

小型水库除险加固中防渗墙施工质量控制关键因素分析

李修齐 周雪梅

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

【摘要】：防渗墙施工质量控制在水库工程中至关重要，直接影响到防渗效果和工程的长期稳定性。本文分析了防渗墙施工过程中常见的质量问题及其成因，如渗漏、裂缝和接缝密封不严等，探讨了影响施工质量的关键因素，包括材料选择、施工技术与环境因素等。提出了通过完善施工质量监控体系、加强施工人员培训与技术要求、实施有效的管理措施来提高施工质量的策略。结合典型水库防渗墙施工案例，展示了成功经验和应对质量问题的实际应用，提出了改进意见，为类似工程提供了有价值的借鉴和参考。

【关键词】：小型水库；防渗墙；施工质量控制；关键因素；加固工程

DOI:10.12417/2811-0536.26.08.027

引言

小型水库作为重要的水利工程设施，在保障水资源利用和防洪安全方面具有不可替代的作用。随着使用年限的增加，水库的安全隐患逐渐显现，特别是在防渗墙施工方面，若未严格控制施工质量，可能导致水库出现渗漏、破坏等问题。因此，在进行水库除险加固工作时，防渗墙的施工质量成为关键。通过深入分析防渗墙施工过程中影响质量的关键因素，探索如何在施工过程中有效地控制这些因素，能够确保水库结构的长期稳定性和安全性。本文将着重探讨小型水库防渗墙施工中的质量控制措施，并提出相应的技术方案。

1 施工过程中防渗墙质量控制的关键因素

(1) 材料的选择与质量标准：在防渗墙施工过程中，材料的选择是确保质量的基础。合适的材料不仅能有效提高防渗墙的防水性能，还能延长其使用寿命。水泥、混凝土、土工合成材料等都是防渗墙施工常用的材料，每种材料都有其独特的性能要求。选材时应依据项目的地质条件、环境要求及防渗墙的使用年限进行综合评估，选择符合相关质量标准的高品质材料。材料的配比、强度等级、稳定性以及抗渗性等均需严格控制，尤其在施工前进行充分的试验与检验，确保材料在施工中不受外部环境的影响，避免因质量问题导致防渗墙功能失效或施工进度延误。

(2) 施工技术与工艺要求：防渗墙的施工技术与工艺要求直接关系到工程的防渗效果。精细的施工工艺可以有效确保防渗墙的密封性，防止水源渗漏。施工过程中，应严格按照设计方案进行操作，确保每一道工序的标准化执行。具体来说，防渗墙的浇筑过程需控制好混凝土的浇筑速度和密实度，避免气泡或裂缝的出现，影响其防渗效果。同时，对于土工膜、合成材料的连接和搭接部位，也必须精细操作，避免出

现接缝不严的现象^[1]。施工时还需要特别关注防渗层的厚度均匀性，避免因厚度不足或不均匀而降低墙体的防水性能。

(3) 施工环境与外部因素的影响：施工环境的影响在防渗墙施工过程中不可忽视。温度、湿度、风力等气候因素都会对材料的硬化和防渗效果产生影响。高温天气可能导致水泥过快干燥，造成裂缝，而低温天气则可能影响混凝土的凝结速度，进而影响施工质量。在施工时，必须根据天气变化采取相应的保护措施，例如在高温时采取遮阳措施，低温时适当增加养护时间。施工场地的土质情况、地下水位及周围环境的稳定性也需要考虑。施工人员应实时监测环境因素，及时调整施工计划与方法，确保防渗墙施工质量达到预期标准。

2 防渗墙施工质量监控体系的建立

(1) 监控指标的设定与测量方法：防渗墙施工质量监控需要明确设置相关的监控指标，这些指标涵盖了墙体的密实性、抗渗性、强度等方面。常见的监控指标包括防渗墙的厚度、接缝的严密度、混凝土的强度以及水泥与水的配比等。为了确保施工过程中的质量控制，每一项指标都必须制定详细的测量方法。墙体厚度可通过激光扫描或超声波探测进行实时测量，而混凝土强度则需要通过取样后进行标准养护，定期进行抗压测试。防渗效果的检测可通过渗透试验、气密性试验或水密性试验来评估。通过一系列的标准化测量方法，可以确保施工过程中所有关键点的质量不达标时及时调整，从而避免后期出现质量问题。

(2) 施工过程中的实时监测技术：科技的进步，施工过程中的实时监测技术逐渐成为确保防渗墙质量的重要手段。采用现代化的传感器、监测仪器以及数据采集系统可以实时获取施工现场的各项数据，如混

