

关于交通基础设施智能建造技术的探究与实践

刘莉

青岛西海岸新区交通运输局, 山东 青岛 266400

[摘要]“中国制造 2025”明确指出信息技术同物理系统的有效结合, 交通基础设施行业在此期间也迎来巨大转变, 交通行业在完成产业转型升级期间, 应稳抓高质量发展目标, 依靠合理调整环节劳动力供需失衡矛盾, 妥善解决低效率和高能耗的不科学发展态势。交通基础设施建设应明确科技的核心竞争力地位, 在创新型智能技术的强有力支撑下, 稳固交通行业核心竞争优势。相关技术人员应集中精力攻坚新材料、新技术难关, 以产品质量为抓手, 全方面延伸工程建设价值链, 在智能建造助推下尽快实现工业建造升级。

[关键词]交通; 基础设施; 智能建造技术

DOI: 10.33142/ec.v5i11.7164

中图分类号: F42

文献标识码: A

Research and Practice on Intelligent Construction Technology of Transportation Infrastructure

LIU Li

Qingdao Hualu Highway Engineering Co., Ltd., Qingdao, Shandong, 266400, China

Abstract: "Made in China 2025" clearly points out the effective combination of information technology and physical systems, and the transportation infrastructure industry also ushered in great changes during this period. During the period of industrial transformation and upgrading, the transportation industry should firmly grasp the high-quality development goal, rely on reasonable adjustment of the imbalance between labor supply and demand, and properly solve the unscientific development trend of low efficiency and high energy consumption. The construction of transportation infrastructure should clarify the core competitive position of science and technology, and consolidate the core competitive advantage of the transportation industry with the strong support of innovative intelligent technology. Relevant technical personnel should concentrate on tackling difficulties in new materials and technologies, focus on product quality, extend the value chain of engineering construction in all aspects, and achieve industrial construction upgrading as soon as possible with the help of intelligent construction.

Keywords: traffic; infrastructure; intelligent construction technology

1 传统交通基础设施建设面临的问题

50 多年的积累和发展让我国成为工程建设大国。在国际市场中, 我国的公路、铁路等交通基础设施已经成为工业建设名片, 产业转型升级中, 国际市场需求仍然非常旺盛。未来发展中应立足当前成就, 准确定位自身缺陷。国内工业产业基本上依托劳动力红利实现快速发展, 工业化完成度整体偏低, 安全问题、质量问题成为社会热点话题, 农村劳动力至今仍是工业建设最重要力量, 传统建造模式同我国高质量经济发展需要已经脱节, 而且还会拖慢产业转型升级速度, 矛盾集中表现为:

1.1 劳动力需求大与劳动力日益减少的矛盾

早期工业生产中最突出特征是大量劳动力参与。分析近些年国内劳动力结构: 从 2012 到 2022 的 10 年间, 国内 16-59 周岁劳动力比重逐年小幅度下降, 截至 2019 年已经减少 2600 余万人, 工程工地上劳动力中 50 岁以上的在总人数中比重超过 50%。未来几年, 劳动力因素反而会成为拖慢交通工程行业转型升级的速度。

1.2 以人为本建设理念和现实环境差的矛盾

很多交通基础设施工程施工环境变得更加复杂, 高山、山谷、海峡、深水等环境让施工作业条件变得恶劣, 而工

业建设本身作为劳动密集型产业, 安全风险常年居高不下, 人才、施工工人等基础劳动力对工程建设意愿不高。

1.3 美丽中国建设同传统生产模式矛盾

复杂工程对原材料量要求更多, 能耗大幅度攀升; 第二, 将现场当作阵地的工程建设产生大量环境污染源, 考验环境保护力度, 如果在城市内施工还会对美丽城市、美丽中国建设带来负面影响。

1.4 高质量发展同高难度质量控制矛盾

影响工程质量控制的因素有: 质量控制点多、混凝土结构养护不足、工程点覆盖面广、人工素质普遍较低、外观不佳、容易出现裂缝等。如何改善交通基础设施效率, 提升工程品质, 控制劳动力投入成本, 引入科技提升整体劳动效率以及严控风险时每个建设单位应该着力解决的大难题, 交通建设行业需提升建造水平, 将改革旧技术当作重点工作。

