

建筑用砂氯离子含量检测方法优化及质量控制研究

陈 炜

三亚市建筑工程质量检测中心 海南三亚

【摘要】建筑用砂中氯离子含量超标会引发钢筋锈蚀，直接威胁建筑结构耐久性与安全性。检测方法的精准性与质量控制的有效性，是把控砂料氯离子含量的核心环节。当前检测手段存在操作繁琐、耗时较长、精度不足等问题，通过优化样品前处理工艺、改进检测仪器参数、建立快速筛查模型等方式，可提升检测效率与准确性。同时，结合源头管控、过程监测与结果溯源的全链条质量控制体系，能从根本上降低氯离子超标风险。这一研究为建筑用砂质量监管提供了技术支撑，对保障工程结构安全具有重要现实意义。

【关键词】建筑用砂；氯离子检测；方法优化；质量控制；结构安全

【收稿日期】2025 年 3 月 15 日 **【出刊日期】**2025 年 4 月 12 日 **【DOI】**10.12208/j.ace.2025000170

Research on optimization of chloride ion content detection methods and quality control for construction sand

Wei Chen

Sanya Construction Quality Inspection Center, Sanya, Hainan

【Abstract】 Excessive chloride ion content in construction sand can cause steel corrosion, directly threatening the durability and safety of building structures. The accuracy of detection methods and the effectiveness of quality control are core links in controlling the chloride ion content in sand. Current detection methods have problems such as cumbersome operations, long time consumption and insufficient precision. The detection efficiency and accuracy can be improved by optimizing sample pretreatment processes, improving detection instrument parameters, and establishing rapid screening models. At the same time, combining the whole-chain quality control system of source control, process monitoring and result traceability can fundamentally reduce the risk of excessive chloride ions. This research provides technical support for the quality supervision of construction sand and has important practical significance for ensuring the safety of engineering structures.

【Keywords】 Construction sand; Chloride ion detection; Method optimization; Quality control; Structural safety

引言

钢筋混凝土结构的耐久性，往往系于建筑用砂中那看似微末的氯离子含量。这些游离的氯离子如同隐形的侵蚀者，会逐渐破坏钢筋表面的钝化膜，引发锈蚀膨胀，最终导致结构开裂、强度衰减。在工程建设对材料性能要求日益严苛的当下，传统检测方法的滞后性与质量控制的薄弱环节，已成为制约砂料品质的突出问题。优化检测技术以实现快速精准测定，构建全流程质量控制体系以阻断超标砂料流入工程，既是破解行业痛点的关键，也是守护建筑安全底线的必然之举。

1 建筑用砂氯离子含量检测方法的现存问题剖析

1.1 建筑用砂氯离子含量检测方法的实际应用

面临着样品前处理流程繁琐导致的效率瓶颈。现行检测中，砂样需经过烘干、研磨、筛分等多道工序，每一步操作都可能引入误差。研磨过程中若颗粒度不均匀，会导致氯离子浸出不充分，使检测结果偏低；筛分环节的孔径选择偏差，则可能遗漏含氯量较高的细颗粒砂样，造成检测数据失真^[1]。这种依赖人工操作的前处理方式，不仅延长了检测周期，更因操作规范性难以统一，使得同一样品在不同实验室的检测结果出现显著差异，影响数据的可比性与权威性。检测方法的灵敏度与抗干扰能力不足，制约了检测结果的精准性。当前常用的硝酸银滴定法，在氯离子浓度较低时易受砂中其他阴离子干扰，如硫酸根离子会与银离子结合形

成沉淀,导致滴定终点判断偏差;电位滴定法虽在理论上精度更高,但电极响应易受溶液 pH 值、温度波动的影响,在砂样浸出液成分复杂的情况下,常出现电极漂移现象,使检测误差超出允许范围。对于海砂等氯离子分布不均的特殊砂样,现有方法难以捕捉局部高浓度区域的真实数值,易造成“合格”误判,给工程结构埋下隐患。

