

# 向隧道“四化施工”迈进

——中铁十一局四公司智慧建造研究院促进我国隧道施工向数智化转型纪实

■ 郑传海 杜萍

前不久,在湖北省武汉市举行的第五届智慧城市与智能建造产业博览会暨论坛上,中铁十一局的诸多研制成果受到广泛好评。由该集团四公司智慧建造研究院自主研发的隧道二衬智能浇筑系统(以下简称“光伟二衬系统”),不仅成功突破了隧道施工领域二衬拱顶混凝土脱空、不密实、掉块等通病,还有效解决了隧道施工工程质量、安全、管理、工效等关键问题,在西(安)十(堰)、渝(重庆)昆(明)、渝(重庆)黔(贵阳)等十余条高铁线路推广使用。

## 小小研究院的大担当

2019年初,中铁十一局四公司贵南高铁项目部针对隧道施工通病空洞现象,在临时成立“光伟二衬系统”攻关小组基础上,大胆走出去,与当地高校联合,成立了我国第一个由项目部主导、设在项目部的中铁十一局四公司智慧建造研究院(以下简称“智研院”)。

随着“智研院”悄然挂牌,隧道施工加速向“四化施工”迈进的任务,也落在了“智研院”的身上。

2020年8月13日,国铁集团印发的《新时代交通强国铁路先行规划纲要》指出:“提升基础设施全生命周期发展水平,推进设施数字化、智能化升级。”“发展智慧工地等智能建造装备技术。”“完善铁路工程建设质量管理体系,建设铁路精品工程,确保工程建设质量安全,确保新线依法高质量开通运营。”

同年11月21日,国铁集团有关领导到中铁十一局四公司贵南高铁项目部调研时称赞说,你们胸怀国之大者的战略眼光,与国铁集团(原铁道部)2020年印发的《新时代交通强国铁路先行规划纲要》的战略规划不谋而合。

## 升级隧道施工工装

“智研院”成立后,一边抓紧对“光伟二衬系统”和仰拱边墙自行式凿毛机进行迭代升级;一边对隧道“四化施工”涉及的其他装备进行



● 2018年12月21日,国铁集团党委委员、副总经理王同军(左)在中铁十一局四公司贵南项目部承办的贵南高铁现场检查总结会议期间,在都安隧道参观该项目部研制的小型智慧工装。



● 2022年9月15日,中铁十一局四公司智慧建造研究院研制的抓机配板智能机器人在全国第一条四车道高速公路隧道——深汕西高速公路城仔山隧道智慧建造中心作业。

问题,从整体上影响隧道质量。

“智研院”对自己研制的仰拱边墙自行式凿毛机升级改造后,在保持原有行走灵活、喷淋降尘无污染、凿毛深度均匀和操作简单等特点的基础上,增加了多角度旋转功能。凿毛一板仰拱边墙由原来的4至5人1天,缩短到1人30分钟即可完成,工作效率是原来凿毛工具的8至10倍。

长期以来,我国隧道二衬检测虽然从原始的凿孔破壁破坏性检测,到超声波检测,发生了很大的变化,但借梯(平台)登高空中检测的安全隐患始终存在。“智研院”研制的智能调节多轴雷达天线夹具,拥有智能行走系统自适应隧道曲线,无需人工托举,始终紧密贴实二衬检测面的特点。这样一来,隧道二衬检测安全,所需检测数据稳定、准确,检测一天的工作量相当于采用原来方法检测一个月的工作量。隧道二衬智能雷达检测车,使隧道二衬检测实现了革命性变革。

研制PMIS信息管理系统(项目信息化管理系统),项目管理迈入智能终端时代。他们自主研发的PIMS系统,在贵南高铁、汉十高铁等20多条高铁推广使用后,这些项目现场管理一步迈入了智能化终端时代,从施工物料采购,到现场每个环节的施工用料,从施工进度安排到实际施工进展情况,从安全监管布置到现场落实情况,从施工组织方案交底到技术方案落实和质量检查情况,从分项工程成本预测到实际控制情况,从部门之间链接设计到内部协同管理情况,从思想政治工作开展情况到员工实际工作效果等,全部借助移动APP平台,随时随地可以查阅以工程控制为核心,工期、质量、安全、成本。

PIMS系统的实施,打通了项目管理智能化终端最后“一厘米”,促进了项目内部流程优化,建立敏捷的信息化反应和高效的内部沟通协作和监控机制,有效进行集中管理。使项目管理“信息可视化、操作透明化、流程标准化、管理精细化”,从设计蓝图走向了场景应用。

