

# 让既有铁路线桥梁“即换即通车”

## ——世界首台“换运架”一体机“太行号”研发纪实

### 出奇“制”胜

◎本报记者 矫阳

6月20日,朔黄铁路黄骅南站,晨光熹微。一列全长87米、自带4条“收折”支腿、宛如钢铁长龙的工程装备,由机车牵引,沿着铁路线前行,同时置换着线路上的混凝土T梁,“换、运、架”全部作业一气呵成,整体换梁效率较传统工法提升3倍以上。

这是世界首台换、运、架一体机——“太行号”,由中铁第五勘察设计院集团有限公司(以下简称铁五院)和国能朔黄铁路发展有限责任公司(以下简称朔黄铁路公司)联合研制。

对既有铁路线老旧、病害箱梁进行换梁作业,以往主要使用的台架横移换梁、龙门吊换梁等方式,需长时间断线、改线进行施工。“太行号”仅用4小时“天窗期”(指列车运行图中不铺画列车运行线或调整、抽减列车运行线,为施工和维修作业预留的时间)便完成了全部作业,在世界范围内首次实现既有铁路线“即换即通车”。

从2019年开始,在中国铁建《运营条件下铁路简支T梁更换装备研制及示范应用》重大科研专项支撑下,研发团队历经4年,终于研制出“太行号”。



“太行号”在4小时内“天窗期”内换梁施工。受访单位供图

一次只有4小时,而现有铁路换梁技术根本无法在4小时内完成换梁。”梁志新说。

没有技术参照与案例依据,研发团队的思路一直囿于如何改进以往架桥机架桥的工艺。

既然架梁是一片片架,换梁也应该是一片片换。

但模拟中技术人员发现,一片片换梁效率太低,时间长、工序多、受限条件增多,而且运营线上的安全性更难保障……

没有好的经验和点子,研发团队不断总结已完成的其他科研项目及辅架技术经验。彼时,研发团队一边研制其他装备,一边构思换梁方案。“完成其他项目的空闲时间里,各专业的技术人员都会一起讨论,在实践中摸索总结,探索新的换梁思路。”梁志新说。

单片换梁行不通,整孔换梁行不行?

2019年,在一次技术讨论会中,“昆仑号”项目总设计师梁志新提出了这个设想。“昆仑号”是世界首台千吨级高铁桥梁运架一体机。

研发团队在研发“昆仑号”的过程中,积累了更多的实践经验,也有了敢于突破、敢于尝试的底气。

随后,研发团队大胆提出方案设想,决定使用整孔换梁方式来简化工序,打破时间限制,完成4小时“天窗期”内快速换梁。

然而,新问题也随之而来。整孔换梁所需空间过大,未来的换梁机在稳定和升降上都有严格的限定。“四个转轴的步调必须严格保持一致,确保换梁机稳定,同时因为要躲避铁路线路上的接触网,换梁机还要考虑机械升降作业的空间界限……”在梁志新看来,这些难度加起来,比单片换梁难10倍。

方案探讨足足持续了两个月。其间,桥梁、机械、结构、电力等各个专业的技术人员,不断对关键技术、稳定测算和模型分解等进行研究,光是大方案就推翻过三次。

“建立”与“推翻”,不断反复。最终,一个成功的切入点被找到——采用“两车夹一机”编组运行方式,并且在世界范围内首创了“收折式”设计理念,让换梁机具备“整机换、运”的姿态转换功能。

