

建筑工程质量检测技术应用研究

李龙飞

亳州市建设工程质量检测有限公司, 安徽 亳州 236800

DOI:10.61369/ETQM.2026050040

摘 要：建筑工程质量检测是保证工程质量和安全的重要步骤，科学技术的发展让信息技术也开始被用于建筑质量检测领域里，在信息系统的帮助下完成了对数据的收集，传送以及储存、处理等一系列程序，大大加快了检测的速度同时提高了检测结果的准确性以及有效性。信息化设备的应用，比如各种各样的传感器、自动控制系统以及人工智能等等也都使得建筑工程的质量检测变得更加便捷、智能。并且大数据的应用也使得对于可能出现的风险进行判断以及做出合理的应对措施成为可能，使得建筑工程的质量检测更加的合理可靠。

关 键 词：建筑质量检测；信息化技术；智能化设备；大数据分析；风险预警

Research on the Application of Quality Inspection Technology in Construction Engineering

Li Longfei

Bozhou Construction Engineering Quality Inspection Co., Ltd., Bozhou, Anhui 236800

Abstract： Quality inspection in construction engineering is a crucial step in ensuring project quality and safety. Advances in science and technology have enabled the use of information technology in the field of construction quality inspection. With the help of information systems, a series of processes such as data collection, transmission, storage, and processing have been accomplished, significantly accelerating the speed of inspection while improving the accuracy and effectiveness of the results. The application of information-based equipment, such as various sensors, automatic control systems, and artificial intelligence, has also made quality inspection in construction engineering more convenient and intelligent. Furthermore, the use of big data has made it possible to assess potential risks and implement reasonable countermeasures, thereby enhancing the rationality and reliability of quality inspection in construction engineering.

Keywords： construction quality inspection; information technology; intelligent equipment; big data analysis; risk warning

引言

工程质量是建设工程的安全保证，直接影响到人民的生命财产安全，传统工程质量检测方式虽然简单，但是存在耗时长，准确度不高以及人工程度高等缺陷，在信息化时代背景之下，建筑工程的质量监测也正在发生着颠覆性的变化，运用大数据、AI及智能工具进行工程质量检测，不仅能够做到自动化的、智能化的，还提升了工程质量检测准确性与速度，及时的数据收集分析以及风险预估报警系统让整个工程建设过程更加合理化。新型技术和科技手段的使用，一方面增强了对工程质量把控力度，另一方面也为建筑行业长期健康稳定的发展打下了良好的基础。

一、建筑工程质量检测技术的现状与发展

（一）传统建筑工程质量检测技术的现状

传统的建筑工程质量管理检测手段主要有抽样破坏性的检测，目测法和一般性仪器测量。在对混凝土进行检测的过程中，采用抽取试块来做抗压、抗折等试验是最常用的方法，但是这种方法破坏性强、时间久，会损害建筑物的整体结构；目测法需要依靠个人的经验来进行判断，准确性容易受到操作人员技术水平

的影响，很难对混凝土内部隐性的损伤做出判定；而常见的物理性质测试，例如钢筋拉力试验以及混凝土掺合剂检测等方法耗时较长，对结果进行归纳整理，出具相关检测报告所需要的时间也比较漫长。传统的检测方式对于一些复杂的建筑主体结构部分，比如底层梁柱内部存在的隐蔽问题无法作出有效检测，检测结果偏差较大，使得工程质量问题不能够做到早发现早解决。

（二）新型建筑质量检测技术的研究进展

近年来，建筑工程质量检测技术和无损检测（NDT）、数字

测量、自动检测分析等新技术相结合。无损检测采用超声波、X射线透视法、红外线热成像等方法对构件进行非破损检测并且能够给出定量的信息从而提高了精度。高精度三维激光扫描和 LiDAR 技术能够达到建筑构件几何偏差在 $\pm 1-2\text{mm}$ 精度范围内的数字化检测,提升了尺寸分析的准确性。智能传感器能够实时反馈结构应变、位移、振动等信息可以快速上传到服务器上,大大降低了检测周期。多模态数据分析与机器学习的方法用于缺陷判断及智能判断,减少了人工判断造成的偏差。新技术已有提高检测速度、准确性上的初步成就并具有实用价值^[1]。

