

绿色建筑中材料检测的提升与检测技术探究

张 勇¹ 蒋碧宏²

1. 国检测试控股集团云南有限公司 云南 昆明 650000

2. 云南科仑工程质量检测有限公司 云南 昆明 650000

摘要: 绿色建筑材料检测对推动建筑行业可持续发展至关重要。当前检测范围局限、时效滞后、协同不足,难以满足绿色建筑全维度、全周期、高效精准的检测需求。本文从环保、节能、循环耐久等维度梳理检测技术,提出完善指标体系、优化检测流程、融合创新技术、强化检测能力等提升路径,并展望微型化、绿色化等技术趋势,为绿色建筑发展提供技术支持。

关键词: 绿色建筑材料; 检测技术; 全周期检测; 智能化分析; 可持续发展

引言: 在全球生态环境问题日益严峻的当下,建筑行业作为资源消耗和碳排放的重要源头,绿色转型迫在眉睫。绿色建筑材料作为绿色建筑的核心载体,其检测工作直接决定建筑能否实现节能、环保、循环利用等目标。但当前检测技术仍存在诸多短板,制约了绿色建筑性能的全面发挥,亟需通过技术创新与体系优化突破瓶颈。

1 绿色建筑材料检测的现状与核心需求

1.1 当前检测工作的现状

检测范围存在明显局限,现有检测多集中于材料常规物力学性能,比如强度是否达标、硬度是否符合施工要求,却对材料的绿色属性指标关注不足。材料生产全周期的碳排放量、使用过程中挥发性有机物含量、废弃后再生利用率等关键绿色指标,常被排除在检测范畴之外,导致检测结果难以全面反映材料适配绿色建筑的程度^[1]。检测时效普遍滞后,多数检测采用事后抽样模式,材料进入施工现场或投入使用后才抽取样本检测,无法在生产环节把控原料环保性,运输中监测防护是否到位,施工阶段判断材料与现场环境的适配情况。这种滞后性容易引发合格材料用错场景的问题,影响建筑整体绿色性能。检测协同存在显著不足,材料生产企业自检数据、第三方检测机构检测结果、施工单位验收检测信息之间缺乏有效互通,不同主体检测标准不一致,数据格式有差异,形成检测信息孤岛,增加重复检测成本,还可能因数据矛盾导致材料质量判定偏差。

1.2 绿色建筑对材料检测的核心需求

全维度指标检测成为必然要求,绿色建筑需要材料检测覆盖多方面性能。环保性能检测关注甲醛释放量、重金属含量,避免污染室内环境;节能性能检测涉及导热系数、透光率,助力降低建筑能耗;循环性能检测明确材料可回收比例、自然降解速率,推动资源高效利

用;耐久性能检测评估抗老化、抗腐蚀能力,保障材料长期发挥绿色效用。全周期过程检测是关键方向,检测需贯穿材料全生命周期,生产阶段检测原料配比是否合规,运输阶段核查损耗与防护情况,施工阶段开展现场适配性检测,运营阶段跟踪性能衰减状况,推动检测从结果检测向过程管控转变。高效化与精准化缺一不可,绿色建筑施工节奏较快,检测需提升效率缩短周期,避免影响施工进度;必须提高精度减少误差,准确判断材料性能是否达标,防止因误判影响建筑绿色效果。

2 绿色建筑材料检测的核心技术体系

2.1 环保性能检测技术

挥发性有机物检测技术包含气相色谱与质谱联用技术、光离子化检测技术等,前者通过分离与分析结合,精准捕捉材料中甲醛、苯系物等挥发性有害物质的成分与含量,后者凭借高灵敏度传感器快速识别有害气体,二者共同保障材料使用中的空气安全。重金属检测技术依托原子吸收光谱技术、电感耦合等离子体质谱技术,原子吸收光谱技术通过特定元素对光的吸收特性实现定量分析,电感耦合等离子体质谱技术则能同时检测多种重金属元素,二者均能实现铅、汞、镉等微量重金属的精准测定,避免材料中重金属对人体与环境造成危害。碳排放检测技术以生命周期评价为基础,结合碳足迹核算方法,全面追踪材料从原料开采、生产加工到运输使用、废弃处置的全流程,量化各环节碳排放量,为材料低碳属性评估提供依据。

2.2 节能性能检测技术

保温隔热性能检测技术涵盖热线法、防护热板法,热线法通过加热元件与温度传感器测量热量传递速率,防护热板法借助恒温热板与冷板形成稳定温度场,二者均能准确测定保温材料的导热系数、热阻等指标,直观

