

建筑材料检测技术及质量控制探析

叶以撒

浙江中冶检测技术有限公司

DOI:10.32629/bd.v9i6.4511

[摘要] 在建筑工程领域,建筑材料质量关乎工程整体安全与品质。本文聚焦建筑材料检测技术及质量控制展开探析。首先构建检测技术体系,涵盖传统检测技术分类实施、现代检测技术发展应用以及检测技术标准化规范化;接着阐述质量控制实施路径,包括全流程质量管控机制、质量追溯与责任界定、质量改进与持续优化;最后探讨发展趋势,如检测技术智能化升级、质量控制数字化管理、绿色化检测与质量控制,为提升建筑材料质量提供参考。

[关键词] 建筑材料; 检测技术; 质量控制

中图分类号: TU502 文献标识码: A

Analysis of Building Material Testing Technology and Quality Control

Yisa Ye

Zhejiang Zhongye Testing Technology Co., Ltd.

[Abstract] In the field of construction engineering, the quality of building materials is related to the overall safety and quality of the project. This paper focuses on the analysis of building material testing technology and quality control. It first constructs a testing technology system, covering the classified implementation of traditional testing technologies, the development and application of modern testing technologies, and the standardization and normalization of testing technologies. Then it elaborates on the implementation paths of quality control, including whole-process quality control mechanisms, quality traceability and responsibility definition, and quality improvement and continuous optimization. Finally, it discusses development trends, such as the intelligent upgrading of testing technologies, digital management of quality control, and green testing and quality control, providing references for improving the quality of building materials.

[Key words] building material; testing technology; quality control

引言

建筑材料作为建筑工程的物质基础,其质量直接影响工程的结构安全、使用功能及耐久性。随着建筑行业的快速发展,对建筑材料质量的要求日益提高。有效的检测技术能够准确评估材料性能,而科学的质量控制措施则可确保材料在各个环节符合标准。因此,深入探析建筑材料检测技术及质量控制,对于保障建筑工程质量、推动建筑行业健康发展具有重要的现实意义。

1 建筑材料检测技术体系构建

1.1 传统检测技术分类与实施

(1) 物理性能检测技术,物理性能检测聚焦材料基本物理特性,包括密度、孔隙率、吸水性、导热性等指标。密度检测通过测量材料质量与体积计算得出,需使用精密天平与游标卡尺;孔隙率检测采用煮沸法或真空法,前者将材料浸入沸水排除孔隙空气,后者通过真空泵抽真空后注水填充孔隙,计算孔隙体积占

比;吸水性检测将材料浸泡于水中,测定质量变化确定吸水率;导热性检测使用热流计法或防护热板法,控制温度梯度与热流速率,计算材料导热系数^[1]。(2) 化学性能检测技术,化学性能检测评估材料耐化学腐蚀性与化学稳定性,涵盖酸碱反应、氧化还原反应等场景。钢材耐候性检测通过模拟盐雾环境,将试件置于盐雾试验箱,定期观察涂层脱落与锈蚀情况;混凝土抗碳化检测将试件置于CO₂浓度可控环境舱,设定温度、湿度与CO₂浓度参数,定期测量碳化深度,判断钢筋锈蚀风险;防水材料耐化学介质检测将试件浸泡于酸、碱、盐溶液,观察外观变化与性能衰减。(3) 力学性能检测技术,力学性能检测包括拉伸、压缩、弯曲、剪切等试验,需使用万能试验机、压力机等设备。钢材拉伸试验将标准试件装夹于试验机,以恒定速率加载,测定屈服强度、抗拉强度与断后伸长率;混凝土抗压试验采用标准养护28天的立方体试块,放置于压力机承压板,均匀加载至破坏,记录最大荷载计算抗压强度;木材顺纹抗压试验将试件沿纹理方向加载,测定顺