凝土的温湿度、浇筑过程中的应力变化、土工合成材料的铺设状态等。利用无线传感器网络（WSN）技术，可以实现施工现场的全面数据监控与远程数据分析^[2]。实时监测技术的应用，不仅提高了施工效率，还能提前发现施工过程中存在的问题，及时调整施工方案。当检测到墙体某一部分的水分含量过高时，可以立即采取除湿措施，以防止混凝土出现裂缝或抗渗性降低。图像识别技术在施工过程中的应用，能够通过高清摄像头对施工进度进行全程记录，确保每一个工序都按照设计要求进行。

（3）质量验收与检测标准：在防渗墙施工完成后，必须进行严格的质量验收与检测，确保工程符合设计要求和相关标准。质量验收标准通常依据国家和行业的规范，以及项目的具体要求，确保防渗墙的性能达到使用标准。检测内容通常包括防渗性测试、抗压强度测试、接缝密封性测试等。具体的检测方法包括采用渗透试验对墙体的防渗性能进行验证，使用压力试验法测试混凝土的抗压强度，以及通过目视检查或使用探伤仪检查接缝的密封情况。施工质量的验收还应对施工记录、监控数据及材料质检报告等进行全面审核，确保每个环节符合标准。在验收过程中，所有检测数据必须形成完整的报告，并根据检测结果对存在的问题提出整改措施，确保防渗墙达到预期的防渗效果与使用寿命。

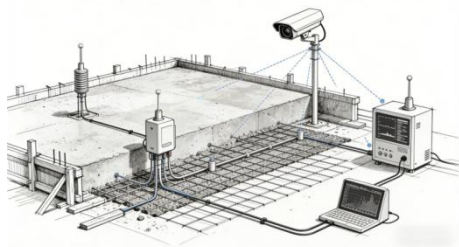


图1 智能结构健康监测示意图

3 施工人员素质与管理措施的提升

（1）施工人员的培训与技术要求：在防渗墙施工过程中，施工人员的技术水平直接影响工程质量。施工人员需进行针对性的专业培训，确保其熟练掌握防渗墙施工的各项技能与技术规范。培训内容应涵盖材料选择与施工工艺、操作规范及设备使用等方面，重点培养其对施工细节的敏感性和对常见问题的应对能力。同时，技术人员应掌握现代检测设备的使用，如电子测量仪器、传感器等，确保施工过程中能够实时监控各项指标，发现潜在问题。施工人员还应接受定期考核与评估，确保其技术水平符合不断更新的施工要求，保障防渗墙施工质量的稳定性与可靠性。

（2）施工团队的组织与协调：施工团队的组织与协调是防渗墙施工顺利完成的重要保障。团队成员之间的有效配合与信息共享至关重要，确保每个环节都能无缝衔接。在施工前，施工项目经理应明确各成员的职责，并且根据工程的规模与难度合理安排人员。合理的分工不仅能提高施工效率，还能确保各工序的标准化执行^[3]。施工过程中，管理人员需定期组织检查，及时沟通发现问题并协调解决。团队成员应紧密合作，特别是在遇到复杂问题时，技术人员、施工员和管理者需共同讨论，快速找出解决方案，确保施工进度和质量的同步推进。

（3）管理措施对施工质量的保障作用：完善的管理措施是确保防渗墙施工质量的有力保障。施工现场管理需要针对各项施工过程进行严格把控，规范每一项施工细节。管理措施包括明确施工标准、监督实施过程和加强质量控制等环节。施工单位应建立健全的质量管理体系，进行全过程质量跟踪，从材料采购、施工工艺到最终验收都要有详细记录，确保每个环节符合质量要求。项目经理应定期检查施工进度与质量，协调解决施工中的问题。同时，质量检查人员需要在施工过程中进行常态化的质量检验，发现问题时及时纠正，避免因管理疏忽导致施工质量不达标。

4 防渗墙施工质量问题的应对策略

（1）常见质量问题及成因分析：防渗墙施工过程中常见的质量问题包括墙体渗漏、裂缝、接缝不密封等。墙体渗漏通常与材料选择不当或施工工艺不规范有关，尤其是混凝土的密实度不够，导致水分渗透。裂缝的产生多与混凝土养护不当、施工温度控制不严或施工期间外部环境变化剧烈有关。接缝处的渗漏则可能是由于防渗层连接不严密，或者施工过程中未能及时处理接缝的技术要求。成因分析表明，施工工艺不规范、施工人员技术水平不足、材料质量差、环境条件不利等因素均可能导致防渗墙施工质量问题的出现。因此，了解和分析这些问题的根本原因是制定应对策略的基础。

（2）施工技术调整与应急处理方案：当防渗墙出现质量问题时，应根据实际情况采取适当的技术调整与应急处理措施。在发现墙体渗漏问题时，可通过加厚防渗层或进行局部修补来解决。若裂缝过多，可以采用注浆技术填充裂缝，利用注入的防水材料进一步增强墙体的防水性能^[4]。在施工过程中，如果发生不合格的接缝问题，可通过重新处理接缝处的材料，采用热熔接或机械压接等方式进行密封修复。施工技术调整还包括根据施工环境的变化，及时调整混凝土的

