

“盾潜”东海 “全链”攻坚

通讯员 林凤 李金雨

浩瀚东海,浪奔潮涌。在浙江宁波与舟山之间的金塘水道下方,一条全长16.18公里的海底隧道悄然铺设,两个盾构区间正在平稳开展掘进。这是甬舟铁路的控制性工程——金塘海底隧道,建成后将成为世界最长海底高铁隧道,彻底改写舟山群岛不通铁路的历史。

这条“海底长龙”的修建之路绝非坦途,需应对复杂地质条件、高水压、海中对接难度大等世界级难题。中国铁建集结旗下铁四院、铁建重工、中铁十一局、中铁十四局等精锐力量,从勘察设计、装备制造、施工建造等全产业链协同发力,将新技术、新装备、新材料融入施工全过程,在东海之滨书写地下工程建设的铁建“新答卷”。

科学施工:全链条管控破解海底掘进难题

世界级海底隧道的平稳掘进,靠的从来不是蛮干硬拼,而是贯穿全程的科学思维、系统方法与技术创新。面对金塘海底隧道的多重世界级施工难题,中国铁建团队构建“设计—制造—施工”一体化科学施工体系,用数字化、智能化创新技术为工程赋能。

全长16.18公里的金塘海底隧道,盾构段长达11.21公里,采用两台国产超大直径盾构机相向掘进后在海底高精度对接的施工方式。隧道穿越陆海多重复杂地层,地上群山连绵,海底地质更是暗藏变数,看似平缓的海床之下,软硬地层交错分布,岩层结构极不稳定。

其中,中铁十四局负责的宁波侧隧道尤为突出,需穿越8段全断面硬岩层,12段上软下硬复合地层,4段全断面软土层,最大岩石强度191兆帕。且隧道最大海底埋深达78米,最大水土压力高达0.85兆帕,这相当于一个指甲盖大小的面积上,要承受9公斤的重量,面临极高的水压考验。

摸清海底地质“家底”,是科学施工的第一步。为精准研判地层条件、规避施工风险,铁四院团队将钻孔密度加密至平均30米一个孔,是常规铁路勘探密度的一倍以上。同时,他们首次采用三维物探、海上钻探平台以及地质勘探AI管理系统等先进勘探手段,如同给海底地质做了一次高精度的“CT扫描”。“我们就是要摸清每寸海底地质的“脾气”。”铁四院金塘海底隧道现场设计负责人毛升这样形容。

工欲善其事,必先利其器。在装备制造环节,铁建重工为隧道量身打造了“两先”利器——“穿海利器”——国产超大直径泥水平衡盾构机“甬舟号”和“定海号”,开挖直径为14.57米,搭载了高精度导向系统、超前地质预报系统、双层壳体设计等多项国际领先技术。

刀盘和刀具的针对性选型设计,是建设者鏖战海底复杂环境取胜的关键。

团队对盾构机刀盘进行了针对性设计,采用重型带压刀盘设计,缩小刀间距,增加滚刀数量,刀盘耐磨性、破岩能力更强,使盾构机能够在高水压、复杂地层中稳定掘进。此外,他们还自主搭建滚刀试验平台,模拟不同强度地质、不同推力等情况下的刀具磨损状态,反复试验对比,优化参数,精准筛选出适配该项目复杂地层的刀具方案,有效提升刀具破岩效率与使用寿命。同时他们还在世界范围内首次研发应用滚刀磨损智能监测系统,确保掘进工效。

科学施工带来的好处,直接投射在盾构机长的“工位”上。“甬舟号”盾构机一改往日井下施工的场景,盾构机长稳

核心阅读 5月25日至27日,中共中央政治局常委、国务院总理李强在浙江省舟山市、宁波市调研,走进甬舟铁路金塘海底隧道宁波段考察,并表示,金塘海底隧道地质条件复杂、施工难度大,要坚持科学施工、安全施工、绿色施工,积极应用新技术、新装备、新材料等,把质量管控贯穿建设全过程,打造经得起检验的精品工程。多年来,中国铁建发挥全产业链优势,集中精锐力量攻克世界级海底隧道建造难题,以全生命周期管控打造世纪工程,以创新实践为交通强国建设注入强劲动力。

