

智能化检测技术及其设备在建筑工程中的实践探索

陈永华

安徽中铁工程技术有限公司 安徽 合肥 230023

摘要：文章聚焦智能化检测技术及其设备在建筑工程中的实践探索。阐述了其相关理论基础，涵盖智能化检测技术、建筑工程检测及设备研发理论。介绍建筑工程中常见的智能化检测技术，如物联网监测、无人机遥感等。随后说明智能化检测设备的研发与应用流程，并结合大型建筑物外立面、大型铁路项目等实际案例，分析其在建筑工程中的应用效果，为行业提供实践参考。

关键词：智能化检测技术；建筑工程；实践探索

引言：在建筑工程领域，确保质量、安全与耐久性至关重要。传统检测方式存在效率低、精度不足等问题，难以满足现代建筑工程复杂多样的需求。随着科技飞速发展，智能化检测技术及其设备应运而生，凭借高效、精准、实时等优势，逐渐在建筑工程中占据重要地位。本文将深入探讨其理论基础、常见技术、设备研发应用及实际案例，以推动该技术在建筑工程中的进一步发展。

1 智能化检测技术及其设备相关理论基础

智能化检测技术及其设备的发展离不开坚实的理论基础，这些理论涵盖了智能化检测技术本身、建筑工程检测以及设备研发等多个方面，它们相互关联、相互支撑，共同为智能化检测技术在建筑工程领域的应用提供了科学依据。

1.1 智能化检测技术理论

智能化检测技术融合了传感器技术、信号处理技术、人工智能算法等多个领域的知识。传感器作为智能化检测的“触角”，能够实时感知被检测对象的各种物理量、化学量等信息，并将其转化为电信号或其他便于传输和处理的信号形式。信号处理技术则负责对传感器采集到的原始信号进行滤波、放大、特征提取等操作，去除噪声干扰，提取出能够反映被检测对象状态的关键特征信息。人工智能算法，如神经网络、模糊逻辑、支持向量机等，为智能化检测提供了强大的分析和决策能力。通过对大量历史数据的学习和训练，人工智能算法能够建立输入特征与被检测对象状态之间的复杂映射关系，从而实现对被检测对象的智能诊断、预测和评估。

1.2 建筑工程检测相关理论

建筑工程检测旨在确保建筑工程的质量、安全和耐久性，其理论基础涉及结构力学、材料力学、岩土工程等多个学科。结构力学理论用于分析建筑结构在不同荷载作用下的内力和变形情况，评估结构的承载能力和稳

定性。通过对结构的应力、应变等参数的检测和分析，可以判断结构是否处于安全状态^[1]。材料力学理论则关注建筑材料本身的力学性能，如强度、刚度、韧性等。了解材料的性能特点对于正确选择和使用建筑材料、评估材料的老化和损伤程度具有重要意义。岩土工程理论主要应用于地基基础检测，研究土壤和岩石的物理力学性质，分析地基的承载能力和沉降特性。在建筑工程检测中，需要综合运用这些理论，结合具体的检测对象和检测目的，选择合适的检测方法和指标，确保检测结果的准确性和可靠性。

1.3 智能化检测设备研发理论

智能化检测设备的研发需要综合考虑机械设计、电子技术、计算机科学等多方面的知识。机械设计理论用于设计检测设备的机械结构，确保设备具有合理的外形尺寸、运动方式和稳定性，能够满足不同检测场景的需求。电子技术理论则涉及传感器电路、信号调理电路、数据采集与传输电路等的设计，确保传感器采集到的信号能够准确、稳定地传输到计算机进行处理。计算机科学理论为智能化检测设备的软件系统开发提供了支持，包括操作系统、编程语言、数据库管理等方面的知识。通过编写高效的软件程序，实现对检测设备的控制、数据的处理和分析以及检测结果的显示和存储等功能。智能化检测设备的研发还需要遵循人机工程学原理，使设备的操作界面友好、易于使用，提高检测人员的工作效率。

2 建筑工程中常见的智能化检测技术

随着科技的不断进步，多种智能化检测技术在建筑工程中得到了广泛应用，这些技术具有高效、精准、实时等优点，能够有效提高建筑工程检测的质量和效率。

2.1 基于物联网的结构健康监测技术

物联网技术通过将各种传感器设备连接到互联网，实现对建筑结构的实时、远程监测。在建筑结构中布置

加速度传感器、位移传感器、应变传感器等多种类型的传感器,能够实时采集结构的振动、位移、应变等参数信息。这些传感器采集到的数据通过网络传输到监控中心,利用数据分析软件对数据进行处理和分析,及时发现结构的异常变化和潜在损伤^[2]。例如,对于大型桥梁结构,通过物联网技术可以实时监测桥梁在车辆荷载、风荷载等作用下的响应情况,评估桥梁的健康状况。一旦发现异常数据,系统能够及时发出警报,通知相关人员进行处理,有效预防桥梁事故的发生。

