

# 贯彻新发展理念,铸造大国重器,助力构建新型电力系统

## 记中国水利水电第十一工程局抽水蓄能电站超小转弯半径TBM施工装备研制与控制技术

张卫东 刘家驿 周文朋  
吴昊 司勇贞

达到国际领先水平,荣获中国电建集团科技进步一等奖。

### 变纵坡小转弯 TBM选型设计及装备研制

当前,全断面隧道掘进机(简称TBM)在水利、铁路、地铁等隧道工程已得到广泛应用。近年来,抽水蓄能电站、矿山等领域TBM应用迅猛增长,这些新领域的隧道往往具有转弯多、转弯半径小等特点,给TBM施工应用带来了新的挑战。

河北抚宁抽水蓄能电站进厂交通洞、通风兼安全洞全长2203.8米,开挖洞径9.5米,共有7个转弯段,最小转弯半径90米,纵向坡度-9.02%~+6%频繁多变。在此之前,超小转弯半径隧道TBM机械化施工专用设备和配套技术尚属空白,中国水利水电第十一工程局项目团队依托河北抚宁、浙江永嘉、磐安、衢江等多个重点抽水蓄能项目,开展《智能高效抽水蓄能TBM施工装备研制》课题研究。通过理论创新、装备研制和技术研发,研制了适用于不同开挖断面的超小转弯半径TBM成套装备,形成了TBM掘进方向与姿态的调控技术,解决了抽水蓄能电站工程建设中超小转弯半径隧洞群高效施工的难题,推动了行业技术进步,项目成果经专家鉴定

项目团队创新采用双护盾主机结构+敞开式支护系统相结合的集成设计,研制出大直径TBM大行程差平行推进系统,优化设备结构布置,研制了兼具拱锚支护的双盾敞开式新型TBM,整机长度85米,最小转弯半径90米,比常规TBM分别缩短50%和减小80%,适应坡度达到了±10%。这台世界首台大直径超小转弯半径TBM装备,实现了直径9米级隧洞最小转弯半径小于90米。

小直径TBM采用紧凑型设计,研发了小直径TBM大行程差V型推进系统,研制出中国电建首台具有智能化导向转弯控制功能的小直径超小转弯半径TBM装备,最小转弯半径达到30米级,适用于各类抽水蓄能电站地下隧洞群施工。

### 变纵坡小转弯 TBM掘进方向控制技术

首创在大直径TBM上搭载“激光靶+双目视觉识别定位技术”的自动导向系统,突破了变纵坡小转弯、强振动等复杂掘进条件下TBM能够实现精确、



稳定、实时测量的导向技术。针对大直径(9.53米)、超小转弯半径(90米)工况下传统TBM无法实现小转弯掘进技术难题,提出了II型平行布置推进系统和油缸分布方案,首次实现通过推进系统四个分区油缸伸出量大行程调整,实现了TBM刀盘和支撑盾位姿精准调整。

基于双盾敞开式TBM,构建了大直径超小转弯TBM姿态调控数学模型,提出了TBM过渡段和转弯段推进油缸内外侧行程差值计算方法,在R90米、R100米转弯段行程差分别为620毫米和460毫米,远大于传统TBM300毫米的最大行程差,为TBM转弯段掘进控制提供了重要的参考基准。

针对超小转弯半径TBM曲线掘进时线路极易发生改变的技术难题,构建了基于LSTM(长短期记忆网络)算法的TBM

掘进轴线偏差预测模型,经过依托工程多个R100米、R90米转弯段数据的验证,实现了双盾敞开式TBM小转弯半径掘进轴线偏差的5分钟超前预测,实现了掘进轴线偏差的精准控制。成型后R90米隧洞水平偏差和垂直偏差分别小于±75毫米、±80毫米,完全满足设计规范要求(水平偏差±100毫米,垂直偏差±80毫米)。

### 变纵坡小转弯TBM隧洞 渣料物料运输系统选型研制

面对变纵坡连续超小转弯半径隧洞TBM掘进施工出渣胶轮自卸车掉头困难的技术难题,研制了“旋转栈台+胶轮自卸车”体系的隧洞出渣运输装置,实现旋转栈桥随TBM掘进作业同步移动,有效提高TBM掘进效率,降低长距离运输难度,最高日进尺达到了16.3米。

综合利用多机集成控制、多点驱动、同步控制技术,发明了“固定+连续”组合式连续皮带机出渣系统,突破连续超小转弯皮带机高效出渣技术,实现皮带机系统能够适应小转弯线路出渣需求,最高日进尺达21.2米,为后续连续超小半径转弯隧洞施工出渣方式的选择提供了新的参考。

项目技术成果已在河北抚宁、浙江永嘉、磐安、衢江抽水蓄能电站等系列工程建设当中成功应用,形成了超小转弯半径TBM掘进施工成套技术体系,为我国机械化、智能化建造TBM领域开拓奠定了基础,促进了TBM在抽水蓄能领域的发展应用,提高了隧道建设机械化、智能化水平,保障了抽水蓄能电站可持续高质量发展,具有广阔的推广应用前景。

