

智能建造技术在建筑工程管理中的应用

何宝中

浙江云杰建设有限公司，浙江金华，321000；

摘要：随着信息技术的飞速发展与建筑产业转型升级的内在需求，智能建造技术正逐步渗透至建筑工程管理的全过程。本文在阐述智能建造技术内涵与特点的基础上，系统分析了其在建筑工程规划、设计、施工及运维各阶段的具体应用模式与价值。进而，从技术、人才、成本三个维度剖析了当前智能建造技术在工程管理中的应用现状与面临的主要挑战。最后，围绕技术融合、人才培养、成本效益转化、标准生态建设、数据安全及管理模式转型等方面，提出了推进智能建造技术深度应用、提升建筑工程管理效能的策略体系。

关键词：智能建造；建筑工程管理；BIM技术；数字化；信息化；应用策略

DOI：10.69979/3029-2727.25.02.074

引言

建筑业作为国民经济的重要支柱产业，长期以来面临着生产效率不高、资源消耗较大、安全管理压力突出、精细化管理水平不足等挑战。在全球数字化浪潮与“中国建造”战略的推动下，以大数据、人工智能、物联网、云计算、建筑信息模型（BIM）、机器人技术等为代表的智能建造技术，为建筑业的变革注入了新动能。智能建造并非单一技术的应用，而是通过新一代信息技术与先进建造技术的深度融合，实现工程建设全过程的数字化、网络化、智能化，从而对传统建筑工程管理模式带来根本性变革。研究智能建造技术在建筑工程管理中的应用，对于推动产业升级、提升项目质量、安全、效率和效益具有重要的理论价值与实践意义。

1 智能建造技术的内涵与特点

智能建造技术是贯穿于建筑项目规划、设计、生产、施工、运维全生命周期，集成了数字化设计、智能生产、智慧施工、物联网集成、智慧运维管理等环节的综合性技术体系。其核心在于利用数据驱动，实现工程要素与过程的精准感知、实时交互、智能决策与自动化执行^[1]。

智能建造技术主要呈现以下特点：一是集成性与协同性。它打破了传统建筑活动中各阶段、各专业、各参与方之间的信息孤岛，通过统一的数字平台（如基于BIM的协同平台）实现数据互通与业务协同。二是数据驱动与智能决策。通过对海量工程数据的采集、分析与挖掘，为进度、成本、质量、安全等管理决策提供科学依据，甚至实现预测性维护与风险预警。三是过程可视化与可控性。利用BIM、三维扫描、VR/AR等技术，实现工程实体与过程的数字化孪生，使管理过程更加直观、透明，提升了过程监控与纠偏能力。四是自动化与智能

化作业。施工机器人、自动化装备、智能穿戴设备等的应用，逐步将人从繁重、危险、重复的体力劳动中解放出来，提高了作业精度与安全性。

2 智能建造技术在建筑工程管理各阶段的应用

在建筑工程管理的不同阶段，智能建造技术的应用侧重点与价值体现各异。

在规划与设计阶段，基于BIM的参数化设计与性能模拟分析成为核心。管理者可利用BIM模型进行场地分析、方案比选、建筑性能（如日照、能耗、风环境）模拟优化，从源头提升项目品质。协同设计平台使得建筑、结构、机电等多专业得以并行设计与实时碰撞检查，大幅减少设计错误与变更，为后续施工奠定坚实基础。此外，结合GIS技术，可实现项目宏观布局与周边环境的统筹管理。

在施工准备与实施阶段，应用最为广泛。首先，基于BIM的施工深化设计、4D/5D模拟（关联时间与成本）能够提前预演施工过程，优化施工方案与资源计划，实现“先虚拟后现实”的精细化管理。其次，物联网技术通过传感器、RFID标签等，对人员、机械、材料、环境进行实时监控，实现物料追踪、设备状态监测、现场安全预警（如临边防护、塔吊防碰撞）等。无人机定期航拍，结合图像识别技术，可快速进行土方计量、进度比对与现场巡查^[2]。再次，智慧工地平台整合各类数据，为项目管理者提供统一的指挥看板，实现远程、移动化、可视化的综合管控。最后，自动化施工设备如混凝土布料机、焊接机器人、墙面抹灰机器人等的应用，直接提升了施工效率与质量。