（三）未来建筑质量检测技术的发展方向

未来的建筑物质量检测技术会越来越集中、自动化以及基于数据。一方面,物联网(IoT)以及智能探测器可以做到建筑物结构完好情况全天候实时记录,建筑物受力状态的变化以及环境温度湿度等等信息也会及时传递给智能化的信息系统中去用于后续的风险预警;另一方面,大数据分析及人工智能的技术的应用,会对检测得到的数据做进一步的研究和挖掘,自动辨别出缺陷类型并对结构隐患做出预判,从而提高警报的精确度。除此之外,多种物理场耦合技术的应用,也会使得无损检测技术和计算机模拟评价相互配合来全面检查复杂结构的状态。结合云平台以及边缘计算框架的发展趋势,新型的检测设备将来可以做到实时分析并能够进行跨项目的相互传输,促进规范化检测方法 & 检测数据形式的发展,让工程质量检测更加高效准确并且具有可持续性。

二、无损检测技术在建筑工程中的应用

（一）无损检测技术概述

非破坏性试验(NDT)是在不对试件造成损害的情况下对材料和结构进行测试的一种手段,主要是借助一些物理学理论检测材料的缺陷、材料性能以及几何参数,常用的方法有超声波检查,射线照相,红外热像仪,涡流探测和回弹法等等。超声波探伤是基于超声波反射来确定裂缝或者气孔的位置;射线照相则是采用 X 射线或者是 γ 射线来查看内部裂纹等缺陷情况;红外热像仪是根据温度分布差异来判断缺陷以及热桥等问题。NDT 的技术特点就是不会影响到被测物本身的状态,而且其测量速度快并且结果容易量化等特点使其应用到很多新建项目验收、旧结构检测以及材料性能检测方面^[2]。

（二）无损检测技术在结构检测中的应用

在建筑结构检测方面,无损检测技术是主要手段,在对钢筋混凝土构件检测方面尤为有效。超声脉冲波速(UPV)能够测量出混凝土均匀性的差异以及孔隙率的变化,UPV 测试的结果就是由声波传播速度变化来表征材料内部存在的缺陷,与普通混凝土相比(约 $4,000\text{ m/s}$),损坏部分会有较大的差别。X 射线探伤对于钢筋复杂区域能观察到钢筋的位置以及分布状况还有焊接部位是否有缺陷,用数字成像可以获得毫米级别的空间分辨力。红外测温仪可以用于观察保温板破损或漏水等问题这样的隐蔽性损害情况,红外摄制图上温度较高的地方往往高于周围环境 $3-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上。另外,回弹法是一种用来测定混凝土表面硬度的方法,它

的结果可以转换成抗压强度标准曲线,从而对整个建筑物的质量进行一个大致估计。

（三）无损检测技术的挑战与发展方向

目前无损检测技术应用于工程领域还存在着一些问题和技術难题,在复杂的结构里对于细微裂缝或者深层微小缺陷的检测还不是很准确,各检测手段之间存在着灵敏度,穿透力之间的折衷。传统无损数据解析需要依靠人为的经验来进行判断,造成一定的误差。并且各种物理场信息的整合及即时性差,不利于及时做出决策。未来的发展应该是注重智能化模型算法以及深度学习技术在信号分析,特征提取上的运用,达到自动化的缺陷识别与评价;发展多模式的数据集成系统,以便能利用超声、热像仪、雷达等信息获得更加全面的结构健康状况。提高小型高精度设备现场适用性、环境抗干扰能力,在保证检测速度的同时使准确度也得到提升^[3]。

