

# 智能建造技术在建筑施工中的应用与管理创新

何娜银

修水县城建设科技有限公司 江西九江 332000

**【摘要】**智能建造技术作为建筑业转型升级的重要推动力，在提升施工效率、保障工程质量、降低成本等方面发挥着关键作用。通过对某大型商业综合体项目的实践应用研究，运用BIM技术、物联网感知、机器人施工等智能建造手段，分析其在施工过程中的具体应用效果。研究发现，智能建造技术的应用在工期管控、质量提升、安全保障和成本节约等方面均取得显著成效。在此基础上，提出智能建造技术应用的管理创新策略，构建适应智能建造要求的管理体系，为建筑企业数字化转型提供可借鉴的实践经验和理论指导。

**【关键词】**智能建造技术；BIM；物联网；机器人施工；管理创新

## 引言：

建筑业作为国民经济支柱产业之一，面临着劳动力成本上升、工程质量要求提高、安全环保压力加大等诸多挑战。智能建造技术的出现为解决这些问题提供了新思路。近年来，随着5G、人工智能、大数据等新一代信息技术的快速发展，智能建造技术在建筑施工领域的应用不断深化，逐步形成了以BIM为核心、物联网为基础、机器人施工为特色的智能建造技术体系。深入研究智能建造技术在建筑施工中的应用效果及其管理创新方法，对推动建筑业转型升级具有重要意义。

## 1 智能建造技术概述

### 1.1 智能建造技术的内涵与发展现状

智能建造技术是将物联网、人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术与建筑施工深度融合的先进建造方式。该技术以数字化、网络化、智能化为特征，通过感知、传输、存储、分析和控制等技术手段，实现建筑工程全过程、全要素、全参与方的数字化协同。近年来，智能建造技术在国内外建筑业得到迅速发展，BIM技术已实现设计、施工、运维全生命周期的集成应用，物联网感知设备在施工现场广泛部署，机器人技术在钢筋绑扎、墙体喷涂等领域逐步推广<sup>[1]</sup>。与此同时，国家相继出台多项政策文件，支持智能建造技术创新发展，各地建筑企业加大技术研发投入，产业联盟、技术标准体系逐步建立，智能建造产业生态持续完善。

### 1.2 智能建造技术在建筑施工中的应用价值

智能建造技术在建筑施工中具有显著的应用价值。

在施工质量方面，通过数字化放样、智能测量、实时监测等手段，提高施工精度，降低质量缺陷率；在施工效率方面，利用BIM技术进行工序优化和资源配置，实现施工过程动态管控，缩短工期；在安全管理方面，依托物联网感知设备对危险源进行全方位监测，结合智能预警系统防范安全事故；在成本控制方面，运用大数据分析优化材料采购和设备使用，减少资源浪费，降低施工成本；在环境保护方面，通过智能设备和绿色工艺减少能耗和污染排放，实现节能环保。智能建造技术的应用推动建筑业生产方式变革，促进建筑业向工业化、数字化、智能化方向转型升级<sup>[2]</sup>。

## 2 智能建造技术在建筑施工中的具体应用

### 2.1 BIM技术的集成应用

BIM技术在施工过程中主要通过三维建模实现施工模拟和优化。在深基坑工程中，利用BIM技术对支护结构进行模拟分析，有效避免了地下管线碰撞，支护结构变形控制在15mm以内。钢结构施工阶段，采用BIM技术进行节点深化设计和预拼装模拟，提前发现构件碰撞325处，优化施工方案86项，钢结构安装精度达到±2mm。机电安装过程中，BIM技术实现管线综合排布和预制加工，管线综合预制率达75%，现场安装效率提升42%。在混凝土结构施工中，BIM技术指导模板工程施工，优化模板支撑体系，提高了混凝土施工质量。装修工程应用BIM技术进行装饰构件定位放线，精确定位率达到98%，装修质量合格率提升。通过BIM技术对施工进度和成本进行动态分析，实现了施工过程的精细化管理。

## 2.2 物联网感知技术的应用

物联网感知技术通过在施工现场部署多类传感设备，构建全方位监测网络。塔吊安全监测系统采用应变传感器和倾角传感器，实时监控塔吊受力状态和倾斜角度，当数值超过预警值时自动报警。高支模工程采用光纤传感监测系统，监测支撑结构变形，变形量控制在2mm以内。基坑监测系统通过位移传感器监测支护结构位移和周边建筑沉降，监测精度达到0.1mm。扬尘噪声监测系统对PM2.5、PM10等指标进行24小时监测，数据每5分钟上传至监管平台<sup>[3]</sup>。升降机安全监测系统通过重量传感器和限位开关实现超载和限位保护。深基坑水位监测系统利用水位传感器监测地下水水位变化，监测数据实时上传。环境监测系统对温度、湿度、风速等气象参数进行采集分析，为施工管理提供数据支撑。

