

智能建造技术在建筑安全中的实践

许晓恋

厦门特建投建工集团有限公司

DOI:10.12238/etd.v6i3.14402

[摘要] 随着建筑行业的快速发展,建筑安全问题日益受到关注。智能建造技术作为现代科技与建筑行业深度融合的产物,为建筑安全管理提供了新的解决方案。本文系统探讨了智能建造技术在建筑安全中的应用实践,包括智能监测系统、自动化施工设备、建筑信息模型(BIM)以及人工智能(AI)等技术的具体应用。通过分析这些技术的优势与挑战,本文旨在为建筑行业提供可操作的技术指导,推动建筑安全管理水平的提升。研究结果表明,智能建造技术能够有效提高施工效率、降低安全风险,并为建筑全生命周期的安全管理提供支持。未来,随着技术的不断进步,智能建造将在建筑安全领域发挥更加重要的作用。

[关键词] 智能建造; 建筑安全; BIM; 人工智能

中图分类号: TB381 **文献标识码:** A

The Practice of Intelligent Construction Technology in Building Safety

Xiaolian Xu

Xiamen Special Housing Construction Engineering Group Co., Ltd

[Abstract] With the rapid development of the construction industry, building safety issues are increasingly receiving attention. Intelligent construction technology, as a product of the deep integration of modern technology and the construction industry, provides new solutions for building safety management. This article systematically explores the practical application of intelligent construction technology in building safety, including the specific applications of intelligent monitoring systems, automated construction equipment, building information modeling (BIM), and artificial intelligence (AI) technologies. By analyzing the advantages and challenges of these technologies, this article aims to provide actionable technical guidance for the construction industry and promote the improvement of building safety management level. The research results indicate that intelligent construction technology can effectively improve construction efficiency, reduce safety risks, and provide support for safety management throughout the entire life cycle of buildings. In the future, with the continuous advancement of technology, intelligent construction will play a more important role in the field of building safety.

[Key words] intelligent construction; Building safety; BIM; artificial intelligence

建筑行业作为国民经济的重要支柱,其安全问题始终是行业发展难以忽视的关键痛点。传统建筑安全管理模式高度依赖人工巡检与经验判断,不仅存在信息获取滞后、风险识别不精准等弊端,而且管理效率低下,难以满足现代建筑工程复杂化、规模化的安全管控需求,致使安全事故频发。近年来,物联网、大数据、人工智能等新一代信息技术蓬勃发展,为建筑行业带来了变革契机,智能建造技术应运而生并逐渐成为行业重要发展方向。该技术深度融合先进科技与建筑实践,从智能监测实时感知隐患、自动化施工降低高危风险,到BIM技术实现全生命周期可视化、人工智能辅助精准风险预判等多维度,为建筑安全管理提供了系统性、创新性的解决方案。本文将深入剖析这些技

术的具体应用,探讨其优势与挑战,展望未来趋势,为行业技术创新与实践提供有益参考。

1 智能建造技术概述

1.1 智能建造的定义与发展

智能建造是以先进技术为依托,实现建筑从规划设计、施工建造到运营维护全生命周期智能化管理与精准控制的新型建造方式。其核心在于深度融合物联网、大数据、人工智能、区块链等前沿技术,在规划阶段,借助数字孪生技术模拟分析设计方案可行性;施工阶段,利用智能监测系统实时感知风险;运营阶段,通过智慧运维平台实现设备的预测性维护。通过对各环节进行数字化重塑与智能化升级,有效提升生产效率,降低安全风险,

优化资源配置。智能建造技术历经传统机械化、数字化两大阶段,近年来,5G通信的高速传输、云计算的强大算力,加速其迭代升级,成为推动建筑行业转型升级、实现高质量发展的核心驱动力。

1.2 智能建造的核心技术

智能建造技术的核心涵盖物联网(IoT)、建筑信息模型(BIM)、人工智能(AI)以及自动化施工设备等关键要素^[1]。物联网通过遍布建筑各处的传感器网络,如同人体的神经网络,实时采集结构应力、温湿度、风速风向等环境参数,以及人员定位与行为轨迹等多源数据,为安全管理筑牢数据根基;BIM技术借助三维可视化建模与全生命周期数据集成,实现从设计方案优化、施工进度管控到运维设备管理的一体化闭环;人工智能运用机器学习算法,深度挖掘海量数据背后的规律,精准预判安全风险并提供科学决策依据。这些技术相互协同、深度融合,共同构建起智能建造技术体系的核心框架,全方位赋能建筑行业智能化转型^[2]。

