

建筑工程材料检测技术研究

张闻旭

天津华恒建筑工程质量检测有限公司 天津 301700

摘要: 本文围绕建筑工程材料检测技术展开研究。阐述无损、半破损、实验室分析等检测技术分类,介绍超声波、红外热成像、雷达探测等关键技术原理与应用场景,提出加强设备管理维护、提高人员素质、规范检测环境、完善样品制备等优化策略,为提升建筑工程材料检测水平提供参考。

关键词: 建筑工程材料; 检测技术; 超声波检测; 红外热成像; 优化策略

引言: 建筑工程材料质量关乎工程整体安全与性能,检测技术是保障其质量的关键手段。随着建筑行业发展,材料种类增多、性能要求提高,对检测技术提出更高挑战。本文深入探讨建筑工程材料检测技术分类、关键技术原理与应用,并提出优化策略,以期推动检测技术进步,保障建筑工程质量。

1 建筑工程材料检测技术分类

1.1 无损检测技术

超声波检测利用高频机械波传播特性实现检测。当波进入混凝土或钢结构,遇到缺陷或界面变化时,其传播路径、速度和能量会改变。在混凝土检测中,通过结构表面多测点发射接收超声波,依据波速、波幅及波形变化,可判断空洞、蜂窝等缺陷的位置与大小;用于钢结构焊缝检测时,超声波穿透焊缝,若存在未焊透、夹渣等问题,反射波信号异常,据此可评估焊缝质量。红外热成像检测基于物体表面温度差异成像。建筑围护结构正常时热量传递均匀,表面温度稳定。当保温层破损、出现裂缝等热工缺陷,热量传递改变,对应部位温度异常。红外热成像仪扫描后获取温度场图像,能直观呈现热工缺陷。对于隐蔽渗漏,渗漏处水分蒸发致温度降低,在热成像图中形成低温区,可快速定位渗漏点。雷达探测技术依靠电磁波在介质中的传播反射特性。探测地下管线时,发射天线发射高频电磁波,遇管线等目标体反射,接收天线将信号转化为图像,据此确定管线埋深、走向与管径。在混凝土结构中,钢筋锈蚀改变周围混凝土介电性质,雷达波在锈蚀层反射,分析反射波时间与强度,可判断钢筋锈蚀程度与锈蚀层厚度。

1.2 半破损检测技术

钻芯取样法通过从混凝土结构中钻取芯样进行检测。将钻取的圆柱形芯样加工至规定尺寸后,进行抗压强度试验,所得强度值可直接反映混凝土实际强度,相比回弹法等间接检测方法更为准确^[1]。通过观察芯样

的外观特征,如孔洞、裂缝分布情况,能判断混凝土的密实度,评估施工质量。在既有建筑改造或质量纠纷处理中,钻芯取样法获取的芯样检测结果具有较高的权威性。拔出法检测主要用于评估混凝土与钢筋的粘结强度。在混凝土浇筑前预先埋入金属锚固件,待混凝土硬化后,通过专门的拔出装置对锚固件施加拉力,使混凝土与锚固件之间产生相对滑移直至拔出。根据拔出力大小,结合预先建立的数学模型,可推算出混凝土与钢筋的粘结强度。该方法操作相对简便,对结构损伤较小,能在不破坏结构整体性能的前提下,有效检测混凝土与钢筋的协同工作能力。

1.3 实验室分析技术

化学成分分析用于鉴定材料的化学组成。在钢材材质鉴定中,通过光谱分析、化学滴定等方法,测定钢材中碳、锰、硫、磷等元素的含量,判断钢材是否符合设计要求的材质标准。对于混凝土外加剂,检测其中氯离子、硫酸根离子等有害物质含量至关重要,这些物质超标会加速钢筋锈蚀,影响混凝土结构耐久性。化学成分分析为材料质量把控提供关键依据,从源头上杜绝不合格材料用于工程建设。微观结构观测借助扫描电镜等设备深入研究材料内部构造。将材料样品进行制样处理后置于扫描电镜下,可放大数万倍甚至数十万倍观察材料的微观形貌。通过分析材料的孔隙率、孔径分布,能评估材料的吸水性、透气性等性能;观察晶体结构缺陷,可了解材料的强度与耐久性影响因素。微观结构观测有助于揭示材料性能差异的本质原因,为新材料研发与材料性能优化提供理论指导,推动建筑工程材料技术的进步。

