

青州市井塘塘坝防渗工程设计方案比选

李有成,李玉敏,刁友鹏

(青州市水利事业发展中心,山东 青州 262500)

【摘要】针对青州市井塘塘坝水深较浅、渗透压力较小但渗漏严重的问题,经过科学论证和方案比选,提出了库底、库周及迎水面防渗综合解决方案,彻底解决了库区渗漏问题,达到了预期防渗效果。

【关键词】青州市;塘坝防渗;复合土工膜

【中图分类号】TV543

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2026)-03-0050-03

Comparison of Seepage Control Design Schemes for Jingtang Pond Dam in Qingzhou

LI Youcheng, LI Yumin, DIAO Youpeng

(Water Development Center of Qingzhou City, Qingzhou, Shandong 262500, China)

Abstract: In view of the problems of shallow water depth, low seepage pressure but serious leakage in Jingtang Pond Dam in Qingzhou City, a comprehensive seepage control solution for the reservoir bottom, reservoir periphery and upstream face is proposed through scientific demonstration and scheme comparison. The scheme thoroughly solves the reservoir leakage problem and achieves the expected seepage control effect.

Key words: Qingzhou City; Pond dam seepage control; Composite geo-membrane

井塘古村位于山东省青州市西南部,距离青州城区约 15 km,距今已有 500 多年的历史。2014 年,井塘古村被列入中国传统村落名录,2016 年被评为山东省历史文化名村。井塘塘坝位于井塘古村内,为进一步挖掘开发井塘古村旅游资源,亟需对塘坝进行加固,解决塘坝渗漏问题,保持常年水面。经过科学论证和方案比选,采用“库底土工膜平面防渗+四周土工膜防渗水泥浆砌块石护砌+坝体迎水面喷锚混凝土”综合防渗方案,达到了预期防渗效果。

1 井塘塘坝渗漏情况及成因分析

井塘塘坝水面面积 3 500 m²,容水量 2 万 m³。防渗工程实施前,塘坝渗漏严重,包括库底渗漏、四周绕渗及坝体渗漏。塘坝库区基本为石灰岩地层,库底表层有厚约 0.5~1.0 m 页岩层,下为石灰岩,库区四周石灰岩出露,未做衬砌防护,裂隙分布均匀,无大面积渗透通道。评估库区渗漏方式

主要是石灰岩裂隙渗漏。此外,由于坝体结构为上下游两层浆砌块石中间回填黏土,设计标准较低,经过多年运行,坝体逐渐形成数条渗透通道,也是渗漏严重的原因之一。

2 井塘塘坝防渗方案比选

基于库区渗漏成因分析,设计了 3 种工程防渗方案,综合考虑防渗效果、施工难易程度、工期、造价进行论证比选,具体见表 1。方案一是采用“库区四周基础混凝土防渗墙+坝体迎水面喷锚混凝土”,方案二是库“底黏土平面防渗+坝体迎水面喷锚混凝土”,方案三是“库底铺设土工膜平面防渗+四周土工膜防渗水泥浆砌块石护砌+坝体迎水面喷锚混凝土”。

经方案论证比选,最终选定方案三。该方案针对井塘塘坝水深较浅、渗透压力较小但渗漏严

收稿日期:2025-06-19

作者简介:李有成(1970—),男,高级工程师

表 1 井塘塘坝防渗工程方案比选表

防渗方案	方案内容	优点	缺点	方案确定
方案一	库区四周基础混凝土防渗墙+坝体迎水面喷锚混凝土	防渗效果较好	无法解决四周绕渗,造价稍高	
方案二	库底黏土平面防渗+坝体迎水面喷锚混凝土	造价较低	整体防渗效果一般	
方案三	库底铺设土工膜平面防渗+四周土工膜防渗水泥浆砌块石护砌+坝体迎水面防水砂浆边角浇混凝土	整体防渗效果好	造价稍高,工期略长	选用

重的问题,提出了库底、库周及迎水面防渗综合解决方案,能彻底解决库区渗漏问题,保持常年水面,效益显著,性价比高。

3 施工工艺

1)库区防渗采用 600 g/m² 复合土工布膜。在塘坝底部及两侧铺设土工布膜,底部防渗先将坝底清理整平,铺设 30 cm 厚黏土压实,再铺设土工布膜,膜上面铺 50 cm 土压实。

