

# 智能建筑施工技术对传统施工模式的变革研究

陈晓锋

350521198209282017

**摘要:** 随着物联网、大数据、人工智能、BIM 等新一代信息技术与建筑施工领域的深度融合, 智能建筑施工技术逐步取代传统施工模式成为行业转型的核心方向。本文基于建筑行业高质量发展背景, 阐述智能建筑施工技术的核心内涵与发展现状, 系统分析其在施工流程、管理模式、质量安全管控、资源利用等方面对传统施工模式的全方位变革, 剖析当前智能施工技术应用中存在的问题, 并提出针对性优化策略, 为推动建筑行业数字化、智能化转型提供理论参考与实践借鉴。

**关键词:** 智能建筑; 施工技术; 传统施工模式

**DOI:** 10.69979/3029-2727.26.04.060

## 引言

建筑行业作为国民经济的支柱产业, 长期以来依赖传统粗放式施工模式, 存在施工效率低下、资源浪费严重、质量安全管控薄弱、人力依赖度高、信息化水平低等突出问题, 难以适应新时代绿色建筑、高效建造的发展需求。随着我国新型城镇化进程加快, 以及双碳目标、新型建筑工业化战略的推进, 建筑行业亟需通过技术革新突破发展瓶颈。

## 1 智能建筑施工技术的核心内涵与发展现状

### 1.1 核心内涵

智能建筑施工技术是指在建筑施工全生命周期(规划设计、施工实施、竣工验收、运维管理)中, 运用各类智能技术实现施工过程的自动化感知、智能化决策、精准化执行与协同化管理的新型施工技术体系。其核心特征体现在三个方面: 一是数字化, 将施工全过程的人、机、料、法、环等要素转化为数字信息, 实现施工数据的全流程追溯与共享; 二是智能化, 通过 AI 算法、智能装备实现施工工序的自动化作业与智能调控, 减少人工干预; 三是协同化, 依托 BIM 模型与云端平台, 实现建设单位、施工单位、设计单位、监理单位等多方主体的实时协同, 打破信息壁垒。

### 1.2 发展现状

近年来, 我国智能建筑施工技术迎来快速发展期, 政策支持力度持续加大, 《十四五建筑业发展规划》明确提出加快推动智能建造与新型建筑工业化协同发展, 推动 BIM、物联网、人工智能等技术在施工领域的深度应用。在技术应用层面, BIM 技术已广泛应用于施工设计、碰撞检查、进度模拟等环节, 全国超半数重点工程

实现 BIM 全流程应用; 物联网技术实现了施工现场扬尘、噪声、施工设备运行状态的实时监测; 智能机器人(如钢筋绑扎机器人、混凝土浇筑机器人、墙面抹灰机器人)逐步应用于一线施工, 替代人工完成高危、繁重作业; 无人机巡检成为施工现场进度核查、安全巡查的重要手段, 大幅提升了巡检效率。

## 2 智能建筑施工技术对传统施工模式的全方位变革

### 2.1 施工流程的变革: 从线性粗放到闭环精准

传统施工模式采用设计-施工-验收的线性流程, 各环节相互独立, 设计方案与施工实际脱节、施工过程缺乏动态调整、验收环节滞后等问题突出, 易导致施工返工、工期延误。智能建筑施工技术通过数字化、协同化手段, 重构了施工全流程, 实现了从线性粗放到闭环精准的转变。

在设计阶段, BIM 技术构建三维可视化模型, 实现设计方案的可视化呈现与多专业协同设计, 提前排查管线碰撞、结构冲突等问题, 减少设计缺陷, 确保设计方案与施工实际高度契合。例如, 宁夏回族自治区在建筑施工中利用 BIM 技术, 对复杂节点进行建模与碰撞检测, 优化构造设计, 确保预留洞口与后续机电安装无缝衔接, 大幅降低了施工返工率。在施工阶段, 基于 BIM 模型与物联网感知数据, 实现施工进度、质量、安全的动态管控, 施工人员可通过移动端实时获取施工图纸、进度计划、质量标准, 及时调整施工工序; 智能装备的应用实现了施工工序的自动化作业, 如新疆某项目应用智能打磨机器人和喷涂机器人, 较传统施工工期缩短 40%, 人工费节省 16%。在验收阶段, 通过无人机航拍、三维扫描等技术, 实现工程实体的精准检测与数据对比,

验收结果更加客观、高效，同时将验收数据录入 BIM 模型，形成工程全生命周期数据档案，为后续运维管理提供支撑。

## 2.2 管理模式的变革：从人工粗放到智能协同

传统施工管理以人工管理为主，依赖管理人员的经验判断，存在管理效率低、信息传递滞后、协同性差等问题，难以实现施工全要素的精准管控。智能建筑施工技术通过构建智能化协同管理平台，推动管理模式从人工粗放向智能协同变革。

