

# 让智能装备成为建筑业转型升级助推器

◎特约评论员

在新时代的背景下,建筑业作为国民经济的重要支柱之一,正面临着前所未有的转型升级机遇。丁烈云院士曾明确指出:“没有智能装备的支撑,智能建造无法实现从无图设计到无人建造的终极目标。”这一观点深刻揭示了智能建造装备在推动建筑业变革中的核心地位。

智能装备是实现智能建造的基石。在设计和规划阶段,通过大数据分析、云计算等技术,智能软件可以帮助建筑师高效地完成设计工作,进行模拟测试,从而减少传统建筑过程中难以避免的错误和物料浪费。施工阶段,自动化机械臂、无人机等智能装备不仅能提高工作效率,还能在危险或人工难以操作的环境中发挥重要作用。而在建筑运营维护阶段,智能传感器、能源管理系统等智能设备则能够确保建筑的高效运作和能源节约。

可以说,智能建造装备的应用,不仅能够极大地提高建筑施工效率与质量,还能促进整个行业的绿色化、智能化转型,成为新质生产力发展的重要组成部分。

在智能建造装备蓬勃发展的浪潮中,尽管其前景广阔,但也面临着一系列不容忽视的挑战:技术创新与应用的不均衡性,高昂的研发成本与回报周期长的问题也制约着智能建造装备的快速发展,专业人才短缺问题日益凸显,尤其是在高级数据分析、自动化控制等领域,缺乏足够的专业人才来支持智能建造装备的研发与应用。再者,现有的行业标准与法规尚未完全适应智能建造的

新需求,这也给智能建造装备的推广带来了不小的障碍。

为了持续优化智能建造,可以采取以下做法:加强研发和技术创新,持续投入研发,提高智能装备的技术含量和应用普及率。创新是推动智能装备发展的核心动力,只有不断推陈出新,才能使智能建造装备更好地服务于建筑业的发展;促进产业协同和标准化,智能装备的推广需要整个产业链的配合。政府、行业协会应当推动制定统一的技术标准,促进不同设备间的兼容与协同工作,形成集成化的智能建造解决方案;重视数据安全与隐私保护,随着智能装备的广泛应用,海量数据的收集和处理不可避免。要确保这些数据的安全,防止泄露和滥用,为用户隐私和信息安全提供保障;培养专业人才和工人,技术进步离不开人才支撑。应加大对智能建造领域人才的培养力度,包括工程师、技术人员以及现场操作工人的培训,使其能够熟练运用智能装备,充分发挥智能建造的潜力;推广智能建造的示范应用,通过示范项目展示智能建造的优势,增强其他建筑企业的信心,促使其跟进应用智能装备,加速智能建造在整个行业的推广应用。

智能建造装备作为新型生产力,其优化不仅仅是技术层面的提升,还涉及到政策引导、产业协作、安全保障、人才培养等多个方面。只有通过系统化、整体化的持续优化,才能确保智能装备真正成为建筑业转型升级的助推器,实现建筑行业的高质量发展,为新时代的经济建设和社会进步贡献力量。

# 武汉建筑业

编印单位 武汉建筑业协会

编印领导小组

组长 周圣

副组长 戴运华 李红青

组员

刘自明	陈志明	陈德柱
刘俊山	罗洪成	文武松
程理财	王洪伟	高林
陈常青	刘先成	刘炳元
王建东	匡玲	叶佳斌
孔军豪	尹向阳	程曦
朱小友	余祖灿	华国飞
邹勇	胡汇文	柯林君

封面题字 叶如棠  
(原城乡建设环境部部长)  
印刷时间 2024年8月25日

## 卷首语

让智能装备成为建筑业转型升级助推器

特约评论员 01

## 瞭望台

国家发改委:今年前两批“两重”建设项目清单已下达	04
事关建筑建材等重点行业企业 三部门印发最新“双碳”方案	04
住建部、人社部:开展工程建设领域违规“挂证”行为专项治理	05
5690亿元 今年上半年全国完成水利建设投资为历史同期最高	06
央行:新增1000亿元再贷款额度 支持12省份防汛抗洪及灾后重建工作	07

## 封面人物

用脚步丈量城市 用双手改变家乡

08

## 专题策划

智能建造装备 助力新质生产力发展

10



### ●行业分析

工程智能建造和智慧服务	刘自明 12
香港地区智能建造与建筑工业化发展情况	何洪普 15
智能建造装备 激发建筑业转型发展新动能	唐棣 18
赋能智能建造装备 助力新质生产力发展	余涌江 21
统一思想 强化措施 推动建筑业加快发展新质生产力	徐保国 26
提升员工技能和素质 提升智能装备的利用率 助力施工企业新质生产力发展	朱德祥 28

### ●企业实践

数智赋能 向新而行 为发展新质生产力打造“国之重器”	晏维华 30
三款机器人,桥梁钢结构企业的智能化升级探索	马弟 班伟 尚傲翔 34
从自动化到智能化 智能装备提升企业生产力的研究应用	卢婷 37

中建三局“智能建造一体化平台” 刘李智 39

## ●课题研究

智能建筑综合布线施工技术要点分析 胡 静 42

智能公路改扩建施工区管控方案及装备 宋 力 林毅轩 45

以塔吊智能化变革探讨建筑行业新质生产力 宋奎胤 49

智能建造技术在房建工程装配式项目中的应用 张号军 陈 军 53

全装配式桥梁智能建造技术及应用 管世玉 刘英燊 56

智能建造技术助力建筑业高质量发展 郑志远 58

智能建造技术助力市政交通工程 杨 岚 60



## 科思顿·洞见

路虽远行则将至 工程企业国际化发展迈上新征程 郭 刚 63

市场经营需要从“自由散漫”走向“科学管理” 包顺东 66

## 项目总工说

69

## 员工经验分享

71

P08>>>

用脚步丈量城市  
用双手改变家乡

## 会员之家

中铁十一局四公司智慧建造研究院促进行业企业高质量发展纪实(下) 郑传海 杜 萍 72

穿云跨海 在伶仃洋上“智造”深中大桥 陈之玮 王鑫洲 杜才良 76

最是实干能致远 徐保国 79

封面人物 祝福新

## 行业论坛

全周期策划优化引导 促成项目管理能效提升 孙朝阳 81

## 光影视界

83

## 文苑

人世间最难走的路…… 高品建设集团 84

编印工作小组

组 长 戴运华

副组长 李红青

主要编印人员

周 俊 陶 凯 李霞欣

李明强 韩 冰

其他编印人员

邓小琴 王 雁 安维红

陈 钢 李凌云 李胜琴

汪惠文 张汉珍 张红艳

张 雄 王 琼 周洪军

姚瑞飞 何洪普 程 诚

周水祥 陈金琳 王丽峰

余 眇 刘杨威 吴雪莉

曹 伟

## 武汉建讯

“数智融合·赋能产业”创新发展论坛

暨2024年度武汉建筑业协会总工委工作会成功举办 85

湖北省建筑业协会召开八届一次会员大会暨八届一次理事会 86

协会全咨分会轮值会长办公会暨团体标准发布会顺利召开 87

协会组织召开建筑劳务企业高层联席会 88

武汉市智能建造标杆项目选树活动方案研讨会顺利召开 89

水届“诺贝尔”奖!中建三局项目代表湖北首次斩获 90

武昌区委副书记、区长范礼奎一行调研湖北工建武船武泰闸厂区A地块项目 91

健康关爱跨越山海!中铁大桥局与协和医院联合举办医疗义诊活动 92

地 址 武汉市汉阳区武汉设计广场一栋十一楼

邮 编 430056

电 话 (027)85499722

投稿邮箱 whjzyxhyx@163.com

网 址 <http://www.whjzyxh.org>

印刷数量 1500 册

发送对象 会员及关联单位

印刷单位 武汉市凯恩彩印有限公司

# 国家发改委： 今年前两批“两重”建设项目清单已下达

近日，国务院新闻办公室举行“推动高质量发展”系列主题新闻发布会。发布会上，国家发改委副秘书长张世昕介绍，目前已下达今年前两批“两重”建设项目清单，正在抓紧推动资金尽快到位、项目加快开工建设。

“发行超长期特别国债支持‘两重’建设，是党中央、国务院着眼强国建设和民族复兴全局作出的一项重大决策部署，是推进中国式现代化、推动高质量发展、把握发展主动权的重要抓手。”张世昕表示，近一段时间以来，按照中央政治局会议和国务院支持“两重”建设部署动员视频会议的部署要求，国家发改委坚持“高效办成一件事”，会同30个部门和单位建立完善工作机制，统筹推进“硬投资”和“软建设”重点任务，高质量做好“两重”建设各项工作。

在“硬投资”方面，国家发改委与相关部门自上而下组织项目，严格做好审核筛选，优先选取跨区域、跨流域的重大标志性工程，确保项目切实推进国家重大战略实施，切实支持重点领域安全能力建设。目前，已下达今年前两批“两重”建设项目清单，主要集中在加快实现高水平科技自立自强、促进区域协调发展、提升粮食和



能源资源安全保障能力、推动人口高质量发展、全面推进美丽中国建设等领域，正在抓紧推动资金尽快到位、项目加快开工建设。

在“软建设”方面，国家发改委坚持项目建设与配套改革相结合，加快研究制定政策、规划、体制机制创新等“软建设”改革举措，完善投入机制，提高投入效率。目前，已推动出台促进创业投资高质量发展等一系列政策文件，相关政策措施和长效

机制正在不断完善。

张世昕表示，下一步，国家发改委将深入学习贯彻党的二十届三中全会精神，坚持质量、效率并重，扎实做好后续项目组织筛选工作，加强在线监测和日常调度，适时组织开展实地督导，督促加快项目开工建设。同时，结合项目投资，抓紧制定出台“软建设”配套政策和改革举措，持续优化制度供给，促进实现“两重”目标。

# 事关建筑建材等重点行业企业 三部门印发最新“双碳”方案

“双碳”标准计量工作是支撑碳排放双控实行和碳定价政策体系建设的重要基础。为加快推进碳达峰碳中和标准计量工作，有效支撑我国碳排放双控和碳定价政策体系建设，国家发展改革委、市场监管总局、生态环境部日前联合印发《关于进一步强化碳达峰碳中和标准计量体系建设行动方案（2024—2025年）》（以下简称《方案》）。

《方案》提到，按照系统推进、急用先行、开放协同的原则，围绕重点领域研制一批国



家标准、采信一批团体标准、突破一批国际标准、启动一批标准化试点；2024年，发布70项碳核算、碳足迹、碳减排、能效能耗、碳捕集利用与封存等国家标准，基本实现重点行业企业碳排放核算标准全覆盖；2025年，面向企业、项目、产品的三位一体碳排放核算和评价标准体系基本形成，重点行业和产品能耗能效技术指标基本达到国际先进水平，建设100家企业和园区碳排放管理标准化试点。

《方案》提出了到2025年推进“双碳”标准、计量工作的原则和目标，有针对性部署实施16项重点任务。

“双碳”标准重点任务有8项：加快企业碳排放核算标准研制，加强产品碳足迹碳标识标准建设，加大项目碳减排标准供给，推动碳减排和碳清除技术标准攻关，提高工业领域能耗标准要求，加快产品能效标准更新升级，加强重点产品和设备循环利用标准研制，扩大绿色产品评价标准供给。

“双碳”计量重点任务有8项：加强碳计量基础能力建设，加强“双碳”相关计量仪器研制和应用，加强计量对碳排放核算的支撑保障，开展共性关键碳计量技术研究，加强重点领域计量技术研究，加强碳计量中心建设，完善“双碳”相关计量技术规范，加强能源计量监督管理。

其中，针对加快企业碳排放核算标准研制这项重点任务，《方案》明确，加快推进电力、煤炭、钢铁、有色、纺织、交通运输、建材、石化、化工、建筑等重点行业企业碳排放核算标准和技术规范的研究及制修订，制定温室气体审定核查、低碳评价等相关配套技术规范，支撑企业碳排放核算工作，有效服务全国碳排放权交易市场建设。制定面向园区的碳排放核算与评价标准。

在加强产品碳足迹碳标识标准建设任务中，《方案》要求，发布产品碳足迹量化要求通则国家标准，统一具体产品的碳

足迹核算原则、核算方法、数据质量等要求；开展电子电器、塑料、建材等重点产品碳足迹标准研制。

在加强能源计量监督管理任务中，《方案》提出，组织各地区对建筑建材、石化化工、能源、钢铁等传统行业以及数据中心、公共机构等重点领域开展能源计量审查，帮助用能单位解决节能减排降碳计量难题，不断提升用能单位能源计量管理水平和能力。

《方案》还要求开展先行先试，面向企业和园区开展碳排放管理标准化试点，鼓励企业建立碳排放标准管理体系，助力碳排放“算得出、算得准”，引导企业应用先进减排技术，推动碳排放“减得掉、减得下”，到2025年建设100家试点企业和园区；推动企业加强碳计量体系建设，强化碳计量要求，在山东、浙江等地组织200家以上企业开展碳计量审查试点；组织开展零碳园区计量试点和能源资源计量经验交流。

## 住建部、人社部： 开展工程建设领域违规“挂证”行为专项治理



8月2日，住建部、人社部发布关于开展工程建设领域专业技术人员违规“挂证”行为专项治理的通知。通知指出，严肃查处工程建设领域勘察设计注册工程师、注册建筑师、建造师、监理工程师、造价工程师等专业技术人员注册单位与实际工作单位不一致，出租出借注册执业资格证书等“挂证”违法违规行为。具体如下：

为严厉打击工程建设领域专业技术

人员注册执业资格违规“挂证”现象，维护建筑市场秩序，保障工程质量、安全，促进建筑业高质量发展，住房城乡建设部、人力资源社会保障部决定开展工程建设领域专业技术人员“挂证”等违法违规行为专项治理（以下简称专项治理）。现将有关事项通知如下：

### 一、治理对象

严肃查处工程建设领域勘察设计注

册工程师、注册建筑师、建造师、监理工程师、造价工程师等专业技术人员注册单位与实际工作单位不一致，出租出借注册执业资格证书等“挂证”违法违规行为。

### 二、工作安排

（一）自查自纠阶段（2024年8月至10月）

地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门负责组织本行政区域内自查

自纠工作,指导、督促本地区工程建设领域专业技术人员及勘察、设计、施工、监理、造价咨询等相关单位开展自查自纠。相关专业技术人员和单位要对照有关法律法规,对是否存在“挂证”等违法违规行为进行自查,存在相关问题的,应及时办理注销等手续。对在自查自纠期间及时整改到位的人员和单位,可视情况不再追究其相关责任。

(二)排查处理阶段(2024年11月至2025年2月)

1.全面排查。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门组织开展全面排查,结合社保缴费、住房公积金缴存等信息对本地区工程建设领域专业技术人员进行全面比对排查,重点核查注册单位与社保缴纳、住房公积金缴存单位不一致等情况。

2.严肃处理。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门对排查出的问题要及时调查核实。对存在“挂证”等违法违规行为的,依法依规予以处罚。对排查中发现人员挂靠问题突出的单位,要依据有关法律法规,对其承建项目的主要管理、技术人员到岗履职情况进行排查,并依法严肃处理。

### 三、工作要求

(一)强化组织实施。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门要高度重视专项治理工作,强化组织领导,加强沟

通协调,明确责任分工,制定具体工作方案,落实责任部门和责任人,确保专项治理工作取得实效。要积极利用信息化等手段,加大对专业技术人员、相关单位等违法违规行为的排查力度。

(二)依法从严查处。地方各级住房城乡建设部门要按照全覆盖、零容忍、严执法、重实效的原则,依法从严查处工程建设领域专业技术人员“挂证”等违法违规行为。对违规“挂证”人员依法依规撤销其注册许可,3年内不得再次申请注册,对违规使用“挂证”人员的单位予以公开,并纳入资质动态核查;对违规的中介服务机构要依法严肃查处,责令限期整改,情节严重的,依法给予行政处罚。对发现存在“挂证”等违法违规行为的国家机关和事业单位工作人员,告知其实际工作单位。

各地专业技术人员执业资格注册管理机构、工程造价管理机构在专项治理工作中要严肃工作纪律,严格遵守各项管理规定,及时快捷办理注销等手续,保障专项治理期间各项注册工作有序进行。

涉及到注册建筑师的具体工作,由省级住房城乡建设、人力资源社会保障部门指导本地区注册建筑师管理委员会,按照《中华人民共和国注册建筑师条例》和本通知要求开展。

(三)强化信息公开。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门应公布投

诉举报方式,要逐一登记、认真查处投诉举报事项;要充分发挥建筑市场监管公共服务平台和相关信用信息平台作用,对被查处存在违法违规行为的单位和人员,在平台中记录其不良行为,并向社会公布,加强失信惩戒和社会监督。

(四)加强舆论引导。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门要加大教育引导和宣传力度,充分运用典型案例进行警示教育,提高专业技术人员、有关单位、人力资源服务机构对“挂证”等违法违规行为危害性的认识,形成全行业自觉抵制“挂证”的氛围。

(五)完善长效机制。地方各级住房城乡建设、人力资源社会保障部门对专项治理工作要进行全面总结,认真梳理分析发现的问题,充分总结经验,及时将行之有效经验做法提炼上升为制度性文件。同时,结合地区实际,推动用人单位建立完善合理的人才培养与梯队建设制度,形成预防、查处和监管的长效机制。

请各省级住房城乡建设部门会同人力资源社会保障部门及时总结本地区专项治理工作情况并填写处理情况汇总表(见附件),形成工作报告,于2025年2月28日前报送住房城乡建设部、抄送人力资源社会保障部。住房城乡建设部、人力资源社会保障部将加强对各地专项治理工作的指导,对部分地区开展现场调研,通报各地工作进展。

## 5690亿元 今年上半年全国完成水利建设投资为历史同期最高

近日从水利部了解到,今年上半年,全国完成水利建设投资5690.2亿元,同比增长9.9%,为历史同期最高。

其中,黄河古贤水利枢纽、浙江曹娥江镜岭水库、河北洺河娄里水库相继开工,连同海河流域东淀、小清河、文安洼蓄滞洪区、永定河泛区等34项重大水利工程从图纸走向现实,引江济淮、环北部湾水资源配置等重大水利工程加快建设进度。

据水利部统计,上半年全国实施水利项目数量和落实水利投资、水利建设吸纳





就业人数均超去年同期。其中,全国实施水利项目3.8万个,同比增长23%;水利建设吸纳就业153.6万人,同比增长11%。

2023年,我国江河洪水多发重发,国家增发1万亿元国债资金,支持灾后恢复

重建和提升防灾减灾救灾能力,其中安排水利领域资金超过国债资金总规模的一半。水利部坚决落实党中央、国务院决策部署,坚持上下联动、协同推进,按月调度会商,派出多批次工作组到各省市指导增发国债水利项目实施,建立分流域分项目

类型推进机制,督促全力加快项目建设。截至6月底,增发国债安排水利项目7800多项,已全部开工实施。

水利部相关负责人表示,水利部将继续加快推进水利基础设施建设,有效推动水利高质量发展、保障国家水安全。

## 央行:新增1000亿元再贷款额度支持12省份防汛抗洪及灾后重建工作

据了解,12省(区、市)包括重庆、福建、广东、广西、河南、黑龙江、湖南、吉林、江西、辽宁、陕西、四川。新增支农支小再贷款额度将支持受灾严重地区防汛抗洪救灾及灾后重建工作,加大对受灾地区的经营主体特别是小微企业、个体工商户,以及农业、养殖企业和农户的信贷支持。

中国人民银行表示,下一步,将督促相关省(区、市)分支机构用好用足新增再贷款额度,指导金融机构精准对接救灾和灾后重建的融资需求,简化程序,加快审批,保障受灾企业资金需求,帮助企业恢复生产。

此前,中央政治局会议部署要全力做好防汛抗洪救灾工作。此次央行增加支农支小再贷款额度1000亿元,是对这一部署的具体落实。

据央行官网介绍,再贷款是中央银行贷款的简称,指中央银行对金融机构的贷



款。它是中央银行贷款给商业银行,再由商业银行贷给普通客户的资金,所以称为“再贷款”。再贷款一直是我国中央银行的

重要货币政策工具。新增再贷款主要用于促进信贷结构调整,引导扩大县域和“三农”信贷投放。

# 用脚步丈量城市 用双手改变家乡

——记武汉福星建设集团有限公司董事长祝福新

◎文 / 武汉福星建设集团有限公司 周博文

祝福新，男，汉族，中共党员，1960年5月出生，湖北武汉人，本科学历，高级工程师，现任武汉福星建设集团有限公司董事长，旗下包括了福星市政公司、新泽新置业、新泽新商品混凝土生产销售、新耀汽车配件、新耀机械生产制造、星泽星运输等各行业分公司，标志着由单一市政工程公司向集团化全面发展，一直坚持以“以质量求生存，以信誉求发展”的理念，用铁军精神铸就高品质工程改变城市面貌、回报家乡。担任汉南区第九届人大代表、汉南区人大工委、汉南区建筑业协会副会长。

2017年，祝福新向车都阳光慈善基金捐款100万元。

2019年福星集团承接了军运会项目6条线路改造工程，是武汉市经开区唯一一个民营企业参与军运会项目建设的公司。

2020年在抗击新冠疫情中，积极援了建军山天外天隔离点，并为火神山医院捐建设赠工程车辆；通过采购物资、筹措资金，积极捐款捐物，先后共捐赠医疗物资、生活物资以及资金40余万元；

2020年7月，在整个经开区长江沿线及内部河流都遭受到了洪水的威胁时，将公司仓库内存放的数千吨砂石料奉献给抗洪一线，同时派遣近40余人、3台机械设备协助抗洪抢险。同时捐赠矿泉水、方便面、西瓜等物资近10万元物资送往区内各抗洪一线。

2020年9月武汉福星建设集团董事长祝福新荣获“武汉市抗击新冠肺炎疫情先进个人”称号。

2023年荣获年度中国车谷最具社会责任感企业。



阳光慈善基金捐款



抗洪救灾



捐赠物资

## 坚持创业，用高品质工程回报家乡

20余年来，武汉福星建设集团一直秉承用高质量工程回报社会。一直在光谷、江夏发展良好的福星市政受邀回到汉南区进行兴业大道建设，在那些个日夜赶工、晴天、雨天的施工时期，公司总经理祝福新一直在工地，早上第一个去，晚上凌晨才回，经常身先士卒的亲自施工，施工员、测量员、检测员、绘图员、预算员……都可以是他。这条路的建成标志着汉南区迈入高速发展的时刻，也是汉南区最主要的一条道路，每日车流量万余次；同时这条道路也是自通车起10年内未进行过大规模维修的主干道，为公司树立了良好的口碑，赢得社会各界一致好评。

在接下来的十几年中，福星市政公司先后承接了伟业大道、通江二路、通江四路、汉南通用机场、兴业一路等众多工程，也都一致获得各界好评。

作为一名企业领导，能在企业管理中规范企业行为，带头遵守国家的法律法规，通过团结带领企业干部职工锐意进取，企业综合实力不断增强，到福星集团发展成为了汉南区规模较大的民营企业，涉及市政工程建设、商品混凝土及干混砂浆生产销售、装配式钢结构生

产、房地产开发、汽车零部件生产、道路运输等多元化发展,而且连续三年实现年产值增长25%以上,吸纳就业人员近千人。为促进地方经济社会发展和城市建设作出积极贡献。

## 福星反哺,回报社会

祝福新作为一个老党员具有较高的政治觉悟和坚定的理想信念,有较强的政治敏锐性和政治鉴别力,立场鲜明。他不仅能够将企业稳步发展,不断壮大,而且作为汉南区第九届人大代表,祝福新同志能认真学习代表履职知识,切实履行好代表职务,深入基层了解情况,密切联系群众,积极为民代言,提出了缓解汉南城区的交通压力、打造影河两岸生态绿道景区等高质量的代表建议。

在担任区九届人大代表期间,祝福新深入走访联系选民,听取选民心声,收集选民意见建议,并通过调查研究,聚焦全区经济社会发展和民生关切,共提出了1件和5条代表建议。在督办工作中,他深入办理现场紧盯办理进度,积极参加区人大组织的督办活动,提出督办意见,督促区政府及其承办单位较好的完成了办理工作,其中《关于实施纱帽老旧城区饮用水安全工程的议案》、《关于打通月亮湾断头路及建设马影河景观桥连接马影河绿道的建议》办理成效显著,这两个提案即将实现,为汉南区的发展提供了宝贵意见,也受到了广大群众好评。

## 精工合一,打造自动化绿色生产基地

在2020年5月,由武汉福星建设集团与精工钢构共同出资1亿元注册成立武汉福星精工欧拉绿建科技有限公司。公司是一家专注于装配式钢结构、绿色建筑及钢结构产品的研发、设计、生产、销售及装配施工的高新科技企业。公司占地近300亩,计划累计投资超15亿元,建成后年产装配式钢结构产品200万方,2020年底试产,2021年正式投产,2022年达产。是武汉乃至华中地区目前规模最大、产品种类最齐全、科技含量最高、专利全覆盖的专业、自动化大型装配式生产基地,同时组建研发团队(院士工作站)及设计院。

公司设有大型厂房(设置专业生产线18条以上)、办公大楼(共19层,包含院士工作站、设计院、研发中心、展示中心、检测中心、接待中心等)、装配式宿舍(共11层)、钢结构部品部件堆场及各种附属设施等。将结合精工钢构及精工欧拉的技术和专利,合力发展装配式钢结构产业,构建完整的现代建筑产业链。

大音希声,大象无形,大爱无疆。福星集团作为扎根汉南、深耕汉南20余年的大型民营企业,作为企业负责人的祝福新在困难面前充分发挥了党员的先锋模范作用,积极履行了企业的社会责任,充分调动并发挥了本地企业的资源和优势,同时也充分发扬了党员不畏艰难、勇于担当、奋发有为、无私奉献的精神,为城市的建设、家乡的发展做出了正面的、积极的贡献!



上台领奖



# 智能建造装备



# 助力新质生产力发展

随着智能建造技术的不断发展和应用,住建领域正迎来一场前所未有的变革。智能建造装备作为新质生产力的重要体现,在建筑生产、建造、检测和运维等各个环节中的应用,显著提升了建筑业的生产效率、质量和安全性。推动智能化技术的应用,是实现高质量发展的内在要求和重要着力点。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,智能建造装备将进一步促进建筑业的智能化转型,为高质量发展注入“智慧动能”。



## ●行业分析

# 工程智能建造和智慧服务

◎文/中铁大桥局 刘自明

在最近召开的中共二十届三中全会上通过的关于进一步深化改革的决定当中明确指出，要因地制宜的推广新质生产力。这是对全国各行各业提出的要求，对我们工程建设行业作用也特别的重大。可以说提高新质生产力的水平，既是党和政府的要求，更是我们行业发展自身的需要。发展新质生产力在建筑业行业，我觉得重要的是要实现工程建设项目的智能建造和智慧服务。从这个意义上讲，智能装备包括传感器首当其冲，必须引起高度重视，可以说智能装备包括传感器是建筑行业机械制造专业的未来经济增长点。



## 1. 智能装备要满足智能建造的重大需求

智能建造是最近几年一个比较热门的话题，在有些工程项目上已经有所应用，但是说实在话即便是有所应用也并不是真正意义上的智能建造，有些还仅仅处在管理方面的演示阶段。真正要到达智能化程度，可能还有很长的路要走。特别是桥梁、道路、铁路等等这些土木建筑工程，想要实现真正的智能建造，需要的路可能更长一些。

因为土木建筑工程行业的复杂性，据说智能化程度同其他行业的对比仅仅占倒数第二的位置。这意味着什么呢？我以为这意味着其他很多行业都已经走在我前面，也许人家已经为我们打下了一些

基础，积累了一定经验，这样我们未来的发展可能会顺利一些。所以不要为我们排名靠后感到悲观，这表明我们的发展空间还很大。

我们要审视在智能建造方面发展不足的原因。一是管理者和干部职工的认识不到位，技能存在差距。从认识上看，主要是有部分项目管理者一听到要用智能建造技术，首先想到的是要钱。这个方面的确存在着一定问题，有些建设业主为了追求高大上，为了追求所谓创新，要求承包商用数字建造技术、上智能化装备，却不愿意花更多的钱，总认为那些钱都是承包商自己的事，甚至还认为那些

钱能由承包商自己从项目的利润当中挤点出来弥补智能建造装备的添置，这其实都是认识上的问题。除承包商自己的认识问题外，也有建设业主认识上的问题，还有上级考核方面的问题。上级只要求下级在项目管理当中使用数字技术、智能建造技术，在利润方面却不预以考虑，还是按照原来的要求，该怎么样还是怎么样。这样就导致项目管理团队不太愿意用智能建造技术。

另外一个原因是目前不用智能建造技术还可以用传统工艺工法来完成某项工作，这样就使管理者觉得还有退路，有退路何必往前面去走一步呢？

还有一个方面的重要原因,那就是绝大多数管理技术干部对智能建造本身觉得神秘,好像是一堵墙,因为自己不掌握那些技术,就觉得用起来可能很难很费劲。

智能建造存在这些问题的原因也许就是因为要解决这些问题,可能需要项目管理者投入一定的资金,来研发或者添制相关的装备,而研发和投入的这些装备未必都是对投入者有正面的作用。

前面说到建筑业在数字技术的应用方面排名很靠后,那就意味着有其他很多行业在数字技术的研发和应用方面已经远远走到了我们的前面,人家走在前面就给我们提供了大量数字技术的基础。比如有一些软件已经得到成功推广应用,甚至有些软件已经固化在所使用的机械装备、检测仪器里面,试想如能够有效的使用这些机械装备和检测仪器,不就相当于借用了数字技术吗?再比如有一些机械制造行业研发的建筑机械装备,完全可以为我们所用,像钢筋加工机械、钢结构加工设备、模板的爬升系统等等这些都已经非常成熟,已经基本实现数字控制。还有像混凝土工厂也都已经实现了数字控制,我们只需采购这些装备并学会有效正确的使用就可以了。而在使用这些装备一定会明显带来人工的减少和节省,制造精度的提高。我们作为现场管理者,要学会做这样的对比,不能再像过去那样一边使用自动化装备,一边要求进工地的人工数量不减,还要求协助队伍要上多少多少人,那你不是直接给自己增加了成本吗?我们使用数字装备的目的在于减少人工、在于提高产品的加工制造精度,而不是说使用这些装备仅仅是为了给人看,显得高大上一些,那就没有达到我们的目的。

数字建造除了工厂的加工制造以外,更重要的是在现场的安装。现场的安装最典型的应用场景就是连续梁或者斜拉桥、悬索桥主梁线形内力的调整,索力的调整,以及主塔爬升过程当中高度的控制,位移的控制等等。这些都应当用相应的软件(算法),根据现场荷载的变化、环境温度(包括风力)的变化,一个方面能够自动感知,另外一个方面能够自动收集这些变

化,进行精准的计算分析,对下一阶段塔体结构的位移坐标偏位,口体的线型标高等等给出指令,进行数字控制。特别一些大型的节段拼装,更需要利用在工厂制造过程当中三维扫描给出空间特征点,然后进行虚拟预拼装,甚至可以直接取消在现场的预拼装。

大型工程结构现场的施工作业往往需要大型装备,这些大型装备有一些是根据工程需要新研制研发的,有些是既有的工程装备在。目前的情况下,对既有的工程装备应当进行数字化改造,使之能够借用数字技术使得这些装备在现场的使用当中实现自动控制。对新打造的装备更应当加入智能控制技术,使得它的使用更加的智能化高效率。特别是这些装备使用过程中的安全控制和限位技术更应当实现数字化自动化。

不仅仅是现场主体结构安装的数字控制,哪怕是一般结构安装包括辅助设施的安装,比如塔吊,缆载吊机等等这些重大装备的现场安装都应当进行数字控制,在精准计算的情况下一步一步进行操作。

当然数字控制不仅仅是这些关键部位,对一些小部位能够进行自动机器人的研发并投入使用也都非常的有意义,比如现场钢筋的绑扎或者焊接,也能够由自动化机器人,高强螺栓的施拧能够由自动机器人进行操作,也都非常有意义。

桥梁工程的数字建造,并不是一件容易的事,它同样是一个系统工程,需要系统研发与施工现场场景密切配合的智能机器人。依据目前桥梁工程作业标准,施工规范,像精细化管理那样,把一个系统性的工作划分成若干个工作单元,而这些工作单元大多数是重复性的工作,对重复性的工作研发一些软件或者程序与机器进行交互,让它能够自动控制机器的作用。

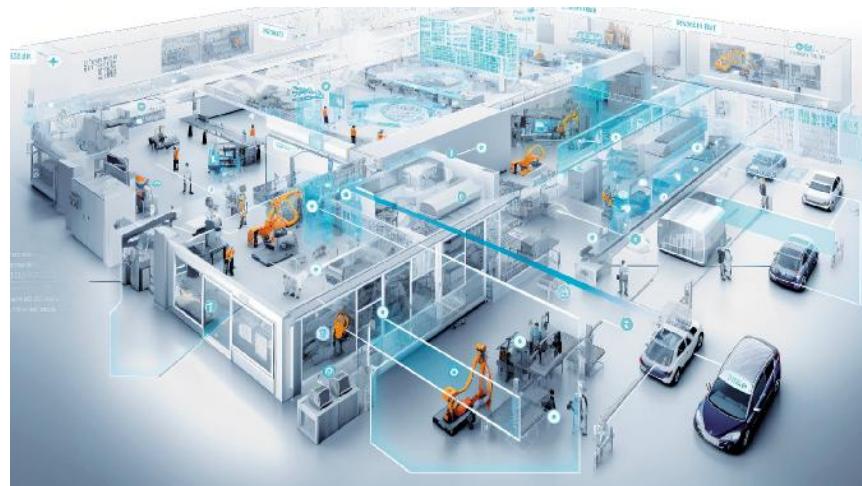
数字建造就是新质生产力,完全符合新质生产力的特征。目前数字建造虽然还处于相对落后的状态,但是我们完全可以让其他行业的发展进步,结合土木建筑工程现场的需求,进行一些跨行业的融合,使得土木建筑行业在智能建造方面取得新的进步新的发展。我们还可以组织行业内部的企业进行互相的观摩学习,有些项目在智能建造方面应用程度已经比较高,组织不同企业的项目管理者进行观摩学习。大家向做得好的项目学习来改进提高自己,让自己的项目能够迎头赶上,这不就能够推动整个行业的进步吗?同时我们还希望掌握数字技术的工程技术人员能够主动的和工程现场熟悉工程建造工艺工法的工程技术人员紧密结合,更多的提炼和打造应用场景,有针对性的研发一些自动化甚至智能化的机械装备,提升智能建造的水平。



## 2. 智慧服务是用户的重大需求

智能建造主要是为建筑工程从业者服务,在建造过程当中应用数字化手段既可以提升工程产品的品质,提高建造效率,又可以降低安全风险,减少作业人员的数量和降低作业人员的劳动强度。特别是减少作业人员的数量,是最近这几年建筑行业出现的一个紧迫而现实的问题,因为最近这些年既有从事现场作业的劳动者随着年龄的增长,逐渐的退出劳动市场,劳动力数量明显减少。而年轻一代又不愿意进入建筑行业从事这些体力劳动,所以急需用机械装备,特别是急需用自动化智能化的装备代替人工。可是我们建造的建筑工程产品包括民用建筑和大型桥梁工程结构,甚至高速公路高速铁路等等这些产品的真正用户是老百姓,要为老百姓提供服务。那么这些工程产品能否为老百姓提供智慧化的服务,这同样是社会对我们土木工程行业从业者提出的要求。

大跨度桥梁结构和高耸建筑结构对风环境以及其他环境是比较敏感的,但是这些工程结构建成之后,长期暴露于敏感环境之下,免不了受这些环境的影响产生一些意外的变形,包括风致振动等等。作为工程建造者,应当在对这些工程建成交付使用之后能够自动为用户提供服务方面下功夫。那就是要在这些工程的敏感部位安装传感器,使这些传感器能够自动接受工程结构在自然环境特别是恶劣环境的影响产生的振动和其他的响应信号,并用既有软件自动对这些响应进行分析,对分析的结果进行进一步的比对,一旦超过



设定的阈值该报警的自动报警。对于那些长期反复作用产生的累积效应进行分析比对,如果需要报警也要及时进行报警,这是智慧服务的手段。这些工程结构安装到位之后,应当在相应位置安装一些信号发射器,主动发出信号使得他们能够及时主动的对行驶在桥上的车辆、水上的船舶,或航行在远方的船、行驶在远方的车辆,以及飞行在空中的飞行器进行自动报警,让这些飞行器或者车辆、船舶接到报警之后,能够及时的做出判断,确定前方的障碍物对自己是否有什么影响,这也是智慧服务。

对一些在用的工程辅助装备、辅助设施。同样可以安装传感器,让这些传感器自动采集使用过程当中受到环境影响,包括荷载变化产生的响应,并对这些响应自动分析,该报警的时候报警,这同样也是智慧服务。

前不久广东梅大高速公路坍塌和陕

西梅水河高速公路桥梁因洪水冲刷垮塌,这样的坍塌和垮塌事故都导致大量的车辆在运行的时候来不及刹车直接陷入坍塌的路基或者坠入洪水当中,造成大量车辆及人员伤亡。这些事故的发生有自然灾害的原因,但是如果我们在这些高速公路上安装相应的传感器,让这些传感器一旦在路桥发生意外时能够自动报警,并且这些报警的信号能够传递给这些高速公路的路政管理部门,及时对前方行驶的车辆给出报警,是可以大量减少车辆的坠落和人员伤亡的,这同样是智慧服务。

目前我们的北斗导航系统也已经大量的投入使用,因此在高速公路或者城市的一些交通要道都可以安装传感器,安装信号发射装置,让它们及时采集路况信息,向北斗系统发射信号,这些信号经过自动分析,判断出前方路面的安全状况。这同样是智慧服务。

可以说在目前阶段,桥梁、高速公路、高速铁路以及高层建筑为用户提供智慧服务不存在技术上的障碍,只需要这些工程设施的建造者拥有者能够和有关方面紧密结合,安装相应的传感设施就可以为用户提供很好的智慧服务,可以大大降低这些工程在服务过程当中发生安全意外,造成人民生命财产灾难性损失的概率。

智能建造在于为建造者提供方便,智慧服务主要是为使用者提供方便,特别是能够为使用过程当中降低甚至杜绝对人民生命财产安全造成损失的可能,更加的显得刻不容缓。必须引起各个方面的高度重视。



# 香港地区智能建造与建筑工业化发展情况

◎ 文 / 智能建造与建筑工业化分会 何洪普

## 一、总体描述

香港的建筑工业化起源于 20 世纪 50 年代的公共房屋(以下简称:公屋)建设。1953 年 12 月,石硖尾寮屋区发生火灾,持续燃烧 6h,5 万多居民一夜间失去家园。港英政府为安置灾民,便在原地即时兴建多幢两层高房作临时安置,并成立了半独立的屋宇建设委员会,着手兴建廉租房,为低收入的家庭提供基本设备齐全的房屋居住。1973 年,重组负责公共房屋

