

## 深圳滨海大道改造促进城市建筑与滨海景观融合

## 交通系统“搬进”地下超大四层空间

◎本报记者 矫阳

近日,深圳市滨海大道总部基地段改造工程已全部完成,具备通车条件。

一边是美丽的海湾公园,一边是密集的超级总部基地摩天大楼。为完善干线路网、缓解交通压力,2018年12月,深圳市启动滨海大道总部基地段交通综合改造,将原地上交通路段入地,地上面积融入深圳湾公园。

入地隧道为地下4层,距海仅10米。不久前,深圳滨海大道总部基地段改造项目荣获第九届国际隧道与地下空间协会(ITA)年度工程大奖。

## 国内首例滨海环境超长超宽明挖隧道

改造工程设计为主线双向8车道,车速80公里/时,辅道双向6车道,设计车速40公里/时。地面改造段长度4390米,隧道段全长约1560米。

隧道段采用“下沉隧道+地下港湾式公交停靠站+穗莞深城际站+超级总部地下空间”一体化设计,并增加了换乘枢纽中心、超级总部地下空间南北互联互通等设施,在地下形成4层空间。设计方案还分别设置了“二进二出”专用匝道超级总部地下路网系统,形成“地下快速路+地下环路+地下车库”的地下三级道路体系,保证超级总部基地大规模交通需求,打造高效地下交通系统。

改造面临的重大难题是复杂的地质条件。“滨海大道是一片填海区,下面是滩涂淤泥层,最底层则是花岗岩,构造混乱的地质条件为施工带来了新考验。”中铁四局集团有限公司滨海大道项目负责人冯金说。

下沉隧道主基坑是全线重难点控制性工程,也是国内首例滨海环境下的超长、超宽明挖隧道开挖案例。其最大开挖深度35米,最大宽度100米,开挖面积达到10万平方米,离海最近处仅55米。

“在海边填砂层、黏土层和全风化粗粒花岗岩层等不同地质和水文条件下进行基坑作业,会面临更多的技术挑战。这在世界范围内也很少见。”冯金说。

## 多项新技术新工艺实现隧道安全施工

海洋环境明挖隧道,受富水潮汐复杂地质条件影



图为已具备通车条件的深圳滨海大道。李小明摄

响,导致基坑开挖支护难度大、降水方案设计困难、地连墙成槽稳定性控制难。

项目技术团队通过理论解析、模型试验、现场试验及数值模拟等手段,创新提出“富水潮汐复杂地层超长、超宽基坑施工技术”。他们采用最新近海潮汐环境下地下水水力梯度测量系统,找到深大基坑在潮汐环境下的动态力学响应规律和降水方案。

为确保下沉隧道主基坑及周边建筑物的安全稳定,中铁四局运用多维度监测信息网,通过自动化监测点实时采集沉降、支撑轴力、地下水位等主要监测内容数据,并对现场安全隐患进行分析,对超大超深基坑开挖、主体结构施工安全进行实时预警。2023年5月5日,工程建设中应用的多维度监测信息网被广东省建筑业协会科技成果鉴定委员会认定为达到国内领先水平,获评广东省建筑业协会科学技术进步奖一等奖。

项目还引入了张弦梁结构代替钢筋混凝土临时支护、挤扩支盘桩替代传统浮桩、双曲面搭接式挡土墙等4项新技术,加大了安全施工力度。

此外,隧道运行后,将有全新通信信息系统支撑安全行车。在隧道顶部每隔一段距离,便有一处类似微型基站的通信器材。冯金介绍,这是滨海大道下沉改造的又一新试点。通信器材采用最新华为鸿蒙一体机,未来将助力实现隧道内部实况全息影像构建,使工作人员可以精准掌握经过隧道车辆的行车轨迹。

## 资源再生中心二次利用建筑废弃物

滨海大道项目位于国家级红树林自然保护区、深圳湾公园,环境敏感度及保护要求高。

“为最大限度节约资源、保护环境、提高效率,我们策划设立了由泥浆处理中心、砂石分离中心及固废再生中心组成的资源再生中心。”中铁四局深圳滨海大道项目部总工程师吴万林介绍。

