

智慧工地背景下智能化施工的关键技术集成与协同管理

周婷婷

江苏富润电子工程有限公司

DOI: 10.32629/ems.v8i2.18431

[摘要] 智慧工地的广泛推广促使施工领域向着数字化、智能化的方向转变,智能化的施工方式成为提高工程质量以及效率的关键途径。本文针对智能化施工的关键技术整合与协同管理展开了相关研究,深入剖析感知、传输、数据处理以及应用层技术的整合逻辑,搭建起多主体、全流程的协同管理系统。研究显示,技术整合需要达成各层级功能的相互补充,协同管理需要依靠标准化的流程和数字化的平台,将二者进行结合能够明显地优化施工资源的分配,增强施工全过程的管控能力。此项研究针对智慧工地场景范围内智能化施工的落地执行,提出理论层面的参考依据以及实践方面的指引内容。

[关键词] 智慧工地; 智能化施工; 技术集成; 协同管理

引言

伴随建筑行业数字化转型逐步走向深入,具备全流程管控优势的智慧工地,成为了推动行业发展的主流趋势。传统施工模式暴露出资源配置分散、信息流通不顺畅等问题,现已难以契合现代工程对于效率和质量的高标准要求。智能化施工借助整合各类先进技术手段,达成了施工过程的精确感知、高效协同以及智能决策,成为解决传统施工难题的关键所在。在此背景下,对关键技术的集成途径以及协同管理体系展开探究,对于促进智能化施工的大规模运用、增强建筑行业的总体竞争能力有着十分关键的意义。本文以智慧工地的建设需求为依据,全面剖析技术集成的重点内容以及协同管理的模式,为相关的实践活动提供支持。

一、智能化施工的关键技术集成

(一) 感知层技术集成

智能化施工的数据采集根基是感知层,其核心功能在于达成对施工环境、设备状态以及工程实体的全方位监测。此层级整合了物联网传感器、激光扫描、机器视觉等技术,涵盖了施工整个过程中关键参数的采集工作。物联网传感器能够及时抓取温度、湿度、噪声等环境数据,以及设备运行负荷、构件应力等重要指标,从而为施工方面的决策给予数据方面的支持;激光扫描技术可在短时间内获取施工现场的三维空间信息,达成地形测绘、构件定位等功能,让施工测量的精准程度和工作效率得到提升;机器视觉技术借助图像识别算法,对施工工序的合规状况、人员的安全操作行为开展实时性的监测,增强施工流程的管理控制。各类感知技术进行集成运用之后,突破了传统数据收集方式存在的局限,达

成施工数据全方位、即时性的获取。

(二) 传输层技术集成

传输层作为数据流通的重要载体,要确保感知数据能够高效且稳定地传输。此层级整合了5G、工业物联网、边缘计算等传输技术,搭建起具有多元化特点的数据传输网络。5G技术依靠低延迟、高带宽的有利特性,满足高清视频传输、远程设备控制等对实时性有要求的需求,给异地协同施工提供网络方面的支持;工业物联网技术借助专用通信协议,达成传感器、施工设备等终端之间的相互连接与通信,保证设备之间的数据能够精准地交互;边缘计算技术会在施工现场附近对海量的感知数据进行处理,筛选出关键的信息,然后将其上传到云端平台上,进而减轻数据传输面临的压力,减小数据传输的延迟。通过传输层技术的协同运用,搭建起了“云端-边缘-终端”这种三级传输体系,保障施工数据能够流畅且无阻碍地流通。

(三) 数据层技术集成

数据层肩负着数据处理以及存储方面的核心职能,有必要达成海量施工数据的整合以及价值探寻。此层级将大数据处理、云计算、区块链等技术加以集成,搭建起全生命周期的数据管理架构。大数据处理技术借助分布式计算框架,针对多源异构的数据开展清理、整合与剖析工作,发掘数据背后隐藏的施工规律以及潜在的风险状况;云计算技术可提供具备弹性伸缩特性的存储与计算资源,为施工数据的集中管理与共享提供支撑,以契合不同主体对于数据分析的要求;区块链技术依靠其具备的去中心化、不可被篡改的独特性质,对施工数据的安全性以及可信度起到保障作用,为工程结算、

责任追溯等提供数据方面的保障。数据层技术的整合运用，达成了施工数据从收集到运用的整个流程的管理，为智能化的决策给予数据上的支撑。

(四) 应用层技术集成

应用层作为技术落地的关键场景，需要依据施工的具体实际需求达成功能的整合。在这个层级中，集成了建筑信息模型、智能调度、虚拟现实等多种技术，其覆盖范围涉及施工规划、执行以及管控等整个流程。建筑信息模型技术借助搭建三维可视化的模型，达成施工方案的模拟优化以及各专