2)采用 M7.5 水泥浆砌石自坝体起向上游两岸挡土墙护砌,两侧各 106 m,根据地形采用仰斜重力式挡土墙,砌筑基础时布设复合土工布膜,墙背土工膜标高同溢流口底高程,水平折出 1 m,基础土工膜预留 1 m,与库底防渗膜焊接。

3)坝前迎水面防渗采用水泥砂浆抹面,共抹 3 层。坝面与两侧挡土墙及底部结合处,采用浆砌石和 C30 混凝土将防渗膜压实,保证防渗膜与坝底面充分连接。

4)塘坝入口及上游河道防渗工程,为防止流水冲刷,上游河道底铺设防渗膜后,两岸采用 M7.5 浆砌块石护砌。河道进入塘坝口的陡坡建设浆砌石跌水及消力池。跌水及消力池底和附近防渗膜采用浆砌石压重。

4 施工要点

4.1 大坝迎水面水泥砂浆抹面

采用 3 层水泥砂浆抹面,通过不同配比分层涂抹水泥砂浆增强结构的防渗性能。

1)基层处理。基层清理要彻底,确保其干净无杂物并充分湿润。对于原浆砌石砌体表面,用

钢丝刷清除浮浆杂物,用清水冲洗干净,确保防渗砂浆与基层结合牢固。

2)抹底层砂浆。因本工程原砌浆石平整度较差,确定该层厚度 20 mm,采用 1:4 水泥砂浆。底层砂浆填补基层洼陷兼找平。涂抹时要压实,确保与基层的良好黏结。

3)中间层砂浆。中间层砂浆旨在进一步提高防渗层的整体性。厚度 20 mm,采用 1:3 水泥砂浆。

4)面层砂浆。面层砂浆的作用是提供一个光滑、致密的表面,从而有效地阻止水分渗透。厚度 20 mm,采用 1:2 水泥砂浆,终凝后进行规范养护,以保证其强度和防水效果。

4.2 复合土工膜铺设

1)施工准备。首先,需要对复合土工膜材料(两布一膜,600 g/m²)进行质量检测,确保其符合工程要求。然后,进行库底清理和场地平整,清除库底页岩层和尖角杂物,欠坡回填夯实、富坡削坡挖平后铺设 0.3 m 厚当地红黏土,履带式拖拉机压实整平。

2)复合土工膜铺设。分库底铺设、岸墙基础及后背铺设两个部分。库底铺设沿库底轴线方向水平滚铺,岸墙基础及后背铺设与挡土墙砌筑及库底铺设同时进行,最后焊接预留的复合土工膜,留有一定伸缩量。为便于拼接,防止应力集中,复合土工膜铺设采用波浪形松弛方式,富余度为 1.5%。

3)复合土工膜拼接。包括土工布缝接、土工膜焊接。焊接工艺为:第一幅土工膜铺好后,将需焊接的边翻叠 60 cm,第二幅反向铺在第一幅上,调整两幅膜焊接边缘走向,搭接 10 cm。正式焊接前,试焊确定行走速度和施焊温度,设计行走速度 1.5~2.5 m/s,施焊温度 220~300 ℃。

4)复合土工膜覆盖层施工。0.5 m 厚红黏土,履带式拖拉机分两层回填压实,保证压实质量和整体平整度。

4.3 复合土工膜与建筑物衔接处理

大坝迎水面水泥砂浆防渗层与周边复合土工膜衔接是否紧密,关系到整个防渗工程的质量。在迎水面水泥砂浆防渗层与周边复合土工膜衔接处预先开挖一道宽、深均为 1 m 的槽,与防渗砂浆过渡段宽 0.5 m,另加 0.5 m 加深加宽槽。现浇混凝土前,将复合土工膜压入槽沟内,现浇

