

# 智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用

韩磊 符光磊

上海应用技术大学 200235

DOI:10.12238/ems.v7i12.16372

**[摘要]** 本文阐述智能化工程管理技术的核心体系,含BIM、物联网、大数据、AI、云计算及“数据采集—信息集成—数据处理—智能决策—协同执行”协同机制,分析其在进度、质量、成本、安全、协同管理的应用路径,指出多技术融合与平台化趋势,及对行业安全、管理、监管的影响,推动建筑业高质量发展。

**[关键词]** 智能化工程管理技术; 建筑工程管理; 应用

传统建筑工程管理存在信息割裂、反应迟缓、协同不佳的问题,进度依赖静态的计划安排,质量管控重点在于事后检测,成本核算误差较大。随着信息技术的发展,产生了一种将多种技术整合在一起的智能化工程管理技术,它能覆盖工程的全过程,解决工程发展的难题,满足满足行业的需求,对于提高效率、保证质量安全具有重要意义。

## 1. 智能化工程管理的核心体系与协同机制

### 1.1 核心技术构成与功能定位

建筑信息模型(BIM)技术将多类建筑工程全生命周期的信息融合到三维数字化模型中,它是打破传统信息分割的“信息中枢”,为后续应用提供数据基础;物联网技术借助传感器等设备,及时收集并传输现场要素的数据,解决传统管理难以量化且实时性差的问题,担当“数据采集终端”的角色,在各环节提供即时数据输入;大数据分析技术对大量工程资料进行清洗、汇聚与挖掘,破解“数据多但有用信息少”的难题,为决策提供科学依据,扮演“数据处理中枢”的角色;人工智能(AI)技术通过特定算法实现智能化判断和自动操作,能预知危险、制定计划,甚至实现完全无人操作,充当“决策与执行引擎”,从而提升管理水平。云计算技术提供可动态变化的计算能力和数据存储服务,确保各参建主体在远程协同工作时不受阻碍,是“基础设施支撑”。

### 1.2 技术协同机制

当前,信息技术、通信技术、互联网技术比较发达。而建筑智能化工程管理就借助了这些技术,有效帮助建筑企业协调管理工作。建筑智能化工程管理除了规范建设工作之外,也可以用于后续维护工作中。总而言之,建筑智能化工程管理对建筑企业健康发展大有裨益。建筑智能化工程管理与当

前社会发展要求与人民需求相符合。因此,该种管理模式必将得到大面积推广与使用。智能化工程管理技术的优势在于各种技术相互协作,从而形成了从数据采集、信息集成到数据分析、智能决策、协同执行的一整套闭环:首先是IoT采集现场实时的数据,然后传送至云端;接着是BIM把IoT的数据和全生命周期的信息汇总到一起创建出统一的数据模型;之后是大数据分析技术对待处理的数据做加工整理工作以提炼有效数据;再之后,利用AI对这些信息进行决策,并通过BIM的模型进行可视化呈现;最后各个参与者利用云计算平台来分享这个决策的结果并一起完成执行任务的工作<sup>[1]</sup>。这种协作方式使建筑项目管理从分头管理转变为集中式管理,由依靠经验做决定变为依据数据来判断,从而为管理过程改善和决策水平提高打下了技术基础。

## 2. 智能化工程管理技术在建筑工程关键维度的应用路径

### 2.1 进度管理: 动态监测与精确调控

传统进度管理依赖静态计划,无法应对施工中材料供应波动、设计变更等动态变化,进度延误风险较高。智能化技术通过多环节协同,实现进度管理的动态化和精准化:基于BIM的进度计划优化,将BIM模型与进度计划关联,形成“4D-BIM”进度模型,可清晰显示超过200个施工工序的时间节点和空间位置。通过模拟施工进度,提前发现诸如“机电安装与墙体砌筑”的工序衔接矛盾、“塔吊与施工电梯”的资源配置冲突等问题,并根据模拟结果优化进度计划,使计划符合实际施工情况;凭借BIM模型的关联性,当设计变更涉及30多个构件改动时,系统可在10分钟内自动更新进度计划,确保计划与实际情况相符。依靠IoT和AI进行实时进度监测,借助分布在施工现场的200多台IoT设备,收集工

序完成百分比、人员到岗数量、材料进场批次等实时数据,并将这些数据传输到云端平台与计划进度进行对比。AI 算法利用这些实时数据以及近三年同类项目的过往进度数据,建立进度预测模型,能够精准找出“人员短缺五人以上”“钢筋供应推迟三天以上”等延误风险因素,并自动生成诸如“优化人员排班表”“加快材料采购清单”等调整方案,从而实现进度的动态调控<sup>[2]</sup>。基于云计算的进度信息共享,以云端为桥梁,在建设、施工、监理等 8~10 个相关参与方之间,实时共享进度数据。各方可随时查阅计划进度状况、实际进度偏移数值以及风险预警信息。例如,施工单位根据监理单位反馈的“管线施工迟缓”信息,在 24 小时内调整操作规划,避免因信息不对称导致进度延误。

### 2.2 质量管理: 全流程风险防控与预防

传统的质量管理大多为事后检查,难以做到事前预防质量问题发生,并且缺陷原因追溯较困难。智能化技术采用数据驱动的方式对质量进行全面管理: BIM 标准集成,把国家标准、行业标准、设计要求等融入 BIM 模型中去,清楚明确如混凝土强度 C30,钢筋间距 200mm 这样的构件参数,在施工过程中,管理人员用移动终端设备访问模型,实时调取超过五百个质量条款,避免由于标准理解错误带来的问题,同时将质量检测数据和 BIM 模型关联起来,可以点开模型构件查看相应的检测报告,实现质量数据可视化管理<sup>[3]</sup>。依靠 IoT 和 AI 进行质量实时监控,利用高清摄像机、激光扫描仪、回弹仪等三十多台 IoT 设备获取构件尺寸偏差(精度达到±1mm)、混凝土强度测试结果等相关施工质量数据,并即时传送到大数据平台,AI 算法与 BIM 模型中的标准对比之后就可以准确发现“梁体尺寸超过 5mm”“混凝土强度达不到 C25”之类的质量缺陷,自动生成质量预警信息发送给管理人员的手机,保证在四小时之内可以应对所有出现的问题,从而提早发现问题解决问题。根据大数据的质量追溯与改善,形成包含各工序的检测数据、缺陷情况及整改状况的质量数据档案,累计存储数据超过 5000 条,借助大数据分析找出质量问题的共性原因,“墙体开裂大多因为抹灰层厚薄不一”,“管道漏水往往同接口密封工艺不当有关”,给后续项目改良施工工艺、加强材料检验提供依据,促使质量管理水平不断提升。

### 2.3 成本管理: 精确核算与动态管控

传统的成本管理需要依靠人力计算,数据更新迟缓且有

偏差,无法有效预警成本超支,利用智能化技术可以克服以上缺点: 基于 BIM 成本估算优化方案中使用到的 BIM 模型几何及材质信息来自动获取超过 10 万构件的工程量数据,并且误差率在 2%以下,避免了人工计算出现误差;另外还将工程量与 5000 种材料市场价格组成的市场数据库以及公司内部的成本数据库建立联系,自动生成包含人工费、材料费、机械费在内的成本预估值,耗时也从原来的三天变成四小时,提高了准确度和工作效率,为投资决策及成本规划提供支撑。利用部署在材料仓库、作业面的 100 多台物联网设备采集材料使用数量(精确到千克)、人工考勤记录(精确到小时)、机械运转时间(精确到分钟)等数据,并将这些实时数据上传给大数据平台进行与成本预算的对比分析,借助大数据技术识别出“钢构件浪费超过 5 吨”“木工队伍工作效率比预期低 30%”的成本偏差问题以及分析出产生的原因,比如因为领料程序不规范造成的材料浪费,则可以提出优化材料领取审核手续、加强工人技能训练等相关改进意见以实现控制成本。基于 AI 的成本风险预测,通过 AI 算法联合近 10 个历史项目的成本数据以及当前项目实时的成本数据,构建成本风险预测模型,从而能够提前 15 天预估出项目总成本是否会出现超支,找到水泥价格上涨 10%、工期延误 5 天会增加 20 万元的费用等成本的风险点,并生成替换同强度等级的经济型水泥,优化施工工艺减少 2 个人工班组等成本优化方案,达到对成本进行动态控制的目的。

### 2.4 安全管理: 实时监测与主动预防策略

建筑工程施工现场环境较为复杂,安全风险点较多,以往安全管理依赖人工巡查,易出现巡查盲区和响应慢等问题,智能化技术从多个角度进行监测,以提升安全管理水平,依靠 IoT 做到对人的安全及设备的安全实时监控,在建筑工地 500 多名工人身上贴上 RFID 卡以及佩戴智能安全帽,可以随时知晓他们的位置,若这些人员步入高空作业地带或者基坑周围之类的危险地段时,该系统就会在三秒内发出声响并闪灯以警告工作人员;给塔吊、施工电梯等 20 多辆大机器装上设备传感器,并检测它们的工作温度(精度误差正负 1℃)、振动频次(精度误差正负 0.1 赫兹)等状况,一旦这些大机器的运行参数超出正常范围,则立刻叫停这台机械且通报管理者,防止发生机械设备事故。利用 AI 进行安全隐患的检测,在施工现场布置了五十多台高清摄像头以采集图像数据,依

