智能建造背景下建筑工程数字化管理应用探讨

史东洁　明家瑞　杨　琼　卜海鹏
陕西冶金设计研究院有限公司　陕西　西安　710018

摘　要：智能建造推动建筑行业向着数字化、智能化方向深度转型，数字化管理成为工程提质增效的核心路径。本篇结合智能建造技术体系特征，梳理数字化管理的核心业务与赋能逻辑，依托 BIM、物联网、大数据等核心技术，剖析数字化管理在设计协同、施工管控、成本管控中的落地场景，探析行业数字化落地的现存制约因素。从数据标准、人才建设、多方协同层面搭建优化路径，为建筑工程数字化管控体系的规范化落地与高效运行提供参考。

关键词：智能建造；建筑工程；数字化管理；智慧工地；数据集成

引言：建筑行业传统粗放式建造与管理模式，逐渐难以适配现代工程规模化、精细化、高质化的发展需求。数字技术与建筑领域的深度融合，持续重塑工程建设的生产模式与管理体系。智能建造的普及应用，为工程全流程数字化管控提供坚实技术支撑，破解传统工程管理信息割裂、管控滞后、资源利用率偏低的行业难题。依托前沿数字技术落地数字化管理，成为建筑行业转型升级的核心发展方向。

1 智能建造与数字化管理的核心内涵及关联机制

1.1 智能建造的技术体系与核心特征

智能建造是信息技术与建筑工程深度融合的新型建造模式，依托数字化建模、智能感知、数据运算与自动化施工技术，重塑传统建造运营模式。该模式以数据为核心要素，覆盖工程全生命周期，弱化人工经验主导的管理弊端，具备数字化、精细化的建设特征。智能建造能够优化资源配置、降低人为误差、提升施工标准化程度，是推动建筑行业数字化转型的核心技术支撑。

1.2 建筑工程数字化管理的界定与核心业务

建筑工程数字化管理是依托数字技术对工程全流程资源与作业行为实施标准化管控的新型管理模式，核心是实现工程数据的归集、分析与动态应用。该模式解决了传统工程管理信息碎片化、管控粗放的问题，整合设计、施工、运维全周期数据资源。业务涵盖数据处理、进度管控、质量安全管理、成本调配与多方协同等内容，通过一体化数字平台打通信息壁垒，推动工程管理向科学化、精细化转型。

1.3 智能建造驱动数字化管理的赋能机制

智能建造为数字化管理提供技术支撑与运行载体，重构工程管理实施逻辑。各类智能技术可持续输出精准工程数据，丰富管理数据维度，减少人工经验对决策的干扰。其数字化运行框架可实现工程信息实时更新、高效流转，适配施工现场动态变化，提升管控精准度。整体推动工程管理由被动整改转向主动预判，全方位提升工程管控效能，助力工程管理体系数字化升级。

2 建筑工程数字化管理的关键技术支撑

2.1 建筑信息模型（BIM）技术的数据集成应用

BIM 技术是建筑工程数字化管理的核心基础技术，依托三维数字化建模构建建筑全要素数字模型，精准还原建筑结构、设备及管线等实体信息。模型可集成设计参数、施工工艺、资源配置与运维标准等多维数据，实现工程全周期数据的统一归集与标准化存储。三维可视化的呈现方式可直观展示工程整体构造与细节参数，解决传统管理信息抽象、传递偏差的问题。工程各阶段动态数据可实时录入模型，保持模型数据与工程实体状态同步更新。

BIM 技术可打通设计、施工、造价、运维各业务板块的信息隔阂，构建一体化工程数据体系。设计阶段依托模型开展碰撞检测与参数校验，排查结构与工艺矛盾，优化设计方案。施工阶段可开展施工模拟与工艺推演，匹配现场作业条件，合理调配施工资源。运维阶段可依托模型调取全周期工程数据，支撑建筑检修与改造工作。BIM 技术贯穿工程全生命周期，为数字化管理各项业务提供稳定的数据支撑。

2.2 物联网与智能感知技术的全天候监测

物联网与智能感知技术依托前端设备搭建施工现场立体化监测网络，实现施工全过程动态数据采集。设备可自动捕捉环境温湿度、结构沉降、位移应力、场地风

速等关键参数，替代传统人工巡检模式[1]。感知设备支持全天候不间断运行，覆盖夜间及恶劣天气作业场景，弥补人工监测的场景短板。采集数据可实时上传数字化平台，完成初步规整筛选，保障现场数据的完整性与时效性。

