

# 建筑工程实体检测中建筑材料检测技术

叶以撒

浙江中冶检测技术有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i6.4862

**[摘要]** 建筑工程实体检测中,建筑材料检测技术是保障工程质量的核心环节。该技术通过无损检测(如超声波、雷达扫描)、微损检测(如钻芯法、拔出法)及实验室理化分析(如光谱、色谱分析),精准评估材料强度、内部缺陷及耐久性。检测范围涵盖混凝土、钢筋、砌体、防水及新型绿色建材,结合BIM三维可视化与物联网实时监测,实现检测数据集成化与智能化管理,为工程质量控制提供科学依据。

**[关键词]** 建筑工程; 实体检测; 建筑材料; 检测技术

**中图分类号:** TU502 **文献标识码:** A

## Construction Material Testing Technologies in Building Engineering Entity Inspection

Yisa Ye

Zhejiang Zhongye Testing Technology Co., Ltd.

**[Abstract]** In building engineering entity inspection, construction material testing technology is a core link for ensuring project quality. This technology accurately assesses material strength, internal defects, and durability through non-destructive testing (e.g., ultrasonic, radar scanning), micro-damage testing (e.g., core drilling, pull-out method), and laboratory physical-chemical analysis (e.g., spectroscopy, chromatography). The testing scope covers concrete, steel reinforcement, masonry, waterproofing, and new green building materials. Integrated with BIM 3D visualization and IoT real-time monitoring, it achieves integrated and intelligent management of testing data, providing a scientific basis for engineering quality control.

**[Key words]** Building engineering; Entity inspection; Construction materials; Testing technology

### 引言

在建筑工程领域,建筑材料质量直接关乎实体结构的安全性与耐久性,而检测技术则是把控材料性能、预防工程隐患的关键手段。随着建筑规模扩大、结构复杂化及新型材料(如绿色建材、智能材料)的广泛应用,传统检测方法已难以满足高效、精准、无损化的需求。因此,融合多技术协同、智能化分析的现代检测体系成为行业发展趋势,对提升工程质量、推动绿色建筑发展具有重要现实意义。

### 1 建筑材料检测技术基础理论

#### 1.1 建筑材料分类与特性分析

(1) 结构材料: 作为建筑承重骨架核心,钢筋具备高强度、良好延展性,能抵抗拉力与剪力,在混凝土结构中,与混凝土协同工作;混凝土由胶凝材料、骨料等配制,抗压强度高但抗拉性能弱,需通过配筋改善;砌体材料(如砖、砌块)保温隔热性较好,取材便捷,适用于墙体砌筑,但强度和耐久性受材质与砌筑工艺影响较大。(2) 功能材料: 防水材料(如卷材、涂料)需具备优异抗渗性与耐候性,能阻断水渗透路径;保温材料(如岩棉、聚苯板)导热系数低,可减少建筑内外热量传递,降低能耗;装饰材料(如

瓷砖、涂料)侧重外观美观性、耐磨性与环保性,同时需满足一定力学性能以适应使用环境。

#### 1.2 检测技术分类与原理

(1) 无损检测技术: 超声波检测利用声波传播速度与材料内部缺陷的关联,通过接收反射波判断材料完整性;雷达检测借助电磁波穿透性,探测建筑内部结构分层、空洞等问题;红外热成像技术依据材料温度差异成像,可识别保温层缺陷、渗漏等隐患,检测过程不损伤材料。(2) 微损检测技术: 钻芯法通过钻取芯样直接检测混凝土强度,结果直观可靠,但会对结构造成微小孔洞;拔出法利用锚固件从材料中拔出的力值,推算材料表层强度,损伤程度较小且易修复。(3) 实验室理化分析技术: 光谱分析通过物质对光的吸收或发射特性,确定材料化学成分与含量;色谱分析依据混合物中各组分在固定相和流动相中的分配差异,实现组分分离与定量,精准度高,适用于材料微观性能检测<sup>[1]</sup>。

#### 1.3 检测标准与规范体系

(1) 国内标准: GB/T(推荐性国家标准)涵盖建筑材料通用技术要求与检测方法,如GB/T1499.2针对钢筋性能;JGJ(行业标准)聚焦建筑工程实践应用,如JGJ55规范混凝土配合比设

计,确保检测符合国内工程建设需求。(2)国际标准:ISO(国际标准化组织标准)具有通用性,如ISO679规定水泥强度测试方法;ASTM(美国材料与试验协会标准)在材料性能检测领域应用广泛,如ASTMC39规范混凝土抗压强度试验,为跨国工程检测提供统一依据。