2 关键检测技术原理与应用场景

2.1 超声波检测技术

超声波检测技术是一种基于声波传播特性的无损检测方法,广泛应用于建筑工程材料的内部缺陷识别。该技术利用高频机械波在材料中的传播速度、反射和衰

减特性来判断材料内部是否存在裂缝、空洞或夹杂物等异常情况。超声波在均匀介质中沿直线传播,其传播速度与材料的密度、弹性模量等物理参数密切相关。当遇到缺陷时,如混凝土结构中的裂缝或钢结构焊缝中的气孔、未融合等缺陷,超声波会发生反射、折射或散射现象,导致接收信号的时间延迟或能量变化。通过专用换能器发射和接收超声波信号,仪器可记录波的传播时间、振幅、频率等关键参数,并结合已知材料的声速特性,计算出缺陷的具体位置及其尺寸大小。这种检测方式具有穿透能力强、对材料表面状态要求较低的优点,适用于较厚构件的内部缺陷探测^[2]。在实际应用中,超声波检测技术被广泛用于混凝土结构裂缝深度评估和钢结构焊缝质量检测。例如,在桥梁、隧道等大型混凝土结构中,将换能器布置于裂缝两侧,测量超声波绕过裂缝末端的传播时间,再依据特定公式换算出裂缝的实际深度;在钢结构工程中,沿焊缝路径设置多个检测点,换能器以垂直或斜向角度发射超声波,若焊缝中存在气孔或夹渣,则接收端会捕捉到明显的异常波形特征,从而实现缺陷的准确定位与定性分析。

2.2 红外热成像技术

红外热成像技术是一种基于物体表面温度分布差异进行缺陷识别的无损检测方法。其基本原理是所有温度高于绝对零度的物体都会向外辐射红外线,且辐射强度随温度升高而增强。建筑材料在正常状态下热量传导均匀,表面温度分布相对稳定;一旦出现保温层破损、管道泄漏或墙体空鼓等问题,热量传递路径将发生改变,导致局部区域温度异常,形成温差图像。红外热成像仪通过捕捉物体表面的红外辐射能量,并经过光电转换与信号处理后生成可视化的热像图。图像中不同颜色代表不同的温度区间,使检测人员能够直观地发现材料表面及浅层结构的异常区域。由于该技术无需接触被测对象,具备非接触、快速扫描、覆盖范围广等优势,特别适合大面积建筑结构的检测任务。在建筑工程中,红外热成像技术主要应用于外墙保温系统完整性评估和地下管线泄漏定位等方面。例如,在建筑节能检测过程中,通过对建筑物外立面进行红外热成像扫描,可以清晰识别保温层是否存在空鼓、缺失或受潮等问题,从而为后续维修提供依据;在供热管网或给排水系统的维护中,若某段管道出现泄漏,会导致周围区域温度升高或降低,热像图中将呈现出明显异常的温度梯度,帮助技术人员迅速锁定故障点。

2.3 雷达探测技术

雷达探测技术是一种利用电磁波反射信号进行材料

内部结构重建的无损检测方法。其工作原理是雷达装置向被测材料发射高频电磁波,电磁波在材料内部传播过程中遇到介电常数不同的界面(如钢筋、空洞、分层等)时会产生反射信号。反射波返回至雷达天线并被接收,系统根据反射波的到达时间、幅度和相位等信息,结合电磁波在材料中的传播速度,推算出目标体的深度与空间分布情况。该技术具有非接触、连续扫描、数据采集效率高等特点,适用于多种非金属材料的内部结构探测。特别是在道路、桥梁、隧道等基础设施工程中,雷达探测技术已成为评估结构完整性、基层厚度、地下桩基质量的关键工具。具体应用方面,雷达探测技术可用于地下桩基完整性的评估。检测时,将雷达天线沿桩顶移动,接收到的回波信号经处理后可生成桩身内部结构图像,有效识别缩颈、离析、断桩等缺陷;在道路工程质量检测中,雷达波可穿透沥青面层进入基层,反射信号反映基层与土基之间的分界情况,进而计算出基层厚度,评估施工质量是否符合设计要求。该技术还广泛应用于地下管线定位、墙体内部钢筋分布探测等领域,为建筑施工、维护和安全评估提供科学依据。

3 建筑工程材料检测技术的优化策略

3.1 加强检测设备的管理与维护

建立完善的设备管理制度是保障检测准确性的基础。从设备采购入库开始,便需详细记录设备型号、规格、生产厂家、购置日期等信息,形成专属档案^[3]。日常管理中,制定设备使用登记制度,明确操作规范与注意事项,要求操作人员在使用前后均进行设备状态检查并记录,确保设备使用流程可追溯。定期校准是维持设备精度的关键环节,依据设备特性与行业标准,设定校准周期,通过专业校准机构对设备进行计量校准,修正测量误差。维护保养则涵盖清洁、润滑、部件检查等工作,例如对力学性能检测设备的传感器定期清洁,防止灰尘影响灵敏度;对精密光学仪器进行防潮、防尘处理,避免内部元件受损。及时更新和升级检测设备是适应行业发展的必然要求。随着建筑工程材料性能要求提升,传统检测设备在精度与效率上的局限性逐渐显现。引入智能化检测设备,如全自动力学性能测试系统,可实现样品加载、数据采集与分析的全流程自动化,减少人为操作误差,大幅提升检测效率。对于无损检测设备,采用新型传感器与信号处理技术,能增强对微小缺陷的识别能力。例如,更新超声波检测设备的换能器与数据处理软件,可提高对混凝土内部细微裂缝的检测精度,使检测结果更贴合工程实际需求。

