

# 水库加固中水利施工技术的应用研究

文 / 谢光辉 霍邱县水利局史河总干水利中心

**摘要:** 水利工程项目施工中受外部环境影响与人为操作技术, 极易出现水库渗漏情况, 需合理开展水库加固工作。本文先详细介绍水利施工技术在水库加固中的重难点, 再通过专业研究, 严格控制水利施工技术操作过程, 如坝面防渗、灌浆防渗、设置防渗墙、加固溢洪道等, 并对水库加固中的难点问题进行高效改进, 保障水利施工技术在水库加固操作中的安全性, 增进水利工程项目应用持续性。

**关键词:** 水利施工技术; 水库加固; 防渗墙; 灌浆防渗

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.05.076

## 引言

水利施工技术包含的内容较多, 如坝基防渗、提升坝体高度、改进溢洪道等, 其全面加强了水库加固改造工作。受操作环境影响, 水利施工技术在实践操作中极易出现质量问题, 严重影响水库加固效果, 要科学挑选防渗技术, 如灌浆防渗等, 随着防渗技术的理想性提升水利施工效果。水利施工技术操作效果会对水库加固产生重要影响, 要借助全面监督精准控制防渗操作过程。

### 一、水利施工技术在水库加固中的重难点

#### (一) 技术本身的局限性

部分水利工程项目运用水利施工技术开展水库加固时, 由于难以适应多变且复杂的地理条件, 难以提出有效的加固改造方案, 无形中降低了水利施工技术的有效性。同时, 部分水利施工技术在进行水库加固期间, 虽然技术较为新颖, 但在实践操作中极易出现造价贵、技术成熟度不高等实际问题, 难以在水库加固中推广操作。水利施工技术在实践操作中, 受水库结构特征影响, 要对加固设计方案进行合理改造, 而部分技术的改造效果未能达到理想状态, 影响了水库加固质量和效率。

#### (二) 地质条件复杂程度的应对方法

受地区地质情况差异影响, 其差异主要展现在地下水、岩石性质、地层结构等, 上述位置都会给水库加固效果带来较大影响。比如, 当水利施工技术作用在岩溶地质、断层带、软弱地层中时, 在该位置软土性质的影响, 给水库加固操作带来更大风险。随着地质条件的愈加复杂, 其会给软土地层质量带来不良影响, 该类地层的主要问题为土质强度低、土质较软, 在水利施工操作中极易出现沉降变形, 极大影响水库加固操作的稳定性。断层带极易出现地质结构不稳等现象, 利用水利施工技术难以保障水库加固稳定性, 扩展了断层带的覆盖范围。探究岩溶区域中的水库加固工作时, 可发现常产生地下水流动、溶洞质量不佳等问题, 极大提高了水利