智能化、数字化、信息化改造或研制,争取用最短的时间,对隧道“四化施工”所需的隧道边墙自动布料机、仰拱自动振捣整平机械手、仰拱边墙自动布料机、智能混凝土回弹仪、隧道二衬智能雷达检测车、安全质量检测值守机器人等10余种工装进行研制、改进升级。

研制钢拱架自动化生产线,多型号规格钢拱架自动生产。钢拱架自动化生产线由型钢输送结构、型钢整形结构、型钢冷弯结构、型钢顶升移载定位结构、型钢连接板对位焊接翻转结构和成品出料输送结构组成。在贵南高铁都安隧道出口担负施工的湖北鹏辰建设工程有限公司负责人李小龙介绍:“这种生产线解决了2D视觉、3D激光寻位和5个机器人的数据贯通交互,能自动连续生产60多种不同型号的钢拱架,实现了多型号钢拱架智能化、柔性生产。一节段钢拱架生产时间从原来的15分钟,缩减到8分钟。”

研制仰拱自动振捣整平机械手,智能化施工最完美、更高效。传统的仰拱及填充混凝土浇筑施工采用人工振捣,不只是作业条件差,

劳动强度大,最伤脑筋的是,费了很大的劲儿,还很容易出现振捣不到位、混凝土密实度不达标。仰拱混凝土收面时,因为作业面过大,不容易控制,经常出现混凝土面平整度差,甚至出现错台现象。为了改变这种状况,“智研院”工作人员通过在仰拱栈桥底部加装行走装置,振捣机械臂和激光定位平整装置,通过现场作业人员操作遥控器,实现仰拱混凝土机械化振捣、自动化平整。

仰拱自动振捣整平机械手投入使用那天,项目部8个隧道施工队伍的代表、监理工程师、设计单位和云桂铁路广西公司有关专家和领导,都赶到都安隧道出口施工现场观看。时任院长王文波和总工程师操光伟以及测量班的同志更是全神贯注地看着红外线测量仪表上跳出来的每一个数据。

“采用仰拱自动振捣整平机械手,填充混凝土不密实和混凝土表面平整度差等质量通病不存在了,还把工人从繁重的体力劳动和艰苦的作业环境中解放出来。不仅如此,施工时间大幅缩短,仰拱施工由原来的7人6小时缩短至2人3小时。”都安隧道进口负责人李达经过仔细比较后得出结论。

研制仰拱边墙自动布料机,向质量通病说拜拜。过去,工人们最怕仰拱边墙混凝土施工。人工搬运溜槽浇筑混凝土,不光劳动强度大,浇筑混凝土花费的时间长,还容易出现混凝土离析、强度不均匀、冷缝等质量问题。

连续一星期,攻关小组钻到仰拱栈桥下面检查,寻找研制仰拱边墙自动化布料的突破口。经过反复观察,最终发现以仰拱栈桥主梁为支撑,稍作改进和完善,用它作为支撑滑道,牵引布料机纵向移动就行了。他们便通过布料机传送带实现混凝土横向输送,借助遥控操作就OK了。

## 咬定智能化、绿色化不放松

以往,隧道仰拱边墙凿毛都是采用打炮眼的风镐凿毛,震动大、噪音大、工效低、凿毛深度不好控制,质量无法保证。水沟、电缆槽和边墙新旧混凝土粘结不实,容易留下隧道渗水的



● 为应急演练现场救援场景。

## 攀钢西昌钢钒开展2024年生产安全环保事故综合应急演练

为深入开展全国第23个安全生产月活动,切实做好各类突发事件防范和处置工作,检验攀钢西昌钢钒各级应急处置机制及各级应急救援队伍救援能力,全面提高公司各级应急处置能力,6月27日下午4点30分,由攀钢西昌钢钒主办、西昌钒钛产业园区协办、西昌钢钒炼铁厂焦化分厂承办的“2024年生产安全环保事故综合应急演练”在西昌钢钒炼铁厂焦化分厂拉开帷幕。

