

水库除险加固浆砌石施工技术与质量控制要点

罗堂章

(深圳市对外服务集团有限公司, 广东 深圳 518000)

摘要 水库大坝长期服役导致的老化、裂纹扩展及渗水现象频发,对水库的安全稳定构成了严峻挑战。鉴于此,加强水库的除险加固工作变得尤为迫切和重要。其中,浆砌石技术作为加固工程的关键技术路径,其施工工艺的精湛与否及质量控制措施的严谨性,直接决定了加固工程的成效。本文聚焦于水库除险加固过程中浆砌石施工的关键技术环节与质量控制策略,旨在通过深入分析,为同类工程项目提供实践指导与理论借鉴,确保加固工程能够有效应对水库安全隐患,保障其长期安全稳定运行。

关键词 水库; 除险加固; 浆砌石施工; 质量控制

中图分类号: TV62

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)10-0034-03

浆砌石施工技术凭借其经济高效、结构坚固及施工适应性强的优势,在水库除险加固工程中脱颖而出,成为广泛应用的技术手段。本文聚焦于探讨浆砌石施工的核心技术与质量控制策略,旨在通过精准把控施工要点与强化质量管理,确保加固工程既稳固又安全,有效消除水库隐患,保障人民生命财产安全与水资源利用的长远效益。

1 工程概况

某水库地处广东省某市某村,自20世纪70年代初期作为小型(1)级水利枢纽建成,集城乡供水、农田灌溉、防洪及发电等功能于一身,已默默奉献四十余载。其主体为高达33.8米、宽6米、横跨91.78米的浆砌石砼心墙重力坝,汇水面积广阔,达12.78平方公里,总库容228.4万立方米,日常蓄水量保持在177.35万立方米左右。枢纽布局周全,涵盖大坝、溢流结构及输水系统等关键部分。然而,时光荏苒,受限于建设初期的技术条件及后续运维的累积损耗,水库大坝近期面临严峻安全考验。坝体多处渗水严重,峰值渗流量高达每秒27升;溢洪道老化明显,裂缝与钙质沉积问题凸显。检测分析指出,坝体砌筑材料老化,原有防渗体系因材料失效与施工不足而功能丧失。2015年专业评估将其列为三类坝,标志着水库安全形势紧迫,亟须采取有效措施加以应对,以确保其持续安全运行^[1]。

2 大坝防渗除险加固设计

地质勘探结果显示,两岸坝肩及坝基主要由强度不等的风化砂岩构成,风化严重,透水性在弱至中等范围内波动,具体透水性值域为9.258至15.240 Lu,

揭示了不利的工程地质状况。相比之下,中部河床坝基岩石为轻微风化砂岩,岩体完整度高,结构紧密,硅质胶结显著增强岩石硬度,芯样形态以柱状及短柱状为主,偶见大块状,透水性较低,透水性稳定在3.920至6.979 Lu之间,工程地质条件相对优越。至于坝体构筑,采用浆砌灰岩块石为主,夹杂少量风化岩石,石料质地坚硬且新鲜。然而,筑坝所用砂浆与混凝土强度欠缺,黏结力弱,存在明显气孔与蜂窝现象,局部浆体填充不密实,造成整体透水性处于弱至中等水平,透水性介于7.091至15.615 Lu之间,这反映了坝体整体施工质量尚需加强与优化。

基于详尽的地质评估,制定了针对性的防渗透与加固方案:针对两岸坝肩风化破碎严重的问题,决定实施固结灌浆以增强其稳定性;面对坝体砌石风化且质量低劣的现状,选择全坝段充填灌浆以改善其整体性能;同时,为构建高效防渗体系,坝顶将布置帷幕灌浆,确保形成统一的防渗网络。现场深入勘察与岩芯分析揭示,坝址及其周边基底为泥盆系上统D3a地层,由石英砂岩、砂质页岩及砂砾岩等混合构成。进一步调查则发现,坝址下游覆盖着石炭系下统岩关阶C1y地层,以灰岩为主导,展现独特岩石特性。灰岩层自然倾斜显著,其走向横跨182°至224°,倾角变化于43°至67°之间,这一发现凸显了该地区地质构造的复杂多变特征。(见图1)

