

智能建造背景下的工程管理模式创新研究

毛华彪，马一帆，吴晨光

中国建筑技术集团有限公司，北京 100013

DOI:10.61369/ETQM.2025100041

摘要：智能建造技术的快速演进为工程管理领域带来了以往难以想象的变革契机。将 BIM、大数据、人工智能等技术融入建筑行业后，项目在规划、设计、施工及运维各环节均实现了信息化、精细化与智能化的综合管控，本文深入研究智能建造背景下工程管理模式的创新方向，剖析现有管理模式存在的挑战及改进需求，并结合国内外实际应用案例，提出智能化技术与管理理念深度结合的管理模式创新方法，这些创新模式不仅显著提高了项目效率、减少了管理成本，还优化了资源配置，为建筑行业朝着绿色、智能、可持续的方向发展打下了坚实基础。

关键词：智能建造；BIM；大数据；人工智能；工程管理

Research on Innovation of Engineering Management Modes in the Context of Intelligent Construction

Mao Huabiao, Ma Yifan, Wu Chenguang

China Academy of Building Research Group Co., Ltd., Beijing 100013

Abstract : The rapid evolution of intelligent construction technologies has brought about unprecedented opportunities for transformation in the field of engineering management. By integrating technologies such as Building Information Modeling (BIM), big data, and artificial intelligence into the construction industry, projects have achieved comprehensive management and control that is information-based, refined, and intelligent across all stages, including planning, design, construction, and operation and maintenance. This paper delves into the innovative directions of engineering management modes in the context of intelligent construction, analyzes the challenges and improvement needs of existing management modes, and, drawing on practical application cases both domestically and internationally, proposes innovative management methods that deeply integrate intelligent technologies with management concepts. These innovative modes not only significantly enhance project efficiency and reduce management costs but also optimize resource allocation, laying a solid foundation for the construction industry to develop towards a green, intelligent, and sustainable direction.

Keywords : intelligent construction; BIM; big data; artificial intelligence; engineering management

引言

智能建造技术持续进步的过程中，建筑行业正在经历深刻的变革，传统工程管理模式在应对越来越复杂的项目需求时，效率低下、信息不畅通、决策迟缓等问题逐渐凸显，BIM、大数据、人工智能等智能化技术为建筑项目提供了全新的解决思路，不仅提高了管理效率，还推动建筑行业向绿色、智能、可持续的方向迈进，在智能建造背景下如何实现工程管理模式的创新，已成为当前行业发展过程中需要重点解决的问题。

一、智能建造背景下工程管理模式的创新需求

(一) 智能建造技术驱动下的管理需求变化

在智能建造技术持续发展的背景下，工程管理领域面临的挑战逐步增多，传统工程管理方法已难以适配现代建筑项目的复杂需求，故而需依托新兴技术提升项目管理的效率与精准度，智能建造技术可借助 BIM（建筑信息模型）技术、物联网、人工智

能、大数据等手段，在项目全生命周期内实现精细化管理，像 BIM 技术能够为项目构建三维可视化模型，助力管理者更精准地预判项目进度、成本及潜在风险，进而提升项目管理的精确性。

另外，智能建造技术还能显著增强项目的安全保障水平，在施工阶段，借助传感器与实时数据监测，施工现场的安全状况可得到及时反馈与调整，例如物联网技术可对施工现场的环境条件及设备运行状态展开实时监测，对潜在安全隐患进行及时预警，

降低事故发生的概率。

(二) 从传统管理模式向智能化转型的必要性

传统工程管理模式普遍存在信息孤岛、沟通效率不高、决策迟缓等问题，难以应对当前建筑项目愈发复杂的需求，特别是在大型、跨领域项目中，传统管理模式常常依赖人工判断与手工操作，信息传递效率及决策执行速度均受到限制，随着建筑项目规模的逐步扩大，项目自身的复杂性及跨专业协同的需求也不断提升，这使得传统管理方法越来越难以满足项目的管理要求。

向智能化转型是解决这些问题的核心途径，通过引入数字化技术，项目管理可实现信息共享、实时更新及远程监控等功能，大幅提升管理效率与决策质量，智能建造技术让项目从设计、施工到运维的各个环节都能达成高度集成与协同，破解了传统管理模式中信息滞后与管理分散的难题。

(三) 政策、标准与法规对智能建造管理模式的影响

智能建造的推广与应用，离不开政策、标准及法规的引导与支持，国家及地方政府陆续出台相关政策，推动建筑行业的智能化转型，比如政府通过提供资金补助、税收减免及技术扶持等举措，鼓励建筑企业投入智能建造技术研发与应用，加快技术的普及速度，与此同时，政策还着重强调绿色建筑、节能减排等可持续发展目标，这进一步推动了智能建造技术在各类项目中的落地应用。

此外，智能建造管理模式的创新，同样需要完善的行业标准与法规体系作为支撑，当前，不少国家和地区已着手制定智能建造相关标准，以确保新技术应用符合行业规范、保障项目质量。管理模式的创新需与这些政策、标准相契合，推动行业实现健康发展。

