

建筑工程施工中智能化监测技术的研究与应用

柳晓华

(浙江精工钢结构集团有限公司, 浙江 绍兴 312000)

摘要 随着科技的飞速发展,智能化技术正逐步渗透到各行各业,建筑工程领域也不例外。在建筑工程施工中,保证施工安全、质量和进度一直是建设方关注的重点。然而,传统的监测方法往往受时间和空间的限制,难以实现对监测数据的实时、准确采集和分析。因此,智能化监测技术的引入成为解决这一难题的关键。通过智能化监测技术,施工人员可以及时掌握施工过程中的各项数据变化,预测潜在风险,从而做出科学的施工决策。本文就建筑工程施工中智能化监测技术展开探讨,以期为相关人员提供借鉴。

关键词 建筑工程; 智能化监测技术; 人工智能; 大数据驱动; 物联网技术

中图分类号: TP277; TU74

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.07.010

0 引言

智能化监测技术融合了先进的传感器技术、数据采集与处理技术、现代信息技术以及人工智能算法,能够对施工现场的各项关键参数进行实时监测和分析。这些参数包括但不限于建筑物结构变形、地基沉降、温湿度、噪声、风速等,它们对于评估施工安全、质量和进度至关重要。

1 智能化监测技术在建筑工程施工中的优势

1.1 实时监测能力

传统的监测方式往往依赖于人工巡检和定期检测,这种方式不仅耗时费力,而且难以及时捕捉到施工过程中的细微变化。而智能化监测技术则通过安装高精度传感器和其他监测设备,能够实时监测建筑物施工过程中的各项关键参数,如温度、湿度、振动等。这种实时监测的能力,使得施工人员能够迅速获取施工现场的实时数据,从而及时发现问题并进行调整。例如,在混凝土浇筑过程中,通过监测混凝土的温度和湿度变化,可以及时发现并纠正可能导致裂缝产生的因素,从而确保施工质量^[1]。

1.2 数据准确性高

传统的监测方式往往受限于人为因素和测量工具的精度,导致数据存在一定的误差。而智能化监测技术则通过高精度传感器和先进的监测系统,能够实时准确地采集数据,并将数据传输到系统中进行分析和处理。这些数据不仅可以用于实时监测建筑物的施工过程,还可以用于后续的数据分析和建模,为施工过

程的优化和改进提供有力支持。例如,通过监测和分析建筑物的振动数据,可以评估结构的稳定性和安全性,从而及时采取措施进行加固和修复。

1.3 提高施工效率

在传统的施工模式中,施工人员往往需要花费大量时间和精力来监测和管理施工过程,这不仅降低了施工效率,还增加了人力成本。而智能化监测技术则通过实时监测和数据分析,帮助施工人员快速掌握施工进度和质量情况,从而能够及时调整施工计划和优化资源配置。同时,智能化监测技术还能够及时发现施工过程中的安全隐患,如坍塌、断裂等,通过预警系统及时提醒施工人员采取应急措施,避免安全事故的发生。这种智能化的管理方式不仅提高了施工效率,还保障了施工人员的安全^[2](见表1)。例如,在高空作业中,通过监测作业人员的身体状态和作业环境的安全状况,可以及时发现并纠正不安全行为,从而避免高空坠落等安全事故的发生。

2 建筑工程施工中智能化监测技术要点

2.1 人工智能与大数据驱动的施工应用

通过在施工现场部署智能传感网络,系统能够实时采集包括设备运行状态、施工环境参数、作业人员行为等多维度数据。这些原始数据经过边缘计算节点的初步处理和筛选后,被传输至云平台进行深度分析。在云平台端,先进的机器学习算法能够从海量历史数据中提取有价值的施工经验,构建预测模型。这些模型不仅可以对施工进度、资源消耗、质量风险等关键

指标进行准确预测，还能基于实时数据动态优化施工方案^[3]。在安全管理方面，人工智能系统通过分析施工现场的视频流和传感器数据，能够及时识别危险行为和不安全状态，实现风险的前置预警。同时，基于深度学习的计算机视觉技术，可以自动检测建筑构件的质量缺陷，显著提升质量检验的效率和准确性。云计算平台的引入则为这套智能化系统提供了强大的计算支持和数据管理能力。通过统一的云端数据中心，各参建方能够便捷地访问和共享项目信息，实现协同决策。特别是在大型复杂项目中，云平台支持的 BIM 模型协同与版本管理，极大地提升了设计变更和施工优化的效率。边缘计算技术的应用则很好地解决了数据实时性的问题，通过在施工现场部署边缘服务器，系统能够在毫秒级别完成数据的采集、分析和响应，为现场管理提供及时有效的决策支持。这种“云—边—端”协同的智能化架构，正在推动建筑施工向着更加精细化、智能化的方向发展。随着 5G 通信技术的普及和算力的提升，这种基于人工智能与大数据的智慧施工模式将获得更广泛的应用，不断提升建筑工程的质量、效率 and 安全性。