## 2 建筑工程实体检测中建筑材料关键检测技术

### 2.1 混凝土材料检测技术

(1)强度检测:回弹法通过回弹仪测量混凝土表面硬度,结合碳化深度修正,快速估算强度,适用于大面积初步检测;超声回弹综合法融合超声波传播速度与回弹值,弥补单一方法局限,提升检测精度,常用于结构关键部位强度评估;钻芯法直接钻取混凝土芯样,在实验室进行抗压试验,结果最直观可靠,是强度争议仲裁的核心方法,但需控制钻芯数量避免影响结构安全。(2)内部缺陷检测:超声波检测利用声波在混凝土中传播的反射、折射特性,判断内部空洞、裂缝、密实度不均等问题,可定位缺陷位置与尺寸;雷达扫描通过高频电磁波穿透混凝土,生成内部结构图像,能高效探测钢筋分布、管线走向及隐蔽缺陷,尤其适用于复杂结构检测<sup>[2]</sup>。(3)耐久性评估:碳化深度检测通过酚酞试剂显色,测量混凝土表面碳化层厚度,评估其抗碳化能力,反映混凝土抵御环境侵蚀的基础性能;氯离子含量检测采用化学分析法或无损检测设备,测定混凝土中氯离子浓度,判断是否达到钢筋锈蚀临界值,预防结构因钢筋锈蚀引发的耐久性失效。

### 2.2 钢筋材料检测技术

(1)钢筋位置与保护层厚度检测:电磁感应法利用钢筋与检测探头间的电磁感应效应,精准定位钢筋位置、根数,同时测量保护层厚度,避免因保护层不足导致钢筋过早锈蚀;雷达法适用于钢筋密集或混凝土保护层较厚的场景,不受钢筋直径、间距限制,检测范围更广,可同时兼顾混凝土内部其他缺陷排查。(2)钢筋力学性能检测:拉伸试验在万能试验机上进行,测定钢筋屈服强度、抗拉强度与伸长率,验证其是否满足设计承载要求;弯曲试验通过对钢筋施加弯曲应力,观察弯曲部位是否出现裂纹、断裂,评估钢筋的塑性与弯折性能,确保施工中钢筋弯折加工时不损坏。(3)钢筋锈蚀检测:电位法通过测量钢筋与参考电极间的电位差,判断钢筋锈蚀程度与活动性,电位差越小,锈蚀风险越高;电阻率法依据混凝土电阻率与钢筋锈蚀速度的关联,间接评估锈蚀可能性,两者结合可全面掌握钢筋锈蚀状态,为防锈措施制定提供依据<sup>[3]</sup>。

### 2.3 砌体材料检测技术

(1)砂浆强度检测:贯入法将测钉贯入砂浆,通过贯入深度计算砂浆强度,操作简便、对砌体损伤小,适用于普通砖墙砂浆检测;回弹法利用回弹仪检测砂浆表面硬度,结合砂浆碳化深度修正,适用于强度等级较高或表面平整的砂浆层,检测效率高,可批量评估砌体砂浆强度均匀性。(2)砌体结构完整性检测:应力波法通过在砌体表面激发应力波,分析波的传播速度与衰减规律,判断砌体内部是否存在空洞、裂缝或灰缝不饱满等问题;红外热成像技术捕捉砌体表面温度差异,因缺陷部位与正常部

位导热性不同,会呈现温度异常区域,可快速识别墙体渗漏、空洞等隐蔽缺陷,尤其适用于外墙与屋面砌体检测。

### 2.4 新型材料检测技术

(1)绿色建材性能检测:针对再生混凝土,需检测其抗压强度、弹性模量及抗渗性,重点评估再生骨料掺入对混凝土力学与耐久性能的影响;透水砖检测聚焦透水系数、抗压强度与耐磨性,确保其满足海绵城市建设中雨水渗透与路面承载的双重需求,同时需验证其抗冻性以适应不同气候环境。(2)智能材料功能检测:自修复混凝土需模拟裂缝产生环境,检测其裂缝自愈速度与愈合后的强度恢复率,评估自修复功能有效性;相变材料需通过温度循环试验,检测其相变温度、相变潜热及循环使用稳定性,确保其在建筑保温、调温过程中功能持久可靠。

## 3 建筑工程实体检测中建筑材料检测技术的创新应用

### 3.1 无损检测技术的集成化应用

(1)多技术联合检测:单一无损检测技术存在局限性,如超声波可精准定位混凝土内部缺陷,但难以识别表面细微损伤;红外热成像能快速捕捉表面温度异常,却无法判断缺陷深度。将两者结合,先通过红外热成像扫描建筑整体,锁定温度异常区域(如渗漏、空洞可能引发的温差),再用超声波对异常区域深入检测,确定缺陷位置、尺寸及性质,实现“宏观定位+微观排查”,大幅提升检测效率与准确性,尤其适用于大型场馆、高层建筑等复杂结构检测。(2)基于BIM的检测数据三维可视化分析:传统检测数据多以表格、报告形式呈现,难以直观反映缺陷与建筑结构的空间关联。将无损检测获取的材料强度、缺陷位置等数据,与建筑信息模型(BIM)融合,在三维模型中标记检测结果—如用不同颜色标注混凝土强度等级分布、用三维坐标标注钢筋保护层厚度不足区域,使检测数据可视化、可追溯。同时,BIM模型可模拟缺陷对结构受力的影响,为后续维修加固提供直观决策依据,减少施工盲目性<sup>[4]</sup>。

