

智能化施工技术在土建施工中的应用与挑战

张广军

歌山建设集团有限公司, 浙江 东阳 300220

[摘要]伴随着新一轮信息技术浪潮的到来, 建筑业正在加快实现从传统领域向数字化、网络化和智能化等方面转变升级, 而智能化施工技术作为智能建造的关键一环, 在土木建筑工程施工中得到越来越多的应用, 对于提高工程建设项目建设质量和安全保障力度、加强建设项目的监督管理有着十分重要的促进意义。基于此, 文章在厘清智能化施工技术概念及发展背景的前提下, 着重围绕智能化施工技术在土建工程施工的方案设计、施工过程监控管理及施工机械设备智能化等方面的实际应用情况进行阐述, 并对其应用效果加以归纳提炼。最后针对目前国内土建工程施工领域智能化进程中面临的技术瓶颈、观念障碍和人才匮乏等问题, 就如何进一步推广应用智能化施工技术面临的难题进行剖析并给出相应解决策略。

[关键词]智能化施工技术; 土建施工; 信息化管理

DOI: 10.33142/sca.v8i11.18688

中图分类号: TU54

文献标识码: A

Application and Challenges of Intelligent Construction Technology in Civil Engineering Construction

ZHANG Guangjun

Geshan Construction Group Co., Ltd., Dongyang, Zhejiang, 300220, China

Abstract: With the arrival of a new wave of information technology, the construction industry is accelerating its transformation and upgrading from traditional fields to digitalization, networking, and intelligence. Intelligent construction technology, as a key part of intelligent construction, is increasingly being applied in civil engineering construction, which has significant promoting significance for improving the quality and safety guarantee of construction projects and strengthening the supervision and management of construction projects. Based on this, the article clarifies the concept and development background of intelligent construction technology, and focuses on the practical application of intelligent construction technology in the design of civil engineering construction schemes, monitoring and management of construction processes, and intelligent construction machinery and equipment. The article also summarizes and extracts its application effects. Finally, in response to the technical bottlenecks, conceptual barriers, and talent shortages faced in the current intelligent process of civil engineering construction in China, this article analyzes how to further promote the application of intelligent construction technology and provides corresponding solutions.

Keywords: intelligent construction technology; civil construction; information management

引言

随着我国城镇化建设进程加速和工程建设规模日益扩大, 传统土建工程施工方式在施工速度、工程质量、安全问题乃至资源利用方面日渐显现出不足之处, 越来越不能适应当前工程建设所提出的“高品质”“精细化”和“绿色可持续”的多元化需求。而大数据、云计算、物联网和人工智能等新一代信息技术的不断发展及其在工程建设行业的深度应用又为此轮施工技术和管理模式革新赋予了可能性。基于此背景产生的智能化施工技术通过数字化地获取整个施工过程的信息并对其进行智能化处理及一体化管控从而达到对施工行为进行科学决策和精确化管理的目的, 是未来土建施工转型升级的重要方向之一。深入探究智能化施工技术如何应用于土建施工之中及其应用效果与存在问题有助于提高我国工程建设的现代化水平。

1 智能化施工技术的内涵、特征及发展基础

所谓智能化施工技术就是指在土木建筑工程项目的施工当中, 通过综合应用信息技术、自动控制、物联网、

传感器以及人工智能等技术手段, 来完成对于施工对象、施工过程以及项目施工管理等方面数字化描述、实时监测、自动控制与动态调整的一种现代化施工技术方法。其主要特点是以信息为核心, 通过全面获取施工现场、设计方案、要素投入量以及现场环境等方面的数据资料, 并对其进行深度挖掘与处理, 从而完成项目施工方案的选择由过去的经验判断型向如今的人工智能辅助与科学论证为主的转变。该类技术相对于传统的施工方法而言, 在信息整合程度、施工状态直观化水平、项目管控时效性、工程决策精确性方面以及最终环节的实施速率等方面具有着十分突出的特点, 有助于提高整个施工活动开展的可操控性与透明化程度, 并带来更好的整体效益。而从发展的背景来看, 近年来建筑业工业化水平的不断提高、行业信息化的发展趋势以及智能建造理念的提出都为其提供了良好的产业发展背景及技术支持条件; 与此同时各种智能感应装置、工程机械自动控制系统以及施工管理系统软件产品的日益成熟, 也为施工全流程智能化奠定了可靠的技术

