范围为工程管理范围边界线外延 50m。

### 13.3.1 管理设施与设备

#### 13.3.1.1 大坝安全观测设施

大坝原未设观测设施，为方便工程管理，准确掌握水库运行情况，合理掌握运行管理和调度，本次加固设计增设观测大坝垂直沉降、水平位移的变形观测点

和渗透观测点，在坝顶沿坝轴线设一排共 5 个观测标点（含 2 个基点），在上、下游坝坡上各设置 7 个，共 12 个位移观测点。

配置测量仪器一套（经纬仪、水准仪、塔尺、花杆、皮尺等）。

#### **13.3.1.2 管理设施建设**

水库目前由渝南管理所管理，管理所面积和管理人员数量满足要求，为了便于加强对蒋河水库的管理，更好的发挥水库效益，设计为管理所配备观测设施及自动化监测设备。

为适应现代化管理的需要，拟购置电脑、打印机、传真机等一系列办公设备，用以记录水库大坝变形、渗流等观测资料，以及库水位等数据资料的采集、传输等。为准确观测大坝运行情况，需配置测量仪器一套，如经纬仪、水准仪、塔尺、花杆、皮尺等，用以观测、记录水库大坝变形、渗流等观测资料，以及库水位等数据资料的采集、传输等。

#### **13.3.2 水库调度运行管理**

由于该水库以保坝为主，在汛期来洪时，应密切关注大坝的水平、垂直位移等变形情况，以及大坝渗流量的变化情况，如发现异常情况应立即查明原因，及时采取处理措施。

#### **13.3.3 大坝观测管理**

必须做好施工期及完建后的安全监测工作。大坝观测管理方面，工程建成后应坚持每月进行水平位移，垂直位移及大坝渗流量观测不少于 3 次，在此后 2~3 年内应每月进行 1~2 次观测。在观测结果稳定或基本掌握变化规律后，观测次数可适当减少，每月进行一次或两月一次。观测过程中应注意做好记录整理工作以及观测数据的分析工作，以便掌握大坝的实际运行状态。

#### **13.3.4 工程维护管理**

在水库多年的运行中，水库管理人员对建筑物的管理和工程设施的操作已积累了一定的运行管理经验，但对于工程维护和维修要具有相应的技术要求。今后每年汛前对闸门、启闭机进行全面的维修养护，使其经常处于良好的状态，并加强对职工的技术培训，特别是对一些新增管理项目和管理设备，要作为重点进行技术培训，以提高职工的管理能力和管理水平。

## 13.4 管理制度

水库除险加固工程完工后，为确保水库安全运行，充分发挥水库的灌溉效益，还需制定以下一些规章制度。

- (1) 所长责任制
- (2) 工程技术人员责任制
- (3) 考勤制度
- (4) 仪器设备的保管和使用管理制度
- (5) 工作人员值班工作制度
  - ①料收集、整理、保存制度
  - ②库日常巡查制度

## 14 工程信息化

### 14.1 概述

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 $106^{\circ}11'41.54''$ ，北纬 $36^{\circ}12'55.28''$ ，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里。

水库由均质土坝和输水建筑物两大件组成。输水建筑物由水塔、输水涵洞组成。

水库未安装大坝变形、渗流、应力应变设施，大坝安全监测工作主要以日常巡视检查为主。大坝上未安装水雨情监测设备，无水雨情自动化采集系统；水库未安装视频监控设施。

根据 SL551-2012《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）要求，水库大坝安全监测自动化系统主要由大坝安全自动化监测系统，雨、水情环境监测系统、闸门监控系统、视频监控系统组成。大坝安全自动化监测系统包括坝体表面变形监测、坝体渗流监测等。

水利工程实时监测信息是水库防洪安全、兴利调度的基础信息，也是水利工程实现现代化管理、发挥工程综合效益的关键。系统的目标要体现快速及时、准确可靠、先进实用，以便对水库的安全运行性态、水资源优化配置等提供决策支持，进一步提高管理决策速度和水平，充分利用现有的工程措施，提高工程的运行效益。利用计算机技术、数据库技术、网络及通信技术，建立监测数据自动采集系统，开发大坝安全监测分析平台，并在这些系统基础上，从而打造水库智能信息管理平台，为水库管理领导提供一种全局高效决策的辅助工具。

### 14.2 需求分析

要让水库充分发挥其综合效益，首先必须采取措施保证大坝的安全，如果一个水库大坝存在着安全隐患，或运行管理人员不了解水库大坝的安全性态，从而使水库的运行风险很高，就无法发挥其正常效益。对水库大坝进行安全监测，不仅是为了验证设计和施工质量，也是为了保证大坝的运行安全，发现问题，及时

处理。按照我国的国情，当前突出强调非工程措施的作用具有十分重要的现实意义，加强大坝安全监测是水库非工程措施中极其重要的一个方面。

大坝安全监测自动化系统是水库防洪安全、兴利调度的基础信息，也是水利工程实现现代化管理、发挥工程综合效益的关键。系统的目标要体现快速及时、准确可靠、先进实用，以便对水库的安全运行性态、水资源优化配置等提供决策支持。进一步提高管理决策速度和水平，充分利用现有的工程措施，提高工程的运行效益。

结合水库运行管理现状，水库大坝自动化监控系统建设有以下需求：

### 1、大坝安全自动化监测系统

对大坝安全状况实施监测的目的，一是监视大坝在运行期间的安全状况，及时准确的大坝安全监测资料，可以为评估大坝工作性态提供科学依据，进而通过控制运用或加固等工程措施，来保障大坝的安全。只要监测及时、监测数据可靠，分析判断准确，就可以做到避免重大灾害事故的发生或减少灾害所造成的损失；二是可以在施工过程中不断获得反馈信息，用以验证设计的合理性，并为修正水工设计提供科学依据。

### 2、闸门监控系统

水库闸门自动化控制系统是大坝防洪安全、兴利调度的基础工程，是水利工程管理现代化建设取得成效的关键。建设水库闸门自动化控制系统目标是在水库建立一套快速及时、准确可靠、先进实用、高度自动化的闸门监控信息、工程安全信息、实时图像信息采集、监测监控与管理自动化系统，以便对大闸的安全运行性态、闸门运行进行实时监测与控制。为防洪排洪、水资源优化配置等提供决策支持。进一步提高管理决策速度和水平，充分利用现有的工程措施，提高工程的运行效益。本着安全、稳定、可靠的原则，根据水库工程输输（泄）水建筑物布置特点、自身启闭设备使用与场地的实际情况，以及水利信息化综合管理的实际需要，利用 PLC、智能仪表和计算机建立闸门自动化控制系统，实现对闸门的远程控制。

