

智能化技术在建筑工程检测鉴定中的应用探析

顾 鑫 王建鹏

天津北方首创建筑工程试验检测有限公司 天津 300385

摘 要：智能化技术在建筑工程检测鉴定中的应用，主要包括机器视觉、激光扫描、物联网传感、深度学习、无人机搭载设备等技术类型。机器视觉用来识别表面缺陷，激光扫描做三维几何测量，物联网传感支持实时健康监测，深度学习对损伤进行分类评估，无人机搭载设备则用于高空检测。这些技术从数据采集、处理、损伤识别，到鉴定评估和报告生成，各个环节都实现了自动化和标准化。

关键词：建筑工程检测鉴定；智能化技术；结构健康监测；自动化数据采集

引言：建筑工程检测鉴定，是用来获取结构承载力、变形、裂缝、材料强度这些关键指标的主要技术手段，直接关系到建筑能不能安全使用、剩余寿命有多少。随着既有建筑数量不断增加，使用环境也越来越复杂，传统检测方法在精度、效率和客观性上的短板越来越明显，已经很难满足现代工程对数据全面性和实时性的要求。机器视觉、激光扫描、物联网传感、深度学习、无人机搭载设备这些智能化技术的引入，让数据采集、处理、损伤识别、鉴定评估、报告生成各环节都有了自动化和标准化的方案，推动检测鉴定质量整体上了一个台阶。

1 建筑工程检测鉴定的技术需求与传统方法局限

1.1 检测鉴定的主要内容

建筑工程检测鉴定的核心，是获取结构当前状态的关键指标，比如结构承载力、变形、裂缝、材料强度、耐久性这些。这些指标直接决定了建筑能不能安全使用、剩余寿命还有多少。随着既有建筑数量不断增加，使用环境也越来越复杂，对检测鉴定提出了更高频率、更高精度的要求。传统方法在面对复杂结构或者大规模检测任务时，流程设计和技术手段已经很难满足现代工程对数据全面性和实时性的需求，在响应速度、数据处理能力和现场适应性方面的短板也越来越明显。

1.2 传统检测方法的操作流程与耗时特征

传统检测方法的流程一般是：先现场踏勘，然后布测点、架仪器、采数据、做记录整理，最后回室内做数据处理和分析。整个流程里，数据采集阶段最花时间，特别是遇到测点很多需要一一点动手动测量的时候，设备得反复挪，读数也得一遍遍来。后面的数据整理和计算同样要靠人工操作，很难批量处理。大多数传统方法

还要求检测期间结构处于特定的荷载状态或环境条件下，这样一来，现场等待和准备的时间又拉长了，整个检测周期动不动就是几天甚至几周。

1.3 传统方法在数据采集精度、效率、主观性方面的不足

在数据采集精度方面，传统方法受限于仪器量程和分辨率，很难捕捉到微小变形或早期裂缝的细微变化，长期监测中还会出现零点漂移。在效率方面，人工逐点测量没法同时获取多个位置的数据，碰到大跨度或者高层建筑时，测点布设和数据获取过程特别慢。在主观性方面，测点选在哪、什么时候读数、异常数据怎么处理，都依赖操作人员的经验，不同的人测出来的原始数据可能差别很大^[1]。这些不足直接影响了检测结果的可比性和可重复性，很难满足高可靠性的鉴定需求。

2 智能化检测技术的分类与原理

2.1 基于机器视觉的表面缺陷识别技术

该技术通过高分辨率图像采集设备拍下结构表面的影像，再用图像处理算法对影像做增强、分割和特征提取。它的核心原理是把可见光的反射差异转换成灰度或色彩变化，从而识别出裂缝、剥落、锈蚀这些表面缺陷的空间分布和几何特征。系统能自动把背景噪声和真实的损伤区域区分开，还能对缺陷的长度、宽度、走向进行量化记录。跟传统目视检查比起来，这项技术让缺陷识别过程有了可重复性和标准化，避免了人工判读带来的主观差异。

2.2 基于激光扫描与点云处理的三维几何测量技术

该技术向结构表面发射激光脉冲，测量脉冲往返时间或相位差，算出传感器到被测点之间的距离。大量的

测距结果在空间坐标系里形成密集的点云,每个点都带有精确的三维坐标信息。点云数据做完去噪、配准、曲面重建这些处理后,就能生成结构实际几何形态的数字模型。这项技术可以获取整体和局部的几何变形,比如整体倾斜、局部弯曲、截面尺寸偏差、表面不规则程度,为结构承载力分析提供准确的几何输入参数。

