

# 智能建造背景下工程管理模式的创新与实践

任 钊

温州筑诚交通工程监理有限公司 浙江温州 325000

**摘 要：**随着信息技术的快速发展，智能建造成为建筑行业的新趋势。智能建造不仅改变了传统建筑的生产方式，也对工程管理模式提出了新的要求。本文旨在探讨在智能建造背景下工程管理模式的创新与实践，分析当前工程管理模式面临的挑战，并提出相应的创新策略。通过研究，本文认为工程管理模式应从传统的以人力为主导转变为以信息技术为支撑，实现项目管理的智能化、精细化和高效化。

**关键词：**智能建造；工程管理；创新；实践

## 引言

智能建造是指利用信息技术、自动化技术、大数据分析等现代科技手段，对建筑的设计、生产、施工、运营和维护等全过程进行优化和创新。它不仅能够提高建筑项目的生产效率和质量，还能降低资源消耗和环境影响。在智能建造的背景下，工程管理模式需要适应新的技术环境，进行相应的创新和调整，以满足现代建筑行业的发展需求。

## 一、智能建造对传统工程管理模式的挑战与机遇

### （一）挑战分析

智能建造技术的引入，特别是自动化施工设备和数字化交付流程的应用，对传统的工程管理模式构成了显著的冲击。在管理流程方面，原有的线性、分段式的管理方式面临挑战，因为智能建造要求更集成、更实时的信息流和决策链。例如，自动化设备需精确指令和数据，要求计划、设计、施工等环节紧密衔接，传统滞后性管理难以适应。在组织结构上，传统层级分明、部门分割的模式效率低，智能建造需跨专业、跨阶段团队协作，对原有组织架构和沟通机制提出新要求，可能需更扁平化、灵活的组织形式。在人员技能方面，传统依赖经验判断和现场操作的管理人员与技术人员，需掌握新数字工具、数据分析能力及与智能设备交互的知识，人员技能升级需求迫切。此外，信息协同方式也有根本变化，过去依赖纸质文件、口头传达或分散电子表格传递信息的方式，无法满足智能建造对海量、实时、准确信息共享的需求，必须建立统一、高效的信息平台，改变原有信息沟通习惯和协作模式<sup>[1]</sup>。

### （二）机遇分析

智能建造为工程管理带来变革机遇。应用传感器、物联网和大数据分析技术，使工程管理更数据驱动，管理者可基于实时全面数据精准决策，如预测进度、调配资源、评估风险，提高决策质量和效率。自动化技术（如自动化测量、机器人施工）能提高施工效率、减少人力错误、提升工程质量与安全性、缩短项目周期。信息化深入应用，特别是云平台 and 协同软件推广，方便项目各参与方共享信息、沟通协作，提升项目管理透明度和协同水平，减少信息不对称带来的障碍和成本，使大型复杂项目管理更可控。

### （三）管理范式转变

智能建造促使工程管理范式转变。传统管理模式依赖管理者经验、直觉和现场观察，信息获取和处理滞后，决策依据不全面精确。智能建造推动工程管理向数据驱动、信息集成、智能决策新范式转变。数据成为管理决策核心依据，通过采集、分析和应用全生命周期数据实现科学预测和规划。信息集成平台打破信息壁垒，集中管理和共享项目信息，为协同工作奠基。结合人工智能等技术，可实现智能决策，如优化施工方案、预警潜在风险，使工程管理从被动响应和经验依赖转向主动、精准和智能管理<sup>[2]</sup>。

## 二、智能建造背景下工程管理模式的创新方向

### （一）流程再造

在智能建造的背景下，工程管理的流程再造意味着对项目从策划到运维的每一个环节进行深入审视和系统性优化。利用自动化施工设备、数字孪生、建筑信息模型（BIM）等智能建造技术，可以打破传统流程中各阶段相互割裂的状态。例如，项目策划阶段，借助大数据

分析过往类似项目数据，精准预测风险和成本，优化初步方案；设计阶段，结合BIM技术与自动化设计工具，实现设计快速迭代与碰撞检查，减少后期变更；采购环节，通过数字化平台在线比选供应商、精准追踪材料；施工阶段，利用自动化设备和智能控制系统优化施工顺序，减少人工干预，提高建造效率与精度；运维阶段，基于数字孪生模型和实时传感器数据，实现设施智能监控与预测性维护。这种全流程优化重构，旨在消除冗余环节、减少信息传递损耗，让项目管理更高效，且能根据项目变化或外部环境调整，展现更强的柔性适应能力。

## （二）组织协同

适应智能建造需求，工程管理的组织结构需要向扁平化、网络化的方向转变。传统的层级式组织结构在信息传递和决策效率上可能存在瓶颈，难以支撑智能建造对快速响应和广泛协同的要求。扁平化减少了管理层级，使得信息能够更直接地在项目团队和决策者之间流动，加快了决策速度。网络化则强调根据项目需要，动态地连接设计、施工、供应商、业主等不同专业、不同企业和不同地域的参与方，形成一个以项目为中心、资源共享、能力互补的合作网络。数字化协同平台是实现这种新型组织协同的关键工具。通过统一的平台，项目信息可以被所有授权人员实时访问和更新，设计变更可以即时通知到施工和采购部门，现场问题可以通过移动端上报并协调解决。这种基于数字平台的协同方式，有效克服了地域和时间的限制，确保了跨专业、跨企业、跨地域的高效沟通与协作<sup>[3]</sup>。

## （三）数据驱动决策

数据驱动决策是智能建造背景下工程管理创新的核心要素之一。为了实现这一点，需要建立项目数据中台。这个中台负责汇集来自设计软件、施工设备、传感器、管理系统等多源异构的数据，进行清洗、整合和标准化处理，形成一个统一的数据视图。在此基础上，利用大数据分析技术，可以对项目的历史数据和实时数据进行挖掘，发现潜在的模式和关联。例如，分析施工参数与质量结果关系可为工艺优化提供依据。可利用人工智能尤其是机器学习算法构建预测模型，管理者用其进行风险预警，如预测天气对施工进度的影响、识别可能存在质量缺陷的区域。在资源优化上，数据分析可精确计算材料需求、优化设备调度、减少浪费。进度控制方面，对比计划进度与基于实际数据（如已完成工程量、资源投入）的预测进度，能及时发现偏差并调整计划。这种基于数据的决策使管理更客观、精准，减少主观判断偏差。

## （四）质量安全管理

智能建造为工程质量和安全管理提供了全新的技术手段。通过部署智能传感器，可以实时监测结构物的应力、变形、温度等关键参数，或者监控施工设备的工作状态和环境条件（如空气质量、噪音水平），这些数据能够即时反馈到管理平台。视觉识别技术，如结合无人机或固定摄像头的图像识别算法，可自动检测施工现场安全隐患（如未戴安全帽、区域闯入、物体坠落风险等）和质量问题（如混凝土表面裂缝、涂装缺陷等）。机器人巡检能在不适宜人员进入的环境或高空、危险区域定期进行质量检查和安全排查，提供更全面客观的检查记录。这些技术使工程质量和安全监控从传统定时、定点、人工抽检转变为全天候、全覆盖、自动化实时监控。系统可根据收集数据自动判断异常并发出智能预警，提醒管理人员处理。结合管理平台任务分配和闭环跟踪功能，能实现问题及时发现、上报、处理、验证和记录，形成完整管理闭环，显著提升工程质量和安全管理水平<sup>[4]</sup>。

## 三、工程管理模式创新的实践应用

### （一）数字化集成平台的应用

在实践中，企业或具体项目已经开始广泛应用建筑信息模型（BIM）平台以及项目管理信息系统（PMIS）等集成化工具。这些平台的核心价值在于打通了项目从设计、施工到运维各阶段的数据壁垒。通过BIM平台，设计信息可以被精确地创建、审查和共享，形成包含丰富属性信息的数字模型。这个模型随后可以作为施工阶段的基础，用于生成施工图纸、进行碰撞检查、优化施工方案和模拟施工流程。施工中的实际进度、材料使用、质量检测等数据可补充到BIM模型或PMIS中。PMIS侧重管理项目时间、成本、资源和合同等核心要素。当系统相互连接、数据互通时，设计变更能自动反映到施工计划和成本预算，可实时追踪施工实际进展并与计划对比，运维阶段能直接获取含竣工信息的模型支持设施管理和维护。数据贯通与流程在线化提高了项目信息透明度，使决策依据更充分，显著提升协同效率。

### （二）智能化施工技术的管理融合

将智能化施工技术有效融入管理层面，关键在于如何组织和协调自动化施工设备、智能监测系统等的的应用，确保这些先进技术能够真正转化为可见的管理效益。这不仅仅是技术本身的部署，更涉及到管理流程的调整和管理方式的创新。例如，在使用自动化焊接机器人或混凝土浇筑设备时，管理上需要重新规划施工区域的划分、材料供应的节奏以及与其他工种的衔接，确保设备能够