施工技术加固的潜在风险、不确定性, 需合理规划水利施工技术。

## 二、水利施工技术在水库加固中的实践运用

### (一) 坝面防渗

为保障水利工程项目水库加固效果, 要合理规范水库渗漏情况, 明确渗漏产生形成的具体位置, 再针对性开展防渗工作。比如, 某区域水库在实际建设运用时, 其控制流域面积为 $1261\text{km}^2$ 、多年控制平均流量为 $37.59\text{m}^3/\text{S}$ 、正常蓄水位在 $95\text{m}$ 左右, 且正常尾水位为 $81.35\text{m}$ 。当前水库中的上游/下游洪水水位设计为 $95.00\text{m}$ 、 $87.90\text{m}$ ; 上游/下游校对洪水水位为 $98.10\text{m}$ 、 $89.35\text{m}$ 。在明确水库应用状态后, 利用信息技术精准监测其运行情况, 受外部环境影响, 出现较严重渗漏问题, 需进行科学加固。经探究, 水库坝面渗漏为主要渗漏位置, 对水库应用产生消极影响, 需适当引入水利施工技术。应用水利施工手段前, 可全面把控水坝坝体上游与下游不同情况, 对上游采用粘“土斜墙”等模式, 严格规范上游流水路径与流量。为保障水库加固应用效果, 进行粘“土斜墙”施工操作时, 可明确该类黏土的塑性指数, 将其控制在 $18-22$ 之间, 并科学挑选黏土材料。当前水库加固实践操作中, 土料的压实干容重可维持在 $1.65\text{T}/\text{m}^3$ 左右, 并对抗剪强度下的摩擦角进行科学设计, 将粘聚力设置在 $0.30\text{kg}/\text{cm}^2$ 上下, 确保抗剪强度与粘聚力的精准性。为保障坝面防渗处理准确性, 还要合理调整水流的渗透系数, 将该项数值控制在 $1.0 \times 10^{-6}\text{cm}/\text{s}$ 以内, 并将“土斜墙”高度从 $147.37\text{m}$ 调整到 $171.66\text{m}$ , 即与坝顶高度相符, 满足水利施工技术操作需求, 改善坝面防渗结构状态。在坝面防渗操作中使用水利施工技术时, 需适时搭建防渗处理平台, 利用该平台严格监督水利施工操作过程, 并将平台高度与宽度设计在 $170.77\text{m}$ 、 $3\text{m}$ 左右, 增进坝面防渗处理的稳定性、安全性, 为水库加固的后续操作提供精准数据。

(二) 灌浆防渗

在开展水库加固防渗操作时，需根据渗漏位置与渗漏情况，合理挑选水利施工技术，即严格开展防渗工作。当前较常见的防渗技术为高压填充防渗技术、灌浆防渗技术，都会保障水库加固防渗效果。比如，在运用高压填充防渗技术时，需在灌浆液灌注位置进行科学钻孔，将50m直径的钻机引入到钻孔操作中，相邻钻孔位置应保持在1.5-2.0m左右，且将钻孔深度控制在2.0m上下。进行灌浆操作时，需明确灌浆压力变化范围，使其始终处在127.40-166.60kPa范围中。受堤坝内部干燥性影响，若水库堤坝出现管涌等不良问题，应合理规范高压填充灌浆技术，并在封闭钻口以前将黄泥浆填充到指定位置。应用灌浆防渗施工技术期间，可适时探究坝体当前的承载能力，明确坝体抗渗透性能，并对相关位置进行灌浆防渗施工。使用灌浆防渗施工手段前，要全面探究漏水区域与实际影响范围，并开展凿孔施工，根据倾斜位置与水平位置分别凿孔<sup>[1]</sup>。在完成凿孔操作后，将浆液注入到对应孔中，利用浆管来完成浆液灌注操作，根据项目实际要求完成漏水区域灌注操作。将防水材料水泥与单纯高标号水泥进行充分混合，随着水泥材料的合理运用，有效把控漏水缝隙的填充质量，满足灌浆防渗技术操作要求，提升水库加固操作的精准性。开展灌浆防渗施工操作时，要严格控制施工操作过程，明确灌浆施工操作标准，并合理选择灌浆材料，将合适浆液材料引入到对应位置中，增进灌浆操作的准确性，满足灌浆施工操作效果。为保障防渗施工操作对环境的积极影响，在使用浆液材料或开展灌浆操作时，严格控制浆液灌注量，明确灌浆位置，利用该举措有效保护周围环境，完善水库加固操作。

(三) 设置防渗墙

为保障水利施工技术在水库加固操作中的使用效果，还要依照水库渗漏实际情况，科学设置防渗墙。如表1所示，其展现了防渗墙设计标准，需根据上述标准要求合理开展防渗墙施工设计。设置防渗墙期间，可采取高压喷射方法。比如，将水泥浆液科学灌注到指定位置，将水泥与地层内部颗粒物精准结合，适时打造带有高压喷射的防渗墙，有效增强水库整体结构的稳定性。为保障防渗墙应用效果，可充分使用垂直铺塑形式，该方法多为精准配合挖槽机中的各位置链条，利用该装置进行钻孔操作，再将泥浆引入到孔壁中，有效加强孔壁，并利用该装置形成防渗膜，确保水库相关位置防渗状态。在开展泥土搅拌操作时，要将水泥浆液引入到土