3 水库除险加固浆砌石施工技术

3.1 浆砌石施工流程

根据设计要求、现场查勘和工程的实际情况,浆砌石施工工艺如图2所示。

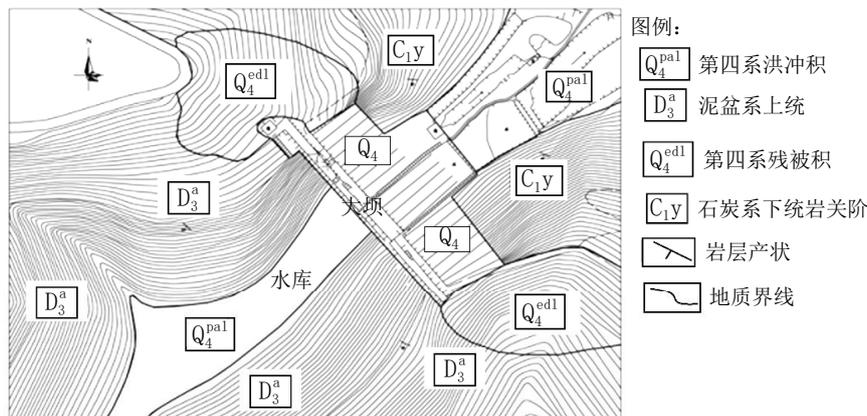


图 1 坝区工程地质平面图

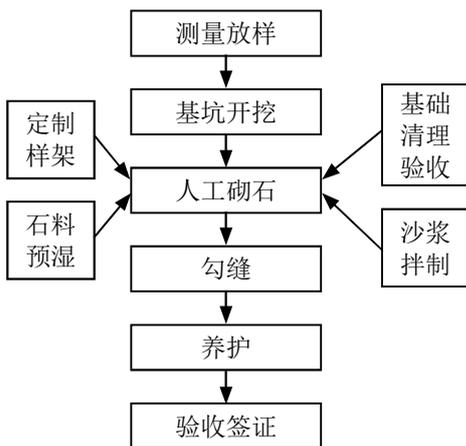


图 2 浆砌石施工工艺流程图

3.2 浆砌石砌筑

3.2.1 拌制、运输

本工程实施期间，铺浆砌筑技术为核心，对浆砌石作业严格要求，必须依据既定的配合比精确配制砌筑砂浆，保证拌合物质量完全符合技术规范要求。在运输方面，首选翻斗车以提高效率，但距离超过一公里时，砂浆的稠度及分层稳定性需经专业验证，不合格品立即返工再制。面对极端气候，如高温酷暑或雨天，需定制专项防护策略，避免砂浆因环境因素过早硬化，影响使用性能。同时，实施定期砂浆试件抽检机制，监测其强度、流动特性及分层状态，确保质量稳定可控^[2]。

3.2.2 浆砌石主要施工方法

为稳固且耐久的构造，选用了厚度超过 15 厘米的坚固片石，并采用铺浆法作为核心砌筑技术，此法不仅加速了施工速度，还强化了建筑的稳固性。施工首要在于细致准备：石材清洗、精确测量、基底清理与找平，以及砂浆垫层的精确配制，避免尺寸误差。随后，依据精确规划，逐一精准放置石块，细致调整石块间

的缝隙，既保证强度不受损，又避免施工障碍。面对异形石材，预先制定针对性策略，确保施工顺畅。尤为关键的是砂浆灌注，需精确控制以保证结构的致密与坚固。这一系列步骤紧密相连，每一步都至关重要，共同构建出安全可靠的建筑基础。

在石块间的缝隙中灌注砂浆时，务必做到饱满无缝，确保每个角落都被紧密填充，以此加固整体架构。边缘细节与孔洞需特别关照，细致操作防止弱点出现。随后，全面均匀的砂浆抹平是砌石艺术的核心，它不仅使表面平滑统一，还保证了砂浆均匀分布，既增强稳固性又提升美观度，是墙面平整与视觉美感的基础。紧随其后的是精准的调整与修正步骤，这是保障质量与外观精致的必然过程。铺设与抹平完成后，需仔细检查每块石头的位置与朝向，对任何偏差迅速进行微调，力求达到尽善尽美。最终阶段，清洁与保养是必不可少收尾工作。清除表面杂物，还原石材的天然光泽，呈现清新整洁的视觉效果。同时，进行定期维护与检查，迅速应对如裂缝或不平整等潜在问题，确保砌石结构既稳固耐用又美观大方，圆满收官整个铺浆砌石工程。

3.2.3 勾缝及养护

在浆砌石构建过程中，稳固石墙架构与维持其外观和谐的精髓，在于细致入微的勾缝处理，随后辅以精心的养护工作，旨在延长工程耐久性并守护其美学风貌。勾缝作业，于砂浆初凝之时启动，通过精准地将调配砂浆填充石间缝隙，并以专业手法压实，强化石块的联结力。随后，现场即时制备的水泥砂浆，在钢抹子的巧妙施展下，均匀覆盖墙面，形成一道坚实的防护屏障。接着，工匠们运用勾缝技艺，对墙面与砂浆层进行精细打磨与融合，直至两者完美融合，展现出浑然天成的美感。