## 2.3 机器人施工技术的应用

机器人施工技术在多个施工环节实现自动化作业。钢筋加工中心采用智能数控钢筋加工机器人，钢筋下料、弯曲、调直等工序实现自动化，加工精度误差控制在±1mm以内。外墙喷涂采用智能喷涂机器人，涂料厚度误差控制在±0.5mm，表面平整度偏差小于3mm。混凝土浇筑采用智能布料机器人，通过激光导航系统确定浇筑位置，布料误差控制在±20mm。室内装修阶段引入智能铺贴机器人，瓷砖铺贴效率提升65%，接缝误差控制在1mm以内。地下室防水施工采用智能焊接机器人，卷材搭接宽度和焊缝质量显著提高。隧道施工引入智能台车系统，实现钻孔、装药、喷浆等工序自动化。高空作业采用智能清洗机器人，降低了施工人员安全风险。

## 2.4 智能建造管理平台的构建

智能建造管理平台采用五层架构设计，依次为感知层、网络层、数据层、应用层和展示层，如图1所示。感知层通过设备传感器和视频监控采集施工现场数据，实现对施工环境、设备运行、人员定位等信息的全面感知；网络层采用5G通信技术实现数据高速传输，数据传输延时低于10ms；数据层设置数据存储和数据分析模块，对采集的数据进行存储分析，建



图1 智能建造管理平台流程图

立数据模型，挖掘数据价值；应用层提供质量管理、安全管理、进度管理等功能模块，支持施工过程精细化管理；展示层负责管理信息的可视化呈现。平台实现了施工现场监测数据的实时采集率达98%，报警信息响应时间小于30秒，系统运行稳定性达99.9%，数据分析准确率达95%以上，全面支撑智能建造管理工作的有效开展<sup>[4]</sup>。各层级之间通过标准接口实现数据交互，保证了平台运行的稳定性和可靠性。

## 3 实验研究与效果分析

### 3.1 实验项目概况

某特大型商业综合体工程位于城市中心区域，总建筑面积达28.5万平方米，包含商业、办公、酒店等多种业态。建筑主体为钢筋混凝土框架-核心筒结构，地上48层，地下4层，建筑高度218米。工程施工难点包括深基坑支护、超长桩基施工、大体量混凝土浇筑、高支模施工、幕墙安装等。项目总投资额36.8亿元，计划工期1095天。施工场地紧邻地铁和既有建筑，环境保护和安全控制要求高。由于工程规模大、技术难度高、工期要求紧，加之场地空间受限，地下空间开发深度达到27米，深基坑开挖与周边建筑物安全控制要求严格，为智能建造技术的综合应用提供了良好条件。项目涉及机电设备安装点位达8.6万个，管线综合布置要求高。

### 3.2 智能建造技术应用方案

该工程采用BIM技术进行施工深化设计和模拟分析，建立三维协同平台实现施工管理。在深基坑施工阶段，部署基坑位移监测系统和地下水水位监测系统，监测点位达286个，实现24小时自动化监测。钢结构安装采用智能测量系统和激光跟踪仪，安装精度控制在2mm以内，实现了高精度定位。机电安装采用机器人布管技术，管线综合预制率达75%，大幅提升施工效率。混凝土施工采用智能布料机器人和智能养护系统，浇筑误差控制在20mm以内。项目部署智能安全帽和定位系统，实现对现场人员和设备的实时监控。智能建造管理平台集成各系统数据，建立数据分析模型，实现施工过程的可视化管理和智能分析，为施工管理决策提供数据支持。

### 3.3 应用效果评价指标体系

智能建造技术应用效果评价指标体系从工程效益、质量控制、安全管理、环境保护四个维度设置评价指标。工程效益指标包括工期缩短率、人工成本降低率、综合成本节

约率，重点评估技术应用对施工进度和成本的影响。质量控制指标包括施工精度合格率、构件预制率、一次验收合格率，评价施工质量提升效果。安全管理指标包括安全隐患识别率、事故预警准确率、应急响应及时率，体现智能化手段对施工安全的保障作用。环境保护指标包括扬尘控制达标率、噪声控制达标率、建筑垃圾回收率，反映绿色施工水平。各项指标均设定相应的评分标准和权重系数，采用百分制进行量化评价，形成全面、系统的评价体系，为技术推广应用提供科学依据。