3.2 提高检测人员素质

加强专业培训是提升检测人员业务水平的核心途径。针对不同检测技术与材料类型,制定分层分类的培训课程。新入职人员需系统学习建筑材料基础理论、各类检测方法原理与操作流程,通过理论与实操考核后方可上岗。在岗人员定期参与新技术、新标准的培训,了解行业前沿动态。例如,当出现新的建筑涂料检测标准时,及时组织人员学习标准变化内容与新增检测项目,确保检测工作符合最新要求。同时开展模拟检测场景培训,让人员在接近实际工作的环境中积累经验,提升复杂问题处理能力。培养责任心和职业道德需配合严格的考核监督机制。明确检测人员岗位职责与行为规范,将检测准确性、报告规范性等指标纳入绩效考核。建立内部监督小组,定期抽查检测过程与报告,核查操作是否符合标准、数据是否真实可靠。对违规操作与弄虚作假行为制定严厉处罚措施,一旦发现,视情节严重程度给予警告、罚款直至取消从业资格。通过树立行业典型与反面案例警示教育,强化人员职业道德意识,使其深刻认识到检测工作对工程质量的重要性,自觉遵守职业操守。

3.3 规范检测环境条件

建设标准化检测实验室需从硬件设施与功能分区着手。根据不同检测项目需求,合理规划力学性能检测区、化学分析区、无损检测区等功能区域,避免相互干扰。配备高精度的环境控制设备,如恒温恒湿空调,将温度波动控制在检测标准允许范围内;使用加湿器与除湿器调节空气湿度,确保对湿度敏感的材料检测结果稳定。实验室的隔音、防震措施也不容忽视,防止外界震动与噪音影响精密仪器的检测精度,例如为天平室铺设防震地面,减少环境震动对质量称量的干扰^[4]。在检测过程中,实时监测与修正环境影响是保证结果准确性的关键。安装温湿度传感器、气压监测仪等设备,对检测环境进行实时数据采集与记录。当环境参数偏离标准要求时,及时调整环境控制设备,若无法立即恢复,暂停检测工作。对于环境因素对检测结果的影响,建立修正模型。如在混凝土强度检测中,依据环境温度与湿度对水泥水化反应的影响规律,对检测结果进行温度湿度修正,消除环境因素导致的误差,使检测数据真实反映材料性能。

3.4 完善样品制备与处理流程

科学合理的取样方案是获取代表性样品的前提。依据建筑工程材料的批量、堆放方式与分布特点,制定相应取样规则。对于袋装水泥,按一定比例从不同位置的包装袋中抽取样品,确保样品涵盖整批材料特性;对于砂石骨料,在料堆的不同高度、方位多点取样后混合缩分。采用随机抽样与分层抽样相结合的方法,避免因取样位置集中导致样品偏差。对样品进行唯一性标识,标注样品名称、取样部位、时间等信息,建立样品流转记录,确保样品在运输、存储与检测过程中可追溯。规范样品制备和处理操作流程需严格遵循标准方法。不同材料的样品制备要求各异,如金属材料拉伸试验样品需按标准加工成特定形状与尺寸,确保受力均匀;混凝土试块成型时需控制搅拌时间、振捣方式与养护条件。在样品处理环节,化学分析样品的研磨、溶解过程需精确控制操作步骤与试剂用量,避免因操作不当引入误差。建立样品制备与处理的双人复核制度,关键操作节点由两人共同确认,减少人为疏忽对检测结果的影响,保障检测数据的可靠性与准确性。

结束语

建筑工程材料检测技术是保障工程质量的核心环节。通过整合无损检测、实验室分析等方法,可精准识别材料缺陷与性能差异。优化设备管理、提升人员素质、规范检测环境及完善样品处理流程,是提升检测可靠性的关键。未来需进一步融合智能化技术,推动检测技术标准化与高效化,为建筑工程质量与安全提供坚实保障。

参考文献

- [1]胡舒慧.建筑工程质量检测中的无损检测技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(28):100-102.
- [2]杜杰,钱程,汪聪.建筑工程质量监督中的计量检测技术应用探究[J].产品可靠性报告,2024,(09):100-101.
- [3]柯乐.无损检测技术在建筑工程质量检测中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(19):95-97.
- [4]林松鹤,邹钧华,詹晓凡,李汉煜.建筑工程质量检测中混凝土的检测技术[J].石材,2024,(07):108-110.