

济南市长清区张庄水库除险加固工程 设计说明书

编 制 单 位：济南市水利建筑勘测设计研究院
设计证书编号：151147-sy
二〇〇八年四月

批 准：张 杰

审 定：张一新

审 查：刘延杰

编 写：巩传忠

主要参加人员：李晓艳 刘 玲 张浴涛

目 录

第一章	设计提要	1
第二章	基本情况	5
§2-1	工程概况	5
§2-2	水文气象	5
§2-3	工程地质与水文地质	6
§2-4	工程管理	14
§2-5	大坝建设及运行情况	15
第三章	大坝防洪标准复核	16
§3-1	概况	16
§3-2	大坝防洪标准复核	17
§3-3	设计洪水推求成果	17
第四章	安全状况	24
§4-1	大坝	24
§4-2	溢洪道	25
§4-3	放水洞	25
§4-4	工程管理	26
§4-5	其他	26
第五章	工程设计	27
§5-1	工程等别和标准	27
§5-2	基本资料	27
§5-3	主要工程内容	27

§5-4	大坝除险加固工程	28
§5-5	放水洞工程	34
§5-6	放水洞水力计算	36
§5-7	溢洪道工程	39
第六章	工程投资预算	40
§6-1	编制说明	40
§6-2	主要工程量及设资	43
第七章	施工组织设计	45
§7-1	工程概况	45
§7-2	施工组织	45
§7-3	施工条件	45
§7-4	施工导流	46
§7-5	施工交通	47
§7-6	主体工程施工	47
§7-7	施工总进度	49
第八章	经济评价	50
§8-1	投资和费用	50
§8-2	效益	50
§8-3	计算评价	51
§8-4	国民经济评价结论	53

附预算

第一章 设计提要

一、建设地点

济南市长清区五峰山街道办事处的南部,南大沙河三官庙支流上。

二、建设性质

除险加固

三、设计标准

1. 建筑物等级: 水库为小(1)型, 工程等别 IV 等, 主要建筑物级别 4 级。

2. 洪水标准: 依据国家《防洪标准》GB50201-94 规定, 本工程防洪标准按五十年一遇设计, 五百年一遇洪水校核。

四、设计依据

1. 《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL252—2000;
2. 《防洪标准》GB50201—94;
3. 《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44—93;
4. 《碾压式土石坝设计规范》SL274—2001;
5. 《碾压式土石坝施工规范》DL/T5129—2001;
6. 《溢洪道设计规范》SL253—2000;
7. 《水工砼施工规范》DL/T5144—2001;
8. 《水利水电工程施工组织设计规范》(试行)SDT338—89;
9. 《水库工程管理设计规范》SL106—96;
10. 《土石坝安全监测技术规范》SL60—94;

11.《张庄水库大坝安全鉴定评价报告》

12. 其它国家有关规范、规程

五、主要内容

1. 大坝工程：上、下游坡翻压深度 0.5 ~ 1.0m、原上游干砌块石护坡拆除，新建干砌石上游护坡、坝坡下游草皮护坡、上坝台阶、下游 M7.5 浆砌石排水沟、坝顶 5m 宽泥结碎石路面等。

2. 溢洪道工程：原溢洪道宽为 20m, 经计算加宽至 40m, 维持右岸墙不动，向左加宽 20m。

3. 放水洞工程：老放水洞拆除，在原放水洞上新建放水洞。

4. 新建管理房，防汛路

六、工程预算

工程总投资 365.00 万元，其中建筑工程 287.65 万元，金属结构及安装工程 5.28 万元，临时工程 18.33 万元，其他费 50.13 万元，基本预备费 3.61。

七、主要工程量

1. 主要工程量

土石方 6.00 万 m^3 , 干砌石 3154 m^3 , 浆砌石 511 m^3 , 粗料石 129 m^3 , 砼及钢筋砼 261 m^3 。

2. 设备

0.7×0.7m 平面钢闸门 1 扇，5T 螺杆启闭机 1 台。

3. 材料及工日

钢材 12T, 工日 3.4 万个

八、主要工程指标

1. 水库主要性能及洪水指标见表 1-1。

张庄水库主要性能技术指标表

表 1-1

主要指标	五十年一遇 (P=2%)	500 年一遇 (P=0.2%)
最高水位 (m)	188.71	199.23
兴利水位 (m)	118.00	118.00
死水位 (m)	105.0	105.0
起调水位 (m)	118.0	118.0
总库容 (万m ³)	115.6	122.9
防洪库容 (万m ³)	14.1	21.4
兴利库容 (万m ³)	84.5	84.5
死库容 (万m ³)	17.0	17.0
洪峰总量 (万m ³)	46.6	87.5
洪峰流量 (m ³ /s)	94.5	133.0
最大泄量 (m ³ /s)	66.0	101.0

2. 大坝主要工程技术指标见表 1-2。

大坝工程主要指标表

表 1-2

项 目		现 状	设 计
坝型		均质土坝	均质土坝
坝长(m)		336	336
最大坝高(m)		20.2	20.2
坝顶宽		5.0	6.3
坝顶高程		120.2	120.2
边坡	迎水坡	1:2.50	1:2.5~3.0
	背水坡	1:2.0~1:2.5	1:2.75~1:3.25
截渗措施		/	复合土工膜

3. 溢洪道主要工程技术指标见表 1-3。

溢洪道工程主要指标表

表 1-3

项 目	现 状	设 计
型式	宽顶堰	宽顶堰
堰顶高程(m)	118.0	118.0
堰顶净宽(m)	20	40
最大泄水量(m ³ /s)	69	66m ³ /s 2% 101m ³ /s 0.2%

4. 放水洞主要工程技术指标见表 1-4。

放水洞工程主要指标表

表 1-4

项 目	现 状	设 计
型式	浆砌石方涵	更换钢筒砼管
断面尺寸(m)	1.2×1.4	φ 700
进口底高程(m)	105.0	105.0
设计流量(m ³ /s)	1	1
闸门型式	铸铁闸门	铸铁闸门

第二章 基本情况

§ 2-1 工程概况

张庄水库位于五峰山街道办事处南部,南大沙河三官庙支流上,流域面积 3.5km^2 ,总库容 122.9万m^3 。该水库 1978 年 6 月动工,于 1978 年 12 月建成。

水库枢纽由大坝、溢洪道、放水洞组成。

大坝为均质土坝,最大坝高 20.2m ,坝顶高程 120.2m ,大坝全长 336m ;溢洪道设在主坝南端,为开敞式。净宽 20m ,底高程 118m ,历史最大泄量 $55\text{m}^3/\text{s}$,1991 年汛前在溢洪道新开一宽 1.8m 、深 2m 的子槽;放水洞设在主坝桩号 $0+099\text{m}$ 处,为浆砌石箱式涵洞,设 $0.8 \times 0.8\text{m}$ 钢闸门,手摇启闭机已失控,闸门后安装 $\phi 300$ 闸阀控制放水。

水库总库容 122.9万m^3 ,兴利库容 84.5万m^3 ,死库容 17.0万m^3 。是一座具有防洪、灌溉、养殖等综合利用的小型水库。

§ 2-2 水文气象

一、流域概况

流域内山势陡峻,岩石主要为花岗石,有风化,大多山沟为片麻岩,土层较薄,土壤保质状况较差,水流充沛,主河道长 2km ,平均坡降 0.036 m/m 。该水库区域内四季分明,具有春季干旱多风、夏季炎热多雨、秋季温度雨量适中、晚秋干旱、冬季寒冷干燥的特点,属暖

温带半湿润大陆性气候季风区域，年平均日照时数 2334.6 小时，多年平均气温 14.1°C ，极端最高气温 40.6°C (1997 年 6 月 22 日)，极端最低气温 -20.5°C (1981 年 1 月 26 日)，平均无霜期 215 天，降雨量年平均 680mm，最大降水量 1114mm(2004 年)，最小降水量 321mm，降水量年内分配不均，年降雨主要集中在 7、8 月份，汛期(6~9 月)占全年降水量的 80%，雨量集中，洪涝灾害威胁严重，年际间变化较大，丰枯年相差悬殊，最大值为最小值的 3.47 倍。

水库防洪效益主要是保护下游的 17 个村庄、1 万人的生命财产、下游 7 km 处的 3 个企业及 104 省道的安全。水库灌区设计灌溉面积 2.1 万亩，实灌面积 500 亩。库水面进行养鱼和其它综合经营，年产成鱼 5000 斤~1.2 万斤之间，效益不高，有待进一步投入。根据山东省水利厅鲁水管字〔2007〕6 号文《山东省小型水库安全状况排查办法》确定为重点小型水库。

