



天津公司盘山电厂全景

国家能源集团天津公司盘山电厂延寿项目 老旧煤电机组的涅槃重生

随着全球能源结构的转型和“双碳”目标的推进,煤电机组的清洁高效利用成为能源行业的重要课题。国家能源集团天津公司盘山电厂创新升级及延寿改造项目(以下简称盘山电厂延寿项目),作为国家能源局“现役机组延寿升级综合改造技术”首台(套)重大技术装备示范工程,是国内唯一一个机组跨代升级整体延寿30年的在役煤电项目,不仅为老旧煤电机组的升级改造提供了可复制的实践经验,也为我国煤电行业的可持续发展开辟了新路径。

2018年9月,盘山电厂延寿项目正式立项,历经技术方案通过审查、获得国家能源局投资决策批复、申报国家能源局首台套示范项目、完成电力规划总院评审、确定主实施单位等多层手续,终于在2022年10月正式开工,并于2024年9月完成连续大负荷试验。今年4月,成功取得华北能源监管局核发的电力业务许可证电子证件,许可证(副本)登记事项中1号机组投产时间已变更,机组设计寿命30年,标志着改造后的1号机组正式“持证”上岗,踏上崭新的征程。今年7月,西安热工研究院出具《国能盘山电厂创新升级及延寿改造项目1号机组性能考核试验报告(初稿)》,报告显示,1号机组汽机热耗为7241.3kJ/kWh(设计值为7243kJ/kWh),锅炉效率94.92%(设计值为94.8%),供电煤耗为276.3g/kWh(设计值为277.7g/kWh),与原俄制机组相比,机组供电煤耗降低46.7g/kWh,机组主要性能指标均优于设计值。

今年3月31日,2号机组正式开工建设,目前已经完成主体设备拆除,现场全面转入设备安装阶段。“正是因为有了1号机组建设投产的经验,经过不断优化、拆除阶段,我们的工期比预期缩短了一个多月,我们有信心在2026年底全部完成2号机组的建设。”盘山电厂党委书记、董事长李树千表示。



天津公司盘山电厂国内首台套延寿改造项目正在平稳运行。



天津公司盘山电厂创新升级及延寿改造项目1号机组除氧器吊装就位。



天津公司盘山电厂创新升级及延寿改造项目1号发电机穿转子工作顺利完成。

技术可实现 国产技术赋能“跨代升级”

盘山电厂位于天津市蓟州区,地处京津唐电网负荷中心,是京津唐500千伏主网架的重要支撑电源点。作为国家“9511”重点建设工程之一,该厂1996年投产,总装机容量 $2 \times 530\text{MW}$,总投资52.63亿元,厂区占地950余亩,承担着北京东部(平谷、大厂、香河、三河)和天津北部(宝坻、蓟州)的电力供应与集中供热任务,是区域内仅有的三家热电联产机组之一。其俄制超临界机组曾为保障京津唐电网稳定运行发挥关键作用,但随着运行年限逼近30年,设备老化、效率低下,调峰能力不足等问题日益凸显,升级延寿迫在眉睫。

盘山电厂延寿项目通过更换三大主机及关键辅机设备,并对主厂房结构进行加固利旧,机组寿命延长30年,相当于“再造一台新机组”。这一突破不仅避免了因关停导致的国有资产损失,还解决了老旧电厂职工安置难题,为同类型机组提供了“延寿样本”。项目的成功实施,得益于多项关键技术的突破与应用——

1、参数跨代升级,煤耗降低14%。改造后的机组主蒸汽参数从原俄制机组的 $23.54\text{MPa}/540^{\circ}\text{C}/540^{\circ}\text{C}$ 提升至 $28\text{MPa}/600^{\circ}\text{C}/620^{\circ}\text{C}$,达到超超临界水平。通过应用“深度调峰”“热电解耦”等创新技术,机组供电煤耗从 323g/kWh 降至 276.3g/kWh ,降幅达14%,两台机组预计每年可节约标煤22万吨,减排二氧化碳58万吨。这一成果不仅大幅降低运行成本,还为京津冀地区的减碳目标提供了直接支撑。改造后的机组调峰范围从额定出力的60%以上扩展至20%~100%,供热能力更是从516MW提升至1260MW,最大供热能力达到原机组的2.4倍。

2、国产技术替代,填补行业空白。项目团队摒弃进口设备依赖,采用哈电集团自主研发的“切向蜗壳进汽汽轮机”“非对称T型锅炉”等核心技术,攻克了俄制机组与国产技术标准不兼容的难题。例如,锅炉再热器和过热器非对称布置

解决了低负荷燃烧不稳定的问题,汽轮机通流效率优化技术使热耗值降低5%以上。这是国内首次实现俄制机组全套国产化升级,填补了电力装备改造的产业空白。

3、项目在智能化改造方面也取得了突破。通过引入国产DCS控制系统替代进口设备,实现了机组的智能化运行和远程诊断,并首次在延寿机组中完成功能安全评估。改造后的机组不仅具备了满负荷可靠性、宽负荷经济性、低负荷适应性等新一代煤电机组的性能要求,还实现了“一键启停”等智能化功能。

