

智能化施工技术在建筑工程中的创新与实践

任 旭

宜昌高新园林绿化有限公司 湖北 宜昌 443000

摘 要：随着科技的飞速发展，智能化施工技术正逐步渗透到建筑工程的各个领域，引发了建筑行业的深刻变革。本文深入探讨了智能化施工技术在建筑工程中的创新应用与实践成果。首先阐述了智能化施工技术的概念与内涵，分析了其在建筑工程中应用的必然性；接着从施工管理、施工工艺、施工安全监测等多个维度详细论述了智能化施工技术的创新点；随后通过实际工程案例展示了智能化施工技术的实践效果；最后对智能化施工技术在建筑工程中的未来发展进行了展望。

关键词：智能化施工技术；建筑工程；创新应用；实践效果；未来发展

1 引言

建筑工程作为国民经济的重要支柱产业，其发展水平直接影响着国家的经济实力和人民的生活质量。传统建筑工程施工方式往往存在劳动强度大、施工效率低、质量控制难、安全风险高等问题，难以满足现代社会对建筑工程快速、优质、安全、环保的需求。在此背景下，智能化施工技术应运而生，它融合了信息技术、自动化技术、人工智能技术、物联网技术等多种先进技术，为建筑工程施工带来了全新的理念和方法，成为推动建筑行业转型升级的关键力量。智能化施工技术的创新与实践不仅改变了传统建筑工程的施工模式，还为建筑行业的可持续发展注入了新的活力，研究其在建筑工程中的应用具有重要的现实意义。

2 智能化施工技术在建筑工程中应用的必然性

2.1 满足建筑工程规模与复杂度不断提升的需求

随着城市化进程的加速和建筑技术的不断进步，建筑工程的规模越来越大，结构形式越来越复杂，功能要求也越来越多样化。例如，超高层建筑、大型综合体建筑、地下空间开发等项目不断涌现，这些项目施工难度大、技术要求高、施工周期长，传统施工方式难以应对。智能化施工技术通过精确的测量、高效的施工设备和智能化的管理系统，能够更好地满足大型复杂建筑工程的施工需求，确保工程质量和施工安全。

2.2 应对劳动力短缺与成本上升的压力

近年来，建筑行业面临着劳动力短缺和劳动力成本不断上升的严峻挑战。一方面，随着人口老龄化的加剧，建筑行业劳动力供给逐渐减少；另一方面，建筑工人工资水平不断提高，导致施工成本大幅增加。智能化施工技术的应用可以减少对大量人工的依赖，通过自动化设备和机器人完成一些重复性、高强度的施工任务，提高劳

动生产率，降低人工成本，缓解劳动力短缺的压力。

2.3 提升建筑工程质量与安全水平

建筑工程质量和安全是建筑行业的生命线，直接关系到人民群众的生命财产安全和社会稳定。传统施工方式由于人为因素影响较大，容易出现质量缺陷和安全事故。智能化施工技术通过精确的数据监测和智能化的控制手段，能够实时掌握施工过程中的各项参数，及时发现并纠正质量问题，确保施工质量符合标准要求^[1]。同时，利用智能化的安全监测系统可以对施工现场的安全隐患进行实时预警，有效预防安全事故的发生，保障施工人员的生命安全。

2.4 推动建筑行业绿色可持续发展

在全球倡导绿色环保、节能减排的大背景下，建筑行业也面临着转型升级的压力，需要实现绿色可持续发展。智能化施工技术有助于优化施工过程，减少资源浪费和环境污染。例如，通过智能化的施工管理系统可以精确控制建筑材料的使用量，避免过度采购和浪费；利用智能化的能源管理系统可以对施工现场的能源消耗进行实时监测和优化调控，降低能源消耗，减少碳排放，推动建筑行业向绿色化方向发展。

3 智能化施工技术在建筑工程中的创新应用

3.1 施工管理智能化创新

3.1.1 BIM（建筑信息模型）技术的深度应用

BIM技术作为智能化施工管理的核心工具，在建筑工程中得到了越来越广泛的应用。它不仅能够在设计阶段创建三维建筑模型，实现各专业之间的协同设计，还能在施工阶段发挥重要作用。通过将施工进度、成本、资源等信息与BIM模型进行关联，形成4D、5D模型，施工管理人员可以直观地了解施工进度情况，实时掌握资源消耗和成本变化，对施工过程进行动态模拟和优化，提

前发现并解决施工过程中的冲突和问题,提高施工管理的精细化水平。例如,在大型商业综合体项目中,利用BIM技术进行管线综合排布,能够提前发现不同专业管线之间的碰撞问题,避免施工过程中的返工和浪费。

