

地铁车站土建工程防水施工质量控制研究

杨诗文

中铁一院集团南方工程咨询监理有限公司 广东 珠海 519000

【摘要】：地铁车站作为地下空间的重要组成部分，其防水施工质量直接关系到结构安全与使用寿命。土建阶段的防水施工不仅受地质、水文及结构复杂性影响，更依赖于质量控制体系的科学性。本研究以地铁车站土建防水工程为对象，分析常见渗漏问题及成因，探讨防水材料选择、施工工艺优化与质量检测方法的关键环节。通过建立全过程质量控制体系，提出从设计、施工到验收的系统防控措施。研究表明，强化施工环节管理与质量检测可显著降低渗漏率，保障地铁工程长期安全与运行稳定，为类似地下工程提供可借鉴的质量控制路径。

【关键词】：地铁车站；土建工程；防水施工；质量控制；渗漏防治

DOI:10.12417/2811-0528.26.01.062

引言

地铁车站处于复杂的地下环境中，长期受到地下水、温度变化及结构应力的多重影响。防水施工质量的优劣，直接决定了工程的安全性与耐久性。近年来，部分地铁车站出现渗漏、裂缝等问题，暴露出施工管理与质量控制的不足。为确保地下工程的整体性能与使用年限，有必要从材料选型、施工工艺到监测体系等多维度进行深入研究。通过系统分析防水施工质量控制的关键环节，可为城市轨道交通建设提供科学依据与技术支撑，推动地下工程防水水平的整体提升。

1 防水施工质量问题的成因分析

地铁车站土建工程处于复杂的地下环境中，长期受到地下水压力、地层渗透性以及结构受力状态变化等多重影响，防水施工质量问题极易产生。渗漏现象多集中在结构变形缝、施工缝、后浇带及管线穿越部位，其根本原因在于防水体系与主体结构结合不牢，或设计环节对防水层构造考虑不充分。在部分工程中，防水层布置未能充分考虑结构受力与形变协调，导致防水层在运行过程中发生开裂或脱层，从而破坏防水连续性，形成潜在渗漏通道。

防水材料的性能不稳定是引发质量问题的重要因素之一。地铁工程中常用的高分子防水卷材、聚氨酯防水涂料、复合型自粘卷材等材料，对温度、湿度及基底洁净度极为敏感。若材料存放条件不当或施工前未充分检验其物理性能，如延伸率、粘结强度、抗水压能力等，极易造成防水层早期老化或失效。混凝土结构自身的密实度与裂缝控制也直接影响防水效果，若混凝土配合比设计不合理或振捣不密实，毛细孔渗透成为新的渗漏隐患。

施工误差同样是导致防水失效的重要环节。由于地铁车站施工环境狭窄、交叉作业频繁，工序衔接不严密易引发防水层

损伤。防水卷材搭接缝宽度不足、热熔施工温度控制不当、基层处理不到位等问题，均可能破坏防水系统的完整性。监理与施工管理若未严格执行质量控制标准，如《地下工程防水技术规范》GB 50108 等，将进一步放大风险。环境因素亦不可忽视。地下水位长期波动、地层不均匀沉降及地震微扰动都会对防水层形成附加应力。尤其在富水砂层或软土地区，防水层与结构界面易受剪切力破坏，导致微裂缝逐渐扩展成渗漏通道。气候条件变化对防水材料的热胀冷缩性能产生影响，使其在温差作用下出现疲劳破坏，从而加剧防水系统的老化进程。

2 防水施工质量控制的关键策略

防水施工质量控制的核心在于全过程管理与技术闭环的建立，从设计阶段开始就应形成系统性的防控思维。地铁车站结构防水设计应遵循“刚柔结合、多道防线”的原则，根据地下水位、地层条件及结构受力特性，合理确定防水等级与防水体系。设计环节应注重结构防水与材料防水的有机结合，通过优化结构构造、控制变形缝布置及节点细部设计，实现防水层与主体结构的协同工作。对于特殊部位如后浇带、穿管口、施工缝等，应采用针对性的节点构造设计，确保防水连续性与密封可靠性。