的机构,成立香港房屋委员会(以下简称:房委会),以推动香港的公屋计划,达到政府的政策目标。

80 年代中期,为了改善旧式的公共房屋环境质量,以及满足人口增长对房屋的需求,香港加快兴建大量住宅建筑。香港房屋委员会在设计及兴建公共房屋时首先开始应用预制件混凝土外墙,成功拉开了香港大规模应用预制混凝土建筑的

序幕。

从 80 年代中后期起,政府投资的公共房屋开始使用预制混凝土外墙,但私人发展商开发的项目仍然不愿意采用预制混凝土技术。由于香港大部分施工场地没有足够的空间浇筑及存放预制构件,在缺少足够的浇筑预制构件的工场情况下,限制了装配式建筑的发展。直至预制构件厂陆续在内地设厂,以上问题才得以解决。



图 1 预制外墙板

## 二、发展历程

### 1. 初期:简单的预制构件

20 世纪 60 年代,房委会试验性地采用预制方法建造徙置大厦。最先在工地外预制的是洗手盆和厨房的灶台。为保证质量,房委会设计了专门的灶台试验标准,要求模拟住户切菜所用力度,冲击多少次后灶台外表不产生裂缝。洗手盆曾在金属盆外全部用普通混凝土包裹,后改用陶粒和珍珠岩配制的轻混凝土,减轻了部件的重量。这两个小部件改为装配式后,不但质量得以保证,而且施工速度加快,现场产生的建筑垃圾减少,预制化尝试获得初步成功。

### 2. 进阶:楼梯段和内外墙板的预制化

20 世纪 90 年代,“和谐式”的公屋标

准化设计已经成熟,设计采用构件组合及尺寸配合的新概念,结构为简式结构加剪力墙,现浇混凝土不但费工费时,而且质量难以控制。相比之下,预制化有明显的优越性。房委会决定进一步推广预制工业化施工方法,提出把最费工的楼梯段预制化。其后又建议推行更大尺寸的房屋预制部件,在公屋招标时提出放弃内隔墙用小块砖砌筑的固有方法,改用整层高的预制墙板。内墙板的成功应用与外墙板的工厂化生产得益于设计的标准化。简式结构的“和谐式”设计成功定型,外墙板不承重,完全可以做悬挂式,再加上规格减少,彰显了预制化的优越性。过去外墙采用现浇混凝土施工,预留洞口后安装窗框,洞口与

窗框间的缝隙用砂浆填补,由于现场难以控制质量,砂浆填入的深度或密实度不够,台风肆虐的季节容易造成雨水渗漏。使用预制外墙板,窗框直接在预制厂浇筑在混凝土内,避免了后填缝的弊病。同时外墙的瓷砖饰面也在预制厂内做好,质量得以保证,减少了高层建筑外饰面砖脱落事故(图 1)。

2001 年,香港建造业检讨委员会发布了题为《为卓越而建造》的报告,指出为提高质量和减少建筑废物的产生而推广预制部件。同时,自 2001 年,房屋署通过《联合作业备考》,发布激励措施(采用预制外墙的建筑给予容积率奖励),鼓励绿色建造技术和预制部件的应用。香港政府

于2005年开始征收建筑废物处置费,为了处理施工现场的建筑垃圾,建筑公司除支付运输费,还需缴纳125港币/t的处置费。该政策使建筑承建商不得不走环保、资源节约的道路,减少由于应用传统建筑模式而产生的建筑废物,采用工厂预制的模式,并且在施工现场回收建筑废物。实施征费后,建筑废物量与2005年相比减少了约37%。建筑废物处置费的执行从政策层面推动了香港建筑工业化和绿色施工的发展。

### 3. 突破:结构构件和三维立体化预制

21世纪初,房委会管理层全力支持成立项目组,联同香港学术机构和顾问工程公司,与预制组件供货商和承建商等业内持份者展开合作,进行一系列的研究、工程试验和模拟制作,成功研发了一套“新型预制件组合建筑法”,包含2项创新的预制技术:首先是预制结构剪力墙,反映预制技术从次要结构进展至主要结构;其次是大型立体预制组件,反映预制技术从传统平面进展至立体预制。2008年3



图2 葵涌工厂大厦重建项目

月,房委会完成葵涌工厂大厦重建项目(图2),两幢楼高41层的住宅大厦实施新的预制组件建筑方法。结果表明,每幢大厦预制组件所用的混凝土量,从20%增加至60%,涉及约10000件预制构件。也就

是说,组合式单位大部分组件都是预制的,即预制组件不但包括面墙和楼板,还包括结构横墙和立体浴室。房委会公屋发展项目所汲取宝贵的预制知识和经验,已成为业内可持续建造的首要推动力。

## 三、技术先进性

### 1. 大力推行组合建筑方式

为缓解香港建筑行业劳动力不足、建造周期长等问题,前香港特别行政区行政长官林郑月娥在2017年首个施政报告中明确提出香港要推行先进的组合建筑方式,2018年宣布开始正式推行MiC。香港特别行政区政府积极推动在楼宇项目中采用MiC建筑法,以提升建造业的生产力和成本效益。MiC建筑(图3)相比传统建

造方法可缩短约30%~50%的施工时间,减少约10%的建筑成本,而且生产力、质量、环保和安全等表现更好。近3年,为着力解决公屋轮候周期长(平均6~8年)等社会问题,香港特别行政区政府在政策上更加鼓励MiC这种快速建造模式。从目前规划来看,香港MiC市场重点围绕过渡性房屋、高层MiC两个领域发展。

香港特别行政区政府在全港统一规

划建设过渡性房屋,作为公屋轮候的缓冲。该建筑特点:房屋采用全钢结构模块化建筑结构形式;这类房屋主要以4层楼高为主,大约100~1000个不同类型的单元;房屋设计考虑2人、3人、4人户型,满足不同家庭需求;建筑基础较为简单,且在10~12个月内能够快速建造完工;房屋为临时建筑,一般使用年限为2~5年,预计会考虑回收使用。



图3 MiC结构典型预制单元及现场安装



图 4 墙面施工机器人

## 2. 积极发展智能建造

2024年1月16日,香港特区政府房屋局与香港智能建造研发中心签署合作备忘录,建立策略伙伴合作关系。双方期望共同推动建筑业界升级转型,为未来庞大建屋量、建造业劳动力短缺、持续提升工地安全等挑战提供解决

方案。

这次合作将从三大方向入手,将创新建筑科技在公营房屋建造上加以应用,推动建筑业界升级转型,分别为智能天秤、智造工地、智慧屋邨。房屋署与香港智能建造研发中心将联合开发一款智能天秤系统,让工人能够在地面或室内远程操控

天秤。房屋署也会把中心开发的不同种类的建筑机器人,例如钢筋绑扎机器人、地坪打磨机器人、腻子喷涂机器人(图4)等,应用在公营房屋建造上。此外,房屋署还将通过引入不同智能设备和创新科技,例如清洁机器人和搬运机器人等,协助屋邨日常管理。

## 四、政策配套

香港特别行政区政府从“软实力”和“硬实力”两方面为香港建筑工业化的发展做出巨大贡献。“软实力”体现在政府制定各项行业规范和配套激励政策,“硬实力”体现在预制技术的突破和创新以及标准体系的研发。香港房屋委员会坚持推行设计标准化、构配件生产工厂化、施工机械化,使得发展商、建筑商和生产企业共同推进了建筑工业化的发展。

### 1. 政府机构推动,配套政策激励

政府的积极作为对推动香港建筑工业化的作用非常明显。香港房屋委员会是香港最大的房屋建设单位,从规划设计到房屋分配和管理都进行统一安排,在推动建筑工业化发展过程中制定了详细行业规范和激励政策推广预制技术的使用,坚持推行设计标准化、构配件生产工厂化、施工机械化。

一方面,持续推行在所有项目的设计上尽量使用预制构件,制定行业规范。房委会制定多项规定,使新建筑、拆卸、打桩及土木工程项目的承建商提高施工期间

的环保成效,包含使用预制混凝土组件,所有打桩及建筑工地使用预制混凝土板作硬地施工。

另一方面,制定配套政策提升开发商转变传统建筑方式的积极性。香港特别行政区对使用非结构预制外墙实施豁免建筑面积,这一政策使可售建筑面积增加约4%,开发商得到相应成本补偿。

### 2. 预制技术创新

房委会不断探索和创新预制技术,积极研究并拓展预制技术的适用范围,保障建筑工业化又好又快地发展。目前已采用的预制组件包括预制楼梯、外墙、横梁、厕所、厨房、楼面板、内墙、砂井、天台护墙、电线井、垃圾槽及排水渠道等。在具体项目中,根据需要,房委会成立项目专组,学习海外经验和知识,联同本港学术机构和顾问工程公司,与预制组件供货商、承建商等合作,展开多轮讨论和会议,并进行一系列研究、工地试验和模拟制作,力求突破创新预制技术,总结预制知识和经验,并在后面的公屋项目中

实践创新的预制技术,使建筑达到更多可持续性。

### 3. 市场需求推动

由于政府的推动,公屋建造强制性使用预制外墙,使预制构件规模化生产成为可能,市场不断发展并扩大,吸引厂商投资办厂,增加预制构件的产量和效益,进一步推动建筑工业化的发展。

### 4. 技术标准支持

香港工业化的快速发展离不开建筑设计、生产、施工、验收环节的完整技术标准体系。屋宇署于2003年向专业人士及业界从业员发出《预制混凝土建造作业守则》,从设计、建造和质量管制方面,对预制混凝土建筑方法提供最实用的指引,推动楼宇环保建设。政府还采取了一系列质量保障措施,包括:所有生产厂家必须通过ISO质量保证体系认可,使用的配套材料必须经过认证,内墙板的生产和安装由同一家分包商负责,厂家对工地负责的是最后的墙体,而不是送交的墙板等,最终取得了较好的效果。

# 智能建造装备 激发建筑业转型发展新动能

◎ 文 / 湖北省工业建筑集团有限公司 唐棣

在新时代的背景下,建筑业作为国民经济的重要支柱,面临着转型升级的重大机遇。丁烈云院士指出:没有智能装备的支撑,智能建造无法实现从无图设计到无人建造的终极目标。智能建造装备的应用,作为新质生产力发展的重要组成部分,引领着建筑业的转型升级,推动着社会生产的高效化和智能化。

2024年2月,国家发展改革委等部门关于印发《绿色低碳转型产业指导目录(2024年版)》的通知,将“建筑工程智能建造”纳入了该目录,其中涉及“建筑工程智能建造”方面的内容有“集成人、机、料、法、环管理功能的智慧施工管理系统研发,建筑产业互联网平台建设和运营,建筑机器人、智能化施工装备集成平台、远程控制塔吊等智能建造装备研发和租赁”。全国及各省市陆续出台相关政策,加快推动智能建造与建筑工业化协同发展,支持建筑机器人的研发和应用。4月,住房城乡建设部印发《推进建筑和市政基础设施设备更新工作实施方案》,重点任务之一是建筑施工设备更新,鼓励更新购置新能源、新技术工程机械设备和智能升降机、建筑机器人等智能建造设备。

以湖北为例,今年2月,湖北省建设工程标准定额管理总站发布了《湖北省智能建造(建筑机器人)补充定额》(试行)的通知,已于3月1日实施,标志着湖北省建筑机器人工程计价有了参考标准。此次智能建造定额内容主要聚焦整平机器人、抹平机器人、喷涂机器人、打磨机器人等7种建筑机器人设备的建设施工运用。4月,武汉市城乡建设局关于印发《武汉市2024年智能建造试点城市推进工作要点》的通知,推进智能建造与新型建筑工业化协同发展,加快建造方式的转变,推进建筑业工业化、数字化、智能化升级。

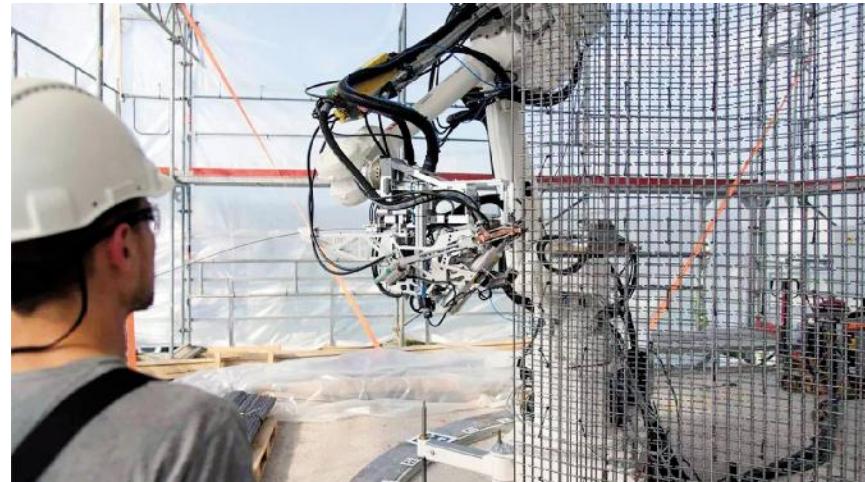
本文将探讨智能建造装备如何在效率、质量、安全方面发挥作用,通过设计的数字化、生产的自动化、施工的信息化、运维的智慧化,实现对传统建造行业的数字化变革、智能化转型。

## 智能建造装备的概念与应用

智能建造装备应用先进的建筑施工机械和设备、无人机、建筑机器人、集成平台、监控设备、智能塔吊、传感器等智能建造装备实现自动化施工、智能化管理。

生产阶段,智能建造装备的引入显著提升了生产效率和质量。不同施工场景的建筑机器人,如巡检机器人、无人推土机、喷涂机器人、无人自主集群拼装建造机器人化身工地“新工友”,为传统建筑业提高施工效率与工程质量。例如在混凝土拌制环节,中交二航局打造的工程用数字化智慧搅拌站,采用远程集中控制、智能物料管理、智慧生产管理等技术手段,实现混凝土生产流程的智能闭环管控,包括温度和含水率实时监测、自动化投料和出料等环节,既能提高混凝土生产质量,又大大节省了堆场硬化、钢结构仓棚、料场喷淋等方面费用。

建造阶段,智能建造装备通过无人机、智能起重机、智能吊装设备等装备技术,不仅提高了施工精度、缩短施工工期,还降低了工人的安全风险。今年全国建设



工程安全质量标准化观摩交流会在山西阳曲县人民医院项目举行,该项目的亮点之一就是联合研发生产的5G智能塔机远端控制系统,依托高精度激光雷达、传感器、人工智能、物联网、视觉重构等先进设备与技术,人机协同吊装效率提高15%。

检测阶段,智能建造装备有利于项目的质量控制和安全管理。传统的检测方法

往往依赖人工,效率低且容易出现漏检或误检。而智能检测设备,如激光扫描仪、无人机检测系统等,能够实时监测建筑结构的健康状况,进行高精度的检测和分析。如中建三局承建的全球智能芯片创新中心项目通过三维激光扫描技术与人工智能算法的融合,能实现全自动、非接触式的数据采集和对构件的精确度量和位置控制,加强了构件的精确度量和位置控

制。由于设备能够提供即时的反馈信息,帮助及时发现问题并采取措施,确保建筑质量和安全。

运维阶段,智能建造装备通过传感器和物联网技术,推动建筑智能化系统和设施管理平台的应用,既能实时监控建筑内

部的环境参数和设施运行状态。还能进行数据分析和优化,从而提高能源利用效率,以数字化赋能的建筑全生命周期服务。比如上海建工推出行业首个运维大模型应用,通过去按钮平台操作、全流程自动化、定制化大模型助手等三大创新功

能,让建筑运维管理从被动响应转变为主动预测。用户仅需表达数据分析需求,系统便能自动完成数据检索和分析图表的生成。系统能够自主分析海量运维数据,智能识别潜在的运维问题,并提供基于数据的洞察和建议。

## 智能建造装备助力高质量发展

发展新质生产力不是忽视、放弃传统产业,而是要用先进技术改造提升传统产业。智能建造构建了一种数字化、信息化、智能化的先进建造方式,符合新质生产力的特征要求,智能建造装备推动高质量发展主要体现在以下几个方面:

### 一、赋能施工效率,减少人为误差

智能建造装备能够实现高精度、高效率的施工和生产,减少人为误差,提高建筑质量。

如今的趋势注重BIM技术与智能化施工设备结合,充分应用信息化、数字化、人工智能等技术。比如“四川第一高楼”成都中海天府中心自开工之初就确立了“BIM+智慧工地平台+智能装备”为核心的智能建造思路,其间推广应用了各类建筑“黑科技”10余项。其中包括中建八局自主研发的“天府号”造楼机。该造楼机将塔吊、布料机等施工设备集成在平台的顶部,并在平台下方构建了多个工艺区段的作业流水线,从而形成功能齐全的移动式“空中工厂”,大大提高施工效率。通过将BIM技术与智能化施工设备结合,施工团队能够在施工前发现和解决设计问题,减少现场的调整和返工。自动化设备能够按照模型数据精确加工构件,提高了施工的精度和效率,显著减少了人为误差和施工时间。

在建筑施工环节,准确计算土方量至关重要。由于土方堆积形态不规则,获取准确的土方数据变得极具挑战性,采用激光扫描技术与无人机摄影有利于提升测量精度。无人机能够提供高分辨率的现场图像,激光扫描技术则可以获取高精度的三维数据;三维激光扫描技术则能凭借其海量的点云数据,更精确地反映土方的实际情况,数据获取速度极快,可在短时间



内捕捉数百万个点,操作简单,不仅大幅节省时间,还能降低人力投入,显著提高工作效率。在后期处理阶段,利用专业的点云数据处理软件,结合地理信息系统或建模软件,可以生成多种数据产品,以满足工程需求。对于大面积研究区域,无人机的优势尤为明显,能够更快地获取数据,甚至在短时间内完成整个工作区的信息采集,通过后期处理生成的密集点云可用于土方计算。帮助施工团队快速调整施工方案,从源头实现效率提升。

### 二、提高工程质量,推动节能降本

智能建造装备通过智能化手段优化生产和施工流程,能够更有效地配置资源,降低建造运维成本。

随着质量强国建设深入推进,工程质量问题已成为社会关注的热点。智能建造装备能助力质量检测,提升工程质量。传

统建筑工程检测机构在日常检测活动中容易产生大量不同种类的检测资料,仅依靠纸质载体和人工管理模式,难以实现信息的交互与共享,导致信息孤岛现象严重。相比之下,智能化质量检测系统则更能有效处理和管理数据,实现检验检测活动全过程覆盖。以桥梁智能管养为例,中铁长江设计重庆市交通工程质量检测公司联合研发了HC凌志系列无人机,采用多传感耦合算法,机载飞行电脑能够精准运算,结合双单元边缘计算和AI智能识别技术,实时输出病害的定性和定量统计数据。该装备广泛适用于桥梁定期检查、巡检、路面资产巡查和边坡巡视等专业领域,有助于高效、全面、准确地掌握桥梁的技术状况。

如今,工程指挥调度功能已在不少“智慧工地”系统出现。系统能够利用尖端

的数字技术和智能化设备,对工程项目的多元数据进行精准采集、深度分析和灵活应用,帮助各方搭建高效数字化管理平台,全景掌控工地项目实况。智能调度系统减少了因资源调配不当造成的施工延误和资源闲置。通过实时数据分析,系统能够精确预测和调整资源需求,确保施工过程中的资源得到最佳利用,从而降低工期延误和成本超支的风险。

此外,智慧建造装备有利于赋能智慧运维系统,推动建筑节能减排、提供建筑全生命周期服务。比如“建科智慧运维平台”通过部署室内空间环境传感器,深入分析可改善空间,响应时间缩短50%,运维成本降低30%,建筑碳排放强度降低25%,劳动生产率提升10%。该系统还能通过传感器收集设备运行数据,利用AI算法分析设备的健康状态,并预测潜在的故障。通过减少突发性故障,维护成本得到有效控制,运营成本也相应降低。建筑能源管理系统(BEMS)则通过传感器、控制器、接口和网络等组件,实现对建筑物系统的有效管理,从而降低运营成本和减小环境影响。

在供应链方面,智能材料供应链管理系统能帮助项目方更精确地控制材料的采购和使用,避免了过度采购或材料短缺的问题。这种精确的管理不仅减少了材料的浪费,还降低了采购和存储成本,从而降低了整个项目的建设成本。比如近来湖北智能建造供应链平台正式启动。汇集项目规划、专业咨询、智能设计、智能生产、智能施工、智能运维、智能装备等全产业链企业海量资源,为找企业、找商品、找商机提供一站式供需撮合服务,“多快好省”实现资源精准高效匹配。

智能化手段通过优化生产和施工流程,能够更有效地配置资源,降低建设成本。具体而言,智能施工调度系统提高了资源利用效率,智能材料供应链管理减少了材料浪费,BIM技术优化了设计和施工过程,自动化施工设备提升了施工效率,而预测性维护系统降低了维护成本。这些智能化应用不仅优化了资源配置,还显著降低了建筑项目的总成本,提升了项目的经济效益和可持续性。



### 三、强化安全生产,筑牢生命防线

为了进一步推进建筑行业防护装备进步,降低事故发生概率,贯彻落实总书记提倡“生命至上、安全第一”的重要政策,智能建造设备的应用显著提升了施工现场的安全管理水平,

比如在高空施工,喷涂机器人具备自动“行走”,调平、上料等多项功能,能够进行墙面石膏砂浆施工。喷涂机还能够喷涂在较高或难以触及的地方,减少了人工施工的困难和风险。

而工地上随处可见的安全帽也能变得更加“智慧”,智能安全帽可结合项目实名制管理系统、项目风险源管控清单,利用定位技术关联监控平台,通过音频视频、一键呼救等功能结合APP和网页等系统独立运作,配合后台管理系统,达到集实名制管理、风险管控、智能巡检、自动报警、一键求救等功能。目前全国已有多家生产企业已经生产或计划生产其中部分功能。通过智能安全帽管理系统,可以一览施工现场全貌,随时排查现场隐患,及时纠正不规范操作,实现精细化管理作业人员,避免了安全问题的发生。

隧道工程历来建造和维护成本高昂,在施工和运营期间的安全风险也较高,施工机器人的加入以机器人换人、减人,改善人员的健康和安全状况。比如英国联合团队研发的自动隧道机器人安装系统

(ATRIS),可沿隧道壁自主选择、定位和安装支架。生产率提高40%,将新机电系统的安装成本降低30%,将施工设备的移动量减少40%。我国中铁十二局创新研制了隧道智能应急安全管控机器人“瓦力”,能够精确识别火灾、区域入侵等风险隐患,实现了24小时不间断、全覆盖巡回监控,有力提升了隧道安全管理水平。

随着建筑项目施工复杂程度越来越高,智能安全管理平台发挥的作用日益显著。中建数科自主开发的中建智慧安全平台入选工信部2023年新一代信息技术典型产品、应用和服务案例。其中无人机巡检、吊钩可视化系统、群塔防碰撞系统、塔吊智能预警螺母均运用智能建造装备。该系统能够实时识别和评估安全风险,实现隐患排查现场手机下单、危大工程管理清晰可见、安全管理资料自动化归档,助力项目安全生产精细化管理,有效降低了安全事故的发生率。

综上,智能建造装备作为新质生产力的重要体现,在建筑生产、建造、检测和运维等各个环节中的应用,显著提升了建筑业的生产效率、质量和安全性。推动智能化技术的应用,是实现高质量发展的内在要求和重要着力点。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,智能建造装备将进一步促进建筑业的智能化转型,为高质量发展注入“智慧动能”。

# 赋能智能建造装备 助力新质生产力发展

◎ 文 / 中工武大设计集团 余涌江

最近百度旗下的无人车“萝卜快跑”登上了热搜，武汉街头出现了多台全无人驾驶汽车，在网络引起热议。由于收费低、新颖、使用便捷，深受年轻人的喜爱，但似乎动了出租车行业的奶酪，甚至还爆发出出租车集体罢工，抗议政府允许无人驾驶车上路，跟出租车抢饭碗，让原本走下坡路的出租行业更是雪上加霜。

罢工、抗议真的能阻抗科技进步带来的行业变革吗？近些年人工智能技术的飞速发展，为建筑行业智能建造装备的更新迭代和推陈出新提供了沃土和支撑。如今建筑现场随处可见各式各样的施工机器人，人们在惊讶和看新奇的同时，不禁忍不住问机器人真的会替代农民工吗？真的会彻底颠覆建筑业、改写行业历史吗？

## 一、“十大”智能建造装备

过去建楼修路，基本靠人去堆，尤其是地产行情火爆的时候，那会房价犹如芝麻开花节节高，几乎是一天一个价，地产巨头碧桂园 2018 年推出的 456 高周转模式：4 个月开盘、5 个月收回房款、6 个月回笼全部投资资金。次年直接升级为 345 模式，最终助推碧桂园坐上“宇宙第一房企”的位置。那时候笔者印象最为深刻的，就是人海战术，通宵抢工：抢售房部、抢预售节点，过年不放假……是建筑行业最为普遍的提法。

随着中央“房住不炒”住房政策的持续发力，加之市场供求关系的失衡以及全球经济的增长明显乏力，地产火爆行情终于慢慢退潮，近几年更是跌落至冰点。2024 年全国经济运行半年报数据就是最佳佐证：全国建筑业房屋建筑施工面积下降 6.2%，房地产市场仍处于调整转型过程中，上半年全国建筑业房屋建筑施工面积 110.4 亿平方米，同比下降 6.2%。全国房地产开发投资 52529 亿元，同比下降 10.1%。其中，房地产开发企业房屋施工



面积 696818 万平方米，同比下降 12.0%。全国新建商品房销售面积、销售额同比分别下降 19.0%、25.0%。

如今 60—70 年代农民工主力逐步步入退休年纪，体力不济，加之行情降温，

在不懈追求“降本增效”、“高质量发展”的地产商和建筑商面前，充分借助数字技术和智能化创新发展，开发利用智能建造装备，逐步解决人工成本高、安全风险大等问题，以实现行业的健康发展、企业的转





实测实量机器人



整平机器人



抹平机器人

型升级,似乎是不二之选。

下面来了解下当前市场上火爆的十大智能建造装备。

1、建筑机器人系列:如实测实量机器人、整平机器人、抹平机器人、抹灰机器人等,这些机器人利用先进的激光扫描数字设备和AI技术,可最大程度解放劳动力,不断提升施工效率和作业精度。

2、单塔多笼循环运行施工电梯

这是全球首个单塔多笼循环运行施工电梯,整部电梯就像一条竖起来的地铁,它的梯笼可以在上下两端实现180度的旋转,从而实现周而复始循环运行,极大提升垂直运输效率。

3、空中造楼机

在摩天大楼的建设中,造楼机就仿佛是一间高效运转的封闭式工厂,工人可以在里面进行流水化作业,钢筋捆扎、模板

安拆、混凝土浇筑等多项工序穿插施工,3~4天可完成一个结构层施工。

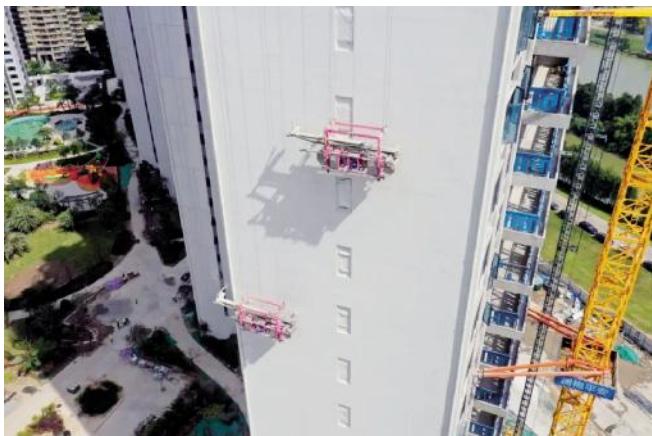
4、塔机无人操控

传统塔吊运行作业,需塔司爬上塔吊操作室,既危险又辛苦,而且空中能见度不佳,操作过程中仍存在较大的操作风险和人身危险。

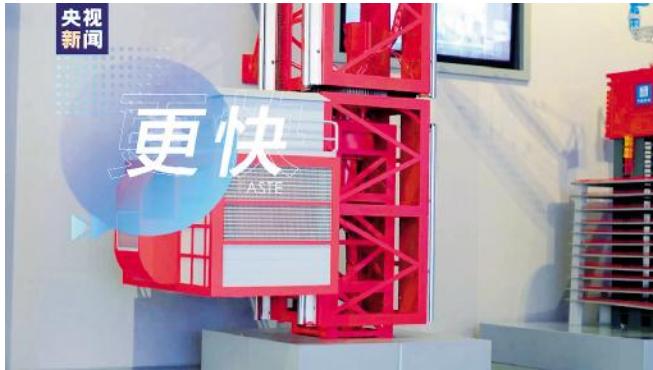
借助数字化技术和人工智能创新,塔机无人操作技术可让塔司待在地面上即



抹灰机器人



外墙作业机器人



可精准操作塔吊吊运。

类似的还有塔机安全监测 + 吊钩可视化应用及 AI 隐患识别系统技术。

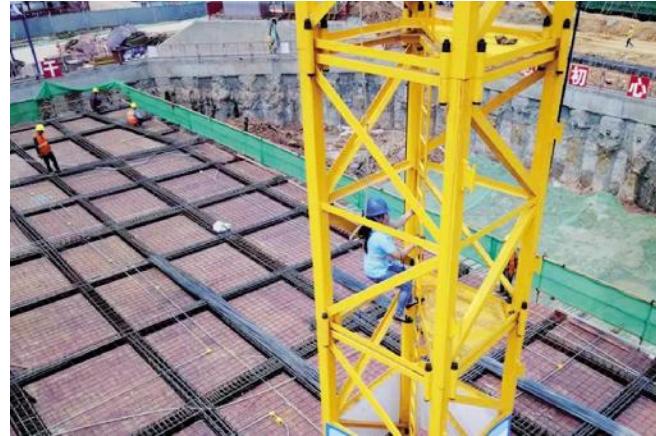
#### 5. 无人值守人货电梯

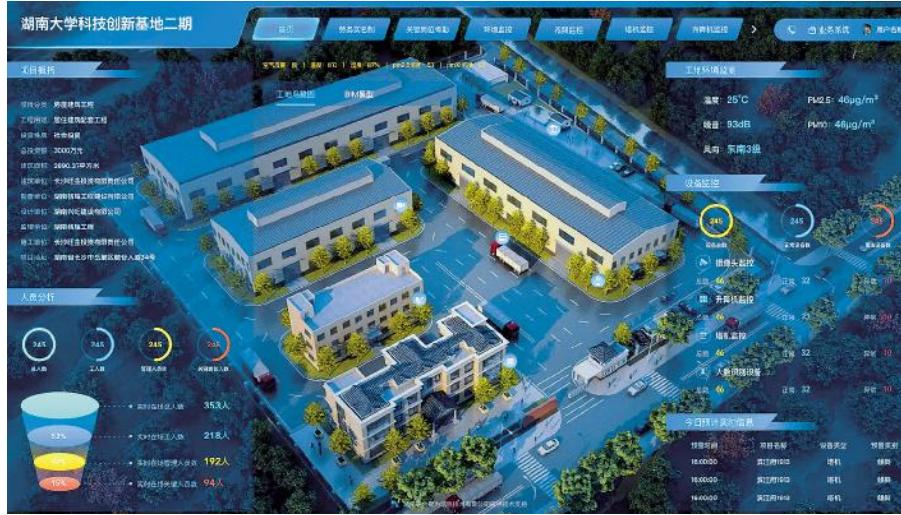
传统双笼人货电梯需配备两名专业司机,抢工阶段尤其是夜间作业,还需增派人手,按目前市场价,一台电梯司机费用大概在 1-1.5 万左右,一年达 12-18 万,而且人员操作,还需考虑到违规作业、疲劳驾驶带来的安全风险。新推出的无人值守人货电梯,充分借助人工智能技术,可极大降低风险,降本增效。

#### 6. 5G 多功能智能安全帽

安全帽是施工现场作业人员自我保护的“三宝”之一。在传统的工业环境中,工人往往面临着各种复杂的安全风险,如高空坠落、机械伤害、有毒气体泄漏等。而传统的安全帽虽然能起到一定的防护作用,但在实时监测和预警方面却存在很大不足。

这款新型智能安全帽通过内置的高精度传感器和 5G 模块,能够实时收集工人头部及周边环境的各项数据,包括温度、湿度、气体浓度、压力等,并通过 5G 网络实现高速传输。在 AI 技术的加持下,智能安全帽能够对这些数据进行实时分析,一旦发现异常或潜在风险,便会立即通过语音、震动或灯光等多种方式向工人发出预警。同时,这些数据还会被传输到云端服务器进行进一步分析,为企业管理者提供全面的安全监管和数据分析服务。





上海中心大厦阻尼器



## 7、工地工人智能 4G 定位手环

专为工地工人设计的智能 4G 定位手环,集 GPS 定位、4G 通讯、健康监测于一体,支持 SDK 二次开发。提高工地安全管理,优化工作效率,实现人性化工地管理。

## 8、数智 AI 管理系统化

建筑业数智 AI 管理系统的应用不仅提升了建筑管理的效率和智能化水平,还通过数据驱动的方式优化了资源配置和管理流程,从而提高了建筑行业的整体效益和竞争力。

## 9、摩天大厦阻尼器

上海中心大厦的阻尼器位于大厦 125 层,又被称为“上海慧眼”,它由配重物和吊索构成,类似巨型复摆。这是一个重达 1000 吨的风阻尼器,是目前世界上最重的阻尼器,重量约占大厦的 0.118%。阻尼器主要作用是减少大楼在风力或其他外部力量作用下的晃动,提高大楼的安全性和居住舒适度。

## 10、“雨棚智能建造台车”

“雨棚智能建造台车”为行业首创,集“模块化拼装、机械化操作智能化控制”于一体,由动力系统、支撑机构、可折叠大模板自动微调装置、智能控制系统组成。具

备可移动、便捷式、整支整拆智能建造优势,通过智能行走、升降、水平调整,控制大模板整体自动装拆,集成应力应变智能检测、安全报警、自动振捣、自动养护等多种功能实现站台雨棚施工模块化拼装、机械化操作、智能化控制。

作为一名深耕建筑行业达 16 年之久的工程人,以上智能建造装备的应用和推广,可极大缓解当前劳动力市场供应不足的被动局面,降低安全作业风险,节省建造成本,更为关键的是科技元素和高精尖智能装备走入建筑行业,让行业更能享受创新科技带来的红利和技术优势。

## 二、建筑业新质生产力的内涵

2023 年 9 月习近平总书记在黑龙江考察调研期间首次提到“新质生产力”。2024 年 1 月 31 日,习总书记在中共中央政治局第十一次集体学习时强调,加快发

展新质生产力,扎实推进高质量发展。

什么是新质生产力? 新质生产力中的“新”,指的是新技术、新模式、新产业、新动能;新质生产力中的“质”,指的是物质、

质量、本质、品质;新质生产力中的“生产力”是推动社会进步的最活跃的要素,社会主义的根本任务就是解放和发展社会生产力。

相对于传统生产力,新质生产力在质态维度的“跃迁”,关键在于技术创新驱动劳动者和生产资料发生“质”的变革,是告别旧有技术体系、摆脱传统增长路径、符合高质量发展要求,在数字时代更具融合性、更体现新内涵的“以新促质”的生产力。

对于建筑业而言,新质生产力是指在建筑行业中,通过采用新技术、新工艺、新材料、新装备、新管理方法等创新手段和方法,提高生产效率、节省成本、降低作业人员劳动风险、改善产品质量、减少资源消耗和环境影响的一系列生产力,在当前行业处于升级换挡期,不仅能推动建筑业更快转型,更是引领行业迈向未来的关键

力量。

其特性主要体现在以下几个方面:

科技创新驱动:科技创新是新质生产力的核心特征,通过科技革命性突破、生产要素创新性配置和产业深度转型升级,催生新兴产业、新技术、新模式和新动能,为经济增长注入动力。

高效率和高效能:新质生产力通过技术创新和模式创新,提高生产效率、降低生产成本、优化资源配置,实现经济的高效发展。

广覆盖性和兼容性:新质生产力能够促进经济形态的多元化发展,形成数字经济、共享经济、绿色经济等新型经济形态,为经济发展提供更广阔的空间和更多的

可能性。

绿色环保:新质生产力的发展符合可持续发展的要求,推动中国经济从规模速度型向质量效益型转变,实现经济发展与环境保护的良性循环。

跨学科跨领域的深度融合:新质生产力的发展需要综合运用多种学科知识和技术手段,实现科技创新与产业创新的深度融合,推动经济社会的全面进步。

智能化和全球化:随着人工智能、大数据等技术的快速发展,新质生产力正朝着智能化方向发展,为经济社会发展提供更多智能化解决方案。同时,新质生产力也积极参与全球竞争与合作,推动经济的全球化发展。

### 三、依托智能建造“新质生产力”,培育行业发展新动能

作为传统劳动密集型产业的建筑业,依旧扮演着国民经济传统支柱型产业的角色,是产业高质量发展的重要组成部分,更是发展“新质生产力”的重要阵地。发展“新质生产力”就是要告别旧有技术体系、摆脱传统增长路径、以科技创新驱动产业体系发生“质”的变革,“以新促质”为建筑业高质量发展筑基。

新一轮科技革命和产业变革正在重塑全球经济结构,其技术核心是人工智能,产业形态是数字经济。当前我国正在加快推进数字经济与实体经济深度融合,这是建筑业把握这一难得机遇之良机。

#### 1.智能建造是建筑行业的“新质生产力”

什么是智能建造?简而言之,是指在建造过程中充分应用信息化、数字化、人工智能等技术,通过设计的数字化、生产的自动化、施工的信息化、运维的智慧化,实现对传统建造行业的数字化变革、智能化转型,进而达到降本增效、提升质量之目标。

“新质生产力”是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的当代先进生产力,它以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的质变为基本内涵,以全要素生产率提升为核心标志。智能建造就是建筑行业“新质生产力”的一种体现。

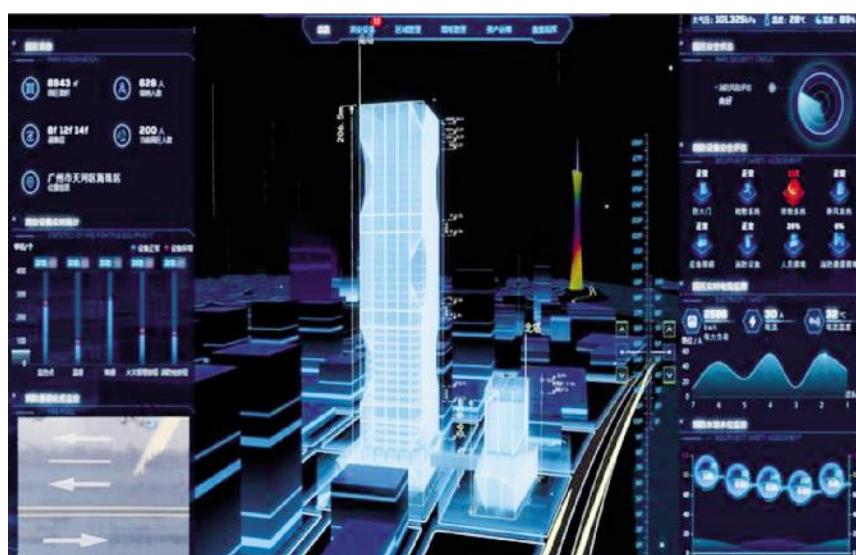
#### 2.先立后破,大力发建筑领域“新质生产力”