2.3 基于物联网传感的结构健康实时监测技术

该技术把多种类型的传感器布设在结构的关键部位,传感器持续采集应变、位移、温度、振动这些物理量。采集的数据通过有线或无线传输网络,按设定的时间间隔传到数据处理终端。系统可以实现全天候连续监测,记录结构在正常使用荷载和环境作用下的响应变化。当监测数据超出预设的阈值时,系统会发出提示信息。这项技术的核心优势,是能获取结构性能随时间演变的完整过程,弥补了单次检测只能反映瞬时状态的不足。

2.4 基于深度学习的损伤模式分类与评估技术

该技术先搭好多层神经网络模型,然后用大量标注好的损伤样本对模型进行训练。训练过程中,网络会自动学习从原始数据到损伤类别之间的复杂映射关系,不需要人工去设计特征提取规则。训练充分之后,模型就能对新的检测数据快速做出损伤分类,识别出裂缝、材料劣化、连接节点松动等不同损伤模式,还能评估损伤的严重程度^[2]。随着训练样本数量增加,模型的识别准确率和泛化能力也会进一步提升,形成持续优化的评估能力。

2.5 基于无人机搭载设备的高空检测技术

该技术把图像采集、激光测距或其他传感设备集成在无人飞行平台上,通过地面控制系统规划飞行路径和采集参数。无人机飞到建筑高区或者不容易上去的外立面、屋顶、檐口这些部位,在保持安全距离的同时完成多角度数据采集。飞行平台具备姿态稳定和定位功能,确保采集的数据有明确的空间参考。这项技术解决了传统检测中需要搭脚手架或者用登高设备的难题,降低了高空作业的安全风险,也提高了对高区结构表面的可达性和检测覆盖面。

3 智能化技术在检测各环节的具体应用

3.1 数据采集环节:自动化测量替代人工读数

在数据采集环节,智能化技术把各类传感器和自动控制设备集成在一起,实现了测量过程的自动化运行。系统会根据预设的测点位置和采集频率,自动完成传感器激活、数据读取、信号转换和初步存储,不需要检测

人员逐点操作和记录。自动化测量能保证每次采集的条件都一样,减少因人为操作不同造成的数据偏差。这种方式支持多点同步采集和大范围连续扫描,短时间内就能拿到大量原始数据^[3]。传统人工读数需要反复移动设备、记数值、再核对,自动化测量则大大降低了现场作业时间和劳动强度,提升了数据采集的客观性和可追溯性。

3.2 数据处理环节:算法模型替代经验判断

在数据处理环节,智能化技术把原本依赖专业经验的操作交给算法模型来完成。系统自动清洗采集到的原始数据,剔除明显异常或受干扰的数据点,然后根据预先建立的数学模型做信号滤波、特征提取和参数计算。算法模型的处理规则一旦定下来,就高度一致,避免了不同人员因为经验差异对同一组数据采用不同处理方式的问题。算法模型还能处理传统人工方式很难完成的复杂计算,比如大量数据的统计分析或多源数据的融合处理。

3.3 损伤识别环节:图像识别替代目视检查

在损伤识别环节,智能化技术用图像识别系统取代了传统的目视检查。系统对采集到的结构表面影像做逐像素分析,根据颜色、纹理、边缘梯度这些视觉特征,自动判断有没有损伤,还能确定损伤的类型、位置和几何尺寸。图像识别能发现人眼不容易察觉的细微裂缝或者早期劣化迹象,而且识别标准在整个检测过程中始终保持一致。不受检测人员视觉疲劳、光照条件适应能力以及主观判断差异的影响。系统还可以对比同一部位不同时期的影像,看出损伤的发展变化趋势。

3.4 鉴定评估环节:数据驱动模型替代纯理论计算

在鉴定评估环节,智能化技术用数据驱动模型代替了传统的纯理论计算方法。数据驱动模型利用大量实际检测数据和结构响应数据来构建,通过分析输入参数与结构性能之间的统计关系,输出评估结果。这个模型能吸收不同结构类型、不同损伤模式下的实测信息,让评估结果更贴近结构的实际状态。传统理论计算往往依赖简化假设和理想边界条件,数据驱动模型则可以直接反映现场检测到的几何偏差、材料不均匀性以及实际损伤分布对承载力的综合影响。

