

大数据技术在建筑工程管理中的应用

杨光俊

甘肃中南工程质量检测有限公司 甘肃 兰州 730000

摘要:传统建筑工程管理问题不少,信息割裂、反应慢、风险也看不准。结合大数据、物联网和BIM技术,把技术原理说清楚,再从施工进度、质量安全、成本物资、人员设备四个角度讲讲大数据怎么用。针对行业数字化底子薄、标准不统一、缺人才、数据不安全这些毛病,给出对应的优化办法,推动工程管理从靠经验转向靠数据,帮建筑行业往精细化、智能化的方向走。

关键词:大数据技术;建筑工程管理;应用

引言:建筑工程规模越来越大,施工流程也越来越复杂,老一套人工管理的毛病越来越明显,已经跟不上现代工程管控的要求。大数据技术在数据采集、分析、预警上有自己的优势,正好成了行业数字化转型的一个重要方向。我们从建筑工程管理的实际情况出发,分析大数据有哪些应用场景、目前还存在哪些难题,再给出改进办法,给大数据在建筑工程领域真正落地提供一些参考和思路。

1 相关概念与核心技术基础

1.1 核心概念界定

(1) 大数据技术:从海量、多样、快速产生、价值密度低的数据中,通过采集、存储、处理、分析提取有价值信息。有“4V”特征:数据量大、类型多、速度快、价值密度低但商业价值高。(2) 现代建筑工程管理:主要管进度、成本、质量、安全以及合同和采购。目标是在保证质量安全的前提下,控好工期、降低成本、提高资源利用效率,让项目全过程可控、可溯、可持续优化。(3) 大数据工程数字化管理:以大数据技术为支撑,对建筑工程全生命周期的多源异构数据进行系统采集、集成、分析和应用,让管理决策从靠经验转向靠数据,提升工程管理的精细化与智能化水平。

1.2 建筑工程管理传统模式及痛点

(1) 传统进度、成本、质量、安全这几块,大多靠人工记录、纸质报表和零散的软件系统来管,各管各的。进度上常用横道图、网络计划法,成本搞预算核算制,质量和安全就靠现场巡检和抽检。(2) 数据碎了一地,信息互相不通。设计、施工、监理、供应商这些参与方用的系统或表格都不一样,数据格式不统一,想共享也难,就成了“信息孤岛”,同一个项目能冒出好几个对不上的数据版本。(3) 人工管控反应慢,预判能力跟不上。数据采集和处理周期长,问题发生了才被记下

来、才去分析,没有实时预警,工期延误、质量隐患这些潜在风险没法提前干预。(4) 资源调得不太合理,项目损耗大。缺了动态、全局的数据支撑,材料、设备、人的调配多半靠经验,容易造成库存积压、机械闲置或者供应跟不上,增加不必要的工程损耗和成本超支^[1]。

1.3 适配建筑工程的大数据核心技术

(1) 数据采集与传感监测。现场布设应力、温湿度、振动等传感器、RFID标签、无人机、智能摄像头,自动采集环境、设备、人员位置及进度等实时数据。(2) 云端存储与整合。用云存储和分布式数据库(HadoopHDFS、NoSQL)统一存储、备份、共享结构化和非结构化数据,打破孤岛,支持多方按权限访问。(3) 数据挖掘、分析与可视化。用机器学习、关联规则从历史数据中提取成本超支、质量缺陷等规律,通过BI仪表盘、三维图表直观展示关键指标,辅助决策。(4) 大数据与BIM、物联网融合。将大数据分析嵌入BIM模型,结合物联网实时感知,实现施工过程动态模拟、进度对比、成本监控及安全预警,形成“数字孪生”驱动的智能管理闭环。

2 大数据技术在建筑工程管理中的具体应用

2.1 工程施工进度管理中的应用

(1) 多源施工数据实时采集,搭进度动态库。用无人机航拍、智能安全帽定位、塔吊传感终端以及BIM4D模型对接,自动抓取各工序的实际开工完工时间、机械台班效率、材料进场状态等数据,搭起一个跟计划进度实时联动的动态数据库,能做到进度状态小时级更新,也能往回查历史记录。(2) 施工进度偏差智能分析与风险预警。用关联规则挖掘和长短时记忆网络,把实际进度和计划进度放一起比,找出关键路径上偏移了多少、对后面工序有什么连带影响。偏差超过设定阈值时,系统自动把预警消息推给项目经理和分包负责人,同时初