保障。再者是工程建设方追求高品质、高速度发展的迫切要求正促使智能化施工技术的应用由最初的概念性探讨逐渐进入到广泛应用与普及的新时期,使之在土木工程施工领域内扮演着愈发重要的角色。

2 智能化施工技术在土建施工中的主要应用

2.1 智能化设计与施工方案优化

在土木工程施工中,智能化技术的应用首先是在施工前的设计及制定方案阶段,在这个过程中需要进行大量的图纸设计和施工现场勘测,这是整个施工过程中的数字化和信息化管理的基础。采用数字化建模技术(BIM)、三维仿真模拟、施工进度虚拟模拟以及信息集成等措施,可以将工程设计信息、施工条件、施工现场环境因素和资源配置等信息进行一体化集成,在虚拟的空间内完成对施工方案的全过程模拟测试和评估,不但能提前发现设计碰撞问题、结构干涉问题和可能存在的施工风险,还可以通过可视化的形式展示施工过程、重要环节和施工工艺间的相互联系,增加设计方案的清晰度和可实施性。智能化的设计方法可以对施工工艺、建筑材料、机械工具选择和施工资源等加以整理归纳,可以使施工组织设计更为有理有序,降低了由于设计缺陷所导致的重复施工、消耗浪费和工期拖延等问题的发生概率。同时对不同的施工方案进行参数化比较,多种情景模拟测试和多层次优化分析,能够在确保建设工程质量和安全以及经济效益的前提下,得到最优的施工工艺顺序安排和施工资源分配策略,为之后一系列施工活动的有效开展做好准备,并对建设施工决策起到数据支持作用,从而实现了由以往的经验决定到如今的智能化决策、科学化管理的过程转变,进而使建设工程项目的整体施工速度和可控水平显著提升。

2.2 施工过程智能监测与信息化管理

在建设施工过程,智慧化施工技术通过对工地主要因素的即时识别、检测与分析来对施工全流程进行动态管控。通过高分辨率传感器、无人机巡查、物联网装置以及信息收集设备,可对工程施工进度、结构情况、环境参数、机械状况以及安全隐患等进行实时记录与监测并通过无线通信上传到综合管理平台进行计算分析。这种以信息为基础的管理模式让项目管理者可以了解工地整体运作态势并能即时察觉到施工中的异常情况、潜在危险和资源矛盾问题并即时作出防范或应对举措进而减少安全事故的发生概率和工程质量缺陷。而信息化管理系统不仅能在各专业作业面、不同施工作业队伍以及管理层之间进行无缝的信息传递而且可以通过信息处理形成智能报警提示、施工进展可视化图表以及施工业绩报告来支持建设项目的施工管理从传统的事后监督模式转变为全过程监督以及作业过程优化模式使得施工组织安排更加合理、施工指挥决策更科学化以及资源配置利用率更高保证了工程的优质快速完成。

2.3 施工装备自动化与智能化应用

工程机械的自动化、智能化是整个智能化施工技术在

建筑工程施工现场应用的一个重要方面,也是整个建筑施工精度与速度得以提高的一个重要步骤,伴随着自动控制系统以及智能感知系统以及人工智能算法的发展,越来越多的施工机械不仅具有自主工作能力而且可以实现智能协助工作,在土方挖掘、混凝土浇注、钢筋绑扎以及大件吊装等重要施工作业过程中被广泛使用。智能化工程机械可以根据设定好的参数或者自身检测的数据对自身的作业行为自行做出精确调控,进而有效的提升了工程施工的精准程度以及施工的工作效率减少了人工操控失误的情况发生;另外某些智能机器还具有机器自身状况监控、故障报警以及远程故障处理等功能,其可以在一定程度上预判机器本身的故障从而增加机器使用寿命节省了维修费用。通过使用这些自动化、智能化工程机械不但可以解决用工紧张的问题,合理配置人力资源而且可以使建筑工程的施工更加规范化、快速化进而推动整个土木工程行业的施工向智能化、机械化、信息化的方向转变,为当前建筑工程质量的提升、建设时间的缩短以及建造资金的节约提供强有力的技术保障。

