

建设引水工程 造福粤西人民

初夏时节,记者来到位于广东茂名信宜市的中铁四局三公司环北部湾广东水资源配置工程施工A5标项目部。施工现场时常有运输车辆,作业人员从贵子支洞进出,机械和人员主要集中在洞内施工。

三年来,中铁四局建设者秉持“打造新时代民生水利工程”的目标,栉风沐雨,披荆斩棘,与全线来自中国水利水电建设集团、中国电力建设集团、广东省水电集团等企业的共计17个标段、近40家参建单位同台竞技,在云开大山深处的“第二曲线”战场打响“四局建造”品牌,连续两年荣获“广东省水利建设工程文明工地”,连续三次被建设单位广东粤海粤西供水有限公司授予“环北广东工程先进施工单位”,并获2024年度考核评比第一。

该工程位于粤西地区,其中雷州半岛自古以来就是全国闻名的苦旱之地,自然调蓄能力弱,丰枯变化大,水资源短缺问题长期困扰粤西广大人民群众。2020年12月,水利部印发环北部湾水资源配置工程总体方案审查意见,明确广东和广西分省(区)建设,按用水需求各自建设工程、分散取水,并将广东部分命名为“环北部湾广东水资源配置工程”。2022年8月开工建设的该工程是广东省历史上引水流量最大、输水线路最长、建设条件最复杂、总投资最高的跨流域引调水工程,从珠江流域西江干流云浮段取水,通过输水管线沿途输水至云浮、茂名、阳江、湛江等地,输水线路全长499.9公里,惠及沿线1800多万人,计划2030年底全线通水。

该工程施工A5标位于云浮市罗定市泗纶镇,线路自东北向西南布置,至茂名市信宜市贵子镇,由中铁四局(牵头方、工程造价8.4亿元)、中铁五局(成员方、工程造价6.5亿元)组成联合体共同施工,管段长15.1公里,采用1台敞开式全断面硬岩隧道(TBM)掘进机(中铁五局负责)及钻爆法(中铁四局负责)施工,设置泗纶支洞、贵子支洞2条施工支洞。截至6月10日,项目部开累完成施工产值2.01亿元,占工程造价的24%;长1.7公里的泗纶支洞、长1.87公里的贵子支洞、长0.47公里贵子支洞工区云开山隧洞上游区间(TBM洞室)开挖支护完成;泗纶支洞工区云开山隧洞上游、下游钻爆法区区间分别开挖支护完成84米、45米,占工程量的3.3%;贵子支洞工区云开山隧洞下游钻爆法区区间开挖支护完成815米,占工程量的24.5%。

先声夺人 展示企业形象

2022年8月31日,在贵子支洞先行段施工现场,随着开工口令发出,机器运转声响起,各种运输车辆和挖掘机来回穿梭。当日下午,该工程开工建设大会在北京、广州、茂名三地举行。项目部施工的信宜市贵子支洞先行段开工,标志着该工程进入全面实施阶段。

为何先行段选址在贵子支洞?项目经理张俊杰对记者娓娓道来:“云开山隧洞是该工程最长单洞隧道,单洞长64.5公里,最大埋深910米。贵子支洞作为云开山隧洞的交通支洞,位于F4大断裂以及岩溶带前段,前面一段是TBM施工,后面一段是钻爆法施工,施工难度极大。只有把贵子支洞做好,才能起到承前启后的作用,把前后工程连接起来,为云开山隧洞顺利掘进提供交通和物料保障,整个工期也就有了保障。”

开工后,项目部便开始24小时不间断施工,最高峰时有200名左右作业人员交叉作业。“隧洞施工有它的特殊性,每道工序的衔接都非常紧凑,我们必须保证每月施工进度达到100米。”局“2023年度技术管理标兵”、项目部贵子支洞工区总工程师刘良成说。人工锚杆施工受多种因素限制,导致拱顶锚杆成孔角度和设计要求存在偏差。项目部借鉴高原铁路项目的经验做法,引进三臂凿岩台车,其全范围多角度的机械臂可实现锚杆成孔垂直岩面,解决洞内长锚杆施工反复接杆、套打功效慢、成孔质量差等问题,平均每小时比人工使用手持式风动凿岩机多成型24米,不仅施工效率得到提升,而且有效防止落石伤人等突发性危险。贵子支洞在2024年4月30日如期贯通,也为局后续中标施工A5标奠定良好基础。