“立”是“破”的前提,政府和行业应将稳定传统产业和发展新型产业结合起来,以智能建造为抓手稳定行业、做强做优产业。坚持“政府引导、市场主导、企业先导”的思路推进智能建造,政府通过搭建与新型建造方式和建设管理模式相配套的行业管理体系与制度,创新作为,主动服务,让企业成为市场主体,激发市场活力,持续催生“新质生产力”。

#### 3.以进促稳,用“新质生产力”推动高质量发展

稳是大局和基础,进是方向和动力。发展智能建造既是产业更新升级的强大动力,更是稳住产业大盘的定海神针,只有把这个“新质生产力”发展好巩固好,才能实现以进促稳,稳中求进,擘画建筑业发展的新宏图。

智能建造作为一种“新质生产力”、一种新形态、一种新方向,必将引领建筑业时代潮流。



## 四、发展建筑业新质生产力之意义

在当前环境下,发展建筑业新质生产力是顺应事物发展客观规律的科学体现,其意义主要体现以下三点:

一是促进建筑业转型升级、实现高质量发展的必然要求。长期以来,我国建筑业主要依赖资源要素投入、大规模投资拉动发展,建筑业自诞生之日起,似乎就与先进制造技术和智能技术融合无缘。当前,建筑业迫切需要通过加快推动智能建造技术应用和推广,集成5G、人工智能、物联网、信息工程等新技术,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营维护等全产业链融合一体的智能建造产业体系,发展建筑业新质生产力。

二是有效拉动内需、稳定经济增长的重要举措。当前全球经济增长乏力的背景下,稳定经济、保障人民生活是第一要务。推动智能建造与建筑工业化协同发展,可以催生新产业、新业态、新模式,为跨领域、全方位、多层次的产业深度融合提供应用场景。既具有巨大的投资需求,又能带动庞大的消费市场,有助于加快形成强大的国内市场,是当前有效缓解经济压力、壮大发展新动能的



重要举措。

三是顺应国际潮流、提升我国建筑业国际竞争力的有力抓手。与一些发达国家智能建造技术相比,我们仍有差距,迫切需要将大力发展战略性新兴产业,通过创新智能建造体制,应用推广智能建造装备,从而更好更快抢占建筑业未来科技发展高地,迈入智能建造世界强国行列。

### 结语

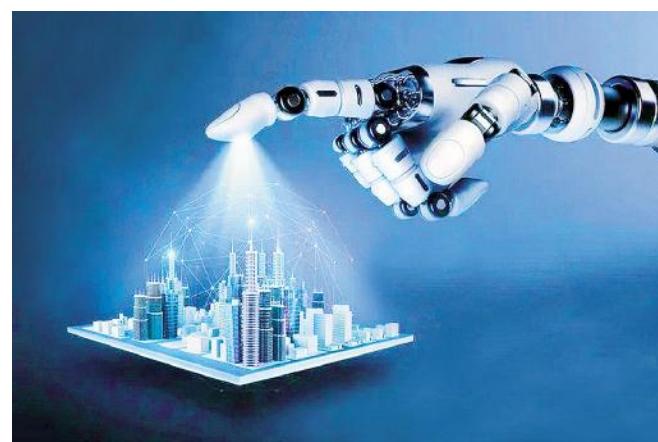
事物总是在矛盾中不断演变发展,唯有面对问题、正视现实,勇于用创新思维和发展眼光,才能不断超越自我,实现涅槃。正如住房城乡建设部原总工程师、中国建筑业协会原会长王铁宏所言“我们要以大格局、大思维思考百年未有之大变局、大背景下的大战略,推动转型升级与新动能转换,真正实现建筑产业新质生产力的创新发展。”

# 统一思想 强化措施 推动建筑业加快发展新质生产力

◎文/新十建设集团 徐保国

新时代,我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段,大力发展新质生产力,势在必行。

今年的《政府工作报告》,“加快发展新质生产力”被列为十大任务之首;党的二十届三中全会《决定》提出,健全因地制宜发展新质生产力体制机制。建筑业是国民经济的传统支柱产业,也是发展新质生产力的重要阵地。目前,建筑行业在适应数字化时代发展的过程中进入深度调整期,在各行各业大力发展战略性新兴产业,注入新动能的背景下,建筑业发展新质生产力显得尤为迫切。建筑业要加快发展新质生产力,每一个建筑企业首先要深刻认识发展新质生产力的重大意义,强化思想认识,切实把思想和行动统一到习近平总书记的重要指示精神和党中央决策部署上来,认真谋划好推动发展新质生产力的具体思路和工作举措,从而实打实地推动加快发展新质生产力取得新成效。



## 建筑业发展新质生产力是大势所趋

### 什么是新质生产力？

“特点是创新，关键在于质优，本质是先进生产力”“是创新起主导作用，摆脱传统经济增长方式，生产力发展路径，具有高科技，高效能，高质量特征，符合新发展理念的先进生产力质态”，习近平总书记的重要论述高屋建瓴。

### 如何加快形成新质生产力？

“整合科技创新资源，引领发展战略性新兴产业和未来产业”“要以科技创新推动产业创新，特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能”，习近平总书记的重要论述指明了方向。

生产力是由劳动者、生产资料、劳动对象三要素构成的。建筑业发展新质生产力迫在眉睫。在劳动者方面，建筑工人“老龄化”问题日益凸显，建筑企业面临“用工难”问题不同程度存在，建筑队伍适应数字化时代发展的能力有待提高；在生产资料方面，传统的建材如石料、黄沙等资源的粗放式开采不可持续，建筑原材料势必求新求变；在劳动对象方面，从“有房住”到“住好房”，人们对住房的品质要求大大提高。



因此，建筑企业发展新质生产力是大势所趋，发展新质生产力是促进建筑业转型升级，完成高质量发展的必然要求。长期以来，我国建筑业主要依赖资源要素投入，大规模投资拉动发展，建筑业与先进制造技术、信息技术、节能技术融合不够。建筑业要改变这种局面，迫切需要通过加快推动智造建造与建筑工业化协调发展，人工智能，物联网等新技术，形成涵盖科研设计，生产加工，施工装配，运营维护等

全产业链融合一体的智能建造产业体系，发展建筑业新质生产力。发展新质生产力是有效推动内需，稳定经济增长的重要举措。推动智能制造与建筑工业化协调发展，可以催生新产业、新业态、新模式，为跨领域；全方位，多层次的产业深度融合提供应用场景。这项工作既有巨大的投资需求，又能带动庞大的消费市场，有助于加快形成强大的国内市场，是当前缓解经济压力，壮大发展新动能的重要举措。

## 转变观念，为发展新质生产力凝聚思想共识

先谋而后动，动则必成。建筑企业广大员工的思想观念、价值取向和工作态度直接影响和制约着生产力的发展水平。为此，企业要坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想聚心铸魂，深刻领会习近平总书记关于发展新质生产力重要论述的思想内涵，积极引导广大员工为发展

新质生产力，推动高质量发展做贡献。要在广大员工中弘扬劳模精神、劳动精神、工匠精神，在发展新质生产力的实践中，选树宣传行业工匠，劳动模范等先进典型，积极引导广大员工在发展新质生产力中建功立业。要加强舆论引导，突出做好技能人才，劳动能手等重点群体的引领工

作，用身边人，身边事宣传好发展新质生产力的重大成果，政策利好等，充分焕发广大员工推动加快发展新质生产力的主人翁责任感和使命感，全力引导广大员工做推动发展新质生产力的直接参与者和亲身实践者，成为推动发展新质生产力的主力军。

## 努力提升员工生产技能，为发展新质生产力强化基础保障

劳动者是生产力中最活跃，最具决定意义的因素，发展新质生产力对劳动者的知识和技能提出更高要求和更大挑战。为此，建筑企业要适应发展新质生产力的要求，以深入开展劳动和技能竞赛，专项业务培训，创新工作室创建为载体，努力造就一支有理想守信念，懂技术会创新，敢担当讲奉献的建筑工人队伍。要围绕企业转型升级，加快高质量发展，绿色发展，智能生产

步伐。在当前，特别要聚焦推广智能建造、发展绿色建造和深化产业升级。广泛深入持久开展以智能建造和建筑工业化为引领的新质生产力领域劳动竞赛和技能竞赛，立足创新发展，打造企业发展新动能新优势，凝聚推动企业高质量发展的强大合力。要充分发挥技术领衔人、行业工匠和技能人才的示范引领作用，聚焦前沿技术、关键技术，多方位多层次多角度开展技术攻

关、发明创造、技术交流，名师带徒等活动，引导广大员工增强创新意识、培育创新思维，提高创新能力，努力成为新技术的创造者。要围绕企业发展新质生产力过程中的需求，强素质、补短板、添后劲，大力实施职业技能提升行动，大规模开展职业技能培训，助力广大员工学习新一代信息技术，建造技术，加快实现技术赋能和技术更新，为企业发展新质生产力强化基础保障。

提升员工技能和素质 提升智能装备的利用率

## 助力施工企业新质生产力发展

◎ 文 / 武汉市黄陂第二建筑工程有限公司 朱德祥

### 生产力与新质生产力

生产力是指在生产过程中,人与生产资料相结合,创造出社会财富的能力。它是衡量一个国家或地区经济发展水平的重要指标之一。生产力的提高意味着在同样的劳动投入下,能够生产出更多的产品和服务,从而提高经济效益和社会福利。

新质生产力是由技术革命性突破、生产要素创新性配置、产业深度转型升级而催生的当代先进生产力,它以劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的质变为基本内涵,以全要素生产率提升为核心标志。

2023年9月6—8日,习近平总书记在黑龙江考察时强调,要“整合科技创新资源,引领发展战略性新兴产业和未来产业,加快形成新质生产力”。

2023年12月召开的中央经济工作会议将“以科技创新引领现代化产业体系建设”作为第一项任务,其中要求“以科技创新推动产业创新,特别是以颠覆性技术和前沿技术催生新产业、新模式、新动能,发展新质生产力”。这既是2024年经济工作的重要任务,也是培育高质量发展新动能的长期任务。

中共中央政治局2024年1月31日就扎实推进高质量发展进行第十一次集体学习,习近平总书记在主持学习时强



调,“必须牢记高质量发展是新时代的硬道理”“发展新质生产力是推动高质量发展的内在要求和重要着力点,必须继续做好创新这篇大文章,推动新质生产力加快发展”。3月5日在参加十四届全国人大二次会议江苏代表团审议时,习近平总书记强调:“要牢牢把握高质量发展这个首要任务,因地制宜发展新质生产力。”习近平总书记的重要讲话,从理论上对新质生产力进行总结、概括,深刻阐明了新质生产力的基本内涵、核心标志以及核心要素,对因地制宜发展新质生产力提出明确要求,为我们推动新质生产力加快发展指明了努力方向和实现路径。

党的二十大报告指出,“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力,深入创新驱动发展等战略,不断塑造发展新动能新优势”。

新质生产力的提出,是习近平经济思想的最新理论成果,是对马克思主义生产力理论的继承与创新,为社会生产方式变革与生产关系改革提供了新方向、提出了新要求。纵观人类社会发展史,生产力的每一次重大跃迁,都将加速人类社会的变革。新质生产力作为生产力发展的质变跃迁,其孕育、形成和发展有着深刻的历史逻辑、理论逻辑和实践逻辑,是代表人类社会发展方向的生产力新形态。

### 国家大力推进智能建造

智能建造装备是指利用现代信息技术、人工智能、机器人技术等高科技手段,对传统建造装备进行智能化改造,使其具备自主感知、决策和执行能力的新型装备。它的发展对于提高建筑业的生产力具有重要意义。21世纪,新能源、新材料、智能建造、电子信息等成为衡量一个国家综合国力的重要标志。

2020年7月3日,住房和城乡建设部联合国家发展和改革委员会、科学技术部、工业和信息化部、人力资源和社会保障部、

交通运输部、水利部等十三个部门联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》,指导意见提出,到2035年,我国迈入智能建造世界强国行列。

2023年4月23日湖北省政府发布《关于支持建筑业企业稳发展促转型的若干措施》(鄂政办发〔2023〕12号)文,其中第十一条是推进智能建造发展,加快推动装配式建筑技术应用,推行智能建造基地建设,发挥国家数字建造技术创新中心优

势,打造智能建造产业协作联盟。

今年6月,工业和信息化部会同中央网信办、国家发展改革委、国家标准委四部门联合印发《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南(2024版)》,《指南》抢抓人工智能产业发展先机,坚持创新驱动、应用牵引、产业协同、开放合作,完善人工智能标准工作顶层设计,强化全产业链标准化工作协同,为推动我国人工智能产业高质量发展提供有力支撑。

## 智能建造装备正在施工现场大显身手

近年来,建筑施工机器人广泛用于施工,据报道,在传统的施工工艺中,施工定位一般由人工通过 CAD 图纸识别,再由人工将图纸中的数据展现到现场来进行测量、放样与打点,具有定位准确度不高,浪费材料与劳动力等弊端。而“测量机器人”,作为一种集自动目标识别、自动照准、自动测角与测距、自动目标跟踪、自动记录于一体的测量平台,不仅可以做到快捷与精准,并且能够保证一次性成功,避免返工。再如钢筋加工机器人,分别可以对钢筋进行毫米级切割、精准加工钢筋两端螺纹和钢筋笼等。而这些工作以前均为工人手工操作,不仅耗时耗力,而且精准度难以把控。技术工人只需要在机器人上输入钢筋弯曲度和件数等数据,机器人就自动拉动盘条,不仅能将钢筋拉直,而且还能将钢筋加工成棱角分明的钢构件,每一个钢构件大小均保持一致,让人叹为观止。



陇西土木建筑网 3 月 14 日报道,在武汉协和重庆医院施工现场,混凝土整平机器人不仅能减少大面积施工中的人工投入,还能使混凝土平整度控制在 3 毫米内;地坪漆涂敷机器人结合激光雷达与 BIM 技术进行定位导航和智能路径规划,

全自动完成整个地下车库环氧地坪漆的底漆、中涂漆以及面漆施工;地坪研磨机器人通过激光雷达扫描识别出墙、柱等物体位置,实现机器人实时定位、自主导航和全自动研磨作业,并配备大功率吸尘集尘系统,施工过程基本没有扬尘。

## 提升产业工人的技能和素质是关键

新质生产力的要素包括新型劳动者、新型劳动对象、新型劳动工具等新型要素,并且各新型要素之间是相互作用、相互关联的有机统一体。新质生产力作为生产力新形态,其发挥作用的过程就是具备相应的知识、技能和素质的新型劳动者通过新型劳动工具作用于新型劳动对象的过程。

劳动者是生产力的重要组成部分,所以加强建筑业农民工素质能力建设是关键。

键。建筑企业要针对农民工的职业特点和需求,开展职业教育培训、岗位技能培训、职业技能竞赛等活动,推动全体农民工职业素质整体提升。组织开展贴近农民工群体特点的法治宣传教育,提高劳动者维权意识和维权能力。开展心理健康教育,提升农民工适应城市生活、应对困难压力、缓解精神负担的能力。

再先进的机器人,也得由人来操作完成。所以,相关部门要鼓励企业培育有文

化、懂技术的新型产业工人,利用各式各样的劳动技能大赛、工匠评比等活动,充分展示一线工人的绝活,塑造新型的工人形象。同时,也提升工人适应绿色施工的能力和技能,使技能人才凭借手艺成为企业乃至行业先锋人物,让广大的建筑工人得到职能的提升。

培育新型的建筑产业工人。人才是根本,只有强大的人才链,才会有强大的产业链和建筑业高质量发展的未来。

## 提高智能施工装备的利用率

合理规划与调度。建筑企业要通过详细的施工计划,合理安排设备的使用时间,避免设备闲置。根据数据分析结果,不断优化设备管理和使用策略。

建设设备共享平台。建筑企业要建设和利用设备共享平台,实现设备资源的共享,减少重复购置。对于使用频率较低的设备,考虑租赁而非购买,降低资金占用。

加强维护与保养。建筑企业要制定并执行设备维护保养计划,确保设备处于良

好状态,延长使用寿命,对老旧设备进行技术改造,提升其性能和效率。建立科学的设备库存管理体系,减少设备积压和浪费。

加强对操作人员的培训与管理。特别是智能装备、电子设备等,需要对操作人员进行专业技能的培训,提高其操作技能和设备维护意识,建立设备装备使用绩效考核机制,激励操作人员提高设备装备利用率。

施工智能装备是提升新质生产力的

关键因素之一。通过使用智能设备,建筑行业可以实现更高效、更安全、更环保的施工过程,从而推动整个行业的进步和发展。企业应积极拥抱新技术,不断探索和实践,以提升自身的竞争力。智能建造装备的发展对于提高建筑业的生产力具有重要作用。通过智能化改造,建筑业可以实现高效的施工、降低成本、保障安全和推动绿色发展,从而全面提升行业的竞争力和可持续发展能力。

## ●企业实践

# 数智赋能 向新而行 为发展新质生产力打造“国之重器”

——中铁大桥局研制数字化、智能化特大型施工装备纪实

◎文 / 中铁大桥局党校 晏维华

习近平总书记强调，“科技创新能够催生新产业、新模式、新动能，是发展新质生产力的核心要素”“国有企业特别是中央所属国有企业，一定要加强自主创新能力，研发和掌握更多的国之重器”。中铁大桥局站在坚决执行党中央的决策部署、以科技创新引领产业创新、加快培育新质生产力的全局和战略高度，依托全国重点实验室、国家级企业技术中心等研发平台，以建设常泰长江大桥、港珠澳大桥、海上风电设施等世界一流桥梁和新能源工程为契机，打造了XGT15000-600S全球最大塔式起重机、系列吨位海上运架梁起重船、“大桥海风”号海上风电安装平台、世界首创9米全自动智能液压爬模等一大批高技术含量的“国之重器”，为发展建筑业新质生产力、推动行业高质量发展贡献智慧和力量。



## 一、聚焦超高校梁塔柱施工，研制数智一体化塔式起重吊机

目前，长江在安徽和江苏境内，有两座世界级桥梁正在同时兴建。

一座是马鞍山长江公铁大桥，该桥是巢马城际铁路控制性工程，主桥采用主跨(2×1120)米三塔钢桁梁斜拉桥，总长3248米，三个主塔高度分别为345米、308米、306米，为世界上首座双主跨超千米的三塔斜拉桥，同时也是世界上最长联钢桁梁斜拉桥。大桥建设工程规模大、科技含量高，应用多项“四新”技术，创造了六项世界之最，代表中国桥梁的先进技术水平。

另一座是常泰长江大桥，该桥是长江经济带综合立体交通走廊的重要项目，连

通常州与泰兴两市，是集高速公路、城际铁路、一级公路“三位一体”的过江通道，主跨1176米，主塔高350米，中下塔柱采用钻石型设计，上塔柱采用“钢箱—核心混凝土”组合结构，为目前在建世界最大跨度公铁两用斜拉桥。

一流的桥梁需要一流的装备，一流的企业打造一流的装备。两座世界级桥梁的长大跨、高主塔给施工方带来了前所未有的挑战。要想加快大桥主塔建造速度，优质高效建成这两座世界级桥梁，工程技术人员创新性地设计了“钢塔分块整体吊装和现场焊接”方案。这就需要一个能够应对超高度、超重量吊装作业的巨无霸塔

吊。为此，中铁大桥局联合徐工集团，研制了2台XGT15000-600S全球最大超级塔式起重机，推动了桥梁钢主塔工厂内模块化制作、现场大节段整体吊装技术的创新与发展。

XGT15000-600S塔式起重机额定起重力矩高达15000吨米，最大起重重量600吨，最大起升高度400米，打破了桥梁施工领域塔式起重机的高度纪录。整机重量超过4000吨，能够毫不费力地吊起600吨的重物，相当于可以同时将400辆汽车，或35架歼-20战斗机一起吊起提升到近143层的高度。

在塔机的设计上，XGT15000-600S

充分体现了人性化和智能化。内部配备了微型施工升降机,便于人员通行;采用的双臂架模块化设计、双侧同步顶升技术等,不仅提升了作业效率,也增强了操作的便捷性;集成了先进的数字智能控制系统,利用高性能控制器和智能吊装辅助控制系统,实时监控吊钩位置和作业状态。吊钩的实时位置、目标位置、离目标位置等数据,可以通过三维与二维结合的方式在操作监视屏上实时展现给塔吊司机,其智能算法可以自动规划最优吊装路径和自动生成最优操作指令,及时为塔吊司机提供最优操作指导,极大地提高了作业的精确性和安全性。

装备研发过程中,技术人员突破了大吊载大起升高度塔式起重机并联组合臂架系统设计技术、超大型塔式起重机多机构高安全协同作业与精准控制技术、超大型塔式起重机多功能组合高效使用与自配平连续顶升结构设计技术、超大型塔式起重机结构健康监测及智能操控技术等60余项关键核心技术和20余项世界级技术难题,拥有双侧六缸同步顶升、四机构双变幅协同作业、液压系统



闭环平衡泵控等10项世界首创技术,整机综合技术水平处于国际领先,能够轻松解决项目吊装构件重、施工高度高、作业跨度大等行业施工“老大难”问题,实现了高性能、高安全、高效率、高智能起重作业。

两台超级装备的研发成功实现中国制造在桥梁建造装备领域的新突破,标志着中国塔机在世界行业领域取得主动权与话语权,是当之无愧的国之重器。

## 二、聚焦跨海大桥工程建设,研制运架一体化海上施工船舶

浩瀚辽阔、碧波荡漾的海洋在给人们带来无数美的幻想和无穷无尽宝藏的同时,也阻隔了两岸文化、文明的交流。因此,随着经济社会的发展,建设跨海大桥、发展海上交通势在必行。

2002年6月26日,我国首座真正意义上的跨海大桥上海东海大桥开工建设,拉开了我国跨海大桥建设的序幕。东海大桥是上海洋山国际深水港的重点配套性工程之一,其重要性不言而喻。大桥全长30余公里,其上部结构是长70米,宽15米的预制式箱梁,单片箱梁重约2000吨,混凝土方量近800方,堪称当时中国国内预制式箱梁之王,如何优质、安全、高效地将“中华梁王”从沈家湾岛预制梁场顺利运输至海上,并平稳架设到墩身之上,是东海大桥建设过程中的重中之重。



逐梦深蓝，装备先行。海上建桥与在陆地或内河施工相比，其自然环境、施工难度完全不同，海上风高、浪急、水深，在内河施工中使用的船舶，根本无法在海中“站稳脚跟”。因此，急需研制能适应大海上恶劣气候条件的大型施工船舶。中铁大桥局联合船舶制造单位，秉持敢为人先、敢于冒险、从无到有、从有到优的创新精神，历时多年，集思广益，几易其稿，终于打造了一条集运输、吊装、架设一体化、起重量达 2500 吨的“小天鹅”起重船，顺利完成了东海大桥全部 70 米简支预应力混凝土箱梁的架设任务。“小天鹅”号海上运架梁起重船的研制成功，填补了我国在跨海大桥建设领

域的空白。

2024 年 6 月 30 日，经过七年鏖战，全长 24 公里的世界级跨海集群工程——深中通道正式建成通车，习近平总书记发来贺信勉励全体建设者。成功的背后，中铁大桥局研制的“天一”号 3600t 起重船完成了深中通道 S07 标段全部 293 片箱梁，及全线 110 米、60 米、40 米钢箱梁的运输与架设任务。其中，单片变宽梁最重达 3200 吨，相当于 2000 辆小轿车的重量，梁体顶部面积相当于 4 个标准篮球场大小，被称为“世界梁王”。

从东海大桥到深中通道跨海集群工程，中铁大桥局陆续打造了“海虹号”200

吨臂杆式起重船、“大桥雪浪号”400 吨全回转起重船、“大桥海宇”号 1000t 起重船、“小天鹅”号 2500t 运架梁起重船、“天一”号 3600t 运架梁起重船、“大桥海鸥”号 3600t 起重船等 40 余艘海上施工船舶，形成了中铁大桥局征战跨海工程的“海上舰队”。

多年来，这些装备被先后运用于青岛胶州湾跨海大桥、上海崇明越江通道、杭州湾跨海大桥、浙江象山大桥、孟加拉国帕德玛大桥、平潭跨海大桥等多座超级工程的建设。在世界最长跨海大桥港珠澳大桥施工过程中，“小天鹅”号运架梁起重船更是创下“2 天架设一片钢梁”的历史架桥新纪录，可谓战功显赫。

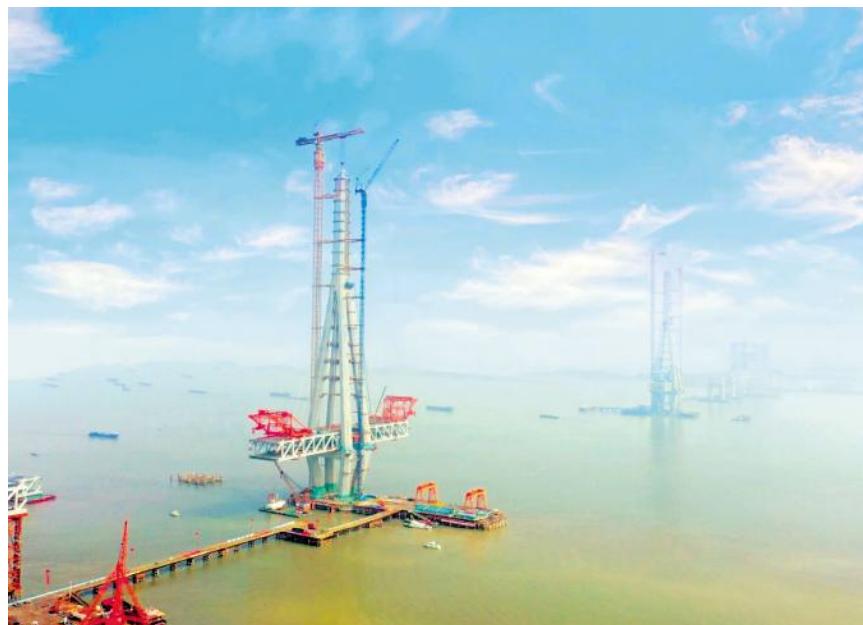
### 三、聚焦国家绿色能源战略，研制吊装一体化风电安装平台

党的二十大报告强调，推动战略性新兴产业融合集群发展，构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎。国家《“十四五”现代能源体系规划》提出，加快发展风电、太阳能发电，全面推进风电和太阳能发电大规模开发和高质量发展。鼓励建设海上风电基地，推进海上风电向深水远岸区域布局。

为贯彻国家绿色发展战略，推动我国新能源产业高质量发展，提升我国海上风电安装平台的装备实力，2024 年 5 月 18 日，由中铁大桥局集团有限公司和招商局工业集团有限公司共同研制的我国最新一代 2000 吨自升式海上风电安装平台“大桥海风”号在江苏南通成功交付。

该平台长 138 米、宽 53 米，甲板面积近 18 个标准篮球场；其拥有 4 根 131 米可自由升降的“大长腿”，相当于 45 层楼高，可伸出船底 105 米扎入海床，托举安装平台升离水面，减少风浪对平台上作业的影响；强悍的船体和 DP-2 的动力定位系统赋予平台更强的定位能力和更高的耐波性能，从而减少定位时间、提升作业效率；即使 16 级大风，平台依然“稳如泰山”；作为无限航区平台，“大桥海风”号可在全球范围内航行施工，最大作业水深 70 米。

“大桥海风”不仅“身高腿长”，而且



“力大无穷”。主吊机采用双主钩设计，双钩吊重 2000 吨，甲板以上吊高 160 米，可将 1000 辆小轿车提升至 55 层楼高；副钩吊重 800 吨，为国内最大，甲板以上吊高 180 米，配置先进的推进器，提供 8 节以上航速，最快 48 小时，即可完成一台风机设备安装。

风电安装平台是建设海上大型风电设施的必备工具，传统的海上风电安装平台主要依靠大量船组配合施工，运输、起

重、吊装等综合作业能力不足。但“大桥海风”号可以将这些作业步骤整合到一起，实现一体化作业、一站式服务。“大桥海风”具备 2 套 25 兆瓦级风机（目前已发布最大风机为 22 兆瓦）运输、安装一体化施工能力，可容纳 120 人在海上生活 45 天。在目前已建成的海上风电安装平台中，“大桥海风”是拥有最长的桩腿和综合起重能力最强的起重机，多项性能指标达到国际领先水平。

## 四、聚焦桥梁主塔智能建造,研制机电一体化智能液压爬模

在安徽省铜陵市,世界上首座双层斜拉-悬索协作体系大桥 G3 铜陵长江公铁大桥(以下简称 G3 桥)正在紧张施工中。

建设中的 G3 桥是贯彻落实国家“一带一路”、长江经济带及长三角一体化发展战略的重点工程,也是安徽省重大基础设施建设项目。大桥起于铜陵陈瑶湖镇,止于铜陵大通镇,两端接现状 G3 京台高速公路,全长 11.88 公里。大桥建成后将实现“铁水联运”,形成绿色低碳的高速公路、货运铁路、城际铁路综合立体交通网,同时将大大促进铜陵市长江两岸经济快速发展。

G3 桥工程规模大、结构形式新、科技含量高、施工难度大、施工工期紧,创下了诸多世界第一。项目的高难度、高技术含量决定了该项目不能采用传统的施工方法,中铁大桥局的工程技术人员认真贯彻落实习近平总书记关于发展新质生产力的重要讲话精神,加大科技创新研发力度,在主塔施工过程中,研制了世界首创大吨位高爬架的 9 米节段全自动智能液压爬模,进行全过程智能化管理和施工,以新质生产力赋能工程施工,确保按期高效建成这座世界级桥梁。

G3 项目的 9 米节段智能液压爬模,集机械、电子等先进技术于一体,具备自动液压脱膜、智能液压顶升、智能混凝土养护等功能,如一台精密的“3D 打印机”,能在指令下完成桥塔各个环节的施工。主塔单次最大混凝土灌注方量为 995 立方米,浇筑高度达 9 米,打破了传统塔柱施工 3 米或 6 米分段的模式,较 6 米节段施工减少 12 个轮次,有效减少了主塔浇筑



节段数,提高了施工效率。爬模自使用以来,已创造了 8 天 / 节的施工记录,综合效率达到 0.8 米 / 天,在同等带模养护条件下,可节约工期 90 天,施工工效位于同类桥梁前列。

设计过程中,技术人员对方案进行了多次优化,目前,爬模的智能化水平达到了前所未有的高度。在控制柜的显示屏上,各个面的位移值、位移差值、液压系统压力值以及风速值清晰可见。打开手机,通过云终端,用户可以远程看到模架运行数据及监控视频。就是远在千里,也可实时监测。此外,爬模还实现了自动化建造。以自动液压脱模系统为例,混凝土借助模板成型,达到一定强度后需要拆除模板。以往的脱模完全是“手工活”,需要人工松动斜撑,让模板斜倒,再通过滑

道实现脱模,这一过程费时不说,还有安全风险。而在全液压自动脱模系统的帮助下,通过模板一侧两层水平千斤顶的顶推,液压系统会将模具与混凝土面自动分离,曾经费时费力的工作如今用动动手指就可以完成,极大地提高了施工效率。

主塔施工,爬模是关键。在桥梁建造史上,用于主塔施工的爬模设备经历了 3 米、4.5 米、到 6 米的“进化史”,G3 项目首创的 9 米节段全自动智能液压爬模是新时代建桥技术的一次伟大创新,对于桥梁主塔施工领域而言,9 米爬模的使用是一次挑战、一次跨越、一次技术革命,标志着主塔施工装备迈上了新台阶,为以后同类型桥梁主塔的快速化施工提供了先例、开创了先河。

## 五、结束语

工欲善其事,必先利其器。中国从建造大国迈向建造强国,离不开尖端装备的硬核支撑;数字化时代,建筑业要实现智能建造、智慧管理,数字化、智能化的施工装备是关键。装备研发是中铁大桥局“四位一

体”的重要组成部分,长期以来,中铁大桥局坚持创新引路,数智赋能,向新而行,聚力打造原创技术策源地,不断加大研发投入,大力推进施工装备创新,利用在建工程项目,结合新质生产力发展需要,通过大数

据、云计算、人工智能等前沿科学技术进行研发创新,先后研制了一大批数字化程度高、智能化水平强的国之重器,打破国外装备垄断,通过装备升级带动企业数字化转型发展,助力建筑业新质生产力加快形成。

# 三款机器人,桥梁钢结构企业的智能化升级探索

◎ 文 / 中交二航局科工(武汉)有限公司 马弟 班伟 尚傲翔

高质量发展呼唤新质生产力。在传统钢结构企业,新质生产力的进发离不开生产工序的智能化、数字化升级。在智能化转型的浪潮中,中交二航局科工(武汉)有限公司(简称二航科工)始终站在技术创新前沿,致力于以智能科技推动制造业的转型升级。截止上半年,科工公司已成功研发并投入使用了三款焊接领域智能机器人——齿形板智能焊接机器人、横隔板龙门焊接机器人以及钢箱梁对接环缝焊接机器人。智能机器人的引入与应用,不仅标志着企业在焊接自动化领域的重大突破,更为企业的智能化转型之路增添了强劲动力。



图1 待焊接的齿形板



图2 研发团队及齿形板焊接机器人

## 自主研发,引领创新——齿形板智能焊接机器人

齿形板在箱型钢结构桥梁中的应用十分普遍,作为关键结构部件,其焊接质量直接影响到产品的整体性能与使用寿命,但其焊接过程存在多个难点:

焊接质量难以保证:齿形板焊接需要高精度的焊接技术,以确保接头的强度和耐腐蚀性。手工焊接往往受到焊工技能水平、工作状态等多种因素影响,导致焊接质量不稳定。

工作环境恶劣:焊接工作通常在高温、噪音和粉尘等恶劣环境中进行,对焊工的健康和安全构成威胁。长时间在恶劣环境下工作,不仅影响焊工的身心健康,还可能降低工作效率和焊接质量。

劳动力成本上升:随着劳动力成本的不断上升,企业越来越难以承受高昂的人工成本。特别是在焊接领域,对技术工人的需求量大且要求高,进一步推高了用工成本。

生产效率低下:手工焊接需要焊工逐

个进行焊缝的焊接,生产效率低下。在大批量生产或紧急生产任务中,难以满足生产需求。

为此,科工公司自主研发了齿形板智能焊接机器人。它针对齿形板焊接的复杂性与高精度要求,集成了先进的视觉识别系统、智能路径规划算法以及高精度焊接技术,实现了对齿形板焊接过程的全程自动化控制。

机器人使用专为精密作业设计的小型便携式机械臂,它结构紧凑、重量轻,便于在狭小空间内灵活操作。内置的高精度伺服电机与传动机构,能够确保机器人实现多自由度运动,保证焊接枪头能够精确到达齿形板的每一个角落。集成的高精度3D相机,能够快速捕捉并构建齿形板的三维模型,从而实现系统对齿形板复杂形状的精准识别与定位。

为确保机械臂能够沿着预定的轨迹稳定移动,科工公司设计了一套基于

PLC 控制的智能轨道系统。该系统采用总线通讯方式,PLC 负责接收来自机械臂的焊接完成信号,并向伺服电机发送移动信号,控制导轨移动进行移动。移动完成后,PLC 通过总线向控制系统发送指令,驱动设备进行下一次焊接运动。这种设计不仅提高了轨道系统的响应速度与精确度,还增强了系统的抗干扰能力,确保了焊接作业的顺利进行。

作为二航科工的研发尝试,齿形板智能焊接机器人的投入使用不仅大幅提高了焊接效率与精度,还显著降低了人工操作的难度与风险,为企业的智能制造战略注入了新的活力。具体优势有:

提高焊接质量:小型便携式焊接机器人内置焊接工艺库,支持精确控制焊接参数(如焊接电流、电压、速度等),确保焊接接头的质量和稳定性。机器人焊接不受人为因素影响,能够长时间保持焊接参数的稳定,降低焊接缺陷的发生率。

改善工作环境:焊接机器人可以在恶劣的工作环境中进行作业,减少焊工在危险环境中的暴露时间,保护焊工的身心健康。同时,机器人焊接可以降低噪音和粉尘污染,改善工作环境质量。

降低劳动力成本:使用焊接机器人可以替代部分焊工的工作,减少对人工的依

赖。在劳动力成本不断上升的背景下,这有助于降低企业的用工成本。

提高生产效率:焊接机器人可以实现自动化焊接作业,显著提高生产效率。在大批量生产或紧急生产任务中,能够快速响应生产需求。机器人焊接不受时间限制,可以 24 小时连续作业,进一步提高生

产效率。

灵活性和便携性:小型便携式焊接机器人具有体积小、重量轻的特点,便于在狭小空间或复杂环境中进行作业。同时,其便携性使得机器人可以灵活移动到不同的工作区域进行焊接作业,提高了生产线的灵活性和适应性。

## 引入先进,加速升级——横隔板龙门焊接机器人与钢箱梁对接环缝焊接机器人

自主研发的同时,科工公司也积极引入国际先进的焊接机器人技术,以满足不同领域、不同需求的焊接作业。

### 横隔板龙门焊接机器人

在桥梁建造中,横隔板作为连接桥梁主梁或箱梁的关键部件,其焊接数目大且种类多样,这一特点进一步增加了焊接工作的复杂性和挑战性。

针对钢结构桥梁中存在的大量横隔板单元件,二航科工先后尝试了三种自动化焊接设备,最终选用了作业适配度最高的龙门式焊接机器人。它可以完成宽 7.2 米、长 20 米尺寸范围内的横隔板单元件焊接,较好地做到了桥梁钢结构生产制造条件下的“柔性生产”。

二航科工深入研究了横隔板焊接的各种工艺需求,包括不同材质、不同厚度、不同形状横隔板的焊接特点与难点。基于这些研究,企业为横隔板龙门焊接机器人构建了一个全面而细致的焊接工艺参数库。工艺库不仅包含了传统的焊接参数设置(如电流、电压、焊接速度等),还融入了先进的焊接技术与策略,如脉冲焊接、摆动焊接、多层多道焊等。通过不断试验与优化,企业为每一种横隔板类型都定制了最优的焊接工艺方案,并将其存储在工艺库中,供机器人随时调用。

焊接工艺库的建立让企业掌握了调试机器人适应各类焊接任务的能力,培养出了一批智能设备操作工人,为后续智能化改造的深入推进积累了良好经验。横隔板焊接机器人的应用,不仅显著提高了焊接效率和质量,更达到了减少直接焊接人员数量、提高技术人员比例、促进人员技



图 3 横隔板单元件



图 4 横隔板龙门焊接机器人

能升级和提高生产安全性的目的。目前,工厂已单独设立单元件生产车间,生产组织活动更加高效。

### 钢箱梁对接环缝焊接机器人

桥梁作为承载重量的结构,需要足够的强度和稳定性来确保行车和行人的安

全。各个构件通过对接焊缝紧密连接,形成一个整体结构,从而提高了桥梁的强度和刚度,在承受重载时不易发生变形和断裂。良好的对接焊缝能够分散桥梁自重,减小每个构件所承受的压力,从而延长桥梁的使用寿命。同时,紧密的焊缝连接还能有效防止因构件松动或脱落导致的损坏。

在钢箱梁制造领域,对接环缝的焊接质量是确保桥梁结构安全与耐久性的关键环节。人工焊接受到焊工技能水平、焊接环境、焊接材料等多种因素的影响,容易导致焊缝质量不稳定,出现焊缝尺寸不符合要求、咬边、焊瘤等缺陷。科工公司对钢箱梁对接环缝焊接机器人进行了深入的技术研发,这一成果在沁伊高速项目获得成功应用,标志着我们在自动化焊接技术上的又一重要突破。

在沁伊高速项目的建设过程中,我们首次将升级后的钢箱梁对接环缝焊接机器人应用于实际生产。面对项目现场复杂多变的施工环境与严格的焊接质量要求,我们的焊接机器人展现出了卓越的性能与稳定性。在焊接过程中,机器人通过高精度传感器检测焊缝位置与形状,自动生成焊接路径与自动调用焊接工艺库中的参数,确保焊缝的连续性与一致性。

沁伊高速项目的首个环缝自动化焊接实践不仅验证了我们钢箱梁对接环缝焊接机器人及其工艺库的先进性与可靠性,更为我们后续在桥梁建设、钢结构制造等领域的推广应用积累了宝贵经验。

## 数字化转型的坚实步伐

三款焊接机器人的成功应用,不仅是我们公司在智能制造领域的一次重要尝试与突破,更是公司数字化转型战略的具体体现。我们深知,数字化转型不仅是技术的革新,更是管理、文化、流



图 5 吊装中的钢箱梁



图 6 对接环缝焊接机器人

程等多方面的全面升级。因此,在引入先进焊接机器人的同时,我们也正不断优化生产流程、提升管理水平、加强人才培养,以确保数字化转型的顺利推进与持续深化。

展望未来,我们将继续秉承创新、开放、合作的发展理念,以智能焊接机器人为契机,不断拓展智能制造的应用领域与深度,为推动我国制造业的数字化转型与高质量发展贡献更大的力量。

# 从自动化到智能化 智能装备提升企业生产力的研究应用

◎ 文 / 中铁十一局集团电务工程有限公司 卢婷

在“十四五”新基建发展规划引领下,工程施工领域传统方式发生了根本性变革,传统施工方式劳动密集度高、自动化智能化程度低、生产效率不高等情况严峻,制约着企业发展,亟需进行科技革新,对企业施工方法、施工工艺、施工装备、施工机具等进行全方位智能化创新改进,助力施工生产高效运转,提升工程质量,建设品质工程。

中体十一局集团电务工程有限公司(以下简称“十一局电务公司”)认真贯彻“科技兴企”战略,紧紧围绕“提质增效,转型升级”的要求,认真分析行业现状,以及施工生产中的突出问题和薄弱环节,结合行业前瞻性技术储备,聚力提质增效,提出“施工智造”企业装备升级理念,重点攻关先进建造装备的研发与应用,以自主创新驱动管理升级,全面提升施工方法、施工装备、施工工具等方面自动化智能化水平,实现机械化、信息化、智能化作业,提高施工生产效率,缩短施工周期,降低施工成本,提高公司规范化、标准化、精益化管理水平。

十一局电务公司致力于发展智能化检测、工厂化施工、施工装备研发,采用全面挖掘和专项研发同步开展方式,积极引进先进技术,联合武汉大学、华中科技大学、铁四院、上海锦申科技、昆山汇智等优势资源单位,逐步开展企业“施工智造”装备创新升级。至2017年以来,先后研制并推广应用腕臂智能化预配车间、智能轨道限位检测仪、电缆导体综合测试仪、城市轨道接触轨参数检测仪等10多项智能化装备研制(部分主要智能化装备成果如表1所示),逐步实现对施工测量方法、工具、人员、材料、机械等施工生产要素的智能化升级。

序号	项目名称	功能描述
1	智能化腕臂预制车间	智能数据控制、机器自动预配
2	接触网吊弦自动化生产线	自动上料、穿线、拉紧、切割、压接
3	轨道限位智能检测仪	三维激光自动检测线路限位
4	接触网全参数扫描仪	三维激光实时测量接触网参数
5	城市轨道第三轨检测仪	三维激光实时测量第三轨数据
6	3D扫描及快速建模软件	三维激光快速扫描获取构筑物数据
7	电缆导体综合测试仪	智能导体截面测量、长度判定
8	接触网工程系统计算软件	自动化快速准确材料统计
9	磁浮动力轨自动测量设备	三维激光智能测量动力轨数据
10	接触网受电检测仪	自动采集供电系统电压电流量
	.....	