业之间的协同设计，从而降低施工过程中出现冲突的情况；智能调度技术以实时数据为基础，对施工资源的配置进行动态优化，进而实现人员、设备、材料的高效调配；虚拟现实技术凭借沉浸式地模拟施工场景这一方式，对施工人员的培训以及复杂工序的交底起到辅助作用，进而提升施工操作的规范程度。应用层技术开展集成应用，将数据所蕴含的价值转变为实际的施工效能，以此推动施工过程向智能化方向升级。具体实施流程如图 1 所示。

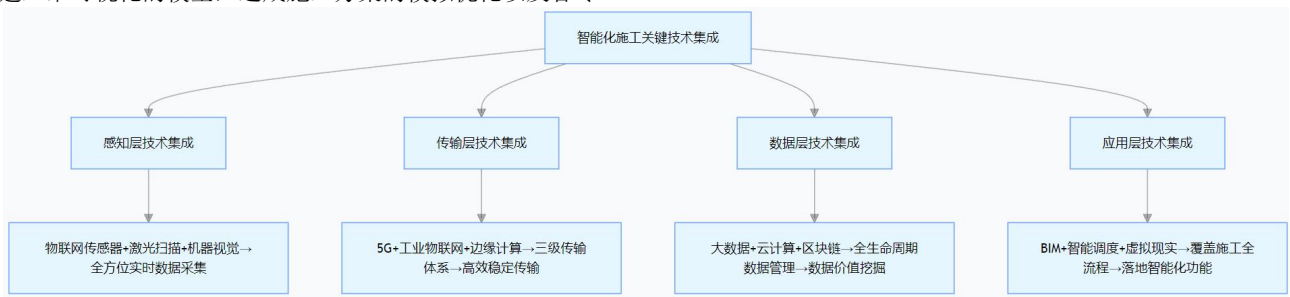


图 1 智能化施工的关键技术集成架构图

二、智能化施工之协同管理体系

(一) 协同管理架构设计

以数字化平台作为核心的协同管理架构，搭建起“决策层-管理层-执行层”的三级协同体系。决策层凭借数据层的分析结果来拟定施工方面的战略以及总体的规划，明确各个阶段施工的目标及资源配置的方案；施工过程的统筹协调工作由管理层负责，管理层会制定具有标准化的协同流程，对施工的进度以及质量进行监督；执行层是依据应用层的技术来达成具体的施工操作，并且实时反馈施工的数据以及现场的实际情况。三级架构依托数字化平台达成信息的实时同步状态，保证决策指令能够精确无误地传达，施工反馈得以迅速及时地响应，进而构建出一种闭环式的协同管理模式。

(二) 多主体协同管理机制

多主体协同管理着重于建设单位、施工单位、监理单位等参与方之间的协同与联动。借由构建一个统一的数字化协同平台，达成各主体之间的信息共享以及业务协同。施工单位会实时地将施工进度、质量检测等数据进行上传，建设单位和监理单位则在在线状态下开展审核与监督工作，并且及时给出调整方面的意见；与此同时，平台专门设置了协同沟通模块，以此来简化审批的流程，进而降低沟通所需的成本。借由清晰界定各个主体的职责以及协同流程，构建起一种权责分明、具备高效联动特性的多主体协同机制，进而提高施工整个过程的管控效能。