坐地面之上,就可以操控位于地下的盾构机向前掘进。该系统还与位于南京的中铁十四局大盾构公司总部盾构智慧管控中心联动,所有盾构施工数据和安全管理数据都会传送到管控中心,掘进管控和安全管理专家24小时值守,确保现场无人驾驶盾构的施工安全,相当于为盾构施工上了“双重保险”,让远程驾驶更加安全可靠。

安全施工:全维度攻关筑牢深海作业防线

78米的深海之下,海水压力层层叠加,每一米盾构掘进,都是对工程安全的极致考验。施工期间,建设者严格落实国务院国资委安全生产“十条硬措施”,严守安全底线,以核心技术攻关,勇闯“超高压换刀”这一隧道施工的最大安全难关。金塘海底隧道要穿越多段全断面硬岩和复合地层,刀具磨损频率极高,且超过5公里的地段水土压力达0.6兆帕以上,最大高达0.85兆帕,在如此高水压环境下进行盾构机刀具检查和更换,难度如同“刀尖上跳舞”。

“甬舟号”盾构机面临的地层尤为复杂,区间内共有24次软硬地层切换,刀具磨损严重,换刀频率极高。“从始发至今,我们掘进了超3400米,已经顺利换刀超3000把。”中铁十四局甬舟铁路项目盾构经理赵大彬介绍。

如何在海底超高压下实现安全、高效高频换刀?技术团队自主研发了盾构饱和带压进仓新技术路径,打造了国产首套盾构饱和带压进仓设备——“深海空间站”,其核心设备有宁海(生活)舱、深海(穿梭)舱、储海(控制)舱等多个功能模块,能够精准模拟海底高压环境,最大饱和作业深度可达100米,支持作业人员在海底高压环境下实现长期驻留与持续性轮班作业。

不同于传统作业方式,这套装备让深海施工更安全、更从容。作业时,作业人员提前进入与外部隔绝的“深海空间站”后,居住在与海底同等压力的宁海舱里,相当于在海底“安家”,需要换刀时就像“太空出舱”一样,进入探海舱,乘坐这一“太空电梯”到达海底的盾构机上,直接进入高压作业面作业,既消除了频繁减压对身体健康的不良影响,又大幅提升了作业效率,实现安全与效能的协同突破。

“深海空间站”于今年2月6日首次亮相,成功实施了75米深高压环境盾构进仓作业。这次海底换刀作业安排9名作业人员实施24小时循环作业,连续作业22天,换刀46把。

与此同时,在舟山侧,当“定海号”盾构机掘进至海底78米深处时,同样面临超高压换刀挑战。中铁十一局建设者则自主研发应用另一种新装备——氮氢氧“三元混合气”盾构带压

作业装备。这套装备用精准调配后的氮、氧、氧三元混合气来替换空气,供工师呼吸使用,确保加压过程安全无害。5月17日,首次海底换刀作业开始,经过作业人员分组连续作业,成功拆卸重约150公斤的撕裂刀,次日完成首次滚刀替换作业。截至目前,此次“定海号”盾构机已安全顺利更换30多把刀。

除了核心的换刀作业技术,中国铁建还构建了全链条安全管理体系。铁四院在设计阶段就逐步健全高风险工程动态辨识、隐患排查、闭环整改全链条机制,常态化开展现场巡查与应急演练,从源头防范化解各类施工安全风险。中铁十一局、中铁十四局在施工过程中构建全流程风险防控体系,搭建密封系统智能化监测平台、智能应急救援指挥平台,实时监控隧道内气体环境、盾尾水土压力等关键指标,一旦异常立即预警处置。

绿色施工:全方位施策守护沿线碧水青山

绿色施工是超级工程的鲜明底色。金塘海底隧道穿越浩瀚东海,建设者始终坚持生态优先、绿色发展,将绿色施工技术融入施工全过程,实现工程建设与海域生态保护协同共赢。

勘察之初,绿色理念便植根于方案之中。铁四院通过多方案综合比选和精细化设计,绕开了区域内五峙山列岛鸟类省级自然保护区、海洋生态红线等敏感区域,并采取了盾构形式穿越,对周边水域、海洋生态与自然景观近乎零干扰,避免了桥梁方案施工特别是基础爆破扰动带来显著的生态影响,运营期对周边冲淤影响、海域生态影响、鸟类影响等也优于桥梁方案。