浆砌石维护的核心在于竣工后对新墙体的细致照料,旨在增强其耐久性及美化外观。维护流程包含四大要点:首先,初期护理,砌毕即需用湿布或喷雾轻润墙面,减缓干燥,待砂浆初固,则细致清理表面冗余砂浆。其次,环境管理,墙体彻底干燥前,需严控温湿度,避免极端条件侵蚀,保持室内环境温和,预防墙面结露。再者,强调即时维护,施工中遗留的砂浆污点,若不及时处理,或成安全隐患,故需定期检查并即时清除,保持墙体整洁。最后,针对恶劣天气挑战,如风雨雪侵袭,应采取针对性措施,如施加防水层或加固材料,有效阻挡水分渗透,防止墙体因水害受损变形,乃至崩塌,确保整体结构的稳固与安全^[3]。

3.2.4 基坑回填

浆砌石体水泥砂浆养护达标后,基坑回填成为关键步骤,旨在通过填充砂石等材料平整基坑,为后续工程奠定坚实的基础。此过程的质量直接关系到后续施工的顺畅、建筑的长久耐用与安全。常规操作中,基坑回填采用手推车运土至作业面,随后经平仓处理,利用立式打夯机实施分层夯实作业。此法不仅能确保填充物均匀紧实,还能有效检测并纠正土体中的疏松、空洞、污染等问题。执行夯实作业时,关键在于确保打夯机作业效能,维持各层回填厚度的均匀性,避免厚度不均影响夯实效果。总之,精细的基坑回填作业是保障整体工程质量与安全不可或缺的一环。

4 水库除险加固浆砌石施工质量控制要点

4.1 严格施工材料质量控制

浆砌石工程的品质基石在于材料质量的严格管理,这直接映射出水利项目后续效能的优劣。若材料不达标,首要冲击是工程寿命急剧缩水,伴随资源、时间的无谓消耗。更甚者,工程运行中难以兑现设计初衷,尤其是渗水问题频现,危及整体稳固与安全。因此,施工单位需在材料选购、检验、应用的每一链条,采取严密的源头把控措施,确保石材与添加剂均达到顶尖标准。此举旨在从根本上筑牢浆砌石工程质量防线,延长水利工程的服役周期,确保其在实际运作中能够稳定展现设计效能,减少不必要的维护与改造支出,为水利事业的可持续发展铺设稳固基石^[4]。

4.2 加强施工强度质量控制

为精确塑造砌石结构的曲面轮廓,提升建造精密程度,施工人员可引入样模挂线技术,强化施工执行力,确保作业精准无误。同时,为加速施工进度,他们依据渠道设计标准,预先定制曲线段模板,模板宽度严格控制,控制在10~12厘米内,实现预制件的快速高效生产。

在增强施工强度的要求下,特别强调混凝土强度需超越面层,构建无需拆除的强化层,稳固支撑水利工程的浆砌石施工质量。这一举措不仅精简了施工步骤,还确保了结构形态与设计蓝图的高度吻合,成为提升水利项目品质的关键策略,有效保障了工程的整体性能和耐久性。

4.3 做好施工细节质量控制

例如,在构建渠道底部曲线时,灌浆技术是首选策略,而对于渠坡区域,则倾向于采用坐浆法施工,灵活根据施工部位的特点选择最合适的施工方法,以维持砌石工程的整体协调与高效。在细化作业流程之际,务必周密处理所有施工冷缝,特别是砌石顶面之上的部分,需预留充足的混凝土浇筑层,为后续步骤奠定坚实基础。此外,施工全程需严格监督石料清洁度,确保每块石料均符合高标准清洁标准,这是达成预期施工效果的核心要素。至于衬砌作业,应坚持从下至上的原则,沿着圆弧切线轨迹精心砌筑,追求每个细节的完美,从而显著提升整体施工质量。通过上述措施,旨在实现砌石工程的卓越品质与和谐统一^[5]。

5 结束语

在水库除险加固工程中,浆砌石施工技术的精湛执行与严格的质量控制,构成了保障项目安全与质量的基石。采用高标准材料检验流程、遵循先进的施工策略、实施恰当的后期保养及采用高效的监控检测技术,是稳固浆砌石结构质量、促进其耐久性的关键措施。此外,提升施工团队的技能水平与强化管理监督,同样是优化施工质量不可或缺的一环。展望未来,科技进步的浪潮将推动施工工艺的持续革新,预示着浆砌石施工技术在水库加固任务中将扮演日益核心的角色,为水利工程的长期稳定运行提供更强有力的技术支撑与保障。

参考文献:

- [1] 吴静. 水库改扩建工程浆砌石坝充填灌浆问题分析[J]. 工程机械与维修, 2021(05):208-209.
- [2] 钮新强. 水库病害特点及除险加固技术[J]. 岩土工程学报, 2010(01):153-157.
- [3] 吴新广. 堤防工程中浆砌石护坡的施工技术要点分析[J]. 黑龙江科技信息, 2016,10(05):227.
- [4] 刘波. 桃树沟水库浆砌石菱形网格护坡施工技术与管理[J]. 陕西水利, 2014,02(04):67-68.
- [5] 李希博. 河道治理中浆砌石护坡施工技术与管理[J]. 工程设计与设计, 2023(14):127-129.