表1部分自主研发智能化创新成果



图1:智能化预配作业车间

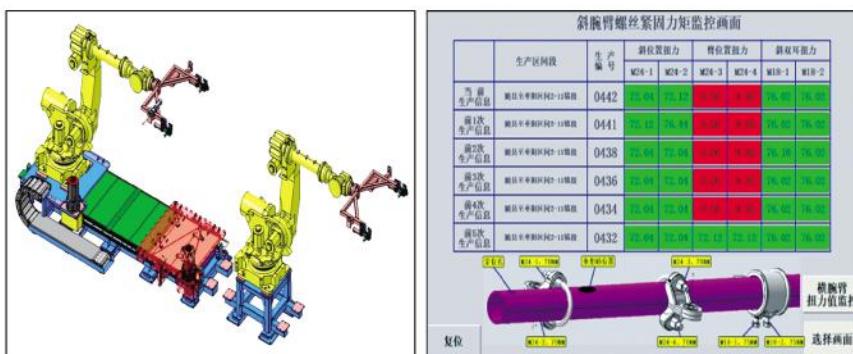


图2 机器人选型及控制系统研发

其中,智能化腕臂预制车间(如图1所示),通过腕臂加工数据服务系统,实现直接读取腕臂预配参数(如图2所示),自动完成信息喷码、切割、转运、装配零部件、螺栓按力矩拧紧等工序,达到扭力值偏差小于 $0.1\text{N}\cdot\text{m}$ ,装配误差小于2mm的高精度生产目标。同时,腕臂均带有二维码的独有“身份证”,实现可追溯、全生命周期管理,适用于铁质腕臂、铝合金腕臂以及小限界腕臂等多种类型的腕臂预配。在提高腕臂预配质量、生产效率的同时,能够极大减少后期悬挂调整工作量,降低项目人工成本支出。

目前十一局电务公司智能化腕臂预制车间已基本替代250km/h、350km/h及城市轨道交通线路接触网腕臂原有人工预制方式(对比情况如表2所示),实现了机器为主人工为辅的预配方式,开启了智能、自动、精准化接触网预配的全新理念。已在汉十高铁、重庆江跳、上海15号线等项目成功应用,完成智能化腕臂预配1万余套,实现成本节约372万元,降低了人员投入,大幅提高了预配效率以及预配质量,得到国资委、股份公司、运营单位的高度认可。智能化腕臂预配车间的应用填补了行业高铁电气化建设领域从机械化到智能化的空白,引领了行业的技术进步,为高铁智能建造迈出了坚实的一步。

中低速磁浮动力轨检测设备(如图3所示)能够自动检测接触轨的拉出值、导高值、轨面角度、接头平整度等参数,可实现远程控制自动行走及人工手推作业多种检测模式,兼备区间线路测量和点对点测量方式,自动完成检测点的自动定位、检测数据的自动存储、判定及报警功能,可用于中低速磁浮线路接触轨数据检测、接触轨调整测量,提高检测效率,为磁浮接触轨施工提供智能化、自动化的参数检测及监测技术。

接触网吊弦自动化生产线采用全自动伺服电机以及全数据化管理系统,能够实现自动上料、穿线、拉紧、切割、压接等全套流程,吊弦数据预配精准且标准

功能列表	腕臂传统预配方式	腕臂智能化预配车间
预配方式		
钻孔	半自动	全自动
划线、喷码	手动	自动
切割	半自动	全自动
套管件	手动	全自动
螺栓拧紧	手动/半自动	全自动
尺寸精度	随机误差	$<\pm 2\text{mm}$
扭力精度	随机误差	$<\pm 0.1\text{N}\cdot\text{m}$
数据管理	无	数据库保存

表2:传统腕臂预配与智能化预配车间对比



图3 中低速磁浮动力轨检测

统一,吊弦预制长度的误差控制在1mm以内,能够大大减少现场调整工作,提高施工效率,保证预配质量。地铁智能限界检测设备可实时显示限界检测侵限里程、区间数据;具备侵限物报警提示、自动拍照及自动生成报告功能,实现全自动化限界检测,极大提升侵限物检测效率。接触网全参数扫描仪、第三轨参数扫

描仪试用三维激光检测技术,实现了接触网、第三轨关键数据的实时获取,软件自动计算出具检测数据报告,减少人为测量误差。导体综合检测仪实现电缆主要质量指标的精准测量,有效规避了“问题电缆”进入施工现场,把好了现场“材料关”。部分智能化装备成果推广应用情况如表3所示。

十一局电务公司近三年在铁路四电、城市轨道交通等方面开展 40 余项科技创新研究,转化成果年平均数超过 10 项,企业“施工智造”装备升级工作已取得显著成效,形成一定规模,对施工现场生产方式、施工效率、质量、工期、成本等都产生了深刻影响,极大地改善了传统施工模式,以人工为主、机械为辅的局面得到扭转;工序衔接更加顺畅;人工误差大幅减少;施工效率显著提升,实现了施工现场系统化、自动化、智能化快速运转。据统计,十一局电务公司 10 余项智能建造成果已成功应用在公司所属项目以及外部单位 30 多个项目,受到各项目、业主、各上级管理单位的一致好评,推动企业管理模式的转型升级,抢占行业发展的“新高地”。

序号	智能化成果名称	适用领域	具备功能	应用项目
1	智能化腕臂预配车间	铁路、地铁	接触网工程腕臂智能化预配	汉十高铁项目
				上海十五号线
				重庆江跳项目
2	接触网全功能参数计算软件	铁路、地铁	接触网工程腕臂参数技术	宁安客专项目
				长株潭项目
				张呼客专项目
				成蒲项目
				上海十七号线
3	轨道侵限智能检测仪	地铁	智能化限界检测(车载式、手推式)	贵阳地铁一号线
				长沙四号线
				常州地铁一号线
				无锡地铁 2 号南延线
				杭州五号线
				中铁电化局上海十号线
				中铁十四局长沙 5 号线
				宁波四号线
				上海十五号线
				中铁三局青岛项目
				广州 18 和 22 号线
				昆明地铁 5 号线
				汉十高铁项目
				宁波四号线
4	接触网全参数测量设备	铁路、地铁	接触网参数测量	重庆 6 号线
				上海 8 号线维保
5	城市轨道交通第三轨检测设备	地铁	接触轨参数测量	青岛蓝硅项目
				宁波四号线
6	中低速磁浮动力轨参数检测设备	磁悬浮	磁浮动力轨参数检测	清远磁浮项目
				长沙磁浮东延线
				长沙磁浮维保项目
.....	.....	.....	.....	.....

表 3 部分智能化装备成果推广应用情况

## 中建三局“智能建造一体化平台”

◎ 文 / 中建三局科创产业发展有限公司 中建三局云构机器人有限公司 刘李智

### 一、引言

在超高层建筑施工领域,高度超过 300 米和 500 米是两大“门槛”。人员难到达、物资难运输、高空作业风险大等多重因素困扰着建造始终。

为了破解超高层摩天大楼的建造密码,十余年来,中建三局的“能工巧匠”们与时俱进,基于“综合空间利用技术”,对智能建造一体化平台(俗称造楼机)进行了系列化开发,经过多次升级迭代,目前已形成覆盖从千米级摩天大楼到普通高层住宅的全系列产品。





## 二、轻量化空中造楼机

轻量化造楼机全称为:轻量化超高层施工装备集成平台,主要由动力支撑系统、钢平台系统、模板系统、挂架系统、辅助作业系统、安全防护系统等六大系统组成。

### (一)适用范围

适用于 200 米以上钢外框 - 现浇混凝土核心筒结构施工。

### (二)产品优势

1.附墙支点通用小型化设计:点式附墙支点,单支座体型小,重量轻,安装及周转拆除更加轻便灵活。

2.轨架一体式支撑设多级防坠:支撑立柱采用轨架一体式方案,在立柱上增加多级防坠设计,同时增设抗侧导向装置,

提高顶升状态流畅度和稳定性。

3.构件材料通用标准化设计:平台采用高抗剪型贝雷片,是一种标准化通用型工业构件,可替代性好、周转使用率高。挂架亦优化为若干标准化构件,随着结构变化可随时拆改,重复使用。

4.分级顶升方案优化液压系统:采用分级顶升方案,优化顶升油缸行程并成倍缩小油缸体型,降低液压系统安拆难度,提高后期周转使用效率。

5.模板及吊挂平台集成化设计:采用模板、挂架集成式整体吊挂方案,为筒内施工提供更宽敞、灵活的作用空间,可明显提高平台内交通组织效率,并为后期斜墙施工及核心筒结构变化提供更安全的作业基础。

6.多专业施工设备集成化:将多专业多工序所需的施工设备、设施集成在平台上,为模板工程、钢筋工程、钢结构安装、施工测量、消防、照明等提供全方位服务;同时设置可喷雾降温系统、移动厕所等设施,打造类工厂化环境,实现超高层建筑“工厂化”建造。

## 三、住宅造楼机

近年来,针对普通高层住宅施工过程中面临的机械化程度低、自动化严重不足、智能化未成体系,劳动强度大、安全防护设施简陋、露天作业受环境影响大等痛点问题。经过构配件小型化、标准化、通用性优化改进和新功能的设计开发,研发了普通高层住宅施工作业集成平台(住宅造楼机),为现场工业化建造探索了一种可行性方案。

住宅造楼机全名为:普通高层住宅施工作业集成平台,主要由动力支撑系统、钢平台系统、模板系统、挂架系统、辅助作业系统、安全防护系统等六大系统组成。

### (一)适用范围

适用于 100-250 米现浇剪力墙结构施工。

### (二)产品优势

1.集成操作架系统:造楼机操作架系统整体吊挂、同步提升,施工作业全封闭。

2.集成整体吊挂模板:造楼机实现外墙模板、井道模板整体式吊挂,减少散拆、散拼、人工倒运。





3.集成辅助作业设备:造楼机顶部平台,集成混凝土布料及喷淋养护系统、材料转运系统、水电配送控制系统等,改变传统物料转运模式。

4.集成全天候作业保障设施:造楼机设置可开合雨篷、喷雾降温系统、夜间照明系统、移动厕所等设施,打造类工厂化环境,可全天候施工作业。

5.服务建筑流水施工精益建造:操作架可覆盖5~8个结构层,实现钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑、门窗安装、抹灰装饰等多工序多工种的流水化作业,助力精益建造实施。

#### 四、轻型造楼机

为解决建筑施工过程中悬挑脚手架、附着式升降脚手架、电动吊篮等防护作业平台存在的痛点,中建三局研发的第一代轻型造楼机已在鄂州月陂项目小试应用。根据不同业态项目中施工特点在第一代轻型造楼机上进行升级改造,研发出了第二代轻型造楼机。

轻型造楼机由立柱与支撑系统、防护驱动系统、施工电梯系统、电动卸料平台系统和辅助系统等组成。

##### (一) 适用范围

适用于60~100米装配式剪力墙结构施工;适用于100~200米现浇剪力墙结构、框架剪力墙结构、框架核心筒结构施工。

##### (二) 产品优势

1.可升可降,灵活组织:应用于住宅类项目的第二代轻型造楼机覆盖住宅五层作业面,可同时应用于主体结构及外墙装修施工,便于外立面装修提前穿插施工;公建类项目利用造楼机下层平台穿插进

行外立面施工,后续可沿建筑外轮廓快速升降,提升施工效率。

2.地面安拆,降低风险:装拆均在地面进行,规避空中安拆风险,并提升安拆效率。

3.完全替代吊篮,切断危险源:外墙保温及抹灰等外立面作业均可在平台上进行,确保人员作业安全。

4.完全替代屋面悬挑脚手架,切断危险源:避免百米高空作业,降低高坠及物体打击等安全风险。

5.提供外立面点对点运输通道,减少材料二次转运:可运输外墙所需保温及幕墙等建筑材料,实现从堆场到现场的点对点高效运输。

6.平台集成辅助施工机器人,提升施工效率:应用于住宅类项目母平台集成封堵机器人、喷涂机器人配合进行抹灰、涂料等外立面施工;应用于公建类项目子平台集成幕墙机器人,配合进行幕墙安装等外立面施工。

7.集成雨棚及喷淋养护系统:应用在住宅类项目在母平台顶部集成折叠式雨棚及喷淋养护系统,折叠式雨棚可与装配式建筑吊装结合,并有效改善作业面高温、雨季等恶劣的作业环境,确保现场施工质量。

#### 五、筒仓机

为解决现有混凝土筒仓施工传统滑模混凝土浇筑的连续性要求高,施工组织难度大;大体量超高支模反复散搭散拆转场,资源投入大,施工周期长等痛点问题,中建三局研发了混凝土筒仓智能建造滑移平台(简称筒仓机),实现混凝土筒仓工业化流水工法创新,机械化智能化升级。

筒仓机主要包含钢平台系统、立柱支承系统、顶推滑移系统、挂架防护系统、模板系统等5大系统。由外至内,筒仓机的平面功能区分别为外挂架整体提升区域、模板提升区域和材料吊运区域,三大功能区域在平面上互不干扰;由上至下,筒仓机竖向功能分为钢筋绑扎层、模板安拆及混凝土浇筑层,覆盖2个标准层,可实现单仓主体结构的竖向流水化作业。

##### (一) 适用范围

适用于混凝土筒仓结构施工。

##### (二) 产品优势

1.工业化流水施工,工期缩短30%。筒仓机竖向覆盖钢筋绑扎层、模板安拆及混凝土浇筑层,可实现单仓主体结构的多工序立体同步施工;筒仓机可沿轨道顶推滑移,实现筒仓间流水化施工,缩短工期30%。

2.设备设施集成整体提升,综合资源投入减少80%以上。筒仓机实现了模板系统和防护系统智能化整体升降、筒间周转,避免了传统防护架体和大体量超高支模架体重复散拼散拆,综合资源投入减少80%以上。

3.全封闭安全防护系统,为建造质量提供保障。筒仓机设计全封闭的操作通道及立面防护,设置楼梯通道,为作业人员提供封闭的作业空间,改善作业环境,保障作业工艺质量。

4.模块化组装、灵活多变、快速安拆。筒仓机采用标准构件模块化组装,可实现不同规格筒仓、不同工程自由组合;筒仓机挂架系统原位安装技术,穿插施工不占用关键工期,钢平台系统、立柱支承系统采用模块化整体组装技术,10天高效完成安装、拆除工作。

## ● 课题研究

# 智能建筑综合布线施工技术要点分析

◎ 文 / 新七建设集团有限公司 胡静

**摘要:**在科学技术高速发展的今天,智能建筑已经成为现代城市建设中的一个重要环节。智能建筑在为人们提供更舒适,更便利的居住与工作环境的同时,也在节能减排,信息交互与安全管理上表现出优异的性能。综合布线施工是智能建筑中的核心技术,对建筑物智能化和高效化操作具有重要意义。综合布线系统就像智能建筑中的神经网络一样,担负着传输数据、语音、图像等多种信息的任务,它的施工质量好坏直接关系着整栋大楼信息通讯能力及使用效果。所以,深入剖析智能建筑综合布线施工工艺要点,既有利于提高布线施工专业水平,保证布线系统稳定可靠,也可以为智能建筑整体性能的提升以及今后的发展打下坚实的基础。文章旨在通过对智能建筑综合布线施工中关键技术要点进行探究,希望能够对相关方面的实践与研究起到一定的帮助与借鉴作用。

**关键词:**智能建筑;综合布线;施工技术;技术要点

智能建筑的兴起在很大程度上推动了人们生活与工作中的便捷性,这些都与综合布线巧妙设计密不可分。综合布线作为建筑内部电气、通信及网络设备等核心传输系统,不但承载了高效的信息流动,而且无形中支持了整个建筑智能运行。其布置是否合理,直接影响建筑运行是否流畅,用户体验是否满意。可以说综合布线是智能建筑中的神经系统,它精细又至关重要,它给现代都市生活以稳固的技术支撑,给人们带来舒适的居住办公环境。



## 1 智能建筑综合布线施工技术概述

智能建筑综合布线施工技术属于建筑领域高度专业化技术,它重点在于对建筑内部进行数据通信、电力供应、安全监控和智能控制等线路系统的精细布局,该技术经过精心规划与前瞻性设计,其目的是保证建筑内部各系统之间可以实现无缝衔接与高效协同,继而提高建筑智能化水平与整体运营效率。具体地说,该技术致力于建立建筑内高效可靠、安全灵活,并且非常智能的布线网络,该网络可以满足各类系统对数据传输、电力供应、智能控制等多样化要求。

在技术细节上,智能建筑的综合布线施工技术涉及到很多重点的方面。如网络和电话线路这样的数据通信线路,构成了连接各种设备和系统、确保信息快速传输的关键基础。电力布线则负责将稳定的电



力输送到建筑物的每个角落,确保所有设备都能正常运行。安防布线包括摄像头、报警器以及门禁系统在内的各种安全设施布局及衔接,对建筑安全起到坚实的保

障作用。最后智能控制布线主要集中在智能家居系统,自动化装置及智能控制面板等设备的组态及连接上,给居住者提供了方便舒适的居住体验。

## 2 智能建筑与综合布线技术之间的关系

2.1综合布线技术是智能建筑水平的一种体现

伴随着社会的不断进步和经济的不断发展,智能建筑已经不再仅仅作为优美的建筑形态出现,而是作为高科技的集成表现。其中综合布线技术毫无疑问是智能建筑是否先进的核心标志。为适应人们对智能化越来越高的要求,需要不断对综合布线技术进行优化升级,以保证其能够匹配智能建筑发展潮流,从而全面展示了现代智能建筑在科技魅力和智能化层次上。所以,对综合布线技术进行不断地创新和改进,不仅是智能建筑的内在需求,更是将其智能化水平充分展现出来的一个重

要保证。

2.2综合布线技术可以满足智能建筑水平标准

综合布线技术不断优化和升级,给智能建筑发展带来新生命,并在智能化过程中充分显示出社会价值。伴随着综合布线技术不断革新和进化,智能建筑能够从性能和标准两个方面都达到一个全新的水平,满足现代社会对于建筑智能化越来越苛刻的要求。智能建筑只有在成熟综合布线技术的辅助下,才能够充分显示出自身智能化的特质并且切实满足现阶段人们对于智能建筑的期望。所以综合布线技术不但是智能建筑发展过程中的一个重要

依托,同时也是促进智能建筑不断前进的关键要素。

2.3综合布线技术是智能建筑中的基础

综合布线技术是智能建筑中的一块基石,起着将现代化设备与通讯设备联系在一起的核心作用。该技术促进了建筑智能化进程,是智能建筑必不可少的基础设施。借助综合布线技术可以使智能建筑更有效地达到智能化的目的,适应日益发展的智能化要求。可以说如果没有综合布线技术作为支持,智能建筑就谈不上发展。所以综合布线技术对智能建筑的意义不言而喻,也是智能建筑能够繁荣发展的关键之一。

## 3 智能建筑综合布线施工技术要点

### 3.1 预先设计

预先设计作为智能建筑综合布线的基石需要周密的规划和系统中各个组成部分密切配合,规划阶段必须要考虑到和土建、消防、空调和照明等项目的配合,以保证布线不和这些系统冲突。由于网络物理层决定着数据传输的稳定性与效率,所以网络物理层设计就显得格外关键。为适应将来可能出现的扩展需要,在设计时应对关键区域添加附加布线点、使用双孔面板构型、单独支持语音及数据传输等,另外,要注意信息点周围的电源布局,才能保证装置可靠供电。

在具体参数上,设计时要参照行业标准,比如布线系统带宽、传输速率、抗干扰能力等等,以保证系统性能符合现在和今后一个时期的要求,与此同时,电话网、计算机网与楼宇自控网三者的融合也成为设计中的一个重要考量,三者的互联互通与资源共享会显著提高智能建筑整体的效率与便利性。通过这种综合详细的预先设计能够保证智能建筑综合布线系统具有实用性和高效性。

### 3.2 管线敷设

管线敷设作为智能建筑综合布线系统的关键环节,涉及剔槽预埋与穿接校线2个核心建设环节,剔槽预埋过程中,施工人员一定要认真翻阅施工现场有关管网图,以保证对开槽埋管最佳部位的准确

认识和定位,对墙面隐蔽预埋管路定位要严格按照设计图纸说明进行,误差距离要保持在150mm范围内,才能保证后续施工精度及布线系统整体性能要求,同时墙面预埋管路一定要垂直于地面,以免斜拉管路可能造成的问题及安全隐患。穿接校线的施工环节中,施工人员需格外注意线缆拉力及弯曲半径,拉力太大或者弯曲半径太小均会给线缆带来不可逆转的伤害,从而影响到整个布线系统运行的稳定性以及数据传输效率,所以施工人员要采用合适的工具与技术来保证线缆穿接时所受应力最小,并且要按规定弯曲半径接线,这既保护了线缆的完整性又保证了布线系统日后运行的可靠性与稳定性。从整体上看,在管线敷设阶段进行施工需严格操作、准确把控,才能保证布线系统质量与性能,通过严格按照施工图纸要求,注重线缆防护,妥善处理好各施工细节等措施,能够为智能建筑综合布线系统建设奠定坚实基础。

### 3.3 线缆整理和保护

线缆整理与防护作业时,拉线工序结束后对两端预留冗余线缆进行整理与防护非常重要,这些冗余线缆要仔细梳理才能保证它们不纠缠在一起,不受无谓的伤害。盘线过程中施工人员要沿线缆原转动方向作业,以免造成扭结或者内部应力增大。同时为使线缆整齐有序,线圈直径也

不能太小,通常推荐不少于10倍线缆直径,

为使这些多余的线缆得到较好的固定与防护,可采用废线头固定于桥架,吊顶或者纸箱等处。通过上述方式,能够有效避免线缆被搬动、被踩,同时也能够增加施工现场安全性,固定线缆时应做醒目标记,提醒他者不要误动或踩踏。

在对线缆进行整理,捆扎以及放置时,施工人员要格外重视冗余线缆长度的把控。冗长冗余线缆既加大了管理难度又造成安全隐患,因此建议冗余的长度不应超出所需长度的20%。同时避免线缆叠加受力而导致线缆压伤或者损伤,线圈顺势整理,固定扎绳松紧适度,不宜太紧以免勒到线缆。

通过这些具体操作与数据控制能够保证线缆在梳理与防护过程中能够被妥善地处理,从而为智能建筑综合布线系统的设计提供了一个稳定而又可靠的基础设施。

### 3.4 确定线槽规格

为保证布线系统流畅运行及日后可扩展性,需要结合实际布线需要准确计算线槽规格,鉴于线缆数量、种类和将来可能增加等因素,线槽横截面积需预留部分富余量,该富余量设定用于确保布线系统升级或者扩容后线槽仍可容纳较多线缆且不需要大范围改造。以截面积0.3平方

厘米的超五类双绞线为例,在实际操作过程中,为了保证线槽具有良好的容纳和散热性能,线槽的横截面面积应至少预留40%的空间余量,这表明,如果只考虑超5类双绞线的布线需求,线槽的横截面积应至少为0.42平方厘米(即0.3平方厘米加上0.3平方厘米的40%),本设计可保证线槽既能容纳已有线缆,又能对将来可能出现的线缆添加留有充足的余地。但是,在实际的布线系统里,也可能存在其他种类的线缆,例如电源线和光纤等,所以在线槽规格的确定上也要考虑到这些线缆布线的需要,才能保证线槽规格能满足布线系统整体的需要,通过精确计算与合理设计可保证线槽规格不仅符合目前需要,而且具有充分扩展性,从而为智能建筑综合布线系统的设计提供了稳定、可靠的支撑。

### 3.5 施工组织方案编制

在智能建筑综合布线系统建设中,施工组织方案的制定指导建设的重要凭证,也是保证工程安全、质量、工期及成本控制等各项工作核心内容,通过认真制定施工组织方案可以使施工单位达到有效



配置劳动力、优化施工流程、进而提高施工效率、保证项目如期竣工的目的,与此同时,该计划还包括强化施工管理等多项举措,从根本上防范可能存在的隐患,保障施工现场安全有序进行。从成本控制来看,施工组织方案是通过施工资源利用与分配的合理计划来避免浪费资源,达到精细控制施工成本目的,另外,在制定方案时充分考虑到施工中可能出现的种种变化并制定出相应的对策,以保证施工得以

顺利实施,甚至在遇到难以预料的状况时可以快速调整并将损失降到最低。为确保施工组织方案制定的科学性、可行性,计划制定后须经施工单位技术负责人严格把关,审查合格后项目经理需报请监理单位批准,只有经监理单位批准的施工组织方案才有可能成为正式的施工依据而付诸实现。该过程保证了施工组织方案质量高、权威性强,对智能建筑综合布线系统建设具有坚实保证。

## 4 智能建筑综合布线技术安全施工策略

### 4.1 合理规划施工进度

智能建筑综合布线技术安全施工过程中,施工进度的合理计划非常关键,合理地安排施工进度可避免过大的施工压力,减轻施工人员的劳累与焦虑,进而降低事故风险,项目管理团队要根据项目需求以及资源状况来制定出合理的施工进度以及进行灵活的调整与优化。其次,施工现场交叉施工,人员拥挤等问题是造成安全隐患的主要因素,为了避免各工种在同一块土地上同时进行建设,项目管理团队要充分考虑各工种间的依赖关系及建设顺序,合理分配建设时间及地区,避免出现交叉建设现象,对工作区域进行了合理分割,使通道畅通并提供了足够的工作空间来降低人员拥挤程度,保证施工人员安全作业。项目管理团队要依据项目规模、施工进度等因素合理安排施工人员人,保证施工进度与施工质量,对大型工程可考虑提高施工人员班次或者采取多

班倒等措施保证施工效率与安全。

在对施工进度及施工人员进行合理计划的同时,对施工现场进行监督管理是保证施工安全的重点,有关管理人员要经常对施工现场进行巡查,及时发现和化解可能存在的安全隐患,同时组织安全培训、会议等活动,增强施工人员安全意识,保证施工人员理解并遵守安全规范及操作流程。

### 4.2 做好安全培训

要想保证智能建筑综合布线技术安全建设,对施工人员进行必要的安全培训是非常关键,施工人员经过安全培训后,能够了解智能建筑综合布线的技术特点及安全需求,掌握设备的正确使用,避免电气事故的发生,熟悉安全操作规范。安全培训时需对施工人员进行智能建筑综合布线的技术特点及原理,深入了解系统内各种设备的功能和组件,这包括但不限于网络设备、电缆和端口等,尤其是对比

较新颖的工艺及装置,有必要对它们的用法及注意事项进行详细说明,以指导施工人员进行正确对待,避免误操作。安全培训还要包含电气安全知识教学,施工人员要知道电气安全基本原理,比如接地,绝缘和电流限制,要知道电气事故发生原因、后果及防范措施,懂得电气风险识别方法,熟悉施工现场电气设备安全要求。

## 结语

综上所述,开展智能建筑综合布线技术施工时,技术人员一定要不断提高专业技能,主动革新,严格执行有关施工规范。面对建设中出现的问题技术人员要快速做出反应并采取有效措施加以解决,保证布线工作科学合理,进而保证整个建筑能够安全稳定地运行。所以智能建筑综合布线技术工作人员承担着重大的责任,其专业水平以及工作态度对智能建筑质量和性能有着直接的影响。

# 智能公路改扩建施工区管控方案及装备

◎ 文 / 武汉理工大学 宋力 林毅轩

## 一、背景

随着社会经济的迅速发展,道路改扩建项目在社会发展中的重要性愈发凸显,传统施工区管理方法(如图1)亟需智慧化提升。2015年,美国联邦公路管理局首次提出了“智能施工区”(Smart Work Zone)的概念,以对道路施工区的智能交通控制做出一定的引导以及规范。该概念主要包括两个方面:其一,增强项目之间的统筹规划,从全局的角度系统地看待改扩建施工路段的问题,降低施工路段对交通的影响,规范各类施工路段智能管控方法;其二,应用智能交通系统,实时、动态地管控车辆通行,引导施工方采用智能管控装备,保障使用者以及施工方的安全以及交通效率。2018年底,德州交通部发布了《智能施工路段设计准则》,将SWZ具体划分为六大ITS系统,即车队检测、车速监控、施工设备检查、超高车辆预警、事故检测监控、通行时间预告,这六种子系统既可独立运作亦可协同使用,并可生成“绩效评估指标”(Performance Measures)呈现给用户,从而用于历史经验分析。

近年来,我国各地积极推进道路改造项目,旨在解决道路拥堵、功能规划不合理、公共设施滞后等问题。我国交



图1 传统施工区人工组织引导形式

通运输部在《交通运输领域新型基础设施建设行动方案(2021-2025年)》和《数字交通“十四五”发展规划》中明确强调,大力推进交通基础设施的数字化、网络化和智能化,应因地制宜推进智慧化道路改扩建施工区管控,全面提高施工区效率以及安全性。然而,上述

智能改扩建交通控制系统在改扩建项目在实施过程中面临诸多困难与挑战,包括规划条件限制、不符合驾驶员习惯以及心理预期、场地限制等。因此,部分智能交通管控装备(如图2)能否适应我国场景,助力施工区运维管理的新质生产力发展仍待探究。



(a) 便携式信息发布板



图2 施工区智能交通管控装备



(c) 一体式测速信息板

与此同时,国内学者也在为提升道路改扩建运维的智慧化方案而努力,在众多国内案例中,不乏优秀典范。其中,山东高速集团积极推动养护施工区的智能交通管控系统,自主研发了高速公路养护作业区

智慧管控系统,实现了在对道路养护施工作业全要素全生命周期的智慧化管理,做到了在对交通影响较小的情况下,安全高效的进行施工。宿迁市在城市道路智能道路改造项目中,通过构建智慧路口,借助大

数据分析充分挖掘和分析施工区周边的实际交通问题,从数据感知、挖掘、管控等方面入手,显著提高了施工时间内路口的通行效率和安全性,为城市道路施工区的交通管理提供了全新的思路和可行的方法。



图 3 德州 35 号州际公路夜间施工场景

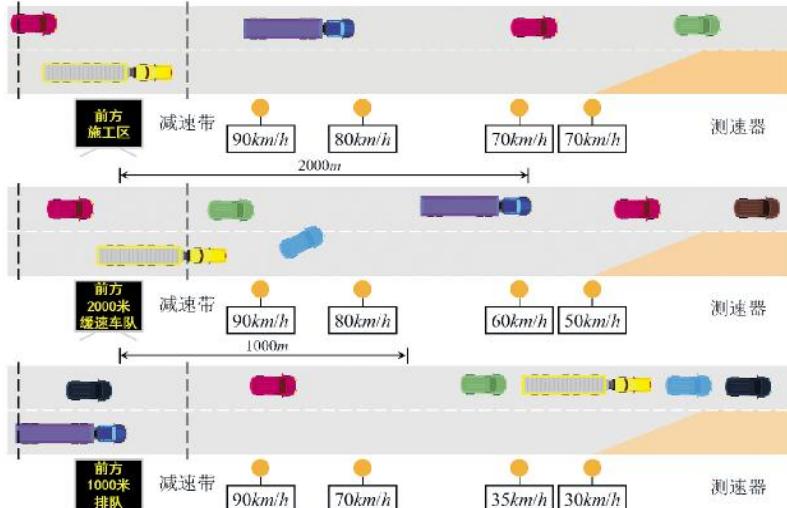


图 4 施工区智能车队检测系统



图 5 施工区车速监测系统

## 二、改扩建施工区智能管控方案及装备

### (1) 智能车队检测系统方案

道路施工导致的最普遍问题是存在车辆突然减速或停车的危险点,这个危险点一般存在于车道关闭前的变道决策点。而智能车队检测装备则通过引导驾驶员提前合理地加速、减速以及换道来缓解危险点的会车冲突,从而提高施工区域周边道路的交通效率,进而保障施工作业的高效与高效。根据美国道路及交通工程承包商协会统计,在夜间施工中(图 3),应用该方案的施工区周边道路的事故率降低 18%-45%。

如图 4 所示,对于施工方而言,一般通过沿线布设多个速度传感器以及便携

式信息发布板,为上游车辆提供前方车队信息以及施工信息,帮助驾驶员快速调整驾驶动作以适应前方交通流。同时,该系统实时检测下游车辆队列形成、前进的速度,并将车流信息传递给上游车辆。具体地,基于施工区周边车流现状,需要在上游设置可移动的动态便捷信息发布板,显示不同的警示信息:“前方施工区”、“前方缓行车队”、“前方车辆排队”等。

### (2) 智能车速监测及事故检测系统方案

由于施工路段的安全时速通常要低于正常路段限速,即使驾驶人员按一般路段的限速行驶也会有一定的安全隐患。甚

至,在不同车型、时间、天气情况下,同一施工路段的安全速度并不固定,需为不同车辆、情况设定不同的安全限速。由此,部分施工区采用了智能车速监测及事故检测系统方案,实时关注所有进入施工区范围的车速(图 5),针对不同情况向驾驶员传递速度信息,诱导驾驶员主动减速以提高施工区安全。

在此基础上,部分施工区还会将收集到的超速车辆信息上传给相关执法部门,通过交通法规强制要求车辆减速通过。数据证明,这种智能测速执法系统最多能将超速行为降低 80%左右,极大提升施工路段的安全性。在美国 70 号州际

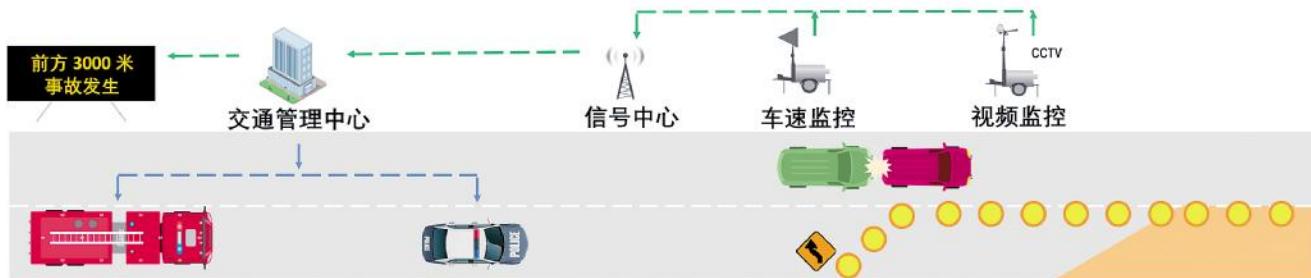


图 6 事故检测及监控系统

公路密苏里段的施工中,约有 66.3%的驾驶员会在接收信息发布面板信息后会主动减速、合理变道或绕行通过施工区,临近施工路段的车速差也显著降低,大大减少了危险驾驶的现象。这种测速摄像头的应用在我国城市道路、公路的应用已经非常广泛,基于此的驾驶行为管理体系也十分成熟,但在道路施工区车速监管方面应用尚有空缺。