在施工过程中,各单位积极推行绿色建造模式。建设者采用盾构浆液绿色处理技术,通过组合工艺对废浆固液进行分离,清水循环利用,渣土资源化处置,达成“零排放、零污染”目标。据统计,仅宁波侧已处理废浆90万立方米,保障了盾构施工连续、快速、绿色掘进。同时,施工现场采用变频驱动盾构机与节能型通风、照明设备,降低施工综合能耗。

新材料也是绿色施工的关键支撑。建设团队对管片进行了针对性防腐设计,开发应用管片混凝土高效钢筋阻锈材料,在管片背部涂刷特殊的防腐材料,采用局部特殊防腐的管片螺栓,提升隧道在海底高腐蚀环境的稳定性和耐久性。针对宁波侧复杂多变的地层条件,他们还根据不同地层动态优化了特殊泥浆配方,保证携渣能力,同时科学调整掘进参数,防止开挖仓压力过大对海底地层和水域产生扰动,最大限度降低对海洋生态的影响。

“我们坚持生态优先,在施工阶段持续优化绿色施工方案,推行低碳环保施工模式。”毛升表示,铁四院将绿色施工要求纳入设计交底和现场巡查内容,确保各项环保措施落实到位。从科学施工的“智慧手段”到安全施工的“先进技术”,再到绿色施工的“低碳体系”,中国铁建正持续以全产业链协同优势,将李强总理嘱托转化为建设实效。目前,隧道建设按计划稳步推进,“甬舟号”与“定海号”这对“孪生兄弟”正穿越重重阻隔,在超高压下奋力掘进,朝着“海底会师”的目标稳步前行。

甬舟铁路全线通车后,宁波至舟山通行时间将由1.5小时压缩至26分钟,舟山群岛彻底告别交通孤岛格局。这条跨海超级通道的建成,将深度赋能长三角一体化发展,完善东部沿海立体交通体系,畅通沿海产业联动、山海协同发展的经济大动脉。以隧为枢、以路为媒,这座超级海底隧道将持续激活湾区发展动能,畅通陆海双向循环,为国家沿海高质量发展布局注入持久动力。



西十高铁陕西段启动试运行

5月29日,由中国铁建勘察设计并参建的西安至十堰高速铁路陕西段运行试验正式启动。西十高铁是国家“八纵八横”高速铁路网的重要组成部分,西起陕西省西安市,向东南穿越秦岭山脉,终止既有十堰东站,正线全长256公里,设计时速350公里。建成后,武汉、郑州、西安将形成高铁“三角”闭环,对带动沿线经济社会发展等具有重要意义。图为西十高铁陕西段首趟列车在轨道上行驶。

熊礼斌 摄

盾构掘进有了「透视眼」

本报深圳6月4日讯(记者韩展展 通讯员张丽远)近日,随着2号盾构机顺利出洞,由中铁二十局承建的穗莞深城际铁路前海至皇岗口岸段项目右线顺利贯通,为全线贯通奠定了坚实基础。这是项目成功规模化应用孪生成像技术,将粒子物理前沿科技与轨道交通盾构施工深度融合,有效破解施工堵点、提升安全管控与管理效能的成功实践。

穗莞深城际前海段一工区施工线路总长5.6公里,隧道拱顶最大埋深超60米,穿越土状强风化、中风化花岗岩等复杂地层,同时面临小曲线大坡度掘进、大埋深长距离硬岩施工、下穿多条既有地铁线路、城市地下管网及重要建构筑物等多重挑战。传统地质探测手段难以实现实时、长距离、高精度监测,存在未知地质风险高、参数调整滞后、安全管控压力大等突出问题。

面对施工一线痛点,中铁二十局以需求为导向,将孪生密度成像仪集成布设于盾构机,实现与掘进作业同步、实时、常态化地质监测,让传统盾构机施工系统升级为集“地质透视—智能分析—决策支撑”于一体的智能施工系统,相当于为复杂地质条件下隧道建设装上“地质透视眼”。

作业过程中,系统实时采集隧道周边地层孪生通量数据,通过三维反演分析生成高精度地层密度分布图,可提前精准识别溶洞、松散体、地下空洞及人造空间等地质异常,为施工决策提供可靠数据支撑。在桂庙渠上方、填海区域及下穿地铁11号线、9号线等关键区段,该技术成功探明多处病害与风险点,指导施工方精准实施注浆加固、动态优化掘进参数,有效规避施工扰动风险,保障下穿构筑物与隧道施工安全。

依托孪生成像技术,项目不仅施工管理实现全方位跃升,还为智慧建造提供了可复制推广的新方案,非计划停机探查大幅减少,设备利用率与纯掘进时间均有所提高,材料消耗更趋精准,实现降本增效。

“截至目前,该项目已累计完成超4000米隧道地质扫描,成功识别并处置57处风险点,多项施工难题得到高效解决。”该项目负责人米仕鹏介绍,此次规模化应用,填补了国内轨道交通工程长距离大埋深地质精准实时监测的技术空白,形成“技术—装备—工法”一体化解决方案,为轨道交通及地下工程智慧建造提供了中国铁建实践经验。

铁建云链创新AI场景赋能铁路项目评标

本报天津6月4日讯(通讯员韩沛哲)近日,铁建云链平台智能辅助评标功能在大连铁路枢纽项目中成功应用,评审专家团队凭借AI提供的评标决策支持,高效完成招投标文件对比工作,实现铁路供应链智能升级。

为进一步贯彻落实中国铁建供应链管理全面提升工作要求,铁建云链平台紧扣铁路行业供应链体系庞大、管控严苛、合规底线硬等特点,创新设计“五维智擎”采购全场景AI赋能解决方案,坚持核心技术自主可控,筑牢数据与技术安全底座,依托“国产人工智能大模型+五维规则库+供应链领域自研智能体”三位一体架构,实现AI技术与铁路供应链业务深度融合。

以场景实效为导向,平台技术团队构建以标签库、知识库、规则库、案例库及引擎库协同发力的智能决策中枢,提供精准AI能力支撑,深耕采购与供应链全场景,实现智能化升级。同时,他们还将“五维智擎”方案与科研课题“智能

评标大模型研究”有机结合,与清华大学、天津大学等高校深化合作,凝聚产学研合力,推动AI应用从“实验室”走到“应用场”。该方案在中物联举办的2025年人工智能应用大赛(采购与供应链赛道)决赛中斩获金奖,相关成果先后入围多项行业级典型案例与权威报告。

2026年初,平台上线采购规则决策库基础底座,以及招标文件智能检查、自动维护采购立项信息、投标文件智能检查、智能辅助评标等4项功能,实现采购立项及寻源环节智能化贯通。自4月启动试点应用至今,平台AI功能已服务十余个工程项目进行物资采购智能化操作。

目前,铁建云链平台正逐步拓展采购计划自动填报、招标文件自动生成、识图客服等场景,完善全链条智能服务能力,提升中国铁建供应链生产力、竞争力与风控力。伴随AI技术深度应用,铁建云链平台将完善中国铁建供应链生态,为铁路行业智能化升级提供参考范本,为跨行业提升供应链管理水贡献铁建方案。

蓄山河之气 擎绿色动能

——30万方级空气储能“地下气仓”平稳推进

通讯员 赵纯杰 刘连振 雷晓珂

仲夏六月,大别山层峦叠嶂,涛涌涌动。在河南省新县沙湾镇的深山腹地,机械轰鸣刺破寂静,由中铁十五局承建的国内在建最大300万方级空气储能气库工程,正抢抓施工黄金期,稳步推进主体建设。作为我国首个30万方级大型储气工程,项目建成后年发电容量可达4.2亿千瓦时,满足35万个普通家庭一年的用电需求,一场向山河要动能、向险境要精品、向挑战要胜利的攻坚战,正在大别山深处火热上演。

破局攻坚 “台阶法”步步为营

“项目总库容约31万立方米,相当于130个奥运会标准泳池的蓄水量。体量巨大,挑战同样巨大。”谈及项目初期的“难”,项目负责人张贵仓依然感触颇深。作为中铁十五局进军大别山的“开山之作”,该项目无成熟施工经验,无现成技术体系可借鉴,所有施工工艺、建设方案均需团队自主摸索、反复打磨。其中,15米正圆形洞径的储气洞室施工,是项目建设面临的首个核心技术难关。