连续高效作业。对于智能监测系统（如结构健康监测或环境监测系统），管理层面需建立数据接收、分析、预警和响应机制。管理人员要学习解读数据，理解工程状态，根据预警信息调整施工或维护。有效的管理融合还包括制定操作规程、安全规范和人员培训计划，确保操作人员熟练、安全使用设备，理解其在项目管理中的角色。只有将技术优势与管理实践结合，才能避免技术闲置或不当使用，发挥提升效率、保证质量、降低风险的作用。

### （三）新型管理角色的出现与培养

智能建造的推进，对工程管理人才的能力结构提出了新的、更高的要求，也催生了一些新型管理角色的出现。传统的工程管理者需要补充数字化素养，例如掌握BIM软件的基本操作、理解数据分析的基本方法、熟悉智能化设备的工作原理等。同时，沟通协调能力变得更加重要，因为他们需要与来自不同专业背景、甚至不同企业的人员在数字化平台上协同工作。在此基础上，专注特定数字化领域的新型角色出现，如BIM经理统筹项目BIM模型创建、应用和管理，数据分析师收集、处理和分析项目数据以支持决策，智能化设备管理专员负责自动化设备调度、维护和数据管理。企业在人才培养和团队建设上探索新实践，包括组织针对性培训提升现有人员数字化技能，招聘时注重候选人跨界能力，鼓励跨部门项目合作让员工在实践中学习新工作方式，建立知识共享机制促进团队经验积累和传播。这些探索旨在构建懂工程和数字技术、适应并推动管理模式创新的人才队伍<sup>[5]</sup>。

### （四）实践中的挑战与应对

在实践中推行新的工程管理模式，确实会遇到各种阻力。观念上的阻力是常见的，部分管理人员或技术人员可能习惯于传统的工作方式，对新技术、新流程持怀疑态度，担心增加工作负担或对自身岗位构成威胁。技术层面的挑战也不容忽视，例如，不同系统之间的数据标准不统一导致集成困难，智能化设备的初期投入和维护成本较高，部分技术的成熟度和可靠性还有待验证。此外，实施新模式往往需要改变现有的组织架构和权责分配，这可能会遇到既得利益者的抵触。针对这些挑战，相应的解决思路或经验包括：加强宣传和培训，让相关人员充分理解新模式的价值和操作方法，改变固有观念；选择成熟可靠的技术，并制定详细的技术实施方案和数据标准，分阶段推进集成工作；进行成本效益分析，争

取管理层的支持，将初期投入视为长期效益的保障；建立有效的沟通机制和激励机制，鼓励员工参与变革，并对变革过程中出现的问题及时进行调整和解决，逐步克服阻力，推动新模式的落地生根。

### 结语

智能建造背景下工程管理模式的创新与实践是建筑行业适应时代发展的必然选择。智能建造虽给传统工程管理模式带来管理流程、组织结构等方面挑战，但也创造了数据驱动决策、提高施工效率等机遇。通过流程再造等创新方向及数字化集成平台应用等实践应用，工程管理模式正朝智能化、精细化和高效化转变。然而，推进创新与实践会遇到观念转变困难、技术应用难题等挑战。对此，建筑行业各参与方需积极应对，企业加大新技术研发和应用投入、培养新型管理人才，政府出台政策引导支持，行业协会促进信息共享和经验交流。展望未来，随着智能建造技术发展完善，工程管理模式的创新与实践将持续深入。智能建造将推动建筑行业高效、绿色、可持续发展，创造更多优质产品和服务，其创新经验也将为其他行业提供借鉴，推动社会数字化转型和进步。

### 参考文献

- [1]管东芝,朱明亮,郭正兴,等.建筑工业化与智能建造背景下新型土木工程施工教学体系构建[J].高等建筑教育,2022,31(5):55-62.DOI:10.11835/j.issn.1005-2909.2022.05.008.
- [2]夏小刚.智能建造背景下铁路施工企业技术创新实践[J].建筑经济,2020,41(8):5.DOI:10.14181/j.cnki.1002-851x.202008043.
- [3]何敬源,陈迪杨,张延欢,等.交叉学科融合视野下的地下工程智能建造拔尖人才创新教学改革[J].2020.
- [4]王峰.我国高速铁路智能建造技术发展实践与展望[J].中国铁路,2019.DOI:CNKI:SUN:TLZG.0.2019-04-001.
- [5]高云莉,姜蕾,石锋.基于智能建造的工程管理“双能力”培养课程体系改革[J].教育教学论坛,2022(42):42-45.
- [6]章颖.智能建造背景下高校土建类专业智慧工地仿真教学实践项目建设探索[D].中国矿业大学,2022.