在竣工验收与运维阶段，智能建造技术同样发挥着关键作用。通过BIM模型与竣工实体的三维扫描数据比

对,可高效、准确地进行竣工验收。交付的不仅仅是物理建筑,更是与之对应的“数字孪生”模型及蕴含全生命周期数据的资产。在运维期,基于BIM+IoT的智慧运维管理平台,能够集成楼宇自控、安防、能耗等系统,实现设施的智能监控、空间管理、预防性维护和能源优化,显著降低长期运营成本,提升建筑服务效能。

3 智能建造技术在建筑工程管理中的应用现状

尽管智能建造技术展现出巨大潜力,但其在实际工程管理中的应用仍处于从点状应用到系统集成过渡的阶段,面临多重挑战。

3.1 技术应用现状

当前,BIM技术在我国大型复杂公共建筑项目中已得到较广泛应用,但多集中于设计阶段和施工阶段的碰撞检查、可视化交底,深度应用于项目管理全过程、全要素协同的案例仍属少数。物联网、无人机、三维扫描等技术应用呈现“碎片化”特征,各类数据采集系统之间缺乏统一标准与接口,数据集成与融合分析能力不足,形成了新的“数据烟囱”。人工智能、机器学习等技术在项目管理中的决策支持应用尚处于探索初期。施工自动化机器人因成本高、适应性有限、作业场景复杂等原因,尚未大规模普及^[3]。

部分企业在智能建造技术应用中存在重硬件采购轻软件适配、重技术引入轻流程重构的现象,导致技术与管理模式脱节,未能充分发挥技术的协同效应。例如,部分项目虽引入了BIM技术,但因缺乏配套的协同管理流程和机制,各参与方在模型使用、信息共享上仍存在壁垒,模型的复用率和数据价值挖掘不足。此外,智能建造技术的应用还面临着行业标准不统一的问题,不同软件平台之间的数据兼容性差,影响了技术在项目全生命周期中的顺畅流转和深度应用。同时,针对复杂地质条件、特殊施工工艺等场景的智能解决方案供给不足,技术应用的场景化、定制化水平有待提升。

3.2 人才应用现状

智能建造是技术密集型领域,其有效应用离不开既懂建筑工程技术又熟悉信息技术的复合型人才。然而,当前行业普遍存在人才结构性短缺问题。一线管理人员和作业人员数字化素养参差不齐,对新技术接受慢、应用能力弱。同时,具备跨学科知识、能够进行系统集成与数据挖掘的高端人才更是凤毛麟角。企业内部的培训体系往往滞后于技术发展速度,高校人才培养模式与产业实际需求也存在一定脱节。人才瓶颈成为制约智能建造技术深化应用的关键因素之一。

从企业层面来看,多数建筑企业尚未建立完善的智能建造人才培养与引进机制,在人才储备上缺乏长期规划。部分企业对现有员工的智能建造相关技能培训投入不足,培训内容多停留在基础软件操作层面,未能涉及技术融合应用、数据驱动决策等深层次能力的培养。从行业教育体系角度,高校虽然逐步开设智能建造相关专业,但课程设置与行业实际需求结合不够紧密,实践教学环节相对薄弱,导致毕业生进入企业后需要较长时间适应岗位要求。此外,建筑行业传统的人才评价体系仍以经验和资历为主要标准,对掌握智能建造技术的人才激励不足,难以吸引和留住高素质复合型人才。这种人才供需的结构性矛盾,使得许多企业在推进智能建造技术应用时,面临“有技术、缺人才”的困境,制约了技术优势向管理效能的转化。

3.3 成本管理现状

引入智能建造技术意味着前期需要投入可观的软硬件成本、培训成本以及系统实施与维护成本。许多企业,尤其是中小型建筑企业,在面对项目利润空间有限、投资回报周期不确定的情况下,对新技术投入持谨慎甚至观望态度。尽管从长远和全生命周期看,智能建造能带来质量提升、工期缩短、浪费减少、运维成本下降等综合效益,但这种效益的量化评估和显性化转化机制尚不完善,导致决策者难以清晰衡量投入产出比,影响了技术推广的积极性。

4 智能建造技术在建筑工程管理中的应用策略

为推动智能建造技术从“可用”向“好用、愿用”转变,全面提升建筑工程管理水平,需要从多维度构建系统性的应用策略。

4.1 技术融合与协同应用

未来发展的核心是从单项技术应用走向集成化、平台化。应着力构建以BIM模型为数据载体、以云计算为算力支撑、以物联网为感知神经、以大数据和AI为智慧大脑的一体化项目管理平台。该平台需打通设计、生产、施工、运维各环节数据流,实现业务协同与数据共享。同时,鼓励研发适应复杂施工现场环境的柔性机器人、人机协作装备,推动自动化施工从“样板间”走向“商品房”。通过技术的深度融合,形成“数据采集-分析-决策-执行”的闭环,真正实现智慧化管理。

