

建筑土木工程中智能施工技术及其应用

欧家文

中国雄安集团有限公司, 河北 保定 071701

[摘要]信息技术以及智能化技术发展迅速, 建筑土木工程施工领域出现技术变革。智能施工技术是提升施工效率、安全性、绿色环保水平的重要手段, 成为行业发展的推动力。依据建筑土木工程施工特点, 分析智能施工技术基本概念, 其在工程中的应用优势与局限, 着重探讨智能结构控制体系、施工自动化、绿色施工、建筑信息模型 (BIM)、3D 扫描与数字化测量等核心技术应用路径。智能施工技术提高工程施工质量与管理水平, 促进施工过程数字化、绿色化发展, 但应用中成本高、技术成熟度不够。未来, 随着技术不断进步、集成应用, 智能施工在推动建筑土木工程现代化发展中起重要作用。

[关键词]土木工程; 智能化; 施工技术

DOI: 10.33142/ucp.v2i3.16722

中图分类号: TU7

文献标识码: A

Intelligent Construction Technology and Its Application in Civil Engineering Construction

OU Jiawen

China Xiongan Group Co., Ltd., Baoding, Hebei, 071701, China

Abstract: With the rapid development of information technology and intelligent technology, there have been technological changes in the field of construction and civil engineering. Intelligent construction technology is an important means to improve construction efficiency, safety, and green environmental protection, and has become a driving force for industry development. Based on the characteristics of civil engineering construction, this paper analyzes the basic concepts of intelligent construction technology, its application advantages and limitations in engineering, and focuses on exploring the application paths of core technologies such as intelligent structural control system, construction automation, green construction, building information modeling (BIM), 3D scanning and digital measurement. Intelligent construction technology improves the quality and management level of engineering construction, promotes the digitalization and green development of the construction process, but the application has high costs and insufficient technological maturity. In the future, with the continuous advancement and integrated application of technology, intelligent construction will play an important role in promoting the modernization of construction and civil engineering.

Keywords: civil engineering; intelligence; construction technology

引言

建筑土木工程属于基础设施建设里极为关键的组成部分, 其施工过程相当复杂, 工序之间相互交织, 而且需要人、机协同作业。传统施工往往依靠人工操作以及经验积累, 如此一来, 施工效率比较低, 安全隐患也较多, 资源浪费情况较为严重, 难以符合现代工程对于高质量、高效率以及绿色环保方面的要求。随着自动化、信息化以及数字化技术的融合运用, 建筑施工正在朝着智能化的新时代迈进。智能施工技术一方面优化了施工技术, 另一方面提升了施工的精度与安全性, 同时还推动了绿色施工的发展, 促使资源得以高效利用, 也有利于环境保护。通过系统地分析施工的特点, 并且全面地介绍智能施工技术以及它的实际应用情况, 希望能为行业的发展给予一定的理论与实践方面的参考, 使智能施工进一步得到推广。

1 建筑土木工程施工特点分析

1.1 场地固定性

建筑土木工程的施工项目一般都选在固定的地点, 其工程施工活动也在事先确定好的地理位置去开展, 这种特

性属于该行业较为为基础的特征之一。场地的固定性表示施工现场的环境比较稳定, 然而与此同时它也对施工方式以及设备的灵活调配形成限制。在施工期间, 所有的施工活动、机械设备的布置情况、材料的运输流程以及人员的作业行为都是围绕着这个固定的场地来展开的, 现场条件所存在的局限性迫使施工组织和管理工作任务必要充分考量空间资源的合理运用。场地的固定性还决定了施工项目对环境产生的影响是比较大的, 所以施工现场的生态保护工作以及污染控制事宜就成为了必不可少的工作内容。这样的特点促使施工单位在具体施工组织和现场管理过程中, 必须要结合场地的具体实际情况, 对施工顺序和施工工艺加以统筹协调, 以此来保障施工进度和施工质量。