体中，利用深层搅拌机开展堤坝操作，精准融合土体与水泥，在多种材料充分融合以后，可适时打造成坚固墙体<sup>[2]</sup>。使用帷幕灌浆操作期间，其主要目标为改善岩基抗渗性与适用范围，其浆液类型应具有结实性、流动性等，再借助钻孔操作将相关浆液灌注到渗漏位置中。为保障防渗墙设计施工的科学性、有效性，还要科学使用凝灰浆液，该类浆液的制作需为膨润土、水泥等材料充分结合，再适当增加缓凝剂的使用数量，确保上述材料使用效果。在相关混合物凝固以前，可将浆液精准注入到指定位置中，在相关材料凝固以后改进墙体防渗性能。

表 1 某水库防渗墙设计标准表

混凝土防渗墙 变化范围	轴线 长度/m	壁厚 /cm	顶标 高度/m	最大 墙深/m	混凝土抗压 强度/MPa
0+000-0+310	310	60	80.00	28	>7.5

(四) 加固溢洪道

为保障溢洪道加固效果，需适当开展坝顶或坝坡加固。相关人员要适时清理此前护坡表面的垃圾石块，将此前防渗体的坡度由1:2.64调整到1:2.50，利用该举措重新开展防渗体保护层施工，并对保护层外边坡进行合理调整。当前保护层底部的水平宽度为12.928m、顶部的水平宽度在3m左右，将天然黏土当成保护层内的主要建筑材料，确保溢洪道整体加固效果。在实行溢洪道加固操作时，需精准处理表面碳化混凝土，利用对该类材料的有效规范，确保原结构缝处理效果。为保障溢洪道加固整体处理质量，要合理挑选使用填缝材料，将该类材料运用到尾水河道中，确保溢洪道整体加固应用效果<sup>[3]</sup>。此外，为完善溢洪道加固运用效果，还需在日常操作中，明确施工导流水力。比如，当前水库加固操作共分成3个阶段，如表2所示，对设计标准、设计流量与上下游围堰顶高程进行科学设计，严格规划上述数据变化范围，对不同类型泄水建筑物进行合理调整，满足水库加固整体效果。在完成加固溢洪道整体操作后，相关部门需对溢洪道表面进行质量检查，明确溢洪道整体结构，积极调整溢洪道内部结构中的各项指标，不仅增强溢洪道操作的安全性，提升水库加固整体质量。要严格监督溢洪道周围坡度，将坡度标准与当前坡度施工进行合理比对，增进溢洪道建设的完整性。

表 2 不同阶段水库导流建筑加固操作标准表

导流建筑标准	第 1 阶段	第 2 阶段	第 3 阶段
设计标准/%	10	10	5
设计流量/m <sup>3</sup> /s	2630	2140	494
上下游围堰顶高程/m	35.5、33.2	35.7、32.8	30.5、29.9