2.2 无人机与遥感检测技术

无人机具有灵活、便捷的特点,能够快速到达建筑现场的各个位置进行检测。搭载高清摄像机、红外热像仪等设备的无人机可以对建筑物的外观、结构进行全方位的拍摄和检测。通过高清摄像可以清晰观察建筑物表面的裂缝、渗漏等缺陷;红外热像仪则可以检测建筑物的热分布情况,发现隐蔽的保温缺陷、渗漏部位等。遥感检测技术则利用卫星、飞机等平台上的传感器,对大面积的建筑工程区域进行宏观监测。例如,在城市规划建设中,通过遥感影像可以快速获取城市建筑物的分布、高度等信息,为城市规划和建设提供数据支持。同时遥感技术还可以用于监测建筑工程对周边环境的影响,如土地利用变化、植被破坏等情况。

2.3 智能无损检测技术

智能无损检测技术能够在不破坏被检测对象的前提下,对其内部结构和缺陷进行检测和评估。常见的智能无损检测技术包括超声波检测、射线检测、涡流检测等。超声波检测利用超声波在材料中传播时的反射、折射等特性,检测材料内部的缺陷和结构变化。通过分析超声波的传播时间、幅度等参数,可以确定缺陷的位置、大小和形状。射线检测则是利用X射线或 γ 射线穿透材料的能力,根据射线在材料中的衰减情况来检测内部缺陷。涡流检测主要应用于导电材料的检测,通过在材料表面产生涡流,检测涡流的变化来判断材料表面和近表面的缺陷。智能无损检测技术结合了先进的传感器技术和信号处理算法,能够自动识别和分类缺陷,提高检测的准确性和效率。

2.4 机器人检测技术

机器人检测技术在建筑工程领域展现出了无可比拟的独特优势,尤其针对那些危险系数高、环境复杂或是人类根本难以涉足的检测场景,发挥着至关重要的作用。在地下管道检测工作中,管道内部空间狭窄、环境恶劣,可能存在有毒有害气体,人工检测不仅面临极大的安全风险,而且效率低下。而管道检测机器人凭借其

小巧灵活的身躯,能够轻松进入管道内部。它搭载了高清摄像机、各类高精度传感器等先进设备,可全方位、无死角地对管道内壁的腐蚀、破损状况,以及管道内的堵塞情况进行细致检测,并将数据实时回传。在高层建筑外墙检测时,外墙检测机器人则大显身手。它能够沿着建筑外墙自如爬行,不受高度和复杂结构的限制。通过搭载的高清摄像系统和专业的检测传感器,可精准发现墙面细微的裂缝、装饰层的脱落等隐患。机器人检测技术并非单一技术的运用,而是集成了机械设计、电子控制、计算机视觉等多个前沿领域的技术成果。这使得机器人能够实现自主导航、智能避障,精准完成数据采集和深入分析等功能,极大地提升了检测工作的安全性和效率,为建筑工程的质量保障提供了有力支持。

3 智能化检测设备的研发与应用

智能化检测设备的研发与应用是智能化检测技术在建筑工程中落地的关键环节,通过合理的设计研发、性能测试与优化,能够使设备更好地满足实际检测需求。

3.1 智能化检测设备的设计与研发

智能化检测设备的设计与研发需要根据具体的检测任务和需求进行。首先,要明确设备的检测对象、检测参数和检测精度等要求。例如,如果是用于混凝土强度检测的设备,需要确定采用哪种无损检测方法(如回弹法、超声回弹综合法等),以及设备的测量范围、精度等指标^[3]。然后,进行设备的总体设计,包括机械结构、电子电路和软件系统的设计。在机械结构设计方面,要考虑设备的便携性、稳定性和适用性;电子电路设计要确保传感器信号的准确采集和传输;软件系统设计则要实现设备的控制、数据处理和结果显示等功能。在设计过程中,还需要充分考虑设备的成本、可靠性和可维护性等因素,采用模块化设计思想,便于设备的升级和维护。

3.2 智能化检测设备的性能测试与优化

在智能化检测设备研发完成后,需要对其进行严格的性能测试,以确保设备满足设计要求。性能测试包括功能测试、精度测试、稳定性测试等多个方面。功能测试主要验证设备是否能够实现预期的检测功能;精度测试则通过与标准设备或已知参数的样本进行对比,评估设备的测量精度;稳定性测试考察设备在长时间运行过程中的性能变化情况。根据性能测试结果,对设备进行优化和改进。例如,如果发现设备的测量精度不满足要求,可以对传感器进行校准或更换更精确的传感器;如果设备的稳定性较差,可以优化电子电路设计或改进机械结构,减少外界干扰对设备性能的影响。