经济可承受 最大化利旧实现“精准换芯”

盘山电厂延寿项目的另一大亮点是以不足新建机组50%的投入,就实现了老旧机组的跨代升级,实现节能、环保、供热、灵活性等目标的同时,解决了机组寿命到期退役问题,有效盘活存量资产,实现国有资产保值增值,成为“低成本、高效益”改造的典范。

这一经济性优势的取得,源于以下几个创新实践——

1、最大化利旧。“我们不是‘推倒重建’,而是‘精准换芯’。项目最大化利用了原有系统、设备和主厂房框架,在将原有主厂房框架及基础、汽机房、锅炉房、集控楼等辅助系统进行钢结构加固改造的同时,对锅炉、汽轮机、发电机等电厂核心的三大主机整体更换升级。我们在保障2号机组安全稳定运行的基础上,拆除的三大主机总重量超2万吨,拆除的电缆总计长1200余公里。”盘山电厂副总经理王九崇介绍说。

为了攻克大容量煤电机组整机拆除难题,项目组研究制定双机隔离措施201项,实现了在运机组与改造机组系统设备物理隔离、互不影响;最大程度发挥现有起重机械、各层平台通道作用,以最实用有效的措施方法,解决了施工场地复杂狭小、起重机械布置困难、大件拆除吊装频

繁、设备倒运通道受限、拆除/利旧/运行电缆复杂交错等施工难点,探索出一条可推广应用的整机拆除方法,填补了国内外大容量煤电机组整机保护性拆除技术的空白。

2、国产化替代降低技术成本。项目采用国产DCS控制系统替代进口设备,从而使采购成本降低。此外,国产技术的本地化服务缩短了调试周期,也降低了项目投产后的日常运行维护成本。

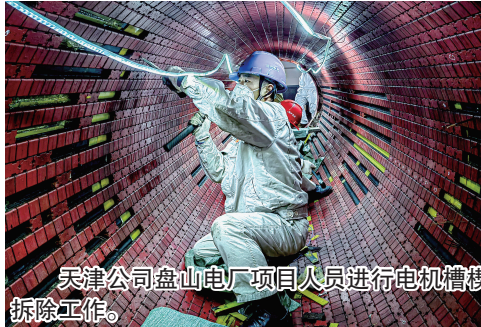
3、政策支持放大经济价值。作为国家能源局首台(套)示范项目,盘山电厂延寿项目获得专项资金补贴,并通过“三改联动”政策提升调峰收益。改造后,机组调峰能力扩展至20%~100%,年调峰收益增加5000万元;供热能力提升至1260MW,可新增外供1000万平方米,最大程度满足区域民生需求;改造后具备向蓟州经济开发区提供工业供汽的能力,单台机组工业抽汽额定 100t/h ,最大 $2 \times 150\text{t/h}$,有效助力当地经济发展。

模式可推广 从“天津样本”到“全球经验”

盘山电厂延寿项目的成功,为国内外老旧煤电机组提供了可复制的“技术-经济-社会”三位一体解决方案。

从技术路径上说,项目形成的“评估-利旧-换芯-验证”全流程技术体系,已提炼为行业标准。例如,针对俄制机组的“T型锅炉非对称改造方案”可直接应用于“一带一路”沿线22台同类型机组;整机保护性拆除技术解决了大容量机组改造中的安全难题,为全球首创。

从经济模式上说,以不足50%的投资实现性能跨代升级,打破了“关停”或“高价新建”的困境。此次项目单位造价为2070元/千瓦,据此测算,若全国1亿千瓦临退役机组采用此模式改造,可节省投资近2000亿元,同时避免因关停导致的千亿元级国有资产损失。据统计,2021~2030年退役机组容量接近1亿千瓦,约占现役机组容量的8.5%;2031~2040年退役机组达到5.5



天津公司盘山电厂项目人员进行电缆槽模拆除工作。

亿千瓦以上,约占现役机组容量的47%。从社会效益上说,盘山电厂延寿项目避免了关停引发的供电缺口和供热危机,保障了周围居民的用电与采暖需求。同时,该项目是煤电行业可持续发展的一次创新尝试,也是盘活老旧煤电机组的大胆技术实践,为国内外老旧亚临界、超临界煤电机组转型发展提供了宝贵经验。目前,哈萨克斯坦、南非、越南、摩洛哥等国的能源企业已赴津考察,计划引入“盘山模式”。据了解,在“一带一路”沿线国家,在运同类型机组约45台,其中500MW等级22台,800MW等级23台,均临近或超过运行寿命。