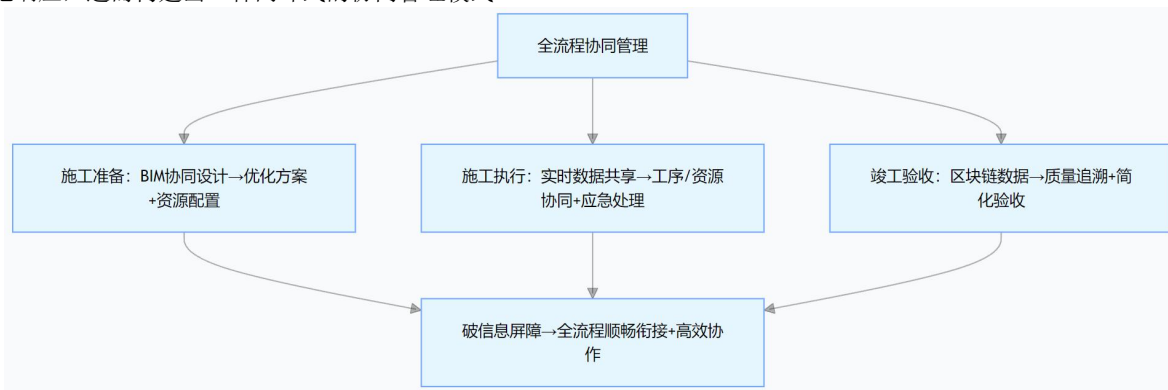


图 2 全流程协同管理实施流程图

(三) 全流程协同管理实施

全流程协同管理会对施工准备、施工执行、竣工验收等

各个阶段予以覆盖。在施工准备阶段,各个专业会以建筑信息模型作为基础开展协同设计工作,进而对施工方案以及资源配置加以优化;在施工执行阶段,借助实时的数据共享达成工序衔接以及资源调度的协同,并且能够对施工过程中突然出现的情况进行及时处理;在竣工验收阶段,凭借区块链所存储的施工数据达成工程质量的追溯,从而让验收流程得到简化。全流程协同管理凭借标准化的作业流程以及数字化的管理工具,破除各个阶段之间的信息屏障,达成施工整个过程的顺畅衔接以及高效协作,具体实施流程如图2所示。

(四) 协同管理保障体系

协同管理的保障体系涵盖了三个方面,分别是技术保障、制度保障以及人员保障。技术保障是借助不断地对数字化平台的功能加以优化,来增强系统的稳定性以及兼容性,进而为协同管理提供技术层面的支撑;制度保障则是构建协同管理的标准和规范,清晰界定信息共享的要求、协同的流程以及责任的划分,以此保证协同管理能够有秩序地推进;人员保障是强化对施工人员在数字化技能方面的培训,提高他们对于智能化技术以及协同平台的操作能力,并且培养他们的协同管理意识。三者彼此配合协作,为协同管理体系能够有效运转给予全方位的支撑。

三、智能化施工技术与协同管理的融合实践

(一) 融合应用的核心逻辑

智能化施工的落地关键在于技术集成和协同管理的融合,这两者会构成一个彼此支撑的有机统一体。技术集成能为这种融合给予基础方面的支撑,感知层、传输层等技术进行协同运用,能够给协同管理提供全方位、即时性的数据支撑,从而让管理决策更具备科学性;而协同管理会为技术集成确定应用方向,借助标准化流程以及机制设计,引领各类技术在施工的整个流程中精确地落地实施,防止技术应用与实际的需求出现脱节情况。在融合进程中,要秉持“技术适配管理、管理反哺技术”的逻辑架构,依据管理方面的切实需求,对技术集成的方案加以优化完善,借助技术的实际应用,推动管理效能获得提升增进,最终构建起一种动态可优化的融合模式。

(二) 融合应用的实践效能

技术和管理进行深度融合之后,极大程度地提升了施工

的整体效能。就施工效率而言,借助感知技术开展实时监测,并且运用智能调度技术实现优化配置,使得施工资源的利用率得以大幅度提高,工序之间的衔接变得更为顺畅,进而让施工周期有所缩短;从工程质量来看,依靠数据层技术开展数据分析,以及利用应用层技术实施过程管控,使得施工质量缺陷的发生概率显著下降,工程验收的合格比例明显上升;在安全管控领域,将机器视觉监测与多主体协同监督予以结合,达成安全风险的预先警示以及迅速处理,施工安全的保障能力得以持续强化。融合实践所证实,技术集成和协同管理的有效融合,为智能化施工的大规模推广给予了可行的途径。

结束语

在智慧工地背景下,智能化施工的关键技术环节进行集成以及开展协同管理工作是提升施工效能的核心性支撑要素。本文借助对感知层面、传输层面、数据处理层面以及应用层相关技术的集成途径展开剖析,搭建起了三级协同管理的架构,同时构建了多维度的保障体系,并且进一步阐释了二者融合运用的逻辑关系以及实际产生的效能。研究结果显示,技术集成需要达成各个层级之间功能的相互补充以及数据通畅,协同管理需要依靠数字化的平台以及标准化的流程,二者进行深度融合之后,能够切实有效地对施工资源的配置情况予以优化,增强施工全过程的管控能力,为建筑行业的高质量进步注入源源不断的动力。

[参考文献]

- [1]陈波克,谢诗亮,岳桂盛,罗杰,白炳福.超高层建筑智能化施工技术研究与实践[J].中国建设信息化,2025,(21):74-78.
- [2]刘强.智慧工地理论下的预制装配式建筑安全施工策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(33):118-120.
- [3]陈建宝.智慧工地技术在建筑工程施工中的应用与优化[J].房地产世界,2024,(12):134-136.
- [4]唐家杰.建筑工程智慧工地信息化建设与应用研究[J].居舍,2023,(33):130-133.
- [5]曹吉昌,王晓.智慧工地发展现状、存在问题及建议[J].建设科技,2022,(17):11-14+18.