

# 建筑土木工程中的智能施工技术及其应用

林毅仁 刘玲毅

河南安钢集团工程管理有限公司 河南 安阳 455000

**摘要:** 随着科技浪潮席卷全球,建筑土木工程领域正经历深刻变革。本文聚焦建筑土木工程中的智能施工技术及其应用。首先介绍了建筑信息模型(BIM)、物联网(IoT)、人工智能(AI)、无人机、装配式智能施工及数字孪生等主流智能施工技术。接着阐述这些技术在城市地铁建设、高层建筑施工、桥梁工程和绿色施工等领域的具体应用。随后分析了智能施工技术应用面临的成本高、标准规范不完善、数据安全与隐私保护及人才短缺等挑战。最后提出加强技术研发创新、完善标准规范、强化数据安全保护和加大人才培养引进等应对策略。

**关键词:** 建筑土木工程;智能施工技术;应用;挑战;策略

引言:在建筑土木工程领域,传统施工方式面临效率、质量和安全等多方面挑战。随着科技的飞速发展,智能施工技术应运而生,为行业带来新的变革机遇。智能施工技术融合了多种先进技术理念与手段,能显著提升施工的精准度、效率和安全性,同时有助于实现绿色施工目标。了解并掌握智能施工技术及其应用,对于推动建筑土木工程行业转型升级、提升行业整体竞争力具有重要意义。并将深入探讨建筑土木工程中的主流智能施工技术及其具体应用,并分析应用过程中面临的挑战与应对策略。

## 1 建筑土木工程中主流智能施工技术

### 1.1 建筑信息模型(BIM)技术

建筑信息模型(BIM)技术是建筑土木工程领域的数字化基石。它借助三维数字技术,构建包含建筑几何形状、材料属性、空间关系等丰富信息的虚拟模型。该模型贯穿建筑全生命周期,在设计阶段,各专业人员可基于同一模型协同工作,提前发现并解决管线碰撞、结构不合理等问题,优化设计方案,减少设计变更。施工阶段,BIM模型能精准规划施工流程,合理安排人力、物力资源,模拟施工进度,提前预警潜在风险。运维阶段,为设施管理提供详细数据,方便设备定位、维修与更新。

### 1.2 物联网(IoT)技术

物联网(IoT)技术在建筑土木工程中构建起一个智能感知网络。通过在建筑构件、施工设备、环境区域等布置大量传感器,实时采集温度、湿度、应力、位移、设备运行状态等数据。这些数据借助无线通信技术传输至管理平台,实现对建筑和施工过程的全方位、实时监控。例如,可实时监测混凝土浇筑温度,确保施工质量;监控施工设备的运行参数,提前发现故障隐患,进

行预防性维护。

### 1.3 人工智能(AI)技术

人工智能(AI)技术为建筑土木工程注入智能分析与决策能力。机器学习算法可对海量的工程数据进行深度挖掘,如分析历史施工数据,预测项目工期、成本,为项目规划提供科学参考。在质量检测方面,AI图像识别技术能快速识别建筑表面的裂缝、缺陷等,比人工检测更高效准确。自然语言处理技术可实现人与系统的智能交互,方便管理人员查询信息、下达指令。智能机器人借助AI技术实现自主导航、避障和任务执行,在危险或复杂环境中替代人工进行施工操作。

### 1.4 无人机技术

无人机技术在建筑土木工程领域展现出强大的空中作业能力。其配备高清相机、激光雷达等设备,可快速获取建筑场地的地形地貌、建筑外观等详细信息。在设计阶段,无人机能高效完成大面积地形测绘,生成高精度的三维地形模型,为设计提供基础数据。施工阶段,定期巡查施工现场,实时监控施工进度、质量和安全状况,及时发现违规操作和潜在危险。在高层建筑施工中,无人机可替代人工进行外立面检测,降低安全风险。此外,无人机还能用于环境监测,采集扬尘、噪声等数据。其灵活性和高效性使其成为建筑土木工程中不可或缺的空中数据采集和监控工具。

### 1.5 装配式智能施工技术

装配式智能施工技术是建筑工业化与智能化融合的产物。它以预制构件为核心,通过标准化设计、工厂化生产,确保构件的质量和精度。在生产环节,采用自动化生产线和智能控制技术,实现构件的高效制造和质量控制。运输过程中,利用物联网技术监控构件状态,优化运输路径。施工现场,借助激光定位、机械臂等智能

设备,实现构件的精准吊装和安装,减少人工误差。同时,数字化管理系统整合生产、运输和施工数据,实现全流程的信息化管理。装配式智能施工技术缩短了施工周期,减少了现场湿作业和建筑垃圾,提高了施工效率和质量,推动建筑行业向绿色、高效方向发展。