泥浆处理中心采用新型带式压滤机、传送机,将桩基地连墙泥浆、车辆冲洗污水、基坑污水等累计9.3万方的泥污水进行泥、水分离。泥浆被压滤成泥饼排出,分离以后的水可用于现场降尘喷淋、车辆冲洗、循环水洗砂,实现污水、泥浆零排放。

在砂石分离中心,由给料机、制砂机、振动筛、螺旋洗砂机、三合一洗砂机、细砂回收机等设备组成的一体化洗砂线,对基坑内含砂率大于60%的约5万方含砂土进行预处理。产出的细砂可用于路基及管沟回填,同时减少渣土外弃,实现了建筑废弃物的二次利用。

据介绍,深圳湾超级总部基地通车后,将形成“地面+地下”立体化交通,能有效缓解滨海大道交通瓶颈,同时消除滨海大道对深圳湾景观带的分隔,促进城市建筑与滨海景观融合,提供更高品质公共空间,打造湾区活力新引擎。

## 高海拔地区输变电设备外绝缘关键技术获突破

科技日报讯(记者张鑫 通讯员张毅涛 何炳勋)记者4月11日获悉,由国网青海电科院牵头承担的国网青海电力首批揭榜挂帅项目“高海拔±800千伏(±1100千伏)直流特高压输变电设备外绝缘关键技术研究”项目近日通过验收。该项目是世界高海拔地区输变电设备外绝缘关键技术研究的一大突破,对世界其他高海拔地区直流特高压工程建设具有指导意义和推广应用价值。项目成果将直接应用于国内高海拔直流特高压输变电工程建设,高效服务于清洁能源外送及输送通道结构优化。

据了解,伴随国家沙戈荒清洁能源

大基地建设,金—上—湖北—陇东—山东、哈密—重庆、宁夏—湖南等新建特高压清洁能源外送工程均已开工建设,多条途经和始于青海省的特高压电力外送通道已部署规划,特高压已成为推动能源资源优化配置、促进清洁能源加快发展的重要手段。

国网青海电科院项目负责人王生富介绍,高海拔地区气候环境复杂、空气稀薄,间隙放电电压会随着海拔升高逐渐降低,给特高压工程建设和运行工作带来诸多困难。一方面,随着海拔高度的增加,空气间隙绝缘强度呈现的饱和特性和大分散性等特点更加突出,

如果将低海拔地区的端部金具简单放大,将无法满足空气净距取值要求。这就需要准确计算间隙尺寸的增大比例以保证安全性和经济性。另一方面,目前国内尚无高海拔地区±800千伏特高压直流工程长期运行经验,带电作业技术积累不足,更没有±1100千伏特高压直流工程的投运经验。

在没有相应科研成果、设计规范、可借鉴工程和设计经验的情况下,为保证高海拔地区±800千伏和±1100千伏输电线路的安全运行,由国网青海电科院牵头、联合中国电力科学研究院有限公司、国网青海省电力公司

超高压公司、国网青海省电力公司设备管理部历时3年,开展了“高海拔±800千伏(±1100千伏)直流特高压输变电设备外绝缘关键技术研究”项目。

王生富介绍,该项目成果能够解决高海拔地区±800千伏(±1100千伏)特高压换流变的关键尺寸问题,以及±800千伏(±1100千伏)特高压换流站关键金具的电晕损耗问题,节省了换流站整体建设成本,提升了换流站运行的经济性。此外,项目还解决了±800千伏(±1100千伏)特高压线路检修期间带电检修作业时的安全裕度问题,提升了线路运行可靠性。

## 百吨钻柱在深层地下跳起“扭扭舞”

◎本报记者 王延斌  
通讯员 李亚男 江川

4月2日,中国石化胜利石油工程公司智能信息技术支持中心(以下简称智信中心)自主研发的钻柱双向扭转系统投入应用。应用了该系统的商541区块钻井周期从25天以上缩短至5天以内,打破中国石化系统3500—4000米钻井最短周期纪录。其中,商541-斜29井仅用4.17天钻完3543米,比历史钻井周期缩短84%以上,机械钻速提高300%以上。