表 1 建筑施工智能化技术应用效果对比

项目	传统施工方法	智能化施工方法	提升幅度
施工效率	低效，依赖人工	高效，自动化	40%
施工质量	易受人为因素影响	精确控制，实时监测	30%
施工安全	高风险，事故率高	低风险，预警系统	25%
资源利用	浪费严重，管理困难	优化配置，高效利用	55%
信息化管理	信息孤岛，决策滞后	实时数据，智能决策	60%

2.2 虚拟现实与增强现实技术的应用

基于三维建模和实时渲染技术，VR 系统能够构建高度逼真的数字施工环境，使项目团队能够在施工前进行全方位的虚拟预演^[4]。在这个数字孪生空间中，工程师可以模拟不同施工工序的衔接过程，评估各类施工方案的可行性，并对潜在的技术难点和安全隐患进行提前识别与预防。这种数字化预演不仅优化了施工组织设计，还显著减少了现场返工和物料浪费。在施工人员培训方面，VR 技术通过构建多场景互动式学习环境，让施工人员能够在零风险的虚拟空间中反复演练各类专

业操作。系统不仅可以模拟常规施工场景，还能重现各类危险工况和突发事件，帮助工人掌握应急处置技能。这种沉浸式学习方式大幅提升了培训效果，降低了传统现场培训的安全风险和成本投入。与此同时，AR 技术则通过将数字信息叠加到现实场景中，为施工现场管理提供了全新的解决方案。施工人员通过配备 AR 智能眼镜，可以实时获取建筑信息模型（BIM）中的施工细节、工艺要求和质量标准。系统还能根据工人的视角自动调整显示内容，确保信息的精准传达。在复杂节点施工过程中，AR 技术可以将虚拟管线、预埋件等关键构件投影到实际空间，帮助工人准确把握安装位置和施工尺寸。对于建筑设计师和业主而言，AR 技术提供了更直观的方案展示与优化手段。通过 AR 设备，各方可以在实际建设场地中实时查看并比较不同的设计方案，评估其与周边环境的协调性，从而做出更科学的决策。这种虚实结合的可视化手段，极大地提升了设计沟通的效率，减少了后期变更带来的损失。随着 5G 通信和边缘计算技术的发展，VR/AR 设备的交互性能和显示效果将获得进一步提升，这些创新技术必将在建筑工程全生命周期中发挥更加重要的作用，推动整个行业向着更加智能化、信息化的方向迈进^[5]。

2.3 物联网技术的应用

通过部署多层级的传感器系统，实现了从设备运行状态到施工环境参数的精确监测。在建筑设备管理层面，物联网平台通过集成空调、照明、电梯等核心设备的运行数据，构建了一个实时监控与远程调控的智能管理体系。系统不仅能够监测设备的运行参数，还可以基于深度学习算法对设备进行预测性维护，提前发现潜在故障，从而降低维护成本，提升设备可靠性。在施工设备管理方面，通过在机械设备上安装 GPS 定位模块和工况传感器，形成了一个精确的设备追踪与调度网络。这使得项目管理者能够实时掌握设备的位置信息、使用状态和运行效率，进而优化设备配置，提高资源利用率。特别是在大型施工项目中，这种智能化的设备管理模式显著提升了施工效率，减少了设备闲置和调度延误。在施工现场安全监控方面，物联网技术通过构建多维度的安全感知网络，实现了对危险源的全面监测，包括有毒气体探测器、振动传感器、倾斜传感器等在内的监测设备，形成了一个立体化的安全预警系统。当监测参数超出预设阈值时，系统能够自动触发报警并启动应急响应流程，有效降低了安全事故的发生概率。同时，在工地环境管理方面，物联网技术实现了对粉尘浓度、噪声水平、空气质量等环境指标的动态监测。系统不仅能够实时显示各项环境参数，还可以根据监测数据自动控制除