### 1.6 数字孪生技术

数字孪生技术在建筑土木工程中构建了物理实体与虚拟模型的精准映射。通过集成物联网、大数据、云计算等技术,创建覆盖建筑全生命周期的数字孪生体。在设计阶段,可模拟建筑在不同环境条件下的性能,优化设计方案。施工阶段,实时映射施工进度、质量和安全状况,通过数据分析预测潜在问题,及时调整施工策略。运维阶段,数字孪生体持续监测建筑设备的运行状态,预测设备故障,制定预防性维护计划。数字孪生技术打破了现实与虚拟的界限,实现建筑全生命周期的动态管理和优化,为建筑行业的智能化发展提供了强大的技术支撑,提升建筑的可持续性和运营效率<sup>[1]</sup>。

## 2 智能施工技术在建筑土木工程中的具体应用

### 2.1 城市地铁建设

在城市地铁建设中,智能施工技术全方位渗透。BIM技术构建三维地铁模型,整合地质、结构等多专业数据,提前模拟施工过程,精准规划隧道掘进、车站建设等环节,减少设计变更。物联网传感器实时监测盾构机姿态、土压平衡等参数,确保掘进安全与效率。人工智能算法分析海量监测数据,预测地层沉降风险,及时调整施工参数。无人机定期巡查施工现场,快速获取地面与周边环境信息,辅助交通疏导与安全管控。数字孪生技术打造虚拟地铁工程,实现施工进度、质量、安全的实时模拟与优化,为复杂地质条件下的地铁建设提供精准决策支持,提升建设质量与效率,降低安全风险。

### 2.2 高层建筑施工

高层建筑施工中,智能施工技术发挥关键作用。BIM模型整合建筑结构、机电系统等信息,进行碰撞检测,提前解决管线冲突问题,优化施工方案。物联网设备实时监测混凝土浇筑温度、强度,以及钢结构应力变化,保障施工质量。人工智能驱动的智能监控系统,通过人脸识别、行为分析,实时监督施工人员操作规范,预防安全事故。无人机从空中拍摄建筑外观与周边环境,辅助进度管理与安全检查。装配式智能施工技术实现高层建筑构件的工厂化生产与现场精准装配,缩短工期。数字孪生技术模拟高层建筑施工全过程,优化施工流程,提高资源利用率,确保高层建筑安全高效建成。

### 2.3 桥梁工程

桥梁工程里,智能施工技术助力精准建造。BIM技术创建桥梁三维模型,精确计算结构受力,优化桥梁设计,减少材料浪费。物联网传感器布置在桥梁关键部位,实时监测应力、位移、振动等数据,评估桥梁健康状况。人工智能算法分析监测数据,预测桥梁病害发展趋势,提前制定维护策略。无人机对桥梁进行定期巡检,快速发现表面裂缝、腐蚀等缺陷,提高检测效率。装配式智能施工技术在桥梁预制构件生产与安装中应用广泛,保证构件质量与安装精度。数字孪生技术构建虚拟桥梁,模拟不同荷载下的结构响应,为桥梁设计、施工与运维提供科学依据,提升桥梁工程的安全性与耐久性。

### 2.4 绿色施工

绿色施工中,智能施工技术推动环保与高效并行。BIM技术优化建筑布局与施工流程,减少土方开挖与材料运输距离,降低能源消耗。物联网传感器实时监测施工现场的扬尘、噪声、废水排放等环境指标,当超标时自动启动降尘、降噪设备,控制污染。人工智能算法根据天气、施工进度等因素,智能调度水电资源,避免浪费。无人机巡查周边生态环境,评估施工对植被、水体的影响,及时调整施工方案。装配式智能施工技术减少现场湿作业,降低建筑垃圾产生。数字孪生技术模拟绿色施工全过程,评估环保措施效果,优化资源配置,助力建筑行业实现节能减排目标,推动可持续发展<sup>[2]</sup>。

## 3 智能施工技术应用面临的挑战

### 3.1 技术成本较高

智能施工技术涉及大量先进设备与软件,如高精度传感器、专业无人机、复杂的BIM建模软件及人工智能分析系统等,这些设备与软件购置成本高昂。同时,技术的研发、更新与维护也需要持续投入大量资金。对于一些中小型建筑企业而言,难以承担如此巨大的前期投入和后续运营成本,导致它们在申请智能施工技术时面临经济压力,限制了智能施工技术在全行业的广泛、快速推广,使得部分企业只能望而却步,继续采用传统施工方式。

### 3.2 技术标准和规范不完善

目前,建筑土木工程领域的智能施工技术发展迅速,但相应的技术标准和规范却未能及时跟上。不同企业、不同地区在申请智能施工技术时,缺乏统一的标准来规范操作流程、质量要求和数据格式等。这导致在实际项目中,各参与方对技术的理解和应用存在差异,容易出现沟通不畅、数据不兼容等问题,影响施工质量和效率。