# 因筑施策建设“好房子” 用心托举群众“安居梦”

## 记北京城建集团昌平区北七家镇歇甲庄村定向安置房项目经理罗党龙

罗彦飞 张利歌

近日,中国施工企业管理协会公布了2024年度工程建设诚信项目经理名单,北京城建集团昌平区北七家镇歇甲庄村定向安置房项目党支部书记、项目经理罗党龙荣获“2024年度工程建设诚信项目经理”称号。

罗党龙先后参建过积水潭医院回龙观院区二期扩建项目、北京世园会中国馆等大型、重点项目。所参与项目获省部级及以上科技奖9项,省部级及以上工程质量奖13项,发明及实用新型专利5项,发表专业论文5篇等,个人曾获北京市优秀建造师等荣誉称号,“罗党龙青年突击队”荣获北京城建集团“优秀青年突击队标杆”荣誉称号。

### 胸怀大局 攻坚克难 匠心建造尽显铁军本色

2019年,中国北京世界园艺博览会核心标志性工程——中国馆项目开工伊始,项目总工罗党龙在一个充满挑战和复杂性的工程环境中,迅速组织技术质量团队,成立创优攻关小组,提出BIM+智慧建造的决策方案,建立起从建筑结构性能分析、深化优化、进度管理、成本管理、质量管理、安全管理等方面的全套管理体系、系统,做



出科学合理的决策和实施方法。面对屋顶的曲面造型实施难题,有效解决大量设计深度不足问题,既体现“如鸟斯革,如翬斯飞”诗经意境,更彰显古典神韵。

针对屋盖132根桁架、5400根小横杆的焊接位置、角度都不一样,为确保如意曲线平稳过渡,项目部利用全站仪、经纬仪对1.3万个连接点全程测量定位,总焊缝长度超过了1万米,确保安装焊接精度,最终,1.2万根构件的精准组合拼装出圆润的如意屋顶。面对梯田这个施工难题时,16万方的总土量,创新布设阶梯式存土区,遵循“施法自然”的原则,提前规划施工条件和内容,既解决肥槽土存土,又为梯田土方堆筑创造条件。针对梯田最高达10m,最长达160m的情况,通过模型分析

项目经理罗党龙(中)在施工现场和等比例实体试验,对堆筑土体的土壤、级配砂石、毛石墙等相关配比、顺序等进行不断优化,让梯田堆土牢固程度达到最佳,同时实现梯田与场馆环境形成浑然一体的效果。在罗党龙的领导下,中国馆项目先后获得“北京市建筑(结构)长城杯金质奖”“北京市绿色安全样板工地”“北京市第十一届I类建设工程项目管理成果”“全国BIM大赛施工组一等奖”“全国优秀质量管理小组”等荣誉。

### 科技创新 精益求精 科技赋能智慧工程建设

昌平区北七家镇歇甲庄村定向安置房项目是北京市重点民生工程,也是“SPCS新型装配式建

筑体系”首次在北京应用,应用实施体系不完备。

罗党龙作为项目经理,他带领项目团队在建设全过程中,结合工程特点,大力推广智能建造与建筑工业化协同发展的智能建造技术积极探索及深度应用,主导建立项目“产学研”协同基地,通过“校企联合”模式,将智能建造与SPCS体系相结合,以《基于新型装配式体系智能建造技术与应用》为课题着手研究,推动项目高效管理、高质量实施,提高工程建设品质。

施工过程中,实现了BIM与MR虚拟现实技术的结合。通过后插法钢筋精准定位施工技术,避免了插筋位移、偏位的问题;通过叠合墙免垫片快速调节施工技术,实现了空腔墙体的精准调节及快速固定;通过PCF板免临时支撑施工技术,大幅提高了PCF板转角拼缝良品率;通过保温一体化叠合墙三角桁架应用技术,解决了传统悬挑架造成的渗漏隐患,同时又极大提高了施工安全性,实现项目精细化管理,优化生产资源配置,高效提升对各专业、各阶段的协同管理。项目也因此荣获“北京市结构长城杯”“北京市绿色安全样板工地”“昌平区扬尘治理绿牌工地”“工程建设行业产学研协同创新最佳案例”“工程建设质量信得过班组”等多项全国及北京市QC成果荣誉,

罗党龙荣获“北京市优秀建造师”“工程建设诚信项目经理”等称号。

### 不忘初心 筑楼育人 履职尽责彰显使命担当

作为项目党支部书记,罗党龙始终持续在学习中用党的创新理论来武装头脑、指导实践、推动工作,切实提高推动发展、解决问题的能力,并以此理念付诸于项目人才培养和团队建设中。他组织成立“罗党龙青年突击队”,以“技术进步,质量发展”“科技创新,未来无限”为学习、工作准绳,以长远的发展眼光投资于人才培养,通过培养大家学习能力,发现人才,人尽其才,工作中充分调动员工的主动工作热情和工作效率,倡导并践行敢于尝试新技术和新方法,将传统建设方式转变为更加高效、环保的现代建筑技术。在他的带领下,大大提升了团队的凝聚力和执行力,由他担任队长的青年突击队获得北京城建集团“优秀青年突击队”称号。

一路走来,罗党龙把作为国企员工的担当放在心上,把责任意识扛在肩上,他始终用行动践行“创新、激情、诚信、担当、感恩”的企业核心价值理念,充分发挥“工匠精神”深耕细作,以实际行动树立国企形象,履行国企责任,彰显使命担当。