2 智能建造背景分析

时代变革中, 粗放式、碎片化传统工程建设模式正迎来巨大考验。第一, 劳动力成本逐年攀升, 人口红利正在消失, 复杂作业环境和低薪酬让工程行业对工人、人才吸引力大幅度减弱; 第二, 资源消耗量仍比较大, 现场施工中还会产生粉尘、噪声等污染, 冲击周边环境。第三, 工

程品质有待商榷,现阶段工程表现出点多面广、人工素质堪忧和质量控制点多的问题。经济社会不断完善的今天,我们更加关注工程品质。2016年,交通运输部针对工程品质发布相关指导意见及推进方案,意见从工程安全保障、安全管理、绿色环保、软实力、工程设计、科技创新七个方面提出针对性措施,今后,打造品质工程将成为一项系统性工程。工业化建造模式主要利用模块化和标准化设计,预制生产标准化构件,利用机械设备在施工现场完成工程建造。工业化建造模式可以增强工程建设整体品质,是打造品质工程的有力手段,是现阶段国内工程建设正在尝试的模式。如今我国工程建设进入新阶段,各方面带动下正大跨步迈向高质量发展阶段,众多技术人员在发展中践行高质量发展理念。我们急需开展新一轮信息革命,为打造新时代高品质交通基础设施夯实基础。

20多年发展中,“物联网”、“互联网+”等新型信息理念的出现让工程行业迎来变革式转变提升,智能制造技术和新技术的应用更是对环境保护、改善服务、质量提升、产业转型升级、安全保障等方面都有着巨大影响。《中国制造2025》是我国建设制造强国上的第一个十年行动纲领,其中明确指出我们的重点任务:“推进信息化、智能化与工业化深度融合”;《交通运输部关于印发〈交通运输重大技术方向和技术政策〉的通知》中提到“智能制造技术”,并将其确认为交通运输十项重大技术方向之一。

早期交通基础设施建设围绕现场施工展开诸多环节。但是在新时期内工程建设在智能制造影响下,应该尽早转向科技创新道路。传统生产遇到的诸多难题将在科技创新驱动下快速解决,核心技术、新材料和新技术将为工程建设注入更多稳定、可靠的助力元素。传统建造模式同样可以依靠科技创新升级为智能建造。表面上看,智能建造就是利用机械化和自动化代替人力,将人从繁重的劳动中解放出来,并综合应用人工智能、大数据、传感技术等新型科技,实现精密测控、准确测量、动态监控、深度优化设计、信息化管理、工厂化加工、智能化安装等工作目标,拓宽工程价值链,完成品质工程建设。新发展模式下,信息化、智能化、工业化和绿色化已经成为智能建造名片。其中绿色化是根本性要求,智能化是最终目标,信息化是实现手段,工业化是建造基础,智能建造实践结果符合高质量发展需求,是妥善处理各类工程问题的可靠途径,是传统工程建设未来几年的正确走向。

中国交建多年发展中已形成系统化体系和制度,明确提出智能建造技术发展计划,并在交通运输部牵头下成立交通基础设施智能制造技术研发中心。该中心工作主要围绕交通基础设施工程结构展开,将各类高性能材料和合适的创新技术融入其中,打造结构耐久度高、功能设备智能齐全的智能设备,人工劳动被逐渐取代,组织模式变革加速,交通基础工程发展路径更加符合国家建设新要求。

2.1 速装配化的新结构及相关标准研究

智能建造首先要考虑的新结构应具备更低能耗、更高效率和更加轻型的目标,智能建造应牢牢锁定该目标,不

能简单地智能建造同传统行业优化升级画上等号,而是理解为产品工艺、质量的可持续创新之路,是包含变革性生产工艺的创新型产品。该产品能现场拼装、能方便运输,能工业化生产,运营期间可依托相关设备感知周边环境和自我状态,使用寿命大幅度延长。智能设计能让设计师诸多设想有了变现的可能,优秀产品自然而然会相继出现。

2.2 一体化智能工程装备和快速组装技术

智能建造在各种类型的交通工程中应用离不开一体化设备的研发和推广。一体化设备是人工劳动力的有效替代品,结合快速组装技术和智能控制系统,施工现场完全实现无人作业,5G技术的引入更为远程操控办公提供更多可能。