在人员管理方面，通过智能安全帽、人脸识别等技术，实现施工人员的实时定位、考勤管理与安全管控，一旦人员进入高危区域，系统立即发出预警，同时记录人员作业轨迹，确保施工人员安全。例如，上海市构建的智慧工地平台，通过关键岗位人员到岗履职场景，自动发现人员不到岗、资质不符等问题并派单处置，大幅提升了人员管理效率。在设备管理方面，物联网传感器实时监测施工设备的运行状态、能耗数据，通过大数据分析预测设备故障，实现设备的预防性维护，减少设备停机时间，降低设备运维成本。福建省在多个在建项目推广智能施工机具，通过智能管理系统实现设备全生命周期管控，提升了设备利用效率。在物料管理方面，通过 RFID 技术对建筑材料进行全程追溯，实现物料的入库、出库、使用的精准管控，避免物料浪费；同时，基于施工进度数据，实现物料的精准采购与调度，减少库存积压。中铁六局推出的物料管理一码通，使物料损耗率下降 18%，库存盘点时间从 4 小时缩至 15 分钟。

## 2.3 质量安全管控的变革：从事后补救到事前预防

质量与安全是建筑施工的核心，传统施工模式的质量安全管控以事后检查、事后补救为主，缺乏实时监测与提前预警，易导致质量隐患与安全事故的发生。智能建筑施工技术通过智能化感知、大数据分析等手段，实现了质量安全管控从事后补救到事前预防的根本性转变。

在质量管控方面，智能检测设备（如钢筋间距检测仪、混凝土强度检测仪）实现了施工质量的实时检测，数据实时上传至管理平台，管理人员可及时发现质量隐患并督促整改；AI 视觉识别技术可自动识别混凝土表面平整度、钢筋绑扎间距等质量问题，识别准确率高，大幅提升了质量检测效率。例如，实测实量机器人 2 分钟即可完成一个单元的墙面平整度测量，而人工需 4 小时。同时，BIM 模型记录了施工全流程的质量数据，实现了质量问题的可追溯，便于后续质量整改与责任认定。

在安全管控方面，物联网技术与 AI 视觉识别技术构建了全方位的安全监测体系，实时监测施工现场的扬尘、噪声、明火、违规操作等情况，一旦发现安全隐患，系统立即发出预警并推送至相关管理人员，实现安全隐患的及时处置。青岛、潜江等地的工地应用 AI 监控摄像头，可自动识别未戴安全帽、区域入侵等 30 余种违规行为，识别准确率超 90%，实现秒级报警与闭环处置。此外，智能装备替代人工完成高空作业、深基坑作业等高危工序，减少了施工人员的安全风险，从源头降低了安全事故的发生概率。

## 2.4 资源利用与环保的变革：从高耗粗放到绿色高效

传统施工模式存在资源利用率低、环境污染严重等问题，如建筑材料浪费、施工扬尘、噪声污染等，不符合绿色建筑与双碳目标的发展要求。智能建筑施工技术通过精准管控与技术创新，推动施工过程从高耗粗放向绿色高效变革。

在资源利用方面，通过 BIM 模型的精准计算，实现建筑材料的优化配置，减少材料浪费；智能施工装备的精准作业，降低了施工过程中的材料损耗，如混凝土浇筑机器人的精准浇筑，避免了传统人工浇筑的材料浪费。同时，基于大数据分析优化施工方案，减少施工过程中的能源消耗，如优化施工机械的运行时间与路线，降低燃油消耗。浙江省推广应用的智能施工设备，通过精准作业与智能调度，大幅提升了资源利用效率。

在环境保护方面，物联网传感器实时监测施工现场的扬尘、噪声、污水排放等情况，一旦超标立即启动管控措施，如自动喷淋系统降尘、施工机械降噪等，减少施工对周边环境的影响。智能施工技术推动了装配式施工的发展，预制构件在工厂标准化生产，现场拼装，减少了现场施工的扬尘、噪声污染，同时降低了建筑废弃物的产生量，实现了绿色施工。例如，安徽省合肥市某项目应用混凝土整平机器人、抹光机器人协同作业，不仅提升了施工效率，还减少了现场作业扬尘，符合绿色施工要求。

## 3 智能建筑施工技术应用中存在的问题

### 3.1 技术应用深度不足，协同性有待提升

当前，部分建筑企业对智能施工技术的应用仍停留在单一环节，如仅将 BIM 技术用于设计碰撞检查，未实现与施工进度、质量安全、物料管理等环节的深度融合；物联网技术的应用多局限于环境监测，未与施工设备、人员管理实现协同联动。此外，不同智能技术之间