这个方案解决了换梁装备的各个难题,达到在铁路运行过程中运、换两不误。“既能在既有铁路线上行驶运输,又不需对运输沿线接触网等附属设备进行迁改。”梁

志新说。

至此,“太行号”具备了一体化施工能力,试验证明,其适用于各种复杂工况,使换梁工序及施工人员大幅减少,可实现“即换即通车”。

### 配套完成线上运输、施工应急响应方案

随着研发团队对技术思路的确定,另一个难题也随之诞生。

在既有铁路线上施工,不仅是一个单独的换梁机研发问题,同时还是一整套施工组织与管理问题。

研发团队需要完成一套兼顾线上运输与施工的应急响应方案。

“大规模铁路换梁,绝非仅是简单的断线施工,涉及的是整个物资和人员运输。一旦过程中出现差池,将造成难以估量的损失。”“太行号”课题组负责人万鹏说。

为此,研发团队需要对样机进行系统试验测试,确保上线施工后万无一失。针对“太行号”研发及投用,铁五院与朔黄铁路公司达成这样的共识。

为确保“太行号”成功实现“天窗期”内整孔换梁作业,朔黄铁路公司提供专门试验场地,用于“太行号”的整体换梁试验。“双方合作,从生产组织、运营管理、安全管理等方面同步创新管理模式,针对装备首次‘上线作业’采取了多项有效措施,最终形成了换梁机全套换梁作业技术与安全管理体系。”万鹏认为,全套换梁作业技术与安全管理体系,形成了一套我国既有铁路线维修养护机械化、智能化可复制、可推广的工程化应用经验。

“研发出‘太行号’只是第一步,为既有铁路线换梁施工提供全产业链的成套服务,是‘太行号’的最终目标。”北京铁五院工程机械有限公司总经理孙世豪说。

目前,研发团队已投入到对“太行号”的升级研发、设计之中。“我们要让‘太行号’满足24米、32米全工况,多种梁型的换架需要,继续为我国铁路既有线路快速安全维护与高质量迭代发展,提供补链延链的产业布局和可靠的工装保障。”说到“太行号”的大规模投用,万鹏信心十足。

### 我国铁路桥梁更换需求迫切

截至2022年底,全国铁路营业里程已达到15.5万公里。

我国既有运营铁路线最早要追溯到清朝末年,很多普通铁路运营周期已超半个世纪。40%的铁路桥梁使用年限在30年以上,桥梁更换需求十分迫切。

“未来10年至20年内,围绕我国既有铁路线桥梁更新与快速迭代,未雨绸缪做好营业线的高质量维护,是实现‘交通强国’战略的重要一环。”铁五院总工程师湛启发说。

为应对未来既有铁路线改造和抢修,自2019年开始,铁五院研发团队承担了中国铁建《运营条件下铁路简支T梁更换装备研制及示范应用》重大科研专项。

研发快速更换铁路桥梁装备的构想,最早诞生于2012年。

那时,新中国成立之初的“老三线”——成昆、成渝、湘黔陆续出现老旧、病害等问题。

“这些既有铁路线都地处崇山峻岭,按已有方法更换桥梁,作业牵动面广,影响运营,而且安全保障任务艰巨。”“太行号”总设计师梁志新说。

“传统换梁施工方法,需要长时间断线、改线,给铁路运营造成很大影响;同时,面对目前普遍存在的高墩、复杂地形,现有换梁设备及技术均无法满足需求。”梁志新说。

尽快研发出全新工程装备,提升既有铁路线桥梁“换、运、架”技术,刻不容缓。

### 实现4小时“天窗期”内快速换梁

产生研发换梁机构想之初,技术人员就一直在思索,希望找到一种更好、更快、更高效、更安全的换梁技术。

“关键难题是如何缩短施工时间。铁路施工‘天窗期’

### 更快、更轻、更智能——

## 新一代“空中造楼机”4天盖好一层楼

◎本报记者 吴纯新  
通讯员 李经纬 谢杰夫

“可以顶升!”随着控制室技术人员下达口令,新一代超高层建筑轻量化施工装备集成平台正在建设的武汉泰康金融中心项目中顺利顶升。有了它,泰康金融中心项目几乎是4天一层楼。这个帮助泰康金融中心项目“快速成长”的超高层建筑轻量化施工装备集成平台,有个更为霸气的名字——新一代“空中造楼机”。新一代



