

# 穿行水下的创新较量

## ——中铁十四局济泺路穿黄北延隧道打造智能掘进“样板”工程

通讯员 李桂香 本报记者 梁栋方



前不久,中国铁建三级建设推进会暨项目管理现场会在济南召开。会议期间,200余名与会人员走进由中铁十四局承建的济泺路穿黄北延隧道施工现场,观摩科技创新助力超大直径盾构隧道建造的新成就。

党的二十大报告指出,“加强企业主导的产学研深度融合,强化目标导向,提高科技成果转化和产业化水平。”在鹤山水库下方23米处,济泺路穿黄北延隧道项目团队牢记“国之大事”,强化责任担当,在盾构设备升级、长距离下穿水库和智慧掘进等方面不断探索创新,助力济南跨河发展,为构建济南市跨黄河综合立体交通网络贡献铁建智慧和力量。

### 升级定制设备 让掘进更高效

2021年9月30日,在两岸百姓的翘首以盼下,济南黄河济泺路隧道顺利通车。至此,市民开车最快4分钟即可穿越黄河。

隧道的顺利通车,离不开两台超级“钢铁蛟龙”——直径达15.76米的“黄河号”“泰山号”盾构机。2022年底,这两台超大直径盾构机在完成人类历史首次穿越地上悬河使命后,再次转战济泺路穿黄北延隧道工程。

“穿黄北延隧道是连通济南市主城区和新旧动能转换起步区的重要纽带,工程起自济泺路黄河隧道敞开区,总长4383米,隧道以盾构方式下穿鹤山水库,再接入省道S10。”该项目负责人杜昌言表示,两座隧道直径、建设方案基本一致,穿越地层均为粉质黏土,局部夹杂钙质结核。

钙质结核对盾构机掘进的阻碍作用不可小觑。杜昌言介绍:“经过亿万年沉淀沉积而成的钙质结核,质地坚硬,它们进入出浆管道会产生浆液滞留、卡管卡泵等问题,严重时还会使管道磨损、设备停机。”

为了解决上述问题,确保隧道顺利穿越铁路、水库、管线等构筑物,项目团队决定对“黄河号”“泰山号”盾构机进行针对性改造。为了让盾构机的“牙齿”更锋利,项目团队对盾构机刀盘进行适应性配置,增加38把焊接式

先行刀,并提高刀具高度,使其更加有效应对当前穿越地层。同时,为了让盾构机的“血管”更通畅,他们增加了盾构机的联通管螺旋堵堵系统,有效防止仓内联通管因底部堆积造成压力不稳定,保证联通管始终处于通路,使掌子面始终保持稳定。

实践证明,升级后的两台盾构机有效适应了黄河特有的粉质黏土地层,工效提升了20%。目前,济泺路穿黄北延隧道西线“黄河号”盾构机已率先抵达加固区,静待接收;隧道东线“泰山号”盾构机已开掘过半,明年初即可贯通。

### 创新施工工艺 让掘进更环保

翻开济泺路穿黄北延隧道工程路线图,可以清晰地看到,两台盾构机要先先后后下穿鹤山水库,下穿水域长达1550米。2000年4月投入使用的鹤山水库是一级水源地,承担着济南市40%的居民用水,而且没有替代性水源。

项目团队通过查阅水库地形资料和开展蛙人摸排后发现,水库底部多处存在有机井。“盾构机在掘进中遇到机井,势必会引起扰动,还可能出现冒浆,造成水质污染。”该项目总工程师王超道出了团队最担心的问题,超大直径盾构机距离穿越一级水源地,在国内尚无先例。为此,该项目成立“王超创新工作室”,并与山东大学联合围绕“超大直径泥水盾构长距离穿越大型一级水源地”开展课题研究。

“想要保持水库底部水体稳定,必须保持上下承受的压力相同。”采用充满水的“水囊”给水库底部补充压力的想法闪过王超的脑海。随后,他们采用模型试验、现场监测和数值仿真等手段,模拟盾构机穿越水库堤坝、水域等关键区域的环境,总结出扰动机理和规律,并在施工中得到应用。