1.2 仪器设备的标准化程度不足导致检测结果的不稳定性

不同品牌、型号的检测仪器在精度校准、信号处理算法上存在差异,即便是遵循同一检测标准,也可能出现系统性偏差^[2]。例如,氯离子选择性电极的膜电位稳定性受生产工艺影响较大,部分国产电极在连续检测时会出现响应滞后,导致数据重复性差;滴定管的自动计量精度差异,会使低浓度样品的滴定误差扩大。这种设备层面的非标准化,使得检测机构在数据比对与结果复核时面临困难,难以形成统一的质量评判尺度。检测过程的质量控制机制缺失,进一步放大了方法固有的缺陷。现行检测规范对样品采集的代表性要求不够明确,实际操作中常因取样点选择随意、样品量不足,导致检测结果无法反映砂料整体的氯离子含量。检测数据的记录与溯源体系不完善,部分实验室仍采用人工记录方式,易出现数据录入错误且难以追溯;对检测人员的操作技能考核缺乏量化标准,操作人员对关键步骤的把控差异,会直接影响最终结果的可靠性。这种全程质量控制的薄弱,使得检测方法的理论精度无法在实际应用中有效兑现,降低了检测结果的公信力。

2 建筑用砂氯离子含量检测方法的优化策略

2.1 样品前处理工艺的革新是提升检测效率的核心突破口

针对传统流程中烘干、研磨、筛分环节的繁琐问题,可引入自动化预处理系统实现一体化操作。通过红外烘干技术替代传统烘箱,利用红外辐射的穿透性实现砂样内外同步干燥,缩短烘干时间的同时避免局部过热导致的成分变化;采用行星式球磨设备进行研磨,配合分级筛网的自动振动筛分功能,确保砂样颗粒度均匀且符合检测要求,减少人工干预带来的误差^[3]。预处理环节的自动化改造,既能通过程序控制保证操作规范性,又能将单一样品的前处理周期大幅压缩,为批量检测提供高效支撑。检测全流程的质量控制体系构建需贯穿从取样到数据输出的各个环节。制定严格的样品采集规范,明确取样点分布、样品量及保存条件,采用 GPS 定位与图像记录手段确保取样代表性;引入实

验室信息管理系统,实现检测数据的自动采集、录入与分析,减少人工记录误差,同时通过区块链技术构建数据溯源链,保障数据的真实性与不可篡改性。建立检测人员能力评价体系,通过实操考核与盲样测试相结合的方式,量化评估操作人员的技能水平,针对薄弱环节开展专项培训,确保检测过程的规范性。此外,定期组织实验室间比对试验,通过结果反馈持续优化检测方法,形成“检测-评估-改进”的闭环管理。

2.2 检测方法的精准化改良需聚焦抗干扰能力

针对硝酸银滴定法的干扰问题,可在滴定体系中引入掩蔽剂,通过络合反应消除硫酸根、碳酸根等干扰离子的影响,同时采用电位滴定与视觉指示剂联用的方式,以电极电位突变作为终点判断依据,减少人眼观察带来的主观误差^[4]。对于电位滴定法的电极漂移现象,可开发温度补偿算法,通过实时监测溶液温度并自动校准电极响应值,确保在温度波动环境下的检测稳定性。针对海砂等不均匀样品,可采用分层取样与多次检测均值法,结合微波辅助浸提技术加速氯离子溶出,使检测结果更贴近样品真实含量。仪器设备的标准化升级是保障检测一致性的关键。推动氯离子检测仪器的模块化设计,统一核心部件的技术参数,如氯离子选择性电极的膜材料性能、滴定管的计量精度误差范围等,确保不同品牌仪器的检测数据具有可比性。开发智能化校准系统,通过内置标准溶液自动完成仪器的定期校准,生成校准报告并上传至管理平台,实现校准过程的可追溯。针对低浓度样品检测精度不足的问题,可优化检测仪器的信号放大模块,降低背景噪声对检测结果的影响,使方法检出限满足微量氯离子检测需求。

3 基于优化检测的建筑用砂质量控制实践路径

3.1 砂料源头的分级管控体系是质量控制的首要防线

依托优化后的快速检测技术,在采砂场、料场等源头建立实时检测站点,对进场砂料实施批批检测。根据氯离子含量检测结果划定分级标准,将砂料分为直接使用级、处理后使用级与禁用级,不同等级砂料采用差异化标识与堆放区域,避免混存混用^[5]。对处理后使用级砂料,需配套建立预处理工艺记录,详细标注水洗、筛分等处理环节的参数与效果,确保经处理后的砂料氯离子含量稳定达标。源头分级管控通过将检测关口前移,从供应链初始环节阻断超标砂料的流通渠道,为后续工程应用筑牢第一道屏障。