图为新一代“空中造楼机”。

“空中造楼机”核心设备间位于平台中心,每完成一层楼的施工,即可“一键操作”向上顶升,耗时仅2小时,无须人工拆卸爬楼挂架,使施工效能提升30%。

### “空中造楼机”整体安装好似搭积木

中建三局集团有限公司工程总承包公司泰康金融中心项目经理陈攀介绍,新一代“空中造楼机”主要由支撑动力系统、钢平台系统、挂架及防护系统等组合而成,项

目部在总结前几代“空中造楼机”实施应用经验的基础上,结合项目自身特点,对“空中造楼机”进行迭代升级。

新一代“空中造楼机”内部形成了工厂化流水线,可逐层完成钢柱吊装、钢筋绑扎、模板支设、混凝土浇筑、混凝土养护等工作。“其具有装配化、轻量化、智能化的特点,简单来说就是更快、更轻、更智能。”中建三局第三建设工程有限责任公司科创公司总经理李劲介绍。

平台自重500吨,相比最早的“空中造楼机”重量减少70%以上。早期“空中造楼机”,连接部位大部分采用焊接工艺,新一代则采用型钢组合件的装配式连接,无须大量焊接,降低安装成本、轻松拆卸,后续周转更便捷。

如此庞然大物采用大量类似“乐高”的标准化模块设计,整体安装好似搭积木,仅用20天即可完成,安装时间较上一代减少30%。

### 已应用于多栋超高层建筑施工过程

“‘空中造楼机’作业面积大,盖完一层后,整个平台像‘乘电梯’一样直接往上升高一层,再继续施工。仅设备材料吊装转运一项,就可节约50%的工作量。”陈攀说,普通高层施工爬模系统,最佳效率约为7天一层楼,“空中造楼机”只需4天左右。

新一代“空中造楼机”实现了工序与施工机械的高度集成,节约现场劳动力,犹如

一个“空中智造工厂”。

从空中俯瞰,新一代“空中造楼机”是一个融合了安防、堆场、雨篷、养护系统的全封闭式操作空间,自动喷淋降尘降温系统可应对高温、雾霾等天气,提升施工人员作业舒适度。

在安全保障方面,新一代“空中造楼机”可针对不同结构体系灵活选择支点位置和布设平台,对不同形状的平面适应性更好,顶升时可通过位移传感器将实时数据反馈到控制中心,实现系统自动纠偏,更能杜绝传统爬架“冒顶”的安全隐患。

不同于以往方方正正的平台,上述“空中造楼机”根据泰康金融中心项目半月形平面布局量身定制,适应平面弧形设计,可实现平台布局灵活调整,在墙体两侧预留充足空间,解决了复杂钢结构吊装的问题。

此外,该“空中造楼机”可在电脑上实现一键顶升功能。采用新型电液直驱液压油缸,动力泵站与液压油缸一体化,占用空间小,响应动作灵敏,免除了油路敷设等工作程序。顶升过程采用传感器,模拟人手的触感神经感知支撑点动作,实现了支撑点每一步动作与电脑的数据交换,大幅提升了系统智能化程度。相比以往的“空中造楼机”,新一代“空中造楼机”顶升巡视看守人员减少50%,顶升时间节省20%以上。

目前,新一代“空中造楼机”已应用于福州世茂国际中心、苏州国际金融中心、重庆陆海国际中心、海南中心全国20多栋超高层建筑施工过程。

◎本报记者 叶青

走进广东芬尼科技股份有限公司(以下简称芬尼科技),生产制造、办公大楼能源系统等的运行状态实时显示在数据运营大屏上。

“通过这个屏幕,我们可以立刻知道哪个环节出了问题,从而快速解决问题。”据芬尼科技董事长宗毅介绍,该公司将信息化、数字化建设作为企业战略规划,从信息系统全覆盖到深入推进“产业数字化”,将信息技术与传统制造进行深度融合,实现“研产销存服财”全过程线上闭环管理,通过系统固化流程+数据指导决策,助推企业数字化转型升级。该数字化系统入选工信部智能制造优秀场景并荣获广东省数字化转型标杆案例。