步分析一下滞后原因（比如人手不够、设备出故障或者天气影响）^[2]。（3）施工工序优化、工期动态调整管控。基于实时进度数据和资源约束条件，用遗传算法或强化学习模型生成工序调整方案（比如局部平行施工、非关键线路调资源、穿插作业优化），帮管理人员快速做决策，实现对工期的动态闭环控制和纠偏。

2.2 工程质量与安全管理中的应用

（1）建材质量溯源，抽样数据智能核验。给每批钢筋、混凝土和预制构件贴上二维码或RFID电子标签，里头记着生产批号、第三方检测报告、进场验收记录这些信息。现场取样后，用手持终端自动比对国家标准和历史同类数据，识别出异常的检测值，标记出疑似伪劣的批次，防止不合格材料混进施工环节。（2）施工现场人员、设备、环境安全数据监测。用UWB定位手环、视频AI分析（识别不戴安全帽、进危险区、抽烟等行为），再加上粉尘、噪音、有毒气体传感器，实时算出安全风险指数。一旦触发预警，就联动广播系统、自动闸机和管理人员APP，做到秒级响应^[3]。（3）质量通病、安全隐患大数据预判与前置防控。把历史项目里积累的质量缺陷库（比如墙体裂缝、屋面渗漏、混凝土蜂窝）和安全事故案例汇集起来，用分类和聚类算法找出高发的工况、季节和作业时段。施工前推送针对性的防控措施，比如调整混凝土配合比、加设临边防护网、加密监测频率等，推动事后整改往事前预防转。

2.3 工程成本与物资管理中的应用

（1）建材市场价大数据研判，管好采购成本。从多省市的建材信息网、主流电商平台和供应商报价里抓数据，用时间序列预测模型（比如ARIMA）对钢材、水泥、砂石这些主要建材的价格走势做个预判。系统自动生成最佳采购时点和批量建议，帮着招标谈判和签合同，把采购成本降下来。（2）现场物资消耗数据分析与库存管控。通过地磅称重、扫码领料、混凝土罐车卸料记录这些手段，动态算出各施工部位实际用了多少料，再跟定额消耗量对比。用ABC分类法和安全库存模型，自动生成补货单和预警（比如钢筋库存低于安全线了），防止断供或者积压造成资金占用和损耗。（3）人工、机械费核算与成本超支预警。对接劳务实名制系统和机械租赁台账，实时归集各工种的工时、加班费、设备台班费以及燃油消耗。结合挣值管理法（EVM）算成本绩效指数（CPI）和进度绩效指数（SPI），当CPI低于0.9或者单项成本超出预算5%时，触发超支预警，并且能分解到具体分项工程或责任班组，指导纠偏。

2.4 人员与设备运维管理中的应用

（1）施工人员考勤、岗位调配、作业行为数据管控。用人脸识别闸机和手机定位双重记录进出场时间和考勤，再结合工种技能标签、健康档案以及当天施工任务，用匈牙利算法智能推荐最优的班组调配方案。通过智能手环监测心率、疲劳度以及高危动作（比如高空作业没系安全带），实时生成行为安全积分并推送提醒，帮管理人员确定现场巡视重点和开展安全教育，把劳务管理做得更细^[4]。（2）工程机械运行数据监测、故障预判与运维调度。在塔吊、挖掘机、施工升降机、混凝土泵车这些关键设备上装好振动、油温、转速、电流、油压传感器，采集工况数据上传到云端。用随机森林和长短期记忆网络（LSTM）搭建故障预测模型，提前判断设备剩余寿命和可能出现的故障类型（比如齿轮磨损、液压系统泄漏），自动生成保养工单或停机维修指令；同时根据现场各作业面的需求强度，动态调配机械位置和作业顺序，减少设备闲置和空驶损耗，综合利用率能提高20%以上。