3.2 工程进场环节的闭环核验机制是质量控制的关键节点

结合优化后的高精度检测方法,在砂料进入施工现场时实施双重核验。一方面,核对砂料源头检测报告与分级标识,确保信息一致且在有效期内;另一方面,随机抽取样品进行现场复检,采用便携式氯离子检测仪快速验证,复检结果与源头报告偏差超出允许范围时,立即启动追溯程序,核查运输、存储环节是否存在污染或混料问题^[6]。进场核验需形成完整的书面记录,包括取样位置、检测人员、设备编号及结果判定等信息,通过数字化系统与源头检测数据关联存档,实现砂料从源头到进场的全链条可追溯。施工过程中的动态监测网络是质量控制的核心支撑。将优化后的检测方法融入施工各环节,在砂料拌合前进行二次抽检,重点监测存储过程中可能出现的氯离子含量变化。利用预埋式传感器与优化后的检测技术相结合,对混凝土拌合料中的氯离子浓度实施实时监测,确保拌合过程中砂料与其他材料的配伍未引入额外氯离子污染^[7]。针对大型工程或重点结构部位,建立砂料使用台账,详细记录每批次砂料的检测结果、使用部位及用量,结合结构施工进度形成动态质量档案。动态监测的核心在于通过高频次、多节点的检测数据采集,及时发现质量波动并调整施工参数,避免不合格砂料用于关键结构。

3.3 检测结果的信息化联动机制为质量控制提供系统性保障

搭建涵盖砂料生产、运输、检测、使用全流程的信息管理平台,将优化检测产生的各项数据实时上传至平台,形成可视化质量管控图谱。平台内置氯离子含量预警阈值,当检测数据接近或超出限值时,自动向相关责任方推送预警信息,督促及时处置^[8]。联合行业监管部门实现平台数据共享,监管方通过数据比对分析,识别高频超标区域与环节,针对性开展专项整治;企业则可通过平台数据分析砂料质量波动规律,优化采购渠道与检测频次。信息化联动机制通过数据驱动决策,使质量控制从被动应对转向主动预防,提升整体管控效率。质量问题的追溯与改进体系是质量控制的长效保障。当工程中发现砂料氯离子含量异常时,依托完整的检测数据链启动逆向追溯,通过源头检测记录、进场核验报告、施工监测数据等信息,精准定位问题发生环节。对确属检测方法偏差导致的误判,及时反馈至检测技术优化团队,作为方法改进的依据;对人为操作不当或

管理疏漏引发的问题,制定针对性整改措施,包括人员培训、流程修订等,并跟踪验证整改效果。定期组织质量控制复盘会议,汇总分析检测数据与质量问题案例,提炼共性规律,更新质量控制标准与操作规范,形成“检测-应用-反馈-优化”的良性循环,持续提升建筑用砂质量控制水平。

4 结语

建筑用砂氯离子含量检测方法的优化与质量控制,是保障建筑结构安全的核心环节。深入剖析现存检测方法的短板,通过针对性策略提升检测的精准性与效率,再以此为基础构建全流程质量控制路径,可有效防范氯离子超标砂料带来的风险。这不仅为建筑用砂质量管控提供了技术保障,更从源头维护了工程结构的耐久性,对促进建筑业可持续发展具有重要现实价值。

参考文献

- [1] 程星燎,刘欣昕,蒋鹏.混凝土中氯离子含量检测方法对比试验研究[J].珠江水运,2023,(05):9-11.
- [2] 陈丹丹,罗冰.建设用砂氯离子检测研究[J].化工设计通讯,2022,48(11):79-81+108.
- [3] 苏丽惠.基于混凝土氯离子含量的检测方法[J].中国建筑金属结构,2023,22(12):72-74.
- [4] 辛易环.硬化混凝土中氯离子含量多种检测方法探讨[J].广东建材,2023,39(09):91-92+112.
- [5] 初红娇.公路工程用海砂中氯离子含量检测方法研究[J].四川水泥,2022,(09):228-230.
- [6] 杨辉,张瑞丰,殷霄.试纸法用于检测砂中氯离子含量的应用方法研究[J].建筑施工,2021,43(03):499-502.
- [7] 许伟峰.混凝土中的氯离子含量检测方法及其适用性研究[J].交通世界,2022,(30):7-9.
- [8] 郭猛,王伟,刘杰,等.利用电石渣生产的水泥中氯离子含量检测方法研究[J].中国水泥,2021,(S1):32-35.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS