

# 工程建设管理中智能建造技术的创新应用

王淑桃

(新乡学院, 河南 新乡 453000)

**摘要:** 智能化建造技术是建筑行业技术升级改造中的先锋, 直接关系到建筑业的高质量发展。阐述智能建造内涵及其关键支持技术, 在此基础上分阶段地详细分析工程建设中的智能建造技术创新应用情况。通过郑万铁路项目中BIM轻量化等创新性智能建造技术具体应用情况的介绍, 实例性展示现阶段工程建设管理中智能建造技术创新应用。

**关键词:** 智能建造; 建造技术; BIM技术; 人工智能

中图分类号: G350 文献标识码: A 文章编号: 1002-851X(2021)04-0049-04

DOI: 10.14181/j.cnki.1002-851x.202104049

[引用本文] 王淑桃. 工程建设管理中智能建造技术的创新应用[J]. 建筑经济, 2021, 42(4): 49-52.

## Innovative Application of Intelligent Construction Technology in Engineering Construction Management

WANG Shutao

(Xinxiang University, Xinxiang 453000, China)

**Abstract:** Intelligent construction technology is the pioneer in the technical upgrading and transformation of the construction industry, and directly related to high quality development of construction industry. This paper describes the connotation of intelligent construction and its key supporting technologies. On this basis, analyzes the innovative application of intelligent construction technology of engineering construction in stages. Through the introduction of the specific application of innovative intelligent construction technology such as BIM lightweight in Zhengzhou Wanzhou railway project, demonstrates the innovative application of intelligent construction technology in engineering construction management at this stage.

**Keywords:** intelligent construction; construction technology; BIM technology; artificial intelligence

随着我国经济建设的大规模进行, 建筑业迅速发展, 建筑行业实力和对国民经济贡献明显提高。然而我国距离建筑强国尚有一定差距, 资源消耗大、安全隐患突显、经济效益不高、环境污染严重等劳动密集与粗放式建筑生产弊端和问题依然没有得到彻底解决, 建筑业变革迫在眉睫。国家也陆续出台一系列政策, 大力推动建筑业的转型升级, 住建部等部门于2020年7月联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》指出: 要以数字化、智能化升级为动力, 创新突破相关核心技术, 加大智能建造在工程建设各环节应用。指

导意见体现了国家大力发展智能建造技术的决心和政策导向, 也为建筑行业未来的发展指明了方向, 对推动建筑业变革具有重要的意义。本文将对智能建造技术现阶段应用情况进行阐述, 为智能建造理论研究与实践提供参考。

### 1 智能建造内涵及关键技术

智能建造即数字技术与工程建造系统深度融合形成的工程建造创新发展模式, 其技术体系主要由人工智能、云计算、大数据、BIM等技术支撑搭建而成。

#### 1.1 人工智能技术

人工智能简称AI, 是二十一世纪三大尖端技术之一, 研究内容包括: 机器学习和知识获取、知识处理系

作者简介: 王淑桃, 女, 生于1969年, 河南新乡人, 高级工程师, 从事工程建设管理工作。

收稿日期: 2020-11-09

统、智能机器人、自动推理和搜索方法、计算机视觉等。建筑行业人工智能技术应用已经比较广泛,比如人工智能技术已在建筑工程管理中的施工图生成和施工现场安排、建筑工程预算、建筑效益分析等环节应用,目前比较流行的基于C/S环境开发的建筑施工管理系统,涵盖了施工人员管理、施工进度管理、分包合同管理等方方面面,使工程管理工作得到了进一步的细化。未来建筑机器人将成重要的建造辅助工具,代替人工完成高层作业等高风险作业任务。

## 1.2 大数据技术

从建造之初的规划、设计到后期的运营等过程中,会产生大量的造价、材料、建筑、工艺等方面的数据,各类数据集使得建筑行业本身成为一个庞大的数据载体,大数据技术的核心价值即在于挖掘数据潜在价值,为建筑决策提供真实可靠的数据依据。比如在规划阶段,大数据可以根据建筑周边人口密度、人口分布、人口流向等方面,合理划分出商业、住宅等功能区域,作为建筑选址的有力依据;在运维阶段,借助大数据分析则可实现预测、预警、规划和引导,使建筑设备保持安全使用,建筑环境舒适度得到调整。

## 1.3 BIM技术

BIM是以三维数字技术为基础,集成工程设计、建造、运维等项目全过程各种相关信息的工程数据模型。BIM技术是建筑业从二维向三维、从图形向数据转换的一次重大技术革命。相比传统的设计和施工建造流程,信息化模型能有效控制建设周期、减少错误发生。而从长远利益看,BIM技术应用的好处则远不止设计和施工阶段,还会惠及将来的建筑物运行、维护和设施管理。对工程的各个参与方来说,可减少错误、缩短工期、降低建设成本。目前BIM技术主要在施工阶段应用较多,主要内容有:三维模型渲染,VR宣传展示;模拟施工方案;错漏碰缺检查,减少返工率等。未来BIM将在设计和运维阶段中发挥出新的作用,比如BIM与GIS技术、BIM与VR技术的集成应用,将为建筑设计带来更丰富的维度信息。

# 2 工程建设管理中智能建造技术创新应用分析

随着科技的快速发展,人工智能、物联网及大数据等先进技术应运而生,其凭借更为广泛的应用环境而被各领域及行业所吸引。在这种背景下,建筑行业也在先进工程建造技术中引入新一代技术,设计构造智能建造技术并应用于工程建设管理之中,以推动工程建设各阶

段工作更为高效地开展。

## 2.1 勘察设计阶段创新应用

工程建设开展前,建设方首先需要聘请专业勘察机构组织开展工程地质勘察,然后根据勘察结果进行相应工程设计。在开展勘察工作时,相应人员需要进行工程地质测绘、勘探、物探、资料内业整编、图表和勘察报告绘制等工作;在开展设计工作时,工作人员需进行方案设计、初步设计和施工图设计。随着智能技术的不断涌现,勘察设计人员能够在开展具体工作时将最新智能技术应用于地质勘察、数据收集分析及设计优化之中,增强勘察设计准确性及全面性。一是深层地质探测。借助雷达等先进探测技术,可以对地质构造和地形条件复杂地区的施工地质状况进行深层探测,对矿物、水文、地质、地形等信息自动扫描识别和存储。二是遥感大数据智能解译。基于勘测大数据和遥感观测数据,对施工区域海量的多维度勘察信息进行智能分析,实现有用设计参考数据的快速提取和勘察数据的自动分类等。三是BIM优化设计。利用BIM与GIS集成技术,使BIM模型兼具地理空间数据,经过轻量化融合处理,为线路、桥梁等空间关系复杂的工程设计方案,提供更好的场景化体验和数字化分析工具。

## 2.2 施工建造阶段创新应用

施工图设计完成并通过审核后,业主方需聘请专业团队开展具体施工作业。在此阶段,施工团队需合理规划场地布局,准确设计各分项工程建设规划,组织协调物资调控,并对整体工程建设进行全面管控。随着智能技术不断涌现,施工方可充分利用其进行场地布局优化,加强建设物资管控,并对建设过程进行全流程管控。一是基于BIM的场地布局优化。利用BIM模型进行现场施工场地平面布置方案的有效模拟验证,通过模拟过程分析方案的可实施性,预先发现方案中的问题,在方案实施之前将一切不合理的隐患问题排除,合理安排加工场地、生活区、各种临时设施等功能区的位置,模拟选择出最优布置方案,确保施工的顺利进行。二是基于物联网技术强化材料管理。物联网的RFID技术能够快速、实时、准确采集与处理建筑材料信息,将电子标签或RFID芯片在生产阶段植入构件或原材料,采用RFID电子标签的阅读器在材料运输、进场、出入库时对其信息快速读取,并通过物联网进行跟踪和监控,使原料管理更为便捷、准确。三是基于人工智能的作业管理。将人工智能感知系统、可视化监控系统及BIM技术

相结合,对施工现场安全隐患和险情进行实时监控,完成智能安全监管及处置;对重点部位自动三维建模,判断工程进度情况,提升工程项目的进度管理,实现工程进度的智能化监控。

### 2.3 运营维护阶段创新应用

工程项目建设完成并交付使用后,业主方需要组织开展设备的维护保养,所属区域内卫生、安全的保持,基础设施的维修管理等工作。在智能技术加持下,业主方能够充分利用技术远程监督基础设施及各类设备运转状况,全面监督区域内人员流动情况,从而及时发现存在风险并作出预警。基于大数据与云计算的智能管理平台是该阶段智能建造技术的主要应用成果。基于物联网感知、视频多媒体、BIM、GIS等各类信息,智能检索与实时分析运维阶段海量数据信息,深度挖掘数据参考价值,为运维过程优化和决策提供信息辅助。基于云计算技术,对环境、安全、设备、人员等多维多级建筑运维信息进行云端存储、快速计算、优化处理等操作,为运营单位提供监测、预警等全方位决策分析支持,提高运维和管理效率。

## 3 工程建设管理中智能建造技术应用实例分析

近年来,智能化建造技术在各类工程项目中的推广应用取得了长足进步,各项智能技术与建筑专业领域融合愈加深入,特别是在铁路建设项目中得到了大力度的应用实践,本文选择郑万铁路项目河南路段进行实例说明。

### 3.1 项目概况

郑(州)至万(州)铁路是郑渝高铁的重要组成部分,沿途经过河南、湖北、重庆,全线建筑长度818公里,设计行车速度为350公里/时,是联系中原地区和西南地区的主要高速客运通道,对补充完善我国铁路“四纵四横”客运专线网具有重要战略意义。其中河南段总投资440亿元,线路全长350.825公里,已于2019年12月1日正式开通运营。该段线路自郑州东站引出,西南行经长葛、禹州、郏县、平顶山,越过伏牛山区余脉至南阳,经邓州进入湖北省境内,全线岩堆、岩溶、断层破碎带等不良地质较多,地质情况复杂,施工安全风险高、难度大,为保证和提高施工质量,满足复杂条件下施工要求,线路建设过程中研究使用了多种先进智能技术,以下选取较具创新性的部分技术成果予以展示。

### 3.2 总体应用思路

郑万铁路河南段工程施工环境复杂,参建单位众

多,质量、设备、专业技术标准高等特点造成工程质量、安全、技术、组织协调等管理控制难度较大的现实情况,项目建设的高效协同推进迫切需要在传统建设中实现智能化建设技术的融合创新。为此该项目成立了三层结构的智能建造管理体系,通过中心领导小组、项目管理应用小组、一线生产应用小组将智能建造技术应用工作层层落实。针对建设过程不同阶段困难特点,将物与物、人与物、人与人的关系围绕着智能技术感、传、知、控的特点进行构建和优化,达到全项目过程精益管理建设目标。

#### 3.2.1 勘察设计阶段

(1) 遥感大数据智能解译。郑万铁路河南段隧道工程勘察过程中,相关单位获取了施工地域相应遥感数据以进一步提升勘察准确性。传统遥感影像信息提取主要依赖人力进行目视判读解译,依靠一些经验知识进行建模能够得到一定的识别效果,但是识别效果仍离实际应用需求相距甚远。为提升工作质量及数据准确性,勘探单位充分利用中科星图研发的GEOVIS遥感智能解译平台快速、及时、低成本地从海量的遥感卫星影像中提取项目所在地具体地物要素信息,生成AI地图以进行可视化展示,并进行在线分析,协助勘探单位建立全方位、多层次、立体化的施工地域数据集。

(2) BIM轻量化技术。轻量化BIM应用,就是通过岗位级的BIM工具,获得初始模型和数据信息,再将模型集成到项目级BIM平台上,通过虚拟建造和现场可视化管控结合,实现精细化管理,最终项目管理层再对所有项目进行整体把控,实现建设项目的信息化管理。简言之,BIM轻量化要解决的核心问题就是:缩小BIM模型体量,让它更轻、显示更快。郑万铁路河南段隧道工程地质信息多元、空间体量巨大,势必造成计算机操作性能及运行速度在功能多维、数据庞大的BIM模型展示时,运行负荷过大。项目建设对BIM模型使用过程中,通过相似性图元合并、遮挡剔除等合并、剔除技术实现BIM模型的几何轻量化,大幅度减少模型单元信息轻量化的输入与输出,最大程度减少对计算机资源的占用,达到轻便快捷、合理易用的效果。

#### 3.2.2 施工建造阶段

(1) 实景模拟技术。为保证项目建设的高效、顺利开展,施工方充分利用实景模拟技术,将位移传感器、应力传感器、渗透传感器等监测设备采集的数据信息匹配到BIM模型中,对渗水状况、混凝土应力、洞周收敛等隧道施工风险和围岩参数多元信息的动态监测和



设计修正,然后建立可视化虚拟建造进度图谱。该可视化监测系统在VR模拟技术及BIM技术支持下,融信息管理、施工进度管理、监控量测及风险预警、图纸管理、虚拟建造为一体,为隧道建造的智慧化提供助力。

(2)人工智能辅助施工。郑万铁路河南段进行了智慧工地智能系统建设升级,通过信息化手段,采集项目施工信息数据,实现工程可视化监测;智能系统通过人脸识别汇总所有进场的人员的年龄、性别、工种、当天工作时长等关键信息,对劳动时间明显超长的作业人员发出提醒。智慧工地系统还有自动报警功能,作业人员突发倒地、施工场地突然起火冒烟、翻墙进入非法入侵等工地上的异常状况,全部都在智慧工地高清摄像头的监控范围之内,配合AI智能算法技术加持,可以自动侦测14种安全隐患场景,实时发出警报。工地塔吊全都配备“人脸识别”功能,非持证人员无法启动和操作;大臂回转角、幅度、载重、高度、倾角、风速等数据全都在系统实时监测下,对塔吊每次作业进行实时监控,对吊装超载、塔机间碰撞提供实时预警,并自动进行制动控制。智慧工地通过实时监测特种设备运行、施工作业人员等工地数据情况,不仅强化了规范操作,预防了很多安全隐患,还比过去单纯人工巡查效果更全面、更高效。

### 3.2.3 运营维护阶段

运维阶段主要是综合智能运维管理系统平台。郑万铁路河南段项目采用先进的智能技术,将传统以人工为主的运维管理转变为自动化、信息化的智能监测维护方式。该平台系统具备了音视频监控、人脸识别综合应用、人群密度分析、预警、线上设备健康评估和安全预警、铁路沿线周界管理、应急预案管理、可视化指挥调度等功能,实现了集成化管理、一体化控制、可视化展现。以智能巡检功能为例,依靠车载激光雷达等检测技术,将钢轨表面缺陷检测、钢轨内部缺陷检测、车辆限界和异物检测、隧道(线路)环境异常检测、接触网状态检测、轨距检测六大功能综合集成于检测设备,在快速行驶中一次性完成上述复杂检测过程。系统自动对异常情况做出详细记录,保留相关图片及匹配隧道高精度地图与定位,并对异常结果实时报警提示,通过后台数据统计智能分析,对潜在风险及时预警,而且检测结果自动存储,不同批次检测结果可复查、可对比。目前,该段铁路综合智能运维系统,已经建立起超过10万个监测点,日均产生监测数据3亿多条。综上,全方

位实现综合智能化运营维护管理,有效提升了郑万铁路河南段的运维管理的智能化程度,增强了该段铁路线路运行的可靠性、可维护性、经济性及安全性,提高服务质量和水平,实现减员增效,降低了铁路线路运营成本。

## 4 结 语

面对21世纪信息时代的大潮汹涌而来,建筑行业面临着强烈的挑战,智能化建造技术发展异常迅速,在建筑行业技术升级改造中将担负起先锋的角色,推动着建筑业高质量发展。未来应继续增加人工智能、互联网大数据、物联网、BIM、区块链、云计算等新技术在建筑全过程应用的集成化与自主创新,加速促进新一代信息科技与建筑工业化技术协作发展趋势,紧紧围绕智能化工程施工、智能制造系统、数字设计,提升建筑工业化与智能建造基本关联性技术和重要关键技术革新研发,提高智能化建设管理水准,加强智能建造上中下游协调工作,为智能建造健康发展营造良好氛围。▲

## 参考文献

- [1] 夏小刚.智能建造背景下铁路施工企业技术创新实践[J].建筑经济, 2020(8): 43-47.
- [2] 解亚龙,王万齐,杨斌.智能建造技术在京雄城际铁路的应用[J].铁道建筑, 2020(8): 161-165.
- [3] 吕凤阳,张世杰,冀磊,等.合肥恒大中心超高层项目基于BIM技术的智能控制与数字建造[J].建筑技术, 2020(4): 492-495.
- [4] 王志伟,马伟斌,王子洪,等.基于轻量化BIM、RFID技术与ERP系统的预制装配式隧道结构智能建造系统[J].中国铁路, 2020(1): 16-21.
- [5] 王志坚.高速铁路山岭隧道智能化建造技术研究——以郑万高速铁路湖北段为例[J].铁道学报, 2020(2): 86-95.
- [6] 肖彦峰,王万齐,王辉麟.BIM技术在高速铁路客运服务信息系统工程中的应用[J].铁路计算机应用, 2019(1): 53-57.
- [7] 李晓军.智能建造演进路径与建筑工业化协同发展[J].中国勘察设计, 2020(9): 31-35.
- [8] 丁烈云.智能建造推动建筑产业变革[N].中国建设报, 2019-06-07(008).
- [9] 周冲,董作见,黄轶群.装配式建筑智能制造和智能建造的创新需求[J].建设科技, 2018(23): 28-31.