“水囊”不仅能够随着盾构机前行,给湖底增加一个“保护套”,使用后还可以回收,从根本上保护水质。他们还在“水囊”上装置了应变片和水位计,定时自动读取水库底的位移变化情况。截至目前,围绕该课题项目团队

已形成6篇论文和8项发明专利。

### 运用智慧系统 让掘进更安全

穿黄北延隧道长距离下穿大型水库,最浅覆土仅12米,并且穿越水库段水面高出地面6米多。在高风险下实现稳定掘进,智慧掘进系统发挥着重要作用。

在项目部智慧管控中心,与正在建设的实体隧道相对应,一座数字孪生的“云上隧道”也在同步“掘进”。“每掘进一环,云上数据就更新一环,在‘数字盾构’中,点击具体模块,就可以查阅相应参数。”该项目盾构经理周赞操控智慧大屏介绍,这些信息也实时传输到600公里外的南京大盾构公司盾构智慧管控中心。

盾构智慧管控中心对数据进行自动化分析,当参数出现异常时,相关预警信息就会分级发送给对应人员,使隧道建设“尽在掌控”。

“济泺路穿黄北延隧道项目东线盾构掘进过程中气垫仓与P2.1泵吸口压力值报警,请注意。”今年6月下旬,盾构机长孙警收到来自盾构智慧管控中心的“三级预警信息”。和孙警同时收到信息的还有项目负责人、盾构经理、总机械师。随后,他们重新计算出最精确的切口水压和参数,对注浆质量、泥浆性能等进行了优化调整,确保水下穿越稳定高效。

“如果发出二级风险预警,信息将被推送至总部掘进中心进行跟踪调度,而一级信息则推送至公司分管和主管领导。”周赞表示,据统计,济泺路穿黄北延隧道掘进期间,系统共发送预警1100余次,为项目团队及时发现隐患、解决问题提供了重要信息。

此外,如盾构施工现场有紧急情况,大盾构公司南京总部随时可以为盾构机“把脉问诊”,甚至接管操控。在智能化、自动化、可视化管控下,该隧道盾构施工最高日进尺18米,最高月进尺332米,创造了超大直径盾构长距离穿越水库的掘进纪录,进一步擦亮了中铁建大盾构品牌。



2个项目、8424户、113.9万平方米,项目无一亏损且均实现了超额利润。这是中铁建设置业公司杨占宇5年间与时间赛跑交出的成绩单。杨占宇说话不紧不慢,干起项目却风风火火。2018年底,他迎来独立操盘的首个项目——葛沽镇定向安置房。该项目是天津市首例推行以土地出让模式取得棚户区改造形式的建设用地,也是市里的“十大”民心工程。开工要快、开盘要快、销售要快、回款要快,杨占宇从拿地之初就和时间“杠”上了。他带领团队78天取得施工许可证,一举创造了中铁建房地产开发前期取证的最快速度纪录,为后续施工抢出了宝贵的半个月时间。

“项目一天的资金占用费都快赶上老家的一套房子。”杨占宇深知,时间就是金钱,省下的都是真金白银。为了赶进度,他创新设立工程管理中心,引入两家施工单位同台竞技,每周组织总包负责人召开现场办公会,为工程全方位“把脉问诊”,高效推进施工进度。

60栋楼、15万方混凝土、2万吨钢筋、35万平方米模板,近5000名工人“三班倒”换来了工程主体提前完工,项目首次实现资金平衡,此时距离拿地仅仅过去了6个月。最终,工程像上了“发条”一样提前1个月竣工交付,仅工期一项就节约财务成本近5000万元。凭借葛沽镇项目的良好履约,杨占宇助力公司顺利中标小站、白塘口两项安置房工程,在天津市场成功打响中铁建设置业品牌。

2020年初,正当杨占宇为南昌市团购类项目思考操盘策略时,突如其来的新冠肺炎疫情打乱了预期开发节奏。得知南昌市高速公路解封的第二天,他就迫不及待带领项目团队辗转2000多公里自驾赶赴南昌,沟通由线下改为线上,视频会议从白天开到晚上……这些他都习以为常。