2 智能建造技术在建筑安全中的应用

2.1 智能监测系统的应用

智能监测系统是建筑安全管理不可或缺的关键工具。在施工现场,通过科学部署多类型传感器网络,构建起全方位的数据采集体系。高精度的振动与位移传感器如同建筑的“神经末梢”,可精准捕捉建筑结构在施工荷载、地震、强风等环境作用下的细微稳定性变化;气体传感器则时刻监测施工现场的甲烷、一氧化碳等有害气体浓度,一旦超标便迅速预警,有效防范中毒、爆炸风险;视频监控结合AI图像识别技术,像不知疲倦的“电子眼”,敏锐捕捉人员未系安全带、违规动火、疲劳作业等危险行为。这些多源数据借助5G、NB-IoT等物联网技术,快速、稳定传输至中央控制系统,经智能算法深度分析处理,一旦发现异常即刻触发声光、短信等多级预警,助力管理人员及时处置安全隐患,为建筑施工安全保驾护航。

2.2 自动化施工设备的安全优势

自动化施工设备凭借先进的技术手段,能够显著降低人工操作带来的风险。以智能塔吊为例,其搭载的高精度重量传感器、角度传感器与定位系统,可实时监测吊物重量、位置及运行轨迹,结合内置算法精准计算并动态调整吊装参数。当遇到多台塔吊交叉作业时,防碰撞系统能提前预警并自动规避,避免因人为判断失误导致的碰撞、坠落等意外事故。在高空幕墙安装、隧道挖掘等危险场景中,机器人技术展现出独特优势,高空作业机器人可在百米高空精准完成喷涂、安装任务,隧道挖掘机器人则能根据地质变化智能调整掘进策略,替代人工执行高风险任务,大幅减少人员暴露在危险环境中的时间。随着自动化设备的广泛普及,不仅提升了施工效率,更为建筑施工安全提供了坚实的保障。

2.3 BIM技术在安全管理中的作用

BIM技术在建筑安全管理中扮演着举足轻重的角色,其应用贯穿设计、施工与运维全流程^[3]。在设计阶段,通过三维建模与

数据集成,设计师能够对建筑结构进行可视化分析,精准识别疏散通道不畅、防火分区不合理等潜在安全隐患。同时,借助施工模拟功能,提前预判施工难点与风险点,优化施工方案,从源头降低安全风险。进入施工阶段,BIM模型与智能监测系统深度融合,实时同步建筑结构状态、设备运行数据等信息,为安全管理提供动态支持。在运维阶段,BIM技术更是为设施设备维护、应急管理等工作提供详实的数据基础,真正实现建筑全生命周期的安全管理闭环^[4]。

2.4 人工智能在安全风险评估中的应用

人工智能技术凭借机器学习与数据分析的强大能力,为建筑安全风险评估带来了革命性的智能化支持。在实际应用中,通过收集海量历史事故数据、施工环境参数以及人员行为信息,利用机器学习算法构建风险预测模型,能够精准预测特定施工环境下的安全风险。例如,针对深基坑施工,模型可结合地质条件、支护结构参数等数据,提前预判坍塌风险,并生成加固方案、监测频率调整等针对性预防措施。同时,借助图像识别与行为分析技术,人工智能系统如同智能“安全卫士”,可24小时实时监控施工现场,快速识别未佩戴防护装备、违规操作等危险行为,自动报警并推送整改通知。其应用不仅大幅提升了安全管理效率,更为建筑行业科学决策筑牢了数据根基。

3 智能建造技术在建筑安全中的挑战

3.1 技术成本与实施难度

尽管智能建造技术在建筑安全领域展现出显著优势,但其高昂的技术成本与复杂的实施过程,仍是行业推广应用面临的主要障碍。以智能监测系统为例,其部署不仅需要施工现场大量铺设各类传感器,还需配备高性能网络设备与数据处理终端,仅硬件投入就高达数十万元。而BIM技术的应用,从建模、协同到运维管理,都需要专业技术团队支撑,且软件授权、硬件升级费用不菲。这些因素叠加,使得智能建造技术应用成本居高不下,尤其对资金与技术实力较弱的中小型项目而言,难以承受,严重限制了该技术的广泛普及。

3.2 数据安全与隐私问题

智能建造技术依赖于大量的数据采集与传输,由此衍生的数据安全与隐私保护问题成为行业发展的关键挑战。在实际应用中,施工现场的视频监控数据包含工人的行为轨迹,其中涉及个人隐私信息;而建筑结构的应力、位移等监测数据,一旦被恶意获取和利用,可能危及建筑安全甚至被用于不正当竞争。此外,数据在传输和存储过程中,还面临着黑客攻击、数据泄露等风险^[5]。因此,如何构建完善的数据加密、访问控制与隐私保护机制,确保数据的安全性与合规性,已成为智能建造技术广泛应用亟待攻克的重要课题。

3.3 技术与人才的匹配问题

智能建造技术的广泛应用对专业技术人才提出了更高要求,然而当前建筑行业人才结构与实际技术需求间存在显著鸿沟。以BIM技术为例,其全生命周期管理不仅要求掌握建筑设计、施工知识,还需精通三维建模、数据集成等信息技术;人工智能的应