### 3.2 人工智能与机器学习在检测中的应用

(1)图像识别技术用于裂缝自动识别:人工识别裂缝需大量人力且易受主观因素影响,效率低下。基于深度学习的图像识别技术,通过训练大量裂缝图像样本,构建裂缝识别模型—利用无人机航拍或高清相机拍摄建筑表面图像,模型可自动识别裂缝位置、长度、宽度,甚至区分裂缝与表面污渍,识别准确率达95%以上,且能实现大面积检测的自动化,大幅降低人工成本。(2)大数据分析在材料性能预测中的应用:收集建筑材料检测的历史数据(如混凝土配合比、养护条件、强度检测结果)、环境数据(温度、湿度),通过大数据分析构建性能预测模型。例如,输入某批次混凝土的配合比与养护计划,模型可预测其28天抗压强度;结合建筑使用环境数据,还能预测材料长期耐久性(如碳化速度、锈蚀风险),为材料选型、施工方案优化提供数据支持,避免因材料性能不达标导致的工程隐患。

### 3.3 物联网技术在实时监测中的实践

(1)传感器网络在混凝土浇筑过程监控中的应用:在混凝土

浇筑前,在模板内布置温度传感器、湿度传感器、应力传感器,形成物联网传感器网络。浇筑过程中,传感器实时采集混凝土内部温度、湿度及早期应力变化数据—当温度过高(易产生温度裂缝)或应力超过阈值时,系统自动预警,提醒施工人员调整养护措施(如覆盖保温层、洒水降温);同时,实时数据可反映混凝土凝结硬化进度,为拆模时间判断提供精准依据,避免过早拆模导致结构开裂<sup>[5]</sup>。(2)远程监测平台构建与数据传输技术:将传感器采集的数据通过5G、LoRa等无线传输技术,实时上传至远程监测平台。平台具备数据存储、分析、预警功能—管理人员可通过电脑、手机终端随时查看建筑材料实时状态(如钢筋锈蚀电位、砌体结构完整性),无需现场值守;当检测数据异常(如钢筋锈蚀速度加快)时,平台通过短信、APP推送预警信息,实现“实时监测+远程管控”,尤其适用于偏远地区工程、已投入使用的建筑结构长期监测。

#### 4 建筑工程实体检测中建筑材料检测技术的挑战与未来发展趋势

##### 4.1 当前检测技术面临的挑战

(1)复杂环境下的检测精度问题:建筑工程常面临高温、高湿、电磁干扰等复杂环境,如高温环境会影响超声波传播速度,导致混凝土强度检测偏差;电磁干扰会干扰钢筋保护层厚度的电磁感应检测结果,使数据准确性下降,难以精准反映材料真实性能。(2)新型材料检测标准的缺失:随着绿色建材、智能材料快速涌现,现有标准多针对传统材料,如再生混凝土的强度评估、自修复混凝土的修复效果检测,缺乏统一标准,导致检测方法各异,数据可比性差,阻碍新型材料推广应用。(3)检测成本与效率的平衡:高精度检测技术(如钻芯法、实验室理化分析)成本高、耗时长;高效检测技术(如回弹法)精度有限。工程中难以在控制成本的同时保证检测效率与精度,尤其对大型工程,平衡矛盾更为突出。

##### 4.2 未来发展方向

(1)微型化与便携式检测设备研发:研发体积小、重量轻、续航久的检测设备,如微型超声波探头、手持雷达检测仪,便于在狭小空间(如电梯井、管道间)作业,减少设备搬运成本,提升现场检测灵活性。(2)检测技术标准化与国际化对接:加快制定新型材料检测标准,完善绿色建材、智能材料检测指标体系;积极借鉴国际先进标准(如ISO、ASTM),推动国内标准与国际对接,确保跨国工程检测结果互认,提升技术国际竞争力。(3)绿色检测技术的推广与应用:研发低能耗、无污染的检测技术,如采用无损检测替代微损检测,减少建筑结构损伤;推广可循环使用的检测耗材,降低检测过程中的资源消耗与环境影响,契合绿色建筑发展理念。

#### 5 结束语

建筑工程实体检测中,建筑材料检测技术作为保障工程质量的“基石”,其发展始终与技术创新紧密相连。从传统理化分析到无损智能化检测,从单一参数评估到多维度集成诊断,技术的迭代正推动检测向高效、精准、绿色方向迈进。未来,随着物联网、人工智能等技术的深度融合,检测体系将更趋智能化与标准化,为建筑全生命周期管理提供更强支撑,助力行业迈向高质量、可持续发展新阶段。

#### [参考文献]

- [1]陈静.建筑工程材料检测质量影响因素及提高途径[J].混凝土世界,2022,(10):90-91.
- [2]王寅.建筑工程水泥与混凝土施工材料检测探析[J].建设科技,2022,(19):103-105.
- [3]池姬云.建筑工程水泥与混凝土施工材料检测的相关研究[J].大众标准化,2022,(19):168-170.
- [4]林松昌.建筑工程领域混凝土建筑材料检测及质量控制[J].江苏建材,2022,(04):26-28.
- [5]芮志军.建筑工程材料检测质量提升策略探究[J].四川建材,2022,48(08):33-34.