### 3、通信网络系统

通信网络传输系统应满足大坝安全监测系统监测点位分散，数据可靠性、实

时性要求高的需求，同时结合水库位于偏远山区通讯网络应便于施工及后期维护的需求。

#### 4、水库监控中心

监控中心是水库安全监测自动化系统工程的重要基础设施之一。它既是测监控自动化信息的公共传输平台，又是测监控自动化业务系统的运行环境。此外，还担负着与外界交换信息的任务。因此水库监控管中心应满足“性能可靠，操作简便，先进实用”的需求。自治区已规划建设省级大坝安全监测平台，本次不再重复建设，各水库将各监测要素信息按照开放协议传输至自治区监测平台，县级监控通过分账号链接自治区监测平台进行数据查询、统计与分析应用等功能使用

#### 5、系统集成

本着“整合资源，共享利用”的建设原则，大坝安全监测自动化系统在建设过程中应充分考虑与水旱灾害防御系统的集成，与水利厅水库大坝雨/水情监控平台的集成，并对系统进行网络安全配置。

自治区监测平台由水利厅统一规划建设，统一部署，实现平台的分级应用。自治区级数据接收系统，通过各设备厂商提供的数据协议或者自治区统一的数据协议，接收各测站上传的监测数据，存入自治区监测数据库。

#### 6、安全体系

大坝安全监测自动化系统按照国家系统安全等级保护的要求，配备与安全等级保护要求相适应的安全设备，以满足系统安全稳定运行的需求。

### 14.3 总体设计

#### 14.3.1 建立大坝自动化系统的必要性

为了实现监测大坝工作性态，了解大坝的安全状况，大坝都埋设了大量的监测仪器和设备。大坝安全监测的项目众多，测点布置很分散，需要大量时间和人力去进行观测、数据采集和计算分析。有些大坝的管理单位只能进行观测，尚不能对观测资料进行分析，以至于许多监测资料长期积压，不能发挥监测大坝安全运行的作用。

大坝安全监测自动化系统能够快速、准确地进行大坝安全参数测量、数据采集和传输，并能进行自动资料整编和分析，监测资料的同步性好，能大大减少人



为因素的不确定性。因此，建立大坝安全监测系统是非常必要的，同时提高了水利工作的现代化管理水平。

大坝安全监测系统是融汇电子技术、传感器技术、通信技术、遥测遥控技术和计算机技术等实现对水库和水电厂的大坝安全进行监测的自动化系统。

自动化监测系统极大地提高了我们设计、施工和安全管理大坝的能力。自动数据采集系统周期性地按需要测量、转换和处理物理信息，并且将这些信息传输到当地或远程的数据处理和管理系统，以便进一步分析、处理、生成图表和存入数据库。因此，自动化提供了监测大坝运行和及时获取大量监测信息的新技术。相应地，也提高了尽早发现事故隐患的可能性，这样就可以及时发现异常情况，并尽快做出正确判断和采取有效的补救措施。

为了自动化监测系统能长期、连续、稳定地运行，发挥其应有的监视大坝安全的作用，系统总体技术要求如下：

#### (1) 可靠性

为了大坝安全监测自动化系统能长期、稳定运行，其可靠性是第一位的。只有自动监测系统具有低故障率和高可靠性，才能起到其监视大坝安全的作用。对于系统的可靠性，应从系统结构、系统硬件和系统软件三个方面考虑。其一是自动监测系统的结构，在系统设计时，应根据系统规模、监测内容各功能要求等选择合理的系统结构；从理论上讲，系统的结构越简单，其可靠性越高，设计时应避免过多的中间环节。其二是系统硬件的可靠性，在设计时应选用国内、外应用成熟且经过工程长期运行考验的仪器设备；同时应充分考虑硬件设备的环境适应能力，大坝安全监测系统的硬件设备均安装在大坝现场，其运行环境恶劣，且易遭受雷电和电磁干扰，系统的仪器设备及电缆均应具有足够的防雷和抗电磁干扰能力。其三是系统软件的可靠性，在软件设计时，应充分考虑系统软件的可用性、容错性和监测数据的安全性。

#### (2) 准确性

自动监测系统的准确性主要是指监测数据的准确性，这包括两个方面，即监测数据的正确性和精度。系统应在硬件和软件两方面采取措施，在测量过程中对监测数据正确性进行检验和识别，剔除那些错误和含粗大误差的数据。在测量精

度方面，应以能满足工程监测需要为标准，避免因过于追求测量精度而降低了系统的可靠性。

### (3) 经济实用性

自动化监测系统在满足的可靠性和准确性的基础上，还应考虑系统的经济实用性，主要是从两个方面进行系统的优化。一是从系统的结构方面，由于大坝安全监测项目和仪器较多，布置比较分散，为了将所有监测仪器接入 MCU，就需要很多信号电缆和通信电缆，在进行系统结构设计时，应对系统结构进行优化，选择合理数量的 MCU 及其安装位置，尽量减少电缆长度，这不仅可节省经费，对系统的防雷和抗干扰也有好处。二是从系统的监测仪器和设备方面，在选择监测仪器和设备时，应在满足安全监测的需要和监测精度的要求前提下，尽量选择性能价格比高的仪器设备，同时还应考虑到设备的兼容性和通用性，以便今后系统的维护和扩展。

## 14.3.2 设计原则

- (1) 自动化程度高
- (2) 性能完备，技术成熟
- (3) 集成度高
- (4) 可靠性高
- (5) 先进性好
- (6) 开放性好，结构完善

## 14.3.3 设计的主要依据

- (1) 《土石坝安全监测技术规范》（SL551-2012）；
- (2) 《土石坝安全监测资料整编规范》（DL/T 5256-2010）；
- (3) 《大坝安全监测自动化技术规范》（DL/T5211-2005）；
- (4) 《大坝安全自动监测系统设备基本技术条件》（SL268-2001）；
- (5) 《国家一、二等水准测量规范》（GB12897-2006）；
- (6) 《国家三、四等水准测量规范》（GB12898-2009）；
- (7) 《中、短程光电测距规范》（GB/T16818-2008）；
- (8) 《国家三角测量规范》（GB/T17942-2000）；

- (9) 《水位观测标准》(GB/T50138-2010);
- (10) 《水利水电工程施工测量规范》(DL/T5173-2003);
- (11) 《水工建筑物水泥灌浆施工技术规范》(DL/T5148-2012);
- (12) 其他资料或相关规范。
- (13) 《大坝安全监测数据自动采集装置》(DL/T1134-2009)
- (14) 《土石坝监测仪器系列型谱》(DL/T947-2005)