### （五）拆除排水棱体

在拆除排水棱体前，要进行输水洞与泄洪洞加固操作。比如，根据实际情况可适当更换修复输水洞、泄洪洞工作闸门，使该类阀门可正常运用在指定位置中，避免水库泄漏等不良情况。在处理闸门时，需详细审查该类闸门内部材料构成，明确其对周围水体环境的影响，再利用有效方法更换闸门，有效控制其出现的漏水或锈蚀等质量问题，引导相关闸门正确运行在输水洞、泄洪洞中。为保障工作闸门的应用效果，需科学调整闸门材料，在该材料内部适当添加防水试剂，将闸门材料和防水材料精准融合，满足该类闸门应用需求。在合理处理水库内部各项结构装置后，可科学拆除排水棱体，并明确该位置施工材料。比如，在拆除传统排水棱体的过程中，需根据坡度标准系数合理调整高程高度。当前水库内部坡度标准为1:1.0时，则开挖高程需从此前156.36m调整到147.00m，即随着坡度标准的变化而改变高程高度。若水库内部高程为159.7m，可在该位置设置合适马道，且将其宽度设置在2m左右，再充分运用回填材料，确保水库整体结构稳定性、安全性。在完成高程开挖后，要积极进行土壤回填，回填土材料需以黏土为主，根据水库加固实际操作情况，精准运用回填土，使该类土壤覆盖堤坝整体结构。为保障水库堤坝整体质量，在挑选混合回填土时，需将天然黏土当成主要材料，将该类土壤与水泥、水等进行混合，利用合适方法持续作用在水库漏水范围中，改善下游排水棱体拆除运用质量与操作效率，满足排水棱体重建需求。

## 三、改进水利施工技术在水库加固应用效果的有效措施

### （一）更新智能监测技术

为保障水利施工技术在水库加固中的应用效果，要创新加固技术，可将无振动注浆手段引入到加固操作中。日常操作中，需定期更新智能监测技术，在水库地基或整体结构安装不同类型传感器，以合理应对极易出现的结构位移与变形形象，全面监测不同位置参数变化情况，增进水库项目应用安全<sup>[4]</sup>。充分融合数据监测分析预警和人工智能技术，利用人工智能模拟合理规范水库内部各项设备运行情况，若不同位置设备运行出现质量问题，需在最短时间内加以改进，为水利施工加固技术操作提供精准数据。

### （二）科学挑选加固技术

水库加固为水利工程项目建设中的关键步骤，由于水库所处的地质条件不同，加固技术也存在较大差别。若加固处理软土地基附近的水库，要借助土石方填筑形式开展加固工作，随着土石方填筑高度的增高，提升地基稳定性与承载力。应用灌浆加固技术时，可在软弱地基内添加特殊材料，利用该材料强化地基强度与稳定性<sup>[5]</sup>。设计加固桩时，可对进入桩体深度的科学控制来明确加固状态，增进地基上部结构载荷，确保水坝地基整体承载力。

### （三）保障施工现场稳定

开展水库加固施工时，受技术操作状态影响，极易改变周围自然资源与生态环境，因而需利用合适的施工技术增强施工现场稳定性，缩减对周围自然环境的破坏度。设计操作水利施工技术时应合理判定其对周围环境的影响，并最大化开发运用当前资源并缩减施工挖掘量，高效保护施工区域水源与土壤。施工现场还要适当搭建防护栏，系统保护周围水体与植被等，并在建设操作中监测周围环境，及时发现水利施工技术对自然环境的消极影响，保障施工现场稳定性。

### 总结

综上所述，更新智能监测技术、科学挑选加固技术、保障施工现场稳定等方法都会为水利施工技术操作带来积极影响，促进水库加固效果。水库加固水利施工技术操作中，需全面检测坝体情况，根据坝体不同位置采取合适的防渗技术，并加固溢洪道、拆除排水棱体，增进水库加固的稳定性。为保障水库加固效果，要持续更新水利施工技术，精准优化水库加固方案。

### 参考文献

- [1] 卢常兴. 水利工程中水库坝体护坡板加固施工技术[J]. 水上安全, 2023, (12): 184-186.
- [2] 王世存. 水库除险加固工程施工方案的优化[J]. 四川水泥, 2023, (07): 138-140.
- [3] 李献斌. 水利工程水库大坝碾压混凝土加固施工技术研究[J]. 水利科技与经济, 2022, 28(12): 148-152.
- [4] 张忠成. 混凝土防渗墙施工技术在水库防渗加固工程中的应用[J]. 科学技术创新, 2022, (30): 139-142.
- [5] 吴凯, 王传良. 水利水电工程中水库加固的施工管理措施[J]. 价值工程, 2022, 41(17): 30-32.