3 大数据技术在建筑工程管理应用现存问题及优化解决对策

3.1 大数据技术落地应用现存问题

（1）行业数字化基础弱，硬件设备跟不上。不少工地还在靠人工填表和单机软件来管，传感器、智能网关、RFID读卡器这些终端设备装得少，网络覆盖也差，数据采起来不连续、精度也不够，支撑不了大规模实时分析。（2）工程数据标准不统一，共享壁垒高。不同软件商、不同项目阶段用的数据格式和编码规则都不一样，设计、施工、监理、造价各方的系统互不兼容，形成“信息孤岛”，数据交换要靠大量人工转换，效率低还容易出错。（3）既懂工程又懂数据的复合型人才缺。既熟悉建筑工程管理，又懂大数据采集、分析和平台运维的人太少，现有管理人员大多擅长传统业务，数据工具用不太来，导致技术买回来“用不上”或者“用不好”。（4）工程数据安全防护体系不完善。工程数据里有很多商业敏感内容，比如设计图纸、成本清单、供应商信息，上了云以后面临网络攻击、数据泄露、非法篡改等风险。目前大多数企业缺少数据分级加密、访问审计和灾备恢复机制，安全隐患不小。

3.2 技术层面优化对策

（1）把施工现场的数字化监测硬件配齐。根据项目大小，分级配好无人机、智能安全帽、地磅传感器、视频AI终端这些设备，再搭好工地物联网专网和边缘计算节点，保证数据采得及时、准确、连贯，给大数据分析提供可靠的数据源。（2）统一行业工程数据标准，建一

体化数据共享平台。推动出台建筑工程数据的国家标准（比如数据字典、接口规范、交换格式），要求各软件厂商都按标准接口来适配；建设企业级或区域级的数据中台，让进度、成本、质量、安全等数据能自动汇聚、按需共享，把信息孤岛打破^[5]。（3）把大数据跟BIM、物联网技术融合得更深。在BIM模型里嵌入实时数据流，搭出数字孪生体，实现施工过程的动态模拟和反向控制；同时用物联网传感数据不断训练和优化算法模型，把进度预测、成本预警、故障诊断的准确率和智能化水平提上去。

3.3 人才与管理体系优化对策

（1）校企联合培养“工程+大数据”复合型人才。高校的土木工程、工程管理等专业增设大数据、人工智能相关课程，企业提供实习基地和真实项目案例，一起开发实训平台，定向培养既懂施工工艺又会数据分析的毕业生。（2）企业内部搞好在岗管理人员的数字化技能培训。针对项目经理、施工员、预算员这些岗位，定期组织大数据平台操作、数据解读、BI工具应用等培训，把数字化能力放进绩效考核和晋升体系里，提高全员的数据素养。（3）构建数字化工程管理的新制度和流程。重新设计基于数据驱动的审批流程、岗位职责和协作机制，比如建立数据质量责任制、线上周例会制度、动态成本纠偏流程，确保大数据技术真正嵌入日常管理动作里，而不是游离在传统流程之外。

3.4 数据安全与行业保障对策

（1）搭好工程项目数据的加密、备份防护体系。对敏感数据（比如成本预算、设计图纸）做传输和存储双加密，用多租户隔离、角色权限来控制访问；建每日增量备份和异地灾备机制，防止硬件坏了或者勒索软件导

致数据丢失。（2）完善行业数据监管规范，防止数据泄露。行业协会和监管部门应该出台建筑工程数据安全治理指南，把数据分级分类标准、授权访问原则、第三方服务商安全审查要求都明确下来，定期搞数据安全审计和攻防演练。（3）政府出政策扶持建筑行业数字化转型。给建筑企业设数字化专项补贴或税收减免，鼓励中小企业采购云服务和智能硬件；同时推动建设区域性建筑大数据公共服务平台，把技术应用门槛降下来，加速全行业从传统管理向数据驱动管理转型。

结束语

大数据技术确实能补上传统建筑工程管理的短板，把项目进度、质量、成本、安全这几个方面的管控水平都提上去。眼下行业在硬件设施、数据标准、专业人才和信息安全上还有不少拦路虎。往后得靠技术升级、人才培养、制度完善和政策支持多管齐下，把多种技术融合应用做得更深，把数据的价值充分挖出来，持续推动建筑工程管理模式革新，促进行业高质量发展。

参考文献

- [1]谭博.大数据技术在建筑工程项目管理过程中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2022,24(03):127-129.
- [2]高静,杨震.浅析大数据技术在建筑施工技术中的应用前景[J].中国设备工程,2023,11(16):119-122.
- [3]谭博.大数据技术在建筑工程项目管理过程中的应用研究[J].中国建筑金属结构,2022,32(03):127-129.
- [4]罗桢.大数据背景下工程项目管理信息化的创新路径探讨[J].企业改革与管理,2023,16(03):41-43.
- [5]段光尧,余杰,伍任雄,等.基于大数据的建筑工程项目成本控制应用研究[J].重庆建筑,2023,22(11):34-36.