基于速度检测以及视频监控检测到的事故信息(图 6),该系统通过信号中心向交通管理中心向事故救援方传递具体事故信息(事故类型、发生位置、车辆数量、严重程度情况等),以便救援人员及时制定详细救援计划,辅助解决施工路段内部以及邻近区域交通事故的处理,其具体工作流程如图 7 所示。新墨西哥州数据表示,事故管理系统将平均减少 25-45 分钟的事故响应与清空时间。

### (3) 智能通行时间和延误监测系统方案

驾驶员对行程时间的估计容易受道路施工区这类不确定因素的影响,从而容易做出过激的超速或变道行为。虽然上述的智能车队检测系统方案以及智能车速监测及事故检测系统方案在一定程度上可以缓解激进驾驶行为带来的隐患,但是无法从根源解决驾驶员的高速驾驶倾向。

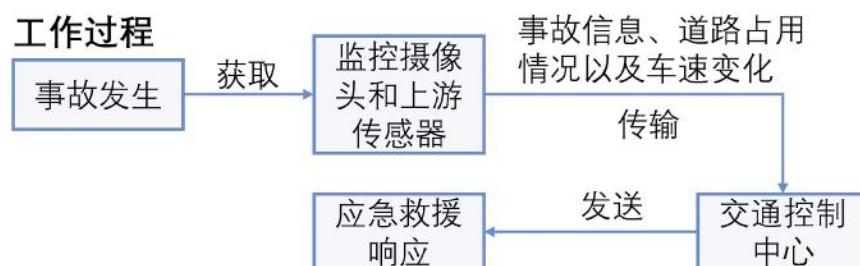


图 7 事故检测及监控系统工作流程

由此,智能通行时间和延误监测系统方案应运而生(图 8)。它可以对智能施工路段中各路径的通行时长以及预估延误进行量化,通过信息发布设备(门架、便携式信息发布板)或是第三方软件(导航、地图等)快速传递给途径车辆,减轻驾驶人员的焦虑、最大程度避免危险驾驶行为的出现。

从实际应用的角度出发,随着交通大数据的普及,基于路径预测与车速检测的通行时长预估变得快速且可靠。近年来,部分施工方在此基础上借助实时 GPS 数据反馈,辅助分析施工路段造成的延误,并预估到达施工区拥堵段的时长以及下游主要目的地的通行时长。在针对美国 30 号州际公路在阿肯色州域内施工的调查问卷中,有约 82% 的受访者表示在应用智能通行时间和延误监测系统方案的施

工路段能够使他们更及时地对前方减速情况做出反应。

### (4) 智能可变限速及信号系统方案

针对施工区路网的通行效率下降,一种可变限速策略(VSL)被提出(图9),武汉理工大学团队在此基础上使用强化学习技术改进道路可变限速控制系统,提出了一种基于预训练强化学习模型的多车道可变限速方法。具体地,针对匝道处的汇入汇出车流冲突明显路段,采用摄像拍摄对数据进行收集,使用YOLO 框架捕捉车流数量、密度、速度等关键信息,投入经预训练的深度强化学习模型,使得场景运行时可以根据其交通流特性进行实时的速度动态调整。经验证,在不同的应用场景下限速值的稳定性可取得较好表现。由此,这种通过深度强化学习预训练的可变限速机制使本系统更稳定、适用性更广。



图 8 施工区通行时间和延误监测系统

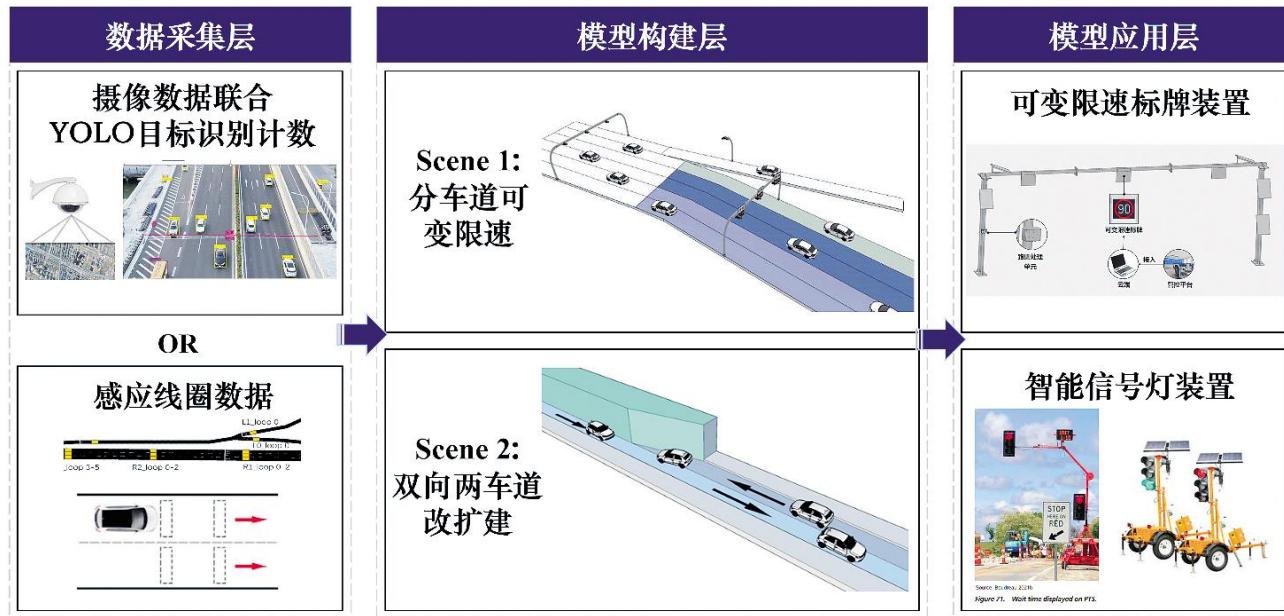


图 9 智能可变限速及信号系统

同时,由于部分道路规划已达年限,承受着与规划之初截然不同的交通压力,加之不少等级道路规划超前完成,特别是些低等级城市支路、农村道路、桥梁道路,面临改扩建难题。当双向两车道道路因改扩建占用其中一个车道从而导致会车冲突时(图 9),狭窄的错车空间会显著降低交通安全性,容易引发交通事故及拥堵。武汉理工大学团队提出了一种较为新颖的基于强化学习的施工区智能控制方法。通过施工区进口道前 50m 摄像机拍摄进行数据收集,使用 YOLO 框架对交通数据进行处理,得到车辆与车速信息,在计算机内重构施工区周边道路的数字孪生模型,输入训练完成的强化学习信号灯控制模型中,实时根据交通流控制施工区域两侧的信号灯,避免发生会车拥堵。这种方法的有效性已经得到了充分的实验证明,可以有效的提高交通效率以及降低发生拥堵的可能性,缓解周边交通压力,减少对施工区的影响。

### 三、结语

综上所述,面对道路施工区的智能交通管控方案及装备正在成为提升施工安全与交通效率的重要工具。通过运用先进的传感技术、数据分析和人工智能算法,



图 10 车联网技术下的智能施工区系统流程

#### (5)车联网技术下的智能施工区系统方案

美国亚利桑那州交通部在对城市主干道的改扩建与养护施工项目中融入了车联网技术V2V、V2I,建立了一套完整的信息收集、储存、共享、发布平台,为该工程保驾护航(图 10)。该平台能够整合沿线布设的各类传感器提供的多模态道路信息、车辆信息和交管部门提供的施工信息,再通过

路边部署的信息发布设备或是信号传输设备(以专用短程通信的方式,未接入移动互联网),及时将前方道路情况和通行建议传递给驾驶员上。在部署车联网技术下的智能施工区系统的亚利桑那州城市道路施工期间,没有发生任何因施工而造成致命事故或人员安全问题,同时提高了车辆驾驶规范性,明显降低施工区域内车速方差,出色的完成了施工期间的交通管控任务。

这些装备不仅能够实时监测和预警潜在风险,还能优化交通流量,减少施工对道路通行的影响。随着技术的不断进步和应用的深入,这些智能化解决方案必将进一

步提高施工区的安全性和管理水平,为实现更安全、更高效的交通运输环境奠定坚实基础。

# 以塔吊智能化变革探讨建筑行业新质生产力

◎ 文 / 广东腾晖科技股份有限公司 宋奎胤

2024年,我们可以称之为“新质生产力”元年,在这样一个大背景下,各行业都有针对性的对新质生产力在行业的实践做出了诸多的探讨,建筑行业作为体量如此之大的传统行业发展新质生产力必然成为题中之义。本文利用塔吊智能化变革这一具体切入点来阐释新质生产力与智能建造的关系,希望引出和探讨以下几个问题:新质生产力在建筑行业的应用实践是不是等于智能建造?新质生产力的大方向下智能建造要解决什么问题?达到新质生产力的智能建造的实现路径是什么?新质生产力指导下的智能建造呈现什么样态?

## 一、建筑行业新质生产力是否等同于智能建造?

### (一)政策背景

2023年9月,习近平总书记在黑龙江考察调研期间首次提到“新质生产力”。2024年1月31日,习近平在中共中央政治局第十一次集体学习时强调,加快发展新质生产力,扎实推进高质量发展。总书记指出,高质量发展需要新的生产力理论来指导,而新质生产力已经在实践中形成并展示出对高质量发展的强劲推动力、支撑力,需要我们从理论上进行总结、概括,用以指导新的发展实践。新质生产力一出,迅速成为各个行业研究和实践的方向性指引,针对建筑业最普遍的讲法是智能建造就是建筑业的新质生产力,由此我们提出第一个问题——建筑行业新质生产力是否等同于智能建造?

首先来看智能建造相关文件的提出,2020年7月13部委联合下发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指

导意见》开始,2020年9月9部委联合下发《关于加快新型建筑工业化发展的若干意见》,2022年1月住建部下发《“十四五”建筑业发展规划》,至2022年11月住建部公布了全国24个智能建造试点城市。在智能建造提出后,市场上涌现出一大批以BIM、AI设计、智能检测、建造机器人为应用热点的智能建造技术与产品研发生产企业。我们简单做一个结论智能建造提出早于新质生产力,并且在政策和实践层面已经经过一定的积累。

### (二)智能建造与建筑行业新质生产力的关系

要回答二者是否等同这个问题,我们就要针对上述两个大的政策背景进一步进行分析。一方面我们提取中央及权威专家学者对于“新质生产力”解读的关键词:“劳动者、劳动资料、劳动对象及其优化组合的跃升”;“全要素生产力大幅提升”;“原创性、颠覆性科技创新”。如果科

技创新作为新质生产力的核心,那么新质生产力对于科技创新的要求不是停留在程度层面,在过程和结果上提出了更高的要求。另一方面,智能建造提出早于新质生产力,但其无疑是建筑行业科技创新的重要体现,智能建造发展至今天,在各个领域取得了诸多技术成果与优秀产品,配套政策不断完善,支撑技术相继涌现,但仍然存在技术落地产品化不足、技术创新与实际使用效果脱节、技术缝合多于颠覆式创新、政策与市场接受程度不足等一系列亟待解决的问题,那智能建造将何去何从?

新质生产力给出了指引性的答案,利用原创性、颠覆式的创新,实现生产要素的优化组合跃升,从而实现生产力的提升,也就是说智能建造在现阶段不能完全等同于建筑业的新质生产力,智能建造是建筑业新质生产力的重要载体,新质生产力为智能建造提供路径和方向。

### 以黑匣子、吊钩可视化为代表的一代产品

塔上驾驶室联动台驾驶  
(传统作业模式)



### 以地面驾驶舱为代表的二代产品

地面驾驶舱联动台驾驶  
(操作位置变化,但操控形式基本不变,操作难度与传统相同)



## 二、新质生产力的大方向下智能建造要解决什么问题？

如果新质生产力在过程和结果上都提出了要求,而这又为智能建造提供路径和方向,那么我们就可以提出第二个问题:智能建造要解决什么问题?这里我们引入一个垂直领域进行探讨,可以更具象和直观的理解这个问题:塔吊智能化。

探讨塔吊智能化就要先分析塔吊作业现状和面临的痛点,塔机在建设安全管理领域被称为重大危险源,操作需要一定的专业技能和丰富经验,操作员在高空中进行复杂操作,任何失误都可能造成安全风险。尤其是在恶劣天气条件下,塔机的稳定性和安全性更是面临严峻考验。此外,由于塔机的作业范围广且动态变化,实时监控和管理变得十分困难。传统的管理手段往往滞后于实际操作,无法及时发现和处理潜在问题等。基于以上痛点,经过探索实践我们看到两代塔吊智能化产品的出现:一是以塔吊安全监控系统(黑匣子)、吊钩可视化为代表的一代产品,它解决了塔吊作业规范性、一定程度的吊钩盲区问题和监管及数据整理的问题;二是以地面驾驶舱为代表的二代产品,除了一

对比项	以黑匣子、吊钩可视化为代表的一代产品	以地面驾驶舱为代表的二代产品	以雷达感知、主动安全和自动驾驶技术为代表的三代产品 (腾晖智能塔机操控系统)
作业位置和监管方式	通过吊钩可视化驾驶 (视觉作业模式)	地面驾驶舱自动驾驶 (操作位置优化, 降低司机成本干预, 操作复杂与驾驶培训)	智能驾驶+远程驾驶 (视觉识别+视觉识别+深度学习+数据融合)
举升速度	吊钩相对作业物的举升速度	举升相对作业物的举升速度	举升相对举升速度 (举升速度+举升距离+速度分层)
驾驶方式	独立举升臂	举升臂驾驶	举升臂驾驶 (举升臂+举升臂+速度分层)
作业面感知方式	直觉式感知	通过机器视觉	通过机器视觉 (举升臂+举升臂+速度分层)
作业速度调节	举升速度	通过机器视觉	举升速度 (举升臂+举升臂+速度分层)
举升臂感知方式	举升臂的感知	举升臂的感知	举升臂的感知 (举升臂+举升臂+速度分层)
举升臂危险防范方式	举升臂的危险防范	举升臂的危险防范	举升臂的危险防范 (举升臂+举升臂+速度分层)
举升臂状态检测方式	举升臂状态检测	通过机器视觉检测	举升臂状态检测 (举升臂+举升臂+速度分层)
系统检测	直觉式感知	举升臂驾驶	举升臂驾驶 (举升臂+举升臂+速度分层)
作业内容与数据读取	举升臂驾驶, 直觉式感知与举升臂驾驶	举升臂驾驶, 举升臂驾驶, 举升臂驾驶, 举升臂驾驶	自动读取举升臂驾驶与举升臂驾驶, 举升臂驾驶与举升臂驾驶, 举升臂驾驶与举升臂驾驶, 举升臂驾驶与举升臂驾驶
网络要求	低	中	高
网络时延要求	低	中	高
网络带宽要求	低	中	高
操作权限管理	完成分配与授权	完成分配与授权	完成分配与授权 (举升臂+举升臂+速度分层)
人员定位管理	完成分配与授权	完成分配与授权	完成分配与授权 (举升臂+举升臂+速度分层)
权限模块移交	完成分配与授权	完成分配与授权	完成分配与授权 (举升臂+举升臂+速度分层)

代产品的问题,同时解决了人员高空作业和一定程度的多角度观察的问题。

但我们不难发现原有问题的解决就伴生新问题的出现,一是新的安全问题,有没有智能产品带来的新的安全风险,例如地面驾驶舱因为网络信号传输不流畅所导致的视频画面与实际现场不同步;二是经济性的问题,智能产品的加入给项目

单位增加了新的成本,这一点在很多领域都存在;三是智能化不完善不能完全适应建筑项目的作业场景,例如操作门槛高、障碍物识别不全需要人来辅助等。这些问题正是智能建造发展至今常伴生的问题,所以在新质生产力的大背景下,智能建造需要解决“真”问题:真的安全、真的智能和真的降本。

## 三、达到新质生产力的智能建造的实现路径是什么?

如果技术创新存在伴生问题,就引出了第三个问题,我们要用什么路径解决?新质生产力的内涵适时给出了这些问题解决的路径,要利用原创性、颠覆式的创新,实现生产要素优化组合的跃升。我们回到塔吊智能化这一具体问题中来:

### (一)原创性和颠覆式的创新

我们可以从技术层面探讨,在AI大模型、云计算、具身智能、自动驾驶、三维空间感知、5G通信等技术作为支撑的前提下,塔吊智能化产品是否有针对性的原创技术:如针对建筑项目和塔吊作业的激光雷达;需要符合塔吊作业逻辑的算法算力;适合塔吊作业场景的多重融合的感知方案等,基于此才能做到识别建筑施工现场的突发障碍物;起重臂、钢丝绳、吊物组整体在起升、变幅、回转所有方向实时感知且主动制动,从而实现真安全、真智能。



### (二)劳动者、劳动资料、劳动对象的优化重组

要从生产作业方式层面探讨,原有塔吊作业专人配比为1个司机2个信号工,同时有起吊、运行和卸料三大作业场

景,起吊和卸料有绑扎和解绑的人员,要实现生产要素的优化重组,必须考虑三个路径:一是智能化能否代替人承担塔吊运行的工作,这是和无人驾驶汽车及其他无人驾驶工具相同的思考逻辑;二

# 自动驾驶安全方案

## 建筑行业内首创

针对建筑项目和塔吊作业定制研发的车规级专用激光雷达  
起重臂、钢丝绳、吊物组全方位实时感知，主动介入智能避险

## 多重融合感知确保安全自动驾驶

融合应用激光雷达和视觉大模型技术实现感知

### 创新安全方案

- 01 超强识别能力，100米以上范围内准确识别直径1.2cm的钢丝绳
- 02 起重臂、钢丝绳、吊物组整体实时感知、主动制停
- 03 6项塔机关键部位实时视频监控、20项系统关键数据实时自检
- 04 0.06秒数据刷新速度，双重限位安全保障



是人员之间能够实现集约化也就是职能的合并以及协同的方式；三是塔吊能否工具化也就是随着需求流转以及群塔的

协同。基于此才能消解智能装备带来的附加成本及进一步减少人力成本，实现真降本的同时真安全。

我们不难发现在新质生产力的指导下，我们解决问题的路径必须朝着“质态”方向发展，而不仅仅是程度的变化。

## 四、新质生产力指导下的智能建造呈现什么样态？

当我们提炼和探讨出新质生产力背景下智能化建造的发展路径之后，不禁要问出第四个问题，按这样的路径形成的智能建造技术产品应用究竟是什么样子？我们继续以塔吊智能化为例，前面讲到塔吊智能化的前两代技术产品，事实上塔吊智能化产品已经涌现第三代产品——以雷达感知、主动安全和自动驾驶为技术核心，其中以腾晖智能塔机操控系统最具有代表意义。

### （一）让塔吊变成机器人

腾晖智能塔机操控系统，在国家大力提倡和支持智能建造应用大背景下，针对传统塔机的问题和弊端，是建筑行业内首个实现塔机自动建模、自动路径规划、自动驾驶、辅助驾驶、语音驾驶、智能避险的智能系统。系统借鉴了自动驾驶、机器人、具身智能等领域的前沿成果，针对塔机应用场景进行了全新的正向理解与设计，应用深度学习、多传感器融合、5G通信等技术，创造性的提出了塔机人工智能应用框

架，并实现了软硬件一体化系统。

我们用上文总结出的新质生产力指导下智能建造发展路径去验证该系统，在原创性和颠覆式创新层面，系统依托人工智能、大模型、数字孪生、5G通信、融合感知、空间定位、空间建模、自动驾驶、物联网、大数据、云计算等多种技术的结合应用，完成了多个行业内的创新：

- 1、首个针对塔机作业特点和建筑施工场景，进行激光雷达深度定制及综合应用；
- 2、首个运用激光雷达、北斗定位和视觉系统融合感知技术，实现作业面实时三维重建和技术应用；
- 3、首个实现起重臂和起升吊组全方位整体实时感知、主动介入的塔机自驾方案；
- 4、首个自动驾驶、语音驾驶、语音定位驾驶、辅助驾驶、微操控的融合驾驶方案。

基于此，腾晖智能塔机操控系统形成

了以下功能：自动三维建模、自主路径规划、自动驾驶、智能避险、语音驾驶、精准定位、定向权限移交、全数据管理等多项智能化功能，从整体而言其呈现出的样态正如其宣传语所言“让塔吊变成机器人”。

吊塔成为一台具有大脑、眼睛、手脚的机器人，就是来源于其原创性和颠覆式创新，硬件上其针对建筑项目和塔吊作业专门研发和深度定制的激光雷达（市场上高性能激光雷达多为车规级雷达，其要求在100米范围内识别10cm\*10cm\*10cm的立方体），能够在100米以上范围识别直径1.2厘米的钢丝绳，这正是群塔防碰撞的硬件基础；软件层面其利用人工智能和边缘计算形成的AI控制中心配合激光雷达及独立研发的重载连接器解决了所有三维建模、路径规划、自动驾驶、主动安全等问题，除了绑扎和解绑外中间环节全部由塔吊自主完成，整体拉升塔吊作业平均效能及安全性。

## (二)让塔吊从设备化到工具化

上文我们提到过新质生产力背景下智能建造需要解决“真智能、真安全、真降本”的问题,如果说原创性的技术创新能够解决真智能、真安全的问题,真降本就不仅仅是通过技术层面就能解决的问题,我们必须从生产组织方式入手,也就是生产要素优化重组的路径入手,我们来看腾晖智能塔机操控系统如何解决这一问题。

1、融合驾驶方案。自动驾驶(一键呼叫、选点自驾、常用点自驾)+手动驾驶(语音驾驶、定距操作、联动台驾驶)的模式绝不仅仅是驾驶方式的叠加,而是在适应多种塔吊作业场景的前提下降低塔吊作业门槛,这就好比不是每个人都能用单反拍照,但是每个人都能用手机拍照一个样,普通人就能开塔吊,才能为塔吊工具化提供基础。

2、作业模式的转变。传统塔吊作业,1名塔司2名指挥专人专岗,在这个前提不变的情况下无论如何智能化都只能增加成本,只有转变生产作业方式实现人员的集约化才能实现这一可能性,腾晖智能塔机操控系统利用“一键呼叫+定向权限移交”的方式实现了这一可能性,塔吊能够自动识别起吊区操作人员所在位置,起吊区的操作人员只需要进行货物绑扎就可将权限直接移交给卸料区的工作人员,只有卸料区的工作人员才最清楚这一吊货物的最终落点,而他只需要走到那里一键呼叫就可以完成,讲到这里不难发现,在整体降低操作门槛的前提下,绑扎和解绑的工作人员是有条件与起吊、卸料塔吊操作人员职能合并的,当然根据项目的管理要求不同集约程度不同,但从性能上已经开放出节约1个指挥到所有专职人员的路径,这就是我们说的生产要素的优化重组,不仅要解决当下问题,更要想象未来,这也是新质生产力为我们描绘的场景。

3、群塔协同的实现。在塔吊智能化的发展过程中,群塔协同一直被很多专家提出和研讨,但真正意义上的群塔协同的前提应该是自动驾驶,人工驾驶无论在塔上还是塔下都不可能实现真正意义上的协同,因为变化是

### 自动驾驶

多种自动驾驶方案,应对不同场景、灵活便利  
无需人工全程操控,降低操控难度,提升效率  
遵循安全操作规程,确保作业合规,杜绝违规  
配合智能实时感知,自主智能避险,安全可靠

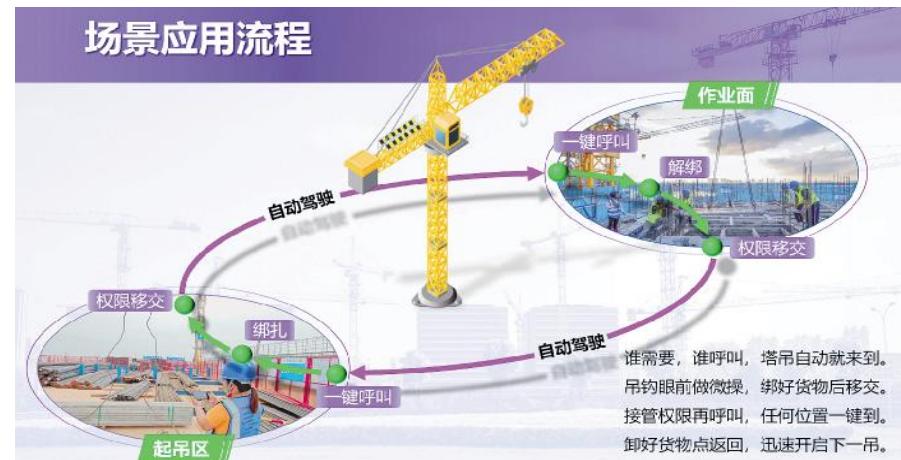


### 手动驾驶

多种手动驾驶模式,减低操控难度,易学易用  
近距离作业微操控,无需反复沟通,有效降低  
精准定距微距操控,提升作业精度,提高效率  
全程通讯实时检测,断网自动停止,确保安全



### 场景应用流程



随机的。其实我们知道,无人驾驶的方案越聚集效能越高,当下最为热议的无人驾驶汽车之所以出现很多问题,是因为人工驾驶和无人驾驶的交织,有规则和随机的冲突,腾晖智能塔机操控系统具备实时感知、智能避险和云协同管控设计,有效实现项目多台塔机同时作业的群塔防碰撞安全要求,保障现场作业安全,我们现在已经可以期待一个全自动驾驶吊装的塔吊作业场景,也希望全无人智能化的施工场景在不远的未来能够实现。

### 结语

我们看到虽然已经有人有企业在建筑行业的新质生产力探索实践中迈出了一步,但这仅仅是个开始,无论从政策法规的配套完善,建筑企业的接纳实践还是智能装备的成果涌现上都还有更多的路要走,这不是国家层面号召就能解决的事情,更不是几个人几家企业的事情,这条路上需要更多的同行者,本文一家之言,不足为道,惟愿与各位建筑业同仁一道戮力同心,开创智能建造和建筑行业新质生产力发展新格局。

# 智能建造技术在房建工程装配式项目中的应用

◎ 文 / 中冶南方城市建设工程技术有限公司 张号军 陈军

**摘要:**在我国经济由高速增长向高质量发展转变的宏观背景下,建筑业作为我国非常重要的支柱产业之一,同样需要探索高质量发展路径。传统房建工程制造与施工具有效率低、污染严重等不足,与可持续发展理念并不契合,显然不能满足市场对高品质房建工程的要求,智能建造模式已经发展为新的方向。本文结合房建工程装配式项目实例,探讨项目应用智能建造技术的原因,在简要总结智能制造关键技术的基础上,从BIM正向设计、智能工厂、智慧工地三方面展开,研究项目对智能建造技术的具体应用,展望发展趋势,对于工程质量与效率的提升乃至整个建筑行业的发展具有积极意义。

**关键词:**房建工程,装配式项目,智能建造,技术应用

在房屋建筑领域,装配式项目被视作重要抓手,对生产力的提升意义重大。与传统意义上的现浇建筑相比,装配式项目能够有效控制施工时间与成本,并提供安全性更高、更加契合环境保护理念的施工环境。作为房建工程装配式项目的基础单元,预制构件生产升级可以在很大程度上提高建筑质量,但当前此类构件生产需大量人工参与,面临相对突出的自动化程度不高问题,故合理与创新应用新技术,有效提升房建工程装配式项目自动化生产水平尤为必要。

所谓自动化生产,主要指的是在极少甚至无人参与的条件下,通过自动化装置智能、自主地完成产品生产及加工等任务。应用智能建造技术对房建工程装配式项目预制构件进行自动化生产,同时智能化管理生产过程,可以在有效提高构件生产效率的同时保证房建工程装配式项目建设水平及质量。对此,本文结合工程实例,探讨房建工程装配式项目建设及其预制构件生产中智能建造技术的应用。

## 1 工程概况

武汉东湖新技术开发区某还建房项目,该项目总建筑面积61.74万平方米,其中地上面积45.84万平方米,地下面积15.9万平方米,含19栋高层住宅。该项目19栋高层住宅均采用装配式,范围从地上一层开始,楼梯、楼板、空调板水平构件采用预制构件,内隔墙采用ALC板,外墙采用全混凝土结构。

## 2 智能建造应用原因与关键技术

### 2.1 智能建造技术应用原因

在BIM、物联网、大数据以及人工智能等各类先进技术的深度融合中,智能建造得以产生并得到极大发展,能够基于人机交互、感知、决策、执行及反馈等的支持在很大程度上提高建筑工程质量与效率。从本质层面进行分析,智能制造建立于数字化标准的基础之上,作为数字建造的重要类型之一,强调对人的技能的替代,以新兴智能化技术为手段改造并升级房建工程施工方式,同时,与设计及管理相结合达到动态化配置目的,以此从整体层面

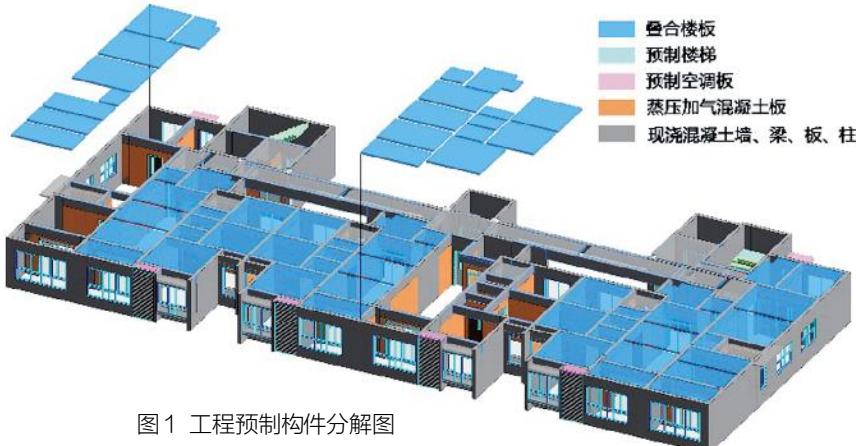


图1 工程预制构件分解图

助力建筑工程品质的提升。分析目前实际形势,全球建造业均彰显出智能化、信息化以及工业化发展特征,我国亦持续加大生产建造方式工业化转型力度,为了从真正意义上将房建工程对传统模式路径的依赖摆脱,需要基于工业化转型升级目标的驱动,对新型建筑工程工业化发展路径进行探索。

考虑到传统房建工程装配式项目竖向预制构件调垂与灌浆效率不高,施工过程不能为数据实施准确记录与追溯提供

保证;材料盘点多对人工方式加以运用,在数量庞大的材料盘点中难以确保效率;实测实量点位数量非常多,人工作业繁重,容易丢失数据,一旦出现爆点问题,处理情况的实际追溯难度亦比较大;项目管理对BIM技术的应用难度较大等诸多问题,结合智能建造诸多优势,本房建工程装配式项目对智能建造技术加以运用。

### 2.2 智能建造关键技术

(1)BIM技术。在装配式项目预制构件制造中,BIM对诸多工料信息如几何、

空间以及建筑组件等均有涉及。在对预制构件进行生产制造之时,BIM技术的功能不仅仅体现在可视化上,还能持续性地提供制造信息。将BIM作为装配式项目构件制造数据源,可弥补人工测量的不足,保证数据完整性,提高传输便捷性,从信息层面有力保障预制构件生产制造的自动化水平。

(2)增材制造技术。又有3D打印技术之称,将传统材料加工方式打破,以三维数字模型为基础,在离散堆积方法的支持下执行三维模型分割任务,获取多个二维平面,进而逐层制造为实体。

(3)三维扫描技术。属于立体扫描技术,原理即激光测距,具有全自动、非接触及高精度特征,能够对空间数据采样点进行直接测量,在此基础上处理点云数据,得到数字几何模型,精度及分辨率均表现优异,能够在预制构件生产制造中实现自动化测量。

(4)机器人技术。能够对装配式项目预制构件进行自动化制造,基于事先设定的计算机程序,对人工方式进行替代,以此提高预制构件生产的标准化与自动化水平,同时,为其生产效率提供保证。

(5)人工智能技术。在装配式项目中,可以发挥人工智能算法的重要载体作用,精准识别与分析预制构件关键信息,进而为其制造及质量控制提供重要指导。

### 3智能建造技术的具体应用

#### 3.1 BIM正向设计

房建工程装配式项目普遍存在预制构件标准化程度以及自动化水平较低的问题,将构件生产成本置于较高水平,造成构件规模化生产难度的加大。对此,本项目以标准化设计体系为基础,遵循“设计、加工、装配一体化”原则,围绕建筑、结构、机电以及内装等展开,通过一体化式的BIM正向设计,保证模数统一与模块协同,打造平面、立面、构件以及部品等标准化积极局面。

细化而言,工程对统一数据标准加以运用执行参数模型构建任务,利用参数对项目各相关信息进行有效整合,保证整个项目周期工程信息创建、管理以及共享的动态性,以此为分布式数据一致性提供保

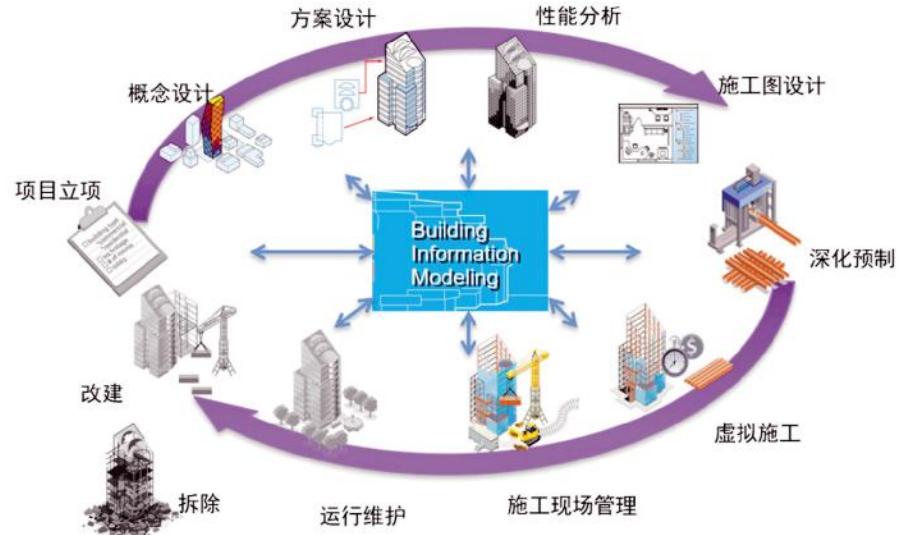


图2 基于标准化设计体系的BIM正向设计应用

证,达到全局共享的目的。项目实施过程中,基于BIM正向设计建成标准构件信息库,有效发挥BIM技术所具有的设计协同、可视化以及模型关联等优势,采用数字化与信息化的方式累积并固化标准化设计知识,以此达到项目全周期“数字孪生”的目的,深层次融合设计、生产、施工、管理以及控制等各项要素。

更为具体地,项目基于标准化设计体系的支持有效协调不同专业,统一模型构建,采取可视化方案执行管线综合排布质量及效果的审查任务,在极大程度上为管线综合图审查及图纸审批提供保证。另外,在对构件进行深化设计的过程中,项目各参与主体相互配合,对以往发生于项目后期的问题进行前移,在构件深化设计和生产阶段采取有效措施加以解决,实现对现场施工作业量及难度的有效降低。图2所示为BIM正向设计在本项目装配式项目全周期的应用。

#### 3.2 智能工厂

与传统意义上的建筑建造相比,房建工程装配式项目预制构件生产有诸多差异显现出来。通常,预制构件以流水线生产为主,在实际生产环节会产生丰富的信息资源,基于房建工程装配式项目比例的逐年增加,将智能建造技术应用于智能工厂中,执行预制构件生产任务意义重大。

(1)智能化生产设备的应用。本项目在对预制构件进行生产的过程中,运用节能、环保、智能特征突出的工厂化智能生

产加工技术,针对预制外墙、预制内墙、预制内隔墙、预制凸窗、预制阳台、轻钢龙骨隔墙、预制外墙带凸窗、预制叠合板以及预制楼梯等各类预制构件,均在智能生产线进行生产,在钢筋制作过程中,运用纵筋间距无极调整柔性焊网机,全面提升钢筋加工自动化水平,保证识图、纵筋间距调整、下料、焊接等全部重要环节的自动化及智能化推进,对于一条生产线,配备操作人员不超过2人,基于智能化与机械化控制,实现人力成本的大幅节约,不仅如此,亦对生产效率及产品质量的提升具有不容忽视的积极意义。

(2)智能制造技术的应用。工程实际生产管理环节对“装配式建筑产业信息服务平台”加以运用,对质量问题进行实时线上追溯,基本单元细化至单一部件,有效发挥无线射频(RFID)与二维码的跟踪作用,全面增强构件追溯能力,在极大程度上提升质量管理效率与安装准确度。

#### 3.3 智慧工地

房建工程装配式项目具有突出的集成化与工业化特征,意味着项目设计与施工面临很大的信息协同及管理难度,既复杂又重要。本项目与施工现场实际情况相结合,成立BIM设计研发中心,以BIM设计协同系统为支持,联合运用部件参数化模型构建以及装配式建筑装配等各类工具,通过对图形的量化提取,在较短时间内完成建筑、结构以及水电暖等模型的构建,为全专业乃至异地设计协同提供重

要支撑。在实际施工作业的开展过程中,本项目有效发挥数字模型的作用,为数据提供重要载体,并在施工管理中对要素数据进行参考,与施工进度相结合科学有效调配资源,将成本控制于合理水平,充分保证项目质量及安全,从整体层面发挥出对项目水平提升的推动作用。

项目施工管理充分借力数字功能,在“智慧工地云平台”系统的支持下,打造安全生产、质量管控、成本管控、绿色施工以及技术创新积极局面。从构成上来看,智慧工地云平台主要包括3大模块,分别为数据采集模块、网络传输模块以及后端集中管理模块,其应用为本项目施工现场管理提供了不可或缺的技术支持,通过施工现场智能监控体系的构建,可对传统手段在监管方面的不足进行密闭,真正打造“人、机、料、法、环”一体化实时监控局面,由主动“监控”对以往的被动“监督”进行替代。

另外,本项目对“装配式建筑发展机制与关键技术”等重要科技成果加以利用,充分有效结合BIM与GIS系统,能够在第一时间显示项目施工信息,包括施工人员、施工装备、施工材料以及施工进度等各类数据,同时,采取B/S架构进行部署,通过手机、平面、计算机等多种终端,均能借助专用软件实时访问并运用BIM模型,达到便捷化管理并控制项目的目的。在装配式构件管理上,项目通过BIM系统生成预制构件二维码身份牌,每一个预制构件与唯一的二维码身份牌对应,实现物理世界和数字世界的连接,用户通过终端可实时获取构件全流程的建造数据,包括加工