防水材料的选择直接决定防水系统的稳定性与耐久性。质量控制应严格依据材料性能指标进行筛选与检测，包括抗渗压力、延伸率、耐化学腐蚀性及低温柔性等参数。材料进场需进行复检，防止因批次差异造成性能波动。针对不同部位的环境特征，应选择具有相容性和自愈能力的材料，如高分子自粘胶膜、聚合物水泥防水涂料等，以增强结构整体防护能力。施工现场应建立材料储存与二次验收制度，防止因温度、湿度不当而影响防水性能。

施工工艺的优化是质量控制的重要环节。防水层施工应确保基面平整、洁净、干燥，界面处理剂应涂布均匀以提高粘结

效果。卷材铺设应保持拉紧平顺,搭接部位采用热风焊接或冷粘技术,保证接缝密实。复杂节点可采用附加层加强处理,防止应力集中引起撕裂。混凝土浇筑阶段应控制坍落度与振捣密实度,防止出现孔隙与微裂缝。对于地铁车站这种多工种交叉施工场所,应建立工序交接检查制度,对防水层施工与后续工序之间的接口进行实时保护与修复,避免二次破坏。

质量检测体系的建立是全过程质量控制的技术支撑。防水施工应设置现场见证取样、渗水试验、真空检测等多级检测环节,形成可追溯的质量档案。监测手段可结合红外成像、超声波检测等无损检测技术,对防水层完整性进行量化评估。通过施工过程记录与质量反馈机制,可实现对施工偏差的及时纠正与工艺优化,确保地铁车站防水系统在长期运营条件下保持稳定与安全。

3 防水质量控制的综合评估与改进路径

防水质量控制的综合评估是验证施工成效与优化管理体系的重要环节,其核心在于建立科学的评价模型,对设计、施工与检测全过程进行量化分析。地铁车站防水工程可采用分级指标体系进行综合评估,将防水材料性能、施工工艺符合度、节点密封可靠性及渗漏监测结果纳入统一模型。通过对关键控制点的权重分配与评分标准设定,可形成可量化、可追踪的质量评价结果。该模型不仅能够反映施工阶段的质量水平,也能揭示潜在的风险隐患,为后续修复与维护提供技术依据。

防水质量的实证分析应以工程监测与现场检测数据为支撑。通过对典型地铁车站工程进行长期跟踪,对渗漏发生部位、时间分布及成因进行统计回归分析,可明确不同防水体系在复杂环境中的适应性。渗水量监测、结构应力分析与材料老化测

试等数据的综合应用,使评估结果更具科学性与针对性。基于BIM与信息化施工管理平台,可实现防水质量数据的动态采集与智能比对,通过建立数字化档案实现全过程追踪,从而形成闭环控制体系。

在评估结果的基础上,改进路径的提出应立足于实际工程问题。防水质量的持续优化需在组织管理、施工技术与材料更新等多方面协同推进。施工管理层应强化全过程质量责任制,建立多级复核与交叉检查机制,确保每个防水环节均处于受控状态。技术层面可引入自动化喷涂、智能焊缝监测及预警系统,实现对防水施工精度的实时控制。材料更新方面应重视高分子复合防水体系与自修复材料的推广应用,以提升结构的自愈能力与环境适应性。

综合评估的意义在于通过科学的反馈机制促进质量控制体系的迭代升级。通过定期对防水系统运行状况进行评估与数据复盘,可发现防水层耐久性衰减规律与隐性渗漏趋势。将评估结果与设计优化、施工改进相结合,形成持续改进链条,使地铁车站防水施工质量控制进入标准化、信息化与动态管理阶段,从而确保工程在复杂地下环境中保持长期安全与可靠运行。

4 结语

地铁车站土建工程的防水施工质量控制是一项系统性、技术性极强的工作,贯穿于设计、材料、施工与检测的全过程。通过科学的质量管理体系与动态评估机制,可有效提升防水系统的稳定性与耐久性。将信息化手段与智能检测技术融入防水工程管理,实现对风险点的精准识别与控制,是未来地铁工程高质量建设的重要方向。

参考文献:

- [1] 王志强.地铁车站防水施工质量控制研究[J].建筑技术开发,2023,50(6):87-91.
- [2] 刘海林.地下工程防水结构设计与施工质量控制[J].岩土工程技术,2022,56(4):45-50.
- [3] 陈宏伟.地铁工程防水材料性能与应用优化分析[J].城市轨道交通研究,2021,24(5):72-78.