此次演练模拟炼铁厂焦化一期综合油库2#粗苯储槽出口根部法兰垫子破损,人员进入受限空间紧急处置过程中,吸入有毒气体窒息,并伴随罐体粗苯泄漏着火后的应急处置场景。

攀钢钢钒总经理黄枝权为演练总指挥,西昌钢钒产业园区、西昌钢钒炼铁厂、公司各部门及各单位应急救援人员共计150余人参与和观摩了演练。

事故发生后,焦化分厂第一时间启动了现场处置方案,对泄漏粗苯进行处理,一名应急处置小组成员在处置过程中因苯中毒而晕倒;焦化分厂副厂长胡开峰把情况紧急上报给炼铁厂副厂长彭志辉,炼铁厂焦化分厂立即启动重大危险源专项应急预案,应急救援小组各司其职,医疗救护组迅速将受伤人员转移到安全地带进行施救,等待专业救护;抢险救灾组继续开展抢修工作。后因粗苯泄漏接触高温蒸汽管道引发着火,险情进一步扩大,焦化分厂快速启动综合应急预案,立即启动泡沫系统对着火粗苯进行覆盖灭火,同时启动喷淋水系统对周边储罐进行水幕保护;在泡沫液即将消耗完的情况下,火势得到些许控制。但由于西昌季风影响,火势有进一步扩大蔓延的趋势;副厂长彭志辉果断向西昌钢钒请求支援,总经理黄枝权在听取汇报后,立即启动西昌钢钒生产安全事故综合应急预案,并亲临现场指挥。西昌钢钒成立了7个应急处置组奔赴事故现场予以支援,并向西昌经久特勤站求援。在政府、企业应急救援队伍、人员的共同努力下,经过10多分钟的紧急救援,现场险情得到控制,各应急救援组有序向总指挥黄枝权汇报现场救援抢险情况,各应急组圆满完成了此次应急任务。

此次演练,所有参加人员分工明确,反应迅速,密切配合,处置得当,达到演练预期目的,总经理黄枝权对此给予了充分肯定。他强调,要持续强化岗位职工安全教育培训,通过类似的演练进一步提升职工安全防范意识和应急处置逃生能力。

(何勇 文/图)

## 签约8个项目揽金73.5亿元 万源在沪举行“双招双引”投资环境推介会

天南地北找商机,五湖四海忙“拓土”。在“双招双引”这件事上,四川万源不甘落后、竞相出击。继2024年3月28日在重庆签约12个项目揽金156亿元,4月2日在厦门签约5个项目揽金35亿元后,6月18日,万源市在上海“双招双引”投资环境推介会暨合作项目签约仪式上再获佳绩——8家企业代表分别与万源签约,达成招商引资项目8个,协议总投资额73.5亿元。

在增加有效投资上实现新提升,坚持项目为王,更加精准抓谋划,更大力度抓招引,更高效率抓建设,更实举措抓保障,以有效性的投资支撑高质量发展。一粒粒产业“种子”在巴山画屏播种生根,一个个优质项目在红城万源落地开花,实力强品质优生活美的更好万源建设迈出坚实步伐。

“双招双引”,贵在精准。万源市按照有发展规划、有支撑主体、有目标企业的原则,逐个产业绘制全景式招商图谱,明确招商路线图、任务书、时间表,大力开展“按图索骥”式

招商。

缺什么补什么,需要什么引什么。找准了招引目标之后,下一步需要做的是主动出击。基于此,万源不断强化各级各类平台招商功能,采取走出去、请进来相结合的方式,组织举办了系列招商活动,搭建出了一条主动寻求合作的“桥梁”。

“双招双引”既要“广撒网”,也要重点“捕鱼”。全市聚焦重点产业、重大片区、重点领域,组织举办了定向招引活动,全方位推介重点项目,取得了良好成效。今年3月,签约引进玄武岩开采加工及应用基地建设项目和硅基新材料生产项目等一批重大项目、好项目。

此次在沪举行的“双招双引”投资环境推介会,既是一场共赴美好的招商盛会,更是一场政企间的“双向奔赴”。推介会现场“大咖”集聚,共签约万源市国家级旅游度假区建设项目、万源市分布式光伏+储能项目、富硒肉制品加工项目等涉及康养文旅、绿色建材、仓

储物流、富硒农产品加工等多个行业领域项目8个,总投资达73.5亿元,其中30亿元项目2个。

万源市委书记蒋波在致辞中表示,巴山之美,蜿蜒如画、锦绣如屏。“中国天然氧吧”“天府旅游名县”“富硒之都”,声名远扬。八台山、花萼山、龙潭河,四季绝色。“巴山画屏红城万源”人和至纯、包容开放,期盼来洽谈合作、投资开发。这里,金色粮油、绿色茶叶、黑色黑鸡、褐色药材、青色果蔬“五彩产业”名冠四方;这里,新材料、清洁能源、绿色建材拔地而起。托底帮扶“惠风”劲吹,要素配置温暖“贴身”,政务服务“万事易办”,营商环境“优

