

基于大数据技术的土木工程信息化建设研究

崔二伟

(蚌埠城投建工有限公司)

【摘要】大数据技术在土木工程信息化建设中扮演着重要角色,本研究旨在系统分析其应用价值、核心挑战及优化对策。通过构建“问题诊断—理论框架—解决方案”研究体系,揭示当前面临的问题,针对性提出全域数据资源体系构建、智能化决策应用开发、集成化协同平台建设等解决路径,并实证验证其效能。

【关键词】大数据技术;土木工程;信息化建设;智能建造;数据挖掘;工程管理

中图分类号:TU17

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2026.06.038

Research on the Informationization Construction of Civil Engineering Based on Big Data Technology

CUI Er-wei

(Bengbu Urban Investment Construction Co., Ltd.)

【Abstract】Big data technology plays a crucial role in the informatization construction of civil engineering. This study aims to systematically analyze its application value, core challenges, and optimization strategies. By establishing a research system of "problem diagnosis-theoretical framework-solutions", it reveals the current bottlenecks. It then proposes targeted solutions such as the construction of an all-domain data resource system, the development of intelligent decision-making applications, and the establishment of an integrated collaborative platform, and empirically verifies their effectiveness.

【Keywords】big data technology; civil engineering; informationization construction; intelligent construction; data mining; engineering management

1 引言

信息技术高速发展背景下,物联网、云计算等技术推动土木工程领域生成海量多源异构数据,对传统管理模式的数据处理效率、决策精度及协同管理能力形成严峻挑战^[1]。为破解上述难题,亟需依托信息化建设推动行业转型升级。

土木工程全生命周期内,BIM模型、传感器监测数据、造价信息等数据均具备典型的大数据特征^[2]。大数据技术凭借海量数据处理、多类型适配、高速运算的优势^[3],可为土木工程领域提供高效的数据处理与科学决策支撑。大数据技术依托数据采集、存储、分析与挖掘的完整链路,深度处置工程数据,目前已在能耗分析、结构检测等场景实现初步应用,但仍存在全流程融入不足、智能决策支撑薄弱等问题^[4]。依托物联网与传感网络可实时采集施工能耗、结构健康等工程数据,通过分布式存储与并行计算化解海量数据处理难题,结合机器学习算法实现智能决策赋能^[5]。上述技术特性与土木工程数据处理需求高度契合,是推动行业信息化向智能化升级的核心动力,为行业发展提供了全新思路与技术方

2 大数据技术在土木工程信息化建设中面临困境

2.1 顶层设计与战略协同不足

当前土木工程行业企业普遍缺乏系统性、前瞻性整体规划,致使设计、施工、监理、运维等多方主体形成信息孤岛,存在数据标准不统一、共享机制不完善等问题。部分企业对大数据技术的长期应用价值认知不足,资源配置存在重硬件、轻软件,重建设、轻实效的失衡问题,资源投入较为分散,难形成合力。

2.2 行业发展需求判断与基础支撑薄弱

企业土木工程信息化建设中,对行业智能化、精细化管理的需求研判精准度有待提升。传统人工记录的数据采集模式时效性与精准性不足,易导致数据分析结果与工程实际脱节。行业尚未建立完善的数据质量管控体系,数据缺失、异常、格式不统一等问题频发,影响数据分析结论的可靠性。此外,行业基础设施支撑能力仍有提升空间,高性能计算资源配置不足、利用率偏低,硬件投入难以形成规模化应用效益;适配工程场景的专用大数据分析模型与平

台研发滞后,技术供给与工程实践适配性不足。

2.3 智能化与无人化管理需求应对不足

现有业务系统对安全风险多因素耦合预测、施工资源动态优化配置等复杂场景的适配能力有限,难以实现工程全流程智能化精细管控。同时,支撑智能决策的知识库与专家系统建设滞后,数据驱动的预测性维护、结构健康自适应控制等高端应用探索不足,智能技术对工程实践的赋能效果有待深化。

2.4 跨部门协调与数据共享机制不畅

工程建设的业主、设计、施工、供应、运维等多方主体存在数据壁垒,各阶段数据流转衔接不足。数据异构问题突出,格式与语义标准尚未统一,加大了跨主体数据整合难度。现阶段行业缺乏统一的数据交换标准与共享平台,且跨组织权责划分、信任机制尚不健全,降低了主体数据共享积极性,制约了全生命周期数据价值释放,难以支撑优化决策。

