

# 浅谈官路水库大坝防渗处理措施

刘尧<sup>1</sup>, 由吉洲<sup>2</sup>, 宋现姿<sup>3</sup>

(1. 青岛饮料集团有限公司, 山东 青岛 266000; 2. 青岛水务管理局, 山东 青岛 266000;  
3. 山东省科源工程建设监理中心, 山东 济南 250014)

**【摘要】**根据官路水库工程实际地质勘探资料, 结合有关设计方案, 对水库建设施工中的防渗需求, 进行了必要的防渗施工论证, 提出防渗处理措施。为官路水库顺利施工及日后运营提供了技术支持, 也为类似地质情况的项目建设提供了一定的参考借鉴。

**【关键词】**官路水库; 防渗措施; 防渗墙; 帷幕灌浆

**【中图分类号】** TV697

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1009-6159(2025)-09-0059-03

## A Brief Discussion on Anti-seepage Treatment Measures for the Dam of Guanlu Reservoir

LIU Yao<sup>1</sup>, YOU Jizhou<sup>2</sup>, SONG Xianzi<sup>3</sup>

(1. Qingdao Beverage Group Co., Ltd., Qingdao, Shandong 266000, China; 2. Water Affairs Bureau of Qingdao Municipality, Qingdao, Shandong 266000; China; 3. Keyuan Engineering Construction Supervision Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China)

**Abstract:** Based on the actual geological exploration data of the Guanlu Reservoir construction site, and combined with relevant design schemes, this paper conducts necessary demonstration on anti-seepage construction in response to the anti-seepage requirements during the reservoir construction. The proposed anti-seepage treatment measures have provided technical support for the smooth construction and future operation of Guanlu Reservoir, and provided certain reference for the projects with similar geological conditions.

**Key words:** Guanlu Reservoir; Anti-seepage measures; Anti-seepage wall; Curtain grouting

官路水库位于胶州和高密交界处墨水河下游, 墨水河入南胶莱河口上游约 1 km 处, 水库工程规模为大型(2)型, 工程等别为 II 等。水库死水位 9.70 m, 死库容 1 872 万 m<sup>3</sup>, 正常蓄水位 28.80 m, 兴利库容 1.92 亿 m<sup>3</sup>, 总库容 2.11 亿 m<sup>3</sup>。围坝及进出库泵站、涵闸等主体建筑物均为 2 级建筑物, 其余附属建筑物为 3 级, 水库按 100 年一遇洪水标准设计, 2 000 年一遇洪水标准校核。

工程项目建设内容包括围坝、进库泵站、进库涵闸、泄洪涵洞, 高密平度出库泵站、青岛出库泵站, 黄水衔接段、引黄济青线接线等。

## 1 项目区地质情况

### 1.1 工程地质

库盆区(坝基)地表为第四系冲洪人工堆积

物、冲洪积物, 下伏基岩, 根据钻探及井探资料, 地层岩性由新至老依次为: ① 耕植土, ①-1 第四系人工堆积物为灰、灰黄色粉质壤土、砂壤土; ② 粉质壤土层; ③ 含姜石粉质壤土, ③-1 姜石土; ④ 粉质壤土; ⑤-1 中细砂、⑤-2 粗砾砂层; ⑥ 重粉质壤土(局部粉质黏土); ⑦ 白垩系王氏组泥质粉砂岩(K2W2)。

### 1.2 地质构造

1) 场区附近有大栏-李哥庄断裂、赵戈庄-姚哥庄断裂、赵家店-官路断裂; 根据《青岛市官路水库工程场地地震安全性评价》(山东亿安工程勘察有限公司, 2022.3)之结论, 可不考虑它们对场地断层位错影响。

收稿日期: 2025-01-12

作者简介: 刘尧(1981—), 男, 高级工程师

2)2008年物探资料显示库区内发育二条断层 F1、F2。本期采用地震折射法、高密度电法及瞬变电磁法,在库区内外及坝轴线布置剖面进行了全面探测,并对以往资料显示断层位置进行了详细勘测,对原推断断层 F1、F2 位置进行了复查、对地质资料提示的断层 F3 进行复验。

F1 断层:根据勘测,断层上覆第四系土层,根据物探资料,异常带倾向约为 NE40°,倾角 60°~80°,推测断层宽 20~50 m。大致穿过坝轴线桩号 2+950—2+990、11+450—11+500。

F2 断层:异常带倾向约为 NE88°,倾角 60°~80°,推测断层宽 20~40 m。此外,F2 断层在其南端点处与 F1 断层交汇,交汇位置断层影响宽度约为 60.0 m。大致穿过坝轴线桩号 0+000—0+070。