3.3 智能化检测设备在建筑工程中的实际应用探索

在建筑工程领域，智能化检测设备的研发与应用正成为提升工程质量与效率的关键力量。研发环节聚焦多学科融合，机械设计确保设备适应复杂建筑环境，如为狭窄空间检测设计小巧灵活结构；电子技术保障传感器精准采集与稳定传输数据，像采用高精度、抗干扰的传感器电路；计算机科学赋予设备智能分析与决策能力，通过先进算法快速处理海量数据。实际应用中，智能化检测设备展现出巨大价值。在大型桥梁检测里，基于物联网的结构健康监测设备可实时采集振动、应变等数据，结合无人机拍摄的外观影像，全方位评估桥梁状态，及时发现潜在损伤。对于地下管道，智能检测机器人能深入内部，利用高清摄像与传感器检测内壁腐蚀、堵塞情况，精准定位问题。这些设备不仅提高了检测的准确性与全面性，还降低了人工检测的风险与成本，推动建筑工程向智能化、精细化方向发展，为行业的高质量发展奠定坚实基础。

4 智能化检测技术及其设备在建筑工程中的实践案例分析

通过对实际建筑工程中智能化检测技术及其设备应用案例的深入分析，能够总结经验教训，为今后的工程实践提供参考。

4.1 案例一：建筑外立面平整度自动化检测

建筑墙面平整度是用来描述墙体表面的凹凸和墙面整体薄厚均匀的程度，是建筑物工程质量验收的重要标准之一。当前，墙面平整度的测量方法主要依赖于靠尺、塞尺等简易方式，这种检测方法由于选取检测点的随机性，因此也会带来检测精度不高，检测速度慢、效率低、安全隐患大等问题。应用三维激光扫描技术对外墙立面进行检测，获取外墙缺陷热力云图，根据热力云图出具需要修补缺陷位置的网格图，最后基于无人机对缺陷位置现场喷涂油漆标识，再多标识位置进行修补。通过将三维激光扫描技术和无人机应用在墙面平整度测量中提升了检测的效率和全面性，减少了安全隐患。



图1 传统外立面检测 图2 三维激光扫描外立面检测

4.2 案例二：智能混凝土试验室在铁路项目中应用

智能混凝土检测是针对传统铁路项目混凝土试件成型、脱模、养护及力学试验过程中存在的检测环境差、

劳动强度大、成本高、安全风险及人为误差等问题而设计的智能化解决方案，涵盖混凝土制件、养护、抗压三个模块。其制作模块通过混凝土上料设备、浇注振动设备、脱模打码设备及六轴机械臂实现试件的标准化制作与信息录入；养护模块依托养护架、自动码垛机器人及进出库输送机，结合自动化调度软件精准规划养护周期并自动出库；检测模块则利用外观尺寸检测设备、压力机及六轴机械臂完成试件上料、检测、抗压试验及结果生成的全流程自动化，显著提升了试件品质、养护效率与检测精度。

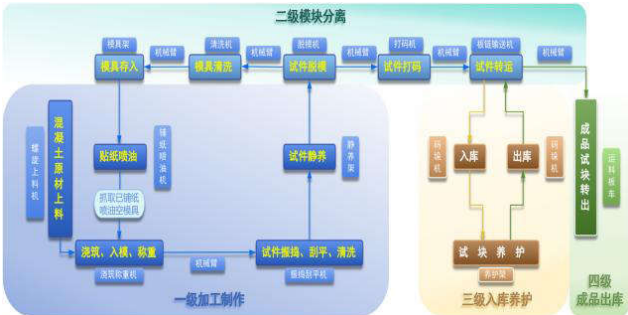


图3 智能混凝土检测流程

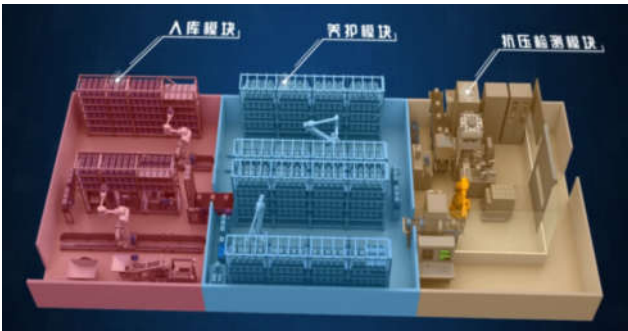


图4 智能混凝土检测模型

结束语

智能化检测技术及其设备在建筑工程中的应用已取得显著成效，通过多种技术的协同与实际案例的验证，有效提升工程质量、保障施工安全、缩短工期并降低了成本。然而，该领域仍有广阔发展空间，未来需持续创新技术、优化设备，加强人才培养与标准制定，以更好地适应建筑工程的发展需求，推动行业向智能化、精细化方向迈进。

参考文献

[1]陈燕萍.基于AIGC技术的室内设计工作流程智能化改进与实践[J].中国建筑金属结构,2024,23(12):97-99.
[2]蒋鹏.建筑工程质量监督中计量检测技术的作用[J].中国住宅设施,2024,(12):65-67.
[3]赵振云.建筑工程电气照明系统的智能化技术应用[J].中国照明电器,2025,(01):175-177.