### 依托物联网平台盘活数据资产

位于广州市南沙区的芬尼科技,主营空气能热泵系列产品及其应用场景解决方案,是热泵行业首家全国制造业单项冠军。

面对数字化发展浪潮,芬尼科技主动抢抓政策机遇,以数字化实现创新升级,在热泵领域探索出一条数字化新路,塑造企业发展新优势。

芬尼科技旗下拥有近20家子公司与3个生产基地,众多线下门店和售后服务点分布在全国多地,在日常生产与经营的过程中产生了大量数据。

基于此,芬尼科技开发、应用了芬尼云物联网平台以及IoT服务预警机制,实时对公司产品运行情况进行远程监控,通过对售后数据进行分析,达到指导前端研发及工艺改善的作用。

此外,依托芬尼云物联网平台,芬尼科技将前段质量预警、中段质量检测及后段售后质量分析全线打通,实现从被动服务向主动服务的转变,主动提前为客户提供服务,预防设备故障,提升客户服务体验,打造具有芬尼科技特色的质量服务体系。

“通过数字化系统,公司可以结合工程以及设备的关键性参数变化进行故障预判,并可以在设备真正发生故障之前介入,同时利用售后系统,可以实现售后服务自动配送、服务工单派发。”芬尼科技运营副总监王刚说,“这样可以提升客户体验,同时也可以大幅降低我们的售后费用。”

“我们通过实施数字化转型,有效提升了数据开发、标准化管理能力,逐步实现数据资产化增值,进而实现降本增效。”王刚说,自2015年以来,芬尼科技的数字化产能,在原有生产线布局、面积利用率保持不变的基础上实现了翻倍。

### 南沙区企业纷纷进行数字化转型

“政府的政策引导和资金支持是企业进行数字化转型的催化剂。”谈及数字化转型的经验,宗毅最先提及的就是,企业数字化转型离不开政府的政策引导。

宗毅指出,数字化转型的投入较大,且是一个持续性过程,大部分企业会担心“走错路”,从而不敢放手去做。这时,政府强有力的支持尤为重要。

芬尼科技的数字化转型就是一个典型的例子。在广州市南沙区政府的支持下,华为云计算技术有限公司(以下简称华为云)与芬尼科技团队以顶层规划为主线,将信息技术与传统制造进行深度融合,打通数据流链路、建立可视化平台,助力芬尼科技实现“研产销存服财”全过程线上闭环管理。

华为云与南沙区工业和信息化局(以下简称南沙区工信局)助力芬尼科技搭建的一站式数据智能运营平台,已帮助企业规整数据量超1000万条,将原有1个月的企业运营数据建模工作缩短到4天以内,芬尼科技数字资产利用率由10%提升至60%。

当下,芬尼科技所在的南沙区正通过智能化改造,全面提升传统制造方式自动化、网络化、智能化水平,并以此为基础催生智能化生产、网络化协同、服务型制造等新模式、新业态。统计数据显示,在南沙区政府和为云的共同推动下,南沙区产业数字化转型进程正在高速推进,初步统计,近3年在数字化带动下,相关转型企业合计新增产值约70亿元,涌现出一批以芬尼科技为代表的当地企业数字化转型的样板与标杆。

“《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》发布一年来,南沙区已经有了较为明显的数字化转型成效,2022年南沙规模以上工业企业实现产值3805亿元,规模、增速均位列全市第二,有效支撑了工业经济的高速增长。”南沙区工信局信息发展处处长刘成表示。

“数字化转型无论在深度、高度还是宽度上,都比信息化要丰富、复杂和系统,所以企业要统筹规划,在实施时要结合业务场景,围绕客户来分步实施,切勿贪多贪大。”宗毅表示,同时,还要多汲取行业标杆经验,加大对数字化转型人才的激励和培养。



芬尼科技实现“研产销存服财”全过程线上闭环管理。图为芬尼科技的数据化生产线。受访单位供图

## 一家热泵制造企业的数字化转型之路

芬尼科技实现“研产销存服财”全过程线上管理