§ 2-3 工程地质与水文地质

一、地形地貌

张庄水库位五峰山街道办事处的南部，南大沙河三官庙支流上，属丘陵河谷地貌。库区南部、东部为基岩出露的丘陵地貌，地形东南高西北低。

二、地层岩性

区内库区及坝址区基岩地层为泰山群(Ar)，为青灰色~浅红色花岗岩。

基岩之上多由第四系松散堆积物所覆盖，具体岩性主要为冲洪积成因(Q_3^{al+pl})的壤土(微棕黄色)和(Q_4^{al+pl})的壤土(黄土状土)。

库区溢洪道、大坝始端可见出露基岩。

三、地震

依《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)，本区地震动峰值加速度为 $0.05g$ (相应的地震基本烈度为 VI 度)。地震动反应谱特征周期为 $0.45s$ 。

四、水文地质

区内地下水主要为基岩裂隙水。主要含水层为泰山群花岗岩，花岗岩节理裂隙发育程度的不同，导致含水层富水程度的不均一。

钻孔注水试验资料，第①层坝体素填土的渗透系数为 $1.15 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水层；第②层坝基壤土(黄土状)的渗透系数为 $1.06 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水层；第③层坝基壤土(微棕黄色)的渗透系数为 $3.36 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水层；第④层坝基强风化花岗岩的渗透系数为 $8.16 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水层；第⑤层坝基中风化花岗岩的渗透系数为 $2.59 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水层。

张庄水库坝体、坝基土渗透系数统计表

表 2-3

层号	岩土名称	室内试验(*10-4cm/s)			钻孔注水试验(*10-4cm/s)	双环渗水试验(*10-4cm/s)		推荐值(cm/s)	渗透性分级	备注
		统计项目	统计数据	平均值		试验数据	平均值			
1	素填土	统计个数	14	0.659	0.115	坝前坡	15.633	4.06×10^{-4}	中等透水	推荐采用室内试验大值平均值
		最大值	6.550			12.100				
		最小值	0.005			11.400				
		大值平均值	4.060			坝后坡				
		小值平均值	0.090			23.4				
2	壤土	统计个数	6	0.052	0.106			1.06×10^{-5}	弱透水	推荐采用注水试验
		最大值	0.108							
		最小值	0.017							
		大值平均值	0.107							
		小值平均值	0.025							
3	壤土	统计个数	9	0.048	0.336			3.36×10^{-5}	弱透水	推荐采用注水试验
		最大值	0.258							
		最小值	0.012							
		大值平均值	0.258							
		小值平均值	0.022							
4	强风化花岗岩	统计个数			81.600			8.16×10^{-3}	中等透水	推荐采用注水试验
5	中风化花岗岩				0.259			2.59×10^{-5}	弱透水	推荐采用注水试验

依水质分析资料，库水及地下水均属于 $\text{HCO}_3\text{-SO}_4\text{-Ca-Mg}$ 型水，对砼无腐蚀性。

五、坝体填筑质量

依钻探资料，坝体填土：黄褐色～褐黄色，稍湿～饱和，可塑，以壤土为主，含少许砾砂，局部偶见姜石，局部松散，采芯率约 40% (见照片)。粘粒($<0.005\text{mm}$)含量 22.3%，符合规范粘粒含量 10%～30% 的要求，塑性指数 11.8，符合规范塑性指数 7～17 的要求。

依钻孔原状土样试验资料，坝体填土干密度最大值 1.73 g/cm^3 ，最小值 1.54 g/cm^3 ，大值平均值 1.68 g/cm^3 ，小值平均值 1.60 g/cm^3 ，平均 1.64 g/cm^3 。标准贯入试验最大值 11 击，最小值 4 击，大值平均值 7.6 击，小值平均值 6.6 击，平均值 7.2 击。坝体填土渗透系数推荐

采用 $4.06 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 不符合规范小于 $1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 的要求。

依 ZKB1-4 击实样试验资料, 坝体填土的最大干密度 1.74 g/cm^3 , 最优含水量 14.4%。按 4 级坝压实系数 95% 的要求, 其控制干密度值应为 1.653 g/cm^3 , 依钻孔原状土样试验资料, 坝体填土干密度推荐值 1.54 g/cm^3 。压实度为 88.5%。若依探坑所测平均干密度 1.42 g/cm^3 , 则坝体填土的压实度仅为 81.6%。坝体土的压实度不满足设计要求;

坝体填土在 0.95 压实条件下土的主要物理力学指标详见《土工试验成果报告表》(ZKB1-4, JS2)。

六、坝基工程地质条件

(一) 坝基地层岩性

依钻探资料, 坝基在桩号 0+000 ~ 0+120 段清基比较彻底。坝基基岩属泰山群花岗岩, 岩石呈浅灰色、浅红色; 中风化状态, 钻孔注水试验资料推求其渗透系数为 $2.59 \times 10^{-6} \text{cm/s}$, 属弱透水地层。

依钻探资料, 坝基在桩号 0+120 ~ 0+336 段, 坝基在筑坝前未进行清基。坝基主要地层岩性可分为四层。

②层壤土(黄土状土): 褐色 ~ 褐黄色, 可塑, 稍湿 ~ 饱和, 见少许白色钙质条纹, 偶见小姜石。层厚 1.4 ~ 6.6m 不等。平均层厚 3.54m, 层顶标高 110.87 ~ 118.68m, 平均层顶高程 114.14m。壤土层含水量 21.4%。干密度 1.55 g/cm^3 , 饱和度 78.1%, 孔隙比 0.71, 塑性指数 10.8。液性指数 0.23。室内试验渗透系数 $1.07 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。钻孔注水试验推求渗透系数 $1.06 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。标贯击数 11 击。详见《长清张庄水库除险加固主要物理力学指标统计表》(表 3-1)。

③层壤土: 微棕黄色, 硬塑, 湿 ~ 饱和, 含少许砾砂颗粒, 偶见

小姜石。层厚 1.40 ~ 7.70m 不等, 平均层厚 4.46m。层顶标高 107.31 ~ 116.38m。平均层顶高程 110.61m。壤土层含水量 20.6%。干密度 1.64g/cm^3 , 饱和度 85.3%, 孔隙比 0.66, 塑性指数 12.5。液性指数 0.14。室内试验渗透系数 $2.6 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ 。钻孔注水试验推求渗透系数 $3.36 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ 。标贯击数 12.4 击。详见《长清张庄水库除险加固主要物理力学指标统计表》(表 3-1)。

④层强风化花岗岩: 浅灰色, 原岩风化强烈, 结构、构造已经风化破坏, 岩芯呈砂状和碎块状。依钻探过程中采取干钻法获取的原级配颗分资料, 小于砂粒粒径($< 0.075\text{mm}$)的粉粘粒含量自 2.2% ~ 12.8% 不等。标贯击数 83 击, 钻孔注水试验推求渗透系数 $8.16 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ 。属中等透水地层。

⑤层中风化花岗岩: 坝基基岩地层为泰山群(Ar), 具体岩性主要为浅灰色 ~ 浅红色花岗岩。粒状结构, 块状构造, 主要矿物成份为石英、长石, 岩芯多呈碎块状、少许短柱状, 裂隙较发育, 岩芯采取率 70% ~ 90%。注水试验推求其渗透系数为 $2.59 \times 10^{-5}\text{cm/s}$, 属弱透水层。

(二)坝基渗漏量分析

依现有勘察资料, 大坝 0 + 000 ~ 0 + 120 坝基地层⑤层为中风化花岗岩; 大坝 0 + 120 ~ 0 + 336 坝基分布地层主要为第②层壤土(黄土状土)、第③层壤土、第④层强风化花岗岩及第⑤层中风化花岗岩。据注水试验资料, ②层壤土(黄土状土)的渗透系数采用 1.06×10^{-5} 。③层壤土的渗透系数为 $3.36 \times 10^{-5}\text{cm/s}$ 。④层强风化花岗岩的渗透系数为 $8.16 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ 。⑤层中风化花岗岩的渗透系数为 $2.59 \times 10^{-5}\text{cm/s}$, 现依⑤层坝基中风化花岗岩作为相对不透水地层, 计算 0 + 120 ~ 0 + 340

大坝段的坝基渗漏量。

计算公式如下：

$$Q = BKH \frac{M_1}{2b + M_1}$$

式中： Q — 坝基渗漏量(m³/d)；

B — 渗漏段长度(m)；

H — 上下游水头差(m)，上游水位取兴利水位 116.2m。

下游水位取勘探期坝后地下水位 98.9m，H 为 17.3m；

2b — 坝底宽(m)，此取 120m；

K — 透水层渗透系数(m/d)，K 为 7.05m/d(8.16×10⁻³cm/s)；

M₁ — 透水层厚度(m)，M₁ 为 0.89m。

0 + 120 ~ 0 + 336 大坝段渗漏量计算：

计算得 Q = 194m³/d，即 7.1 万 m³/年。占兴利库容 95 万 m³ 的 7.5%。

(三)坝基渗透稳定分析

坝基属双层结构，依 ZK10 - 6、ZK11 - 8 - 9、ZK12 - 7 中的颗分资料，④层强风化花岗岩的平均不均匀系数 C_u = 12.253，平均 D₁₀ = 0.144。而③层壤土的不均匀系数 C_u > 12，d₁₀ < 0.002，且 D₁₀/d₁₀ 大于 10，因而，坝基下③、④层间可能会发生接触冲刷，对大坝的稳定产生不利影响。