为做好项目在元旦期间的选房工作,他周密策划,将140余名管理人员分为8个小组,将现场划分5大区域,确保了每天现场400余户业主选房工作有条不紊推进,在8天时间内收款超20亿元,成为大家口口相传的“卷王”。

杨占宇不但“卷”别人,连自己也不“放过”。为了把精装修阶段的木门价格“打”下来,他亲自调研了6个品牌车间,经过3个月反复询价谈判,最终选用桥湾力学板填充门代替蜂窝纸填充门,在提升质量的同时,价格降低了2.88%,仅此一项便节约成本约42万元。材料商都在“抱怨”,“第一次见房地产开发商砍价和买白菜似的,一毛一分地‘抠’。”

“抠”出的是成本,更是效益。近些年来,凭借优异的创效成绩,杨占宇先后荣获中国铁建“工人先锋奖章”“诚实守信道德模范”“创效功臣”称号。时至今日,他仍然保持着置业公司拿地一年内开盘、一年内资金平衡的最快纪录。

## 杨占宇：与时间赛跑的「操盘手」

通讯员 袁鹏 李冠良

## 雄安铁建中心项目展示体验区正式开放

本报雄安12月15日讯(通讯员王广恒 赵璨)12月10日,中国铁建布局雄安的首个开发项目——雄安铁建中心项目展示体验区正式对外开放,为区域内产业导入、交流招商和企业疏解提供了服务和支撑。

雄安铁建中心项目位于河北省雄安新区,毗邻雄安站和自贸大厦,总投资约100亿元,占地面积约26.93万平方米,总建筑面积约78万平方米,规划有办公、住宅、商业、酒店、公寓等多种业态,承担着展示新区门户形象和自贸区创新试验成果的重要使命。

此次对外开放的展示体验区总建筑面积约3450平方米,是雄安新区第一批“零碳”示范建筑,被授牌为中国(河北)自贸试验区雄安片区交流展示中心。该展示体验区地上共有3层,分别展示了中国铁建在雄安的投资建设成果、雄安铁建中心项目建设效果及中国(河北)自贸试验区改革创新成果。

### 新闻摘要

●12月14日,由中国铁建港航局三公司承建的国内首个深水救援基地项目——中海油井控应急救援海南基地基础设施建设项目正式开工。(通讯员金芝愿)

●12月12日,由中铁二十五局承建的柳州市北部生态新区古灵大道地下管廊工程通过验收。该项目是广西目前最长单体地下综合管廊。(通讯员周群能 闵佳鑫)

●12月12日,中铁十一局成功中标全国首个机械法竖井建设初雨调蓄工程——上海虹莘排水泵站初雨调蓄池项目。(通讯员任志宏 张玺)

●12月11日,由中铁二十四局负责铺轨的上海机场联络线先期开通段首列长轨进场,标志着全线铺轨工作即将开始。(通讯员江健)

●12月11日,由中国铁建港航局四公司承建的重庆市重点工程——潼南东升大桥主桥P3号墩边主梁顺利实现合龙,向主拱吊装施工发起冲刺。(通讯员周胜芳)

●12月10日,中国铁建大桥局参建的国家“八纵八横”高铁网沿海通道的重要组成部分——深江铁路全线首个连续梁顺利完成浇筑。(通讯员王英罗)

●12月10日,由中铁十九局承建的国家高速公路网主动脉之一——绥满高速公路哈拉至满洲里段正式通车。(通讯员贺红宇)

●12月9日,由中铁十五局五公司承建的苍巴高速棋盘寺互通与既有线巴达高速的交通转换桥施工正式完成。(通讯员王新 刘艳慧)

●12月9日,中铁十一局参建的港珠澳大桥西延线的重要组成部分——鹤港高速实现全线通车。(通讯员王国毅 唐业堡)

## 国内一次性批复岸线最长内河港口项目交工



12月7日,由中国铁建港航局承建的南昌港东新港区姚湾作业区综合码头项目(一期)顺利通过竣工验收。该项目规划占地面积约1520亩,码头使用岸线总长1905米,是全国一次性批复泊位最多、岸线最长的内河港口码头项目。图为南昌港东新港区姚湾作业区综合码头项目(一期)。王一丁摄