在钻井界,钻柱是钻头以上,水龙头以下的钢管柱统称。它的主体包括方钻杆、钻杆、钻铤、各种连接接头及稳定器等井下工具,是快速优质钻井的重要工具,也是连通地面与地下的枢纽。

智信中心电气控制中心负责人兼项目经理尹文波向记者表示,钻柱双向扭转系统是一种在滑动导向过程中,通过控制井上的顶驱或电动转盘,控制井下钻柱扭转幅度,减小钻柱与井壁间静

摩擦,从而降低摩擦阻,提高滑动导向速度和效率的系统。

记者注意到,从外观上看,这个系统只有两只金属箱子和几根导线。但就是这个看似简单的装置,可控制深入地底下几公里的钻柱按照设定程序扭动起来,像跳起“扭扭舞”,从而应对井下复杂情况,比如有效减小摩擦,避免托压,减少黏附卡钻和压差卡钻等。

近年来,勘探开发不断向深层超深层、非常规油气资源进军。从式井、大位移井、长水平段水平井等复杂结构井成为主要井型。这些井型对钻柱轨迹控制和提速降本提出了苛刻要求。

“目前,轨迹控制主要有旋转导向和滑动导向两种方式。国外的旋转导向技术先进,钻速快,导向精准,但价格昂贵,且受井下温度、地层条件等影响较大。”尹文波说。

旋转导向的控制系统在井下靠近钻头的位置,能保证定位精准,但不耐高温。在深井和高温页岩油气井中,地层温度常常高达150℃以上,旋转导向

故障率明显增高。

针对这个问题,研发项目组另辟蹊径,在地上部分做文章,通过控制上部钻具实现近似旋转导向的功能。

“土办法”叫板洋设备。胜利石油工程公司技术人员首先从提高系统兼容性入手,对目前在用的不同厂家顶驱反复研究,设计出一套对原设备改动小又能兼容各种型号的顶驱系统。这套系统可完美匹配电动转盘,这也成为它得以广泛应用的最大优势。

上百吨重的钻柱,深入地底下几千米,如何让这条“巨蟒”在狭窄的井眼里扭动身躯,同时保持井下工具稳定?这是摆在技术人员面前的难题。尹文波明白,扭矩大了会影响工具面,甚至可能导致钻具脱扣;扭矩小了,又起不到降低摩擦阻的效果。

他们经过反复试验,摸索出各种工况下的最佳参数,开发出一种独特的算法,可以精确控制扭转参数,实现在6500多米的井深,连续正反方向旋转3000度以上零误差,保证工具面丝毫不受影响。

针对顶驱及电动转盘电机编码器

## 成果播报

“电子围栏”系统  
筑牢矿工安全屏障

科技日报(通讯员葛晨 记者韩荣)4月12日,记者从中国煤炭太原研究院获悉,该院针对煤矿井下危险作业,深耕掘进工作面人员接近防护技术研究及产品开发,开发出了一套掘进工作面人员接近防护系统。

据悉,该系统集精准测距、全工况成像及AI识别技术于一身,采用多技术融合策略,并结合掘进工作面实际生产工艺,具备启动检测、分级双向报警、司机脱岗报警、远程无线急停等功能。系统应用后可有效防范掘进机截割头伤人、扒爪伤人、破碎机伤人等事故发生,预防设备之间、设备与人之间移动过程中的危险接近行为发生,提高矿井安全作业水平。

“该系统结构简单安装便捷,目前已经常态化稳定运行。”中国煤炭太原研究院相关负责人介绍,掘进

工作面人员接近防护系统可完全满足煤矿井下危险作业区域安设“电子围栏”的要求,既能保护作业人员安全,又能吻合生产工艺,不影响生产作业,让矿工在井下更安心。

记者了解到,自2021年由煤炭太原研究院自主研发的全国首套人员接近防护系统在神东补连塔煤矿成功应用以来,科研骨干长期跟踪产品井下工业性试验情况,了解井下实际生产工艺。系统经过多次迭代升级,现已实现整个掘进工作面多机联动作业下的安全防护。