感知设备可精准捕捉建筑主体与支护结构的细微形变，动态监测结构运行状态，提前识别异常变化。设备同步监测施工现场扬尘、噪音、气象等环境指标，为现场环保管控提供数据依据。大型施工设备的运行荷载、轨迹与安全状态可实时追踪，规避设备违规运行风险。人员定位功能可实现作业人员区域追踪，规范现场作业行为，提升人员管控精细化水平。

多维感知数据的持续传输，推动施工现场管控从阶段性抽检转为全域实时管控。智能监测模式降低人工工作强度，减少人为数据误差，提升监测覆盖面与精准度。平台可联动各类监测数据，自动识别异常信息并触发预警，帮助管理人员快速处置现场风险，强化施工现场安全与质量的动态管控能力。

2.3 大数据与人工智能的智能分析与决策

大数据技术可整合处理建筑工程全周期海量异构数据，涵盖 BIM 模型、现场监测、进度成本、物资设备及人员等多类数据。传统处理方式难以完成海量数据的深度挖掘，大数据运算框架可快速完成数据清洗、分类与存储，提炼工程运行内在规律。规整后的标准化数据可构建工程数据资源池，为数字化管理研判与决策提供扎实的数据基础。

人工智能依托机器学习与智能推演算法，深度挖掘工程数据价值，替代传统经验化决策模式。进度管理中，智能算法结合历史与实时施工数据，识别进度滞后诱因，输出优化方案。质量管理中，算法比对施工参数与质量标准，精准筛查工艺偏差，定位质量问题源头，为整改工作提供靶向依据。

成本管理中，人工智能整合物资、人工、设备损耗等动态数据，预判成本波动趋势，优化资源调配与采购方案。安全管理中，智能模型结合监测数据与历史风险案例，识别现场安全隐患，预判风险影响范围，提前落实防控举措[2]。智能分析模式有效弱化人工决策偏差，推动数字化管理从基础数据归集转向智能化决策阶段。

大数据与人工智能的融合应用可深度释放工程数据价值，将数据转化为管理优化、风险防控与效率提升的核心动能。智能技术可精简人工研判与复核流程，优化整体管理运行模式，适配现代建筑工程规模化、精细化、复杂化的建设发展需求。

3 建筑工程数字化管理的典型应用场景

3.1 数字化设计协同与数据贯通

传统建筑设计各专业独立作业，信息互通不畅，易出现参数冲突与方案错位问题。数字化协同设计依托统一数字平台，整合建筑、结构、机电、装饰等多专业作业场景。各专业设计成果实时上传共享，设计人员可随时参照关联专业参数，从源头规避设计矛盾，提升方案适配性。

数字化设计可实现全流程数据贯通，方案设计、参数调整、定稿归档的全部数据均可留存更新。参数调整信息同步覆盖平台关联模块，保障各专业数据统一一致，杜绝数据更新错位引发的设计偏差。定稿数字化资料可直接对接施工、造价、运维环节，打通设计与后续施工的信息断层。

数字化平台可吸纳建设、设计、施工、监理多方主体参与方案研讨，提前排查不符合施工与运维需求的设计内容。设计过程中的调整、审核、沟通记录全程数字化留存，形成完整的设计溯源链条。协同设计模式可有效提升设计精准度，减少工程设计变更与现场返工，提升工程前期设计质量。该协同模式从源头减少设计错漏与现场返工，实现工程前期提质增效，规避后期因设计冲突引发的造价风险。

3.2 智慧工地与施工过程动态管控

智慧工地是智能建造背景下建筑工程数字化管理的核心落地场景，依托多类数字技术整合施工现场人、机、料、法、环全要素资源，搭建一体化施工现场数字化管控体系。施工现场人员管理可以依托数字化系统完成人员信息录入、考勤统计、资质核查与作业管控，规范施工现场人员准入标准，实现作业人员的精细化管控。系统可以记录现场人员的作业时长、作业区域、岗位资质等核心信息，方便管理人员随时核查现场人员配置状态，杜绝无资质人员上岗作业的情况。

施工现场设备管理可以依托数字化管控体系实现大型施工设备的全周期管控，设备进场备案、日常运行、维护保养、退场结算等流程均可通过数字化模块完成。系统可以实时捕捉设备运行状态，记录设备作业时长、荷载参数、故障信息等数据，依据设备运行数据制定科学的维护保养计划，延长施工设备的使用寿命，保障设备运行稳定性。施工现场环境与安全管控可以依托智能感知设备实现动态监测，针对扬尘、噪音、基坑沉降、脚手架状态等关键指标开展实时管控，及时排查施工现