### 3.3 数据安全和隐私保护问题

智能施工技术在应用过程中会产生海量的数据,包括工程设计数据、施工过程数据、人员信息数据等。这些数据一旦泄露,不仅会给企业带来巨大的经济损失,还可能涉及个人隐私和国家安全问题。然而,当前的数据安全防护技术还存在一定漏洞,黑客攻击、数据泄露等安全事件时有发生。同时,在数据收集、存储和使用过程中,也缺乏明确的隐私保护规则,容易导致个人信息被滥用,使得企业和相关人员对智能施工技术的应用存在担忧。

#### 3.4 人才短缺

智能施工技术是多种先进技术的融合,需要既懂建筑土木工程专业知识,又掌握信息技术、自动化技术等多学科知识的复合型人才。但目前,这类复合型人才在市场上非常短缺。高校相关专业设置和人才培养模式与市场需求存在脱节,培养出的学生难以直接满足智能施工技术应用的要求。而且,建筑行业工作环境相对艰苦,对人才的吸引力不足,导致优秀人才流向其他行业<sup>[3]</sup>。

### 4 智能施工技术应对策略

#### 4.1 加强技术研发与创新

建筑企业应积极与科研机构、高校建立深度合作,联合开展智能施工技术研发项目。设立专项科研基金,鼓励内部技术人员针对施工中的痛点问题,如复杂地质条件下的精准施工、高效节能的施工工艺等,进行创新研究。加大对新兴技术如5G、区块链在施工领域应用的研究投入,探索其与现有智能施工技术的融合路径。同时,建立技术创新激励机制,对取得重大技术突破的团队和个人给予高额奖励,激发技术创新的积极性。此外,关注国际前沿技术动态,及时引进先进理念和技术,结合国内实际情况进行消化吸收再创新,推动智能施工技术不断升级,提升我国建筑行业的核心竞争力。

#### 4.2 完善技术标准和规范体系

相关部门应主导,联合行业协会、龙头企业共同制定智能施工技术标准 and 规范。组织专家团队对现有技术进行全面梳理,结合实际应用情况和发展趋势,制定涵盖设备选型、操作流程、质量验收、数据格式等全方位的标准。建立标准动态更新机制,根据技术发展及时调整和完善。加强对标准执行情况的监督检查,对不符合标准的企业和项目进行严肃处理。同时,推动国际标准对接,积极参与国际标准制定,提升我国智能施工技术在国际上的话语权,促进智能施工技术的规范化、标准

化发展。

#### 4.3 强化数据安全与隐私保护

建筑企业要构建完善的数据安全管理体系,明确数据安全职责和流程。采用先进的加密技术对施工数据进行加密处理,确保数据在传输和存储过程中的安全性。建立数据访问权限控制机制,根据人员角色和工作需要分配数据访问权限,防止数据泄露。定期开展数据安全培训,提高员工的数据安全意识。与专业的数据安全机构合作,进行数据安全评估和漏洞检测,及时发现并修复安全隐患。同时,制定数据安全应急预案,在发生数据安全事件时能够迅速响应,降低损失。

#### 4.4 加大人才培养与引进力度

高校应优化专业设置,开设跨学科的智能施工相关专业,如建筑信息技术、智能建造等,构建涵盖建筑、信息、自动化等多领域知识的课程体系。加强实践教学环节,与企业共建实习基地,让学生在项目中锻炼实践能力。建筑企业要制定完善的人才培养计划,为新入职员工提供系统的智能施工技术培训,定期组织内部技术交流和分享活动。积极引进国内外优秀的智能施工技术人员,提供具有竞争力的薪酬待遇和良好的职业发展空间。建立人才储备库,与高校、科研机构建立人才输送渠道,确保企业有充足的人才资源支持智能施工技术的应用和发展<sup>[4]</sup>。

### 结束语

在建筑土木工程领域,智能施工技术已成为推动行业变革的关键力量。BIM、物联网、人工智能、无人机、装配式智能施工以及数字孪生等技术的融合应用,实现了从设计、施工到运维全流程的数字化、智能化管控。这些技术不仅提高了工程建设的效率与质量,降低了安全风险和成本,还促进了建筑行业的绿色可持续发展。

### 参考文献

- [1]王艳艳.对土木工程建筑施工技术创新研究[J].现代交际,2021(12):94+93.
- [2]张亚斌.土木工程建筑施工技术创新研究[J].居业,2020(12):85-86.
- [3]许世杰.土木工程建筑施工技术创新研究[J].绿色环保建材,2022(01):144+146.
- [4]倪来灿.关于土木工程建筑施工技术创新的思考[J].居舍,2021(07):151.