用则需要人员兼具建筑工程与机器学习、数据分析等跨学科能力。但现实中,传统建筑从业者多局限于工程技术领域,对新兴数字技术较为陌生。因此,通过优化高校学科设置、加强企业与院校合作培养,以及出台人才引进政策等举措,打造复合型人才队伍,成为推动智能建造技术普及的关键所在。

4 智能建造技术在建筑安全中的突破路径

4.1 技术融合与创新

未来,智能建造技术将进一步融合物联网、人工智能、区块链等新兴技术,为建筑管理带来质的飞跃,实现更高效与安全的管控^[6]。区块链技术作为分布式账本,其加密算法能对建筑全流程数据加密,确保数据不被篡改,且多方参与的特性提升了数据透明度,在共享关键数据时,保障各方权益与数据安全。同时,虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术将在建筑安全培训与应急演练中发挥关键作用。借助VR技术,工人能身临其境地感受高空坠落、火灾等危险场景,强化安全意识;AR技术则可在施工现场实时叠加安全提示、设备操作指南等信息,辅助工人规范作业,为建筑安全管理注入全新活力。

4.2 行业标准与政策支持

智能建造技术的推广进程,亟需行业标准与政策支持作为有力支撑。目前,由于缺乏统一规范,不同企业在技术应用上存在差异,影响协同与集成。未来,政府与行业协会应加快制定智能建造技术标准,明确传感器部署、数据接口、系统兼容性等技术规范,为企业应用提供清晰指引。同时,通过设立财政补贴专项资金,对采用智能建造技术的项目给予资金扶持,以及实施税收优惠政策,减免相关设备采购、软件开发的税费,切实降低企业技术应用成本,激发市场主体积极性,加速智能建造技术在建筑行业的全面普及。

4.3 智能化建筑安全生态系统的构建

未来,智能建造技术将成为构建建筑安全生态系统的核心驱动力。通过深度整合建筑设计阶段的风险预控模型、施工阶段的实时监测数据,以及运维阶段的设备运行信息,构建起一体化的安全管理平台。该平台可实现从图纸安全审查、施工过程监控到后期维护预警的全链条贯通,借助物联网、大数据等技术实现数据的互联互通与智能分析。这一生态系统的形成,不仅能显著提升建筑行业安全管理的精准性与时效性,还能优化资源配置效率,为建筑行业的可持续发展筑牢安全根基,推动行业向智能化、绿色化转型。

5 结论与展望

5.1 结论

智能建造技术深度融合物联网、大数据、人工智能等前沿科技,为建筑安全管理带来革命性变革^[7]。实践表明,智能监测系统可实时感知建筑结构、环境及人员行为数据,提前预警安全隐患;自动化施工设备大幅降低高危作业风险;BIM技术实现全生命周期安全管理可视化;人工智能则精准预测风险、辅助科学决策。这些技术的综合应用,显著提升了施工效率,有效降低安全事故发生率,为建筑全生命周期安全管理筑牢技术防线。但当前智能建造技术推广仍面临技术成本高昂、数据安全隐患突出、专业人才短缺等现实困境,制约其大规模应用与普及。

5.2 展望

未来,随着5G、量子计算、区块链等技术的突破,智能建造技术将向更高水平迈进。多技术融合创新将催生更智能的安全管理系统,如区块链保障数据安全可信、数字孪生实现建筑状态实时仿真。政策层面,行业标准的完善与财政补贴、税收优惠等激励措施的实施,将有效降低技术应用成本。人才培养方面,高校与职业教育将加大复合型人才培养力度,填补人才缺口。通过技术、政策、人才协同发力,智能化建筑安全生态系统有望建成,推动建筑行业向智能化、安全化方向高质量发展,为建筑安全管理带来全新格局。

[参考文献]

- [1]黄琬云,姚红梅.数字时代民办高校智能建造人才培养研究[J].创新创业理论与实践,2024,7(08):108-111.
- [2]郭延峰,罗鑫,李明毅,等.近海淤泥复合地层深基坑安全管控技术研究进展[J].建筑技术开发,2022,49(07):46-49.
- [3]肖阳.机械设备自动化技术在建筑工程中的应用[J].造纸装备及材料,2024,53(03):56-58.
- [4]杨继东.基于BIM技术的三维城建档案接收保管和利用模式研究[J].数字与缩微影像,2017,(03):11-15.
- [5]叶成荫.基于云审计数据传输加密的随机数研究[J].电脑知识与技术,2021,17(07):50-51.
- [6]李旖旎.B集团中医健康养生业务市场开拓营销策略研究[D].南昌大学,2021.
- [7]张大为,王岩,戴春琴.智慧水务在海绵城市中的应用[J].市政技术,2020,38(06):215-219.

作者简介:

许晓恋(1989--),女,汉族,福建漳州人,本科,高级工程师,研究方向:建筑行业、建筑施工、建筑安全、资料归档、智能化项目。