

建筑工程检测中智能化技术的应用与发展

侯睿莹

广东省建设工程质量安全检测总站有限公司 广东 广州 510500

【摘要】：建筑工程检测是保证工程质量安全的关键环节，其技术升级和模式创新直接影响着建筑业高质量发展的步伐。智能化技术由于自动化、精准化、一体化的优势，给建筑工程检测行业注入了新的活力，使检测工作由原来的以人工为主向科技赋能转变。本文立足于《“十四五”建筑业发展规划》中智能化建造的战略要求，援引工程检测领域技术创新理论，从理论层面阐释智能化技术与建筑工程检测的内在契合性，系统构建起“多维场景应用、技术融合创新、行业生态升级”的发展体系，结合结构检测、材料检测、节能检测等具体场景案例，详细地呈现智能化技术的实操应用路径和未来的发展方向，为工程检测企业开展技术升级、行业主管部门完善监管体系提供理论支撑和实践范式，助力建筑工程检测行业实现高效能、高质量、可持续发展。

【关键词】：智能化技术；建筑工程检测；应用与发展

DOI:10.12417/2811-0528.26.02.051

2021年7月国务院办公厅印发的《关于推动建筑业持续健康发展的意见》中提出推进建筑工程检测智能化，推广应用智能检测设备和智慧管理平台，提高检测数据真实性、准确性、时效性。建筑工程检测包含结构安全、材料性能、节能环保等诸多方面，传统检测模式在复杂的工程环境中遭遇效率瓶颈和精度限制，智能化技术凭借物联网、人工智能、数字孪生等最新科技的融合，给解决行业难题、改善检测效能赋予了新的答案。本文以智能化技术核心特性与建筑工程检测实际需求为基础，从应用路径和趋势两个角度展开研究，在理论建构和案例演绎的基础上，形成出一套具有科学性并且具备可操作性的技术应用体系，使建筑工程检测行业由“被动检测”向“主动预警”，由“单点检测”向“全域监测”，由“经验判断”向“数据决策”转变。

1 智能化技术的核心特性与检测需求的契合性

智能化技术在建筑工程检测中的主要特性就是自动化数据采集、智能化数据分析、可视化结果展示、全流程协同管理，与现代建筑工程检测精准化、高效化、全面化的要求不谋而合^[1]。自动化数据采集依靠传感器网络、无人机巡检、机器人作业这些设备，使检测过程实现无人化，避免人工干预造成的主观误差；智能化数据分析依靠机器学习、大数据算法这些技术，对海量的检测数据实施深度挖掘，准确找出工程质量的隐患和潜在风险；可视化结果展示依靠数字孪生、三维建模这些手段，把抽象的检测数据转变成直观的图像、模型，方便检测人员和工程管理人员迅速把握；全流程协同管理依靠智慧检测平台，打通“检测预约—现场作业—数据处理—报告生成—监管溯源”的全部环节，达成信息实时共享和高效流转。智能化技术契合度高，可以对建筑工程检测各个环节进行全方位的覆盖，从根本上提高检测工作质量、效率，满足现代建筑业对工程质

量控制的严格要求。

2 建筑工程检测中智能化技术的多维应用路径

2.1 结构安全检测中的智能化应用

结构安全检测属于建筑工程检测的主要内容，涉及主体结构强度、稳定性、耐久性等重要指标，智能化技术凭借革新检测方法，达成结构检测的高效率，高精度，无损伤检测效果。该应用路径将无人机巡检、数字传感器、AI图像识别等技术融合起来，按照建筑结构的不同部位以及检测要求，创建起全方位多层次的检测体系，既可以执行超高层建筑和大跨桥梁等复杂结构高空检测，也可以实现结构内部缺陷精确辨识，大幅度扩充了结构安全检测覆盖面及深度。以高层建筑主体结构检测为例，传统检测模式在高空作业、隐蔽工程检测等方面存在很多不足，智能化技术给它提供了一种新的解决途径。用无人机倾斜摄影检测系统对建筑外立面进行全方位扫描，配合高清摄像头和红外热成像技术，准确找到墙体裂缝、饰面脱落等表面缺陷；在结构内部检测时，用钢筋扫描机器人进入梁柱等构件内部，用电磁感应技术检测钢筋分布、保护层厚度等重要参数，数据实时传到后台系统，自动生成检测报告；对混凝土结构的强度检测采用全自动抗压强度检测系统，完成样品自动抓取、抗压试验、数据记录全过程自动化，消除人工操作造成的误差，利用无线传感技术对结构应力变化实施长期监控，给结构安全评价赋予动态数据支撑。智能化技术的综合应用，一方面提高了结构安全检测的效率和精度，另一方面也实现了由“事后检测”向“事中监测”的转变。