2.3 研发适合轻型装配化结构的高性能材料

交通工程中引入新材料的初衷就是降低能耗,稳定产能以及增强工程结构耐久度。

2.4 全过程信息管理技术和创新型传感技术

核心软件、智能传感设备的技术水平同智能建造水平密切相关。这两个领域极其缺乏土木工程领域人才,需要我们投入更多精力和人力进行研究。智能建造旨在以上述研究为基础,始终围绕工程建设开展实践,科学引入各类科技资源,集中力量攻关综合性科研难题,为产业链一体化难题的解决提供助力。

交通基础设施领域所使用的智能建造具体表现为数字化技术同建造技术的融合和相互作用。“互联网+”、“智能控制系统”、“AI”技术等智能技术早已经应用在供应链服务、结构设计、工程构筑等领域,设计、施工、管理等多个环节工作效率显著提升。依靠创新设备、新型材料、创新结构等创新型要素带动建造行业每个参与方技术升级,建设一批更加符合新时期工业建造需求的精细化工艺,智能建造是工程建设提速的助燃剂。

3 交通基础设施智能建造技术分析

3.1 新结构研究

新结构研究主攻方向是智能控制器、智能传感器以及智能驱动器三合一结构,该结构具有自适应性,可以健康自我监控和诊断,可以损伤自愈自修复;如今,相关单位已经陆续攻克研究难题,三合一结构根据材料又可以分成混凝土结构、钢结构和钢混组合结构。纵观国内交通工程应用最广泛的是混凝土结构。苏通大桥建设中,国内首次大规模依靠短线匹配法完成节段预制拼装箱梁。这种新技术需要将整孔箱梁根据工程需要合理分成很多标准节段,依靠模板流水化制作混凝土预制结构并逐榫匹配;然后根据工程进度将预制件运到现场,利用吊机、架桥机等设备现场拼接成桥。该技术充分表现出“精细化、工厂化、标准化”生产理念。多年的研发和时间,现如今我国已经建设完成预制拼装成套技术、节段梁预制工厂生产线,文莱PMB大桥、南京四桥、集美大桥等国内外20多座桥梁都应用此技术建设完成,在工程实践中已经完成可靠技术链条。南京四桥引桥的混凝土浇筑环节中就放弃使用传统现浇技术,完全采取装配化技术,工期缩短近一半,而且劳动力成本降低50%

以上,其他能源消耗都有所降低。

3.2 新材料方面

3D 打印的高流动性混凝土、形状记忆合金、高性能灌浆料、超高性能混凝土、智能自修复混凝土等新型材料在建造领域表现出巨大应用前景,而且这些新型结构材料已经成为新应用热点。国内市场上已经研究出能够满足不同结构部位性能的高强 UHPC 材料,其中包括 UHPC 管桩、UHPC 轻型组合桥面、UHPC 面板等新型构件,而且这些新型构件已经在中马友谊大桥、福厦高铁等工程项目中成功使用。从长远意义上看,UHPC 结构材料的应用推动大跨结构设计理念实现,传统的混凝土制备、养护施工等技术得到改革,工程建造可持续得以体现。

3.3 新装备方面

围绕自动化和标准化,交通基础设施建筑方综合应用数字化、信息化工具,实现高精度智能辅助决策,降低来自外界的人员和环境因素干扰。现阶段,我国研究方向主要集中在钢结构焊接机器人、建造机器人、自动化预制装配设备、3D 打印机器人等自动化设备,而且部分设备已经得到应用。由我国自主研发的步履式智能化桥梁顶推设备,该新型设备依靠液压驱动,集合了监视报警、施工控制等多项建设功能。同时,在研究中我国已经攻克了曲线桥梁、钢桁梁桥、梁拱组合桥梁等顶推领域核心技术难题,核心专利还荣获多项大奖。这些技术在北盘江大桥、九堡大桥等公测很难过项目中成功应用,完成了城市枢纽、公路等大型桥梁领域智能化无障碍跨越。具体实践中,国内技术人员还在海上沉桩平台应用步履式顶推技术,研发桩顶支撑步履式沉桩平台,该平台功能包含位移、沉桩、钻孔等,是我国工程建筑可以在中周期波浪环境下或者是无覆盖层地质上进行嵌岩桩钻孔作业,以此完成全天候高效施工作业。Ashdod 港等国际港口就是在复杂海上环境中建设完成的。