3 基于大数据技术深化土木工程信息化建设的优化路径

3.1 优化顶层设计与战略引领

在土木工程信息化深层次建设进程中,优化顶层设计与强化战略引领是首要环节。企业需提升对大数据技术驱动信息化转型的认知高度,将其纳入企业发展战略体系,明确信息化建设在工程全生命周期管理中的核心地位。在此基础上,应制定清晰的实施路线图,细化各阶段目标任务与责任主体,确保战略规划与项目实践的深度融合。为打破部门壁垒,需建立跨部门协同机制,可通过设立首席数据官统筹数据资源管理,推动设计、施工、运维等环节的数据流通与共享。

3.2 夯实制度基础与强化软硬件支撑

夯实制度基础与强化软硬件支撑是深化土木工程信息化建设的重要保障。企业需建立健全信息化建设与大数据应用的管理制度,明确数据治理规范,涵盖数据采集、存储、共享等全流程标准,同时,构建完善的数据安全保障体系,确保数据在流转与应用中的完整性和保密性。在硬件设施建设方面,应加大投入建设高性能、可扩展的IT基础设施,整合云计算与边缘计算资源,提升数据处理与存储能力。软件层面需开发适配土木工程专业需求的分布式存储

与计算框架,引入工程领域专用算法库与可视化分析平台,优化数据挖掘效率。此外,需构建稳定、高带宽的网络环境,保障数据实时传输与共享,并部署严密的数据安全防护措施。

3.3 推进智能化数据管理与决策应用

企业推进智能化数据管理与决策应用需以人工智能技术为核心驱动力,通过机器学习与深度学习算法强化数据价值挖掘能力。在模式识别层面,可针对工程设备运行状态、材料性能退化等关键指标构建预测模型,实现对潜在风险的提前预警;在趋势预测领域,结合历史数据与实时监测信息,对成本波动、工期延误等风险因素进行动态分析,为资源调配提供科学依据。同时,应深化三维数字化设计与大数据技术的融合应用,推动设计过程向参数化、智能化演进,通过构建包含专家系统与知识图谱的智能决策支持平台,整合多源异构数据,辅助工程全周期的方案比选与优化决策。在运维阶段,需推广基于大数据分析的预测性维护机制,通过对结构健康监测数据的实时解析,实现设备故障的早期诊断与维护策略的动态调整。

3.4 构建综合性信息化管理与协同平台

如图1所示,构建的综合性信息化管理与协同平台需采用集成化架构,整合项目全生命周期核心业务模块,涵盖项目管理、协同设计、智能建造、智慧运维及企业资源管理等功能单元。

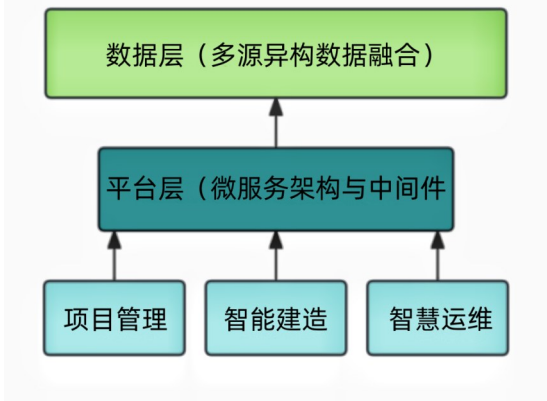


图1 综合性信息化管理与协同平台架构

平台设计应基于微服务架构,实现模块间的松耦合部署,通过标准化接口确保数据在各业务环节的高效流通与实时共享。数据层面需部署大数据中间件系统,构建统一的数据接入通道,实现多源异构数据的清洗、转换与融合处理,为跨模块数据分析提

供标准化数据服务。同时,应强化平台 workflow 引擎与消息交互机制,通过可视化流程配置工具支持跨部门、跨阶段业务流程的动态协同,结合实时消息推送功能保障各方主体的即时信息交互,提升工程管理过程中的协同效率与响应速度。