3.5 报告生成环节:智能系统辅助输出结论

在报告生成环节,智能系统利用检测数据和评估结果自动辅助完成结论输出。系统把各环节得到的量化数据、识别出的损伤信息以及评估指标,按标准格式整理好,生成描述性的结论段落和数据汇总表^[4]。智能系

统还能按照预设的逻辑规则,给出结构安全等级或使用状态的初步判断,并把判断依据和对应的检测数据关联起来。检测人员只需要审核和确认系统输出的内容,不用从头去写检测结论。

4 智能化技术提升检测鉴定质量的关键路径

4.1 提高检测数据的客观性与可重复性智能化技术通过标准化的采集流程与算法驱动的数据处理方式,显著提升了检测数据的客观性。设备按照预设程序执行测量操作,不因操作人员的不同而改变测点位置、采样频率或读数时机,从而消除了人工操作中固有的主观随意性。每一次检测均遵循完全相同的技术参数与执行逻辑,使得同一结构在不同时间或由不同人员进行的检测能够获得高度一致的结果。实际应用中,采用智能化图像采集系统对同一裂缝进行多次识别,其宽度测量结果的偏差可控制在 0.02mm 以内,而传统人工采用裂缝对比卡判读的偏差通常达到 0.1mm。

4.2 缩短检测周期与降低人工成本智能化技术通过自动化测量与批量数据处理大幅缩短了检测周期。传统检测中需要人工逐点完成的采集工作,由自动化设备在短时间内同步完成,现场作业时间显著减少。对于建筑面积达到 10000m² 的中型结构,传统方法完成全部测点的数据采集通常需要 3 个工作日,而采用自动化测量系统可在 0.5 个工作日内完成。数据处理环节的算法自动分析替代了人工逐项计算与复核,使得从原始数据到鉴定结论的时间跨度由原来的 5 个工作日压缩至 0.5 个工作日。检测周期的缩短直接降低了现场检测的人员占用时间,常规检测任务所需现场作业人数可从 6 人减少至 2 人。

4.3 实现检测范围的全覆盖与无盲区智能化技术使检测范围能够覆盖结构的全部关键部位,消除了传统方法中难以企及的检测盲区。无人机搭载设备可到达建筑高区、外立面远端及屋顶边缘等人工难以安全接近的位置。激光扫描与全景成像技术能够对结构表面进行连续采集,单测站的有效扫描半径可达 50m,每秒采集数十万个三维点云数据,而传统方法采用全站仪逐点测量时,每 100m² 布设的测点通常不超过 30 个。物联网传感网络可布设于结构内部的隐蔽节点,单套系统支持接入

上百个无线传感器,获取传统检测无法直接测量的部位响应数据^[5]。

4.4 支持检测结果的量化表达与纵向对比智能化技术将检测结果以数值化形式精确输出,取代了传统方法中依赖文字描述的定性判断。缺陷的尺寸、变形的量值、材料强度的具体数值等均可直接记录,形成可计算的量化数据集。采用三维激光扫描技术获取的结构整体变形数据,其单点定位精度可达毫米级,能够识别累积变形量超过 5mm 的微小变化。这些量化结果便于在不同时间点之间进行纵向对比,准确判断同一结构上裂缝扩展、变形累积或强度衰减的变化速率与幅度。纵向对比能够识别结构性能演变的早期趋势,例如通过连续 3 次检测数据的对比,可判断裂缝宽度每月扩展速率是否超过 0.05mm 的阈值。

结束语

智能化技术借助机器视觉、激光扫描、物联网传感、深度学习、无人机搭载设备等手段,在数据采集、处理、损伤识别、鉴定评估、报告生成各环节实现了自动化和标准化。检测数据的客观性和可重复性明显提升,检测周期缩短了,检测范围也能做到全覆盖,结果还可以量化表达和纵向对比。随着算法模型和传感设备不断优化,智能化技术在建筑工程检测鉴定中的作用会越来越大,推动检测鉴定朝着高精度、高效率、全覆盖的方向持续发展。

参考文献

- [1] 刘承昊. 智能化技术在建筑工程检测鉴定中的应用探析 [J]. 城市开发, 2026(5): 114-116.
- [2] 张邦化. 无损检测技术协同优化框架在建筑工程质量鉴定中的应用 [J]. 模型世界, 2026(6): 180-182.
- [3] 陈磊. 建筑工程检测鉴定中动力特性测试技术分析 [J]. 砖瓦世界, 2025(21): 127-129.
- [4] 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.
- [5] 刘有文. 建筑工程检测鉴定中常见问题及其应对策略研究 [J]. 门窗, 2026(1): 187-189.