七、放水洞地质条件

(一)现状存在问题

放水洞为浆砌石半无压廊道式，施工质量差，曾多次发生基础不均匀沉陷，洞身变形，虽对沉陷部位进行夯实处理，但仍存在安全隐患。

(二)地质条件

依勘探资料，放水洞下地层可分为二层：

①层坝体素填土，层底高程 98.39 ~ 102.44m。

⑤层中风化花岗岩，层顶高程 98.39 ~ 102.44m。

各地层的承载力建议分别采用 100KPa、2000KPa。

各地层的其它主要物理力学指标详见(表 3-1)。

(三)工程地质评价

依设计文件，放水洞进口底高程 105.0m，座于①层坝体素填土及⑤层中风化花岗岩上，两者工程地质性质相差悬殊，因而易出现基础不均匀沉陷，洞身发生变形。放水洞一侧 ZK3 钻孔在深 7.0 ~ 12.0m 处坝体土异常松散，岩芯采取率仅约 30% ~ 40%。

依设计文件，该放水洞拟原址重建，洞基础应座于⑤层花岗岩内，以确保洞身的安全。

八、天然建筑材料

粘性土料场位于库区内库水位以上的高地，现状主要用途是耕作，料场面积约 0.3 万 m²。

依台地陡壁观察，深 5.0m 范围内主要为壤土，去除表层耕土 0.5m，可开采土料储量约 1.35 万 m³。

依试验资料，料场内壤土，塑性指数平均 11.3，满足规范塑性指数 7 ~ 17 的要求；粘粒含量平均 13.7%，满足规范 10% ~ 30% 的要求。

依击实试验(ZKT1-2)资料，料场壤土的最大干密度为 1.74g/cm³。最优含水量 14.5%。击实后在 0.95 压实度条件下的抗剪强度：饱和直接快剪 $C_q = 13\text{KPa}$ ， $\phi_q = 7.6^\circ$ ，饱和固结快剪 $CC_q = 17\text{KPa}$ ， ϕ_{Cq}

= 12.8 度, 慢剪 $C_s = 26\text{KPa}$, $\phi_s = 17.2$ 度。渗透系数为 $2.31 \times 10^{-7}\text{cm/s}$ 。
满足规范碾压后渗透系数小于 $1 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 的要求。

依《水利水电工程天然建筑材料勘察规程》(SL251-2000), 料场壤土可用于均质土坝的填筑。但实际施工时, 应结合现场最优含水量对现场实际含水量进行调整。

料场土现状条件下土的主要物理力学指标详见表 6-1。

料场土在 0.95 压实条件下土的主要物理力学指标详见《土工试验报告表》ZKT1-2(JS1)。

料场土用于填筑土坝, 按 95% 的压实度要求, 其干密度应按 1.65g/cm^3 控制。

九、结论及建议

1. 依《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)。本区地震峰值加速度为 0.05g (相应的地震基本烈度为 VI 度)。地震动反应谱特征周期为 0.45s 。

2. 依钻孔原状样试验资料, 坝体填土的有关指标: 粘粒含量($< 0.005\text{mm}$)22.3%, 塑性指数 11.8, 含水量 18.9%, 干密度 1.54g/cm^3 (探坑方块样平均 1.42g/cm^3)。推荐渗透系数 $4.06 \times 10^{-4}\text{cm/s}$ 。标准贯入击数平均值 7.2 击, 坝体填土处中等可塑状态。

3. 依击实试验资料及钻孔原状样试验资料, 坝体填土的最大干密度为 1.74g/cm^3 , 坝体填土的干密度 1.54g/cm^3 , 坝体填土的压实度为 88.5%。若以探坑所测坝体填土干密度 1.42g/cm^3 , 则坝体压实度为 81.6%, 不满足设计要求。

4. 主河槽坝段桩号 0+000 ~ 0+120 段坝基清基比较彻底, 坝基基

岩为中风化花岗岩。0 + 120 ~ 0 + 336 段坝基未进行清基，坝基分布②层壤土(黄土状土)、③层壤土、④层强风化花岗岩及⑤层中风化花岗岩。依钻孔注水试验资料，建议渗透系数：坝基内②层壤土(黄土状土)为 $1.06 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 、③层壤土为 $3.36 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 、④层强风化花岗岩为 $8.16 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 、⑤层中风化花岗岩为 $2.59 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

5. 坝基渗漏量在兴利水位 118m 的条件下，年渗漏量达 7.1 万 m^3 ，占兴利库容 95 万 m^3 的 7.5%。

6. 坝基下③层壤土、④层强风化花岗岩之间可能发生接触冲刷。

7. 放水洞地基土为①层坝体填土、⑤层中风化花岗岩。各地层承载力建议分别采用 100KPa、2000KPa。因放水洞座于①层坝体填土及⑤层中风化花岗岩上，两者工程地质性质相差悬殊，易产生不均匀沉陷，不利于洞身稳定，建议该放水洞原址重建。将放水洞基础座于⑤层花岗岩内，以利于洞身的稳定。

8. 粘性土料场主要地层为壤土，可开采储量达 22.5 万 m^3 ，土料质量满足规范要求，可用于均质土坝的填筑。但料场土的含水量应结合最优含水量进行调整，以利于土的压实。

§ 2-4 工程管理

张庄水库性质属国有，主管单位为长清区水务局。管理单位为长清区五峰山街道办事处，由长清区五峰山街道办事处水利站负责水库的日常管理，管理制度基本健全。

§ 2-5 大坝建设及运行情况

张庄水库于 1978 年 6 月份动工建设，1978 年 12 月建成。自 1978 年建库以来，由于坝体施工质量差，水库高水位运行时主坝仍然出现裂缝，副坝后渗漏造成 20 亩土地无法耕种。坝后无排水沟，坝坡在雨季出现冲沟，需建排水沟，坝内护坡不完全，主坝溢洪道以上、副坝无护坡。

1990 年对放水洞进行了改建，由原来的有压浆砌石涵洞和钢筋砼闸门改建为阀门式有压无缝钢管，因原有启闭机及螺杆锈蚀严重，经常出现故障，后进行了改建。

2004 年放水洞周围发生沉陷。虽对沉陷部位进行夯实处理，但仍存在安全隐患。

2006 年对溢洪道及副坝护坡进行了维修处理。

第三章 大坝防洪标准复核

§ 3-1 概况

水库坝址以上流域地处山东中北部，泰沂山区北部，属华北暖温带半湿润季风区大陆性气候。降水量年内分配不均，暴雨洪水多发生在夏季 7~8 月份，降水量年际间变化较大。在实测降水量系列中，流域平均最大年降水量 1978 年为 934.1mm，最小年降水量 1968 年仅为 260.5mm，两者相差 673.6mm，丰枯比达 3.6。降水量的年内分配极不均匀，降水主要集中在汛期 6~9 月份，多年平均汛期降水量 459.0mm，占多年平均降水量 602.8mm 的 76.1%。而主雨期又多集中在 7、8 两个月，较大洪水也多出现在这两个月份。由于流域面积较小，降雨在面上的分布也比较均匀。据本次绘制的多年平均最大 24 小时降水量等值线图可以看出，流域内各点多年平均最大 24 小时降水量在 83~93mm 之间，其中流域内唯一的雨量站段家店，其多年平均最大 24 小时降水量 93mm，较等值线图法求得的面雨 92mm 仅差 1mm，说明该站对流域面雨具有较好的代表性。在时间分布上，表现出很大的不均匀性。张庄水库年最大 24 小时降水量的实测最大值为 1996 年的 193.1mm，而实测最小值为 1968 年的 38mm，最大值是最小值的 5.08 倍。

§ 3-2 大坝防洪标准复核

水库总库容 122.9 万 m^3 ，根据根据《水利水电枢纽工程等级划分及设计标准》(SL252 - 2000)，本工程属 IV 等工程，大坝级别为 4 级，设计洪水标准 50 年一遇，校核洪水标准 500 年一遇。

§ 3-3 设计洪水推求成果

设计洪水推求采用《山东省小型水库洪水核算办法》进行。

一、最大入库洪峰流量 Q_m 的计算

1. 流域综合特征参数 K 的确定：

根据 1: 10000 的地形图和该水库所在位置的地形情况，得出参数为：流域面积 $F=3.5\text{km}^2$

主河道长度 $L=2.0\text{km}$

主河道平均坡降 $J=0.036$

从辅助图表中查得： $F^{2/5}=3.5^{2/5}=1.65$

$$J^{1/3}=0.036^{1/3}=0.33$$

则流域综合特征参数 $K=L/J^{1/3}F^{2/5}=3.67$

2. 暴雨量 H_{24P} 的计算：

① 50 年一遇设计暴雨量的计算：

根据工程所在地点，查辅助计算图表中的《山东省多年平均 24 小时暴雨等值线图》得：

多年平均 24 小时降雨量 $H_{24}=93\text{mm}$:

查《山东省最大 24 小时暴雨变差系数等值线图》得:

多年平均最大 24 小时降雨变差系数 $CV=0.57$

采用 $C_s=3.5CV$, 查皮尔逊 III 型频率曲线 KP 值表则:

50 年一遇时 $KP=2.66$

即 50 年一遇 24 小时降雨量 H_{24P} 为:

$$H_{24P}=KPH_{24}=2.66 \times 93=247\text{mm}$$

②500 年一遇校核暴雨量的计算

同①, 查皮尔逊 III 型频率曲线 KP 值表, 则:

500 年一遇时, $KP=4.37$

即 500 年一遇 24 小时降雨量 H_{24P} 为

$$H_{24P}=KPH_{24}=4.37 \times 93=406\text{mm}$$

3. 单位面积最大洪峰流量 q_m 的计算:

该工程流域内山势陡峻, 一般在 0.036, 流域中岩石主要为花岗岩, 有风化, 土层较薄, 土壤保持情况较差, 根据该流域的情况, 该流域属于山区。

根据流域综合特征参数 $K=3.67$, 查泰沂山北山区 q_m-H-K 曲线

50 年一遇 24 小时降雨量 $H_{24P}=247\text{mm}$, 则

$$50 \text{ 年一遇时 } q_m=27\text{m}^3/\text{skm}^2$$

500 年一遇 24 小时降雨量 $H_{24P}=406\text{mm}$, 则

$$500 \text{ 年一遇时 } q_m=38\text{m}^3/\text{skm}^2$$

4. 流域最大洪峰流量 Q_m 的计算

采用公式 $Q_m=Fq_m$ 则

设计标准 50 年一遇的最大洪峰流量 Q_m 为

$$Q_m = F_{qm} = 3.5 \times 27 = 94.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

校核标准 500 年一遇的最大洪峰流量 Q_m 为

$$Q_m = F_{qm} = 3.5 \times 38 = 133 \text{ m}^3/\text{s}$$

二、洪水总量 W 和洪水过程线的计算

采用公式 $W = 0.1hRF$ 则

1. 洪水总量 W 的计算

① 50 年一遇洪水总量 W 的计算

50 年一遇的 24 小时设计暴雨量为 $H_{24P} = 247 \text{ mm}$,

其中 75% 为: $247 \times 75\% = 185 \text{ mm}$, 前期影响雨量 $P_a = 40 \text{ mm}$, 则

$$P + P_a = 185 + 40 = 225 \text{ mm}$$

查 $P + P_a - hR$ 关系曲线得 $hR = 133 \text{ mm}$

即 50 年一遇洪水总量 W 为

$$W = 0.1hRF = 0.1 \times 133 \times 3.5 = 46.6 \text{ 万 m}^3$$

② 500 年一遇洪水总量 W 的计算:

500 年一遇的 24 小时校核暴雨量为 $H_{24P} = 406 \text{ mm}$,

其中 75% 为: $406 \times 75\% = 305 \text{ mm}$, 前期影响雨量 $P_a = 40 \text{ mm}$, 则

$$P + P_a = 305 + 40 = 345 \text{ mm}$$

查 $P + P_a - hR$ 关系曲线得

$$hR = 250 \text{ mm}$$

即 500 年一遇洪水总量 W 为

$$W = 0.1hRF = 0.1 \times 250 \times 3.5 = 87.5 \text{ 万 m}^3$$

2. 洪水过程线的计算:

洪水过程线近似为三角形，其最大洪峰 Q_m 出现在 $t_m=1/3T$ 时，
则 50 年一遇洪水历时为：

$$T=W/1800Q_m=2.55 \text{ 小时}$$

$$t_m=1/3T=0.91 \text{ 小时}$$

500 年一遇洪水历时为

$$T=W/1800Q_m=2.89 \text{ 小时}$$

$$t_m=1/3T=1.22 \text{ 小时}$$

§ 3-4 调洪计算及坝顶高程的确定

一、基本资料

该水库溢洪道为开敞无闸式，现状溢洪道宽 20m，经水库安全鉴定，现状坝顶高程不满足，经对大坝加高和加宽溢洪道两方案比较，以加宽溢洪道为优，溢流宽度增至 40m，溢洪道堰顶为起调水位，根据 $q_{\text{泄}}=1.5BH^{3/2}$ 计算一定水位时相应的泄量 $q_{\text{泄}}$ ，根据该水库的水位、库容关系曲线计算相应水位时的调洪库容 $V_{\text{调洪}}$ 。

二、调洪演算

调洪演算采用简化三角形图解法。

经计算结果如下：

① 50 年一遇设计标准洪水时，溢洪道最大下泄流量 $q_{m\text{泄}}$ 为：

$$q_{m\text{泄}}=66 \text{ m}^3/\text{s}$$

调洪库容 $V_{\text{调洪}}$ 为：

$$V_{\text{调洪}}=14.1 \text{ 万 m}^3$$

总库容 $V_{\text{总}}$ 为: $V_{\text{总}}=115.6 \text{ 万 m}^3$

相应设计洪水位为 118.71m

②500 年一遇校核标准洪水时, 溢洪道最大下泄流量 $q_{\text{m泄}}$ 为:

$$q_{\text{m泄}}=101\text{m}^3/\text{s}$$

调洪库容 $V_{\text{调洪}}$ 为: $V_{\text{调洪}}=21.4 \text{ 万 m}^3$

总库容 $V_{\text{总}}$ 为: $V_{\text{总}}=122.9 \text{ 万 m}^3$

相应校核洪水位为 119.00m.

水位~库容~下泄流量关系见下表 3-1。

水位~库容~泄量关系表

表 3-1

水位(m)	库容(万 m^3)	下泄流量(m^3/s)
118	101.5	0
118.5	112.3	21
119	122.9	60
119.5	133	110
120	145	170

三、坝顶超高

坝顶超高包括波浪爬高加安全超高。

1. 波浪爬高 H_B 的计算

采用下式计算:

$$H_B=3.2K(2h)\text{tga}$$

式中: K —0.77;

$$2h=0.0208V^{5/4}L^{1/3} \text{ (m);}$$

V —计算风速,采用多年平均最大风速 10m;

L —吹程,该水库的吹程为 $L=0.5\text{km}$;

a—静水位处坝的坡角, $\text{tga}=1/2=0.5$;

则: $H_B=3.2K(2h)\text{tga}$;

$$=3.2 \times 0.77 \times 0.0208 \times 100.0^{1/4} \times 0.5^{1/3} \times 0.5;$$

$$=0.36(\text{m}).$$

2. 安全超高值的确定

根据《小型水利水电工程碾压式土石坝设计导则》规定, 正常运行情况取 0.5m, 非常情况取 0.3m。

四、坝顶高程复核

50 年一遇设计洪水情况下坝顶高程

$$Z_{\text{设}}=118.71+0.36+0.5$$

$$=119.57\text{m}$$

500 年一遇校核标准情况下的坝顶高程

$$Z_{\text{校}}=119.00+0.36+0.3$$

$$=119.66\text{m}$$

现坝顶高程为 120.2m, 大于复核坝顶高程 119.66m, 坝顶高程能够满足防洪的需求。

§ 3-5 防洪标准复核

根据以上计算和分析, 张庄水库防洪标准复核结论如下:

1. 根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL525--2000), 张庄水库工程属IV等工程, 按 50 年一遇洪水设计, 500 年一遇洪水校核。通过本次洪水复核得: 50 年一遇洪水, 最大入库流量 $94.5\text{m}^3/\text{s}$, 溢洪

道最大下泄流量为 $66\text{m}^3/\text{s}$, 相应最高水位为 118.71m 。500 年一遇洪水, 最大入库流量 $133\text{m}^3/\text{s}$, 溢洪道最大下泄流量为 $101\text{m}^3/\text{s}$, 相应最高水位为 119.00m 。

2. 复核坝顶高程为 119.66 m , 实测坝顶高程为 120.20m , 实测坝顶高程高于复核坝顶。目前坝顶高程满足防洪要求。

3. 通过本次洪水复核, 张庄水库的的坝顶高程仍确定为 120.20m 。

第四章 安全状况

§ 4-1 大坝

1. 坝体施工质量差、坝体多次出现裂缝，变形严重，坝体压实度差，致使坝体存在多处隐患。根据地勘资料，依钻孔原状土样试验资料，坝体填土干密度推荐值 1.54 g/cm^3 。压实度为 88.5%。若依探坑所测平均干密度 1.42 g/cm^3 ，则坝体填土的压实度仅为 81.6%。压实度较低，不满足设计压实度为 0.96 的要求。说明施工中压实标准控制不严，碾压质量较差。坝体多次出现裂缝，变形严重。

2. 坝坡护坡质量差，坝坡局部坍塌隆起部位较多。

土坝坡表层夯实差，坝前坡干砌石护坡反滤层含土量大，厚度不均，级配不良，不能起到应有的反滤作用。护坡表层石料砌筑质量标准不高，立石、丁石少，平石、顺石较多，致使护坡不稳固。护坡砌石有多处坍塌和隆起现象，局部出现块石错动和挤压现象；坝端两岸风化剥蚀现象突出，干砌石破损严重，块石间杂草众多，流土现象明显。