的数据标准不统一，导致数据无法互联互通，形成数据孤岛，影响了智能施工技术的协同效应。

### 3.2 专业人才短缺，人才结构不合理

智能建筑施工技术的应用需要兼具建筑专业知识与智能技术能力的复合型人才，而当前建筑行业从业人员多以传统施工人员为主，缺乏对 BIM、物联网、AI 等技术的掌握。同时，高校与职业院校的人才培养体系滞后，未能及时培养出满足行业需求的复合型人才，导致企业面临用工难、用工贵的问题，制约了智能施工技术的推广应用。尽管中建三局等企业通过工友夜校培训数字工匠，但整体人才缺口仍较大。

### 3.3 前期投入成本较高，中小企业推广难度大

智能施工技术的应用需要投入大量的资金，用于购置智能装备、搭建协同管理平台、技术研发等，前期投入成本较高。对于中小企业而言，资金实力有限，难以承担高额的投入成本，同时缺乏相关的技术支持与人才储备，导致智能施工技术在中小企业中的推广应用难度较大，形成大企业领跑、中小企业滞后的发展格局。

### 3.4 标准体系不完善，监管机制不健全

我国智能建筑施工技术的发展仍处于初期阶段，相关的技术标准、行业规范尚未完善，如 BIM 模型的数据标准、智能装备的技术规范、协同管理平台的接口标准等不统一，导致不同企业的技术应用无法兼容，影响了行业的规范化发展。同时，针对智能施工技术的监管机制不健全，缺乏专门的监管机构与监管手段，难以对智能施工过程的质量、安全、数据安全等进行有效监管。

## 4 推动智能建筑施工技术深度应用的优化策略

### 4.1 深化技术融合应用，打破数据孤岛

建筑企业应加强智能施工技术的全流程融合应用，推动 BIM、物联网、AI、大数据等技术的协同联动，构建全流程智能化的施工体系。例如，将 BIM 模型与物联网感知数据、施工进度数据、质量安全数据相结合，实现施工全要素的精准管控；统一数据标准，推动不同智能技术之间的数据互联互通，打破数据孤岛。同时，加强与科研机构的合作，开展智能施工技术的创新研发，提升技术应用的深度与广度。

### 4.2 完善人才培养体系，培育复合型人才

高校与职业院校应优化人才培养方案，增设 BIM、

物联网、智能装备等相关课程，培养兼具建筑专业知识与智能技术能力的复合型人才；企业应加强对现有从业人员的培训，开展智能施工技术的专项培训，提升施工人员与管理的技术水平，如通过工友夜校线上培训等方式，培育数字工匠。同时，完善人才激励机制，吸引更多的专业人才投身智能建筑施工领域，优化人才结构。

### 4.3 加大政策支持力度，降低企业投入成本

政府应加大对智能建筑施工技术的政策支持与资金扶持，出台财政补贴、税收减免等政策，降低企业应用智能施工技术的前期投入成本；搭建公共技术服务平台，为中小企业提供智能施工技术的技术支持与咨询服务，帮助中小企业实现智能化转型。同时，推动智能施工装备的国产化研发与推广，降低装备购置成本，提升装备的性价比。

### 4.4 健全标准体系与监管机制，规范行业发展

相关部门应加快完善智能建筑施工技术的标准体系，制定 BIM 模型数据标准、智能装备技术规范、协同管理平台接口标准等，推动行业规范化发展；建立专门的智能施工监管机构，运用智能化手段对施工过程进行实时监管，加强对施工质量、安全、数据安全的监管力度，保障智能施工技术的有序应用。同时，加强行业自律，引导企业规范应用智能施工技术，提升行业整体发展水平。

## 5 结论与展望

智能建筑施工技术作为建筑行业数字化、智能化转型的核心支撑，对传统施工模式实现了全方位的变革，推动施工流程从线性粗放到闭环精准、管理模式从人工粗放到智能协同、质量安全管控从事后补救到事前预防、资源利用从高耗粗放到绿色高效的转变，为建筑行业高质量发展注入了新的活力。

### 参考文献

- [1] 肖兴涛. 智能化施工技术对传统建筑工程施工管理模式的影响研究[J]. 2025.
- [2] 刘孝鹏, 宋天龙, 王志萌. 建筑智能化施工技术的发展趋势与应用研究[J]. 2025(2): 160-162.
- [3] 李欢. 装配式建筑智能化技术在工程施工管理中的应用[J]. 行车指南, 2024(12): 0057-0058.