中更优”,企业入驻“宾至如归”。

面对100余名来自京津冀、长三角、川渝等地区的知名企业家、商(协)会负责人,万源市推出了富硒农产品(中药材)、绿色新材料、商贸物流等6大重点12个合作投资项目。推介会现场,浙江大学茶叶研究所所长、浙江省茶叶协会还对万源市茶产业发展协会予以授牌。

一阵阵掌声、一次次签约、一声声洽谈……推介会上充满着热情和对未来的憧憬,开放的万源、热情的万源始终呼唤所有投资者共谋发展,在创业中加深友谊,在“双赢”中共享成功。

(马发海 文/图)



● 一艘集装箱货轮停靠在天津港“智慧零碳”码头。

(新华社记者 赵子硕 摄)

卸作业“纪录”不断被刷新。

机器的精准与工匠的经验,共同为码头生产赋予了新动能。“之前,技术精湛的拖车司机每天最多只能拉几百吨货物;而如今,通过智慧港口建设,十余位员工已能同时操控几十台机械设备。从‘一对一’到‘一对多’,智能科技的赋能让港口发生了巨大变革。”成卫东感慨道。

加快自动化、智能化建设是港口高质量发展的趋势之一。天津港将创新作为第一动力,努力实现高水平科技自立自强,抢抓数字化转型机遇,驶入了智慧发展的“快车道”。

近年来,天津港集团与华为技术有限公司等企业深化合作,不断推进港口自动化、智

## 从“无人码头”到“大模型” 智慧赋能津港效率“金招牌”

能化和无人化技术应用。2022年华为与天津港集团等单位合作创立智慧港口全球创新实验室后,孕育于此的多项创新已应用于天津港的“智慧零碳”码头。

今年4月,天津港集团与华为技术有限公司签署了“加速行业智能化-港口大模型PortGPT深化合作协议”,进一步加速智慧港口升级版建设和港口数字化转型;6月在津举行的2024世界智能产业博览会上,天津港集团还联合华为技术有限公司发布了天津港PortGPT1.0,在智慧港口建设赛道上加速“领跑”。

天津港集团副总裁杨杰敏介绍,PortGPT1.0能够通过视频和图像识别港口现场生产的多种场景,包括现场作业人员、不同类型的设备、不同的作业安全规则等。

“目前,这个版本已在部分区域尝试应用,未来这一大模型将有望代替码头现场安全员对作业现场进行24小时智能化监管。接下来,我们还希望尝试将PortGPT应用场景进一步拓展到港口调度指挥、办公辅助等更多方面。”杨杰敏说,天津港集团将继续以数字化转型为抓手,以科技创新与管理变革双轮驱动,让数字技术为港口生产作业赋能提质增效。

近百台人工智能运输机器人实现规模化运营,集装箱大型装卸设备自动化占比超过

66%;发布全新一代智能化集装箱码头控制系统JTOS,自动化场桥ESC系统成功上线,全力提升装卸生产自动化水平……在智能创新技术的加持下,天津港正加快脚步,建设以质为先、效率至上、创新引领的世界一流智慧港口。

“在一公里外的指控中心,只需点点鼠标、操作摇杆就能卸下十几吨重的集装箱。”天津港第二集装箱码头有限公司副总经理孙彪说,通过物联网、卫星、5G、人工智能等技术连通“人、车、箱、船、机、场”,装卸作业时间比人工装卸减少26.2%,远洋干线船舶在泊船时效率提升28%。

今年以来,天津港集团的生产运输“成绩单”颇为亮眼。今年上半年,港口生产始终保持高位平稳运行,天津港集团累计完成货物吞吐量2.48亿吨,同比增长3.1%;集装箱吞吐量1188万标箱,同比增长4.6%。货物及集装箱量持续稳步增长,为京津冀区域经济发展注入了澎湃动力。

“智慧科技的应用能够有力促进我们从更高层面上将交通运输各领域的优势资源进行有机整合、进而产生‘化学反应’。”天津市交通运输委员会副主任刘道刚说,在我国加快建设交通强国的进程中,不断提质增效的智慧港口必将彰显出繁荣活力与无尽魅力。

(刘惟真)