纹抗压强度；砌体抗剪试验通过剪切装置对砌体施加水平力，测定抗剪强度。

1.2 现代检测技术发展与应用

无损检测技术无需破坏材料即可评估内部缺陷，包括超声检测、红外热像检测与射线检测。超声检测利用超声波在材料中的传播特性，通过发射探头发射超声波，接收探头接收反射波，分析波形判断内部空洞、裂缝位置与尺寸；红外热像检测通过红外热像仪捕捉材料表面温度分布，温度异常区域可能对空鼓、渗漏等缺陷，适用于屋面防水、墙体保温检测；射线检测采用X射线或 γ 射线穿透材料，通过成像设备显示内部结构，可检测压力容器、钢结构焊缝内部气孔、夹渣等缺陷。智能检测技术融合物联网、大数据与人工智能，实现检测流程自动化与数据智能化分析。无人机搭载高清摄像与激光扫描设备，可快速完成大面积建筑外观检测，通过图像识别算法自动识别裂缝、锈蚀等缺陷；物联网传感器实时监测材料温湿度、应力应变等参数，数据通过无线传输至云端平台，实现远程监控与预警；机器视觉技术通过工业相机采集材料表面图像，利用深度学习算法分析图像特征，检测表面缺陷与尺寸偏差；数字孪生技术构建材料性能虚拟模型，输入材料参数与工况条件，模拟材料在极端环境下的响应，为防灾减灾提供决策支持^[2]。实验室检测依托标准化流程与精密设备保障结果准确性。混凝土氯离子含量检测采用离子选择电极法，将试件破碎后溶解于水，使用离子选择电极测定溶液中氯离子浓度；钢材化学成分分析使用光谱仪，通过电弧或火花激发钢材表面原子，分析光谱特征确定碳、硫、磷等元素含量；防水材料不透水性检测采用耐静水压仪，将试件固定于测试装置，施加0.3MPa水压30分钟，观察无渗漏为合格；保温材料导热系数检测采用稳态热流计法，将试件置于热流计装置，控制热板与冷板温度，测量热流密度计算导热系数。

1.3 检测技术标准化与规范化

检测技术的标准化与规范化是保障建筑材料检测结果准确、可靠且具有可比性的关键所在。检测标准的制定要坚守科学性、适用性与可操作性原则。科学性是基石，它要求标准立足材料的内在特性以及检测的科学原理，确保所采用的检测方法精准无误、值得信赖。适用性则强调标准要广泛覆盖各类建筑材料和多样的检测场景，切实满足实际工程的复杂需求。可操作性注重标准流程的清晰性与步骤的明确性，让检测人员能够轻松上手、严格执行。以混凝土强度检测标准为例，它详细规定了试件制作、养护、加载等各个环节的具体要求，使得不同实验室的检测结果具备可比性。检测流程的规范化管理同样不容忽视，它贯穿于样品采集、运输、存储、检测以及报告编制的全过程。样品采集要遵循随机性与代表性原则，保证样品能真实反映材料的整体质量状况；运输时要防止样品损坏或被污染；存储环境要契合材料特性；检测过程需严格依照标准操作并记录原始数据；报告编制要客观准确，涵盖样品信息、检测方法、检测结果和结论等内容，为建筑材料的质量评估提供坚实依据。

2 建筑材料质量控制实施路径

2.1 全流程质量管控机制

采购环节需选择合格供应商，核查产品合格证、检测报告等文件，建立供应商评价体系。水泥供应商需提供每批次熟料矿物组成、石膏掺量等数据，确保水泥强度与凝结时间符合要求；砂石供应商需保证颗粒级配、含泥量等指标达标，避免影响混凝土工作性与强度；外加剂供应商需提供减水率、凝结时间差等性能指标，确保外加剂与水泥适应性良好。采购合同需明确质量标准、验收规则与违约责任，避免不合格材料进场。进场验收通过目测外观、核对规格，使用卡尺、游标卡尺等工具检验尺寸偏差。钢材需检查表面锈蚀、裂纹，直径偏差不得超过公称尺寸的0.3%，弯曲度符合标准要求；水泥需核对品种、强度等级，包装无破损且出厂日期在3个月内，取样进行安定性、凝结时间等指标复验；砂石需筛分验证颗粒级配，含泥量不超过规范限值，泥块含量符合要求；防水材料需检查厚度、卷材搭接宽度，外观无破损、气泡等缺陷^[3]。验收合格后分类存放，钢材需垫高防潮，水泥需防雨防潮，砂石需覆盖防尘。施工过程需实时监测材料使用状态与工艺参数。混凝土浇筑需控制坍落度，夏季高温时采取覆盖保湿措施防止表面失水过快，冬季施工需采取加热措施确保入模温度；钢筋绑扎需确保规格、数量、间距符合设计要求，钢筋连接方式（焊接、机械连接）需满足规范，隐蔽工程验收合格后方可进入下道工序；防水层施工需检查基层平整度、含水率，卷材搭接宽度与粘结强度需满足标准，涂膜防水需控制涂刷厚度与遍数；保温工程需检查保温板粘贴面积、锚固件数量，系统粘结强度与耐候性需符合要求。

2.2 质量追溯与责任界定

建立“原材料-生产-施工-验收”全链条信息化追溯平台，整合供应商、施工单位、检测机构数据。每批材料赋予唯一标识码，扫描可查询生产日期、批次号、检测报告等信息；施工过程记录关键节点数据，如混凝土浇筑时间、养护周期、钢筋绑扎位置；验收结果上传平台，形成不可篡改的质量档案。追溯平台支持多级权限管理，确保数据安全与可追溯性。明确各环节质量责任主体，供应商对原材料质量负责，施工单位对施工工艺与成品质量负责，检测机构对检测数据真实性负责。质量问题发生时，通过追溯平台定位责任环节，如混凝土强度不足可能源于原材料质量缺陷、配合比错误或养护不当，需根据数据记录追究相应主体责任；钢结构焊缝裂纹可能因焊接工艺不当或材料缺陷，需分析焊接参数与材料检测报告确定责任方。

