

# 数字化转型驱动下的智能工程管理方法

梁宇

北京建筑大学城市经济与管理学院, 中国·北京 100044

**摘要:** 当前数字化转型正在重塑工程管理领域的理论与实践模式。在此趋势下, 本文以工程管理智能化为核心, 通过分析物联网 (IoT)、大数据、人工智能 (AI) 与建筑信息模型 (BIM) 等技术的融合应用, 结合案例, 分析数字化转型背景下智能工程管理方法, 希望为工程管理数字化转型提供理论与实践参考, 构建“数据驱动-智能决策-动态优化”的工程管理框架和智能建造新模式。

**关键词:** 数字化转型; 智能工程管理; BIM

## Intelligent Engineering Management Methods Driven by Digital Transformation

Liang Yu

School of Urban Economics and Management, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, China Beijing 100044

**Abstract:** The current digital transformation is reshaping the theoretical and practical models in the field of engineering management. Under this trend, this article focuses on the intelligentization of engineering management. By analyzing the integration and application of technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, artificial intelligence (AI), and building information modeling (BIM), and combining case studies, it analyzes the intelligent engineering management methods under the background of digital transformation. It is hoped to provide theoretical and practical references for the digital transformation of engineering management, and to construct an engineering management framework with the feature of "data-driven, intelligent decision-making and dynamic optimization" and form a new model of intelligent construction.

**Keywords:** Digital transformation; Intelligent engineering management; BIM

### 1 引言

本章从研究背景、研究意义和研究框架三个方面进行阐述, 说明数字化转型升级对建筑产业发展的重要性, 强调新时代背景下建筑工程管理结合数字化和智能化技术进行转型变革的实践意义。

#### 1.1 研究背景

在全球第四次工业革命浪潮席卷之下, 中国的建筑业正经历前所未有的数字化、智能化变革。这场变革不仅对传统工程管理模式形成强烈冲击, 同时也将重塑建筑产业发展格局, 促使其加速向数字化智能化方向转型 (王力)。

当今智能技术的蓬勃发展也为工程管理突破瓶颈带来了新契机。可利用的智能技术包括物联网、大数据、人工智能等多种数字化和智能化技术, 将这些技术与工程管理融入全过程将提高其管理效率与管理效果。在第四次工业革命驱动下, 建筑业与制造业数字化、智能化转型势不可挡。传统工程管理模式因信息孤岛、决策滞后等问题, 难以适应复杂项目与市场需求。而智能技术通过物联网、大数据、人工智能等赋能, 可以推动管理向数据驱动转型,

并在全球化协作与可持续发展中发挥关键作用, 因此数字化转型已成为工程管理发展的必然选择 (吕铁)。

#### 1.2 研究意义

在当前国际国内背景下, 发展智能工程管理大有裨益, 尤其是在理论与实践融合层面。发展智能工程管理, 可以完善动态决策、智能优化等理论体系, 推动管理理论创新。并将理论应用于实践中, 通过实时数据采集、精准资源调配, 有效解决信息不对称、资源浪费等问题, 提升项目管理效率与质量, 实现数字化技术和工程实践的深度融合。为实践提供科学依据, 实践反哺理论迭代升级, 推动工程管理领域向智能化、高效化迈进。研究和发智能工程管理, 完善学科理论体系, 创新管理框架; 实践中解决传统管理痛点, 提升项目效率与质量。理论与实践相互赋能, 推动工程管理智能化升级, 助力行业实现高质量、可持续发展。

#### 1.3 研究框架

本论文将围绕技术赋能关联理论、管理变革实践路径与结合具体案例分析三部分展开, 提出数字化转型与工程

管理的融合路径。(三者关系如图1所示)

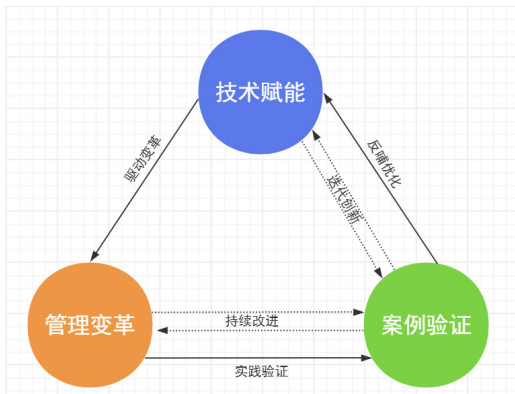


图1

从图中来看，新技术（如 AI、大数据等）的应用和推广是工程管理智能变革的起始点，它能够触发组织流程的再造，使工程管理流程更加高效、智能。组织流程再造后，管理机制随之创新，进而产生新型业务场景，为工程管理开拓新的发展空间。而案例验证过程中发现的技术瓶颈，会成为推动技术迭代的强大动力，促使技术不断优化。管理实践过程中积累沉淀的经验，经过整理和提炼，形成知识图谱，为后续管理决策提供丰富的参考依据。随着技术成熟度的逐步提升，技术在工程管理中的应用更加顺畅，进而降低管理变革的阻力，为管理变革的深入推进创造有利条件（吕铁）。

正是基于技术赋能、管理变革与案例验证之间这种正向循环与反向反馈的互动关系，智能工程管理变革持续推进并不断优化升级。本论文将从以上三方面对智能工程管理方法展开系统研究，期望为数字化转型与工程管理的融合发展与变革创新提供切实可行的路径参考与理论支持。

## 2 工程管理的现状

传统工程管理模式长期依赖经验判断、人工操作与手工计算，在项目规模不断扩大、技术复杂度持续攀升的当下，其弊端日益凸显在当前建筑行业浪潮中，工程项目规模正以惊人的速度扩张，超高层、大型桥梁、跨区域交通枢纽等大体量项目不断涌现，同时，BIM 技术、装配式建筑、智能建造等新技术持续渗透，使工程技术复杂度呈指数级攀升。然而，传统工程管理模式仍深陷于经验主义的桎梏，过度依赖管理者的过往经验判断，在项目规划、进度把控、风险应对等环节，多凭记忆与主观认知。从工程量核算到成本预算编制，决策过程缺乏数据支撑，依赖管理者直觉，造成决策滞后，人工操作与手工计算的方式更是普遍存在，从进度计划制定到资源调配安排，均依赖人工完成，效率低下且易出错。这种管理模式与当下工

程建设的发展需求严重脱节，随着项目规模与技术难度的双重升级，其在信息传递效率、决策科学性、资源利用合理性等方面的弊端愈发尖锐，不仅制约着项目的顺利推进，更成为行业向智能化、精细化转型的巨大阻碍，对工程质量、成本控制、工期保障等核心目标的实现构成严峻挑战。

同时，资源调配缺乏精准规划，本质上源于信息获取与分析能力的不足。由于缺乏实时动态的资源管理系统，施工过程中材料与设备的需求、库存和使用状态无法及时同步更新。在材料管理方面，由于难以精准预测不同施工阶段的实际需求量，加之市场价格波动信息掌握滞后，常出现采购计划与实际需求脱节的情况，要么因过量采购导致材料积压、损耗，要么因供应不足造成停工待料。而在设备调配领域，由于缺乏对设备运行状态、使用频率及闲置时间的系统性监测与分析，设备调度往往依赖人工经验和临时协调，无法实现资源的最优配置，致使设备闲置与短缺现象并存，不仅降低了设备利用率，还增加了设备租赁、维护成本，最终造成资源的严重浪费，加剧项目成本压力与进度风险（孙洁）。

## 3 智能工程管理方法对策

### 3.1 数字化转型的内涵

数字化转型并非简单地将传统业务流程进行数字化迁移，而是一场围绕数据以数字技术为驱动，通过对数据的采集、存储、分析与应用，重塑企业的业务模式、管理流程和价值创造方式。在工程领域，数字化转型意味着打破以往依赖经验和人工决策的局限，将工程建设过程中产生的海量数据，如设计图纸数据、施工进度数据、设备运行数据等，转化为可用于优化决策的信息资产。例如，在传统工程建设中，项目进度的把控主要依靠人工汇报和经验判断，而数字化转型后，通过传感器和智能终端实时采集施工数据，管理人员可以直观、精准地掌握工程进展，及时发现潜在问题并调整计划，实现从粗放式管理向精细化管理的转变。

### 3.2 智能工程管理方法的核心特征

智能工程管理方法主要有三个关键特点与核心特征，这些特点和数字化转型趋势紧密相连。第一个特点是数据驱动。在智能工程管理方法中，数据起着基础性作用。就像盖房子打地基一样，有了坚实的地基，房子才能盖得又稳又好。工程管理中，把不同来源的数据整合起来分析，能找到背后的规律，发现数据的价值，为项目决策提供有力支持。

第二个特点是协同互联。这意味着工程建设里的各个

参与方,如设计单位、施工单位、监理单位等,以及工程的各个环节,都能做到信息共享、高效合作。以前,各参与方沟通不畅,存在信息孤岛现象,导致工作效率低下。现在,借助数字化技术,大家能在同一个数字化平台上实时交流,设计变更信息能马上上传到施工一线,避免因信息传递不及时造成返工和延误,大大提高了工作效率。

第三个特点是智能决策。利用人工智能、机器学习这些先进技术,能对复杂的工程问题进行自动分析,做出决策。比如,通过算法对不同的施工方案进行模拟评估,从众多方案里自动选出最好的,让决策更科学、准确。这就好比有个聪明的助手,能快速又精准地帮我们在复杂的工程问题中找到最优解。

总的来说,智能工程管理具有数据驱动、协同互联和智能决策三大特征,与数字化转型趋势深度契合,通过数据整合分析、多方协同合作及智能决策,推动工程管理向精准化、协同化方向演进,提升管理决策科学性 with 效率。

### 3.3 技术工具

智能工程管理的顺利开展,依赖于有一套完整且相互配合的技术支撑体系,它主要由感知技术、数据处理技术和分析决策技术构成,而具体的智能工程管理工具则是这些技术的实际载体(雷智强)。

感知技术就像智能工程管理的“眼睛”和“耳朵”,负责收集工程现场的各类信息。比如,物联网传感器能实时监测施工现场的温度、湿度、设备运行状态等,一旦数据异常,就发出警报,提示及时检查维修,避免安全事故发生。结合物联网传感器的智能安全帽也是一种典型工具。除物联网传感器外,它还内置 GPS 定位和通信模块,能实时采集佩戴者的生命体征数据,监测是否存在摔倒、撞击等危险情况,还能定位人员位置,一旦工人在施工现场遇到突发状况,系统可快速响应救援。比如在高层建筑施工中,智能安全帽能及时发现工人因高温中暑晕倒的情况,并通知管理人员。

数据处理技术方面,工程管理信息平台发挥重要作用,如同“信息加工厂”。这类平台运用大数据处理技术,整合施工进度、材料采购、人员调配等多源数据,并对感知技术收集到的海量杂乱数据进行清洗、分类和存储。以大型建筑项目为例,每天产生的数据量巨大,既有施工进度数据,也有材料使用数据。大数据处理技术能够快速筛选出有效数据,去除重复和错误信息,将数据按照不同类别整理归档,方便后续调用和分析,让数据从“一团乱麻”变成“井然有序”。

而分析决策技术是智能工程管理的“大脑”,通过人工智能算法和模型,对处理后的数据进行深度分析,为工程决策提供依据。这个领域中,施工模拟软件是得力助手。它基于人工智能算法,结合 BIM 模型,对施工过程进行三维动态模拟。还可以利用机器学习算法分析历史工程数据,预测不同施工方案可能出现的结果,还可以结合当前项目的实际情况,推荐出最优的施工进度安排和资源配置方案,帮助管理者做出科学决策。

此外,BIM(建筑信息模型)技术贯穿工程全生命周期,将设计、施工、运营阶段的信息整合在三维模型中,实现可视化管理和协同工作;5G 技术凭借高速率、低延迟的特点,保障工程现场数据的实时传输,让远程监控和指挥成为可能。这些技术相互协作,共同构建起智能工程管理的技术支撑体系,让工程管理更加智能、高效、精准(方昱楚)。

## 4 智能工程管理的实践路径

本章节将以某地级市的工程建设项目和上海机场项目为例,阐述智能工程管理如何借助智能工具进行全流程优化,从实践层面为行业提供可借鉴的经验。

### 4.1 项目规划阶段

在项目规划的起始阶段,智能工程管理尤为注重前期数据的整合以及方案的优化,以此确保项目从根源上就具备科学性与可行性。

在某地级市的工程项目中,在规划阶段,项目部组织设计、施工、材料供应、使用和监理等各方组织会谈,结合项目建设目标规划施工组织方案。并且构建智慧建造管理平台,将一系列计划和方案输入智能管理系统并存入云存储器。项目各参建方了解预算方案后进行专题讨论并将结果上传至云存储服务器。在此期间,有任何疑问,都可以采用在线咨询的方式互相交流。最终确定工期安排计划和资源投入预算方案,为项目后续实施筑牢了坚实基础。