为充分展示贵子支洞的先行先试形象,项目部组建施工管理领导小组,在场地建设时按照安全防护等级,将洞口、钢筋加工场、驻地设置为一、二、三级防护区。将钢筋加工场划分为加工区、半成品堆放区和钢筋网片堆放区,采用工字钢作为钢筋存放底座并按照规格分类码放。对隧洞内的掌子面区、施工区、成洞区实施分级管理,试点隧洞同步衬砌施工,为后续的主体工程衬砌施工提供经验和借鉴。

“我们不断探索,寻求高效实用的管理方法和科技手段,应用智慧监管平台,将人工智能、传感技术、视频监控、互联网、云计算等科技手段植入到构筑物、人员穿戴设施,场地进出口,实现项目管理与施工生产的有效整合。”张俊杰说。项目部将管理人员、作业人员信息提前录入智慧监管平台,要求进洞人员佩戴智能手环,在隧洞口放置“定位卡信号接收器”,在隧洞内掌子面附近设置应急通讯电话,并给值班人员配备对讲机,精准掌握管理人员、作业人员在隧洞内的位置、轨迹和健康状态,若隧洞内发生险情可立即向平台报警。



2023年6月5日,广东省水利厅厅长王立新课调研指导工作



贵子支洞工区航拍

精工细作 打造精品工程

“贵子支洞工区云开山隧洞、泗纶支洞工区云开山隧洞最大独头掘进分别达到5.27公里、3.7公里,存在富水断裂带、岩溶区、风化蚀变岩等不良地质,具有线路长、涌水量大、施工组织难度高、作业环境差等特点。而且,长距离钻爆法施工使得隧洞的供风、通风、供电、排水成为关键难题。”项目部总工程师李宽指着标段施工总平面图向记者介绍。

隧洞内常年38℃左右的温度、95%左右的湿度,让作业人员的工作服从未真正干过。爆破产生的粉尘在混合式通风系统尚未完全发挥作用时,浓度一度达到每立方米50毫克,是国家标准的25倍。针对以上情况,项目部在公司、局的帮助和指导下,组建“长大隧洞风水电方案专项研究小组”,集中工程、物机等部门人员对钻爆法隧洞施工的供风、通风、供电、排水方案开展多次研讨、编制、修改、完善。使用无级变频轴流风机和大直径通风风管配合射流风机等组形成通风矩阵,通风系统让隧洞内的粉尘浓度下降65%。在掌子面区域设置临时集水坑,在路面成型段与掌子面间设置移动式集水箱,在路面成型段每隔300米设置集水井和横向截水沟,根据开挖进尺,每600米设置固定排水泵站1处,保证洞内排水通畅,日排水量平均2000立方米。优化隧洞内的管线布置,对风水电管线实施“三色管理”,红白色风管、蓝色供水管、绿色排水管在LED灯的照明下清晰可辨,使得检修效率提升60%;配备标准化配电箱和航空插座,提高临时用电设备连接的安全性和稳定性。在隧洞口设置专用微型消防站,配备齐全的消防器材,将动火作业所需有氧气、乙炔等的气瓶放置在专门的存放库,并严格控制存放量,防止火灾事故发生。

可是,项目部面对的施工组织难题还不仅如此。云开山隧洞施工中,贵子支洞和泗纶支洞均作为两个作业面的共用物料、渣土运输通道和交通通道,最窄处仅4.5米宽,开挖台车、出渣车、混凝土罐车在仅容两车交错的通道内来回穿梭,稍有不慎就会发生刮蹭。而且,贵子支洞最大坡度达10.2%,长大坡度交通安全和交通组织协调是工程难点。为提升隧洞内的交通安全性,项目部实施严格的人车分流管理措施,分别设置行人通道护栏、车辆防撞墩、车辆减速带,并配有相应的安全警示标志标识。