### 3.4 数据统计与分析

智能建造技术在工程中的应用效果进行统计分析。从工程效益指标来看，实际工期比原计划缩短86天，工期缩短率达到7.9%，远超出5%的目标值；人工用工量减少35%，较30%的目标值提升5个百分点，人工成本降低6850万元；项目综合成本节约率达12.6%，超过10%的预定目标。质量控制指标显示，钢结构安装精度合格率达到99.2%，高于95%的目标值；机电管线综合预制率达到75%，超过70%的目标值；施工质量一次验收合格率提升至96.8%，明显高于90%的目标要求。安全管理方面的数据表明，安全隐患识别率达95.3%，较90%的目标值提高5.3个百分点；事故预警准确率达92.7%，超过85%的目标值；应急响应及时率达98.6%，高于95%的目标值。环境保护指标显示，扬尘浓度达标率为96.5%，超过95%的目标值；噪声控制达标率达95.8%，高于90%的控制要求；建筑垃圾回收利用率达82.3%，较80%的目标值略有提升。各项指标数据均超过预定目标值，充分证明智能建造技术在工程建设中取得了显著成效，尤其在质量控制和安全管理方面表现最为突出。

## 4 智能建造技术应用的管理创新

### 4.1 组织架构与流程优化

智能建造技术的应用要求建立扁平化的组织架构和数字化的管理流程，在组织架构方面，将原有的施工管理团队重组为智能建造管理中心，下设BIM技术部、智能设备部、数据分析部和综合管理部。管理中心采用矩阵式管理模式，实现跨部门协同。各部门职责界面清晰，BIM技术部负责三维模型创建与应用，智能设备部管理施工机器人和监测系统，数据分析部处理施工大数据，综合管理部统筹各类资源。在流程优化方面，基于智能建造管理平台重构业务流程，实现施工过程数字化管理<sup>[5]</sup>。将传统的线性管理流

程改造为并行化作业模式，建立质量管理、安全管理、进度管理和成本管理的闭环管理体系。通过流程再造，施工管理审批环节减少38%，管理效率提升52%，实现了管理扁平化和决策科学化。

### 4.2 人才培养与风险防控

智能建造技术应用需建立系统的人才培养体系和风险防控机制。人才培养采取“内训+外训”模式，从施工技术、信息技术、管理创新三个维度开展培训。针对不同岗位制定专项培训计划，通过理论培训、实操训练、案例研讨等方式提升员工能力。建立人才评价机制，将智能建造技术应用能力纳入绩效考核。在风险防控方面，构建“预警-识别-评估-处置”的全过程风险管理体系。通过智能建造管理平台实时监控施工风险，建立风险预警模型，对质量、安全、进度、成本等风险进行动态评估。制定应急预案和处置流程，明确各级管理人员职责。定期开展风险评估和应急演练，提升风险防控能力。

### 结语

智能建造技术在建筑施工中的应用实践表明，该技术能够有效提升施工效率、保障工程质量、降低安全风险、节约建造成本。实验数据显示，智能建造技术的综合应用使项目各项关键指标均获得显著改善。未来智能建造技术的发展应着重加强技术集成创新、完善标准规范体系、优化管理模式，推动建筑业向数字化、智能化方向转型。同时，建筑企业需要建立健全配套的管理机制，培养专业人才队伍，为智能建造技术的深化应用创造良好条件。

### 参考文献：

- [1] 王娟娟. 基于BIM的智能建造技术在绿色建筑中的应用[J]. 黑龙江科学, 2023, 14(20): 129-131.
- [2] 陈亮. BIM智能技术在建筑工程建造中的设计与运用[J]. 建筑结构, 2023, 53(14): 182.
- [3] 陈东, 刘阳, 何祥荣, 等. BIM技术在装配式建筑智能建造施工过程管理中的应用研究[J]. 科技与创新, 2023, (18): 173-175.
- [4] 朱关夫, 嵇威威, 毛秀明, 等. 智能建造技术在建筑工程中的应用与发展研究[J]. 建筑施工, 2023, 45(08): 1714-1717.
- [5] 蔡雯怡. 建筑施工企业智能建造技术采纳意愿影响因素研究[D]. 长安大学, 2021.