上海机场建设项目的智慧施工管理系统,借助 GIS(地理信息系统)与 BIM 技术的深度融合,对选址、地形地貌、周边环境等要素展开全方位分析。作为集机场、地铁、公交、出租等多种交通方式于一体的现代化大型综合交通枢纽,上海机场的规划需综合考量大量复杂因素。在选址阶段,系统利用 GIS 的空间分析功能,对多个候选地址的地质条件、交通便利性、周边人口密度等指标进行量化评估,并结合 BIM 模型对机场规划布局进行三维可视化模拟,从而优化设计规划方案,极大提升了旅客出行效率。同时,系统运用大数据分析技术,对建设所需的材料供应、

设备采购等进行成本预测与风险评估,提前规划供应链管理策略,有效降低了项目潜在风险。

#### 4.2 项目执行阶段

项目执行阶段充分展现了智能工程管理实时监控与协同管理的优势。

在施工阶段,借助智能管理系统,可以实现配合工序安排、资源动态调取与管理等。不仅可以高效安排工序,更在工程材料的预定和配送方面发挥极大作用,有效避免工程材料的现场堆积和存储管理,减少资源投入。此外,还可以结合智能技术监测机械设备状态,预警设备故障,避免因故障导致的停工损失,确保设备运行状态良好。最后,智能管理系统可以利用施工现场布设的传感器对环境进行监测。及时启动应急除尘措施,确保施工环境良好环保,创建文明工地

除以上优点外,智慧建造管理平台还可以分析关联因素,实现高效管理。如北京南站建设项目,通过建立统一信息共享平台,实现了设计单位、施工单位、监理单位等多方的高效协同工作。平台采用区块链技术,确保信息的实时传递,大大减少了沟通成本。并在施工过程中,利用无人机巡检技术,并与 BIM 模型对比分析,及时发现施工偏差。同时,系统运用物联网技术对施工材料进行全生命周期管理,通过 RFID(射频识别)标签实现材料从采购、运输、入库到使用的全程追踪,确保材料质量可追溯,减少材料浪费与损耗(杨善林)。

#### 4.3 项目后期运维阶段

在项目后期运维阶段,智能工程管理借助数字化技术实现建筑设施高效管理。

该工程项目依托智慧建造管理平台,建立完善的资源管理制度,构建完整的建筑运维数据库,详细记录建筑设备信息,形成“数字档案”。既可以未雨绸缪,也可以及时补救,不仅提高资源利用率,也有利于控制运维成本。

与之类似,上海机场的智慧施工管理系统在运营阶段持续发挥重要作用。借助传感器,系统实时采集设备运行数据,结合大数据分析技术对设备状态进行评估与预测,实现提前预测和及时处理。并且可以借助该系统,对机场

的运行和营运实现智能化控制,不仅优化内部流程、降低能源消耗,也提高了旅客的满意度。

总之,智能工程管理在项目全生命周期中,通过技术融合、数据驱动和多方协同,形成一套完整且有效的实践路径。上述两个项目的成功应用,不仅大幅提升工程项目的管理效率、质量与安全性,更为建筑工程行业智能化发展提供可复制、可推广的经验,对推动行业转型升级具有重要的理论价值与实践意义。

### 5 结语

本文围绕数字化转型驱动下的智能工程管理展开研究。数字化转型下的智能工程管理具备数据驱动、协同互联、智能决策特征,依靠感知、数据处理和分析决策等技术工具实现高效管理。通过上述两个案例可知,智能工程管理在项目规划、执行和后期运维阶段均展现出巨大优势,为行业智能化发展提供了广阔前景。

然而,本文研究仍存在一定不足。在案例分析上,样本数量有限,难以全面涵盖不同类型项目。未来研究可拓展技术应用边界,增加案例多样性,深入探索智能工程应用在复杂环境下的应用。实践中,行业应加强技术创新与应用,推动智能工程在更多项目中落地,助力建筑工程行业全面智能化升级。

#### 参考文献:

- [1] 方昱楚. 基于 BIM 的建筑工程管理智能化研究[J]. 建筑科学, 2024,40(01):173.
- [2] 雷智强. 建筑工程智能管理系统的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024,9(07):116-118.
- [3] 吕铁. 传统产业数字化转型的趋向与路径[J]. 人民论坛·学术前沿, 2019,(18):13-19.
- [4] 孙洁, 龚晓南, 张宏等. 数字化驱动的建筑业高质量发展战略路径研究[J]. 中国工程科学, 2021,23(04):56-63.
- [5] 王力. 浅谈第四次工业革命及其影响趋势[J]. 银行家, 2024,(12):4-5.
- [6] 杨善林, 王建民, 侍乐媛等. 新一代信息技术环境下高端装备智能制造工程管理理论与方法[J]. 管理世界, 2023,39(01):177-190.