仓储、吊装调垂、灌浆以及质量检验等,BIM模型在此过程中发挥数据载体的重要作用,在模型内部集成施工环节的所有数据信息。

## 4 基于智能建造技术的房建工程装配式项目发展趋势

装配式项目在房建工程中的优势有目共睹,今后应更加深入与系统性地探索怎样发挥装配式项目预制构件的重要载体作用,在智能建造技术的有力支撑下,实现我国房屋建筑高质量发展。不过现阶段,智能建造技术在对复杂装配式项目预制构件自动化生产流程的满足上尚存在较大的难度,今后应向着以下方向持续深入发展。

(1)制定技术准入标准。目前,智能建造技术在装配式项目预制构件自动化生产中并没有统一的标准,实际生产作业的推进无法实现高效使用。与智能建造技术的相继产生以及市场需求的飞速增加相伴随,政府相关部门及行业组织应深入开展装配式项目预制构件生产技术标准的制定的工作,明确准入场景,并针对特定场景具体化对智能建造技术的应用要求。

(2)加强技术间的耦合。对目前实际形势进行分析,智能建造技术在房建工程装配式项目不同环节的应用主要为单点应用,并没有足够的普适性,而在制造和质量检测环节,亦往往以单一的预制构件为聚焦点,对全流程的考虑相应欠缺。在智能建造技术持续发展的宏观背景下,今

后应针对性地做好对该技术的集成耦合工作。

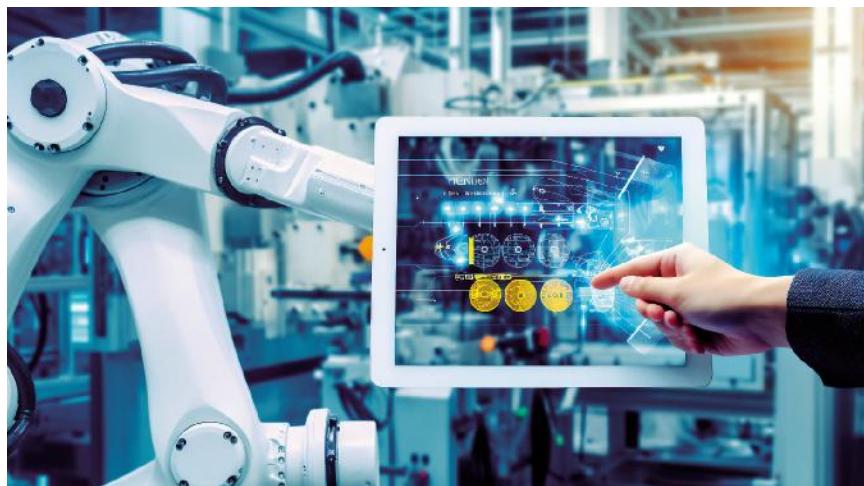
(3)多学科融合寻求技术突破。目前,房建工程桩配式项目的实施依旧有很多重要步骤存在依赖人工的情况,不能实现完全的自动化建设及生产。实际上,智能化装配与预制构件生产既与传统的土木行业有十分密切的联系,还对机械、信息科学、电子科学以及材料科学等诸多学科予以涉及,需要探寻多学科联合开发重要路径,发挥出BIM技术的核心作用,对大数据、云计算以及人工智能等各类先进的信息技术进行集成及深入应用,以此全面推动房建工程装配式项目发展及预制构件自动化生产。

(4)精细化管理。在当前智能化时代背景之下,装配式项目建设及其预制构件生产的精细化程度越来越高,生产流程亦变得越来越复杂,对流程管理所提要求愈发严格,需在各个环节对装配式项目建设及构件生产进行细化,以严格的生产流程化、管理精细化为支撑,最小化各类风险的发生率,真正地发挥出智能建造技术和精益管理的联合作用,从更为深刻的层面推动装配式项目变革。

(5)深化现实应用。目前,房建工程领域很多都是理论研究,主要借助计算机对智能建造技术在装配式项目中的应用进行模拟,分析技术可行性,在对实际项目复杂要求的满足上依旧有较多难题。今后,应持续加大实际装配式项目中智能建造技术的下沉力度,对预制构件真实生产予以落实,以此让智能建造技术为房建工程装配式项目建设以及预制构件生产提供更加优质的服务。

## 5结语

智能建造是一项十分新颖的信息技术,与房建工程装配式项目的结合能够在明显程度上弥补施工管理不足,从整体层面助力装配式项目预制构件生产制造以及项目施工管理效率、质量等的提升,有力推动建筑业的工业化及智能化发展。不过需要承认,智能建造技术在我国的发展尚不成熟,依旧需要经过长期实践检验,将其与装配式项目最为合理的结合方式确定下来。



# 全装配式桥梁智能建造技术及应用

◎ 文 / 中建三局第一建设工程有限责任公司 管世玉 武汉理工大学 刘英桀

## 1 引言

2020年,住建部、发改委等13家部委联合发布《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》明确指出,加大智能建造在工程建设各环节的应用,形成涵盖科研、设计、生产加工、施工装配、运营等全产业链融合一体的智能建造产业体系。

相比于房屋建筑,桥梁构件类型集中,更适宜标准化后装配式建造,桥梁上部结构早在上世纪中后期就已经开始做预制构件,但国内下部结构一体全装配式桥梁发展起步较慢,当下仍处于初级阶段。随着劳动力红利结束、环境安全质量要求提高、工程机械设备迭代、现场施工工艺更新等原因,全预制装配式桥梁将逐渐成为桥梁工程建设的主流趋势。

目前传统预制构件场普遍存在制梁效率低、占地面积大、临建成本高等问题。在人力与材料成本日趋昂贵、城市土地资源日趋紧张的今天,传统预制构件场建设、运营成本日趋升高,不断压缩桥梁工程利润空间,预制构件技术革新已是迫在眉睫。当下,集成了大数据、物联网、机器人等信息化技术以及自动化管理的智慧工厂,已经成为了桥梁预制构件生产基地的发展与转型方向。

## 2 工程概况

G107武汉市东西湖段(高桥二路至额头湾)快速化改造提升工程,主线为城市快速路兼一级公路,辅道为城市主干路,采用“高架快速路+地面辅道”形式。本标段为新城十七路东~八方路西,主线桥

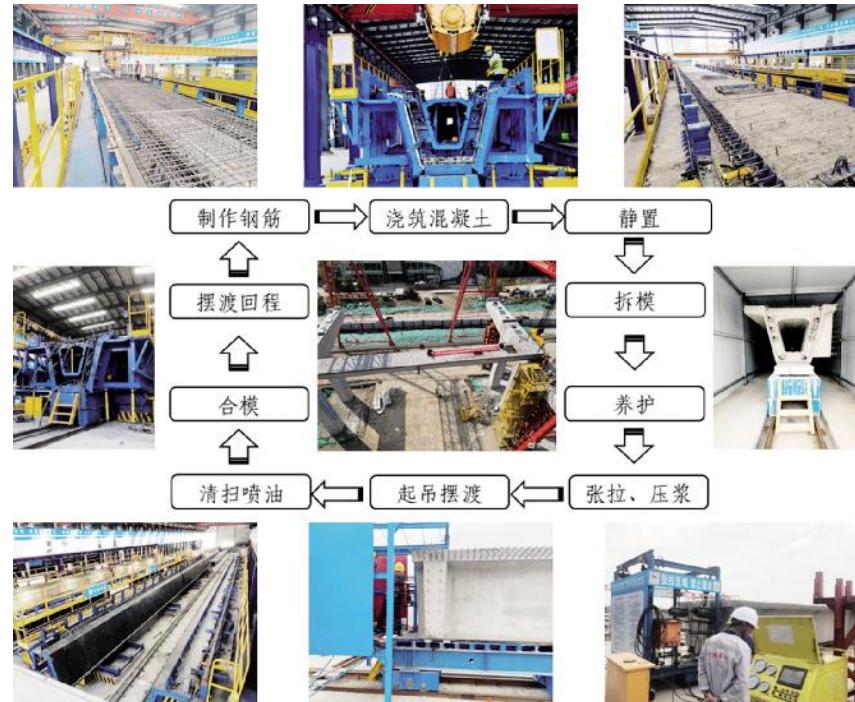


图1 循环流水作业示意图群

全长3.423km,匝道桥全长3.2km,本项目建设包含道路、桥梁、排水、绿化等市政基础内容。

该项目是带动武汉西部发展轴的重要纽带,对于推进武汉“1331”网络化城市空间格局的形成,促进区域一体化发展起着至关重要的作用。

## 3 桥梁预制构件厂智慧化 建造技术及应用

按照生产工艺标准化、产线自动化、管理信息化的总体思路,本项目将点状分

布的预制加工场景进行整体策划布局,并融合智能建造技术,通过自动化移动底车,实现预制小箱梁快速化流水作业。

### 3.1 自动化钢筋加工

智慧PC工厂内采用全数控自动化钢筋加工设备,包括钢筋弯曲机、箍筋三合一智能焊接工作站、钢筋骨架智能焊接工作站、数控钢筋锯切套丝生产线、钢筋切断机、调直机和钢筋焊接机器人,具备钢筋自动调直、定尺切断、弯曲、焊接、螺纹加工等功能。

### 3.2 移动式液压模板系统

智慧PC工厂的移动式液压模板系



图2 智慧梁平台与AI工序识别界面



图 3 G107 全装配式桥梁构件架设建造现场

统包含移动底模、液压侧模、液压内模,配套有行走轨道、底模台车、横移摆渡车,实现流水作业。相较于传统模板,工序衔接紧密,大幅提高施工效率;自动化程度高,可有效提高预制梁成品质量。

### 3.3 自动化混凝土浇筑

传统混凝土浇筑施工人工投入大、效率低、文明施工效果差。本项目智慧 PC 工厂采用鱼雷罐、布料机等设备,实现全程智能化施工。施工效率提升 200%,每榀梁浇筑时间节省 3 小时。

### 3.4 混凝土养护智能化系统

传统喷淋养护与冬季蒸汽养护人工投入大,蒸汽养护棚热量流失快,强度及弹性模量上升慢,养护周期和效果难以保障。为此在工厂内设置了绿色生物质养护窑,根据蒸养与标养试验对比的研究,提出了适用于快速高温养护的混凝土配合比和蒸养制度,兼顾预制梁力学性能、长期耐久性、生产效率,每榀梁节省养护时间 6 天。

### 3.5 预应力智能张拉压浆系统

传统张拉压浆施工张拉效率低、压浆不饱满、人工成本高、安全风险高。预应力智能张拉压浆系统包含数控张拉、大循环智能压浆系统,通过传感技术采集设备数据,并实时传输,实现张拉、压浆全过程自动化。

### 3.6 智慧梁场云平台

融合 BIM+ 实景建模技术,打通了智慧梁场云平台与 BIM 技术数据桥梁,在智慧梁场 BIM 模型上挂接全链条工序数据,解决了线性工程制架梁进度匹配管控难题。同时引入 BIM 可视化引擎,智能分析施工工效、智能推荐制梁计划和架梁计划,直观检查进度计划的可行性,辅助项目决策。结合视频监测系统,开发了全国首个预制梁智能 AI 工序识别技术,实现

了箱梁全工序自主智能识别。

## 4 全预制装配式桥梁智能化施工技术及应用

通过核心预制拼装工艺,打造预制构件“制-运-架”施工技术,盖梁施工实现了毫米级误差,搭积木式的桥梁建造,建设了湖北省首个全预制装配式桥梁。

装配式构件(墩柱、盖梁)拼装施工过程中,构件拼装的精确度依赖构件制作精度、施工测量精度和构件拼装工艺。

#### (1) 钢筋、灌浆套筒高精度定位

在预制场中,装配式构件在定制胎膜、胎架上进行钢筋绑扎,确保钢筋线型顺直、间距均匀、位置精准,保护层厚度合格率 100%。

#### (2) 墩柱垂直度高精度控制

墩柱与承台连接采用灌浆套筒连接工艺,前期在现浇承台中预埋钢筋定位板确保外伸钢筋与墩柱底端灌浆套筒可以一一对应。现场架设时,通过标志点对照、定位钢板实现初调,在墩柱的经纬方向安置四台具有自锁功能的 50t 千斤顶校正立柱的垂直度,保证精度。

#### (3) 节段盖梁高精度快速拼装

受钢桁架杆件多点限位拼装工艺启发,研发应用定位销桩、延伸嵌合对接销

孔等一整套嵌合定位辅助用具,可延伸盖梁梁体,并提供除墩顶预埋钢筋之外的第二空中定位点辅助盖梁吊装施工。该工艺可实现单吊机精确控制盖梁空中姿态,减少大型履带吊机周转困境,提高分段盖梁吊装施工效率及精度。

## 5 结语

通过 G107 项目的具体实践,智慧 PC 工厂采用先进工艺、工厂化流水作业,提升工效 60%,节约临时用地面积 23%,减少劳动力投入 35%。对生产过程数字化转化,实现了“智慧制梁”。主线桥装配率达 61.3%,通过核心预制拼装工艺内控工期提前 10 个月,减少劳动力约 40%,培育了一批产业化工人。

项目通过系列智能建造的落地应用,截至目前,获得武汉市工人先锋号、“江城十大智慧工地”、入选 2023 年度武汉市智能建造第一批试点项目等共 20 项荣誉,并受到新华社等国内多家知名媒体采访报道。

此外也相继召开了 2023 年湖北省全预制装配式桥梁智能建造学术论坛、湖北省智能建造产业协作联盟技术交流会、国家级观摩会,与行业专家、学者交流前沿施工工艺与技术,共谋智能建造发展。



图 4 延伸嵌合工艺研发近地面试验

# 智能建造技术助力建筑业高质量发展

◎ 文 / 中建三局科创公司 郑志远

我国建筑业通过几十年的发展,在规模和重难点工程攻坚方面都取得了长足进步,绿色和环保等新要求为建筑工业化发展迎来了新的机遇和挑战。随着劳动力结构的变化,我国建筑工人的数量逐年减少,50岁以上建筑工人的比例逐年增多。这一趋势不仅导致了建筑行业的劳动力短缺,而且由于工人年龄增长,工伤发生概率相应提高。因此,建筑业发展迫切需要一种新的解决方案。

人工智能与建筑行业的深度融合,推进建筑工业化转型升级,对智能建筑机器人的需求也急剧增加。2020年,住房和城乡建设部发布的《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》明确提出,要围绕建筑业高质量发展总体目标,以大力发展建筑工业化为载体,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的应用。在此背景下,建筑机器人在工地的应用将成为解决途径之一。

然而,智能建造技术在应用过程中仍面临诸多问题与挑战,如技术成熟度不高、产业链协同不足、标准化程度不高等。因此,研究智能建造技术在建筑全生命周期的应用对于推动我国建筑行业转型升级具有重要意义。

## 一、智能建造技术解决的问题

智能建造是一种融合了先进的信息技术、自动化技术、机器人技术、人工智能技术及大数据分析技术的现代高新技术建造方式。其在传统建造方式的基础上,通过智能化手段实现工程建设的自动化、信息化、智能化和绿色化,在施工阶段主要以建筑机器人为主,通过集成先进技术设备,提高施工的效率、质量和安全,同时减少成本和环境影响,是建筑行业发展的必然趋势。

### 1. 智能设计

智能设计不局限于某一特定技术,而是多种现代技术的集成应用,涉及参数化设计系统、设计方案智能优化、数字设计辅助审查、设计与生产的数据集成共享、基于BIM的协同设计等多个方面。

### 2. 智能生产

通过引入先进的制造技术和设备,实现建筑构件和部品的自动化、智能化生产。智能生产的目标是提高生产效率、降低生产成本、提升产品质量,减少环境影响。

(1) 自动化生产线。通过使用建筑机器人、自动化设备和控制系统,实现建筑构件的快速、精确生产,减少人工操作,降低生产成本,提高生产效率。

(2) 3D打印技术。该技术在建筑领域的应用越来越广泛,可以直接将数字模型转换为实体构件,实现定制化生产,减少



浪费,提高生产效率。

(3) 预制建筑。其是指将建筑构件在工厂预先制造,再现场组装,可以提高生产效率,降低生产成本,减少现场施工对环境的影响。

### 3. 建筑机器人

建筑机器人的应用范围非常广泛,可以囊括建筑施工的各个阶段和领域。例如,在混凝土施工中,建筑机器人可以完成浇筑、振捣、抹平等任务;在钢结构施工中,可以完成焊接、切割、钻孔等任务;在安装施工中,可以完成管道、电气、幕墙等安装任务;在装修施工中,可以完成墙面涂刷、地面铺装、家具安装等任务。总之,建筑机器人可以替代人工完成各种建筑施工任务,提高施工效率和质量,降低施工成本和环境污染;也可以减少人工操作和劳动力需求,提高建筑施工现场的安全

性和可持续性。

### 4. 智能运维

智能运维是指利用信息技术和自动化技术对建筑设施实施监控、管理和维护,以提高建筑设施的运行效率、安全性、舒适性和可持续性。

(1) 智能化空间管理。利用信息技术和自动化技术对建筑空间进行管理和优化,以提高空间利用率、舒适性和安全性。可进行空间监测和管理、空间使用计划和管理、空间使用预测和优化、空间安全和应急响应管理。

(2) 智能化安防管理。针对防盗、防劫、防入侵、防破坏等方面开展管理工作,保护人身财产安全,创造安全、舒适的居住环境。智能化安防管理通过应用智能化系统,对传统的安防工作进行提升,当出现异常或危险状况时,能够自动识别,通

知管理人员,必要时进行报警;可严格控制人员出入;高效开展对巡检人员的管理工作,确保巡检人员能够按时、按路线完成巡检工作。

(3)智能化设备管理。通过应用人工智能等现代技术手段,实现对建筑施工设备高效、智能、安全的管理。可提高设备管理效率、降低设备管理成本、加强设备使用安全性、延长设备使用寿命、实现设备高效协同和智能化管理。

#### 5.建筑产业互联网

依托对建筑行业大数据的全面采集、实时传输、快速处理和高级分析,推动供应链管理、协同设计、智能制造、智能施工和智能运维的革新。这一变革与工业互联网融合,促成了一个全产业链一体化、智能化的建造产业和应用生态。建筑产业互联网可分划分为五大关键平台类型:面向企业级的智能化协同设计平台、工程造价全周期智能化管理平台、智能化供应采购平台、建造全过程智能化管理平台、面向监管层智能化行业监管服务平台。通过这些平台的协同作用,建筑行业将变得更加高效、透明和智能,为参与者带来更丰富的价值。

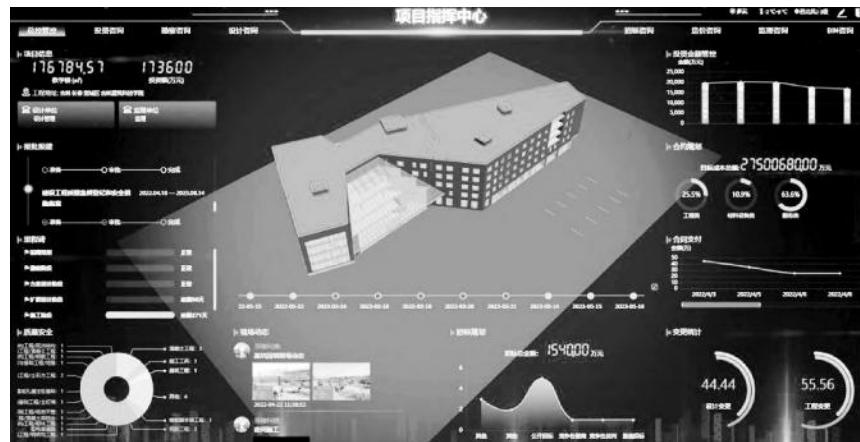
## 二、智能建造技术在建筑全生命周期中的应用

### 1.设计阶段

在设计阶段,智能建造技术可以通过建筑信息模型(BIM)实现对建筑项目的虚拟仿真和数字化建模。设计师可以利用BIM技术进行建筑结构、机电系统、装饰装修等方面的设计,实现各专业之间的协同工作和信息共享。通过BIM技术,设计师可以更加直观地展示建筑项目的效果,预测项目施工过程中可能出现的问题,提前进行调整和优化。设计阶段的应用主要体现在建筑信息模型(BIM)、参数化设计、性能模拟、协同设计、设计优化、可视化等方面。

### 2.施工阶段

在施工阶段,智能建造技术可以通过人工智能、数字化等技术实现智慧工地管理。施工方可以对施工现场的物资、人员、设备等实时跟踪和调度,提高施工效率和



质量。此外,智能建造技术还可以通过自动化施工设备实现部分施工任务,降低施工风险和成本。

(1)智能搬运及配送。移动机器人能够在工地上运送材料,如砖块、水泥和其他建筑材料等,减轻工人的负担并提高效率。例如,由加拿大公司Clearpath Robotics开发的Husky机器人被广泛应用于建筑工地执行物流运输任务。它能够携带重型建筑材料和设备,通过自主导航系统按照预定路径运输材料,全程无需人工干预。

(2)智能巡检。机器人可在工地上执行定期安全巡检,监控设备状态和工作环境,确保建筑现场的安全。例如,波士顿动力的四足机器人Spot常常被用于建筑工地的安全巡检和监测工作,收集相关数据,以促进施工流程和安全管理。此外,安防巡检机器人可以24小时不间断在指定区域进行巡逻执法,机器人配备了可见光摄像机、红外摄像机、气体传感器等检测设备,在提供稳定视频监控画面的同时,基于图像识别技术集成模式识别算法进行智能分析,实现人脸识别、安全帽佩戴识别、反光衣穿戴检测、工服检测、危险区域检测识别、车辆识别、入侵检测等,发现异常情况及时预警。

(3)智能测量。运用传感器和地图技术,移动机器人能够扫描土地表面并绘制地图,为后续施工提供精准数据。我国自主研发的自动行走建筑智能测量机器人能够基于BIM模型实现自动寻径,并将

BIM模型与现场坐标系进行智能匹配,选择最佳坐标对房间信息进行全方位测量。

(4)辅助施工。移动机器人还可用于辅助施工,如提供组装辅助和简单施工任务执行。例如,碧桂园集团全资子公司博智林机器人公司已有21款建筑机器人投入商业化应用,包括混凝土天花打磨机器人、地面整平机器人、测量机器人、喷涂机器人等多种不同类型的机器人,极大地提高了施工效率。

### 3.运维阶段

在运维阶段,BIM和物联网等智能建造技术实现对建筑项目的自动化运维和智能化管理。运维人员可以利用这些技术实时监测建筑项目的运行状态,预测和诊断潜在问题并进行及时处理。此外,智能建造技术还可以为建筑项目提供数据支持和决策依据,提高运维效率和质量。

随着建筑工业化的推进,智能建造技术在工程项目中的应用日益广泛。未来,建筑业的持续发展将取决于多种形式的智能建造技术的应用。从数据收集和分析到现场实地施工,再到后期安全维护,移动机器人的角色将变得愈加关键,不仅是简单的施工工具,更是建筑领域智能协作的先锋。随着科技的飞速发展和机器人技术的日益成熟,智能建造技术在建筑领域的应用将迎来更为广泛和深入的拓展,以人工智能为核心的智能建造技术在协同作业、智能决策等方面的作用将更加显著。

# 智能建造技术助力市政交通工程

◎ 文 / 武昌区建设局 杨岚

随着建设技术的不断发展，我国城市交通工程的设计和建设也由原来的人工绘图转变为3D和2D平面图结合的手段进行。通过BIM技术实施工程设计、建造等工作，推动了施工建设的信息化发展进程，充分发挥了BIM技术可视化、可模拟、数据信息整合的优势，以此来促进施工顺利完工、节约施工成本的目的实现。市政交通工程中的施工量较大且施工环节非常复杂，各种专业在工程中交叉应用也给工程的管理带来了不小的挑战。管廊构建是市政交通工程其中一个单元，关系着交通道路的整体质量和功能，在市政交通施工阶段采取信息化、智能化技术，可以对施工现场的各项工作给予合理的指导，从而可以从生产、施工等方面提高市政交通工程的施工效率和施工质量。BIM技术与软件、设备等结合应用，提高了设备对信息数据的处理和分析能力，也为施工方提供了资源交流平台，施工项目的施工过程得到了充分的管理，也保证了施工质量的提升。

## 一、BIM技术分析

BIM技术是智能建造技术，是在3D模型的基础上构建而来的技术，可以将制造化信息、数据化信息等整合起来，把建筑的相关信

息、建筑施工图纸和施工思维等融合一起，为工程施工奠定良好的基础。BIM技术应用在市政交通工程中可以有效的缩短施工周期，

对施工现场、施工进度等都给予严格的管理与监督，保证各项人力物力等资源可以发挥积极的作用，不会出现资源浪费问题。

## 二、市政交通工程的重点和BIM技术应用重点

市政交通工程具有工程量大、工期紧张的特点，同时受到外部因素的影响给施工过程带来了不小的挑战，对于工程施工的重点和难点分析后，发现了以下几点内容。

第一，工程体量较大，施工线路较长，施工中存在着多个专业学科交叉的情况。要做好对工程施工的部署与规划，保证可在工期内顺利完工是市政交通工程施工的重点，而管廊管线的数量和种类较多、管理不到位等也给施工现场的施工带来了不小的阻碍。

第二，工程受季节的影响，有些工程所处地区的雨水量较多、年降水量丰富，因此在施工阶段要对现场排水、土方边坡、起重设施临时放置等给予重点的管理和监督。

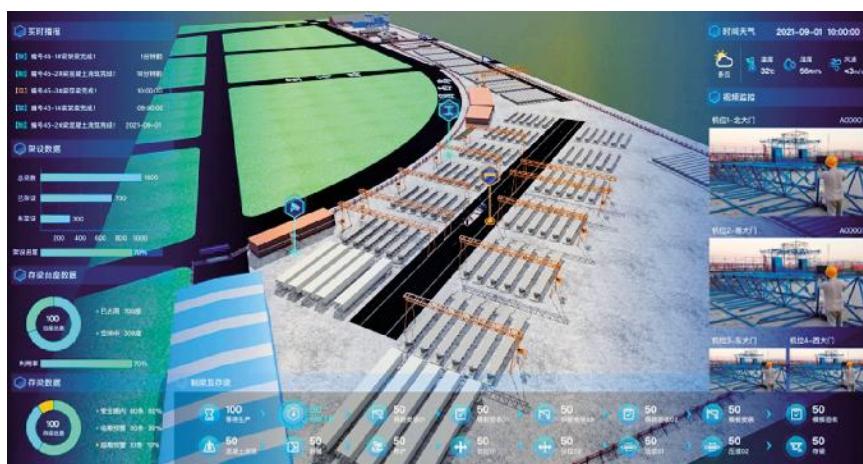
第三，市政交通工程作为城市发展的重点内容，对各个环节的施工都提出了极高的要求，而且工程施工工期较短，那么就必须以提高施工效率为基础，合理应用智能化技术来保证施工安全、顺利完成。

第四，城市交通工程的施工标准较高，且组织规划以及管理难度较高。所以在建筑设计计划的过程中，要考虑到环境

和经济的影响。施工过程中，要将BIM技术运用到施工成本、施工进度和施工质量等方面。

BIM技术作为智能建造技术，在市政交通工程中应用的重点为：第一，在工程设计图纸的基础上构建BIM模型，通过BIM模型的模拟功能可以发现设计图纸中存在的问题，将问题及时反馈给图纸设计人员来进行调整。第二，BIM技术在施工现场的应用可以实现对材料、施工安

全、施工质量的动态化监管。施工数据来源于传感器、监控设备等，监控器可以采集施工现场的画面和施工安全信息，然后将这些数据传输到BIM数据库中。第三，BIM技术为管廊建设提供了一种智能化的方法。通过将现场采集到的数据导入BIM模型，实现了对管廊进行实时管理。BIM技术能够展示管廊的属性、位置等信息，以便合理地规划管廊的布局，为市政道路工程的施工奠定良好的基础。



### 三、BIM 技术在桥梁工程中的应用

#### 1.在工程可行性研究中的应用

首先, BIM 技术可以完成对施工评估过程的前期预判,从而能够对项目主次结构的关系和内在联系给予合理的分析,本文主要从宏观、微观等方面对建设项目产生的影响进行了分析。在传统的管理方式下,对项目的可行性分析主要建立在管理者的经验基础上,没有根据数据的具体情况进行分析和研究,这种状态导致项目工程在前期调研的过程中存在着很多问题无法得到有效的解决。BIM 技术的运用,能够对施工现场进行仿真,并对工程进行预演,进行工程模拟,确保后期施工的顺利进行。其次,BIM 技术全面推动了城市交通运输功能的实现。从建筑工程功能的角度出发对项目建设的可行性进行分析,通过 BIM 技术对建设项目的功能进行仿真,从而实现对项目的可行性评价。BIM 技术还能为工程设计人员在可研阶段提供大量的资料,并对某些建筑的功能进行改进。最后,BIM 是城市交通建设项目建设的重要组成部分。BIM 技术在建立工程模型之后,不仅可以对模型进行定量的数据分析,而且还可以对模型进行修改和改进,对于工程投标人来说可以利用 BIM 技术制定方案,分析方案的缺点和优点后再制定合理的施工方案。

#### 2.在项目设计中的应用

第一,BIM 技术应用的优势。首先,BIM 技术可以展示整个工程的全过程,而城市交通是基于项目的,以往的方法都是以平面图为基础,以平面图为基础,进行工程建设,但是二维的图纸也有很多的问题,随着 BIM 技术的应用实现了对工程全过程的可视化模拟,能够直观的看到项目施工阶段可能存在的问题,从而能够制定针对性的解决方案,为后续工程的顺利完成打下了坚实的基础。其次,BIM 技术能够实现对设计的检查,一个项目可以保证施工完善那就必须有强大的施工团队,其中就涉及大量的人力、物力等,但是传统的设计方式就无法完成对模块的规划、分类等操作,数据误差也因此形成。BIM 技术应用后可以通过三维立体模型完成模拟,对施工过程中的各个环节进行分



析,发现问题后可以立即制定解决方案,避免了给市政交通项目留下严重的安全隐患。BIM 技术应用后也实现了工程设计的协同发展。市政交通项目施工中与电力行业、机械行业等都有密切的关系,因为传统图纸展示的方式比较局限,对于图纸标注也缺乏统一的标准,导致很多设计意图无法被体现出来,给施工带来了不良的影响,甚至会影响施工工期。BIM 技术应用后实现了工程与各个行业之间的沟通交流,交流更加顺畅也节省了人力、物力等资源,设计理念顺利得到推广从而促进了各个专业、各个部门的人员能够通力合作,朝着一个目标不断努力。

第二,BIM 技术的具体应用。首先,构建 BIM 模型。BIM 技术要发挥作用的基础就是要构建 BIM 模型,构建的模型质量也关系到工程项目的整体质量。模型构建的时候应结合工程设计要求,图纸和施工工艺的要求,利用 Revit 软件,修改、改进了二次开发的模型及各参数。其次,环境变量的构建。当涉及到材料和模型的修改时,要按照项目的生态环境来构造环境变量,建立好了模型之后,再通过 evit 中的标高轴网来展示模型中的各种细节,同时也要注意对模型中的各项参数进行不断的完善,满足工程的需求。结构模型中也要采用不同的放置模型进行完善,最终

完成项目设计中的 BIM 模型构建。再有就是深化结构的设计。深化结构与施工过程中的各项问题有很大的关系,所以要在市政交通工程中进行线路的碰撞探测等工作,并应对力集中区及预应力的情况进行分析,根据施工场地的具体条件对其进行仿真,使项目的设计者和施工人员可以通过仿真,找出结构中的问题,并进行优化,从而有效地提高了工程建设的质量,提高了工程的效率。

最后,对项目数量进行统计。在项目建设阶段,要借助专业成本软件对其进行分析,由于工程设计的数据量较大因此也会出现数据错乱的问题,很难完成精准的数据统计。BIM 技术通过计算机可以快速、准确的获取数据,能够最大效率的完成工程量的计算,而且随着设计方案的变化工程量计算结果也可以快速更新。因此,BIM 技术应用后极大程度的提高了市政交通工程的施工效率。

#### 3.BIM 在建筑施工环节的应用

交通工程施工阶段主要应用到 BIM 模型设计和规划等内容,同时也需要采取施工现场管理、施工流程管理等内容,这些都可以通过 BIM 技术来达到要求。

第一,工程施工阶段,不同专业的对接容易出现认知偏差和争议,这些都会对工程的施工进程带来影响,导致工程无法

按照规定的日期完工。BIM 技术的应用则可对施工现场的变量环境等进行精准的模拟,将实时信息呈现出来,有效提高了人力资源管理、分配的质量,人员的分配、施工时间等都可以给予具体的说明,施工现场的工作秩序得到了规范,各个专业人员之间的沟通和分配等也更加的顺畅、快速。

第二,BIM 技术可以有效的掌控交通工程的施工进度。对于市政交通项目的施工人员,工作的一大重点就是要把控好施工进度,按照规定的日期完成施工。当前,我国城市道路建设由于受传统的管理方式的制约,导致建设进度得不到保证,甚至出现工期延误和超工期现象。BIM 技术可以对数据进行收集、分析等,进而建立 BIM 技术,从而实现最优的资源分配,极大地提高了建设的效率。BIM 技术的应用也可以根据施工过程中的变化来调整施工方案,有效减少了工程超出工期的问题,也节约了施工成本。

第三,BIM 技术在施工质量管理中的应用,市政交通工程的施工评估对施工是否可以顺利完成有极大的影响。在以往的工程质量管理过程中,一般是按照制度、流程等要求进行管理,制度和流程的制定也源于管理人员以往的工作经验等,很难构建统一、规范的标准化评估体系。BIM 技术应用后则可实现对施工技术的模拟,从而方便管理人员在此基础上制定施工



规范流程,保证施工技术符合工程的要求。

#### 4.BIM 在工程竣工中的应用

市政交通工程完工后,就需要交给运营单位进行运营。竣工运营就是工程施工的最后一个环节,市政交通工程的价值也在这个阶段真正的体现出来。因为城市交通工程具有周期长、造价高等特点。所以,为了提高工程完工后投入使用的工作效率,BIM 技术应用后实现了对前阶段信息的拓展和对工程的动态化管理,有效提高了施工效率和施工质量。首先,BIM 技术在工程竣工后的运作过程中,可以为工程建设的各个阶段提供大量的信息,使管理者了解工程的空间信息,节省工程的运行费用,确保建设工程空间的合理利用。其

次,利用 BIM 技术进行 3D 建模,还能为项目建成后的运行提供可靠的基础,从而能有效地提升这一阶段的管理水平,保证市政交通工程的竣工运营顺利完成。

通过对智能施工技术在城市道路建设中的运用进行了剖析,得出了 BIM 技术在城市道路建设中具有很好的应用前景和推广价值,BIM 可以对各种实验对象、工程特点、工程材料的供给等方面进行分析和计算,同时也能够按照工程的工程预算来进行核算,充分将智能建造技术的功能发挥出来,不仅提高了市政工程的施工质量,也提高了工程抵御外部风险的能力,BIM 技术实现了信息的共享、促进了信息的采集,对市政交通工程实现精细化管理奠定了良好的基础。

## 会刊 2024 年第 9 期专题策划约稿 如何建造“好房子”

今年 9 月是第 47 个全国“质量月”,主题是“加强质量支撑 共建质量强国”。为全面贯彻党的二十大和二十届三中全会精神,落实《质量强国建设纲要》部署,以建造绿色、低碳、智能、安全的“好房子”为基点,以“好住、好料、好省、好看、好值”为标准,武汉建筑企业要更新观念、积极谋划、主动创新,共同努力为人民群众造好房子贡献力量。

《武汉建筑业》杂志 2024 年第 9 期

专题策划确定以“如何建造‘好房子’”为主题。请各会员单位紧紧围绕“好房子”做文章,紧扣主题,发表看法,总结经验,提出建议,具体要求如下:

1. 契合主题,2000-3000 字左右为宜,最多不超过 5000 字;
2. 内容原创,文责自负;
3. 配图要求自行提供,与文稿内容相关,图片清晰,像素高;
4. 2024 年 9 月 18 日前投稿;
5. 文末留下作者的联系方式、通讯

地址及邮编;

6. 投稿联系人及联系方式:  
封面人物、封底工程、专题策划、行业论坛及会员之家:陶凯,电话 18672937026,邮箱 13389662@qq.com 或 whjzyxhyx@163.com。

文苑、光影世界:韩冰,电话 18171464909,邮箱 807606404@qq.com。

武汉建讯(会员新闻):李霞欣,电话 15172399524,邮箱 506907881@qq.com。

# 路虽远行则将至 工程企业国际化发展迈上新征程

◎ 文 / 郭刚

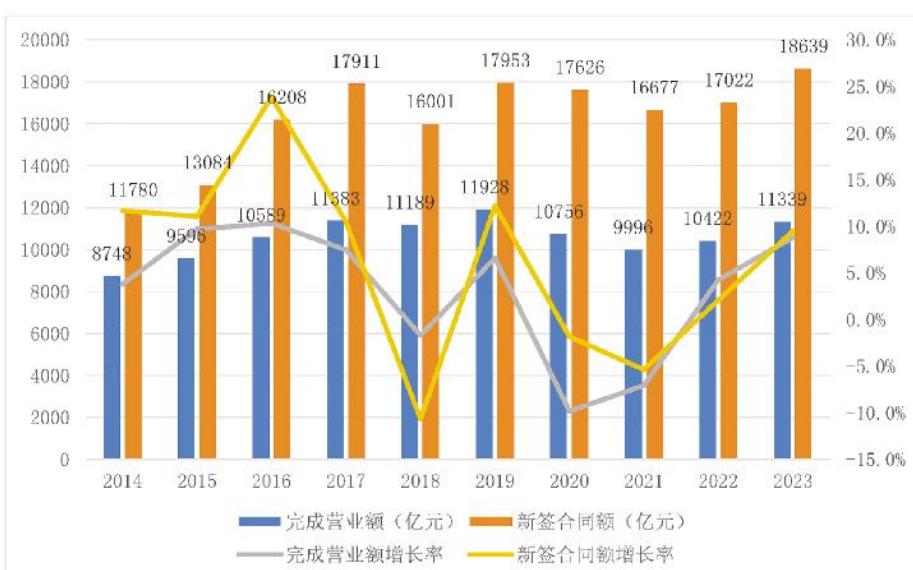


## 一、我国对外承包工程重回增长轨道

图1:近十年我国对外承包工程发展情况

自2013年我国提出“一带一路”合作倡议以来,对外承包工程发展进入快车道。2016年,对外承包工程业务完成营业额首次突破1万亿元,同比增长10.4%;新签合同额突破1.6万亿元,同比增长23.9%。不过,伴随着全球宏观环境的变化以及疫情的到来,2019年后我国对外承包工程发展放缓并且有所下滑。疫情过后,我国对外承包工程重回增长轨道。