#### 14.3.4 自动化系统结构

大坝在线健康监测系统是一个涉及面广、采集项目繁多、设备种类差异较大的现状,多种设备在一个系统中同时运行,通过合理布置,统筹管理,使该系统健康、高效的运转。

大坝安全监测系统总体架构分为5层:

(1) 信息采集层:水库现地建设的雨水情测报和安全监测设施,主要由信息采集设备、各类传感器、供电设备及通信设备组成。水库现地采集内容包括水位、雨量、图像/视频、渗流量、渗压、大坝变形、隧洞监测等。

(2) 数据传输层:数据传输可使用2G\3G\4G、NB-IoT等无线网络及运营商有线网络,如果水库未覆盖以上网络,则使用北斗卫星、超短波、光纤等通信方式进行数据通信。

(3) 数据资源层:包括安全监测预警平台数据库、资源汇聚和共享服务。

(4) 应用系统层:水库大坝安全动态监管云平台满足水库雨水情测报和安全监测需求,对水库进行监管。对于各级已建应用平台,如防汛指挥系统、山洪灾害监测与预警系统等,可与水库雨水情测报和安全监测系统进行整合。

(5) 用户层:包括部、省市(州)、县(市、区)水利部门相关人员,水库管理相关人员。

大坝监测预警系统网络架构见下图。

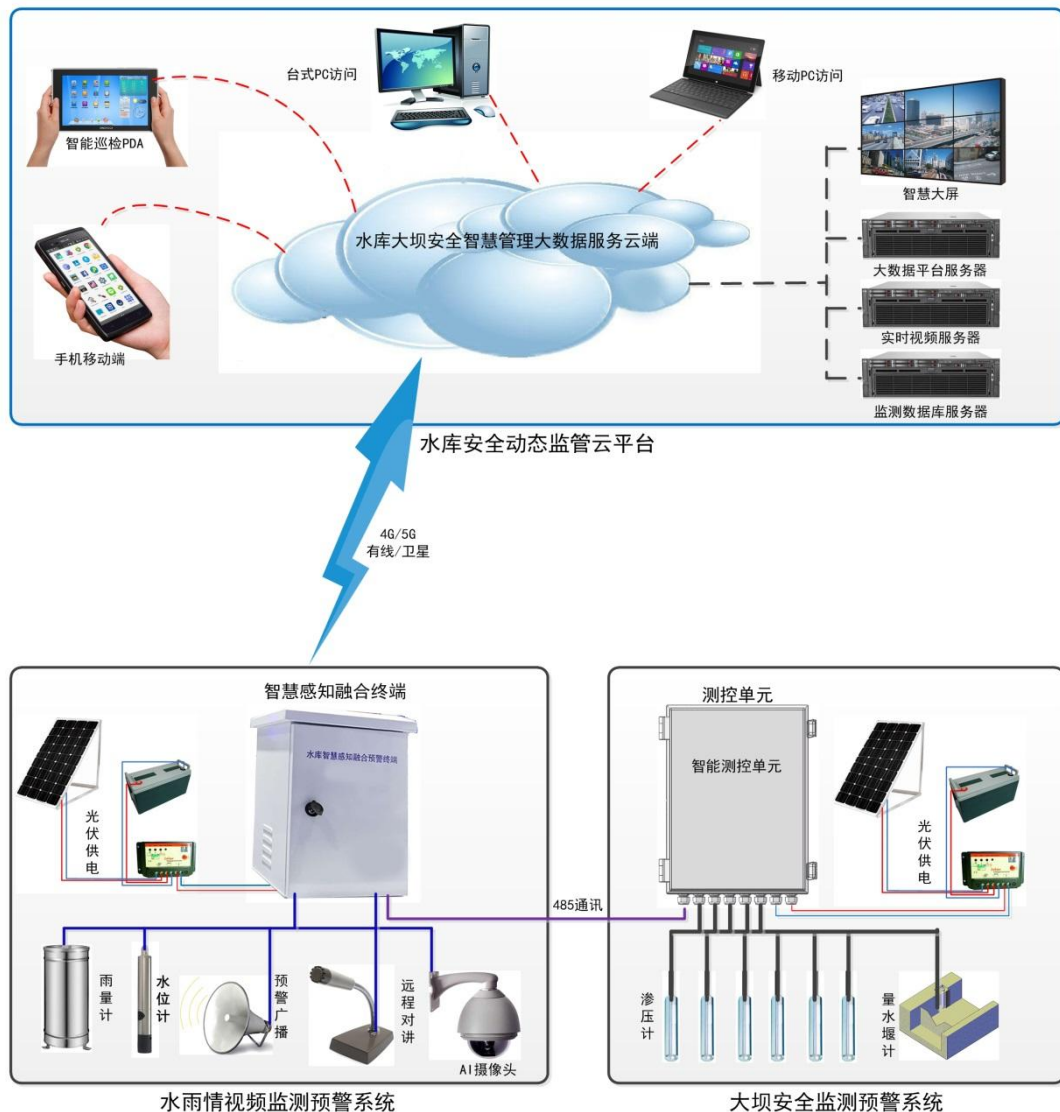


图 14-1 水库大坝安全监测预警系统结构图

## 14.4 分项设计

### 14.4.1 自动化系统主要建设内容

水库自动化系统主要包括：

- (1) 大坝安全自动化监测系统；
- (2) 闸门监控系统；
- (3) 视频监控系统。

### 14.4.2 大坝安全自动化监测系统

水库大坝安全监测系统是综合了计算机技术、无线通信技术、高精度检测技

术等多种技术手段，采用系统化、模块化的设计方法及开发标准，利用数据库技术，实现自动化数据采集与传输、数据存贮、数据管理、智能化判断、在线分析、预警、综合成图和离线分析功能。

水库大坝在线监测的主要内容如下表所示：

**表 14.4-1 工程主要监测内容**

序号	监测内容	监测设备	监测目的
1	坝体表面位移监测	水准仪、经纬仪、固定觇标	监测坝体表面变形
2	坝体渗流监测	渗压计	监测坝基渗漏

#### 14.4.2.1 坝体表面位移监测

##### 1、土坝工程监测仪器布置

###### (1) 表面变形监测

表面变形观测包括竖向位移和水平位移，水平位移中包括垂直坝轴线的横向水平位移和平行坝轴线的纵向水平位移。

①断面布置：共布置 2 个观测基点和 5 个位移观测标点。基准点应在距离坝址较远处选择永久点，尽量布置在基岩上，其高程应与测点高程相近。3 个位移点均布设于坝顶上。