反映材料减少热量传递的能力。透光与遮阳性能检测技术运用分光光度计法、太阳辐射透过率测试技术,分光光度计法分析材料对不同波长光线的透过率,太阳辐射透过率测试技术测定材料对太阳辐射的阻隔程度,通过两项技术明确玻璃、遮阳材料的透光率与遮阳系数,助力平衡建筑采光需求与能耗控制。气密性检测技术采用压力差法,通过营造建筑构件两侧的压力差,检测空气渗透量,以此判断密封材料、门窗型材的气密性好坏,减少因空气泄漏导致的建筑能耗损失。

2.3 循环与耐久性能检测技术

再生材料性能检测技术借助X射线衍射、扫描电子显微镜技术,X射线衍射技术分析再生骨料、再生混凝土的晶体结构,扫描电子显微镜技术观察其微观形貌与内部孔隙,结合两项技术的分析结果,评估再生材料的力学性能与结构稳定性,判断其循环利用的可行性。耐久性检测技术包含加速老化试验技术、腐蚀试验技术,加速老化试验通过紫外线照射、湿热环境模拟,快速再现自然条件下材料的老化过程,腐蚀试验通过盐雾环境模拟,测试材料抗腐蚀能力,两项技术共同预测材料在长期使用中的性能稳定性与使用寿命^[2]。可降解性能检测技术通过生物降解试验、堆肥试验,观察可降解建材在微生物作用下的分解过程,测定其降解速率,分析降解产物是否安全无害,为生物基塑料管材等材料的环保性提供验证。

2.4 高效化与智能化检测技术

快速检测技术运用便携式红外光谱检测技术、免疫亲和色谱技术,便携式红外光谱检测技术通过材料对红外光的特征吸收快速识别成分,免疫亲和色谱技术利用抗原抗体特异性结合筛选目标物质,二者均能在施工现场完成材料关键指标的快速筛查,大幅缩短检测周期。在线监测技术依托物联网传感器,在材料生产线布设传感器监测生产过程中的成分与配比,在施工现场布设传感器追踪材料进场后的性能变化,实时采集数据并传输至管理平台,实现对材料全流程的动态监测。智能化分析技术将机器学习与检测数据挖掘相结合,通过对海量检测数据的学习,优化检测参数设置,减少人为误差提升检测精度与效率,同时构建材料性能预测模型,依据历史数据预判材料性能变化趋势,为材料选用与维护提供参考。

3 绿色建筑材料检测的提升路径

3.1 检测指标体系完善

扩充绿色属性指标需在现有物理力学指标基础上,将更多与绿色建筑核心需求相关的指标纳入强制检测范

围。碳足迹反映材料全周期环境影响,再生利用率体现资源循环效率,有害物质释放量关乎人居健康,这些指标的加入能填补当前检测对绿色属性覆盖的空白,逐步形成兼顾安全性能与绿色特性的全维度检测指标体系。细化指标分级标准要结合不同等级绿色建筑的性能要求,针对一星、二星、三星等不同级别,为各类材料制定差异化检测指标阈值。低等级绿色建筑可侧重基础绿色指标达标,高等级则需在碳减排、资源循环等指标上设定更严格标准,同时结合建筑使用场景(如民用住宅、公共建筑)调整指标侧重,让检测结果更精准适配建筑绿色等级与功能需求,避免检测标准与实际建设需求脱节。

3.2 检测流程与模式优化

构建全周期检测流程需覆盖材料从生产到废弃的关键环节。生产端抽检聚焦原料配比与生产工艺,提前拦截不合格半成品;运输端核验关注材料防护与损耗,重点检查易损材料(如保温板材、玻璃构件)的防护措施,确保运输过程不影响材料性能;施工端复检针对材料现场适配性,结合施工环境(如温湿度、地质条件)调整检测参数,避免合格材料用错场景;运营端跟踪材料性能衰减,为建筑维护提供依据。四个环节层层衔接,形成从源头到使用的全链条检测管控。推行协同检测模式需搭建跨主体的检测信息平台,整合材料生产企业自检数据、第三方机构专业检测结果、施工单位验收检测信息。平台统一检测标准与数据格式,设置数据审核与追溯功能,实现各类数据实时上传、查询与比对,打破不同主体间的信息壁垒,减少重复检测带来的资源浪费,通过数据互通提升材料质量判定的准确性。