4 实证研究:商业综合体大数据平台应用

4.1 项目背景

本实证研究选取某商业综合体项目为研究对象,其建筑面积为 12 万 m^2 ,包含购物中心与写字楼业态,总工期 3a,采用 BIM+大数据技术实施全流程管理。该项目在推进过程中面临典型信息化管理挑战,各参与主体间存在显著的数据壁垒,设计、施工、监理及运维等单位的信息系统独立运行,导致设计变更信息流转存在 3d~5d 延迟,施工进度与设计模型出现阶段性脱节;能耗监测依赖人工抄表与 Excel 统计,数据采集周期长达 24h,且因人为记录误差导致能耗分析偏差率超过 15%,无法支撑空调系统动态调控;施工安全风险管控仍依赖人工巡检,隐患识别平均滞后 24h 以上,2023 年二季度曾因模板支撑系统变形预警不及时导致局部停工整改。

4.2 技术实施方案及效益结果分析

针对项目痛点,研究团队使用了基于大数据技术的深化土木工程信息化建设体系。在全域数据融合层面,采用分布式存储架构与实时数据流引擎,整合 BIM 模型几何信息、IoT 传感器采集的环境参数、进度计划数据及无人机巡检影像,形成统一的工程数据湖,实现设计变更、施工记录与运维需求等的跨主体实时同步。硬件部署采用边缘—云端协同模式,现场部署 12 台边缘计算网关处理传感器高频数据,采样间隔 $\leq 10\text{s}$,云端基于阿里云 ECS 集群搭建 Spark 分析引擎,结合堡垒机防护体系构建数据安全审计机制。智能决策系统开发聚焦三大核心场景,采用 LSTM 神经网络构建能耗预测模型,输入气象数据、人流统计及设备运行参数,实现空调负荷动态调控;基于 CNN 图像识别模型,对无人机采集的外立面图像进行裂缝识别与倾斜度分析,响应延迟控制在 5min 内;开发微服务架构的综合管理平台,集成三维可视化引擎,实现进度—成本—质量—安全指标的驾驶舱式监控,并通过移动端推送预警信息。

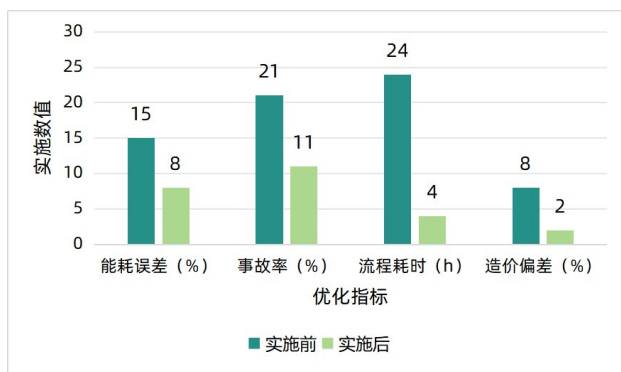


图2 大数据平台实施前后关键指标对比

如图2所示,实施效果显示,该方案显著提升工程管理效能。能耗管理方面,月均电费预测误差从 $\pm 15\%$ 降至 8% 以内,通过空调系统自动调节实现年节电 18.7%,折合经济效益 38.7 万元;施工安全预警漏检率从 21% 降至 11%,2024 年一季度事故率同比下降 34%;设计变更流程耗时从 24h 压缩至 4h,设计变更流程耗时减少 83%,打破信息孤岛材料;价格数据通过 API 接口实时更新,使造价估算偏差率从 8% 收敛至 2%,有效支撑了项目动态成本控制。

5 结语

大数据技术作为驱动土木工程信息化向智能化、高效化升级的核心引擎,其价值贯穿于工程全生命周期管理。本次研究系统剖析了企业当前面临的顶层设计缺位、需求判断偏差、跨部门协同不畅及基础支撑薄弱等关键瓶颈。为突破桎梏,本研究构建了全域融合数据资源体系,夯实软硬件与制度基础建设,发展智能决策应用,打造集成化协同平台,并通过优化顶层设计、完善技术生态、培育复合型人才形成系统性合力。

参考文献

- [1] 丛树路. 土木工程施工技术的创新及发展分析[J]. 建筑·建材·装饰, 2022 (22): 52-54.
- [2] 刘培霞. 大数据技术在土木工程信息化建设中的应用研究[J]. 中国战略新兴产业, 2024 (5): 23-25.
- [3] 王欢欢. 大数据技术在土木工程中的应用分析[J]. 信息记录材料, 2022, 23 (1): 199-201.
- [4] 范迪禄. 智能化背景下土木工程施工技术的应用创新[J]. 智能建筑与智慧城市, 2020 (7): 93-95.
- [5] 王兆文. 基于数据挖掘和大数据技术的土木工程施工教学体系建设[J]. 办公自动化, 2024, 29 (19): 51-53.