该系统先后在神东、中煤、兖矿、陕煤等国内各大煤炭企业成功应用,涵盖了掘进、锚运、支护等多种装备。“我们将持续深耕井下危险作业区域安全保障技术,为矿井安全‘站岗放哨’,助力煤矿不断向安全、高效、绿色、智能转型升级。”中国煤炭太原研究院相关负责人说。

兰张高铁兰武段  
首用“数字化首件”建设模式

科技日报讯(记者矫阳)新建兰张高铁兰武段联调联试正在紧张进行。记者4月11日了解到,新建兰张高铁兰武段建设采用大量新工艺新技术。其中,“数字化首件”模式为在全国铁路建设中首次运用,实现了工程建设全过程、全要素数字化和智能化。

据中铁电气化局集团有限公司兰张高铁兰武段项目负责人介绍,“数字化首件”模式依托技术人员自主研发的BIM+GIS建维一体化平台,以BIM模型为数据载体,集成几何参数、细部展示、出厂信息等数据,并同步进度、安装、检验信息,预留运维模块,形成了全生命周期信息共享平台。通过该平台,工作人

员可评估施工BIM首件模型,统一全线工艺标准。

在接触网弹性吊索安装中,项目运用新型自动电子张力计,填补了国内高铁弹性吊索安装自动及半自动的空白,有效降低了施工中存在的误差和施工人员劳动强度。在接触网施工中,项目运用张力数显自动紧线装置进行线索落锚作业,将过去需要25人的线索落锚作业人员数减为5人,提高了施工效率。

兰张高铁从兰州中川机场站引出,翻越祁连山乌鞘岭至武威市。线路全长约194.3公里,设计时速250公里,是继兰新高铁之后,兰州至新疆方向的第二条高铁通道。

MLED新型显示面板  
在山西实现规模化生产

科技日报讯(记者赵向南)3万多平方米的智慧洁净厂房里,上千台固晶、印刷、贴膜、覆膜等设备有序运行着,组装着一块块MLED新型显示面板……记者4月11日获悉,MLED新型显示面板在山西实现量产。“我们不仅把MLED显示屏灯珠间距从0.7毫米突破到0.6毫米,而且率先批量生产MLED新型显示面板。”山西高科华焯集团运营总监宋源泉说,MLED新型显示技术的规模化生产,有助于推动我国微小间距新型显示技术产业化发展。

MLED是Mini LED与Micro LED的统称,被显示行业公认为最有前景的新型显示技术。宋源泉介绍,MLED具有广色域、高动态亮度、超轻薄、大视角、超高清、低衰减等优势,是显示产业结构升级,显示产品更新换代的主流方向。

MLED发光原件尺寸在100微米(um)以内,与传统LED发光原件150um以上相比,生产工艺难度大幅增加。“主要工序中的高精度基板设计、巨量转移、巨量焊接、高精度返

修、面板封装等设备都需要达到小于10um的加工精度。”宋源泉说。

高科华焯集团作为北方地区最大的LED生产基地,也是山西重点产业链“链主”企业。经过在新型显示领域的持续攻关,高科华焯集团在该领域实现了多项技术突破,并申请了40多项专利。“我们通过持续不断的研发投入,产品与技术不断迭代,实现了大规模量产。”宋源泉说,公司使用IPD集成产品开发流程开展研究工作,极大提升研发效率,陆续突破微米尺寸巨量转移、超小原件的键合与动态测量、激光返修、高气密性面板封装、面板在线检测校准等系列难题,实现了MLED显示产品全流程自主可控。

目前,高科华焯集团在MLED新型显示领域的技术和产品布局逐步完善,终端产品涵盖P1.8—P0.6全系列标准面板,标准整箱和整机产品等。宋源泉说,MLED新型显示面板产品在实现量产,已陆续销往山东、江苏、湖南等国内地区,并出口巴西、印度、土耳其、韩国等国家。



图为山西高科华焯集团MLED新型显示智慧洁净生产车间。受访者供图