1.2 施工流动性

虽然建筑土木工程施工场地固定, 但是施工过程却具有流动性的特点, 需要频繁调动人员、设备、物料, 紧密协调工序衔接, 灵活应对施工管理, 这种流动性给施工组织管理带来了挑战。因此, 合理组织施工流动、优化资源配置是提升施工效率、保障安全的关键。

1.3 多方协同性

建筑土木工程施工期间,呈现出专业工种多方协同的特点。施工项目一般涉及土方工程、防水工程、主体结构、机电安装等众多专业团队密切配合,施工环节彼此间有着紧密的时间以及空间关联。各参建方在施工进程中务必要做到信息共享以及进度协调,以此保证工序能顺利衔接起来,避免出现资源浪费以及工期延误的情况。多方协同性不光体现在施工技术与工艺的整合方面,还涉及管理机制的高效运转,包括项目管理、质量控制以及安全保障等诸多层面均有所涉及。施工现场的复杂性与多样性使得管理者需要具备优秀的协调能力以及沟通机制,凭借科学合理的施工计划与高效准确的现场调度,确保各工序之间能够顺畅协作,进而提升整体施工效能。

2 智能施工技术概述

随着信息技术、人工智能以及自动化技术的迅猛发展,智能施工技术逐步变成建筑土木工程领域高质量发展的突破点。凭借现代信息技术相关手段,通过融合传感器技术、数据采集与处理技术、自动控制技术、机器人技术还有信息模型技术,打造形成施工数字化、自动化以及智能化的综合性技术体系。通过引入智能施工技术,施工现场复杂的环境以及多变的工况可得到有效的监测与妥善的调控,大幅度地提升施工效率以及质量,有效降低安全风险,并且施工的资源利用率以及环保水平同样得到了切实的保障。智能施工技术包含了研发智能化施工设备、实施自动化施工过程、推进信息化施工管理以及实现智能化施工决策等诸多层面,以能够达成施工环节针对实时数据展开采集、分析以及反馈的操作目的,进而形成闭环控制系统,以此推动施工工艺的不断优化以及施工管理精细化的方向发展。近些年来,伴随着物联网、大数据、云计算以及人工智能技术的应用,智能施工技术不断地升级迭代,其功能日渐完善,应用范围也在持续不断地拓展延伸,已然成为现代建筑土木工程达成数字化转型以及实现绿色发展的重要支撑。智能施工技术不单是技术革新的具体体现,更是建筑行业迈向高效、绿色、安全、可持续发展这一方向的必然途径。

3 智能施工技术的应用优势和存在问题

智能施工技术的应用有两点明显优势。第一,有利于提高工程施工效率。传统建筑土木工程施工工艺,不仅施工资源需求量大、人力成本消耗较大,而且相对建设周期较长,单位经济利益难以提升。随着智能施工技术的应用,施工单位采用自动化装置与远程控制系统,有效减轻了人员作业压力,且提高了工程施工精确性。以常见智能焊接、切割等机器人为例,能够在施工现场进行多种高精度操作,大大降低了人力成本,且有助于缩短建设周期。第二,保障了工程施工安全。传统建筑土木工程吊装、搬运等施工作业,造成安全事故的风险普遍存在。通过采用智能施工

工艺,以先进的机器设备代替人工进行高危作业,从而减少了施工风险。

当前管理与实践中,建筑土木工程智能施工技术的应用同样存在问题,第一,投入成本较高,如自动化设备、智能化系统等都需要大量的采购资金,对中小型施工单位而言,无法承担巨大的成本压力。第二,还没有完全普及的智能施工技术,行业内的各项应用处于探索阶段,技术水平、普及度等都有待提升。