3.1.2 项目管理信息系统的集成与优化

基于云计算、大数据等技术构建的项目管理信息系统,实现了对建筑工程项目全生命周期的信息化管理。该系统集成了项目进度管理、质量管理、安全管理、成本管理、合同管理、物资管理等多个模块,通过数据共享和交互,打破了各模块之间的信息孤岛,实现了项目管理的协同化、一体化^[2]。例如,在项目管理过程中,通过移动终端设备,现场管理人员可以实时上传施工进度照片、质量检测报告、安全隐患排查记录等信息到项目管理信息系统,管理人员在办公室即可实时掌握施工现场情况,及时做出决策,大大提高了项目管理效率。

3.1.3 智能化的劳动力管理

借助物联网、人脸识别等技术,实现对施工现场劳动力的智能化管理。通过为施工人员配备智能安全帽、智能工牌等设备,实时获取施工人员的出勤情况、工作位置、工作时长等信息,结合施工任务分配情况,对劳动力资源进行合理调配,提高劳动力的利用效率。同时,利用大数据分析技术对施工人员的技能水平、工作效率等数据进行分析,为施工人员的培训、晋升提供科学依据,促进劳动力素质的提升。

3.2 施工工艺智能化创新

3.2.1 3D打印建筑技术

3D打印建筑技术是近年来建筑领域的一项重大创新,它以数字模型文件为基础,运用可粘合材料如混凝土、塑料等,通过逐层打印的方式来构造建筑物体。该技术具有施工速度快、材料浪费少、设计自由度高、环保等优点。例如,在一些小型建筑、景观构筑物以及建筑构件的制造中,3D打印技术已经得到了成功应用。它可以根据设计要求快速制造出复杂的建筑结构,无需传统施工中的模板搭建等工序,大大缩短了施工周期,降低了施工成本。

3.2.2 智能机器人施工

智能机器人在建筑工程施工中的应用越来越广泛,涵盖了砌墙、喷涂、焊接、搬运等多个施工环节。例如,砌墙机器人可以根据预设的程序精确地抓取砖块、涂抹砂浆并进行砌筑,其砌筑速度和精度远高于人工砌筑,能够有效提高砌墙质量,减少人工误差。喷涂机器人则能够均匀、高效地完成墙面、天花板等部位的喷涂作业,避免了人工喷涂过程中可能出现的漏喷、流坠等

问题,提高了喷涂质量和工作效率。此外,智能机器人在危险、恶劣的施工环境中也能够稳定工作,降低了施工人员的安全风险。

3.2.3 装配式建筑智能化施工技术

装配式建筑作为建筑工业化发展的重要方向,其智能化施工技术也在不断创新。通过BIM技术对装配式建筑构件进行深化设计,实现构件的标准化、模块化生产。在施工现场,利用智能化的吊装设备和定位系统,能够快速、准确地将预制构件安装到指定位置,提高施工效率和质量^[3]。同时,借助物联网技术对预制构件进行全程追溯管理,从生产、运输到安装,实时掌握构件的状态和位置信息,确保构件的质量和施工安全。

3.3 施工安全监测智能化创新

3.3.1 智能安全帽与可穿戴设备

智能安全帽集成了多种传感器,如碰撞传感器、气体传感器、定位传感器等,能够实时监测施工人员的安全状况。当发生碰撞、有害气体超标等情况时,智能安全帽会立即发出警报,并将相关信息传输到安全监控中心,提醒管理人员及时采取救援措施。此外,可穿戴设备如智能手环等可以实时监测施工人员的心率、血压等生理指标,以及工作状态,为施工人员的健康管理和安全保障提供数据支持。

3.3.2 无人机巡检与安全监测

无人机具有灵活机动、视野广阔等优点,在建筑工程施工安全监测中发挥着重要作用。通过搭载高清摄像头、红外热成像仪等设备,无人机可以对施工现场进行全方位、多角度的巡检,及时发现施工现场的安全隐患,如高空坠物风险、临时设施安全隐患等。同时,无人机还可以对施工现场的进度情况进行实时监测,为施工管理提供直观的影像资料。

3.3.3 基于物联网的智能安全监控系统

利用物联网技术将施工现场的各种安全监测设备,如摄像头、传感器等连接起来,构建智能安全监控系统。该系统能够实时采集施工现场的安全数据,如人员位置、设备运行状态、环境参数等,并通过数据分析算法对数据进行实时分析,自动识别安全隐患并发出预警^[4]。例如,当塔吊的倾斜角度超过安全阈值时,系统会立即发出警报,通知相关人员采取措施,避免安全事故的发生。