2.4 智能化施工技术在绿色施工与协同管理中的应用

土建工程施工中,智能建造技术不仅仅运用到设计、施工监控,智能机械设备上,还可以很好的服务于绿色施工理念的实施与施工各方面的多方协作管理。智能施工数据记录与分析系统,施工环境监测与能耗管理系统引入后,工程建设方能时时收到工地上的用电量,用水量,物料消耗量,施工中的排放量,建筑垃圾处理情况等相关信息,并以此来对施工中的节能减排,材料合理利用,施工机器设备安排等做出合理规划。而智能化协同工作平台的搭建,则能够让各个工种之间,不同的施工队伍之间,各个参与单位之间都能够做到施工信息及时互通,施工任务同步进行,施工进度相互协调,进而让整个项目的施工方案制定、机械人力配备、质量控制都变得更加合理有序,避免出现交叉作业冲突、材料闲置浪费、工期一再延迟等情况的发生。并且该类技术的应用既提高了施工企业的项目管理水平和工程质量,又促进土建工程施工朝着绿色化,低碳化,智能化和可持续的方向转变和发展,成为当前土建工程项目实现高效率、低污染和可持续化建设的重要技术支持和保障手段。

3 智能化施工技术在土建施工中的应用成效分析

3.1 对施工质量、安全与效率的影响

从应用结果来看,在土建施工作业中利用智能化手段有助于施工质量,安全性能以及施工效率的有效改善。在施工质量上,基于智能检测仪器和数据分析平台,施工重要阶段可以得到全时段,全方位的监测,对混凝土浇灌,钢筋捆扎,构件安装等施工作业的精确度和合规度进行即时检查,保证施工指标完全满足设计要求及施工标准的规定,降低甚至杜绝了返工现象的发生和质量瑕疵出现的概率。在施工安全上,依托物联网感知仪器,施工现场摄像头和现场环境检测装置,施工负责人能随时了解高空作业状态,大型机器运作状况,危险地段和工作人员劳动行为,第一时间发现

施工过程中存在的各类安全漏洞和问题，并对其进行预防或者整改，大大降低了安全事故发生的可能性。在施工速度上，智能化技术通过对施工项目进展情况进行实时统计，施工人力物力资源合理调配以及各道施工工序之间的衔接协作，减少了重复劳动和闲置等候的时间，使整个施工项目的安排更加有序合理，加快了施工的进程，缩短了施工所用时长，提升了单位时间内施工产量和人材机利用率。由此可见智能化施工技术的应用切实有效的提高了工程施工的整体绩效水平，保证工程质量和安全的同时也加快了工程建设的进度。

3.2 对土建施工管理模式与工程水平的提升作用

智能化施工技术的应用，不仅仅在施工技术方面有了很大的提升，在土建工程施工管理模式以及整个工程质量上也有了很大的改善。传统的工程施工管理模式往往是依靠着管理人员的经验以及个人素质进行管理和调配，靠人传达各项消息导致信息反馈的速度十分缓慢，经常会出现施工时间上的延误以及施工质量方面的差错等现象，而采用智能化施工技术可以利用信息技术手段进行施工信息的统一收集、储存、整理，让管理者做出决定时有理有据，更加合理化、客观化^[1]。这样的信息管理方式使得工程施工从过去的粗犷式管理变为如今的精细式管理，让工程管理变得更加公开透明、有迹可循。并且智能化施工技术可以使不同施工工种之间不同施工步骤之间实现实时的信息互通互联，及时相互调配人员及物资，对各个施工工序进行统一规划和调度，进而提升了施工现场各工作环节间的协调配合能力。借助智能化施工技术可以帮助建筑企业更好的组织安排施工，规范管理流程，减少管理支出，在保障工程施工质量和生产安全的基础上，全面提升工程建设水平，为土建工程高质量、高水平以及现代化建设提供可靠的技术支持。