4 智能施工技术的应用路径

4.1 智能结构控制体系

智能结构控制体系是智能施工技术的关键构成部分,其主要是依靠安装传感器以及智能监测设备来实时采集建筑结构的应力、变形、振动等一系列关键参数,以此达成对施工整个过程以及结构安全的动态化监控目的。该体系凭借无线传输以及数据处理方面的技术,把所采集到的信息传送到中央控制平台,再结合大数据分析以及智能算法,针对结构运行状态展开精准的评估工作,能够及时察觉到潜在的风险,并且还能通过系统算法对施工方案做出调整指引,从而切实有效地防止结构安全事故的出现^[1]。智能结构控制体系不仅能够在施工期间给予安全保障,而且还可以延续到建筑物的使用维护阶段,进而应用于结构健康监测以及预警功能。借助智能控制体系,施工单位可以实现对施工过程的实时感知以及智能响应,大幅提升工程的质量以及安全管理水平,减少由于人为判断失误而引发的安全隐患,推动建筑结构安全管理科技进步以及智能化升级。

4.2 施工自动化技术

施工自动化技术是达成智能施工极为关键的一种手段,其包含了机械自动化、机器人技术相关领域以及自动化施工设备的具体应用情形。借助智能吊装机器人、无人驾驶施工车辆还有自动焊接切割等这类自动化机械设备,在一定程度上能够取代传统意义上人工所开展的那些存在较高风险的操作行为,能够在很大程度上提升施工方面的效率,同时也能让施工的安全性得以大幅提高。自动化设备依靠着高精度的各类传感器以及智能控制的相关系统,能够顺利完成那些既复杂又带有重复性质的施工任务,通过这样的方式能够有效减少人为因素所产生的误差,进而促使施工的精度以及工程质量都得到相应的提高。自动化技术和远程监控以及指挥系统相互配合,能实现对施工设备进行实时的状态监测以及开展远程的操作管理工作,以此来确保施工现场能够保持良好的协调状态并实现高效地运行^[1]。施工自动化一方面降低了人力方面的成本开支,另一方面还使得施工周期有所缩短,是推动建筑行业朝着转型升级迈进的一项重要的技术方面的有力保障。随着人工智能以及机器学习等相关技术逐步融入其中,未来的施工自动化将会朝着更为智能化以及自主化的方向去

发展,从而进一步地提升施工作业智能程度以及工程自身的成果品质。

4.3 绿色施工技术

绿色施工技术属于智能施工的关键应用范畴,致力于在施工进程中尽可能地节省资源、缩减能耗以及削减环境污染,以此来推进建筑行业达成可持续发展的目标。借助智能化的途径达成对施工材料的精确计量以及合理运用,有效地防止出现资源浪费以及过度耗费的情况^[2]。智能环保监测设备可实时对施工现场的噪声、粉尘以及排放状况予以监控,一旦发现问题便能及时发出预警,并且采取与之相应的治理举措,从而保证施工活动能够契合环保法规以及相关标准。绿色施工技术同样重视施工能耗的优化管控,运用智能调度系统对机械设备的运行时间以及负载情况进行合理的安排,进而降低能源的消耗量。智能施工技术将新型环保材料和工艺相结合,促使施工现场的生态环境得以保护,同时也提升了建筑物的绿色性能^[3]。通过实施绿色施工这一举措,建筑企业不但能够履行自身的社会责任,提高企业的社会形象,而且还能够在实现经济效益的同时收获环境效益,达成双赢的局面,推动建筑业朝着绿色转型以及高质量发展的方向迈进。

4.4 建筑信息模型(BIM)技术应用

建筑信息模型(BIM)技术在智能施工技术体系里有着不可或缺的作用。它能构建建筑物的三维数字模型,把设计、施工以及运维全生命周期的信息都集成起来,达成数据共享和信息集成的效果。借助 BIM 技术,施工单位可在施工之前开展精准的施工模拟以及方案优化工作,有效识别设计和施工当中的潜在冲突与风险,降低现场返工以及资源浪费的情况^[4]。在施工的过程中,将 BIM 和传感器、物联网技术相结合,可实现对施工进度、质量以及安全的实时监控与管理,提升施工的透明度与协同性。BIM 技术还能够支持多方协同作业,推动设计单位、施工单位和监理机构之间的信息沟通,提高项目管理的效率。BIM 技术的应用,使施工管理完成了从传统二维平面向三维立体空间以及信息化管理的转变,大幅提升了施工的数字化水平以及智能化管理的能力^[5]。