根据商务部统计数据,2023年我国对外承包工程业务完成营业额11338.8亿元人民币,同比增长8.8%(以美元计为1609.1亿美元,增长3.8%);新签合同额18639.2



亿元人民币，同比增长 9.5% (以美元计为 2645.1 亿美元，增长 4.5%)。

2024 年，我国对外承包工程业务加速发展。2024 年 1-5 月，我国对外承包工程业务完成营业额 4175.9 亿元人民币，同比增长 12.3% (以美元计为 587.9 亿美元，增长 8.8%)；新签合同额 6200.9 亿元人民币，同比增长 25.6% (以美元计为 873 亿美元，增长 21.7%)。

## 二、八大建筑央企是绝对主力，一些专业企业表现突出

以中国建筑、中国中铁、中国铁建、中国交建、中国电建、中国能建、中国中冶、中国化学等八大建筑央企为代表的中国工程企业积极融入“一带一路”建设，在国际化发展方面展现出强大的活力。

2023 年八大建筑央企合计海外新签合同 16182 亿元，占我国对外承包工程新签合同的 86.8%。和 2022 年相比，2023 年八大建筑央企海外新签合同同比平均增长 16.7%；其中，同比增速最高的为中国化学，海外新签合同同比增长 165.5%；同比增长绝对额最大的为中国交建，海外新签合同额同比增长 1030 亿元。2023 年八大建筑央企海外新签合同平均占企业新签合同的 9.7%；其中，中国化学海外新签合同占本企业新签合同比例高达 30.8%。

一些优秀的专业工程企业在国际化发展方面表现更为突出。以中材国际为例，2023 年中材国际海外新签合同 333 亿元，同比增长 55%；同时，海外新签合同占本企业新签合同的 54%。在国内水泥行业需求萎缩、价格低位下行、新增项目机会大幅锐减的市场背景下，海外市场的成功拓展推动了中材国际的逆势增长。



表 1:2023 年八大建筑央企海外新签合同情况

企业	海外新签合同 (亿元)	同比增长	占企业合同比例
中国建筑	1860	12.3%	4.3%
中国中铁	1998	8.7%	6.4%
中国铁建	2528	-17.4%	7.7%
中国交建	3197	47.5%	18.2%
中国电建	2152	11.9%	18.8%
中国能建	2807	17.1%	21.9%
中国中冶	634	43.7%	4.4%
中国化学	1006	165.5%	30.8%



### 三、新兴国家城镇化潜力巨大

由于诸多因素,目前我国对外承包工程的主要市场为发展中国家。虽然从国际工程建设市场投资额上不具优势,但是建设周期更为长久,发展潜力更为巨大。

东南亚、中东、非洲等新兴国家近年来处于经济快速增长期,工程建设需求旺盛。以东南亚为例,在基建投资方面,印尼、菲律宾、泰国、越南纷纷提出明确的基建投资计划,如印尼迁都计划投资约2339亿人民币。在工业投资方面,新兴国家重视工业化进程,相继推出“工业4.0”战略,如越南拟在2030年实现工业在GDP中占比超四成的目标,印尼拟在2045年将制造业对GDP的贡献提升10个百分点等。

新兴国家普遍人口众多,老龄化程度低,城镇化、工业化发展潜力足,正在完善税收及招商引资政策,以吸引国际产业资本加大投资。其二,部分中国或者其他国家制造业因产业升级和避免产业链脱钩断链风险需要,正在将一些制造业向东南亚等区域转移。其三,大宗商品价格持续上涨,部分资源国如俄罗斯、中东等显著受益,延伸资源品产业链及完善国内产业布局需求大幅提升。预计未来这些因素还将强化,推动新兴国家城镇化、工业化进一步加速。

### 四、加快能力建设,发挥综合优势

当前,全球经济下行态势尚未完全扭转,叠加地缘政治危机和国际摩擦不断、供应链风险增加、通货膨胀、技术人才短缺等多种因素,国际工程承包市场走势仍存在一定的不确定性。

面对未来,我国工程企业一方面需要认识到国际化发展是后城镇化时代大型工程企业持续增长的必要条件,有雄心的工程企业应该树立长期主义,加强支撑国际化发展的各类资源储备。另一方面,工程企业需要加快自身能力建设,持续增加市场竞争力,以克服潜在风险。

强大的经营能力和良好的关系网络对国际化发展至关重要。工程企业应该对当地市场需求具有深刻理解,不能仅靠简单复制以往的成功经验来开拓新市场和新领域。工程企业需要对当地社会文化具有深入认识,需要投入精力维护良好的社区关系和企业形象,需要在当地市场拥有一批长期合作伙伴,以足够的耐心和毅力来培育和发展国际市场。

对于国际工程建设而言,工程企业的财务融资能力愈加重要,能否以较低的成本来获得大额信贷资金往往决定了项目营销的成败。财务融资能力的背后是工程企业的商誉和信用建设,需要久久为功,不可能一蹴而就。

技术创新能力是工程企业面对市场竞争的重要支撑。节能减排、环境友好型社会的发展,相关的环境法规和绿色低碳材料和技术的应用,以及数字化技术的推广,都是国际工程建设市场上具有积极意义的热点,除了增加项目机会,由此带来的技术创新将提高建设效率,降低成本,有助于工程企业市场竞争力的提升。

此外,工程企业需要充分发挥我国产业的综合优势。我国工

图2:中国对外工程承包商会发布的“一带一路”国家基础设施发展指数

排名	国家	2024年基础设施发展指数		同比变动
		得分	得分	
1	沙特阿拉伯	137	+ 6	↑ 2
2	印度尼西亚	134	--	↓ 1
3	越南	132	+ 4	↑ 2
4	马来西亚	129	--	↔
5	阿拉伯联合酋长国	128	+ 4	↑ 1
-	巴西	127	--	-
6	乌兹别克斯坦	122	+ 3	↑ 4
7	阿尔及利亚	121	+ 5	↑ 16
8	柬埔寨	120	+ 4	↑ 7
9	哈萨克斯坦	120	+ 5	↑ 18
10	蒙古	120	+ 3	↑ 3
11	泰国	120	+ 4	↑ 7
12	尼日利亚	120	--	↓ 4
13	新加坡	120	+ 4	↑ 4
14	埃及	119	- 2	↓ 7
15	孟加拉国	118	+ 2	↑ 6
16	俄罗斯联邦	118	+ 3	↑ 9
17	巴基斯坦	118	+ 1	↓ 5
18	伊拉克	118	- 1	↓ 9
19	坦桑尼亚	118	+ 1	↓ 5
20	菲律宾	118	- 14	↓ 18

程企业在国际工程建设市场上不仅工程建设经验丰富,效率、成本优势显著,而且还拥有强大的装备材料优势和丰富的产业运营经验,在特定领域的投建营一体化模式特别是运维服务方面具有不可比拟的竞争优势。以中材国际为例,公司依托水泥工程总承包优势,向生产运维及高端装备转型。运维方面,中材国际境外业主多为非水泥主业的当地财团,缺乏生产运维经验,公司凭借卓越的水泥生产线建设与服务能力获得业主认可,进而获取运维订单。装备方面,中材国际下属天津院、合肥院掌握了核心装备研发制造能力。2023年中材国际运维及装备业务毛利合计占比近50%。根据中材国际“十四五”规划,到2025年末工程、装备、运维三大主业利润将各占三分之一,并且装备、运维业务现金流更好,为中材国际商业模式升级和持续健康发展夯实了根基。

路虽远行则将至,事虽难做则必成。工程企业需要坚定国际化发展的信心,走出去大有可为!

# 市场经营需要从“自由散漫”走向“科学管理”

◎ 文 / 包顺东

当发展红利消失,如何获取新项目将是关系企业生死存亡的重要问题。面对危机与挑战,针对“自由散漫”下建筑企业普遍存在的“不研究”“不持续”“不协同”“不系统”等问题,建立规范、科学、高效的市场经营体系的重要性不言而喻。通过搭建包含产品体系、市场体系、承揽体系、客户体系、资源体系、团队体系的市场经营体系,掌握科学管理手法,助力企业披荆斩棘。



当签合同成为危及生存的头等大事,建筑企业市场经营的混乱无序才清晰可见。

对建筑企业来说,过去连续增长的合同额主要依赖于行业的发展红利。当行业发展的潮水退去、红利不再,依靠多跑跑、多联系、多喝酒的方式去签合同已经不灵了,怎么才能保持市场的稳定可持续成为大多数建筑企业迫在眉睫的问题。为此,笔者结合多年咨询经验,对建筑企业如何构建有效的市场经营体系提出思路与建议。

## 一、建筑企业市场经营体系的“四不”问题

市场人员像游击队一样游弋在市场中搜寻信息,一旦发现项目信息就蜂拥而上,找关系、拼价格争取把项目拿下。这一画面是传统建筑企业市场经营的常态,是自由的、散漫的,散发着市场经济下“自由主义”的气息,却也暴露出传统建筑企业市场经营的诸多弊端。

“不研究”。传统的建筑企业专注于完成业主发包的工程项目,在市场方面的研究却不务实、不深入。建筑企业喊了多年“以客户为中心”,在实践工作中确实也是围绕着客户转,但缺乏钻研务实精神,一直没有走进客户内心,无法解决客户真正问题,为其提供有价值的服务。面对激烈的市场竞争,建筑企业需要开展业务研究选择优质赛道,开展区域研究寻找优质市

场区域加强资源投放,开展客户需求研究寻找新的服务模式和业务机会,提高市场经营的效率和效果。

“不持续”。建筑企业往往是通过市场团队承接项目,再交由项目团队完成项目交付。在生产经营全过程中,虽然项目团队也在积极满足业主的需求,但绝大多数的项目团队仍保持着“交作业”的心态,并没有意识到做好当前的项目并通过项目与业主建立密切联系是最高效的市场经营。同时,市场团队也迫于压力不断寻找下一个新的市场信息,反而对已有客户、市场关系维护和深耕不足,难以保障市场的连续和稳定。

“不协同”。绝大多数建筑企业的业务类型都是多元化的,例如大型建筑企业一

般在勘察设计、施工建造、绿色建材等方面都有布局,也在房建、市政、水务等领域都有涉及,但各业务的市场经营是独立的、割裂的。各部门仅负责本业务板块的市场开发,对非本专业的市场机会缺乏敏感性,难以实现多专业在市场经营中的有效协同。

“不系统”。绝大多数的建筑企业没有制定市场战略,对市场经营工作缺乏系统的规划和计划,往往仅关注市场指标完成和项目承揽,而对于市场研究与布局、配套组织机构和人员、市场激励机制、市场协同机制、市场人才队伍建设、客户资源管理等方面缺乏重视,市场经营体系的不完善导致企业签合同“看天吃饭”,合同额指标也成为“无源之水”难以完成。

## 二、建筑企业市场经营体系建设之道

当前“自由散漫”的市场经营之路显然已经走不通了,大多数建筑企业也逐步意识到,应该建立一套规范、科学、高效的内部管理体系来支撑市场经营走向“科学管理”。那么,究竟什么是建筑企业的市场经营体系?

笔者认为,建筑企业的市场经营体系包括了产品体系、市场体系、承揽体系、客户体系、资源体系、团队体系等在内的六大体系。

### 1.产品体系

产品体系的本质是打造产品品牌,提升建筑企业在细分产品中的知名度,从而提升市场竞争能力。中小建筑企业应聚焦赛道,选择几个产品,形成“专精特新”,提高市占率。例如江苏环亚,与其他建筑企业不同,不是所有的房建都承接,而是选择了医院细分市场,形成了“好医院、环亚造”的产品品牌,在业界的知名度颇高。大型建筑企业应构建产品图谱,并打造几个明星产品,提升竞争力。以房屋建筑企业为例,住宅、商业综合体、体育场馆、博物馆、图书馆、学校、医院等就组成了企业的产品图谱;在明确产品图谱的基础上,企业需要根据自身实力、业绩等对各类产品进行竞争力分析和定位,可将医院作为明星产品(成熟产品),将体育场馆作为常规产品(培育产品)。基于产品定位,企业应大力开展品牌建设工作,尽快打造企业在细分产品领域的

高端、高品质品牌形象,通过提升产品品牌形象提高附加值。

### 2.市场体系

市场体系的起点是客户需求,落脚点是区域市场品牌的建设,具体包括市场布局,市场策略及市场机构设置。

选对了市场等于成功了一半,不同规模建筑企业市场选择的逻辑完全不同。大型建筑企业,特别是建筑央企,可从全国范围开展市场布局,并将重点布局在长三角、珠三角、成渝经济圈等区域。中型建筑企业以及一些地方国有企业,主要深耕的还是本区市场,提升本区市场的占有率,并做好守城工作。中小民营建筑企业,除了跟随大客户布局市场外,还是要选择一些缝隙市场——就是大企业不愿意做也不占优势的细分市场,如乡村市场等。

市场策略是指建筑企业进入新市场、提升市场占有率以及守住市场的策略和方式。一般包括资源策略、圈层策略、合作策略和政策策略。资源策略是指拥有金融、产业等资源的央企,可以通过资源换市场等方式,进入某市场,从而建立根据地。圈层策略是指利用地缘关系、血缘关系、同窗关系等圈层进入新区域,开展业务。合作策略是指利用本企业的专业优势,通过分包或联合投标等方式进入新区域。政策策略是指本土企业通过影响地方市场政策制定,从而保护本企业市场占有率。

市场机构设置是建筑企业各层级的营销职责定位。传统建筑企业的经营往往以单一层级经营模式为主,例如建筑企业基本以分子公司的经营为主,总部层面基本不承担经营。当前的市场环境依靠单层级经营显然势单力薄,建筑企业需要将公司总部、业务部门、区域市场机构、项目部等各层级人员的市场经营积极性调动起来,形成从公司总部到项目部、从公司领导到一线技术人员的立体经营、协同经营、全员经营,厘清各层级机构和人员的市场经营权责,增强市场经营的触角,加大市场开发力度。

### 3.承揽体系

承揽体系是指建筑企业在市场经营中的营销打法,每个区域的业主需求千差万别,建筑企业需要系统总结过去同类产品的市场营销经验,结合标杆企业的优秀做法,提炼总结市场营销的常见套路打法。

根据笔者经验,建筑施工行业的市场承揽主要包括资本带动、规划引领、技术引领、高端经营、联合经营等打法。为更好地开展项目承揽工作,建筑企业需要建立典型项目承揽模式的营销手册。以资本带动型为例,营销手册需涵盖客户需求分析、项目融投资可行性研究、融资模式选择、投资风险控制、投资回报评估与测算、项目投标管理、项目合同管理等项目承揽全过程。

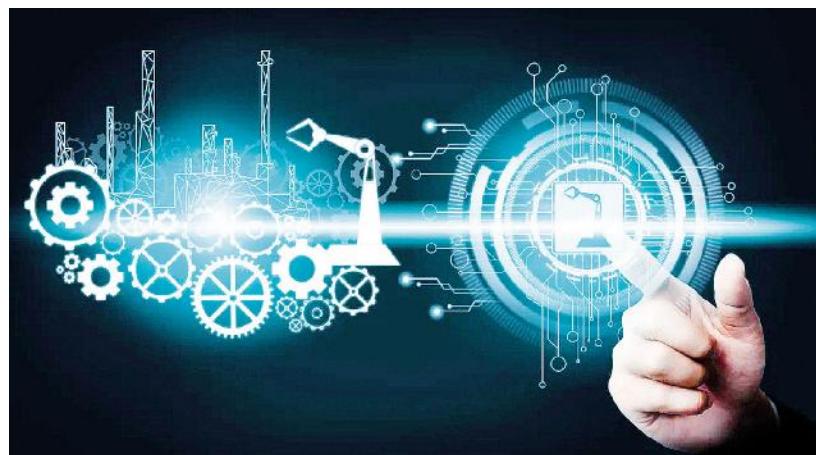
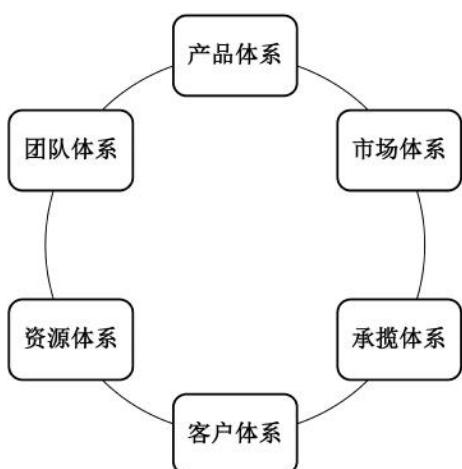


图1:建筑企业市场经营体系架构

#### 4.客户体系

客户体系是建筑企业聚焦市场经营目标、提升经营效率的基础。客户体系一般包括客户分级管理、客户服务管理、客户关系管理等内容。

建筑企业客户按合作历史可分为已有客户和潜在客户两类,按照规模可划分为大客户和中小客户。大客户、有持续业务需求的客户对企业来说至关重要,将其牢牢抓住就为企业拿到了“长期饭票”。因此,企业需要对客户进行分类分级,以便于聚焦高端客户、大客户、长期客户,稳固市场基础。

在识别客户价值,找到大客户后,建筑企业需要持续强化对重点客户、大客户的服务,如提高对大客户服务的质量要求、加强对大客户项目的资源投入等,提升客户满意度。

此外,由于投资的不连续性,即使大客户短期内没有项目上马,建筑企业也要坚定持续维护大客户关系,建立定期拜访、项目回访、满意度调查、需求与投诉快速响应等相关机制,确保在第一时间了解项目信息。

#### 5.资源体系

资源体系与承揽体系相匹配,是建筑企业获取项目的重要支撑,也是企业市场竞争的核心能力。结合项目承揽需求,建筑企业市场资源体系一般包括投资类资源、规划策划资源、中间人资源、战略合作资源等。做好市场资源体系建设,建筑企



业需要参照客户管理体系做好资源的统筹管理。一是对各类市场资源进行分类管理,建立市场资源数据库,并形成数据库动态更新机制。二是结合承揽体系要求梳理资源需求,并积极主动接洽相关资源方,与其建立密切合作关系。三是建立资源方维护与管理机制,确保与资源方保持长期稳固的关系。

#### 6.团队体系

团队是市场经营体系良好运转的关键,主要包括团队构成与团队管理。

市场团队包括研究团队、开发团队、服务团队、管理团队等四大类团队。其中,研究团队主要负责产品研究、市场研究、经营

模式研究等前期工作;开发团队主要负责客户关系维护、信息收集、项目承揽等一线工作;服务团队主要负责资质资信、投标、合同、法务、营销数字化服务等支撑工作;管理团队主要负责组织架构、经营决策、团队建设、经营资源协调等业务管理工作。

市场团队管理包括人才选拔与团队组建、人才培养与发展、考核激励机制等方面的内容。其中,建筑企业市场人才选拔与团队组建的难点在于开发团队的组建。由于行业特点,市场开发团队应主要从有一定技术基础和项目经验的成熟专业技术人才中选拔,以便与外部客户沟通和内部生产协调。人才培养与发展的关键在于要为市场经营人才搭建有吸引力的成长通道和培养体系,帮助专业技术人才成功转型。考核激励机制的关键在于要形成有力度的营销激励机制,除传统的承揽项目奖励外,也应加强对项目延伸经营、各专业协同经营等方面的激励,通过激励机制引导经营模式和经营意识的转变。

### 三、结语

“经营”是建筑企业生存发展的命脉,在剧烈变化的时代,延续传统的市场经营思路无异于“刻舟求剑”,企业必须全面转变经营方式,从经营项目向经营客户、经营市场转变,全面重构市场经营体系,从“自由散漫”向“科学管理”转变,才有希望实现市场经营的长期可持续发展。



本期“项目总工说”专栏,我们聚焦于武汉博宏建设集团有限公司的杰出项目总工——高晟。作为一位年仅35岁却已在建筑行业深耕多年的技术领军人物,他在武汉市多个重大项目建设中展现了非凡的技术创新能力和卓越的项目管理能力,以非凡的智慧和勇气,带领团队突破重重困难,确保项目顺利推进。他的故事,是技术与实践深度融合的生动写照,更是对“匠心筑梦,追求卓越”这一建筑精神的深刻诠释。



### 人物简介

高晟,男,35岁,1989年3月出生,毕业于武汉理工大学土木工程系。2017年加入博宏建设,担任技术管理工作,自此始终坚守一线。他主要负责组织黄金口还建房项目EPC、五医院改扩建项目一期以及云栖风华三个项目的技术工作。凭借扎实的技术基础和卓越的工作能力,不仅赢得了公司领导的认可,还在各项目建设期间获得了建设单位的赞誉。2022年,荣获“市政匠人”称号。

### 敢“吃螃蟹”:推进“样板先”落地

在入职博宏建设集团后,高晟接触的第一个项目是武汉市汉阳知音大厦建设项目。该项目紧邻汉阳区人民政府办公楼,地质条件极为复杂,导致支护及桩基工程进度缓慢。

“一桩下去可能是土,另一桩下去则可能是岩石。”高晟回忆道,“支护桩基看

似简单,但实际上工地上不同型号的打桩设备管理起来极为困难。这个项目同一个基坑下存在多种类型的土层,如黏土、淤泥、硅质岩等,这种复杂的工况严重影响了施工进度。”

对于博宏建设集团而言,虽然遇到过不少单项的地质考验,但如此复杂的组合情况却鲜有经验可借鉴。正当项目团队为工期一筹莫展时,高晟结合自己过去的施工经验,把自己关在办公室里苦思冥想,一遍遍画图、计算、推理,桌上堆满了草稿纸和验算纸。经过半个多月的推敲思索,他终于拿出一套组合方案,明确标识了哪类地质匹配哪种打桩方案,并预判了最坏的工况。实际上,这也是他首次尝试如此创新的方案,心里也难免有些忐忑。

“黏土层采用锤击沉桩工艺,岩层则采用人工挖孔工艺。”当高晟提出这两种方式时,却遭到了身边人的一致反对。设

计方和监理方担心人工挖孔存在风险,图纸审查这一关难以通过。然而,高晟早已想到应对措施。他提出扩大人工挖孔桩的孔径,将其变成一个土墩,以减少桩长。为此,他先后咨询行业专家,并组织协调建设、勘查、设计、监理、专业施工单位等项目参建方展开技术攻坚、优化设计方案。通过采用多桩型复合基础设计、局部土方开挖桩基平行作业等技术措施,他们成功解决了相关技术难题。2018年春节前,项目深基坑和桩基工程顺利完成并通过验收,单桩基施工这一项就缩减了半年以上的工期,为春节后主体结构施工打下了良好的基础。

在项目后期的精装修阶段,高晟还成功化解了一场“空调危机”。由于项目用途从一开始设计的政务办公大楼临时调整为单位办公大楼,相当于由原来的开放式调整为“格子间”,这对机电安装板块影响



最大,空调系统需要重新设计。要么使用原方案,但对层高影响很大,这也是最让业主“诟病”的;要么所有楼层更改空调系统,但这需要一大笔费用,超出了工程概算。

双方都僵持不下,不愿让步。在这个关键时刻,高晟作为项目技术负责人,挑了一块图纸上最复杂的部分——结构净高最低的部分——进行实验。他重新规划管线排布、处理管线交叉问题,并协调分包方进行配合。经过2周的努力,他们确定了一个折中方案:对于净空高度条件好的区域更改空调管线,对于净空高度条件较差的部分则维持原有方案。在保证合理预算的情况下,最终让业主满意并顺利入住。

同样,也就是在这个项目之后,博宏建设集团探索了一套“样板先行”的工程建设制度。他们要求每个项目都按照样板先行原则进行,针对具体的施工样板方案组织专题会和现场会。事前进行精细策划、集思广益,反复查询工序施工规范、标准图集和设计图纸,具体到“每块砖的摆布、每根钢筋的绑扎、每个喷头的安装”等细节。并最终组织联合验收,以确保施工质量和效率。

### 未雨绸缪 做事留后手

高晟在做任何事之前,都习惯于做最坏的打算。2019年,他进入了琴台天地项目,该项目已正式进入地基与基础工程施工阶段。

施工围挡的主要作用是将建筑施工场地与外部隔绝开来。由于该项目涉及到两个地块,且地块之间存在较大的落差,如果采用常规的围挡方式,在极端天气如大风、降雨等条件下,存在坠落伤人的风险。

常规的围挡采用单立柱结构,地下深挖基础约1米。然而,由于该项目两个地块的高度差,单立柱结构易坍塌。为了保证项目的安全生产,高晟提出了采用双立柱围挡的方案,并根据地块高度调整地下深挖基础。

一般的城区围挡长宽都不超过4米,但这个项目的围挡最高做到了9米,外界已经完全看不见里面的施工情况。实际上,如果这项方案无法顺利实施,他甚至已经准备好了两套备选方案。

事后,他带领团队对这个方案进行了优化和完善,最终形成了“复杂地质条件下的超高超长型双立柱围挡创新型做法”的QC成果,这一成果极大地激励了项目

团队。

在武汉市第五医院改扩建项目中,团队同样遇到了土方开挖的难题。由于地下是山体结构,施工区域狭小,传统方式只能采用抓斗一点一点往外运土。按照这个速度,需要一年半的时间才能完成土方开挖。项目团队在讨论问题时一度陷入僵持局面,但医院建设关乎人民身体健康,一刻也不能等。

“大家都能做的事体现不了企业优势,只有能做‘不一样’的事,在市场上才有竞争力。”在技术研讨会上,高晟大胆提出了首次采用异形狭窄空间下的超深基坑中逆边顺盆式开挖施工工法。他们用土方代替支撑,使开挖与支撑不受干扰,并利用土方的压力抵抗外界推力。最终,他们只用了4个月就完成了项目在超深、狭窄、异形条件下的深基坑施工。

经过几次实践后,他身边的同事渐渐了解到他的性格:擅长用非常规办法解决问题。“想象中可行,就会去实验。做方案前会考虑好最坏的结果,以结果为导向倒推防御措施。”凭借着这股干劲和脚踏实地、未雨绸缪的工作态度,高晟在项目上赢得了人心。只要他“出马”,问题基本都能得到解决。

当身边的人困惑于他为何总能坦然应对一次次的挑战并完成那些看似不可能的任务时,他谈到:“评估一个方案主要看项目部员工的可参与度。只有让所有人都能参与进去的方案才是一个优质方案。解决问题要找准根源,人应该多想想我能做什么。追责是后话,解决问题才是关键。”

闲暇之余,他也会利用时间积极探索新技术、新工法的运用。自2017年加入公司以来,高晟主持编写了4项科研项目,申报并获得了1项专利授权,组织编制了4篇QC成果(其中3篇获得了省级奖项),并参与了《武汉市博宏建设集团有限公司施工技术手册》的起草工作。他是一位不折不扣的“技术控”。

本期“员工经验分享”专栏，我们荣幸地为大家介绍周俊同志，来自中建三局一公司。在协会负责宣传工作。该员工对自己要求严格，努力奋进，有改革创新精神。



大家好，非常荣幸本月在这里为大家作分享交流。

之前已经听了许多同事们精彩的工作经验交流，让我感到获益匪浅。虽然迟迟还没有轮到我，但我很早就开始思考，有朝一日如果轮到我向大家分享，我要说点什么呢？

我回顾了一下自己的职业生涯，从三局到协会，很难说取得过什么闪耀的成绩，所以只能从一些冷门的角度来进行分享。我的工作多半都是围绕以下内容展开：

首先是拍照。从三局到协会，大大小小的活动、庆典，正式和非正式的场合，我用相机记录下了企业和协会的许多重要并美好的瞬间。得益于领导常年的信任，让我能在这件事上得到不断的磨炼，手艺也在不断的精进，失手的次数在不断减少。大家的满意度在不断提高。

然后是影像视频的拍摄和监制。这项工作应该算是摄影的延伸，在企业和协会我参与制作了许多重要的宣传片，汇报片的制作工作。

然后是平面设计。企业和协会各种大大小小活动的主屏，以及相关物料的设计工作。

还有微信编辑工作，在企业和协会我都负责官微的编辑和发布，主要就是让排版简单美观。

所以，经过以上梳理我发现，我过往的工作可以用一个建筑行业以外的一个工作

职务来概括——美术总监。也就是说，长期以来我为企业提供的价值是审美。

那么接下来，我想问大家这样一个问题：审美是否只局限于图片和影像？

答案当然是否定的。审美固然不止于图形、影像、ppt这些具象的内容，其实工作中一切目力所及的范围都是和审美息息相关的。

比如文字，在企业和在协会，每天都会收到许多文字类稿件，不夸张的讲，字体、间距、行距等等等等，都是五花八门的，且存在大量用词不准确，语言逻辑不通顺，错别字，标点符号错误等问题。每一份经我手的文稿，我都会强迫症一般的去调整格式、字体、间距、行距等等，并核对每一份文稿的错别字，使文稿逻辑通顺，没有语病。让每一份从我这里输出的文稿不敢说尽善尽美，至少要做到干净整齐。

下面我想再问一个问题，审美是否就止步于视觉层面？

我想答案依然是否定的。视觉层面的审美固然是直观的，但是除此之外，日常的工作中，许多行为也是审美的一种体现。

在乔布斯的自传中有这样一段描述：少年时期，乔布斯的养父有一次让他去粉刷自家花园的栅栏。经过一上午的忙碌总算完工了，他本以为会受到父亲的表扬，然而养父却问他，为什么只刷了面朝街道的那一面？

小乔布斯有些困惑的说，栅栏的内圈只有我们自己看得到，外人又看不到，何必要费那个功夫？父亲语重心长的说，做人做事，务必尽善尽美，不要因为别人看不到，就妄图偷懒。

这件事对乔布斯的影响非常大，这也体现在了后来他对苹果产品设计和制造要求的严苛中。每一台苹果的手机和电脑，即便拆开后盖，在没有人能观察到的各个边边角角，它的设计和做工都是具有美感的。

这个故事对我的触动也非常大，我开始思考，在日常的工作中，要抛弃这种“只刷一边栅栏”的工作作风。给大家说两个小故事：

在三局的时候，每年新员工入职到我们分公司，都要进行新员工培训。作为宣传口的负责人，我每年都会给新员工们做宣传方面的培训。于是每年这个时候，总

会添加许多新员工的微信好友。这些年轻人走上工作岗位以后还是会经常向我咨询一些问题，有的是我们宣传部对口的问题，也有的是跟我们部门毫无关系的其他业务板块的问题。能解答的，我都一一解答了，不能解答的，或者不由我们部门分管的业务，我也会咨询其他部门同事了以后，给别人一个答复。

久而久之，一个知心大哥的形象就在每年的新员工圈子里传开了。于是我索性建议领导开辟了专门服务于新员工的邮箱，解答大家遇到的各种工作和生活中的问题。这个邮箱一直运行到现在。

许多工作并不是我的职责范围，但我始终认为，在任何一个企业和组织里，事事有回应很重要。

第二个小故事则来自于协会的微信公众号。大家日常没有登陆过我们的微信后台，所以很少能看到协会微信公众号的私信栏。

每天协会微信都会收到大量的私信，其中有许多都是只言片语，举一个例子：有人留言：QC成果……就只有这四个字。其实我完全可以假装没有看到而直接忽略，但是既然我们是服务会员单位的机构，那么事事有回应就是非常重要的一项服务工作。

我回复：请问需要咨询QC成果的什么内容？

对方两天以后回复：QC成果合集。

我回复：是不是需要QC成果的合订本？请问是否是会员单位？

两天以后对方回复：是

在经历了将近两周时间的这种只言片语形式的沟通，总算是通过邮箱把QC成果的合订本电子版给这家会员单位发了过去。

这样的沟通如今每天还在发生着，虽然低效，并且不是每一次沟通都有结果。但是只要我还在继续管理着协会的微信公众号，那么这样的私信就还是会坚持回复。这是我们协会对会员单位服务的一种有问必答的承诺。

这大概就是我多年来在工作中对审美这件事的三重理解，从图形图像，到视觉感受，到行为规范。

最后给大家分享我自己对自己常说的一句话，与大家共勉：

把照片拍漂亮；把工作干漂亮；把生活活漂亮！

# 向着全域化智慧建造进军

——中铁十一局四公司智慧建造研究院促进行业企业高质量发展纪实(下)

◎ 文 / 郑传海 杜萍

## 做强做优“智研院”

从广西都安瑶族自治县贵南高铁建设一线,到公司总部武汉东湖高新技术开发区驻地,再到入驻光谷国家数字化设计与制造创新中心,3年多的时间里,“智研院”在咬定隧道“四化施工”初心不放松的基础上,把攻克智慧建造的目光,瞄向智慧建造和提升行业企业新质生产力,需要尽快弥补的智慧管理短板上来。

建强智慧攻关团队,厚植智力保障。

“智研院”自在贵南高铁项目部组建起,中铁十一局集团、四公司和贵南高铁项目部就把“智研院”的人才队伍建设作为第一驱动力,倾全力而推之。

面向高校、科研院所和科研企业引进智慧建造研发人才。4个专业科研攻关小组围绕智慧工地系统、智能装备创新研发和智慧工程实施3大板块开展研发,到2024年2月,已经累计研发智慧工地系统13项,智能工装产品12项,智能化生产线3条。尤其是在隧道“四化施工”和建筑行业企业智慧管理方面,已经跻身国内头部科研院所行列。

加强与高校和科研院所联合,携手做大做强做优“智研院”。先后与清华大学、武汉大学、中南大学、中科院岩土所、中国地大等7所重点院校建立战略合作



2024年3月15日,中铁十一局四公司京港澳高速(湖北孝感段)改扩建项目利用该公司智慧建造研究院研制的3D打印技术摊铺沥青施工。(谭志博摄)

关系,共同开展智慧管理系统、智能装备研发等多项智慧建造课题研究,为“智研院”围绕智慧建造持续健康发展打下坚实基础。

科研攻关设在武汉,智慧工装生产设在随州。充分利用中铁十一局四公司博士后科研工作站这个国家级科研平台,加速高端智慧研发人才储备,加大科技攻关研

发力度。目前,已经累计储备博士研究人员18人,储备智慧工装和智慧工程科研课题11项,开展智慧管理系统、智能装备研发等多项智慧建造课题研究,为“智研院”在攻克隧道“四化施工”各种难题基础上,向着建筑行业全域化智慧建造进军,围绕建筑行业智慧建造持续健康发展打下坚实基础。

## 向智慧建造发力

如果说上世纪九十年代在房建领域试行的装配式建筑,是建筑行业绿色发展的有益探索,智慧建造,机器换人,智能化作业,则是建筑行业企业通过转型发展,向着高质量发展迈进的基本方向。

聚焦智慧房建和3D技术筑路,拓展智慧建造场景应用。

对于建筑行业来说,虽然隧道“四化施工”所需的智能化装备造价高,但是专业性强,应用场景有它的特殊性,市场对它需求量较少。相对于房屋建筑而言,

房屋建筑企业不但远比高铁、高速公路施工企业多,而且建筑市场主体也十分庞大,像地砖铺贴机器人、地坪研磨机器人、喷涂打磨一体机器人和测量机器人等智慧工装的需求量就大得多,应用市场也广阔得多。

“智研院”针对这一领域研制的地砖铺贴机器人、地坪研磨机器人、喷涂打磨一体机器人和测量机器人等智慧工装,投放到保定安置房和其它房建工程项目后,受到建设、施工、监理单位和地方政府的

一致好评。如地砖铺贴机器人用于地下车库、厂房和室外地砖铺贴施工后工人需求量一下子减少了7成,而且施工进度和铺贴质量都大幅提高,最主要的是这款机器人通过匹配不同形式的执行机构,可实现不同材料、不同工序的自动化施工作业。而智能喷涂机器人实现了对室内墙面、天花板、横梁等结构的底漆和面漆自动喷涂作业,且喷涂均匀,耗漆量比人工作业节省30%,喷涂作业效率提高3倍。测量机器人是一款用于对建筑施工实测实量的



1月24日,中铁十一局四公司总经理左小伟(前排中)在广东汕梅高速公路项目检查智慧梁场展示馆。(刘皓摄)



2022年,全国博士后管理委员会办公室发文,中铁十一局四公司被授予2022年第一批博士后科研工作站。湖北省人社厅领导专门到中铁十一局四公司授牌。据悉,这是中国铁建三级公司第一个博士后工作站。

机器人,采用四目3D相机,结合图像拼接、特征识别和目标测量算法,实现对建筑物高精度测量和三维重建,能够自动化生成报表,为各方提供更加客观、准确的测量结果。2023年10月25日,在保定市大

车辛庄村安置区项目举行的河北省智能建造技术交流观摩现场会上,住房和城乡建设部建筑市场监管司、施工监管处和河北省省住建厅相关部门负责人等200余人,对地砖铺贴机器人、地坪研磨机器人、

喷涂打磨一体机器人和测量机器人投入使用所产生的效果赞不绝口。有关专家评价说,这些小型智能机器人的投入使用,对加快房建领域智慧建造普及和助力房建企业高质量发展,将会起到积极作用。

## 聚焦 3D 技术筑路场景应用

隧道和桥梁施工是中铁十一局四公司的主业,“智研院”对桥梁建设涉及的预制梁生产普遍存在的工艺复杂、资源利用率低、预制效率低和外观质量差等问题,更是了如指掌。他们便把目光锁定在3D技术筑路的场景应用上。

针对桥梁建设涉及的预制梁生产普遍存在的工艺复杂、资源利用率低、预制效率低和外观质量差等问题,“智研院”专门研发了小型预制件自动化生产线和智慧梁场自动化生产线。小型预制构件自动生产线分为混凝土布料区、自动上架区、智能温控蒸养区、自动下架区、自动脱模区、机器人自动码垛区、模板回流循环区等七大区域,通过各项自动化设备及生产流程,实现自动化、智能化流水线作业。实现24小时连续自动化生产,作业效率比传统方式提高了3倍左右。而通过采用“移动式台座+固定式整体液压侧模”生产工艺,从混凝土浇筑、自动蒸汽养护、自动喷淋养护到张拉压浆全过程实现自动化管控,实现从制梁到蒸养、张拉、压浆、

凿毛,一条直线同步完成,实现了制梁工序一体化。智能蒸养(养护)可以根据环境温度,自动调节养护温度和湿度,实现自动养护。导入智慧梁场管理系统,从计划开始,到物资采购,再到预制梁生产、质量和安全等每个环节智能化管控。相比传统的预制梁生产和管理,节省劳动力40%

以上,综合机械化率达80%,生产效率提升30%左右。

2024年春节前后,正在抓紧拓宽改造的京港澳高速公路湖北段施工现场,中铁十一局四公司建设者采用“智研院”研制的3D打印技术,将路面沥青摊铺精度控制在毫米以内的新闻,成了媒体和业内



陕西宝鸡凤翔产业园智慧园区,由中铁十一局四公司承建,图智慧园区智慧调度中心一角。

关注的热点。在孝感境内的施工现场,一台台大货车将水泥倒进一辆黄色摊铺机车斗里不一会儿,水泥就“吐”出来,并被均匀熨平。“智研院”院长操光伟介绍,这台智能摊铺机设备,可以摊铺到12米宽,长度则可以随时调节,而路面摊铺的厚度和坡度,可以根据现场实际情况精准控制。“智研院”研发的这款智能摊铺机设备,兼具BIM场景应用、三维空间定位和自动控制3大特点于一身。既能快速、精准地计算出不同层次所需的路面建材方量,又能够通过光学定位,与设计数据对比,自主完成修偏,防止人工测量了再的误差,同时还大幅减少施工人员,提高施工效率,降低了施工成本。