### 安全全天候

## 筑牢安全屏障 护航冬季生产

本报广州12月15日讯(记者邓联旭 通讯员张婕)邵阳火车站新站房开通启用,渝湘复线高速鱼梁溪大桥左幅合龙,中国铁建国际城二期C1地块主体结构全面施工……连日来,中铁二十五局建设者全面发起“冬季攻势”,抓生产、保安全,多个重点工程项目捷报频传。

为应对冬季施工的各种挑战,该集团将隐患排查整治作为加强安全监管的重要抓手,成立由主管领导带头、班子成员分片包保的8个督导检查组,采用交叉督导检查、重难点项目驻点帮扶等方式,推进隐患排查整改闭环。渝湘复线高速彭西路项目积极响应,成立隐患排查整改

督导组、劳务队伍自查自纠组等,动态跟踪隐患排查整改过程,并将隐患排查整治与岗位责任清单相结合,实现隐患“动态清零”,为推进鱼梁溪大桥连续梁合龙提供安全保障。

低温条件下施工,确保人员、设备安全防寒保暖是关键。在四川若尔盖,千里寒冰已盖满高原草地,该集团西成铁路项目部在及东二号隧道洞内设置风暖锅炉进行供暖升温,营造舒适作业环境,同时为隧道洞口“戴上”了由工字钢、保温板和防火板组成的防寒保暖“面罩”,最大限度隔绝洞外寒气,留住洞内暖气。在气温已低至零摄氏度以下的长春地铁7号线施工现场,2500米电热带、11

台热风炉、19台热风幕等“温控法宝”各显神通,为现场输送源源不断的暖流,助力项目实现“常温”作业。

与此同时,智能技术的应用也为项目冬季施工保驾护航。在该集团清华珠三角研究院项目1号主塔楼里,智能巡检机器人通过高性能网络图传模块以及热成像摄像头,快速辨别各工点的安全隐患,极大缩短巡检时间。面对现场利用地磅影像、危险区域智能语音提醒、塔机吊钩可视化等系统,以及智能安全帽、生命体征实时监测设备、BIM建模技术等“黑科技”,构建智能安全管理屏障,助力项目保持“零事故”纪录。

## 严卡风险点 规范保落实

路运输处安全操作“四卡一规”的通知),并采用“线上培训+线下督导”等方式,推动“四卡一规”在现场作业中有效落地。10月初以来,该公司组织了10余次线上集中培训,并统筹各分管领导、职能部门下队,对20个岗位近300名员工的学习情况进行随机抽查,合格率达97%,对于不达标准员工,限时组织补考,保证全员达标,切实做到“明职责、知风险、会操作、能应急”。

为方便员工记忆,该公司以顺口溜形式将“四卡一规”中明确的各岗位安全操作、风险告知等内容印制到一张巴掌大的“四知卡”上,向全体员工发放普及。在“四知卡”助力下,首次独立上岗

的助理值班员冯雪在接发列车前,严格按照“现场要走固定线,一看二站三通过”安全提示进行操作,1小时顺利完成7趟列车的接发任务。

“四卡一规”的推广应用筑牢了安全运输的“生命线”。日前,在该公司两万吨重载列车运行过程中,值班司机遵循“四卡一规”要求进行安全瞭望,发现邻线列车有冒火花现象,第一时间向车站值班员汇报,相关人员紧急出动,严格遵照“四卡一规”应急处置流程实施停车、严控,防止了安全事故发生。

目前,在“四卡一规”的护航中,该公司11个队站作业安全形势得到有效管控,并在业主第四季度综合考核中获第一名。



## 打造“高速扩改”市场新标杆

本报西安12月15日讯(通讯员刘星 郭俊江)日前,山西省首条“四改八”高速公路施工步入尾声,标志着中铁十二局一公司先后参与完成了10余项高速扩改、整治工程,施工总量单幅累计超过800公里。深耕高速公路改扩建市场已然成为该公司竞速市场的差异化优势之一,助力他们连续13年入选中国铁建“工程专业化10强”。