二、智能建造技术在工程管理中的应用

(一) BIM技术的应用与优化

BIM（建筑信息模型）技术作为智能建造领域的核心支撑技术，已在建筑项目全生命周期各环节展开深度应用，项目规划与设计阶段所构建的三维数字化模型，能为设计团队搭建起精度高且数据实时更新的工程信息平台，该平台可实现建筑信息的集中化管理，对设计方案加以优化，减少设计层面的变更次数，同时增强设计过程的可视化呈现效果与多方协同能力，设计环节中，BIM技术可精准核算建筑材料的具体用量、施工流程的先后顺序及项目所需成本，由此降低资源不必要的消耗，提升资源调配的整体效率。

施工与运营阶段，BIM技术能够达成项目全过程的数字化管控，施工环节将其与施工进度管理系统相融合，可实时匹配项目整体进展与现场实际施工状况，自动对施工计划及进度安排作出调整，从而最大限度减少工期滞后问题与预算超额现象的发生，运营环节里，BIM技术通过与设施管理系统的对接整合，可对建筑物内部各类设施实施实时监测与维护作业，提升建筑物全生命周期管理的效能，保障设施长期处于稳定运行状态。

(二) 物联网与传感技术的管理应用

物联网技术借助对建筑施工现场各类设备及传感器的连接，

可实现工程项目实时监测与数据收集的目标，施工现场的环境参数，包括温度、湿度、气压、噪音等指标，以及施工设备的运行状况、作业人员的身体健康数据等，均能通过传感器进行实时捕捉并上传至云端管理系统，这些采集到的数据不仅可助力管理者及时掌握项目当前进展情况与施工安全动态，还能依托数据分析提前判断设备可能出现的故障、施工进度可能发生的延迟等问题，进而实现有效的风险预警与设备维护工作。

物联网技术与设备管理系统相结合，还可实现设备的智能化调度与预防性维护，通过对机械设备使用频次、故障发生概率等数据的分析，物联网技术能够提前判断设备发生故障的潜在可能性，并自动规划维修安排，防止因设备故障停机而造成工期延误。

(三) 大数据与人工智能的管理决策支持

大数据与人工智能技术在建筑项目管理决策过程中发挥着关键作用，项目管理团队通过对历史项目数据、市场动态数据、项目进度数据等进行深度挖掘与分析处理，能够更精准地开展风险评估工作，对项目进展趋势作出预测，并优化资源的配置方案，人工智能预测模型能够对工程项目进度进行实时追踪与提前判断，精准计算项目可能出现的延误时长，为项目管理者提供及时的决策依据，大数据技术则可帮助管理团队发掘项目中潜在的风险要素，像预算超支、工期延误等问题，依托数据驱动的决策模式，降低决策过程中的偏差，提升管理工作的科学性与精准程度。

人工智能在质量控制领域同样可发挥重要价值，施工过程中借助智能化检测技术，AI能够实时监控建筑工程质量，分析建筑结构的安全性能，找出潜在的质量隐患并及时采取修正措施，计算机视觉技术的应用使AI可对施工质量开展自动化检测与分析，发现建筑结构中的细微裂缝、结构尺寸偏差等问题，为工程质量提供可靠保障。

三、创新的工程管理模式探索与案例分析

(一) 基于协同工作的智能化管理模式

伴随工程项目规模的扩大与复杂程度的提升，传统单一部门管理模式已难以满足现代建筑项目的实际需求，智能化管理模式通过搭建跨部门、跨领域的协同工作平台，将设计、施工、采购、运营等各环节的资源与信息进行有效整合，这种协同工作模式借助信息技术打破信息孤岛现象，推动不同部门之间的协同合作，保障项目顺利推进，BIM技术与云计算平台的结合，能让项目团队在设计阶段实现信息共享，减少部门间的沟通阻碍，确保设计与施工环节的无缝衔接。

借助智能化协同工作平台，施工团队可实时获取设计变更信息，及时调整施工方案，规避因沟通不顺畅引发的施工误差与进度延误问题，该模式不仅提升了工作效率，还增强了项目的透明度与可追溯性，企业将供应链管理、资源调度、项目进度管理等模块集成到管理系统中，实现对项目全生命周期的监控与管理，进而提高整体运营效率，降低运营成本。

(二) 精细化管理与数字化双重驱动的创新模式

精细化管理与数字化管理的融合，使工程项目各环节能够实现精确控制，精细化管理注重对每个细节的把控，依托先进技术手段，对项目各项指标进行精确测量、监控与调整，在建筑施工过程中，通过精确的施工进度控制与资源配置优化，可确保项目每个环节都严格依照计划推进，数字化管理则通过信息化平台对项目全程数据进行记录、监控与分析，借助大数据挖掘为项目管理提供决策支持。

二者相结合，能够实现对项目的精确控制，减少资源浪费，提升项目质量，采用 BIM 技术开展全过程数据管理，利用物联网技术实时监控设备运行状态，可及时发现设备故障并开展维修工作，降低因设备故障造成的停工时间，数字化管理还能通过人工智能算法预测项目潜在问题，提出优化方案，提升项目决策的科学性与准确性。