配比,确保其不同天气条件下仍能保持良好的性能。对于突发事件,建立有效的应急预案和快速响应机制是必不可少的,通过技术调整和紧急处理手段,迅速恢复施工质量。

(3) 施工质量问题的预防与改进措施:为了避免防渗墙施工中的质量问题,施工前应进行充分的风险评估,制定详细的施工计划和质量控制方案。在施工过程中,严格按照技术标准进行操作,确保每个环节的质量控制不松懈。施工单位可以通过设置质量检查点和过程监控,及时发现施工中的隐患,避免质量问题蔓延。同时,加强施工人员的培训和技术指导,提升其施工技能,确保各项操作符合规范。材料的采购和检验工作也需做到严格把关,杜绝不合格材料进入施工现场。针对防渗墙可能遭遇的不同环境条件,应采取相应的技术措施,如采用抗渗性能更强的材料,或在施工过程中加入防渗剂等,提升墙体的整体防渗能力。通过这些预防和改进措施,可以有效减少施工质量问题发生,确保防渗墙达到设计要求。

5 案例分析与施工经验总结

(1) 典型水库防渗墙施工案例分析:某大型水库的防渗墙施工过程中,出现了因施工工艺不严格而导致的局部渗漏问题。该项目的防渗墙采用了混凝土和土工膜复合的施工方法,起初预定的材料和工艺选择符合设计要求,但在实际施工时,由于施工人员的技术操作不规范,导致了土工膜的搭接部分出现了漏水现象。分析显示,漏水的主要原因是施工时未充分保证土工膜与混凝土的有效结合,且接缝处处理不当。解决方案包括及时对渗漏部位进行修补,重新施工土工膜接缝部分,并加强对接缝部位的防水材料处理。该案例提醒施工单位,在复杂的防渗墙项目中,施工人员的专业技能和操作规范尤为重要,任何环节的疏忽都可能导致重大质量问题。

(2) 成功经验与应用实例:在另一个成功的水库

防渗墙施工案例中,施工单位采取了全程实时监测技术,通过无线传感器网络监控混凝土的温湿度变化、浇筑过程的应力分布等关键参数。在施工过程中,利用数据采集系统,施工团队能够及时发现混凝土浇筑后的温度过高问题,立刻采取了适当的降温措施,避免了混凝土的早期裂缝^[5]。这一案例展示了现代化施工技术对防渗墙施工质量的积极影响,实时监测不仅增强了施工过程的可控性,还提高了防渗墙的整体质量水平。通过智能化的监控系统,施工单位能够快速识别施工中的潜在风险,确保项目按时保质完成,减少了人工检查的疏漏,也提升了防渗墙的稳定性和使用寿命。

(3) 问题总结与改进意见:尽管许多水库防渗墙施工项目取得了成功,但也暴露出一些共性问题,如施工技术不到位、人员操作不规范、外部环境控制不足等。在问题总结中,反复出现的质量问题集中在防渗墙的接缝处理和混凝土的质量控制上。施工单位应从项目的准备阶段就加强对施工材料、设备、技术的评估与选择,确保每个环节都能严格遵循设计要求和施工标准。进一步的改进意见包括加强施工人员的专业培训,提升其对新技术、新材料的应用能力;同时,施工过程中应更好地利用信息化管理手段,建立完善的质量监控体系,进行全过程实时监控,确保施工质量无死角。项目管理方需增加现场巡查频次,确保施工质量及时调整,避免大规模的后期返修。

6 结语

防渗墙施工质量控制对于水库工程的安全性至关重要。施工过程中,合理的技术措施、严格的质量监控和专业化的管理都能有效提高防渗墙的施工质量,减少质量问题的发生。随着施工技术的进步和管理体系的完善,防渗墙的施工质量将得到进一步保障。在今后的项目实践中,应继续强化技术应用,推动管理创新,为防渗墙施工质量提供更有力的支持,确保水库工程的长期稳定运行。

参考文献:

- [1] 鲁明星.中小型水库除险加固工程中混凝土防渗墙质量控制的研究[J].水泥,2025(10):131-134.
- [2] 冷远银.病险水库防渗墙施工新技术与质量控制方法[J].湖南水利水电,2025(5):81-83.
- [3] 王浩苏.水利工程防渗墙施工技术的应用与质量控制[J].门窗,2025(21):118-120.
- [4] 邹彦艺,戴俊.高性能改性聚合物修补砂浆和单组分聚脲防水涂料在小型水库防渗加固处理中的应用[J].红水河,2024,43(02):53-56+62.
- [5] 周建波,贺小淳.小型水库工程中混凝土防渗墙穿坝下涵管施工方案对比分析[J].四川水利,2023,44(05):119-120+153.