4.5 3D 扫描与数字化测量技术应用

3D 扫描以及数字化测量技术借助高精度的激光扫描仪、全站仪等各类测量设备,可迅速获取施工现场以及建筑结构的三维空间的数据,极为精准地呈现出施工的实际状态以及结构的几何形状^[6]。此项技术在施工进度监测、质量的验收、变形的检测以及施工误差的分析等诸多方面都有着广泛的应用,从而为智能施工给予了准确的数据方面的支撑。凭借数字化测量这一手段,施工单位能够达成施工过程的数字孪生式的管理,随时且全面地掌握现场的具体状况,针对施工出现的偏差能够帮助做到及时的调整与纠正,以此来保证施工的质量能够契合设计要求。把

3D 扫描所得到的数据同 BIM 模型加以集成并应用,进一步强化了施工信息的可视化程度以及交互特性,使得施工决策的科学性与准确性都得到了提升。除此之外,数字化测量技术在实际应用当中,还大幅度削减了传统测量方法所存在的人为误差以及施工风险,同时也让测量的效率得以提高,安全方面的保障也获得了加强,进而为智能施工的精准实施以及高效的管理筑牢了基础^[7]。

5 结语

随着信息技术以及智能化设备持续取得进展,智能施工技术已然变成推动建筑土木工程行业发生变革以及实现升级的关键驱动力。凭借智能结构控制体系、施工自动化、绿色施工、BIM 技术还有 3D 扫描等诸多技术相互融合及应用,智能施工不但显著提高了施工效率以及工程质量,而且还大幅强化了施工安全性以及环境保护的程度。智能施工技术在推广运用的过程当中,让传统建筑施工里所存在的效率不高、安全风险偏高以及资源存在浪费等一系列突出的问题得到解决,可推动行业朝着数字化、绿色化以及智能化的方向发展。当下智能施工技术依旧面临着成本过高、技术普及较为困难以及专业人才有所欠缺等诸多挑战,然而伴随技术变得日益成熟以及市场需求不断增加,这些难题将会一步步地得到缓解并且最终得以解决。在未来,智能施工技术会在大数据、人工智能、物联网以及 5G 等新兴技术赋能下,实现更为广泛、更为深入的应用,进而成为建筑行业实现高质量发展的关键保障。

【参考文献】

- [1]徐天达.建筑土木工程中的智能施工技术及其应用[J].智能建筑与智慧城市,2025(3):122-124.
 - [2]覃龙.建筑土木工程施工技术控制的重要性分析[J].居业,2024(3):31-33.
 - [3]沈加波.建筑土木工程施工技术控制的重要性分析[J].中华建设,2022(9):153-154.
 - [4]Xu Z ,Qunyou Z ,Huiying Z , et al.Integrating Building Information Modeling (BIM) with Ecological Engineering for Sustainable Civil Construction[J].E3S Web of Conferences,2025(1):618.
 - [5]Almeida A S D ,Katerina V G ,Bertha D , et al.A Methodology for Embedding Building Information Modelling (BIM) in an Undergraduate Civil Engineering Program[J].Applied Sciences,2022,12(23):12203-12203.
 - [6]何剑波.智能建造技术在土木工程中的实践与未来趋势[N].安徽科技报,2025-04-02(14).
 - [7]彭湃.建筑信息模型BIM技术在智能化土木工程中的应用[J].集成电路应用,2023,40(8):212-213.
- 作者简介: 欧家文(1990.2—),单位名称: 中国雄安集团有限公司,毕业学校和专业: 沈阳建筑大学 建筑与土木工程(结构工程方向)。