#### 14.4.2.2 坝体渗流监测

(1) 监测点位布设 5 个断面，每个断根据把断面位置布置测压管。测点布置分别用来观测坝基渗流和坝体渗流，合计布设测点 5 个。

###### (2) 监测原理

渗流监测主要采用渗压计进行监测，渗压计主要由透水石、承压膜、钢弦、夹弦器以及线圈组成，其中承压膜与钢弦相连，钢弦上被预加一定张力固定于传感器内。根据经典弦原理，钢弦在弦长及受力一定情况下，其固有频率是固定的。当弦长一定时，钢弦固有频率的平方只同弦的张力成正比关系。当外界水压通过透水石作用于孔隙水压计承压膜上使其发生微小变形，从而导致与承压膜相连接的钢弦张力发生变化，其固有频率亦随之改变。钢弦固有频率的平方与膜片上水压力成正比关系，通过测量钢弦频率的变化，即可得知被测渗水压力大小，0.01MPa 相当于 1 米高水柱压强，故通过孔隙水压计从而可知水位位，水压大小计算式表达如下：

$$\sigma = E * \varepsilon = 4 * \rho * l^2 * f^2$$

$$\varepsilon = 4 * \rho * l^2 * \Delta f^2 / E = K(f_t^2 - f_o^2) \text{注: 暂不考虑温度补偿。}$$

式中:

E—弹性模量;

$K = 4 * \rho * l^2 / E$  —灵敏度系数。

### (3) 系统结构

为满足水库大坝安全监测数据实时分析的需要,需对安装的渗压计等监测传感器进行自动化采集和传输,建立自动渗流压力监测站。水库大坝渗流安全监测站由现地监测单元(MCU)、安全监测仪器、GPRS模块和设备保护箱组成。渗流监测站系统结构见下图。

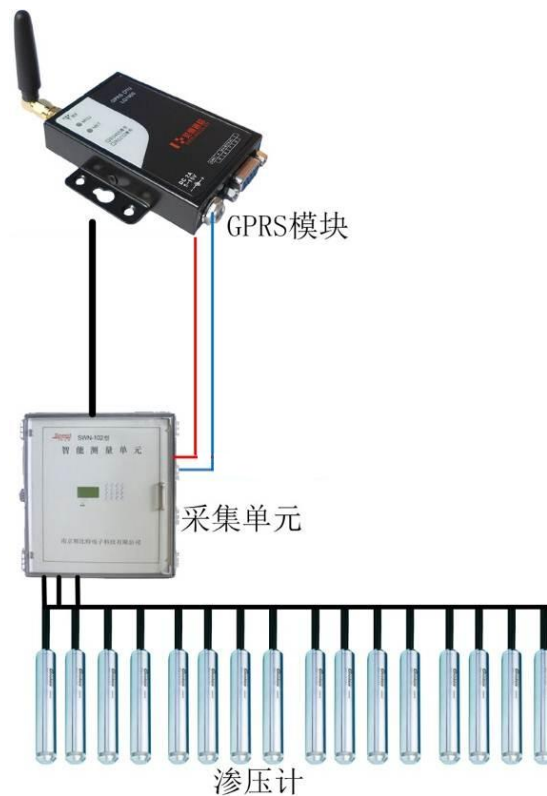


图 14-2 渗流监测站系统结构图

#### 14.4.2.3 自动化采集系统

##### (1) 系统功能

大坝安全监测自动化系统由传感器、通讯单元、自动测控单元 MCU 组成的观测站和中心站组成。观测站主要负责数据采集和与中心站的通讯,中心站主要负

责数据的接收和数据的处理与分析等工作。通过系统的硬件和软件配置，系统实现以下功能：

### ①采集、监测功能

系统可采集本工程所选用的各类传感器；能实现对各类传感器按指定方式自动进行数据采集。即监测数据自动采集的方式除了通过监测管理中心的监测服务器或具有一定权限的监测工作站下发的命令进行选测、巡测或单检外，还可通过预先设定的参数（如采集时间、频次等），由现场数据测量控制装置自动定时测量，满足“无人值班”的要求。所采集的数据可暂存在测量控制装置中或根据监测服务器、监测工作站的命令将所测数据传送到监测管理中心并进行处理、计算、检验、转入数据库等；并对各类传感器的实测数据进行自动采集和对实测的信号作出越限报警。

为满足水库工程安全监测系统的各种不同的管理要求，本技术方案提供了多种监测数据采集方式，以增加系统的灵活性。

A、巡测方式（即无人值守方式）。根据监控主机所设定的测量时间，MCU 能自动定时地进行巡测，该方式主要用于日常常规测量；

B、选测方式。安全管理人员可通过监控主机任意进行测量。该测量方式的优先权高于其它任何方式，主要用于在特殊情况下加密测次，及时对重点监测部位实施任意频次的测量；

C、预留人工测量接口。当监控主机或通信线路发生故障时，在恢复通信之前采用便携式计算机实施人工数据采集。MCU 由于采用全模块化结构，更换模块非常方便，MCU 不会因为模块故障而长期停测。

### ②显示功能

显示坝体建筑物及监测系统的总貌、监测布置图、过程曲线、监控图、分布图、相关图及报警状态显示窗口等。

### ③操作功能

在监控主机或管理计算机上可实现多种操作功能：

A、监视操作、输入/输出、显示打印、查询测值状态、调用数据、评估运行状态等；

- B、进行整个系统的运行管理：包括系统信息文件的形成、进库、通讯等；
- C、利用键盘操作各级显示画面及修改相应的参数等；
- D、修改系统配置、进行系统测试、系统维护等。

④数据存储与通信功能

⑤系统自检功能

系统具有自检功能，可对数据存储器、程序存储器、中央处理器、实时时钟电路、供电状况、电池电压、测量电路及传感器线路等进行自检，能在监控主机和管理主机上显示故障部位及类型，为及时维修提供方便。

## (2) 系统结构

大坝安全监测自动化系统中心站由传感器、通讯单元、自动测控单元 MCU 构成。主要负责数据的采集、接收和数据的处理与分析等工作。

### 14.4.3 闸门监控系统

#### (1) 系统结构

系统由水库闸门计算机监控系统、闸门视频监控和远程传输三部分组成。

闸门的控制方式有：常规控制、闸门 PLC 屏操作面板控制、计算机监控系统集中控制 3 种控制方式。在计算机监控系统网络正常情况下，运行监控通过计算机监控系统集中控制来实现。在网络中断的情况下，可通过现场 PLC 控制面板实现。在 PLC 出现故障情况下，可通过切换开关，改由原闸门的电气控制柜进行常规控制。常规控制级别最高。现地操作面板和集中控制的控制权限由闸门 PLC 屏上的现地/远程切换开关决定。

#### (2) 现地控制单元的功能

闸门现地控制单元为下层电气执行机构，承担各控制对象信号采集、传输等任务。现地控制柜各自独立。功能相同，可以由操作人员以现地自动或现地手动方式进行操作，完成闸门的控制任务。

- ①具备现地控制(手动/自动)闸门动作至任意开度，手动控制优先级最高。
  - ②具备闸门运行卡滞故障、失速故障、失控故障保护功能。
  - ③具备闸门下滑提升功能，可设制多个下滑报警点。
- 具备电机过流、过载、断相、欠压、短路保护等功能。



具备开度传感器损坏保护功能。

现地控制单元控制流程如下图所示

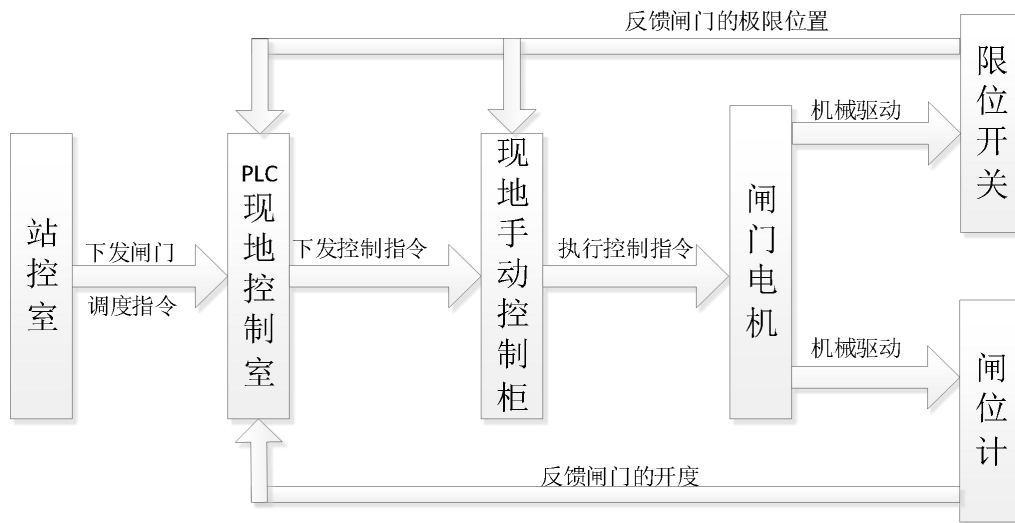


图 14-3 现地控制单元控制流程图

### (3) 启闭机控制

启闭机室设 LCU 柜，控制设备采用 PLC 装置，开度仪，荷载传感器和两套限位开关。由于启闭机在闸门启闭过程中可能存在上部或下部被卡现象，为此在启闭机的主轴上安装荷重传感器。闸位开度信号和荷重信号均送入启闭机控制柜中的 PLC；开度仪输出的开关量信号经 PLC 设置有上、下极限位置、检修位置、预制位置等，开度信号和提升过程中 110%过载、下降过程中 10%欠载信号。输出的多路闸门开度开关量引入 PLC 控制回路，与安装在闸门的上、下限位开关配合使用，更可靠地实现闸门上、下限位置的自动停机；输出的 110%过载及 10%欠载信号的常闭接入点引入常规控制回路，常开接入点引入 PLC 控制回路，作为闸门启闭机的机械保护，从而保证设备正常工作。启闭机控制柜中留有 RJ45 以太网接口，用以远程通信使用。

### (4) 系统软件功能

①测量与控制：包括闸门高度实时自动巡回测量，闸门开度自动与手动控制，实时巡测每台启闭机电流和每台启闭机接触器的分合状态。

②计算：根据各闸门开度确定流态，统计某一时段内流量和水量、各闸启闭次数及各种报警次数，汇总报表。

③显示：图形化显示各实测数据和历史数据，包括闸门运行工况、闸门电气

运行工况、一次回路各交流接触器开关分合状态、故障情况、参数设置以及闸门的高度等。

④记录：闸门开启时，对所测流量数据、闸门开度和水位每隔一定时间保存一组。闸门启闭时。记录启闭动作和启闭前后状态，记录报警情况，打印各种实时、历史数据和统计数据及报警情况。

远程传输：配有有线或无线数据传输接口，用于接受上级部门调度、控制以及向上级部门发送本闸实时信息。

#### **14.4.4 视频监控系统**

视频监控系统可以实现从远端实时直观的监控水库运行情况，为水库的管理、巡视提供了有效的远程作业监护、远程设备监控和远程安全防范监视，从而推动水利工程整体逐步向自动化、综合化、集中化、智能化方向发展，大幅减轻工作人员的劳动强度，节约管理成本。

##### **14.4.4.1 监控对象**

视频监视系统的监控对象主要为：

坝体上游、泄洪建筑物、输水建筑物

水塔启闭机房室内

##### **14.4.4.2 监控功能**

监视和录像功能：利用安装在监视目标区域的摄像机对生产设备和环境进行远程实时监控，进行 24 小时自动录像，并将监视目标的动态图像传输到现地存储设备及总调度中心。

控制功能：调度中心运行维护人员及有关管理人员或其他系统授权人员，通过工作站即可对监控范围目标区域中的设备或现场进行监视。

存储及回放功能：根据布设原则及建设内容，现地配置硬盘录像机，实现对视频数据的存储，视频数据存储时间不小于一个月；总调度中心监控人员可以进行本地录像、远端录像或调用监控录像进行查看。

警戒功能：区域闯入报警，对覆盖区域进行区域探测报警，并第一时间通知管理人员。

### 14.4.4.3 系统结构

本项目视频监控系统由网络摄像机、SD 存储卡、监控立杆以及网络传输设备组成，将监视目标的动态图像传输到现地存储设备及总调度中心。系统结构如下图所示：

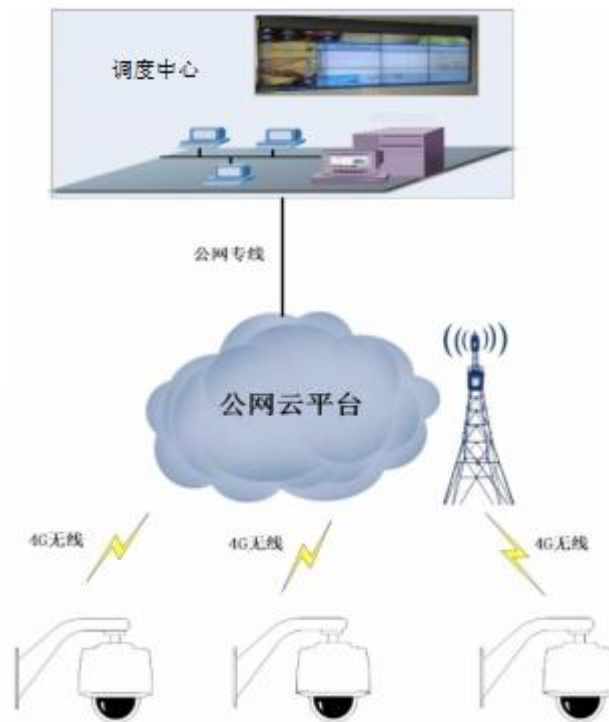


图 14-4 视频监控系统网络结构图

### 14.4.4.4 设备配置

水库配置 1 台室内视频摄像机，1 台室外视频摄像机，256G 存储卡 2 张，4G 通讯卡 2 张，室外安装立杆 2 个，配套线缆 2 套。

视频监控点设置见下表。

表 14-2 视频监控点位配置表

序号	地点	数量	备注
1	坝体上游视频监控	1	室外
2	启闭机室视频监控	1	室内
合计		2	

## 14.5 系统集成

本着“整合资源，共享利用”的建设原则，平台在建设过程中充分考虑与水利厅

现有信息化系统的横向集成和与各市其他信息化系统的纵向集成。

#### 14.5.1 与省级大坝安全监测平台的集成

自治区已规划建设省级大坝安全监测平台，该平台由水利厅统一规划建设，统一部署，实现平台的分级应用。自治区级数据接收系统，通过各设备厂商提供的数据协议或者自治区统一的数据协议，接收各测站上传的监测数据，存入自治区监测数据库。并在此基础上建设自治区数据共享系统，实现监测信息的整理、汇集、共享与应用。

本项目数据接收与传输采用“自治区中心”+“县区级分中心”+“水库现地数据终端”总体系统架构，通过雨水情、工程视频和大坝安全监测的现地数据终端，完成传感器的采集、计算、存储、显示、预警，并采用一站多发将数据传输汇集至自治区数据接收系统和县级数据接收系统，自治区及县区级监测平台整合汇集的数据，实现数据查询、统计与分析应用等功能。

数据集成方案主要从以下几个方面考虑：

##### (1) 实时数据集成

实时数据主要包括水库雨/水清监测站点、渗流监测站点设备信息等，具体涵盖水库泄洪水塔安装的水位、环境量自动监测设备数据。

##### (2) 基础数据集成

基础数据主要为本地的业务系统提供支撑，此部分数据主要是变更频率比较低的准静态数据，工程档案、设备档案等，可以为专题数据库提供映射数据源。统一登录用户信息、用户角色权限信息、组织机构信息、基础要素信息等基础数据的数据来源都是水利数据中心。

##### (3) 专题数据集成

专题数据是指各完整支持业务系统的结构化数据的数据库，由从基础数据库中映射的数据视图和自身业务需要建设的数据库表构成。专题库在逻辑上相互独立，在物理上与基础数据库、管理数据库统一存储在数据中心的数据库中。

#### 14.5.2 与宁夏水文预警中心及抗旱应急中心的集成

水库水位及雨量监测设备应采用一站多发的方式同步共享至宁夏水文预警中心，再由宁夏水文预警中心共享数据至抗旱应急中心，实现“整合资源，共享利用”

建设目标。

## 14.6 自动化设备清单

水库主要自动化设备表见下表。

表 14.6-1 水库主要自动化设备表

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
一	<b>闸门监控系统</b>				
1	LCU 柜体	1600*600*400, 含断路器、继电器、空开、串口通讯机等, 落地安装	台	1	
2	PLC 设备	24DI, 16DO, 8AI; 含 485 通讯模块; 含梯形图控制程序	套	1	
3	触摸屏	10 寸	台	1	
4	防雷器	电源、信号防雷	套	1	
5	开度荷载仪	显示方式: 4*8 位 LCD 显示, 输入信号传感器输出信号度 RS-485/4~20mA 信号, 报警、控制功能	台	1	
6	主令控制器开关量	机械限位开关	台	1	
7	开度编码器	并行格雷码	台	1	
8	控制电缆	Kvvp-10x1.5	m	20	
9	传感器电缆	Rvvp-12x1.0	m	20	
10	传感器电缆	Rvvp-4x1.0	m	20	
11	电缆保护管	DN25 镀锌钢管	m	40	
12	工业通信网关	4G 全网通	台	1	
13	4G 通讯卡	1G/月, 含两年费用	张	1	
14	辅材	配套金具、螺丝、增接口等	套	1	
二	<b>环境量监测</b>				
1	数据采集单元	数字采集控制, 支持 RS485、标准的 MODBUS_RTU 协议通讯、以太网通讯	台	1	
2	遥测雨量计	降雨强度测量范围: 0.5~8mm/min, 误差不大于 3%; 翻斗计量误差: $\leq \pm 4\%$ ; 承雨口内径: $\phi 200$ , 外刃口角度 $45^\circ$ ; 工作环境温度: $-10\sim+50^\circ\text{C}$	台	1	
3	雨量计安装支架	由镀锌角铁焊制而成, 水塔顶安装	t	0.2	
4	传感器电缆	Rvvp-4x1.0	m	20	
5	镀锌钢管	RC25	m	20	
三	<b>库水位监测</b>				
1	高频雷达水位计	通用通信协议, 量程 0~30M, 防护等级 IP68, 测量精度 0.5%, 输出形式 4~20mA、RS485, 环境温度 $-25^\circ\text{C}\sim 60^\circ\text{C}$	台	1	
2	液位计安装支架	由镀锌钢管铁焊制而成, 水塔壁安装	套	1	