2.2 建筑材料检测中的智能化应用

建筑材料检测是保证工程质量的源头工作，智能化技术以改进检测流程、加强数据精确性、做到全程可追溯的方式，创

建起全链条的智能化检测体系。该应用路径主要是根据材料性能检测的主要需求,使用全自动检测设备、物联网溯源系统、大数据分析平台等技术,对原材料进场到成品验收的全过程进行检测,保证建筑材料的质量符合设计要求和规范规定,从源头上防止工程质量风险。以建筑钢材力学性能检测为例,传统的检测模式要人工取样、养护、试压,流程繁杂且易受人为因素的影响^[2]。智能化技术应用中,使用全自动钢筋力学性能检测系统,样品进场之后用射频识别技术完成信息录入和溯源绑定,系统自动进行样品抓取、尺寸测量、拉伸试验、弯曲试验等一系列操作,试验数据实时上传到智慧检测平台,自动生成符合规范的检测报告;对混凝土、砂浆等胶凝材料,使用智能养护箱和全自动抗压试验机,准确控制养护环境的温湿度参数,试验过程全程录像存档,检测数据不可篡改,保证检测结果的公正性、权威性;防水材料检测中,采用高精度传感器实时监测材料渗透量、拉伸强度等指标,用AI算法分析材料性能稳定性,为材料选型和质量控制提供科学依据。这样一种全流程智能化检测模式,使建筑材料检测工作实现标准化、规范化、智能化,极大提高检测工作的公信度和效率。

2.3 节能与环保检测中的智能化应用

随着绿色建筑以及双碳目标的推进,节能、环保检测已经成为建筑工程检测不可或缺的一部分,智能化技术借助精准监测、数据建模、动态分析等方式,给建筑节能、环保性能评价提供高效的解决途径。该应用路径把能耗监测系统、环境传感网络、碳排放核算软件等技术融合起来,涵盖建筑保温隔热、室内空气质量、水资源利用、碳排放等许多检测方面,推动绿色建筑评价和低碳工程创建。

以超低能耗建筑热工性能检测为例,利用建筑能耗模拟分析系统、物联网传感网络,实时采集建筑室内外温度、湿度、热流密度等参数,用数字孪生技术构建建筑热工性能模型,精准计算建筑能耗指标和保温隔热效果;在室内环境检测中,使用便携式智能检测设备,快速检测甲醛、苯、TVOC等有害气体浓度,数据实时上传至云端平台,自动生成检测报告并发出超标预警;对于建筑碳排放检测,利用绿色建筑测评软件,整合建筑全生命周期的能耗数据,科学核算建材生产、施工建造、运营使用等各阶段的碳排放量,为低碳工程设计与改造提供数据支撑;在水资源利用检测中,使用智能水表、流量传感器等设备,实时监测建筑用水情况,分析水资源利用效率,为节水方案优化提供依据。智能化技术的运用使得节能、环保检测更精确、更快捷、更全面,为绿色建筑的发展和“双碳”目标的实现提供了有力支撑。

3 建筑工程检测中智能化技术的发展趋势

3.1 技术集成化趋势:多技术融合构建全域检测体系

未来建筑工程检测智能化技术将会出现集成化的发展趋势,利用物联网、人工智能、数字孪生、5G通信等多技术融合,打造全域智能覆盖、全流程智能协同的建筑工程检测智能化体系^[3]。物联网技术可以实现检测设备的全面互联,构建起感知终端、传输网络、数据中心的完整链条,保证检测数据的实时采集和无缝传输,人工智能技术在数据分析、缺陷识别、风险预警等方面将发挥更大的作用,依靠深度学习算法持续改进检测模型,提高检测的智能化程度和准确性,数字孪生技术能够实现工程实体和虚拟模型的实时映射,检测数据与虚拟模型深度融合,为工程质量评估和安全预警提供可视化、可预测的决策支持,5G通信技术可以解决复杂施工现场的信号传输问题,实现高清视频实时回传、远程操控检测设备等功能,打破检测工作的时间、空间限制。多技术深度融合,会促使建筑工程检测由单一设备智能化向系统集成智能化转变,塑造起“全域感知、智能分析、精准决策”的检测新生态。