F3 断层:异常带倾向约 NE35°,倾角 55°~80°,推测断层宽 30~40 m。大致穿过坝轴线桩号为 5+460—5+520、8+850—8+900。现有钻探资料在岩芯中未发现明显的断层迹象,仅局部段岩芯破碎。

### 1.3 水文地质

库区地下水类型及补排关系库区地下水:主要为第四系孔隙潜水,主要赋存于中细砂、粗砾砂和姜石土中。地下水位埋深一般为 0.5~2.2 m;高程一般为 8.7~10.7 m,随季节性变化。

库区范围内地下水与地表水的补排关系总的趋势为:上游部位为河水补给地下水,下游部位为地下水补给河水。

## 2 大坝防渗处理的必要性

### 2.1 库盆区(坝基)民井

库盆内(坝基)的民井,地勘显示普遍揭穿上部不透水铺盖,形成竖向导水通道,将库水与透水性土层(姜石层、砂层)联通,加速了库水的水平渗漏。民井以潜水完整井、承压水完整井为主,水源为第四系砂性土、姜石土中的孔隙水,未见基岩裂隙水。民井附近无导水性构造通过,库水不会通过民井向深层基岩及库外渗漏。

### 2.2 坝基岩性

1)坝基土层渗透性。坝基土层渗透性变化范围较大。坝基土层中的粉质壤土、含姜石粉质壤土,渗透性较小;姜石土、中细砂、粗砾砂层渗透

性较大,是主要的透水性层。

2)坝基岩层渗透性。(1)非断层带坝基基岩仅个别位置存在可能渗漏问题,且渗漏深度小于 30 m。(2)坝址区断层 F1、F2 影响区基岩透水性较小,仅个别部位基岩透水率大于 3Lu,坝基基岩断层 F1、F2 影响带范围内基本不存在渗漏问题。(3)断层 F3 渗漏影响区宽度(视宽)约 60~100 m,渗漏段多分布于埋深 40 m 范围内,存在基岩渗漏问题,应进行防渗处理。

3)渗透稳定性。坝基土层中(含姜石)粉质壤土层渗透破坏形式主要为流土,底部砂层破坏形式为管涌,粉质壤土与砂层接触部位破坏形式主要为接触流土。

### 2.3 围坝土质

经地质勘探库盆区原土,经清表去杂后可以作为坝体填筑的主要土料,视为均质坝土料,具有弱渗水性。上坝土料基本为上述工程地质中的第四系全新统冲洪积物(Q4<sub>apl</sub>)主要 3 层土料。属壤土性质,弱渗透。因此上坝土质需要进行防渗处理。

### 2.4 库盆区(坝基)渗漏

库盆区(坝基)分布的民井为联通库水与下部透水岩土层的竖向导水通道。库盆区(坝基)侧向渗透主要通道为③-1 姜石土、⑤砂层,次要渗透通道为③含姜石粉质壤土可结合坝基防渗采取合理的防渗措施。

库盆区断层 F1、F2 影响区基岩透水性较小,沿断层产生集中渗漏的可能性不大;断层 F3 渗漏影响区宽度约 60~100 m,渗漏段多分布于埋深 40 m 范围内。

鉴于上述 4 类渗透情形存在,官路水库建设必须综合考虑坝基(坝体)防渗处理,以确保坝基(坝体)稳定安全和蓄水量稳定。否则水库运行后,高水位运营中,在水压力作用下渗透加大、将加大水库运营管理的后续成本。

## 3 防渗处理措施

### 3.1 坝基防渗墙及帷幕灌浆

1)围坝坝基防渗墙及帷幕灌浆。采用塑性混凝土防渗墙,塑性混凝土防渗墙厚 0.6 m,防渗墙顶部埋深不小于 1.2 m,高程依据实际地形情况分别为 9.20~10.50 m 不等,底部嵌入弱风化泥质

粉砂岩深度不小于 1.0 m, 墙底高程结合基岩分部情况为-4.6~2.9 m 不等, 要求防渗墙渗透系数不大于  $2 \times 10^{-7}$  cm/s, 墙体抗压强度不大于 5 MPa, 28 d 弹性模量不大于 1 500 MPa, 允许渗透比降大于 60。顶部与复合土工膜衔接。防渗轴线距围坝上游坝脚 5 m, 防渗墙底部接帷幕灌浆(兼具接触灌浆作用), 帷幕灌浆深入 3Lu 线以下不小于 5 m, 在 F3 断层处采用三排帷幕灌浆进行防渗处理。