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
3	传感器电缆	Rvvp-4x1.0	m	20	
4	电缆保护管	DN25 镀锌钢管,含地埋敷设	m	20	
<b>四</b>	<b>渗流监测自动化采集</b>				
1	智能测控单元	MCU16 通道振弦采集	套	2	
2	水工通信电缆	4×0.35+1×0.3, 4 芯通信加 1 芯地线带屏蔽/热熔/热缩/防水接线, 含地埋敷设, 冻土层以下	m	600	
3	供电电缆	YJV-3*6, 含地埋敷设, 冻土层以下	米	400	
4			m	800	
5	设备立杆及支架	镀锌钢管 DN100, 4 米金属杆, 含悬臂, 砼基础、避雷针、接地网	个	2	
6	机箱配套	不锈钢户外定制, 含开关电源、防雷器等	套	2	
7	工业通信网关	4G 全网通	台	2	
8	4G 通讯卡	1G/月, 含两年费用	张	2	
<b>五</b>	<b>视频监控</b>				
1	室内视频球机	200 万像素高速球机; 4G 球型网络摄像机, 4G 支持全网通 4G 模块(电信、移动、联通), 支持短信联动; 传感器类型: 1/2.8"; 最低照度: 彩色: 0.05Lux @ (F1.6, AGC ON),黑白: 0.01Lux @(F1.6, AGC ON); 23 倍光学变焦; 红外照射距离: 50m	台	1	
2	室外视频球机	200 万像素 7 寸红外高速球机; 4G 球型网络摄像机, 4G 支持全网通 4G 模块(电信、移动、联通), 支持短信联动; 传感器类型: 1/2.8"; 内置 GPU 芯片, 支持深度学习算法; 支持宽动态 120db, 支持电子透雾支持智能监控、人脸抓拍; 支持声光警戒、区域入侵侦测; 内置扬声器: 功率 5w; 支持混合补光, 暖光补光 30m、红外补光 150m; 最低照度: 彩色: 0.005Lux @ (F1.5, AGC ON),0 lux with IR,黑白: 0.001Lux @ (F1.5, AGC ON); 23 倍光学变焦; 红外照射距离: 150 米	台	1	
3	存储卡	256G, SD 卡监控专用 高速 Class10	张	2	
4	4G 通讯卡	100G/月, 含两年费用	张	2	
5	室外安装立杆	镀锌钢管 D115*4, 4.5 米金属杆, 含悬臂, 砼基础, 避雷针、接地网	套	1	
6	机箱配套	不锈钢户外定制, 含开关电源、防雷器等	套	1	
7	配套线缆	电源线 RVV3*1.5 <sup>2</sup> -50m, 超五类网线 CAT5-50m, DN25 镀锌钢管 80m	套	1	
<b>六</b>	<b>系统集成</b>				
1	上位机软件	闸门控制自动化组态软件, 具有独立的现地数据库, 支持调度中心数据库同步, 实现站级系统的数据采集、画面展示、	套	1	

序号	设备名称	型号及规格	单位	数量	备注
		报表汇总、曲线展示、保护定制整定、机组智能联动控制等功能			
2	渗流监测点信息	信息数据整编录入	个	5	
3	水位监测点信息	信息数据整编录入	个	1	
4	环境量监测点信息	信息数据整编录入	个	1	
5	视频监控信息	信息数据整编录入	个	2	

# 15 设计概算

## 15.1 工程概况及总投资

### 15.1.1 工程概况

蒋河水库位于固原市原州区头营镇蒋河村，坝址所处地理位置东经 106°11'41.54"，北纬 36°12'55.28"，属黄河一级支流清水河上游干流，距离固原市区约 22.6 公里。

### 15.1.2 投资主要指标

按照 2022 年第四季度价格水平计算，不计价差预备费，工程概算总投资为 374.14 万元。其中建筑工程 234.12 万元，设备及安装费 55.43 万元，临时工程 6.85 万元；独立费用 55.44 万元；预备费 10.56 万元；征地移民补偿投资 0.92 万元；环境保护工程投资 4.06 万元；水土保持工程投资 6.76 万元。

## 15.2 编制依据及原则

### 15.2.1 编制原则

本项目概算编制按现行有关水利工程投资概算的编制办法、费用构成及计算标准进行编制，材料及设备价格执行 2022 年第四季度的市场综合价。

本工程为一般计税方法的水利工程。采用《宁夏水利建筑工程预算定额》编制投资概算，工程单价扩大 3.0% 的系数作为概算单价。

### 15.2.2 定额依据

- ① 宁水计发【2016】10 号文《宁夏水利工程设计概（估）编制规定》。
- ② 宁水办发【2017】32 号文《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》宁夏水利厅 2019 年 4 月 3 日发布的《自治区水利厅关于调整我区水利工程计价依据有关税费及计价系数》的通知。
- ③ 宁水计发【2009】13 号《宁夏回族自治区水利建筑工程预算定额》。
- ④ 定额不足部分参照相关专业定额。
- ⑤ 国家计委、建设部计价格 [2002] 10 号文《工程勘测设计收费管理规定》；
- ⑥ 国家发改委、建设部发改价格 [2007] 670 号文《建设工程监理与相关服



务收费管理规定》；

⑦ 本工程报告设计文件、图纸及工程量。

## 15.3 基础单价

### 15.3.1 人工预算单价

人工工资预算单价执行宁水计发【2016】10号文规定，技工工资为8.1元/工时，普工工资为5.77元/工时。

### 15.3.2 电、风、水基础单价

施工用电按网供和自备电综合考虑，网电80%、自发电20%综合计算为1.23元/KW·h。

施工用风按油动空压机供风计算，风价为0.15元/m<sup>3</sup>。

施工用水按购水拉运计算，水价为7.7元/m<sup>3</sup>。

### 15.3.3 材料预算价格

钢材、木材、水泥、汽油、柴油以2022年《宁夏工程造价》公布的建筑市场综合价为材料原价，另加运杂费、装卸费、采保费进行计算。砂子、石子、块石料就近购买，以2022年《宁夏水利工程造价信息》公布的建筑市场综合价为材料原价，另加运杂费、装卸费、采保费进行计算。材料预算价格高于限价时，按规定价进入工程单价，差额部分作为价差计取税金后列入其综合单价中。

次要材料以2022年《宁夏工程造价》建筑市场综合价为依据计取，不足部分按市场价格计算。

### 15.3.4 运杂费

依据宁公价管【2016】16号文《宁夏公路工程造价管理站关于发布宁夏公路汽车普通货物运输价格及装卸费的通知》综合计算。采购及保管费率根据宁水计发【2016】10号文及宁水办发【2017】32号文的规定。