近年来,随着全国公路市场新建项目总量趋少,服役临期、运力不足及特殊因素影响等,使得公路改扩建更新工程规模逐步增加。该公司捕捉行业动态,瞄准高速公路改扩建、路面焕新升级及病害防治治理等细分市场,践行“改扩建+智能化”理念,探索出一条以标准化、工厂化、机械化、信息化、自动化为核心的智能建造新路径,为同类项目提供了可借鉴的“全国样板”。

深汕西高速改扩建项目是当时广东省投资规模最大、里程最长的高速公路改扩建项目。该公司创新提出“自动化、一体化、少投入、高产出”生产线装机原则,完成了“整厂自动化生产线”的开发和建设,开创了国内小型预制构件全自动化生产先河。而在广东开阳高速公路改扩建工程中,该公司运用SPMT模块智能移运技术,在全国首次实施既有高速公路跨线天桥同步拆除施工,3小时内完成了拆2架2快拆快的目标任务。“绿色”是高速公路改扩建施工的另一个关键词。该公司坚持绿色施工理念,在樟吉高速改扩建项目施工中,依托“小睛创新创优工作室国杰分室”,科学引进和利用新型环保型材料,创新推动固废资源重复利用,实现了工程集约高效、低碳耐久。他们还创新运用聚氨酯成品替代“砖砌”“枪浇”水沟工艺,不仅降低了土方材料使用率,还实现了循环利用的环保目标。而采用“废旧波形护栏板”替代“砖混隔墙”工艺,则有效破解了传统砖混隔墙施工立模浇筑工序繁琐,线形外观可控性差,浇筑完成后拆除的固废垃圾处理困难等诸多难题,持续助力工程绿色高效施工,为打造“高速扩改”市场新标杆提供了有力支撑。

## 深耕属地市场 锻造“最佳胃口”

本报天津12月15日讯(记者王飞辉 通讯员李翔)连续13年跻身中国铁建工程公司规模、效益20强,连续6次被评为中国铁建项目管理先进单位,喜提“中国铁建卓越工程公司”荣誉称号……中铁十八局五公司坚持城市经营,深耕属地市场,锻造“吃得下、消化好、有效益”的“最佳胃口”,成为工程公司建设典范。作为“1+N”经营布局的最早践行者之一,中铁十八局五公司自上世纪九十年代初期就提出了向大城市进军的经营理念,确定了“立足天津、深耕‘熟’地、辐射全国、滚动发展”的“1+N”属地发展战略,以天津为大本营,充分发挥上海、北京、西安、广州、三亚、杭州等“熟”地市场的属地经营优势,以干促滚、滚动发展。截至11月底,该公司2023年新签合同总额已超200亿元,其中65%以上的新签合同来源于“1+N”市场主阵地。

市场份额有了,还要“吃得下、消化得好”。由于项目数量多、分散广,该公司结合项目特点和地域分布,积极探索优化项目管理模式,在滚动经营的市场成立了16个项目群管理机构,加大对项目群管理群的“放管服”力度,突出“权责利”,释放项目群管理活力。他们通过实施“多劳多得”、差异化收入的绩效考核机制,抓好物资和施工队伍的集约管理,有效激发员工干事创业积极性,提升了资源使用效率,同时降低了项目管理成本。该公司海南项目部对片区内的10余个项目进行集约管理,办公区、拌和站、加工厂等实现资源共享,节约成本约1100万元。

为提升项目施工能力和管理质效,该公司通过采取组建项目上场策划专班、开展“互比互看”、重难点项目“点对点”帮扶、加强智慧工地建设、加快信息化建设,强化科技研发、培育固定团队等举措,项目团队战斗力明显提升,创誉增效水平不断增强。2023年4月海南三亚G98高速改扩建项目高峰期月均产值突破1亿元,打破了全线施工纪录;珠三角水资源配置工程A5标项目在区间内衬钢管安装中,通过研发运用360度全方位可旋转顶撑装置的二代台车,将安装效率提升了近4倍。近几年,凭借信息化手段助推精细化管理,该公司项目综合效率提高10%。