基岩帷幕灌浆轴线与防渗墙一致, 采用先墙后幕的型式, 帷幕灌浆采用防渗墙墙身钻孔灌浆工艺。灌浆材料采用 42.5 普通硅酸盐水泥浆液。钻孔间距 1.5 m, 分三序孔灌浆, 孔距由稀至密, 顺序进行, 第 I 序孔孔距 18.0 m, 第 II 序孔孔距 3.0 m, 第 III 序孔孔距 1.5 m。每孔灌浆自上而下分段进行。第一段为坝基接触段, 上一段灌浆终凝之后才允许施行下一段灌浆。三排帷幕灌浆施工时先灌注下游排孔, 再灌注上游排孔, 最后施工中间排孔。帷幕灌浆水泥采用普通硅酸盐水泥, 强度等级 42.5, 水泥浆液按照由稀变稠原则可分为 4 级, 分别为 3:1、2:1、1:1、0.5:1, 灌浆时根据实际情况调配变换。

2) 围坝下游截渗沟。库区西侧截渗沟(围坝桩号 7+685—10+000)汇集水库渗水及坝面雨水后入顺溪河(桩号 0+110), 对应顺溪河河底高程 7.96 m, 拟定截渗沟末端高程同顺溪河河底高程 7.96 m, 以 1:10 000 比降向上游延伸, 沟顶与现状地面衔接, 底宽 2.0 m, 坡比 1:2。

库区北侧截渗沟(围坝桩号 12+463—12+689.3、12+689.3—0+028 及 0+265—0+600)汇集水库渗水及坝面雨水后分别向东、向西汇入顺溪河(桩号 2+600、4+240), 沟底设计为平坡, 沟底高程 7.15 m, 沟顶与现状地面衔接, 底宽 2.0 m, 坡比 1:2。

截渗沟全断面采用 C30 闭孔式混凝土连锁块护砌, 连锁块厚 120 mm, 下部依次为 1~3 cm 碎石垫层厚 100 mm、10 kN/m 土工布一层、中粗砂垫层厚 100 mm, 坡脚设齿墙、坡顶设压顶。

### 3.2 水库坝体防渗

1) 坝体设计填筑方案。上坝土料以②粉质壤土和③-1 姜石土及部分④粉质壤土为主。要求渗透系数小于  $1 \times 10^{-4}$  cm/s, 坡比 1:3, 上游高程

21.00 m 处设 3.00 m 戽台, 顶宽 12 m, 下游高程 21.00 m 处设压重平台宽 30 m, 坡比 1:3。下游戽台上下草皮护坡, 管理道路高程 13.96 m 以下连锁块护坡, 平均坝高 22 m。

2) 上坝土料。鉴于水库土源的限制性, 均质土料有一定的渗透性, 因此上坝壤土要求压实后渗透系数不大于  $1 \times 10^{-4}$  cm/s, 水溶盐含量(是指易溶盐和中溶盐, 按质量计)不大于 3%; 有机质含量不大于 5%; 壤土的最优含水率建议取 12% (最优含水率根据坝体碾压试验具体确定), 最大干密度和最优含水率严格按照《土工试验方法标准》GB/T 50123—2019 规定的击实试验方法求取。

3) 坝体上游护坡防渗。针对坝体土质防渗, 施工中采用复合土工膜进行防渗, 设计采用了中粗砂垫层 200 mm、上铺 FN2/PE-10-800-0.8 复合土工膜、5-20 mm 小石子 15 cm、20-40 mm 石子 15 cm, 然后铺装 C30 预制混凝土连锁块。

### 3.3 库盆区(坝基)民井处理

1) 根据地勘资料, 库内的民井多数穿过了上部的不透水层, 形成竖向导水通道, 将库水与透水性土层、姜石层、砂层联通, 加速了库水水平渗漏, 为此施工时采用 C30 混凝土对这些民井进行封堵, 切断库水通过民井沿第四系土层外漏通道。

2) 库盆区基岩可作为相对隔水层, 隔绝库盆区第四系岩土层的渗水。库盆区断层 F1、F2 影响区基岩透水性较小, 沿断层产生集中渗漏的可能性不大; 断层 F3 渗漏影响区宽度约 60~100 m, 渗漏段多分布于埋深 40 m 范围内。库盆区基岩和 F2 断层可视为不透水层, 不予考虑。

3) 库盆区侧向渗透主要通道为③-1 姜石土、⑤砂层, 次要渗透通道为③含姜石粉质壤土, 借助坝基防渗墙及帷幕灌浆即可处理。

## 4 结语

根据目前官路水库建设过程中采取的设计方案措施, 参考类似工程实践, 官路水库施工采用的防渗处理措施是可行的, 预期效果良好, 能够满足水库防渗和坝体稳定需求。

(责任编辑 赵其芬)