场安全隐患与环保问题。

施工进度与质量的动态管控可以依托智慧工地平台实现精准落地，施工各工序的作业进度、施工工艺落实情况、质量检测数据均可实时录入系统[3]。管理人员可以依托平台可视化界面掌握整体施工进度，对比实际施工进度与计划进度的差异，及时调整施工资源配置，保障工程进度有序推进。各工序施工质量数据可以实时归档留存，形成完整的质量管控数据链条，实现施工质量的全程可追溯。智慧工地场景的全面落地，能够实现施工现场全要素、全流程的动态管控，彻底改变传统施工现场粗放式管理模式，提升施工过程管控的标准化与精细化水平。通过施工现场全要素动态管控，持续提升施工标准化水平，实现质量安全风险前置预警，压缩无效工期，降低现场管理成本。

3.3 物资供应链与成本精细化核算

传统建筑物资供应链存在信息不透明、管控滞后、资源浪费等问题，易引发物资损耗超标与成本失控。数字化管控平台可整合物资采购、运输、入库、存储、领用全流程信息，实现供应链全环节数字化监管。采购环节依托平台筛选优质供应商，核查物资资质与价格，规范采购流程，保障物资质量达标。

物资运输进度可实时追踪，精准匹配施工现场施工节奏，规避物资滞后误工与提前积压的问题。物资入库后系统自动归档物资信息，搭建动态更新的数字化库存台账。物资领用实行线上审批机制，精准记录各工序物资消耗数据，实现物资消耗全程溯源。

供应链数字化数据可为工程成本精细化核算提供支撑，系统自动归集物资、人工、设备等各类成本支出数据，实时统计阶段性成本情况。管理人员比对预算与实际支出差异，定位成本超支环节，优化资源调配方案，削减无效成本消耗。数字化供应链与成本管控体系可提升工程资源利用效率与整体经济效益，推动成本管理实现精细化转型。依托供应链数字化管控实现资源优化配置，减少物资浪费，达成工程降本目标，保障项目经济效益稳定可控。

4 数字化管理落地实施的关键要素与破局路径

4.1 数据标准与系统集成融合的建设要求

统一的数据标准与系统集成是数字化管理落地的核心基础。当前建筑行业数字化建设缺乏统一规范，不同项目与企业的系统数据格式不统一，造成数据互通困难，制约数字化管理推进。行业需建立标准化的数据采集、存储与传输规范，统一工程数据统计口径，实现各类数据兼容对接，破除数据壁垒。同时整合 BIM 建模、现场监测、进度管控、成本物资管理等独立系统，搭建一体化数字管理平台，实现各业务模块数据联动与功能协同，构建闭环数字化管理体系，释放数字技术赋能价值。

4.2 组织架构适配与复合型人才队伍构建

传统工程管理组织架构难以适配数字化管控模式，行业需优化企业与项目层级组织体系。建筑企业可设置专属数字化管理岗位与部门，明确岗位职责，统筹开展数字化建设、数据运维与系统管理工作[4]。项目端同步优化作业流程与人员配置，建立适配数字化模式的运行机制。数字化管理的稳定运行依赖复合型人才队伍，企业需常态化开展数字技术专项培训，提升在岗人员数字化操作与管控能力，同时完善人才引进培育体系，组建兼具建筑专业能力与数字技术素养的专业队伍，为数字化管理落地提供人力保障。

4.3 跨主体协同机制与信息流转规则完善

建筑工程涉及多方建设主体，传统协同模式存在信息流转不畅、协作效率偏低等问题，制约数字化管理落地成效。行业需建立标准化跨主体协同机制，明确建设、设计、施工、监理各方的数字化工作权责，规范数据共享、问题整改等核心工作标准，规范多方协作流程。企业需要完善统一的信息流转规则，明确工程信息的流转路径与更新标准，规避信息遗漏、失真等问题，保障各主体依托统一信息平台开展协同作业，推动工程数字化管理体系规范化稳定运行。

结束语：建筑工程数字化管理是智能建造体系落地的核心体现，依托各类数字技术实现工程全流程、全要素的精细化管控，有效弥补传统工程管理模式的诸多短板。通过统一数据标准、优化组织架构、培育专业人才、完善协同机制，能够持续打通数字化管理的落地壁垒，提升工程建设的质量、效率与经济效益，助力建筑行业数字化、标准化、精细化的长效发展。

参考文献

[1] 李传贵. 智能建造技术在建筑工程中的应用探讨 [J]. 消费电子,2025(16)：227-229.

[2] 龚琳, 李洁. 智慧建造背景下工程项目管理模式转型的路径探讨 [J]. 企业改革与管理,2025(17)：9-11.

[3] 张学军. 土木工程产业化背景下的智能建造技术应用与发展 [J]. 高科技与产业化,2025,31(1)：94-96.

[4] 孙翊轩, 童可强. 智能建造技术在建筑工程管理中的应用 [J]. 砖瓦世界,2026(13)：205-207.