## 智慧赋能精细化管理

由于建筑市场僧多粥少,竞争日趋呈现出白热化,经营管理和施工安全的双重风险,已经成为建筑行业最恼火的“痛点”,企业最难解的“心结”。“智研院”抓住行业的“痛点”和企业的“心结”不放,适时把智慧管理系统作为工程信息化板块研发的重点。

——细化清单,补齐精细化管理的智慧短板。

围绕成本控制“核心线”和安全监管的“红线”,研发“管用、实用、好用”的原



6月28日,由中铁十一局四公司负责施工的西(安)延(安)高铁跨西咸北环线特大桥成功转体。转体采用BIM+GIS平台技术,通过全自动传感器信息采集+物联网技术实时反馈,实现转体全过程可视化、智能化控制。(刘皓摄)

则,研发出智慧管理系统。这种大数据监督预警系统,通过对公司经济管理类(包括劳务分包分包单价、项目经济效益、分包商结算)、物资管理类(包括应扣未扣金额,应点未点金额,钢筋、型材、水泥、商砼超耗率)、财务管理类(包括分包商支付比例、供应商支付比例、管理费比例)、工程管理类(包括隧道衬砌混凝土超耗率、隧道喷射混凝土超耗率)和各序列部门对各项目管控关键指标自动收集,进行分析和挖掘,及时发现潜在的异常、风险和问题,

构建横向到边、纵向到底的信息化管理模块,充分发挥数字化在企业风险管理中的科学化、精细化和防渗漏作用,为企业及时采取措施避免或减少损失,科学决策提供技术服务和信息化、数字化、智慧化支撑。

——研发PTM全要素计量系统,让成本核算变得更简单。

项目部既是施工企业生产成本形成的核心,又是利润生成在源头,成本核算的核心就是工程量。工程建设所需物资材料消耗、分包单价和计价依据等,都是以此为基础,最终形成成本核算。围绕“一口清、一键准”,“智研院”针对工程数量管理颗粒度不统一、验收不准确、确认不及时等普遍存在的现象,研发了PTM全要素计量系统(以下简称“全要素计量系统”)。

“全要素计量系统”把标准数据库管理、工程数量验收确认、物资节超分析、对下(作业队)验工计价、工程数量变更管理、施工进度可视化等6个子模块汇集在一起,通过6个模块的数据采集、汇总、分析,形成对下分包计价及物资材料超耗分析。以“三库”(即WBS结构库、物资编码库、分包清单库)标准为例,通过智能化编码统一“三库”标准,打通不同业务之间的逻辑关系和横向接口,实现各业务间数据共享。另外,加上建立统一的标准算量模板和工程量管理表单、标准的物资核算体系、自动验工计价管理程序、变更管理模



2023年8月17日,中铁十一局四公司智慧建造研究院研发的混凝土布料机,正在京港澳高速公路湖北孝感境内的改扩建项目进行混凝土布料作业。(李立伟 摄)

块和 BIM 轻量化模型。一键快速建模,关联工程数据信息便能自动生成可视化形象进度图。”操光伟介绍,经过在 22 个已建(在建)项目工程试点应用,“全要素计量系统”完全取代了线下物资节超分析、对下分包计价等传统管控方式,实现了“一次算量,全口径使用”,在项目成本管控方面发挥了重要作用。

——研发智慧物料管理系统,严把成本管控的源头。

在整个工程造价中,建材成本占据工程造价的五至六成左右。把握住了物料消耗这一关,也就管住了成本管控的大头。

“智研院”专门着手研发了智慧物料系统。该系统以物资管理标准化手册为基础,包括物资计划、采购、点验入库、出库、调拨、盘点、核算 7 个模块,采用自动归集方式处理物资材料数据,实现项目物资成本按月自动核算。以上 7 个模块与“全要素计量系统”接口后,物资材料超耗率得到有效控制。自 2019 年 9 月上线使用以来,经过在中铁十一局集团四公司的 67 个项目部推广使用,全公司物资超耗率从原来的 6%,降低到 2%。

——研发经济活动分析系统,为企业精准管控成本提供决策支撑。

与工业、商业企业比,建筑施工企业(包括项目部)的经济活动分析要麻烦得多。它不像工业企业和商量企业,采购(进)销售(出)、水电消耗和工人工资,以



2023 年 8 月 17 日,中铁十一局四公司智慧建造研究院研制的机器人正在焊接作业。(李立伟 摄)

及固资折旧那么简单,施工周遭环境成本、道路交通成本、气候环境成本、接入外电成本、机械设备成本、工程款拨付(对上评价)成本、地质环境成本、安全生产成本和危机公关成本,等等,都会左右建筑施工企业经济行动分析的准确性。

“‘智研院’研发的经济活动分析系统,特别考虑到这些间接成本对建筑施工企业和项目部开展经济活动分析时带来的影响,在‘全要素计量系统’完成直接成本归集的基础上,进一步综合贯通不同业

务数据标准,将设备费用、安全费用、管理费用等采用统一标准进行归集,实现按月自动经济数据分析,发现项目收益数据偏差及时预警。”操光伟说,目前,这套系统已经在 4 个项目部试点应用,从反馈的信息来看,能够真实准确地反映项目部经济运行状况,为企业(项目部)精准管控成本提供决策支撑。

——把安全监管导入 CIS 系统,推进安全管理系统化、信息化、智能化。

由于行业特性的缘故,建筑施工行业企业始终是我国少有的高风险行业企业之一。如何统筹发展与安全,科学有效地管控安全风险,确保现场施工安全,是一件非常复杂、十分头疼的事情。他们经过深入调查分析发现,安全监管难主要表现在:施工现场的安全风险点多面广、参与现场施工的众多人员、流动性大、安全监管终端难以压实,各种安全隐患和风险缺乏有效的管控抓手。他们专门集中力量研发了安全管理模块,将与现场安全监管有关联的各种信息,导入到 CIS 综合信息系统,使安全管理与信息化管理融合在一起,对现场风险隐患和安全管理与应急管理,实行双预控、双预备,通过信息化手段抓细、抓实安全管理工作。

“智研院”研发的 CIS 安全管理系统,分为风险等级管理、隐患排查治理、一人一档和班前安全讲话等 4 大板块。



2023 年 9 月 13 日,中铁十一局四公司京港澳高速公路改扩建项目部的员工正在向前来参观人员介绍该公司智慧建造研究院研制的混凝土拌合站智慧系统使用情况。(李立伟 摄)

一是风险等级管控。根据风险分级管理规定,由项目部录入所有风险工程信息,对所有高风险工程安装视频监控,通过一张图,将风险工程概况、风险分析、控制措施、防范和处置方案、责任人等所有关联信息录入 CIS 安全管理系统,针对高风险项目通过视频接入公司和集团公司视频监控系统,专人负责盯控,通过喊话功能及时制止现场“三违”行为,筑牢安全管理的第一道防线,2023 年共计更新的 63 条高风险工程信息,都在第一时间得到及时处理。

二是隐患排查治理。将所有参与工程施工的劳务人员纳入项目部网格化管理,对于现场发现的安全隐患,按照谁负责施工,谁录入的原则,明确整改责任人、整改措施和时限。系统自动追踪隐患整改情况,并及时发出预警信息,对逾期仍没整治的安全隐患,及时采取措施督导预消除隐患。2023 年 CIS 系统共计录入隐患 24934 条,隐患排查率 92.33%,整改完成 24934 条,安全隐患处置率 100%。

三是一人一档。借助 CIS 安全管理系统,将所有参与施工和服务的人员(包括劳务人员、材料供应商和材料运输人员等)三级安全教育、安全技术交底、危险源

告知和健康体检等情况录入 CIS 系统,避免了项目部临时用工或劳务人员无法纳入现场安全管理体系,游离于 CIS 安全管理系统的尴尬境地,解决了项目劳务用工量大、流动性大,用工台账更新不及时、安全教育难以全覆盖等问题,系统自动对劳务队伍用年龄、特殊工程证件信息进行分析,对未建立安全教育档案,以及不符合用工条件的作业人员进行预警。系统对每个工人生成二维码信息,将二维码张贴在作业人员的安全帽和反光背心上,便于现场检查时查看作业人员的相关安全教育培训和个人信息。

四是班前安全讲话。将劳务用工三级教育、安全技术交底、警示教育等录入 CIS 系统并实时更新。公司总部可通过系统数据核查项目教育培训开展情况及覆盖情况,同时,还可以核查安全管理要求传达培训情况,及时了解员工的学习情况和培训效果,为制定更加精准的培训要求提供数据支持。2023 年,该公司共计录入安全教育培训信息 3180 条,累计培训 64143 人(次),培训教育覆盖率 100%;班前安全讲话信息 56516 条,接受班前教育达 648368 人(次),覆盖率达 100%。

“对于隧道施工队伍来说,现场管理可谓千头万绪,要抓的事情的确是太多,有些事情转身就容易忘了,有了 CIS 安全管理系统,不但及时提醒我们按照要求抓好现场安全教育和管理,更重要的是每个劳务人员不敢再象过去那样怕麻烦,把安全管理规定抛在脑后,抱着侥幸心理蛮干。你怕麻烦,不遵守安全管理规章,系统就会找你的‘麻烦’。我们巨山公司承担施工的全国第一条四车道隧道——深山西高速公路城仔山隧道,之所以能成为全线管理标杆,与推广应用这款安全管理系统发挥很大的作用分不开的。”湖北巨山隧道工程有限公司总经理王珊珊说。

中铁十一局四公司党委副书记、总经理左小伟表示,“智研院”针对建筑行业企业普遍面临成本管控难、安全管理压力大和项目管理精细化的要求,研发投用的智慧管理系统,就是要筑牢行业企业智慧管理的底座,补强智慧管理短板,助力新质生产力的形成和发展,用新质生产力提升建筑行业企业现代化治理体系和治理能力建设,统筹发展与安全,促进和服务建筑行业企业脱胎换骨,加速建筑行业企业迈向高端化、智能化、绿色化。

## 穿云跨海 在伶仃洋上“智造”深中大桥

◎文/陈之玮 王鑫洲 杜才良

7月30日,超级工程深中通道开通运营首月,据监测数据显示,首月车流总量达300万车次,单小时最高峰超过8000车次,成为当之无愧的“湾区新顶流”。

深中通道是全球首个集“桥、岛、隧、水下互通”于一体的超级跨海集群工程,构建起了粤港澳大湾区的重要交通脊梁。中交二航局参建的深中大桥作为这座超级工程最吸睛的部分之一,创下5项世界之最:世界最大跨径全离岸海中钢箱梁悬索桥——主跨1666米;世界最高通航净空高度——76.5米;世界最大海中锚碇——单个总重100万吨;世界桥梁最高颤振临界风速——每秒88米;世界最大体量钢桥面热拌环氧沥青铺装——37.88万平方米。每项世界之最,都凝聚着中交二航局建设者的汗水与智慧。



深中通道全线整体景象,从中山一侧望向深圳方向遥望深中通道。杜才良 摄

## 将百万吨“秤砣”稳稳扎入海底

深中大桥主跨1666米,是世界最大跨径全离岸海中钢箱梁悬索桥。大桥东西两侧两块各重100万吨的锚碇,犹如两块巨大的“秤砣”,稳稳地扎入海底,是大跨径悬索桥的重要受力结构。

“深中大桥两块百万吨重的锚碇,是目前世界上最大体量的海中锚碇。它们就像是拔河比赛时队尾的那两个人,靠体重‘拽’住大桥主缆,承受桥梁和车辆的重量。”二航局深中通道项目副经理廖文龙解释道。

施工处海底的流塑状淤泥深厚,船行波又对钢平台造成巨大冲击,让锚碇稳稳地扎进海底并非易事。若采取海中大开挖作业,势必对海洋生态造成不利影响;搭设钢平台施工作业,又可能会让锚碇的可靠性得不到保障……经过反复计算论证,项目团队提出了“围堰筑岛+地连墙”的方案:在海上施沉钢管桩形成围堰,然后在围堰内吹填中粗砂挤出海水,从而形成干施工环境。

“然而,在海床的淤泥上直接施沉钢管桩,就像在豆腐脑上插筷子,精度和稳定性都难以控制。”廖文龙说。经过多次讨论,项目部决定先排出海底淤泥中的水,固结淤泥层改变地质条件,再进行围堰施工。项目团队在围堰中心点200米直径范围内,对海床面2米以下深度的地层进行开挖清理作业,并抛填砂石垫层。紧接着,插板船连续半个月在围堰内作业,插打下6万个塑料排水板。这些每个高达25米的排水板深入到海底淤泥中,与砂石垫层形成完整的排水通道。在砂石垫层加载作用下,淤泥中的海水通过排水板向外排送。

随着海水排出,海底“豆腐脑”质淤泥地层终于变成坚固的地基,为钢管桩施沉提供了有利的作业环境。“解决了关键难题,后续连墙成槽、锚碇填芯浇筑等施工势如破竹。”廖文龙自豪地说。2018年11月29日,围堰钢管桩成功合龙,随后项目部在围堰内进行吹填砂并展开场地硬化,迅速形成海上陆地。后续锚碇地连墙等一系列构筑物就有了陆地般的施工条件。2021年12月,深中大桥两个锚碇完工,至此巨型“秤砣”稳稳地扎在海床之上。

## “竖向移动工厂”革新桥塔工艺

广州南沙港是世界最繁忙的港口之一。深中大桥桥塔建在主航道上,为不影响港口通航,按照设计要求,深中大桥要建设270米高的超高主塔,其中通航净空高度达76.5米。

面对高温高盐高腐蚀性和高空作业环境、台风频发、钢筋用量大等诸多难题,国内常见的传统工艺如液压爬模施工已明显不适用,其在爬升速度及混凝土养护等方面难以达到要求。项目团队从自动造楼机上找到灵感,经过实地考察,最终提出使用一体化智能筑塔机的建设方案。“我们要将高空现场打造为‘竖向移动



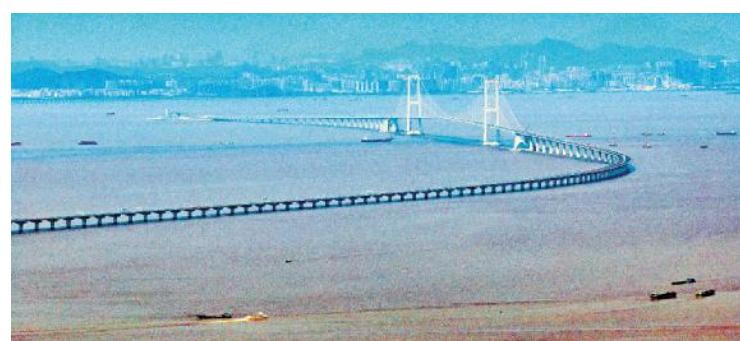
深中大桥景象。杜才良 摄



深中大桥整体景象。杜才良 摄



深中通道深中大桥东锚碇。杜才良 摄



深中通道景象。杜才良 摄



2018年11月29日,深中通道大桥东锚碇筑岛围堰成功合龙。张政 摄



2021年6月17日,中交二航局承建的深中大桥东索塔封顶。图为大桥施工整体景象 张政 摄



2020年 超高混凝土桥塔钢筋部品柔性制造与快速吊装

工厂’,研发一种集钢筋部品安装、混凝土布料、振捣、养护、智能监控等于一体的可移动设备。”二航局深中通道项目总工程师肖文福说。

项目部联合二航局武港院和技术中心展开筑塔机的研发设计工作。20多名技术人员通宵达旦工作了两个多月,形成一份3000多页图纸的初步方案。随后,技术人员对一体化智能筑塔机的各项功能、部件不断优化调试,设计方案也经历一次次改动。

塔柱断面为八边形截面,随着高度爬升逐渐变小、倾斜。“最大难点在于筑塔机要适应断面变化,试验阶段我们发现大约在79米高度位置塔柱出现一段约170度的折线,如果持续爬升筑塔机就会因无法适应而被卡住。”二航局筑塔机研发团队负责人李拔周说。为此,研发人员对爬升机构和模板系统进行多次调整,新增可调装置和模板悬挂系统,针对塔柱不同高度位置的不同线型可以灵活调整。

无数次推倒重来,数不清的研讨,图

纸堆成小山……前后历经半年,全国首台一体化智能筑塔机顺利投入使用。

一体化智能筑塔机采用架体结构,高25.2米,沿着架体高度分别设有作业、养护、修复平台,抗风稳定性显著优于传统液压爬模系统;每台造塔机顶层设置了两台自动化布料机,混凝土通过泵管输送到塔顶后,可通过布料机实现混凝土连续、快速浇筑,确保了超高空混凝土浇筑的质量;其搭载的智能养护系统,采用蒸汽养生等措施,能使桥塔现场混凝土养护达到厂内标准化养护水平。

“这个筑塔机不但保证了高空施工人员的安全,而且布料、振捣、养护都实现了自动化,还配备卫生间、休息区和遮风挡雨的伸缩平台,非常‘高大上’!”在一线工作了近30年的工人谢芝安说。

有了这项“神器”,深中大桥塔柱施工速度最高可达每天1.2米,减少高空操作人员近60%,为桥梁超高索塔的建造带来革命性的转型升级。

## “风中穿线”控制精度5毫米内

站在岸边遥望,深中大桥的两根主缆从东锚碇抛出,跃过东主塔塔顶,跨过1666米宽阔水域和西主塔,最终与西锚碇连接,将大桥稳稳地固定在海面上。

时任二航局深中通道项目副经理张平喜欢拍照,手机相册里存满大桥建设过程照片,大桥各项数据早已烂熟于心:单根主缆重1.7万吨,由199根索股组成,每根索股又由127丝直径6毫米的镀锌铝钢丝组成,所有钢丝总长度之和能绕地球4圈,每根主缆缆力超10万吨,能同时承受2艘“辽宁号”航母的重量。

然而,要将每根1.7万吨的主缆搬至270米高空并非易事,它对牵引、入鞍和张拉设备提出更高要求,更加大了索股层距、线形控制的难度。

“第一根索股架设完成后,后续索股

都要以它为基准牵引调位。199根索股最终要紧紧抱成团,形成直径约1米的主缆。”张平说。当时架设主缆时正值珠江汛期及台风多发频发期,海上大风让索股摇晃得无法精确测量,项目部团队通过“V”型保持器和自主研发的索股抑振装置降低了风的影响,有效保证了索股调索精度。

然而,昼夜温差也给施工带来困扰。白天架完的索股,到了夜里因降温出现不同程度的变形,索股上下交错,影响效率和精度。智能技术这时大显身手。项目部采用超长索股无人跟随架设技术,对索股进行远程监控,对施工关键数据实时传输,显著提升大跨径悬索桥主缆架设自动化、信息化水平。

“通过对每根钢丝的位置和气温反复测量,项目团队把握了主缆钢丝变化规律,将架设精度控制在2毫米内。”张平说。



2022年9月10日,深中通道深中大桥主缆架设场景。张政 摄

同时,经过3年多研究,二航局项目团队和多所高校、科研机构采用产、学、研、用四位一体方式,开展了3年多的平行研究,研发了新型组合气动控制技术,优化了整体式钢箱梁的构型,将超大跨钢箱梁

悬索桥临界颤振风速从世界公认的70米每秒提升至88米每秒。也就是说,深中大桥能抵抗风速达到每秒88米的超级大风。“这意味着,深中大桥在17级台风下也能安然无恙。”张平说。

## 最是实干能致远

——记新十建设集团执行总经理、武汉市“五一劳动奖章”获得者袁云林事迹

◎文/徐保国

建设现代企业制度是企业行稳致远的必然要求。新十建设集团在建立现代企业制度后,公司董事会从企业实际出发,果断采用职业经理人制度,聘用管理经验丰富的高级工程师袁云林为公司职业经理人,担任公司执行总经理。袁云林不负众望,认真履职、深入工地、严查细管、科学管理、精准施策、注重实干、率先垂范,为企业持续发展做出了重要贡献。今年“五一”前夕,武汉总工会授予袁云林武汉市“五一劳动奖章”。

### “把办公室搬到工地去”

大学毕业后参加工作的袁云林,一直在省属国有建筑企业工作,从最基层的资料员、技术员,一路历练成长为企业项目部负责人。企业改制后,袁云林选择了自由职业,仍从事老本行,在建筑企业从事管理工作。直至2017年,被新十建设集团聘任为执行总经理。

长期从事建筑业管理的袁云林,管理经验丰富。但来到一个新的单位,他还是抱着虚心学习的态度,了解企业运行规律,生产经营流程,人员结构特点,企业文化内涵等等,在较短的时间内,袁云林对企业的情况有了较为全面的了解,并在此基础上就如何落实公司董事会的要求,加大科学管理的力度,补齐短板、打造品牌,确保企业有条不紊,科学高效运行,进行了深入思考,并把自己的工作思路向公司董事长作了汇报,得到了董事长的全力支持。

科学调度,合理安排,充分调动管理人员的积极性是袁云林抓的第一件事。袁云林深知,工作千头万绪,各分公司、项目部要处理的事情很多,自己即使有三头六臂也管不过来,必须调动全体管理人员的积极性。了解此前存在管理不到位,有工作死角、漏洞等问题。为此他建立起每周例会制度,制度确保每周一上午召开全体管理人员会议,参会人员汇报上周工作情况及本周工作安排,并提出工作建议,袁云林作总结并安排调度本周工作。会议时间大多不超过一小时,工作效率高,既做到了管理工作无死角、无漏洞,又调动了每个人的积极性。

加强项目精细管理,为一线排忧解难是袁云林的工作重点。项目建设是公司发展的支撑。项目管理来不得半点马虎,质量、安全、文明施工、工程进度等等,要抓要管的事实在太多太具体,很多事情只有到项目现场才能发现问题,才有发言权。为此袁云林经常直奔工地,深入现场,解决问题,为一线排忧解难。他



把大部分时间花在了跑工地上,有人难得在公司见到他,说他把办公室搬到工地去了。河南息县人民医院项目工地离武汉近200公里,这个工地项目经理在与业主沟通协调、资金拨付、图纸变更等方面产生了一些矛盾。袁云林十余次驱车前往河南工地,与业主进行当面沟通,化解矛盾和误解,确保了工程保质保量按时交付。袁云林的工作作风受到该项目部和业主的高度赞扬。袁云林说,只有跑工地,了解掌握了工地的情况,我心里才踏实。

在企业管理的方面,袁云林善于学习、借鉴、融合、不断提高管理水平,确保企业有序运行。尽管工作繁忙,袁云林坚持挤时间学习,学习最前沿的管理知识和经验,学习新知识新技术,了解建筑业发展新趋势,既与时俱进,又超前预判和谋划。主管部门和行业协会组织的参观考察、观摩学习,袁云林积极参加,认真学习,积极思考,借鉴先进经验和科学方法。袁云林既有国企工作经验,又有民企工作实践,他善于把二者在管理方面的优势予以有机融合,创造新的管理办法,付诸实践,并取得良好成效。

## 攻坚克难的先锋

建筑项目施工的实操中,一些建筑体的特殊结构和特殊要求,在施工中遇到技术难点、施工难题是常有的事。作为高级工程师的袁云林在解决这些疑难技术问题方面,总是冲锋陷阵,走在前列。大家都说他是攻坚克难的先锋。

黄冈市反腐倡廉教育基地项目,在施工时遇到屋面挑檐施工难度大的问题,屋面挑檐跨度达3米,支模高度达20.5米。遇到难题,施工受阻。袁云林了解到这一情况,由他领衔,组成以项目部技术人员为骨干的技术攻关小组,经过几次会商,攻关小组成员一致认为,采用传统的施工方法,质量和安全方面都存在风险,施工难度大,成功机率也不大,一时陷入僵局。

袁云林带领攻关小组经过现场反复勘测后,他提议采用BIM技术进行施工,经过论证后具备可行性。采用新技术施工后,一次性获得成功,确保了施工质量。这个施工难题的解决,成为该项目获“楚天杯”奖的一大亮点。

位于仙桃市工业园的鼎龙科技生产厂房是超高混凝土结构,层高达23米。超高结构对建筑支撑技术要求严格,这也是

一次前所未有的挑战。为了解决这一难点,袁云林深入到项目现场,和项目部技术团队一起攻关。经过查阅相关资料并组织人员到周边学习观摩,都没有找到现成答案。袁云林带领团队多次讨论过后,集思广益,决定采用承插型盘扣式脚手架作为支撑系统,技术人员在数据核算的基础上建造模型论证,经过反复修改后的支模专项方案获得专家评审组的支持认可。实施施工时,袁云林一直盯在现场,丝毫不敢懈怠。完成施工验收合格后,业主单位对新十集团的施工技术水平高度赞赏。

袁云林极为重视工程质量,这也是企业赢得信誉的关键一招。他以创优夺杯为抓手,抓工程质量的提升。他每到一个项目现场,都要求项目部把工程当作艺术品来建造,定下创优夺杯目标,按计划实施。“南水北调中线水源调度运行管理系统工程”位于丹江口市,是国家重点工程中的一个重要项目,质量要求目标是夺“楚天杯”,在项目施工过程中,袁云林不仅全程予以关注,更是在重要节点亲赴工地检查指导。其中有三次发现了质量瑕疵,有一次项目部施工人员对一个小瑕疵不以为然,整改敷衍不到位,袁云林检查时予以严肃批评,他说发现了问题,就该彻底整改。专家组来验收工程,十分仔细认真,绝不能有侥幸心理。在他的督促下,原整改推到重来,达到满意效果。该项目正在申报湖北省“楚天杯”。正是这种对质量严格把关,精益求精的态度,新十建设集团年年都有工程项目创优夺杯,走向同行业前列。

## 让科创的种子生根发芽 开花结果

如果把发明专利、新型实用技术比作种子——来自新十建设集团的科创“种子”,由武汉理工大学和新十建设集团共建的“校企合作中心”的“水源”浇灌,在新十建设集团破土发芽。这样的校企合作发展实践,各自发挥优势,实现了双赢。袁云林在其中做好双方协调工作,付出了大量心血。

自任职以来,袁云林就有志于把新十集团打造成科技型发展企业,并一直在朝着这个方向作出努力,他以极大的工作热情致力于以科技创新服务企业高质量发展。袁云林认为,科技创新是推动企业健康发展的一条重要举措。公司董事长王建东和袁云林在交流工作时,公司成立创新中心这个想法不谋而合,这就需要公司与

相关大专院校、科研机构进行校企合作。这件事确立下来后,袁云林走访了几家院校和科研机构后,最终确定与武汉理工大学共建“校企合作中心”,并推动新十建设集团研发中心的成立,该中心于2018年获湖北省科技厅和湖北省发改委批准。

技术研发中心成立后,袁云林每年都要带领公司科创团队到武汉理工大学开展相关工作,或召开联席会,或攻关会战,或一起走进工地,学习交流等。开展这样的活动,进一步增强了公司科创团队的创新意识和责任意识,增长了知识,锻炼了队伍。

技术研发中心成立以来,共有14项发明和43项实用新型专利获国家知识产权的授权,创造省工法两项。袁云林在科技创新中起到了带头示范作用,他以第一发明人创造了《一种建筑装饰检测装置》、《一种节能环保型建筑结构》等6项发明专利,创造了《混凝土浇筑模板装置》、《建筑大跨度钢支撑多向连接件》等7项实用新型专利。

随着建筑业信息化的不断推进,袁云林在集团各分公司、各项目部积极推进BIM技术的应用。BIM技术的应用在民营建筑企业并没有得到足够的重视,推广起来阻力很大。袁云林在相关会议反复宣传,强调BIM技术应用前景和对企业信息化建设的促进作用,更是一种发展趋势,早应用早受益,并深入各个项目现场进行技术宣讲。通过他及管理团队的不懈努力,应用推广工作取得了积极进展,很多项目在施工中采用了BIM技术。袁云林还多次组队积极参加湖北省建筑业协会、武汉建筑业协会组织的BIM技术应用大赛,并取得优异成绩。黄冈反腐倡廉教育基地项目获第五届中国建筑工程BIM大赛二类成果。湖北省建筑工程BIM大赛优秀成果,南水北调项目中线水源调度运行管理系统工程获武汉建筑业BIM技术应用视频大赛铜奖。

企业管理既是一门需要遵循客观规律和科学方法的科学,又是一门需要创造性解决问题和灵活运用知识的艺术。热爱学习注重实干的袁云林在企业管理方面遵循客观规律,又创造性解决问题,在科学与艺术有机结合管理企业方面做了大量探索和成功实践,取得了可喜的成效,受到公司董事会的肯定和赞扬,也受到组织上和行业协会的表彰,袁云林2020年获邾城街道“优秀共产党员”称号,2022年获武汉建筑业协会“优秀总工程师”称号。

# 全周期策划优化引导 促成项目管理能效提升

◎ 文 / 浙江中天智汇安装工程有限公司 孙朝阳

**摘要:**随着建筑行业标准化程度提升,建筑市场日臻完善,新增建筑开发周期及基础造价逐步紧缩,整个行业由人员密集型向技术密集型转变,如何提高企业竞争力,管理能效的提升逐渐成为建筑企业关注的重点。随着生产行业的智能化要求提高,基础需求满足所需设施的建造技术日益复杂化,项目管理难度也随之提升。如何提高企业管理能力,由管理广度向深度的转换已成为企业发展的必然趋势。

**关键词:**全周期管理,策划,集成,深度管理

在市场经济调解下,公开市场业务承揽逐步由专业能力更强的国央企占据主导地位,如何运用民企先天优势,更好在低利润的大环境下生存下来是企业发展的第一要务。灵活的资金形式、紧凑的人员设置及高度协同一岗多能的人员使用特点是企业突出市场绝杀的有力抓手。“凡事预则立,不预则废”,充分的策划和全局掌控力为以上目标实现给出了明确指向。

## 一、全周期策划

虎头豹尾—延伸策划覆盖周期

施工企业的履约周期往往在整个建设期及设计尾端和经营初期,怎样延伸施工企业在建造周期的参与度,从而实现施工生命的延长是我们企业发展逐渐关注的重点。被动履约向主动经营的转变是我们企业迈出的第一步。而迈出这一步的首要任务是合理谋划,而通过工作策划加强建造的参与度则是目前谋划工作行之有效的方式之一。

有别于以往策划的分段设置,常规策划一般都是项目中标后的履约策划,项目承揽前的投标策划的意义往往被忽略。项目中标与否取决于总价优势及技术能力的集中展现,换句通俗的话,就是在成本压缩的基础上,技术标取分点的考评方法被充分利用从而取得高分。而实现以上两点在市场端要做到的就是询价及对后期市场真实采购价格的预测,同时更重要的是在投标阶段策划可落地性及风险的提前预期及规避。

履约策划是对投标策划的细化落实,是结合真实履约市场环境,优化施工流水后的细节补充。那么注重投标策划与履约策划的协同特点,针对“对立站位统一目标”进行连续性管理是全周期策划的重点。

同时客户培养、长线发展思路也是全周期策划不可或缺的一部分。项目五



方验收的结束往往代表项目最终大节点的完成,质保期或多或少的维修任务是现阶段建造业无可规避的内容,而质保期大多数的问题其实来源于设计结果与业主初衷的不完全契合,以及施工成果对设计效果的不完全呈现。那么怎样降低质保期的修整频率,还是要溯其根源。主要是施工落地需基于图纸的彻底解读,施工组织措施的制定,施工流水的设置,施工方法的选择及施工配套资源的准备均需要详细周密,同时参照PDCA的管理方法最终保证图纸落地的精度。第二当然也是根本问题,就是在设计前端解决问题,即针对图审后图纸内容与业主详细沟通,基于对图纸反馈现有功能的完全解读,并提供合理建议,从前端优化,从而提高施工依据的完整度和可落地性。

## 二、集成管理

(一)投标与履约联动

业主的信赖、总包单位的支持是机电工程项目能否顺利履约的必要条件。要学习央企单位的高效性,跑步进场,迅速组织人员和施工队伍,同时在技术端作为前置端口插入业主、总包单位的协同管理中去,在组织上与管理单位进行集成。

自身管理集成在履约团队进入项目时,最主要的是投标团队在此阶段的对履约团队的辅助,投标团队牵头通过解读招标文件,协助履约团队吃透合同内容,同时充分展示投标策划目标及成果给予履约团队参考,对履约团队的履约策划给予协助,实现投标策划与履约策划相呼应的最终效果。组织技术、计划人员认真复核

施工图纸、对照工程量清单进行分析,找出工程中的重难点和成本管控的关键,找出项目的利润突破点及亏损点,做好项目成本策划和前期预控工作,最主要是关于工程量清单中的遗漏项,和数量差的寻觅,在前期规避由于数量差导致的进度款受限于合同条款的情况,为询价及重新认价做好准备,为变更打好基础。

#### (二)、基于 BIM 的精心部署 样板引路

方案先行,样板引路。已经是当代行业的普遍技术管理方式,常规要求每个分部工程开工前,技术人员做好场地规划、施工方案编制、材料设备的进场和管理计划以后,重点讨论施工方案,要求技术人员进行方案比选、优化,做到准确、量化。而经过项目实操后发现以分部工程为划分进行的样板引路弊端明显,机电专业五个分部上百个分项,广而杂的专业特点对协同的要求更高,而 BIM 技术作为图纸立体化呈现的良好工具便体现了其优势。通过对“安装之星”、“鲁班奖”项目的综合分析,方案及样板逐步由单专业的呈现向区块内多专业协同而转变,通过整体控高、公用支架的设置,整合于一个空间的多专业系统以 3D 样板呈现于电脑,在通过多专业于样板区的协同施工,将实体落地,从而有引导性地将样板选材及施工方法进行比选,以直观的方式进行材料工法变更的效果呈现出来,同时多专业的协同将样板区变为微缩项目,也可以更快的暴露出协同问题为后期交叉施工提供经验。

### 三、管理深化

以往的管理多浮于表面,口号远大于效果。如何实现深度管理是各个企业无法规避的问题。

#### (一)、组织机构精简—人员管理深度加大

精简项目管理机构,是项目资源释放的重要手段,首先要精简管理机构,试行一人多岗多职,实行项目人员定岗、定责、定目标,这样管理费用的减少立杆见影,同时由于职能集中,实现了冗余沟通的规避和信息差导致的任务下达偏差,同时增加例会制度的质量管理,从例会机制入



手,关注交流结果而非举办,人员的缩减将有效信息得以集成,有效信息的交流人员变少也无形中提高了会议效率,减少的不必要的工资性支出,变为了集成后人员的工资水平提升同时管理费用向生产端偏移,更有利于生产。

#### (二)、台账管控—隐性成本管理加深

降低显性成本被各个企业所关注、隐性成本成为成本流失的一个主要通道。在项目管理过程中,显性成本相对容易控制,例如办公成本、现场材料消耗等,统计与核算均相对容易。而隐性成本相对显性成本更难以控制,甚至有时都不会被察觉,例如设备吊装租赁的吊车、临时的发电机、叉车、脚手架等等,发生的成本都和时间成正比,若不及时进行核算或优化,超耗的成本很容易被忽视,因此,加强隐性成本的控制至关重要。而例如往来文函的传递、图纸的往来等信息差导致的成本更是无可估量,有时及时的问题提出及反馈完全能规避业主成本支出以及施工单位的不必要拆改发生。所以管理的深度侧重也应该向隐性成本方向偏移。

基于对隐性成本的损失,切实可行的方式之一便是基础台账的建立、跟踪及更新。狠抓项目管理的基础业务,劳务验工结算台账、机械设备租赁台账、周转材料使用台账,来往文件台账等,每月一个循

环,及时锁定,及时更新规避风险降低成本。

#### (三)、系统优化—二次经营管理加深

加大二次经营力度,提高综合创效能力,是每个项目都在大力倡导的事情。而成果便是可实现项目创收,扭亏为盈的变更索赔的提出。为提高项目的创效能力,项目策划阶段应加入及策划,就要组织主要业务人员在研究招投标文件,合同文件和图纸,结合现场实际情况,超前谋划,最大限度的进行项目变更创效策划,并在实施过程中根据施工情况及时更新,加入新的变更项目。同时既有设计的优化也是不可忽视的一方面,这就要求技术人员具有深化设计能力,和系统校核能力,同时从设计计算到精算的转换也是日后技术管理深化的要点,在冗余设计里找效益将成为今后精益施工的引领。

### 结语

建筑施工管理是一项复杂的系统工程,它对施工企业能否实现可持续发展具有决定性的影响。传统行业基础技术更迭速度相对平缓,管理优化、深化在工程施工中的意义就显得尤为重要。与时俱进,不断开拓创新,是企业对市场需求的迎合,同时更是企业长久发展的第一要务。



大地调色板  
黄石光摄



东湖排污深隧施工者  
黄石光摄



福建土楼四菜一汤  
黄石光摄



## 人世间最难走的路……

◎文/高品建设集团

人生如盐，  
虽然涩，但必不可少。  
盐在嘴边，  
就看你如何品尝。

人生如路，  
有荆棘，但也有风景。  
路在脚下，  
就看你怎么走。

人生，  
最难走的路是心路，  
最难放的事是心事。  
路千千万万，却没有一条能相同。

选择平坦，就要接受平庸，  
选择荆棘，就要面对挑战！  
不管是哪一条，  
选择了就要坚持走下去，  
因为人生的路，  
每一步都算数！

路千变万化，各自有各自的领悟。  
路在脚下，  
荆棘与否没人能替你走，  
别人只能陪你一程，  
却不能帮你一生。  
其中难题，其中艰辛，

也唯有自己懂！

用脚走的是道路，  
用心走的是心路。  
心，才是一切的根本，  
成也好，败也罢，  
得也好，失也罢。

有人，口蜜腹剑，  
有人，嘴软心狠，  
唯有经历一些什么，  
才能看透一些什么。

吃了亏，才知道人心冷暖，  
上了当，才悟透真假是非。  
心路走好了，一切不是问题，  
人若想开了，世间没有难题。

道路，形态各异，  
心路，千差万别。  
而有些人，  
却总是走着自己的路，  
看着别人的脚。

慢慢的，  
人心有了不平，心里藏了怨恨，  
脚也就跟着走向歧路！  
人和人，一颗心，

谁也别高估自己，  
也不要低估别人。

与你无关，不要论人是非，  
在你左右，不要太过凉薄。  
想要打开心门，  
只有付出真心。  
想要拉近距离，  
唯有坦诚相待。

成熟的人，  
看破不说，懂得沉默，  
取长补短，从容前行。  
因为他知道：  
路从来都是一个人的路。  
与其羡慕他人成就，  
不如努力成就自己！

没有比脚更长的路，  
没有比山更高的人！  
人这辈子，  
守好自己的心，  
走好脚下的路。

该糊涂的时候别较真，  
该坚持的时候别萎靡，  
心放宽，路才宽，  
心坚韧，路畅通！