同时,为有效加强隧洞内施工组织和标准化管理,该项目部经过施工模拟,对比推演,将施工步骤分为开挖支护区、衬砌路面施工区、成洞区三个区域,相比于前期统一施工的作业方式,“三区管理”针对性梳理不同阶段和不同区域的管理重点,明确隧洞内作业人员的技术要求和施工内容,形成流程化管理模式,确保施工有序可控。“之前总是因为有不同工序作业,影响测量工作的推进。现在洞内施工实行分步骤分区管理,极大地方便我们测量放线和采集复核数据。”工程部技术员王逸飞在掌子面放线时说。

云开山隧洞施工中面临富水断裂带、岩溶区、风化蚀变岩、软岩大变形等地质问题。“进场以来,我们一直将技术创新作为不断提高工程质量的法宝之一。”三公司总

工程师狄鹏介绍。光面爆破作业前,项目部多次邀请局副总工程师王圣涛以及水利部、广东省、中铁隧道局等单位的专家,为工程技术人员、爆破作业人员讲授隧洞光面爆破方面的课程并组织试验,使大家掌握光面爆破的操作要领。施工中,按照“每一开挖循环一分析”的原则,对比分析爆破开挖面平整度、钻孔痕迹、残孔率、抛碴距离、岩碴块度等方面的数据,及时调整钻爆参数。在掌子面划分施工区域,要求作业人员固定位置钻孔,做到不随意变动施工位置。给作业人员每人配备1台手持式风动凿岩机,做到专人专用、专人负责。绘制炮孔布置图,在钻孔前由测量人员测出炮孔位置,标出周边炮孔和二圈炮孔的位置,指导作业人员严格按照标记好的炮孔位置钻孔。制定《隧洞光面爆破施工质量奖惩制度》,做到定人定位定责,保障爆破作业质量。通过固定人员设备、精准定位钻孔、动态调控参数,光面爆破效果得到较大提升,爆破残留率在95%以上,III类围岩平均线性超挖控制在10厘米左右。动态调整参数使每开挖循环进尺不低于3.5米,平均月均掘进速度不少于160米(III类围岩)。

此外,项目部采用长、中、短距离结合和“物探+钻探”的超前地质预报模式,运用TRT、瞬变电磁、地质雷达、超前水平钻探等技术综合预判,实现掌子面前方地质的精准和全覆盖预报,确保不出现漏报、错报情况,构建超前地质预报工作预警体系。编制隧洞监控量测日报,每天必须经过总工程师、项目经理签字确认,建立“隧洞监控量测数据工作群”,每天分析汇报监控量测数据。与参建单位建立隧洞围岩地质情况沟通、汇报、联动工作机制,就超前地质预报、围岩地质、水文情况和变化情况及时联系沟通,一旦发现异常,立即组织召开研判分析会议,防范地质风险和监控量测风险,切实将超前地质预报作为隧洞开挖支护施工风险防控的“千里眼”。

该标段是全线唯一一个TBM采用洞内组装、洞内始发的标段,因此在洞内布置TBM辅助洞室,包括连接洞室、组装洞室、步进洞室、始发洞室等,洞室截面类型多、尺寸不一。同时,贵子支洞转云开山隧洞、泗纶支洞转云开山隧洞等洞室转换类型复杂。对此,项目部根据不同洞室特点,制定个性化开挖方案,依据全断面开挖、分台阶开挖、洞室跨度等因素,灵活设置监测点,按要求加密监测频率和加强观测,以实现洞室间的顺利转换,确保洞室转换施工的安全。同时,每半年复测一次导线成果,复测时综合使用水准仪、全站仪、陀螺仪以保障施工精度。