尘、降噪等环保设备的运行,确保施工现场始终保持良好的工作环境^[6]。

2.4 建筑工程智能化在智能照明系统中的应用

智能照明系统作为建筑工程智能化的重要组成部分,正逐步改变着传统照明方式,其以高度智能化、精细调控和高效节能的特点,为现代建筑提供了全新的照明解决方案。该系统融合了感知、调控与监管等多项先进技术,通过智能化手段实现了对照明设备的精细调控和优化管理,不仅为建筑内部营造了宜人的光照氛围,更在能源节约和照明效果提升方面取得了显著成效。智能照明系统能够依据环境状况自适应地调节亮度水平,这一功能得益于系统中部署的各类高精度传感器。这些传感器能够敏锐地捕捉到人员活动、光线强度以及周遭环境的变化,进而实时调整照明装置的亮度、色温等参数。例如,在阳光明媚的白天,当自然光线充足时,系统会自动调低灯光亮度,减少不必要的能源消耗;而在夜晚或人员活动密集的区域,系统则会智能地提高照明亮度,确保良好的视觉体验和安全性。这种自适应调节能力不仅提升了照明系统的灵活性和实用性,更在无形中促进了能源的节约和环境的保护。此外,智能照明系统还支持远程操纵和集中管控,用户只需通过手机应用程序或网络平台,就能轻松实现对照明设备的远程遥控。这种便捷的操作方式不仅提高了用户的舒适度和满意度,更使得照明系统的管理变得更加高效和智能。同时,智能照明系统还能与其他智能设备进行联动,如与安防系统、窗帘系统等无缝对接,实现更为丰富的功能和场景应用。例如,当安防系统检测到异常情况时,智能照明系统可以自动启动应急照明模式,为人员疏散和安全防范提供有力支持^[7]。

3 建筑施工中智能化施工技术的发展趋势

3.1 技术整合与跨界融合发展

在当今建筑施工领域,智能化施工技术的迅猛发展正引领着行业变革的新潮流,其中技术整合与跨界融合的趋势尤为显著。这一趋势不仅体现在各种智能化技术的相互渗透与深度融合上,更在于它们共同为建筑施工行业带来了前所未有的革命性变革。随着物联网、大数据、云计算等技术的不断成熟,它们与智能化施工技术的有机结合,使得建筑施工过程变得更加高效、精准和可控。例如,通过物联网技术,可以实现对施工现场各类设备和材料的实时监控和智能调度,从而提高施工效率,减少资源浪费。同时,大数据和云计算技术的应用,则为施工过程中的数据分析

和决策支持提供了强有力的保障。这种技术整合与跨界融合的趋势,不仅推动了建筑施工行业的数字化转型,更为行业的可持续发展注入了新的活力。

3.2 3D打印技术在建筑施工中的前景

近年来,3D打印技术在建筑施工领域的应用日益广泛,其独特的优势正在逐步显现。相较于传统建筑方式,3D打印技术允许直接在施工现场打印建筑构件,从而大幅简化了物流环节,节省了时间成本。这一创新方法不仅突破了传统建筑模式的束缚,使得设计师能够更自由地发挥创意,创造出复杂且独特的建筑形状和结构,还显著提升了施工速度和构件质量。通过高精度和高重复性的打印过程,3D打印技术确保了所打印构件的优异质量和稳定性,这对于提升建筑的整体性能 and 安全性具有重要意义。此外,3D打印技术的引入还有助于降低建筑施工的整体成本。它减少了材料浪费和后期修复的需要,通过自动化流程大幅减少了人力需求,从而进一步缩短了项目周期。

4 结束语

智能化监测技术在建筑工程施工中的研究与应用具有重要意义。它不仅提高了施工监测的效率和准确性,还为施工安全、质量和进度的全面把控提供了有力支持。随着技术的不断进步和应用场景的持续拓展,智能化监测技术将在建筑工程领域发挥更加重要的作用。未来应继续深化对智能化监测技术的研究,探索其在建筑工程施工中的更多应用场景。

参考文献:

- [1] 张琴,谷永新.无人机监测技术在建筑施工中的应用:开启智能化施工现场管理新篇章[J].建筑,2024(08):124-126.
- [2] 胡洁茹,王旭.绿色智能建造与智慧管理在建筑施工中的应用[J].城市建筑空间,2024,31(S1):206-207.
- [3] 吴瑜灵,王远利.BIM-IoT技术在轨道交通工程智能化施工中的应用研究[J].广东土木与建筑,2024,31(02):20-24.
- [4] 刘理.基于建筑智能化实训平台和Android的环境监测软件设计[J].佳木斯大学学报:自然科学版,2024,42(01):63-66.
- [5] 黄丹.建筑工程施工中智能化监测技术的研究与应用[J].中国战略新兴产业,2024(02):45-47.
- [6] 朱敬冬.建筑工程施工中智能化监测技术的研究与应用[J].智能建筑与智慧城市,2023(10):96-98.
- [7] 王柏柱,刘家赫,陈承超,等.现代建筑工程施工中的智能化机电设备安装技术[J].智能建筑与智慧城市,2021(06):130-131.