4 智能化施工技术在土建施工中面临的挑战与对策

4.1 智能化施工技术应用面临的主要挑战

虽然智能化施工技术应用于土建施工当中具有非常广阔的应用空间和发展前景，但是在具体运用时依旧面临着诸多障碍。在技术层面而言，不同的施工系统之间的相互链接、各种机械设备和相应软件平台等之间都存在着兼容性及协调性的问题，存在着数据接口、信息传递和系统整合等问题，导致了智能施工技术不能够得到很好的运用发挥整体作用；在经济方面而言，智能施工技术所涉及到的数字建模软件、各类传感器件、自动化的机械设备以及相应的信息化管理系统等都需要进行购买或者租赁并且后期也需要相应的养护费用，因此这也就在一定程度上加大了建设方的资金投入量进而可能会制约一些中小型项目对其加以应用^[2]。与此同时智能施工技术对于施工现场技术人员和工作人员的信息技术水平、数据分析整理能力以及设备的操作使用能力都有更高的要求，但是当前同时具备这些智能施工业务水平的人才还比较稀少，制约着智能施工技术水平的完全发挥。再者就是关于智能施工技术

在土建工程当中的运用标准、规范以及相关评估机制还不够全面和完善，缺乏统一的技术门槛规定和监管政策，在很大程度上也制约着智能施工在整个行业内不同工程项目和地区范围内的迅速普及。综上所述，技术层面、资金成本方面、人员因素以及相关政策四个方面的问题都是智能施工技术在土建领域内必须要解决克服的主要困难。

4.2 推进智能化施工技术应用的对策建议

面对智能建造技术应用于土木工程施工过程中存在的技术问题、资金投入问题以及人才储备不足、标准缺乏等制约因素应当从技术、管理和人才储备、机制建设等多方面入手综合施策加以深入推进。在技术方面应当加快推进施工信息系统整合以及平台搭建，促进各智能化系统间的数据互通互联，提升对施工现场数据的分析处理能力以及决策效率和即时性。在管理模式上应当结合工程项目的具体特征以及施工现场实际情况合理安排智能化施工技术投资，循序渐进式推进，兼顾经济性和最大化地发挥智能化施工的功效^[3]。对于人才匮乏的问题应当构建起层次化的教育培训体制，增强现场施工人员的信息理念以及智能化技术水平的同时引进兼具技术和管理能力的综合性人才，提供技术和管理“双轮驱动”。在机制建设上应当积极推进各项标准、规则以及评估指标体系的编制出台工作为智能化施工技术的应用提供有效的机制保障和行为指引从而使施工更加有章可循、管理更加规范化以及技术推广应用有可持续性，进而保障土木工程能够朝着优质高效并具有高度智慧化的方向健康有序的发展。

5 结语

综上所述，智能化施工技术为土建施工带来了全新的发展方向，在提高土建工程施工质量和安全性以及提升工程管理水平方面有着突出的优势，其在设计优化、施工监测和装备智能化等具体方面的运用也切实促进了土建施工从粗犷型的传统施工方式向精细型的现代施工方式转型。目前虽然在技术整合、投入产出比及人员配备等方面还存在不足之处，但相信随着相关科学技术的发展以及配套机制的进一步健全，智能化施工技术在土建施工中的应用将会越来越广泛。今后还需进一步加大研究力度，积极进行技术尝试，以更好地利用好智能化施工技术带来的各种便利条件，促进土建工程建设高效优质开展。

【参考文献】

- [1] 王坤. 智能化施工技术在土建施工中的应用与挑战[J]. 新城建科技, 2025, 34(5):4-6.
- [2] 赵建华, 杨禹钦, 周家正, 等. 数字化与智能化技术在建筑施工中的应用与展望[J]. 信息系统工程, 2025(6):55-58.
- [3] 孙桂先, 李成记. 基于 BIM 技术的土建施工过程智能化管理研究[J]. 现代工程科技, 2025, 4(8):161-164.

作者简介：张广军（1982.2—），毕业院校：天津城市建设学院，所学专业：土木工程，当前就职单位：歌山建设集团有限公司，职务：项目经理，职称级别：中级工程师。