4.2 人才培养与团队建设

破解人才困境需多方合力。企业层面,应建立分层级的数字化培训体系,针对决策层、管理层、作业层开

展差异化培训,并将数字化能力纳入岗位考核与晋升体系^[4]。积极引入外部数字化人才,并与内部业务骨干组成跨界团队。院校层面,应加快智能建造相关学科专业建设,改革课程体系,强化校企合作,共同培养实践型、复合型人才。行业层面,可推动建立智能建造职业技能标准与认证体系,引导人才有序成长。最终目标是构建一支涵盖战略规划、技术研发、工程应用、操作维护的全链条人才梯队。

4.3 成本控制与效益转化

企业需转变观念,从项目全生命周期价值最大化的视角看待智能建造投入。在项目前期,进行精细化的技术应用策划,明确投入重点与预期收益,避免盲目投资。可通过试点项目、标杆项目积累数据,建立科学的成本效益评估模型,清晰展示在减少返工、节约材料、缩短工期、降低安全事故、提升运维效率等方面的具体成效。积极探索平台化、服务化(SaaS)等轻量化应用模式,降低中小企业初始投入门槛。政府也可通过税收优惠、补贴、示范项目奖励等方式,激励企业进行智能化改造。

4.4 标准建设与生态优化

统一的数据标准、接口标准和应用标准是技术协同的基础。应加快完善覆盖设计、施工、交付、运维的BIM标准体系,推动物联网设备数据协议、软件数据交换格式的标准化。同时,需要培育健康的产业生态,鼓励软件开发商、硬件制造商、施工企业、科研机构等协同创新,形成解决方案丰富、产业链协同高效的生态圈。行业协会应发挥桥梁作用,推广最佳实践,促进行业交流与合作^[5]。

4.5 数据安全性与风险防控

随着工程管理的高度数字化,项目核心数据(如BIM模型、成本数据、监控影像)的安全成为重中之重。必须建立全生命周期的数据安全管理体系,包括数据分级分类、访问权限控制、加密传输与存储、数据备份与恢复、网络安全防护等措施。同时,需关注因技术系统故障、网络攻击、算法缺陷可能带来的新型工程风险,制定相应的应急预案和风险防控机制,确保智能建造系

统运行的可靠性与稳定性。

4.6 管理模式转型

技术是工具,管理是灵魂。智能建造技术的深度应用必然要求项目管理组织模式与流程的再造。企业需推动从传统的、层级式的管理向扁平化、网络化、平台化的管理模式转变。项目管理流程需要与数字化平台深度融合进行优化,决策机制应从经验驱动转向数据驱动。企业文化也应倡导开放、协作、创新的数字文化,以适应技术变革带来的挑战。只有实现管理模式与技术的同步转型,才能最大化释放智能建造的潜力。

5 结语

智能建造技术正在重塑建筑工程管理的理念、方法与范式。它通过赋能工程全生命周期,为提升工程质量、安全、效率和可持续性提供了前所未有的机遇。然而,其全面落地应用仍面临技术集成度不足、复合型人才短缺、成本效益认知偏差、标准生态不完善、数据安全风险及传统管理惯性等多重挑战。展望未来,建筑工程管理的智能化演进将是一个长期、系统的过程,需要政府、行业、企业、院校等多方主体协同推进。通过深化技术融合、强化人才培养、创新成本管理模式、完善标准生态、筑牢安全防线并推动管理转型,方能逐步克服障碍,使智能建造技术真正成为驱动建筑业高质量发展的强大引擎,最终实现建筑产业现代化。

参考文献

- [1] 王国强. 智能建造技术在建筑工程管理中的应用[J]. 建材发展导向, 2026, 24(01): 106-108.
- [2] 谭文龙, 丁婷. 智能建造技术在建筑工程施工中的应用[J]. 全面腐蚀控制, 2025, 39(12): 182-185.
- [3] 熊飞祥. 智能建造技术在建筑工程施工中的应用[J]. 建筑工人, 2025, 46(12): 37-40.
- [4] 杨少鹏. 智能建造技术在装配式绿色建筑项目进度管理中的应用与优化[J]. 住宅与房地产, 2025, (29): 62-64.
- [5] 周永奇. 人工智能技术在住宅建筑工程领域质量监督中的应用研究[J]. 居舍, 2025, (29): 61-64.