靠图像识别的技术实现对“不戴安全帽”“乱拉电线接头”“脚手架间隔过宽”等问题的有效判定,判断正确率达到95%以上,发现的结果能马上通过管理平台传到相关工作人员处并生成隐患处理单子督促相关人员完成整改任务,在24小时内消除所有隐患问题<sup>[4]</sup>。用VR技术创建出包含“高空作业”“深基坑施工”在内的十个左右虚拟施工现场,模拟高空坠落、物体打击等各种安全事故,在虚拟环境里使建筑工人直观地感受到事故的结果,共完成了2000人次以上的安全教育培训,极大地增强了工人的安全意识;利用虚拟场景展开塔吊操作、电焊作业等安全技能训练来提高工人操作的熟练程度,工人的熟练度提高了40%,减少了因人为原因产生的事故。

### 2.5 协同管理:突破信息壁垒实现高效协作

建筑工程涉及建设、施工、监理、设计等8~10个参与方,传统协同管理靠开会、发邮件等方式传递信息,容易造成信息迟滞、失真,协同效率低,智能化技术借助平台化创建达成多方高效协同,基于BIM与云计算的协同平台创建,把BIM模型当作核心来创建云端协同管理平台,各个参与方都可以在平台上随时查看、修改、批注BIM模型及其设计图纸、施工方案等超过1000份相关文档,而且平台会自动记录各参与方的操作痕迹,比如“设计单位修改梁体尺寸”“监理单位批注管道走向”等等,从而做到信息修改可以追查,防止版本混乱引发的协同矛盾,并且支持电脑、手机、平板等多种终端访问,保证管理人员不在办公场合也能获取项目信息<sup>[5]</sup>。基于API的数据自动交互,利用API把协同平台同施工单位进度管理系统,建设单位成本管理系统等6~8个参与方的系统对接起来,达成数据自动传送并共享的目的,每日削减人工录入数据的工作时长超过2个小时,而且降低数据录入错误率,制订BIM模型数据格式,比如IFC4.0、文档命名格式(例如“项目名称-专业-文件类型-版本号”)等统一的数据标准,使得各个参与方之间的数据可以有效地进行交互,比如施工单位的进度数据可以直接同步到建设单位的成本管理系统当中。

### 3. 智能化工程管理技术的应用趋势及其行业影响

智能化工程管理技术应用趋势正向多元化深化发展,AI和BIM深度融合带动BIM由建模工具升级成智能决策平台,生成式设计、智能审图等应用使设计效率和精度大幅提升,

利用物联网、5G技术建立起来的数字孪生体可以实时监测并动态预测建筑性能状况,2025年智慧工地覆盖率达到60%,重复性工作使用建筑机器人的比例达到60%。全生命周期管理逐渐被人们所接受,技术应用也不再局限于施工阶段,在设计、施工和运维等全过程都有应用,绿色化方向也越来越明确,由AI驱动的能耗优化以及材料循环利用的技术也在快速推广。它对行业产生巨大的影响,促使产业从劳动力密集型转向数据驱动型,并重新构造了“数字总承包商+专业服务提供商”的生态体系格局,传统的管理岗位会变成“AI训练师+决策者”,行业的集中度也在不断提高,而且提高生产效率并降低能耗和碳排放量也为企业高质量发展以及达成“双碳”目标提供重要支撑,使得“中国智造”的经验得到行业内更加广泛地传播,并走向全球。

### 结论

总之,智能化工程管理技术构建多技术协同体系,在五大管理维度实现突破,解决传统痛点,推动行业从分散、经验驱动转向集成、数据驱动管理。未来,随着技术深度融合与平台化发展,其将注入新质生产力,加速建筑业向精细化、高质量、可持续模式转型,具有广泛推广价值。

### [参考文献]

- [1]李诚勤.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用探析[J].张江科技评论,2025,(06):99-101.
  - [2]孙宇,屈磊,耿何翔.智能化工程管理新技术在建筑工程管理中的运用[J].产业创新研究,2025,(10):99-101.
  - [3]俞琦莺.应用智能化工程管理技术,推动建筑行业智能化发展[J].楼市,2025,(04):23-25.
  - [4]边一东.智能化工程管理技术在建筑工程管理中的应用探析[J].中国招标,2025,(03):189-191.
  - [5]王娇.建筑智能化工程管理技术及应用[J].智慧城市,2025,11(01):112-114.
- 作者简介:符光磊,出生年月:1998年7月3日,男,汉族,籍贯:云南宣威,学历:本科、在读研究生,研究方向:工程管理方向;
- 韩磊(1978—),女,汉族,河南驻马店人,副教授,博士,硕士生导师,主要从事工程管理、国家安全教育、大学生网络行为研究。