3.2 数字化转型趋势:智慧平台打造全链条管理体系

数字化转型将会是建筑工程检测智能化的主要发展方向,以创建一体化的智慧检测管理平台为依托,达成检测业务全流程的数字化管理和服务的目的。智慧平台把检测预约、样品管理、现场检测、数据处理、报告生成、监管溯源等全部流程纳入其中,客户可以在线上平台进行检测预约、进度查询、报告下载等操作,检测机构可以利用平台来进行检测任务的智能分配、人员设备的高效调度、检测数据的集中管理;平台会构建起统一的数据标准以及接口规范,从而达成与住建部门监管系统、工程建设单位管理系统的数据互通,促使检测数据得以共享共用并协同监管。

3.3 行业标准化趋势:技术规范引领高质量发展

智能化技术在建筑工程检测中被广泛应用的时候,行业标准化的创建将会不断加快,形成从技术选取、设备研发、操作过程、数据标准、安全防护等各个方面都包含的标准化体系。国家及行业主管部门会制定智能化检测设备的技术标准和认证规范,对智能化检测设备的性能指标、检测精度、适用范围等进行明确的规定,引导企业研发出满足行业需求的智能设备;对不同的检测场景,制定智能化检测的操作流程标准和评价体系,规范检测人员操作行为,使检测工作标准化、规范化;数据标准的统一可以实现企业、设备之间检测数据的互联互通,为数据共享、协同监管提供技术支持;安全管理标准对智能化设备在施工现场的安全操作规范、应急处置流程做出明确规定,保证检测人员和工程现场的安全。行业标准化建设可以

为智能化技术的推广应用提供制度保障,防止智能化技术的无序推广,推动建筑工程检测行业健康、可持续发展。

4 建筑工程检测智能化发展的实施保障

4.1 技术资源整合保障

建筑工程检测智能化发展要形成系统的技术资源支撑体系,整合设备研发、平台搭建、人才培养、科研创新等方面的资源^[4]。设备研发上,支持检测企业同科研机构、设备制造商开展产学研合作,集中力量解决行业的难点问题,研发具有自主知识产权的智能检测设备和系统;平台建设上,支持行业龙头企业牵头创建区域性的或者全国性的智慧检测管理平台,整合行业资源,实现资源共享、协同发展;人才培养上,创建起高校培养、企业培训、行业认证三者相结合的人才培养体系,高校增设智能化检测有关的专业课程,企业加强在职人员技术培训,行业主管部门创建智能化检测专业技术人才认证制度,改善从业人员专业水平。

4.2 行业协同推进保障

建筑工程检测智能化的发展不能缺少政府、企业、科研机构等各方面的主体共同推动,形成政府引导、企业为主、科研

为后盾、市场为动力的协同发展机制。政府部门要加强对智能化检测行业发展的政策引导和规划引领,制定智能化检测行业发展计划和扶持政策,加大对智能检测技术研发和推广的资金支持,完善行业的监管体系,营造良好的市场环境;检测企业要发挥市场主体作用,加大智能检测技术研发和设备的投入,开展智能化检测的实践,总结成功的经验并加以推广,引领行业的科技升级;科研机构要集中力量攻关前沿技术、攻克核心难题,为企业提供技术支持和服务。

5 结语

智能化技术正在全方位改变建筑工程检测行业的发展走向,它对检测工作在效率与精确性上的改善,又使得整个行业从传统方式转变成现代科技化的管理形式。本文构建的“多维场景应用、技术融合创新、行业生态升级”的发展体系,从结构安全、建筑材料、节能环保等具体检测场景入手,给出智能化技术在建筑工程检测中可操作性的实践范式。在发展的实际进程中需要政府、企业、科研机构等各方面主体共同发力,依靠技术资源整合、行业协同推进、质量监管优化等保障手段来打破技术应用中遇到的种种阻碍,促进智能化技术在检测行业的融合应用。

参考文献:

- [1] 陈功.智能化技术在建筑工程材料检测中的应用[A].智慧建筑与智能经济建设学术研讨会论文集(三)[C].重庆市大数据和人工智能产业协会、重庆建筑编辑部、重庆市建筑协会、重庆市大数据和人工智能产业协会,2025:4.
- [2] 康杰.智能化技术在建筑工程材料检测中的应用[J].新城建科技,2024,33(12):156-158.
- [3] 夏春秋.智能化技术在建筑工程材料检测中的应用[J].实验室检测,2024,2(06):5-8.
- [4] 邵志敏.建筑安装工程中智能化信息化技术的应用与发展趋势分析[J].智能建筑与智慧城市,2023,(12):140-142.