2.3 质量改进与持续优化

利用大数据分析历史检测数据，识别质量波动规律与潜在风险。例如，分析混凝土强度检测数据发现某批次强度偏低，可能因水泥活性降低或砂石含泥量超标，需调整配合比或加强原材料控制；分析钢材焊接检测数据发现某时间段焊缝合格率下降，可能因焊接设备故障或操作人员变更，需检修设备或加强培训；分析防水工程检测数据发现某区域渗漏率较高，可能因基层处理不当或卷材搭接不严，需优化施工工艺^[4]。联合高校、科研机构开展新材料、新工艺研发，推动检测技术升级。例如，研发

自修复混凝土材料,通过内置微生物胶囊或化学胶囊实现裂缝自动修复,检测数据显示修复后强度恢复率达85%以上;开发智能检测设备,如便携式XRF光谱仪可快速测定材料元素组成,检测效率较传统实验室方法提升50%;研究新型保温材料,如气凝胶复合保温板,导热系数低至 $0.018W/(m \cdot K)$,检测其耐久性与防火性能满足规范要求。

3 建筑材料检测与质量控制发展趋势

3.1 检测技术智能化升级

人工智能技术在检测领域应用将更广泛,如基于深度学习的图像识别算法可自动识别材料表面缺陷,识别准确率超95%;机器学习算法可分析检测数据,预测材料性能衰减趋势,提前预警质量风险;自然语言处理技术可自动生成检测报告,提取关键数据与结论,提高报告编制效率。智能检测设备将向便携化、集成化方向发展,如手持式红外热像仪可实时显示温度分布,支持数据存储与传输;无人机搭载多传感器(摄像、激光、红外)可完成复杂环境检测任务;智能试验机可自动完成加载、数据采集与分析,减少人工干预;物联网传感器可长期监测材料状态,数据通过5G网络实时上传云端。

3.2 质量控制数字化管理

数字孪生技术将应用于材料性能模拟与质量控制,通过构建材料虚拟模型,输入材料参数与工况条件,模拟材料在服役环境下的响应,预测剩余寿命与失效模式;在施工阶段,数字孪生模型可实时映射工程进度与质量状态,支持远程监控与决策优化;在运维阶段,数字孪生模型可结合传感器数据,实现故障诊断与预防性维护^[5]。区块链技术将用于检测数据存证与质量追溯,通过分布式账本记录检测数据生成、传输、存储全过程,确保数据不可篡改与可追溯性;供应商、施工单位、检测机构作为节点参与区块链网络,数据共享与协同效率提升;质量追溯时,通过区块链查询材料全生命周期数据,快速定位责任环节与主体。

3.3 绿色化检测与质量控制

绿色检测技术将减少检测过程对环境的影响,如开发无汞含水率测定仪,替代传统蒸馏法;推广数字试样技术,减少实体试块制作与养护能耗;优化检测流程,如采用快速检测方法缩短检测周期,降低设备运行能耗;使用环保型检测试剂,减少化学污染。绿色材料(如再生骨料混凝土、低碳水泥、生物基保温材料)质量控制将更严格,需制定专门检测标准与方法,评估其环保性能与力学性能;例如,再生骨料混凝土需检测再生骨料取代率对强度、耐久性影响,低碳水泥需测定碳排放因子与强度发展规律,生物基保温材料需评估生物降解性与防火性能。通过质量控制推动绿色材料在工程中广泛应用,助力建筑行业低碳转型。

4 结语

建筑材料检测技术与质量控制是建筑工程质量保障的关键环节。通过构建完善的检测技术体系,涵盖传统与现代技术并实现标准化,以及实施全流程质量管控、明确质量追溯与责任、持续改进优化,能有效提升材料质量。未来,随着检测技术智能化、质量控制数字化以及绿色化发展,将进一步推动建筑材料质量提升,为建筑工程的高质量发展筑牢根基,助力建筑行业迈向新台阶。

[参考文献]

- [1]王凤莲.建筑材料检测技术及质量控制探析[J].中国科技纵横,2024(4):105-107.
- [2]王玉骄.住宅工程中的绿色建筑材料质量检测与控制策略研究[J].佛山陶瓷,2025,35(2):88-90.
- [3]杨宇锋,张志鹏.无损检测技术在建筑材料质量检测中的应用与发展[J].中国质量监管,2025(1):74-75.
- [4]马德月,卢晓.建筑材料检测质量控制措施研究[J].中国厨卫,2025,24(4):130-132.
- [5]李发率.建筑材料质量检测与控制策略研究[J].新材料·新装饰,2025,7(3):167-170.