坝后未建排水沟，不能保证坝坡有组织的排水，造成较大的冲沟。下游坝趾排水棱体砌石风化较严重，缺损较多，并伴有挤压错动现象。

3. 坝顶道路差，大坝无观测设备

坝顶现为砂石路面，宽度 4.0~5.0m，路面坑洼不平，雨后积水较多，影响水库防汛和安全运行。

§ 4-2 溢洪道

溢洪道设在主坝南端，为开敞式。净宽 20m，底高程 118m，经调洪验算溢洪道现状不满足泄洪。

§ 4-3 放水洞

1. 放水洞为浆砌石箱式涵洞，始建时洞身四周砌石结构未做防渗处理，砌石质量差，渗漏严重。上游洞身向坝体内渗水；闸室前后伸缩缝也未处理，渗径缩短；洞身四周填土流失严重，形成空洞。

2. 洞身结构老化，砌石风化严重，洞内砌石勾缝全部脱落，局部填腹砂浆脱落流失，整体性差。

3. 放水洞启闭设备损坏、启闭失灵、闸门漏水严重，坝后闸阀控制，现闸阀锈蚀严重，存在漏水现象，已严重影响大坝的安全。

4. 由于施工质量差，曾多次发生基础不均匀沉陷，2004 年放水洞周围发生沉陷，洞身变形，虽对沉陷部位进行夯实处理，但仍存在安全隐患。

5. 放水洞启闭机房由于建设标准低，年久失修，多处出现裂缝，启闭机房已岌岌可危。

6. 放水洞后无消能设施，危及闸体安全。

§ 4-4 工程管理

管理基础设施差，工程管理水平亟待提高。部分观测设施在大坝多次加高培厚过程中损坏。交通设施落后，管理处与大坝均以土路与附近干道连接，水库无任何公用生产、交通工具，水库通讯设施亦十分落后，仅有一部程控电话和一部无线对讲机。加之水库自运行以来，由于存在严重的渗水现象，蓄水无保障，灌溉面积甚少，因而水费收入极不稳定，且所处地区偏僻，交通闭塞，管理人员素质低，未开展其它经营项目，水库正常管理费用不能得到保证。

§ 4-5 其他

水库无防汛路，无沉陷位移观测设施，无管理房。

水库大坝高程虽然满足国家《防洪标准》抗御洪水复核坝顶高程，但由于坝体、溢洪道存在较严重安全隐患，不能按设计正常运行，根据山东省水利厅鲁水管字〔2007〕6号文《山东省小型水库安全状况排查办法》确定为重点小型水库，综合各专项安全评价，大坝综合评价为三类坝。

第五章 工程设计

§ 5-1 工程等别和标准

工程规模：小(1)型

建设性质：除险加固

工程等别：IV 等

主要建筑物级别：4 级

次要建筑物级别：4 级

§ 5-2 基本资料

死水位：105.0m

死库容：17.0 万 m^3

兴利水位：118.0m

兴利库容：84.5 万 m^3

设计洪水位：118.71m

相应库容：115.6 万 m^3

校核洪水位：119.00m

相应库容：122.9 万 m^3

§ 5-3 主要工程内容

张庄水库除险加固工程由大坝除险加固、溢洪道改建、放水洞改建等部分组成。

大坝除险加固工程包括坝顶、坝前及坝后坡翻压、坝上游坡防渗、上游护坡翻修，新建坝后坡排水工程等。

溢洪道按 500 年一遇洪水标准重新复核，溢洪道宽度由现状的 20m 加宽至 40m。

放水洞拆除重建，新建放水洞为 C25 钢筋砼方涵，上游设 $0.7\text{m} \times 0.7\text{m}$ 平板钢闸门，上游新建启闭机房、竖井，下游出口设消力池。

§ 5-4 大坝除险加固工程

一、坝顶高程确定

现状坝顶高程 120.20m，根据防洪调算计算，50 年一遇设计洪水位 118.71m，加坝顶超高值 0.86m 后得坝顶高程 119.57m；500 年一遇校核洪水位 119.00m，加坝顶超高值 0.66m 后得坝顶高程 119.66m。现状坝顶最大高程满足防洪要求，确定设计坝顶高程为现状最大坝顶高程 120.2m。

二、坝体横断面设计

1. 坝顶宽度确定

现状坝顶宽度 5.0m，最大坝高 20.2m。根据《碾压式土石坝设计规范》(SL274-2001)规定，对于中低坝，坝顶宽度可选用 5~10m。结合工程现状，本工程坝顶宽选用 6.3m。坝顶路面采用泥结碎石结构，宽 5.0m。为了排除雨水，路面向下游倾斜，坡度 2%，上下游坝肩设 $0.15 \times 0.5\text{m}$ 预制 C15 砼路缘石。

0+030~0+135 段上下游坝坡在 110.0m 高程处设 2m 宽马道，上游坝坡马道之上坡比为 1:2.5，马道之下坡比为 1: 3，下游坝坡马道之上坡比为 1:2.75，马道之下坡比为 1:3.25，结合坝坡补土进行整坡。

在大坝桩号 0+050、0+120、0+210、下游坡面设 3 道浆砌方块石上坝台阶。

三、坝体加固

现状坝前坡原有干砌石护坡和反滤层拆除，坝前坡、坝顶及坝后坡坝体翻压 0.5 ~ 1.0m，下游地面清除杂草并整平。

上坝土料采用控制干容重下限的方法，设计压实度为 96%，根据地勘报告，料场壤土的最大干密度为 1.74g/cm^3 。最优含水量 14.5%。根据《碾压式土石坝设计规范》要求，考虑到便于压实，施工期坝坡安全和不致产生大的沉陷变形，粘性土的施工填筑含水率控制在最优含水率的 -2% ~ +3% 之间。

四、护坡设计

1. 上游护坡设计

原大坝上游护坡干砌乱石护坡，块径小、质量差，且风化、毁坏十分严重，护坡石下反滤层不符合规范要求，为保证大坝安全，设计重做上游护坡。

大坝上游采用厚 35cm 干砌石护坡，向下铺设 15cm 厚粒径 2-4cm 碎石垫层。为满足坝体截渗需要，中砂垫层下铺双面复合土工膜一层，膜厚 0.5mm，无纺土工布为 300g/m^2 。为增强护坡的稳定性，在坡脚、处设浆砌石防滑齿槽，深 10m，宽 0.6m。

2. 下游护坡

下游采用草皮护坡。

3. 坝面排水设计

为避免雨水造成下游坝坡冲刷,设置坝面排水。排水沟为明沟，浆

砌石结构。纵向排水沟设置在坝脚处，其净断面尺寸为 $0.5 \times 0.3\text{m}$ 。坝后坡马道内侧坝脚及坝底坡脚设 M7.5 浆砌石纵向排水沟，坝后设横向排水沟，断面为矩形。

五、防渗工程设计

大坝坝体渗漏严重，高水位运行时，有可能出现渗透破坏，为保证大坝安全，对其进行防渗处理。根据类似工程实践经验，拟定两个方案进行比选。

方案 I：坝坡铺设复合土工膜。

方案 II：砼防渗板墙方案。在设计坝轴线上游 27m，平行于坝轴线采用液压抓斗施工机械成槽，灌注薄壁砼防渗墙，墙厚 0.3m。

两方案的经济技术指标见下表。

坝体截渗方案比较表

表 5-1

方案项目	投资(元/m ²)	优点	缺点
方案 I	17.5	1. 结合上游坝坡整治，在护坡下铺设复合土工膜，该方案工程造价低。 2. 施工工艺简单，进度快。 3. 省内外有成熟经验和技术的。	1 土工膜强度较低。 2. 土工膜搭接处易出现问题。
方案 II	280	1. 防渗效果好，能从根本上解决坝体渗漏问题。有效降低浸润线高度。 2. 不但可以改善坝体防渗能力，还可以加固坝体。 3. 有效解决了坝基与坝体接触渗漏问题。	1. 工程造价高。 2. 施工场地大，需要做导槽，增加制浆系统，工艺相对复杂。 3. 工期较长。

由上表可看出，方案 II 投资远大于方案 I，故坝体防渗选用复合土工膜，膜厚 0.5mm，上下层均为 300g/m² 的无纺土工布。

六、渗流、渗透稳定和大坝稳定计算

(一)渗流、渗透稳定计算

1. 筑坝材料及其渗透特性

坝体采用复合土工膜防渗，取坝体复合土工膜渗透系数 $K = 1 \times 10^{-10} \text{cm/s}$ ，相当于渗透系数 $K_0 = 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 的粘土厚 0.5m，计算时将土工膜视为 0.5m 厚的粘土。坝体壤土渗透系数为 $4.1 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，坝基②层壤土渗透系数为 $1.1 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，坝基③层壤土渗透系数为 $3.36 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

2. 渗流计算边界及计算工况

根据勘测资料，本次渗流计算选取 0+094 断面和 0+235 断面进行计算。

按《小型水利水电工程碾压式土石坝设计导则》(SL189-96)规定，应对以下水位组合的工况进行计算：

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

计算时上游水位分别为：50 年一遇设计洪水位 118.71m；500 年一遇校核洪水位 119.00m；正常蓄水位 118.0m；水位降落情况考虑 2.89 小时内从校核洪水位 119.00 m 降至正常蓄水位 118.00m。

下游潜水埋藏较浅，近似取与地面同高。

3. 计算方法与结论分析

采用武汉大学水工渗流计算程序(SEEP, V2.0)，计算如下：

0+090、0+235 断渗透坡降和渗流量计算表(加固后)

表 5-2

计算断面	计 算 工 况	水位(m)		下游坝坡 渗流情况	下游坝基 垂直坡降	单宽渗流量 (m ³ /d·m)
		上游	下游			
0+090	校核洪水位	119.00	100.0	渗流稳定	0.50	
	设计洪水位	118.71	100.0	渗流稳定	0.48	
	正常蓄水位	118.00	100.0	渗流稳定	0.42	0.47
0+235	校核洪水位	119.00	100.0	渗流稳定	0.51	
	设计洪水位	118.71	100.0	渗流稳定	0.47	
	正常蓄水位	118.00	100.0	渗流稳定	0.41	0.52

由上述成果可以看出：0+090、0+235 断面在上述工况下，浸润线及下游出逸点明显降低，渗漏量比防渗前明显减少。

大坝坝基可能出现的渗透变形型式均为流土，坝基壤土的允许水力坡降分别为 0.56。

经计算，大坝加固后渗流出逸坡降小于容许渗透坡降，满足渗流稳定要求。

(二)大坝稳定分析

1. 计算情况

(1)正常蓄水位 118.0m 时形成稳定渗流期，下游坝坡稳定计算；

(2)校核洪水位 119.00m 时形成稳定渗流期，下游坝坡稳定计算；

因大坝坝体做土工膜防渗后，浸润线较低，不再做水位骤降时稳定计算。

2. 断面选择：根据大坝地质情况和大坝最危险断面，选用 0+090 计算。

3.计算参数取值：坝基各土层物理力学指标及上坝土料的物理力学指标，采用地质勘察报告试验成果建议值，各指标选取见表 6-8。

张庄水库大坝稳定分析参数表(加固后)

表 5-3

材料类别	直接固结快剪 C_q		直接慢剪		湿容重 γ (KN/m ³)	饱和容重 γ (KN/m ³)
	内摩擦角 ϕ (°)	凝聚力 C (KPa)	内摩擦角 ϕ (°)	凝聚力 C (KPa)		
坝体壤土	10.2	15.8	14.7	25.8	19.8	20.6
坝基壤土	10.8	16.2	14.8	28.0	19.5	20.2

4. 计算方法：稳定计算方法拟采用计及条块间作用力的简化毕肖普法。各种工况下，土体的抗剪强度采用有效应力法。

5. 计算结果

经计算，各断面坝坡抗滑稳定安全系数均满足规范要求，计算成果见下表。

大坝横断面 0+090 抗滑稳定分析计算成果表

表 5-4

断面	坝坡	运行工况	最小安全系数			
			毕肖普法		瑞典圆弧法	
			计算结果	规范允许值	计算结果	规范允许值
0+090	下游坡	正常蓄水位 118.00m 稳定渗流	1.597	1.25	1.472	1.15
		校核洪水位 119.00m 稳定渗流	1.381	1.15	1.254	1.06
0+235	下游坡	正常蓄水位 118.00m 稳定渗流	1.541	1.25	1.394	1.15
		校核洪水位 119.00m 稳定渗流	1.296	1.15	1.201	1.06

张庄水库为小(一)型水库，大坝为 4 级建筑物，采用计及条块作用力的毕肖普法(Bishop)的抗滑稳定安全系数为 1.25 和 1.15；不计条块间作用力的方法即瑞典圆弧法的安全系数，分别为 1.15 和 1.06。

由稳定计算结果，坝坡抗滑稳定安全系数在正常运用情况下和非常运用情况下均大于规范允许值，因而大坝抗滑稳定是安全的。

§ 5-5 放水洞工程

一、放水洞现状

现放水洞始建于 1978 年，为砌石箱涵，由于年久失修，坝体土质疏松，在洞四周拱顶及侧墙形成渗流通道，土层脱空塌落，影响大坝安全。经钻探，放水洞上部，坝前坡两侧，坝后坡两侧内，土层疏松，空洞裂隙分布较多。洞身结构老化，砌石风化严重，洞内砌石勾缝全部脱落，局部填腹砂浆脱落流失，整体性差。放水洞虽经多次处理，但在水库高水位下，下游依然存在冒水现象，形成明流；放水洞启闭设备损坏、启闭失灵、由于闸门漏水严重，1992 年在洞内设直径 300mm 的钢管，坝后闸阀控制，现洞内钢管锈蚀严重，存在漏水现象，该放水洞已严重形象大坝的安全。由于施工质量差，曾多次发生基础不均匀沉陷，2004 年放水洞周围发生沉陷，洞身变形，虽对沉陷部位进行夯实处理，但仍存在安全隐患。放水洞启闭机房由于建设标准低，年久失修，多处出现裂缝，启闭机房已岌岌可危。放水洞后无消能设施，危及闸体安全。为消除水库隐患，拆除原放水洞，新建放水洞。

原放水洞位于原大坝桩号 0 + 099 处，进口底高程 105.0m，出口高程为 104.14m。闸前为 27m 浆砌石箱涵，宽 1.0m，洞高 1.3m；闸后为 66m 浆砌石箱涵，宽 0.8m，洞高 1.3m。

二、放水洞工程布置

1. 总体布置

本次加固工程将原放水洞全部拆除，在原放水洞位置新建放水洞。由于大坝加固后坝体折角修圆，新建放水洞垂直于坝轴线，位于坝体加固后大坝桩号 0+094 处。由于此处地基为岩石层，基础较好，经计算通过加大放水洞闸室底板，可满足地基允许应力及不均匀系数要求，加之坝前设砼防渗墙结合坝上游坡铺设复合土工膜防渗后，坝基渗漏量将大大减少，将减少渗水流带走坝基土而产生的渗透破坏的可能，确保放水洞安全。放水洞闸室前采用钢筋砼方涵，长 19.8m。闸室采用钢筋砼竖井式闸室，长 3.4m。闸后采用钢筋砼方涵，长 86m。涵洞出口接原渠道底。

2. 放水洞闸室上游段

放水洞上游进口段底高程 105.0m,进口八字型翼墙为 M7.5 浆砌石挡土墙，挡土墙表面砌 M7.5 浆砌方块石镶面，M7.5 浆砌块石填腹。进口段护底为 M7.5 浆砌石，厚 0.3m。进口段总长 5m，进口段护底净宽上游为 7.3m,下游为 1.7m，进口处设 $\phi 10@100$ 拦污栅。后接 $0.7 \times 0.7\text{m}$ C25 钢筋砼方涵，长 19.8m，方涵每隔 10m 设一道分缝，设止水，箱涵之间用 $1.9 \times 1.9\text{m}$ C25 砼套框连接。宽 0.5m，涵洞壁厚 0.2m。管底设 C15 砼垫层，厚 0.1m。

3. 放水洞闸室段

放水洞闸室段长 3.4m，闸底板宽 3.0m，墩宽 1.15m，墩高 2.1m，设控制闸门，C25 钢筋砼结构。闸后接 C25 钢筋砼方涵，净尺寸 $0.7 \times 0.7\text{m}$ 。

竖井为圆环形钢筋砼结构，外径 DN3.0m，内径 2.4m，壁厚 0.3m

高 13m, 高程 106.4 ~ 120.2 间。高程 120.2m 处设启闭机房, 机房为圆形, 外部尺寸为直径 2.8m, 高 6.4m。放水洞启闭机房与坝顶之间设 2m 宽 C25 钢筋砼板工作桥, 桥长 15m, 工作桥两侧设钢管栏杆。机房屋顶为绿英瓦屋面, 外墙白色方砖装饰。

4. 放水洞闸室下游段

放水洞箱涵与竖井连接处设伸缩节, 每隔 10m 设一道分缝止水, 箱涵之间用 $1.9 \times 1.9\text{m}$ C25 砼套框连接。

5. 放水洞出口段

放水洞下游出口段底高程 104.14m, 设 $7 \times 2\text{m}$ 消力池, 高 2.5m 的 M7.5 浆砌石挡土墙, 挡土墙表面砌 M7.5 浆砌方块石镶面。池底为 M7.5 浆砌石, 厚 0.5m。下游接原输水渠。

§ 5-6 放水洞水力计算

基本数据: 兴利水位 118.0, 放水洞进口底高程 105.0m, 放水洞总长 86m, 出口底高程 104.14m。放水洞采用 $0.7 \times 0.7\text{m}$ 钢筋砼方涵。设计流量为 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ 。

根据武汉水利电力学院编《水力计算手册》, 计算各水位相应的放水洞流量。

1. 流态判别, 放水洞运用时, 洞内流态是变化的。

当 $H/a > 1.5$ 时, 为有压流;

当 $1.2 < H/a < 1.5$ 时, 为半有压流;

当 $H/a < 1.2$ 时, 为无压流。

式中: H —洞口水头;

a - 洞口洞高。

2. 流量计算

(1) 有压流计算

当库水位为 107m~118m 时，

$H/a > 1.5$ 为有压流。

有压流计算公式：

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g(H - h_p)}$$

式中： μ -流量系数，根据《水利计算手册》计算公式：

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

计算取值 0.71；

ζ - 放水洞进口至出口段的局部损失系数；

ω - 放水洞出口断面面积；

ω_i - 放水洞进口断面面积；

C - 谢才系数；

R - 水力半径；

l - 洞长；

H - 放水洞进口断面底板高程起算的上游总水头与放水洞出口底板高程差；

h_p - 出口断面水流的平均单位势能，取 $h_p=0.5a$ (a 为出口断面洞高)。

(2) 半有压流计算

当库水位为 106m~107m 时，

$1.2 < H/a < 1.5$ 为半有压流。

半有压流计算公式:

$$Q = \mu \omega \sqrt{2g(H - \eta a)}$$

式中: μ -流量系数, 根据《水利计算手册》当放水洞进口类型为八字翼墙时, 查得: $\mu=0.67$;

ω - 放水洞断面面积;

H - 放水洞进口断面底板高程起算的上游总水头;

η - 洞口水流收缩系数, 取 $\eta=0.74$;

a - 放水洞洞高。

(3) 无压流计算

当库水位 $< 106\text{m}$ 时,

$H/a < 1.2$ 为无压流。

无压流计算公式:

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

式中: m - 流量系数, 根据《水利计算手册》计算取值 0.34;

σ_s - 淹没系数, 取 $\sigma_s=1$;

b - 放水洞过水断面宽度;

H_0 - 放水洞进口断面底板高程起算的上游总水头。

按《水力计算手册》计算, 得各水位相应的放水洞流量见下表:

放水洞过水流量计算表

表 5-5

水位(m)	水头(m)	流量(m ³ /s)		水位(m)	水头(m)	流量(m ³ /s)
118	13	3.44		111	6	2.40
117	12	3.31		110	5	2.21
116.2	11.2	3.18		109	4	2.01
115	10	3.04		108	3	1.75
114	9	2.89		107	2	1.65
113	8	2.74		106	1	1.05
112	7	2.57				

经以上计算，兴利水位在 118m 时，放水洞过水流量为 3.44m³/s；
当水位为 106m 时，放水洞过水流量为 1.05m³/s，大于正常运用流量 0.5
m³/s。放水洞泄水能力可满足供水 0.5 m³/s 的要求。

§ 5-7 溢洪道工程

溢洪道设在主坝南端，为开敞式。宽 20m，控制段底高程 118.0m。
溢洪道存在的主要问题：溢洪道宽度不够，过水能力小，为此 1991
年汛前在溢洪道新开一宽 1.8m、深 2m 的子槽；设计按 500 年一遇泄
洪标准对原溢洪道进行加宽改造，溢洪道宽度由现状的 20m 加宽至
40m。

第六章 工程投资预算

§ 6-1 编制说明

一、编制依据

(1)山东省水利厅鲁水定字[2000]1 号颁发的《山东省水利水电工程设计概(估)算费用构成及计算标准》(试行)和《山东省水利水电工程设计概(估)算编制办法》(试行)。

(2)水利水电规划设计院制定的《水利水电工程设计工程量计算规定》(试行)。

(3)山东省财政厅和山东省土地管理局鲁财综字[2000]20 号联合颁发的《关于印发〈新增建设用地土地有偿使用费收缴使用管理办法〉的通知》的通知。

(4) 山东省人民政府办公厅《关于调整征地年产值和补偿标准的通知》。

(5) 施工设计图纸, 勘测资料及说明等。

(6) 上级主管部门颁发的有关法令、条例、规定等。

二、采用定额

1. 山东省水利厅 2000 年《山东省水利水电建筑工程预算定额》(上册)。

2. 山东省水利厅 2000 年《山东省水利水电安装工程预算定额》(下册)。

3. 山东省水利厅 2000 年《山东省水利水电安装工程预算定额》(水力机械、金属结构安装工程)。

4. 山东省水利厅 2000 年《山东省水利水电安装工程预算定额》(电气安装工程)。

5. 山东省水利厅 2000 年《山东省水利水电工程施工机械台班费定额》。

6. 按有关规定：采用预算定额乘以 1.00 扩大系数。

三、编制采用标准

(一)基础单价

1. 人工工资

人工工资标准，依据 2001 年山东省水利厅《山东省水利水电工程设计概(估)算费用构成及计算标准》规定，山东六类地区专业队伍施工的人工预算单价为 21.56 元/工日。

2. 材料预算价格

(1)主要材料预算价格：根据最近物价水平，确定汽油、柴油、钢筋、木材、水泥价格；砂、碎石、块石按距工程较近的料场采购以及参照当地当时的工程造价信息为原价计算，另计运至工地的运杂费和采购保管费。根据《山东省水利水电工程设计概(估)算费用构成及计算标准》规定，外购砂、碎石(砾石)、块石等预算价，超过 40 元/m³，料石(含条石、方块石)预算价，超过 60 元/m³ 的部分计取税金后放入相应工程部分之后。对外购砂石料预算价低于材料限价的，按实际预算价计算。

(2)次要材料价格仍然根据最近的当地物价价格水平。

(二)建筑工程预算编制

1. 工程量：按《水利水电工程设计工程量计算规定》计算。

2. 工程单价:

本报告依据 2001 年《山东省水利水电工程设计概(估)算费用构成及计算标准》，按照专业队伍一、二级施工企业施工标准取定。

(1)其它直接费：按冬雨季施工和夜间施工增加费计算，建筑工程按直接费的 2.5%计算，安装工程按直接费的 3.2%计算。

(2)现场经费：土石方工程按直接费的 6.3%计算，砼工程按直接费的 7.2%计算，设备安装工程按人工费的 45%计算。

(3)间接费：土石方工程按直接工程费的 6.3%计算，砼工程按直接工程费的 4.5%计算，设备安装工程按人工费的 45%计算。

(4)企业利润和税金：企业利润按直接费和间接费之和的 5.0%计算。税金按直接费、间接费、企业利润之和的 3.22%计算。

(三)机电设备及安装工程预算编制

1. 机电设备价格按厂家询价计算。

2. 安装费按山东省水利水电安装工程预算定额(机电安装工程)计算。

(四)水利机械、金属结构设备及安装工程预算编制

1. 水利机械、金属结构设备价格按厂家询价计算。

2. 安装费按山东省水利水电安装工程预算定额(水利机械、金属结构安装工程)计算。

(五)临时工程

临时房屋建筑工程：按建安工程量的 2.0%计算。

(六)其它费用

1. 管理及生产准备费

建设单位管理费：按工程一至四部分建安工作量的 3.0% 计算。

工程监理费：按工程勘察设计收费标准中的监理收费计取(发改价格[2007]670 号)8.64 万元。

2. 科研勘测设计费

工程设计费：按工程勘察设计收费标准计取(2002 国家发展计划委员会 建设部)25.28 万元

3. 其他

定额编制管理费：按国家及省计划(物价)部门有关规定，按建安工作量 0.08% 计算。

工程质量监督费：按国家及省计划(物价)部门有关规定，按建安工作量 0.25% 计算。

(七)预备费

基本预备费：按一至五部分投资之和的 1% 计算。

§ 6-2 主要工程量及设资

工程总投资 365.00 万元，其中建筑工程 287.65 万元，金属结构及安装工程 5.28 万元，临时工程 18.33 万元，其他费 50.13 万元，基本预备费 3.61。

1. 主要工程量

土石方 6.00 万 m^3 ，干砌石 3154 m^3 ，浆砌石 511 m^3 ，粗料石 129 m^3 ，砼及钢筋砼 261 m^3 。

2. 设备

0.7×0.7m 平面钢闸门 1 扇，5T 启闭机 1 台。

3. 材料及工日

钢材 12T，工日 3.4 万个

第七章 施工组织设计

§ 7-1 工程概况

张庄水库位于五峰山街道办事处南部,南大沙河三官庙支流上,控制流域面积 3.5 km^2 , 设计总库容 122.9 万 m^3 , 兴利库容 84.5 万 m^3 , 是一座以防洪、灌溉为主, 兼有水产养殖的综合利用的小(1)型水库。

水库除险加固工程主要包括大坝、溢洪道、放水洞等工程。

§ 7-2 施工组织

工程建设采用“三制”, 业主即建设单位为长清区水务局, 由业主聘用监理单位进行监理, 施工单位的选择采用招投标制。

§ 7-3 施工条件

一、施工特性

水库除险加固工程主要由溢洪道加固、大坝加固、放水洞改建等工程组成, 其中大坝坝前、后坡及坝顶翻压、坝坡护砌、溢洪道加固、放水洞改建等工程施工专业性较强, 需用特殊的施工设备, 并由专业队伍施工, 以确保加固工程的施工质量。

二、水文气象

该水库区域内四季分明, 具有春季干旱多风, 夏季炎热多雨, 秋

季温度雨量适中，晚秋干旱，冬季寒冷少雪干燥的特点，属暖温带半湿润大陆性气候季风区域。多年降雨量平均 680mm，年降雨主要集中在 7、8 月份，汛期(6~9 月)占全年降水量的 80%，雨量集中，洪涝灾害威胁严重，年际变化较大，丰枯年相差悬殊

三、对外交通

该水库位于济南市五峰山街道办事处，对外交通十分便利，水库大坝距 104 省道 7.0km，修建四级防汛公路与 104 省道接通。场外交通运输条件较好，所有物资均可由汽车或拖拉机运输进场。

四、建筑材料选择

大坝加固所需土料，就地购买；砣及水泥砂浆用砂使用莱芜砂，运距 60km；石料就近购置；水泥及钢材从济南市购买，运距约 50km。

五、施工用电

水库现状电源不能满足大坝、溢洪道、放水洞施工要求，需由村内架设临时供电线路或由柴油发电机供电。

六、施工用水

本工程库内及地下水水源丰富，水质较好，利用库水或地下水均能满足施工用水要求，需增设临时供水水塔和抽水设施。生活用水可在生活区内就近打井解决。

§ 7-4 施工导流

按照水库加固工程内容，坝体加固，溢洪道加固，放水洞改建施工期为保证工程安全施工，均需施工导流或将水库腾空。

一、导流方式选择

根据溢洪道、放水洞底高程，坝前工作面高程及施工进度安排，为减少导流工程量，采用腾空水库导流方式，即工程开工前先由放水洞将库水放至放水洞底高程，然后修筑施工围堰。在非汛期基本处于无水干枯状态，尽量将这些工程安排在非汛期可减少导流工程量。

二、围堰施工

围堰采用 1.0m 反铲挖掘机配 8.0T 自卸车运输，推土机推运整平，拖拉机压实。复合土工膜采用人工铺设，并在上游围堰处采用编织袋装石渣压牢，编织袋采用人工水上抛填。

工程完工后立即用反铲挖掘机配自卸车拆除围堰，运至指定地点。

§ 7-5 施工交通

场外交通结合四级防汛交通道路建设需增加至水库大坝 0.5km 的施工道路，场内道路在大坝加固时需铺设一条长 1000m 的临时施工道路。场内施工道路宽 8m，为砂石路面。

§ 7-6 主体工程施工

一、大坝土石方工程

大坝坝顶及上下游坝坡翻压，开挖的土方先运至大坝下游空地堆放，专业施工队伍采用机械化施工，施工机械采用反铲挖掘机配自卸车开挖运输，挖压土料采用推土机推平，羊角碾碾压。所需上料土方

取自坝后料场，铺土上料采用进占法进料，回填壤土干容重不低于 1.65T/m^3 。

大坝上游砌石护坡时先找平，铺土工膜及垫层、砌石护坡厚度 0.3m ，块石尺寸不小于 $0.2\times 0.3\times 0.4\text{m}$ ，缝宽小于 2cm ；翻压前拆除的砌石除部分用作上游坝脚齿墙，部分用于溢洪道护底填坑，剩余部分运至指定地点堆放。

大坝纵横向排水沟、上坝台阶、坝顶路缘石开挖土方除用于回填外，剩余土方就近整平。

二、砌石工程

砌石工程采用人工施工，水泥砂浆采用灰浆搅拌机拌制，人工胶轮车运输至工作面。进场后的石料，采用人工选修后搬运就位砌筑。

砌石工程施工应严格遵守《砌体工程施工及验收规范》。

三、砼工程

砼浇筑工程分属于大坝、放水洞工程，可就近设置砼拌制系统。根据各单项建筑物工程砼浇筑强度和施工条件，确定采用移动式 Js500 型砼搅拌机拌制砼，根据不同的建筑物及其不同部位，砼运输采用胶轮车直接运输和胶轮车水平运输、设滑板垂直运输方式入仓。入仓后的砼分别采用插入式或平板式振捣器振捣密实。

钢筋加工绑扎采用人工机械相结合法，砼预制件现场预制安装。

砼及钢筋砼施工应严格遵守《水工混凝土施工规范》。

§ 7-7 施工总进度

本工程计划于 2008 年 5 月开工，根据主要工程内容及工作量，考虑到各级配套资金安排，工程准备工作于 2008 年 6 月底前完成。

第八章 经济评价

§ 8-1 投资和费用

张庄水库除险加固工程的总投资为 365 万元。国民经济评价时，投入和产出须用影子价格。本工程的影子价格投资可采用工程静态投资乘以影子价格换算系数来计算。根据近几年的物价水平及其上涨指数，本项目影子价格换算系数取 1.0。本工程在运行期的费用支出主要是运行费，根据以往情况，年运行费按投资的 1.5% 计，则国民经济评价时影子价格的年运行费为：

$$365 \times 1.5\% = 5.5 \text{ 万元}$$

§ 8-2 效益

前面已提到，张庄水库具有防洪、灌溉、养殖等多种效益，下面，从国民经济的角度对水库的各项效益进行分析：

一、防洪效益

张庄水库可使其下游约 1.0 万人和 2.1 万亩农田及一些重要交通设施的防洪标准得以提高，按有、无项目对比法，水库平均每年可减免的洪灾损失按 8 元/人和 5 元/亩计，因此，水库的多年平均防洪效益为：

$$8 \times 1 + 5 \times 2.1 = 6400 + 10.5 = 18.5 \text{ (万元)}$$

二、灌溉效益

按本次设计张庄水库可灌溉 500 亩农田，本次计算中水库和渠系

的灌溉效益各按 50%计。根据我省有关统计资料及张庄水库的具体情况，本项目灌溉效益按平均增产粮食 110 公斤/亩年计，粮食价格平均按 1.6 元/公斤计，因此，水库的年灌溉效益为：

$$(110 \times 500 \times 1.6) \times 50\% = 4.4 (\text{万元})$$

三、养殖效益

张庄水库每年约可养殖 0.6 万公斤水产品，每公斤水产品纯收益按 4 元计，则年养殖效益为：

$$4 \times 0.6 = 2.4 (\text{万元})$$

以上效益合计为：

$$18.5 + 4.4 + 2.4 = 25.3 (\text{万元})$$

以上计算值是水库除险加固后整体工程的年效益(影子价)。由于此次除险加固的新增效益与原有效益无法截然分开计算，根据新投入设施与原有设施的比例，以及原有设施的使用时间、寿命等情况，此次除险加固的新增效益按整体效益的 50%计，则为：

$$25.3 \times 50\% = 12.65 (\text{万元})$$

§ 8-3 计算评价

一、国民经济评价指标计算

本项目国民经济评价指标计算三项：经济内部收益率 EIRR、经济净现值 ENPV 和经济效益费用比 EBCR。

1.经济内部收益率 EIRR：项目在计算期内各年的净效益现值累计等于零时的折现率，其计算表达式为：

$$\sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + EIRR)^{-t} = 0$$

式中：EIRR—经济内部收益率；

B—年效益，万元；

C—年费用，万元；

n—计算期，年；

t—计算期各年的序号；

(B—C)_t—第t年的净效益。

2. 经济净现值 ENPV：用社会折现率 I_s 将项目在计算期内各年的净效益折算到计算期初的现值之和，其计算表达式为：

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + I_s)^{-t}$$

式中：ENPV—经济净现值，万元；

I_s —社会折现率， $I_s=10\%$ ；

其余同前。

3. 经济效益费用比 EBCR：项目效益现值与费用现值之比，其计算表达式为：

$$EBCR = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + I_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + I_s)^{-t}}$$

式中：EBCR—经济效益费用比；

B_t —第t年的效益，万元；

C_t —第t年的费用，万元；

其余同前。

经计算，得出此三项指标值为：

经济内部收益率 $EIRR=17.55\%$

经济净现值($I_s=10\%$) $ENPV=2$ (万元)

经济效益费用比($I_s=10\%$) $EBCR=1.19$

由以上指标值可看出，张庄水库除险加固工程的国民经济效益较好。

§ 8-4 国民经济评价结论

按《水利建设项目经济评价规范》的要求，前面计算的三项国民经济指标应 $EIRR \geq I_s=10\%$ 、 $ENPV \geq 0$ 、 $EBCR \geq 1$ ，项目在经济上才合理可行。本项目这三项指标均高于规定值较多，可见投资者为该工程付出代价后，除得到符合社会折现率 10% 的社会盈余外，还可以得到 2 万元现值的超额社会盈余，说明国民经济效益较好。因此，可得国民经济评价结论为：项目在国民经济方面是合理可行的。