C30 混凝土防渗层压住复合土工膜,并与防渗砂浆紧密结合。塘坝入口跌水及其消力池工程基础采用复合防渗膜施工,确保防渗工程无死角。

5 质量控制

5.1 前期工作质量控制

1)设计方案优化。详细进行现场勘察,掌握塘坝渗漏范围、深度及地质条件,分析渗漏成因,进行方案优化比选,复核设计方案的适用性。

2)材料质量控制。主要包括土工膜(厚度、抗拉强度、渗透系数及抗老化性能)和反滤料(砂石级配、含泥量)。

5.2 施工过程质量控制

1)土工膜铺设。一是平整度控制,凹凸差不大于 5 cm,局部凸起应削平,凹陷处采用级配砂石回填压实,压实度 $\geq 93\%$ 。边坡坡度不大于 1:2.5,避免突变陡坡;二是清理除石块、树根等尖锐物,筛除粒径大于 5 mm 的硬质颗粒;三是夯实基层土壤,防止后期沉降导致土工膜撕裂。黏土基层压实度不小于 90%,砂土基层相对密度不小于 0.7。

2)土工膜焊接。为避免边缘应力集中,焊缝两侧分别预留不小于 4.5 cm 的非焊接区,总搭接宽度不小于 10 cm。焊机行走时需保持直线,避免停顿或偏移。焊缝应呈现均匀的透明熔浆线,不得有气泡、虚焊、漏焊。

3)土工膜破损修补。修补材料要选用与母材材质相同、厚度及力学性能优于母材的土工膜作为补丁。为避免应力集中,补丁形状优先采用圆形或椭圆形,每边超出破损部位不小于 20 cm。补丁尺寸=破损最大尺寸+ 40 cm(每边不小于 20 cm 的搭接余量)。为增强黏结性能,边缘需裁剪成斜坡状。

6 结 语

井塘塘坝防渗工程是井塘古村旅游景区的重要组成部分。工程竣工后,防渗效果显著,达到了四季有水的预期目标。主要有以下几点经验:一是在工程设计阶段,认真分析渗漏成因,针对库区地形特点进行防渗工程设计和方案比选;二是在工程实施阶段,使用优质防渗材料,选用技术力量强、施工经验丰富的专业施工队伍。工程使用 600 g/m^2 的复合防渗膜,提高了防渗标准。同时加强施工过程管理,严把工程建设质量关。

参考文献

- [1] 张伟,李强,王红梅.复合土工膜在水库防渗工程中的应用研究[J].水利水电技术,2018,49(5):112-118.
- [2] 陈明,刘阳,周雪峰.水库综合防渗体系中土工膜与刚性结构的连接技术[J].中国水利,2019(15):45-49,53.
- [3] 黄志远,吴建华,孙立群.喷锚混凝土在土石坝防渗加固中的耐久性分析[J].岩土工程学报,2020,42(3):521-528.

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 46 页)制、管理智能化联动、风险前置化处置。加强不同骨干调水工程信息系统之间的互联互通,建立全省统一的骨干调水工程管理信息平台,以此实现数据共享、协同管理,从而提高工程整体管理效能。

2.4 建设生态友好型工程

加强工程建设前的生态环境影响评估,充分论证工程对沿线生态系统的潜在影响并制定相应的生态保护措施,在工程建设过程中要始终树立“绿色环保”和“生态友好”的观念,如采用生态护坡技术来减少因为渠道开挖对周边植被产生的影响,减少对生态环境的破坏;合理规划施工场地来避免对野生动物栖息地造成干扰;在工程运行阶段要加强水质的监测和处理,严格控制调水水质,避免因污水排放对受水区生态造成不利影响;根据河湖生态需水要求制定科学的生态补

水方案,并开展工程沿线的生态修复工作,实现骨干调水工程和生态环境的协调发展。

通过采取这些措施可以有效地推动骨干调水工程高质量发展,提升其在现代化水网中的运行效能,也可为山东经济社会可持续发展提供坚实的水安全保障,助力山东在黄河流域生态保护和高质量发展等国家战略中实现新突破。

参考文献

- [1] 王学军.谱写中国式现代化济南实践的“水文章”[N].济南日报,2024-09-24.
- [2] 吴帅.青岛水网骨干工程建设“提档加速”[N].青岛日报,2024-11-04.
- [3] 曹智.国内外骨干水网典型案例分析与经验启示[J].湖南水利水电,2023(6):19-21.
- [4] 祖雷鸣.黄河流域生态保护和高质量发展水安全保障的实践探索和展望[J].水利发展研究,2025,25(2):1-5,20.

(责任编辑 崔春梅)