### 15.3.5 主要设备价格

主要设备价格为近期国内主要生产厂家询价或参照其他类似工程资料取定。

## 15.4 费用标准

取费标准执行宁水计发【2016】10号文《宁夏水利工程设计概（估）编制规

定》、宁水办发【2017】32号文《宁夏水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》及宁夏水利厅2019年4月3日发布的《自治区水利厅关于调整我区水利工程计价依据有关税费及计价系数》的通知。

#### 15.4.1 其他直接费

其他直接费按费率进行计算，建筑工程费率为4.8%，安装工程费率5.5%；取费基数为定额直接费。

#### 15.4.2 间接费

间接费根据不同工程类别按不同费率分别计算，详见下表。

表 15.4-1 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	费率 (%)
1	土方工程	直接费	4.0
2	石方工程	直接费	8.5
3	砌石工程	直接费	8.5
4	混凝土工程	直接费	7.0
5	钢筋工程	直接费	5.0
6	钻孔灌浆工程	直接费	9.25
7	其他工程	直接费	7.25

#### 15.4.3 企业利润

企业利润：按直接费和间接费之和的不同费率分别计算，详见下表。

表 15.4-2 企业利润费率表

序号	工程类别	计算基础	费率 (%)
1	土方工程	直接工程费+间接费	5.0
2	石方工程	直接工程费+间接费	5.0
3	砌石工程	直接工程费+间接费	7.0
4	混凝土工程	直接工程费+间接费	7.0
5	钢筋工程	直接工程费+间接费	7.0
6	钻孔灌浆工程	直接工程费+间接费	7.0
7	其他工程	直接工程费+间接费	5.0

#### 15.4.4 税金

按直接费、间接费、利润及材料补差之和的9.0%计取。

## 15.5 分部工程概算编制

### 15.5.1 建筑工程

#### 15.5.1.1 主体建筑工程

主体建筑工程按设计工程量乘以工程单价进行编制。

#### 15.5.1.2 交通工程

交通工程按设计工程量乘以工程单价或采用扩大指标进行编制。

#### 15.5.1.3 供电设施工程

供电设施工程根据设计的电压等级、线路架设长度及所需配置的变配电设施要求，采用工程所在地区造价指标或有关实际资料计算。

### 15.5.2 机电设备及安装工程

#### 15.5.2.1 设备费

设备费按设计数量乘以设备单价（设备单价依据市场询价或以往工程招标价格为依据）进行计算。

交通工具购置费按编规相应规定结合设计方案配备，单价依据市场询价进行计算。

#### 15.5.2.2 安装费

安装费按设计数量乘以安装单价进行计算。

### 15.5.3 金属结构设备及安装工程

编制方法同机电设备及安装工程。

### 15.5.4 施工临时工程

#### 15.5.4.1 导流工程

按设计工程量乘以工程单价进行编制。

#### 15.5.4.2 施工交通工程

按设计工程量乘以工程单价或采用工程所在地区造价扩大指标或有关实际资料进行计算。

#### 15.5.4.3 施工场外供电工程

按设计的电压等级、线路架设长度及所需配备的变配电设施要求，采用工程所在地区造价扩大指标或有关实际资料进行计算。

#### 15.5.4.4 施工房屋建筑工程

施工仓库：由施工组织确定面积，单位造价指标按工程所在地区造价扩大指标或有关实际资料进行计算。

办公、生活及文化福利建筑按一至四部分建安工作量的百分数计算。

### 15.6 独立费用

#### 15.6.1 建设管理费

建设管理费：以宁夏水利厅关于发布〔宁夏水利工程设计概（估）算编制规定〕的通知（宁水计发【2016】10号文）为依据进行计算。

#### 15.6.2 工程建设监理费

工程建设监理费：以国家发展改革委、建设部关于印发《建设工程监理与相关服务收费管理规定》的通知（发改价格〔2007〕670号）为依据进行计算。

#### 15.6.3 生产准备费

以宁夏水利厅关于发布〔宁夏水利工程设计概（估）算编制规定〕的通知（宁水计发【2016】10号文）为依据，按工程第一至第四部分建筑安装工程费总额计取。

① 生产及管理单位提前进厂费：以工程第一至第四部分建安工作量的 0.35% 计取。

② 生产职工培训费：以工程第一至第四部分建安工作量的 0.5% 计取。

③ 管理用具购置费：以工程第一至第四部分建安工作量的 0.03% 计取。

④ 备品备件购置费：以工程设备费费的 0.6% 计取。

⑤ 工器具及生产家具购置费：以工程设备费费的 0.2% 计取。

#### 15.6.4 科研勘测设计费

① 前期工作费用：按发改价格〔2006〕1352号“关于印发《水利、水电、电力建设项目前期工作工程勘察收费暂行规定》的通知”和计价格〔1999〕1283号“关于印发建设项目前期工程咨询收费暂行规定的通知”规定执行。

② 工程勘测设计费：根据国家计委、建设部关于发布《工程勘测设计收费管理规定》的通知（计价格〔2002〕10号）文件规定计取。

### 15.6.5 其他

① 安全生产措施费：

根据宁水计发【2016】10号文的规定，按工程第一至第四部分建筑安装工程费总额的1.5%计取。

② 工程质量检测费：

根据宁水计发【2016】10号文的规定，按工程第一至第四部分建筑安装工程费总额的0.5%计取。

### 15.7 预备费

- (1) 基本预备费：费率按3%计算。
- (2) 价差预备费：本工程不列价差预备费。

## 16 经济评价

### 16.1 项目概述

为响应西部大开发，国家对水利项目建设的重视，加大投资力度，该水库在这个大环境下进行建设。通过对蒋河水库进行除险加固，拦蓄地表径流，充分利用当地水资源，发展库灌区，改善当地农业生产条件和人民的生活条件。

蒋河水库属小（1）型水库，工程等别IV等，主要建筑物（土坝、输水建筑物）级别为4级，次要建筑物及临时建筑物级别为5级。蒋河水库设计洪水标准10年，校核洪水标准50年。

建设工期为6个月，该项目为社会公益性项目。

### 16.2 经济评价

#### 16.2.1 社会效益

该工程除险加固后，减少对下游人民群众生命财产的威胁，改善下游河道水质，减少下游泥沙淤积，对农业生产和社会经济的发展起到积极作用。

#### 16.2.2 生态效益

工程实施后，可把部分泥沙拦蓄起来，减少水土流失。同时可确保下游水库水质，促进下游退耕还林（草）建设的实施。对周边生态环境恢复创造良好条件，其生态效益十分显著。

#### 16.2.3 灌溉效益

该项目实施后，可保障水库下游灌区0.2万亩农田的灌溉用水。