相较于常规隧道工程,这一超大洞径在初期支护完成、二次衬砌施工前,凌空面完全暴露,围岩稳定性大幅下降,坍塌风险陡增;加之交通洞与储气洞室交叉区域截面变化复杂,对爆破精度要求极高。

为破解施工难题,技术团队反复论证,前后优化了多套方案,最终敲定“台阶法开挖”工艺,每完成一

个台阶立即跟进找顶和初期支护,以“步步为营、边挖边护”的思路,牢牢守住围岩安全底线,为30万方“地下气仓”的建设筑牢关键屏障。

4月29日,项目顺利完成储气洞室首仓二衬混凝土浇筑,不仅验证了前期施工方案的可行性,更标志着工程正式从地下洞室开挖、支护阶段,全面迈入高压密封结构成型关键环节,向高质量推进按下了“加速键”。

质效并举 “零模糊”贯穿始终

“进度和质量缺一不可。”这是项目团队始终坚守的原则。

对压缩空气储能项目而言,精度就是“生命线”,密封性能直接决定项目运行效率与长久安全,而这份精度,就藏在每一道工序“零模糊”的严苛管控里。

交通洞向储气洞室施工时,大断面开挖极易引发围岩应力“洗牌”,稍有疏忽就可能引发围岩失稳坍塌。建设者们提前谋划、精准破局,在交叉口加密支护点位,用高强度锚杆搭配喷射混凝土,为围岩“穿上铠甲”。同时精细调控爆破参数,最大限度降低爆破对围岩的扰动,化解大断面施工风险。

单环钢架组对焊接与混凝土浇筑,是保障密封性能“关键一战”。15米直径的钢架笨重且操作空间狭窄,组对时毫米级偏差就会导致环间错位,焊接热

本报北京6月4日讯(通讯员彭春晖 冯宏超)近日,国家住房和城乡建设部发布2026年度第五批建设工程企业资质名单,中铁十九局矿业公司成功取得矿山工程施工总承包特级资质。目前,全国仅14家单位拥有此资质,中国铁建占2家。

矿山工程施工总承包特级资质是我国矿山施工领域的最高等级资质,被誉为业内“皇冠明珠”。

作为中国铁建旗下矿山专业化公司,该公司配备世界先进大型矿山设备4000余台(套),日采剥能力200余万方立方米,年采剥能力突破6亿立方米,先后获得“全国优秀施工企业”“中国矿山建设十强企业”“中国黄金行业最佳服务商”、中国铁建工程公司专业化10强等荣誉,进入中国铁建“专精特新”企业名录,2026年荣获全国五一劳动奖状。

在极端环境施工方面,该公司展现了非凡的技术底蕴。从海拔5700米的新疆火烧云铅锌矿到南美厄瓜多尔热带雨林,从高寒缺氧的“生命禁区”到西北戈壁荒漠,该公司攻克了一系列高寒高海拔矿山建设关键技术,打造出一批国内外标杆工程。特别是在数字化转型中,成立的领航智途科技公司,构建了智慧矿山全链条运行框架。自主研发的系统在新疆火烧云铅矿实现全球海拔最高矿区无人驾驶运输,在西藏玉龙铜矿实现全球海拔最高矿山无人驾驶编组常态化运行,相关成果荣获日内瓦国际发展金奖。

中国铁建新增一级资质企业

科技创新塑造发展新势能

本报广州6月4日讯(记者邓联旭 通讯员张婕)“2025年科创新增经费投入较去年增长了54.58%,依托多项科创成果转化应用,全年累计节约成本上百万元。”日前,中铁二十五局华南分公司通报并表彰了2025年度科技创新成果,激励广大干部职工投身科创研发工作,以实打实的创新实践,破解发展难题,激活发展动能,重塑发展竞争力。

该公司立足粤港澳大湾区建设“主战场”,聚焦市政地建、房屋建设、新能源及综合配套工程等领域,攻坚一线难题、推动成果转化,助力科技创新量质齐升。5年间,累计培育各类科创成果百余项,涵盖国家标准、发明专利、优秀工法等十大类别,推动创新成果加速转化,企业核心竞争力持续增强。

“一线是科技创新的沃土。”该公司立足项目一线,攻克施工难点,以实战促创新,以攻坚出成果。在海拔2530米的丽江雪山脚下,丽江旅游集散中心项目施工现场热火朝天。以李士坤、蔡心华为首的创新工作室同样干劲十足,团队结合当地高原季风气候特点,相继研发拉索幕墙安装、大跨度钢结构吊装、采光顶玻璃安装等施工工法,有效解决了高原气候下构件变形控制、高空安装精度把控等难题。广州轨道交通十号线项目团队深耕车辆段地下主体结构施工,创新运用一种地梁模架装置,可有效杜绝跑模、漏浆等问题,既能提升工效、严控质量,又能循环利用、降低成本,为后续轨道交通综合基地施工提供了借鉴;该团队还深挖BIM全生命周期应用价值,斩获第七届“优路杯”全国BIM技术大赛金奖,依托数字化创新赋能智慧建造,实现难题在一线破解、成果在一线诞生。

“让科创成果走进施工现场,才能真正转化为发展实效。”该公司加快科技成果转化步伐,推动新技术落地应用、提质增效。庆盛枢纽安置房项目推广的装配式叠合板现浇带防漏浆装置实用新型专利,可减少后期打磨修复投入,节约成本近144万元;清华珠三角研究院创新基地项目应用的超高层建筑井道内置式曳引升降施工工法,破解了异形结构外立面施工运输难题,提升施工安全与效率,缩减开支65万元;广花城际项目在深厚砂层地质施工中,攻克了预应力管桩成桩难题,一次成桩率可达100%,大幅降低返工率,直接压降费用50万元,一系列新技术落地生根,为项目建设控本创效筑牢坚实支撑。

此外,该公司坚持制度激励、产学研合作、技能培训多管齐下,激活全员创新潜能。健全科创管理制度体系,先后修订科技研发计划、科技创新成果管理等办法,建立双重分级奖励机制,对各类科创成果实施差异化奖励,将科创指标纳入季度检查与年度考评。深化产学研融合,携手高校及科研机构,围绕纳米新材料、绿氢制备、固废资源化利用等领域联合攻关,布局新能源、节能环保等战略性新兴产业。抓实人才技术培育,常态化开展项目总工程师交流会、QC成果编制培训、施工技术专题研讨等活动,加速智慧工程、BIM、物联网等技术在各项目普及应用。多举措推动科研在一线、见效在现场,充分激活科技创新“一池春水”。

量集中更会加剧变形。团队引入高精度激光测量仪,每道焊接前反复校准,确保对接零偏差。首仓二衬混凝土浇筑中,团队亮出“精准组合拳”,分层对称浇筑、附着式振捣等先进工艺齐上阵,破解多项行业痛点,全程双线管控、逐车核验原材料,实现一次成型、指标达标,为后续施工立起标杆。

从挑顶围岩把控到钢板焊接、混凝土浇筑,“零模糊”的坚守,让每一处细节都经得起高压与时间的检验。

安全筑盾 “网格法”一路护航

大断面洞室开挖可能引发坍塌涌水,高处作业暗藏坠落风险,爆破作业需精准把控……面对诸多风险,项目推行“一岗四格”制度,横向上,将施工方案、现场作业、日常管理、应急处置四大安全责任落实到每一个人。施工现场的每一名建设者,既是施工作业线的执行者,也是安全生产的守护者。依托项目负责人、执行经理、现场施工负责人、安全总监四级分片监管模式,项目实现全员、全过程、全方位、全天候安全管控。

定期综合检查和不定期专项检查相结合的常态化巡查,及时排查整治各类安全隐患,做到早发现、早提醒、早处置,把风险扼杀在萌芽状态。

“严管之下必有成效。”截至目前,项目始终保持零安全伤亡事故,先后两次获评“安全生产先进单位”,安全建设成果显著。

从深山洞室的艰苦掘进,到关键工序的顺利突破;从中铁十五局建设者们扎根大别山腹地,日夜兼程。建成后,它将充分发挥电网“削峰填谷”核心作用,助力新能源消纳、推动绿色低碳转型,让绿色动能在大别山深处澎湃涌动。