三、信息化技术与智能化建筑质量检测

（一）信息化技术在建筑质量检测中的应用

信息技术借助数字终端设备、互联网连接、大数据存储及处理等方式彻底革新了建筑工程质量检验的过程及速度,在现有建筑工程行业信息化检测平台均采用物联网(IoT)感应器、云数据中心以及图形化界面等设施让各项质检信息能够做到即时传送并集中整合起来,用 IoT 感应器安装到建筑物主体结构、基础承台以及重要部位上可以做到对温度、湿度、压力及位移等各种物理量进行实时监控,并且可以在 1ms 的延时下将检测结果发送到控制中心进行 24 小时不间断观察,这种系统的应用能够降低人工现场记录带来的偏差,保障数据的真实准确,特别是在隐蔽工程或者连续性构件的质量检验方面比传统的抽样统计法更具优势。信息化系统的运用不但可以帮助实现自动产生检验报告以及过去的的数据比对与变化曲线,提高检验速度 $20\%-30\%$ 同时增加数据可追查度,给质量把控提供量化的参考。如图 1。

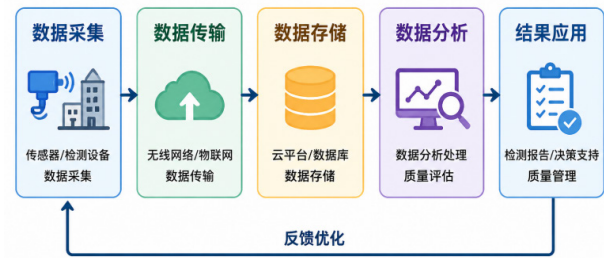


图 1 信息化技术在建筑质量检测中的应用流程

（二）智能化质量检测设备的应用与创新

智能化检测仪器有高精度传感器网络、智能化自动扫描系统以及 AI 辅助分析工具等, IoT 传感器能够实现应变、开裂、环境等信息监测,其精度一般保持在 $\pm 0.1\%$ 左右适合进行长时间的结构健康监控;无人机搭载激光雷达(LiDAR)、高清相机等硬件设施可以在短短几个小时之内获取大量三维点云数据并可达毫米级精度;结合了 BIM(建筑信息模型)、AI 算法技术的自动化扫

描仪可以实现采集的数据快速辨识和判定，有助于缺陷定位及风险评估，从而使得检测更为客观统一。最新型号的集成系统可以进行实时缺陷定位以及预防性维修意见，大大减少检验时间及提升检验覆盖率的问题^[4]。

（三）信息化与智能化技术的融合应用前景

信息技术同智能化技术相融合的发展已经成为建筑质量安全管控的重要方向，构建以IoT、大数据、云平台及AI为基础的质量管理体系能把施工现场监控和后台自动化处理完美融合在一起，在此基础上实现数据收集到结果判断的一体化管理。下一步的工作目标是应用数字孪生技术制作出建筑项目全生命周期虚拟模型，用来随时预判风险以及调整设计方案；利用大数据分析建立风险管理平台，对报警信息做出趋势判定并及时提醒相关人员；完善相关技术规范和技术操作指南，让智能检测设备能够按照既定规则高效率运转起来。综合应用不仅可以增加工程质量的安全保障，而且可以实现质量管控由事后把关到事前预防的跨越，增强整个建筑的质量与工程管理水平^[5]。见表1。

表1 信息化与智能化技术对比（示例）

技术类别	主要功能	精度 / 效率指标	应用场景
IoT 传感器	实时数据采集	± 0.1 %	结构健康监测
自动化系统	自动化检测与分析	毫米级分辨率	大规模构件扫描
AI 分析	异常识别与预测	提高识别精度 25 %	缺陷分类与风险预测
信息化平台	数据管理与可视化展示	提升效率 20-30 %	数据统筹与监管