得益于一系列标准化的施工管理措施,开工以来,项目部迎来建设单位组织的3次全线观摩,迎接水利部、广东省水利厅等组织的检查调研40余次,获得社会各界的一致好评。目前,项目部研究总结复杂水文地质质长大输水隧洞建造关键技术,已形成《一种用于拱架的通用型连接板定位装置》《一种高抗裂、低回弹率的喷射混凝土及其制备方法》等8项专利和《富水输水隧洞+施工支洞长距离高反排水施工工法》等2项工法,实现局在水利水电工程施工技术方面新的突破。

践行责任 留下绿水青山

作为央企,中铁四局不仅承担着国家重大基础设施建设的重任,还积极履行社会责任,为地方经济发展和 社会进步贡献力量。2023年11月28日,对于罗定市泗纶镇都门村村民来说,是一个值得纪念的特殊日子。这一天,建设单位和项目部无偿援建的都门村“同心桥”通车,彻底改变原进村道路老化破损的状况,大幅提高村民出行的舒适性和安全性。“取名‘同心’,寓意着上下齐心、凝心聚力、携手并进,补齐农村交通基础设施短板,为乡村振兴贡献力量。”项目部党支部书记王亮说。

三年来,项目部积极配合建设单位落实广东省“百县千镇万村高质量发展工程”,累计修缮村道1200米,完成泗纶镇政府办公楼改造提升1300平方米,修建篮球场、公园各1处,修缮公园设施6套、桥涵2座,加固河堤500米,清淤河道1300米,采购当地农副产品价值82万元,吸纳当地农村劳动力就业106人。与驻地所在的贵子镇政府、泗纶镇政府、中和村村委、都门村村委、连城村村委开展结对共建,在节日期间慰问周边孤寡老人,共同为当地经济社会发展聚力赋能。

考虑到管段临近广东云开山国家级自然保护区,项目部按照广东省委《关于深入推进绿美广东生态建设的决定》要求,秉承“尊重自然、顺应自然、保护自然”的理念,在施工现场设置表土存放区和洞挖料临时堆放场,运用“环境监测系统”对细颗粒物、可吸入颗粒物、噪声等实时监测。配备多功能洒水车给施工现场洒水降尘,减少大气扬尘污染。在隧洞出入口设置洗车机对车辆进行冲洗,防止车辆带泥上路。与当地政府有关部门签订垃圾清运协议,定期对驻地 and 施工现场的垃圾进行清运。

为科学合理利用水资源,项目部制定节水管理措施等制度,在驻地设置生活污水一体化处理设备,将污水处理达标后排放或者用于周边的农田林地浇灌。在隧洞内设置包括清水仓和污水仓的固定泵站,按照清污分流原则进行排水。其中,清水经多级沉淀和检测后用于手风钻钻孔、混凝土养护等工序作业,污水处理达标后优先用于砂石料加工场的洗砂处理,剩余部分排入施工现场的雨水渠。而且,隧洞内的排水水泵均为变频水泵,配备有变频启动柜和控制装置,避免人为操作造成水泵长期空转进而产生浪费。开工以来,项目部荣获“中国中铁2024年绿色施工科技示范工程”;在“环北部湾广东水资源配置工程2024年最美边坡评比”中,其贵子支洞进场道路边坡从全线17个标段27处边坡中脱颖而出、位居第一。

在积极践行央企社会责任的同时,考虑到管段地处山区,交通不便,项目部不断强化人文关怀,定期开展参建人员谈心谈话和思想调研,举办“政企联谊篮球赛”等活动,增强团队凝聚力和归属感。对员工、农民工宿舍进行升级改造,配备空调、热水器等设施,为参建人员提供舒适的居住环境。

采访即将结束,项目部建设者的故事还在云开大山深处继续。未来,随着工程建设的推进,这条跨越山海的输水长龙将成为粤西大地的生命线,将为1800万群众带来甘霖与希望。中铁四局建设者们的奋斗足迹也将深深镌刻在这片热土上。

本报记者/杨晨 通讯员/孙亮亮 陈龙