3.4 智能控制及管理方面

现阶段,以数字化控制技术为核心的智能制造已经开始在构件安装、钢结构制造、全天候运维等方面有所应用推广。比如以几何控制法为基础的桥梁全寿命安全监控系统,利用此技术相关单位能够实现养护工作同施工工作的完美衔接。这种技术作为一项全过程控制技术,它能够作用于结构构件制作和拆除、混凝土结构使用和安装等多个环节。在实际应用中能帮助施工方掌握最全面的桥梁结构信息,为后期桥梁性能评估、养护决策等提供信息参考。除此之外,国内相关单位还在实践中探索项目管理新模式,积极将 GIS、BIM 等新技术在桥梁、公路、港口、隧道等项目上引入推广,建立了包含风控、施工进度管控、施工管理等功能的信息化管理平台,在技术创新中提升企业智慧管理水平。

4 交通基础设施智能建造技术发展建议

4.1 认真处理智能建造顶层设计

我们要正确看待智能建造技术中存在的协调因素,根据国内工程建设状况设计智能建造中长期发展战略,以技术前进方向为指引设计技术路线图,核心技术研发、关

键技术研发成果、智能化建造产品仍然无法满足大规模推广需求。国内智能建造科学布局应着眼于上层设计,逐步下沉加强影响。在智能建造中长期发展规划中纳入核心技术、产品、技术应用、支撑平台以及基础层五个产业链,真正建立完善可靠智能建造体系,让国内交通基础设施企业跟随时代脚步完成升级改造。

4.2 智能建造核心技术攻坚克难

国内相关单位才刚开始着手探索智能化建造技术,很多高端型硬软件应用只能参考说明,缺乏原始创新力,没有广泛挖掘并引入先进技术,智能建造缺乏必要的技术支撑力。国内众多建筑企业应该着力研发核心技术,在高性能材料、传感和监控、装配式结构、运营管理、施工和装备等领域研究要加大投入,持续推进大数据、物联网等信息技术与建造的融合,为产业转型升级赋能,为行业建造模式改革助力。

4.3 建设智能建造项目集群

交通基础设施建设应强调项目自身特征,以智慧建筑和智慧基础设施等智慧型工程为重点研究对象,集中力量建设示范工程、品牌工作,集合人力打破关键技术瓶颈,整体推进新技术、新材料在项目工程中应用,结合交通行业整体态势,围绕智能建造打造项目集群,发挥集群力量,在智能建造支撑下建设更多优质交通基础工程。

4.4 围绕智能建造打造复合型人才队伍

整个交通行业对智能建造领域复合人才都是急需的。人才乏力让智能建造企业发展缺少创新力和凝聚力。我国应着力优化相关人才培养机制,明确技术人才激励措施,容许失败,鼓励创新,为高层次人才培养、交流拓宽道路,打造一批能够在智能建造技术上攻坚克难的人才队伍,培养即熟悉工程技术又能合理应用信息技术的复合型人才。

5 结束语

从交通业长远发展态势看,科技创新能为交通基础设施建设带来可靠的技术支撑力。智能建造则是技术创新的重点研究对象。交通基础设施行业融入智能建造后,其产品业态、市场形态、销售理念、设计理念等多个方面开始重塑。依靠智能化决策支持、可视化认知、科学化建模、高准确计算和网络化交互,在信息技术驱动下,实现工程项目从立项到运维功能一体化功能集合,提升项目各环节协同性,减少人力、自然资源消耗,科学控制生产和交易成本,大幅度扩展工程价值链,建造品质工作,将国内工程建设带入高品质发展区间。

[参考文献]

- [1] 吴明先. 交通基础设施智能建造技术探索与实践[J]. 中国公路, 2021(23): 6.
- [2] 蒋遇龙. 5G, "新基建"热潮下智慧城市建设迎来发展新机遇[J]. 中国安防, 2020(7): 8.
- [3] 傅志寰, 孙永福. 交通强国战略研究[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2019.

作者简介: 刘莉(1990.3-)女,毕业于山东农业大学,道路桥梁与渡河工程专业,科员,中级工程师。