四、大数据技术在建筑质量检测中的应用

（一）大数据技术的基础与应用领域

大数据技术就是运用分布式文件系统、分布式计算、大数据分析算法等方式对海量、多种来源、不同类型的海量异构数据进行管理和分析的技术方案。而在建筑工程质量检测中数据源有结构监测传感器数据、施工现场记录、原材料检测结果、现场检测数据以及BIM（建筑信息模型）结构参数等多种类型的数据，所采集到的数据量往往会有TB级的数据；使用MapReduce、Spark等分布式计算框架可以对大量的结构健康监测数据进行高效的汇总、分析以及计算，其处理速度可以实现每秒钟处理数百兆数据量的传感器检测信息。在质量监控过程中，运用大数据技术可以进行历史上缺陷信息、现场检测数值、标准参数间的相互比较，利用统计聚类算法挖掘出典型的缺陷特征以供工程质量管理参考使用；实际应用方面主要是设立动态质量数据库、调整检验

路线、制定质量评价指标等以及采用图形化仪表盘的方式来直观表示工程的质量现状以便于管理者做出相应措施等等。

（二）大数据分析对建筑质量预警系统的影响

大数据分析可以建立建筑物质量报警系统，做到对建筑物施工阶段进行实时观察以及警报提醒。根据实时传感器信号以及以往的质量数据，利用机器学习算法搭建警报模型，当结构参数例如裂纹宽度、振幅大小、应力量值等高于一定数值的时候，系统可以自动发出警告信息，比如：当建筑物结构出现裂缝，如果传感器采集到的裂纹宽度连续大于0.3mm并且有增大的情况发生的话就可以发出警报信号，达到预先防范的效果；并且通过时间序列来进行对于长期质量状况的发展趋势进行判断从而推断出未来的某个时间点会发生质量问题，从而把质量管理由事后检查变成事前预警。采用大数据会使报警准确性提高大概15%到25%，大大降低问题被发现之后的响应时间^[6]。

（三）大数据技术在建筑质量检测中的挑战与对策

大数据技术应用于建筑工程质量监测面临着异构性的数据、及时的要求以及对数据品质管理等一系列难题。一方面，由于不同渠道采集来的建筑数据具有不同的格式形式，应制定相应的数据规范及接口规则来支撑系统的集成互通；另一方面，针对实时的数据流，在运算时耗费大量计算能力，为了减少延迟时间响应，构建高速处理平台并对相关管道进行升级优化。同时，对于数据中的噪声或者缺失等情况也会影响数据分析效果，在对数据预处理的过程中可以采用一些插值补全、离群点剔除等方式提高数据品质的质量。解决方案上，可以通过布置边缘计算节点来降低核心服务器的压力、采取层次化存储的方法提高存储效能、运用图数据库的形式便于对多方信息之间的联系建模等。而采取上述办法可以增强大数据系统对工程质量进行检验时的安全性和可信性，在复杂的工程项目里可以正常运转。

五、结语

建筑质量管理检测技术伴随着信息技术、智能化和大数据的发展而不断发展创新。无损检测技术增加了检测精确度与效率，信息化以及智能化仪器使得对信息进行处理变得更加方便快捷自动，同时大数据也为实时监测以及预警提供支持，但是技术的应用还存在着一些问题即数据不一致、及时性问题，还需要对系统的结构和算法做出改进。而在以后的技术整合中将会使建筑质量管理变得更为有效、智能。

参考文献

[1]江小云.非破坏性检测技术对建筑行业检测的应用分析[J].城市建设,2025,(27):35-37.
[2]苏群山,王晓航,董新红,等.基于视觉识别技术和BIM技术的预制构件生产质量控制关键技术[J].城市建筑,2025,22(11):1-6+20.
[3]邹亚坤,陈贤川,谭毅,等.基于BIM和三维激光扫描的桁架几何质量自动化检测研究[J].图学学报,2024,45(04):845-855.
[4]唐永赫,史傲、张景轩等.建筑工程试验检测现状及存在问题与对策[J].中国建筑装饰装修,2023,(11):133-135.
[5]黄怀林.建筑工程基桩综合检测方法分析[J].工程技术研究,2024,9(21):18-20.
[6]刘超.建筑工程中混凝土材料性能检测技术与质量控制研究[J].价值工程,2025,44(35):17-19.