4 案例分析——以北京大兴国际机场项目为例

北京大兴国际机场作为全球最大的单体航站楼,其建设规模宏大、技术复杂,对施工效率提出了极高要求。在该项目中,智能化施工技术的广泛应用显著提高了施工效率。

在施工管理方面,项目团队运用BIM技术进行了全生命周期的数字化管理。通过建立精确的BIM模型,实现了各专业之间的协同设计与施工模拟。在设计阶段,利用BIM技术对建筑结构、机电管线等进行碰撞检测,提前发现并解决了超过8000处设计冲突,避免了施工过程中的返工和延误。在施工阶段,将施工进度计划与BIM模型进行关联,形成了4D施工进度模拟,使管理人员能够直观地了解施工进度情况,合理调配资源,优化施工流程。例如,在航站楼核心区的钢结构施工中,通过4D模拟提前规划了构件的吊装顺序和运输路线,使得钢结构施工周期比原计划缩短了15%。

同时,项目采用了智能化的施工设备和机器人。在混凝土浇筑过程中,使用了智能化的混凝土布料机,它能够根据预设的程序自动调整布料位置和速度,确保混凝土浇筑的均匀性和密实性,提高了浇筑效率30%以上。在幕墙安装施工中,引入了高空幕墙安装机器人,该机器人能够精准定位和安装幕墙板块,大大缩短了安装时间,且安装精度达到了毫米级,避免了人工安装可能出现的误差和安全隐患。

通过这些智能化施工技术的应用,北京大兴国际机场项目主体结构施工仅用了42个月就顺利完成,比同规模机场建设周期缩短了约1/3,创造了大型机场建设的新速度。

5 智能化施工技术在建筑工程中未来发展的展望

5.1 技术融合更加深入

未来,智能化施工技术将与更多新兴技术如区块链、5G通信、虚拟现实(VR)/增强现实(AR)等进行深度融合。区块链技术可以确保建筑工程数据的安全、可信和不可篡改,为项目管理提供更加可靠的依据;5G通信技术的高速率、低延迟特性将进一步提升施工现场设备的远程控制和数据传输效率;VR/AR技术则可以为施工人员提供更加直观的培训和操作指导,提高施工质量和效率。

5.2 智能化水平不断提高

随着人工智能技术的不断发展,智能化施工技术将向更高水平的智能化迈进。施工设备和机器人将具备更强的自主学习和决策能力,能够根据施工现场的实际情况自动调整施工参数和施工策略,实现真正意义上的

无人化施工。同时,智能化的施工管理系统将能够更加精准地预测施工过程中的各种问题,并提前制定解决方案,实现施工过程的自适应控制。

5.3 绿色智能化施工成为主流

在全球对环境保护和可持续发展日益重视的背景下,绿色智能化施工将成为未来建筑行业的发展主流。智能化施工技术将更加注重节能减排、资源循环利用和环境保护,通过智能化的能源管理系统、水资源管理系统和建筑材料管理系统,实现施工过程中的能源高效利用、水资源节约和建筑垃圾减量化,推动建筑行业向绿色化、低碳化方向发展。

结语

智能化施工技术在建筑工程中的创新与实践是建筑行业发展的必然趋势,它为建筑工程施工带来了诸多优势,如提高施工效率、保障工程质量、降低施工成本、提升施工安全水平等。通过在施工管理、施工工艺、施工安全监测等多个方面的创新应用,智能化施工技术已经在众多实际工程中取得了显著的实践效果。然而,智能化施工技术在未来发展过程中也面临着技术标准不完善、人才短缺、数据安全与隐私保护问题以及初始投资成本较高等挑战。为了推动智能化施工技术在建筑工程中的进一步发展,需要政府、行业协会、建筑企业、高校等各方共同努力,完善技术标准与规范,加强人才培养,强化数据安全与隐私保护,加大政策支持与资金投入,共同推动建筑行业向智能化、绿色化、高效化方向迈进,实现建筑行业的可持续发展。

参考文献

- [1]孙娇娇.建筑工程中的智能化技术应用与发展研究[J].新城建科技,2025,34(03):49-51.
- [2]潘峰.利用数字化技术实现建筑工程施工的智能化升级[J].中国信息化,2025,(03):115-116.
- [3]苏云晨.浅析智能化技术在建筑工程施工中的应用[C]//中国电力设备管理协会.全国绿色数智电力设备技术创新成果展示会论文集(四).广西昊霖市政工程有限公司,2024:192-194.
- [4]刘雅菊.智能化管理技术在建筑工程中的应用[J].建材发展导向,2025,23(02):106-108.