(三) 国内外智能建造案例分析

在国内，智能建造技术的应用已取得诸多显著成果，华润集团在北京大兴国际机场建设期间，运用 BIM 技术与物联网技术对建筑进度、质量、安全等方面实施智能化管理，通过全程信息化管理，华润集团有效控制了项目成本，缩短了建设周期，实现了高效的资源配置与项目协调，BIM 技术与大数据的结合，提供了实时决策支持，保障了项目的高质量与高效交付。

国外具有代表性的案例为新加坡滨海湾金沙项目，该项目开发团队利用 BIM 与自动化技术，实现了设计与施工过程的精细化管理，项目所采用的智能建造管理系统集成了所有工程数据，通过实时数据分析为项目管理决策提供支持，确保工程精确执行，该项目的成功不仅体现在技术应用层面，更在于依据具体项目需求调整智能建造模式，优化施工资源，减少工期与成本消耗。

四、智能建造管理模式创新的挑战与实施路径

(一) 技术实施难题

智能建造管理模式在落地过程中面临多项技术实施难题，其中技术整合与设备维护两方面问题尤为突出。BIM、物联网、大数据、人工智能等各类智能建造技术，在实际应用阶段常缺乏统一的标准与操作平台，这直接导致技术集成工作难以推进，不同供应商提供的设备与系统可能存在兼容性差异，使得信息流无法顺畅传递，进而影响整个系统的高效运转，除此之外，施工现场部

分硬件设施与设备可能较为老旧，难以充分支撑新技术的应用需求，针对技术整合这一难题，必须在技术选型、平台搭建、数据接口设计等方面开展深入优化工作，同时制定统一的技术标准与操作流程，确保各项技术能够协同发挥作用。

(二) 组织管理与人力资源的适应性问题

智能建造的推进不仅涉及技术层面的革新，更需要组织架构与人力资源体系进行深度调整，随着智能化管理模式的逐步推广，传统的组织结构需做出相应变革，特别是跨部门、跨领域协作机制的构建工作亟待完善，各部门之间的沟通与协作方式，必须从传统的分工协作模式转变为更具集成性、注重信息共享的新模式，这就要求组织结构具备更高的灵活性与适应能力。在此过程中，人员培训与再提升也成为一大挑战，不少传统工程管理人员对智能建造技术缺乏了解，也没有相关应用经验，迫切需要通过系统化培训提升专业技能，此外，人才引进工作也变得至关重要，智能建造领域需要具备跨学科能力的复合型人才，像 BIM 技术专家、数据分析师、AI 算法工程师等，这类人才需求对建筑行业现有人才结构提出了全新要求。

(三) 管理创新的实施路径

为破解智能建造管理模式创新过程中面临的各类挑战，需从政策、技术、管理等多个维度制定切实可行的实施路径，在政策维度，政府应加强对智能建造技术的支持力度，通过提供资金扶持、税收优惠等政策，激励企业开展技术研发与创新应用，在技术维度，需加大技术试点推广力度，尤其在大型工程项目中，可开展小范围的智能化技术应用测试，积累实践经验，为后续全面推广提供实际依据，在管理维度，则应构建系统化的培训体系，为行业从业人员提供具有针对性的技能提升课程，重点覆盖智能建造相关技术的应用与操作内容。

五、结语

智能建造技术的持续发展，为工程管理模式创新提供了强劲动力，推动建筑行业朝着更高效、更智能、更绿色的方向迈进，尽管在技术实施、组织管理、人才培养等方面仍存在挑战，但借助政策支持、技术整合与管理创新，智能建造的实施路径已逐渐清晰，未来，随着技术的不断优化与行业的持续探索，智能建造必定会在工程管理领域发挥更重要的作用，推动建筑行业实现全面转型与升级。

参考文献

- [1]王璐琪,冯为民.面向智能建造的工程项目管理课程模块化案例教学模式 [J].高等建筑教育,2024,33(06):85~90.
- [2]刘伟,林成,王永祥,等.智能建造理念下工程管理专业应用型创新人才培养模式构建 [J].西部素质教育,2023,9(08):1~4.DOI:10.16681/j.cnki.wcqe.202308001.
- [3]李丰,曾莹莹.智能建造背景下基于 OBE 理念的人才培养模式改革研究——以建设工程管理专业为例 [J].科教文汇,2024,(17):95~98.DOI:10.16871/j.cnki.kjwh.2024.17.022.
- [4]廖龙辉,温宇航,甘翠萍,等.智能建造背景下工程管理研究生培养模式创新与实践 [J].工程管理学报,2023,37(06):150~154.DOI:10.13991/j.cnki.jem.2023.06.027.
- [5]吴志江,朱亚茹,汪俊文.智能建造背景下工程管理专业人才培养模式的质量监管研究 [J].西部素质教育,2024,10(24):96~100.DOI:10.16681/j.cnki.wcqe.202424020.