3.3 检测技术融合与创新

跨技术融合应用要打破不同检测技术的应用边界。传统实验室检测技术精度高但周期长,适合材料核心指标(如重金属含量、导热系数)的精准核验;现场快速检测技术操作便捷、耗时短,可用于材料进场时的初步筛查,快速排除明显不合格产品;在线监测技术能实时采集数据,实现生产与施工过程的动态管控,及时发现生产工艺波动或施工环节的材料性能变化。三者结合形成立体检测技术体系,既保障检测精度,又提升检测效率,满足不同场景下的检测需求。前沿技术赋能检测工作需充分发挥新技术优势,区块链技术凭借不可篡改特性,可记录检测全流程数据,包括样品信息、检测设备参数、操作人员等,实现检测结果溯源,增强数据可信度;人工智能通过分析海量检测数据,优化复杂指标(如碳足迹核算、降解速率)的检测算法,减少人为误

差,快速识别数据异常,提升检测效率,让检测技术更适配绿色建筑材料的复杂检测需求。

3.4 检测能力建设

检测机构能力提升需从技术与人才两方面发力。技术层面要加大对绿色建筑材料专项检测技术的研发投入,针对新型绿色材料(如生物基建材、纳米保温材料)的特殊检测需求更新设备,引入模块化检测装置,提升对复杂指标的检测能力;人才层面要培养兼具多学科知识的专业人员,既掌握材料学基础,熟悉环境科学相关标准,能熟练操作各类检测设备与分析软件,同时具备绿色建筑评价体系的认知,确保检测人员能力与绿色建筑材料检测的技术要求相匹配^[3]。行业协同与交流可通过搭建技术交流平台实现,组织检测机构、科研单位、企业开展技术研讨,分享国内外先进检测技术与实践经验,联合开展新型材料检测方法的攻关,推动行业内技术资源共享,逐步提升整体检测水平,为绿色建筑材料检测提供更坚实的能力支撑。

4 绿色建筑材料检测技术的发展趋势与保障措施

4.1 技术发展趋势

微型化与便携化成为检测设备的重要发展方向,设备设计逐步向小型化、轻量化推进,摒弃传统大型检测仪器的笨重特性,兼顾检测精度与移动便利性。这类设备可灵活运用于施工现场,实时检测进场材料的关键指标,也能深入材料生产车间,在生产线旁完成半成品质量把控,满足多场景下即时检测的需求,减少样品运输与等待检测的时间成本。一体化与集成化聚焦检测效率提升,通过技术整合开发集成多种功能的检测设备,设备内部搭载多组检测模块,针对环保、节能、耐久等不同维度指标,只需一次取样即可完成多项目检测,无需多次取样、分设备检测,大幅缩短检测流程,适配绿色建筑快速施工的节奏。绿色化与可持续贴合行业环保理念,检测技术研发注重降低能耗,采用低功率检测元件,减少设备运行中的能源消耗;优选环保型检测试剂,替代传统高污染化学试剂,从检测环节减少对环境的二次污染,实现检测工作与绿色建筑理念的深度契合。

4.2 保障措施

技术研发保障需强化资金与协作支撑,加大对绿色建筑材料检测技术研发的资金投入,重点支持新型检测设备、高效检测方法的研发项目。推动高校、科研机构与企业建立合作机制,高校与科研机构发挥理论与技术优势,企业提供实践场景与市场需求反馈,联合攻克微型化检测设备精度提升、一体化检测模块兼容等关键技术瓶颈,加快技术成果转化。标准体系保障着力推动统一规范,组织行业内技术专家、检测机构、企业共同参与,制定覆盖各类绿色建筑材料的统一检测标准,明确不同指标的检测方法、合格阈值及数据统计规范,消除不同地区、不同机构间的检测差异,确保检测结果具备可比性与权威性,为材料质量判定提供统一依据。人才培养保障构建多层次培养体系,高校在材料科学、环境工程等相关专业开设绿色建筑材料检测方向,设置检测技术、绿色建筑标准等课程,夯实学生理论基础;企业定期开展在职人员技术培训,通过实操训练、案例讲解等方式,提升检测人员对新型设备与技术的应用能力,形成“理论+实操”并重的复合型人才培养模式,为检测技术的应用与创新提供人才支撑。

结束语

绿色建筑材料检测技术的持续升级是建筑行业低碳转型的关键支撑。通过构建全维度指标体系、融合多技术检测手段、强化跨主体协同与人才储备,可推动检测工作向精准化、高效化、智能化方向发展。未来需紧跟微型化、绿色化等技术趋势,完善标准规范与保障机制,为绿色建筑高质量发展筑牢技术根基。

参考文献

- [1]高明.建筑工程施工中材料检测质量控制技术研究[J].中国建筑金属结构,2024,23(04):72-74.
- [2]刘亮,张磊.建筑工程施工中材料检测质量控制[J].大众标准化,2025,(01):167-169.
- [3]王成.建筑工程中建筑材料检测的研究分析[J].实验室检测,2024,2(12):148-150.