盘山电厂延寿项目以50%以上的成本降幅、14%的能效提升和30年的寿命延长,实现经济与环保的双赢。这座蓟州电厂的故事,向世界能源变革展示了“中国技术”,贡献了“中国力量”,也为煤电行业提供了一份“中国方案”。

“我们的延寿项目设计之初,就围绕区域发展规划,先后与10余家科研院所进行深入交流,共同策划编制污泥焚烧、制碳捕集利用、制氢与氢能利用、储能调峰调频、长距离供热等10余项中远期规划方案,这些都将持续发挥示范引领作用,为推动煤电行业‘三改联动’深入实施,构建新型电力系统、实现‘双碳’目标贡献我们盘山电厂的力量。”李树千说,“站在‘十五五’起点,我们盘山电厂除了要把延寿改造后的机组运行好,还将积极布局风光新能源,把企业打造成为火电厂绿色转型的典范”。



天津公司盘山电厂组织“党建引领·融合共建”安全质量主题实践活动。

一系列傲人的成绩践行了攻坚誓言。盘山电厂延寿项目以“融合共建”激发治理活力,以党员先锋攻克治理难题,在提升传统产业、保障能源安全的具体行动中,探索了国有企业党建引领高质量发展的有效路径,为提升企业治理能力提供了基层实践参考。

在如火如荼进行2号机组延寿改造的当下,盘山电厂融合共建党支部持续深入学习贯彻党的二十届四中全会精神,深刻把握关于推进治理能力现代化、推动高质量发展的部署要求,坚持把党的领导融入项目攻坚全过程。“我们将以更加坚定的政治自觉和行动自觉,凝聚共建合力,强化使命担当,继续发挥党支部战斗堡垒和党员先锋模范作用,聚焦2号机组延寿改造任务,勇于技术创新,严控质量安全,全力打造经得起检验的示范工程,以实际行动践行能源报国初心,为推动电力行业绿色转型、保障国家能源安全贡献新的更大力量。”盘山电厂党委书记李树千说。

据悉,目前,2号机组在总结1号机组设计、施工、管理经验基础上,落实设计优化共981项,有效解决场地受限问题,提高设备组合效率。

文 摄影:闫雪 孟伯江

国家能源集团天津公司盘山电厂融合共建党支部 凝聚攻坚合力 打造示范项目

盘山电厂延寿项目建设过程中,既有基建特色,又有技改特点。建设单位以“党建引领·融合共建”为抓手,联合参建各单位搭建“融合共建党支部”,将支部建设融入到延寿改造各项工作中,通过开展系列“融合攻关”活动,促进了基建与技改、检修管理模式的快速融合,建立了一套全流程、全方位、多维度管控体系,实现了设计、制造、施工、调试全过程高标准管控,为项目建设奠定了坚实的组

织基础。

“融合共建党支部”形式开创了党建引领管理新模式在盘山延寿改造项目中的实践应用,是国有企业党建与业务深度融合一次成功的新案例。

盘山电厂相关负责人介绍,共建党支部由盘山电厂联合设计方、制造方、施工方、监理方这5方联动成立。党支部一成立,就确立了要把项目打造成为“引领跨代升级 打造国家示范”的目标,精准制定了攻坚方案。

党支部成立后,党员们第一时间投入攻坚“战斗”。围绕现场施工设备拆除、安装和调试等不同阶段任务,党支部成立锅炉专业、汽机专业等7个党员先锋队,设立土建工程师、特种作业监察主管等4个党员示范岗,划定主厂房、电缆沟等17个党员责任区,引领党员在关键岗位和重点任务中发挥先锋模范作用,推动攻坚竞赛与项目建设紧密结合。

原俄制发电机整体吊装拆除中高空作业、临边孔洞、大件吊装等作业多,电缆混杂交错,风险辨识困难,施工风险高。电气专业党员先锋队连续几日蹲在发电机旁,对照系统图测量比例,研究如何更好地拆解。经过反复研究讨论,他们想出了发电机现场解体拆除的办法,成功将高风险降低为低风险,创造了国内首个发电机现场解体拆除案例。为满足原有的锅炉俄制钢结构防震等级要求,锅炉需整体加固约1600吨,焊缝超3万米。焊接专业党员先锋队迎难而上,创新性提出角钢封挡焊接技术,研发焊接机器人自动焊接技术,大幅提高钢结构加固焊接效率,也为后续煤电钢结构加固提供了技术经验。针对电缆沟废旧电缆拆除清理困难情况,党支部组织管理岗位党员深入现场开展主题党日,协助倒运废旧电缆,进行现场安全文明整治,既解决了现场实际问题,又营造了齐心协力干事创业的良好氛围。

延寿改造项目对盘山电厂近千名员工来说是“饭碗工程”,是“生命工程”,必须举全厂之力、争分夺秒加速推进。在党支部带领下,一个一个难题被解决,一个一个攻坚目标被达成。2万多吨的设备被拆除,1200公里的电缆被置换,2046车的拆除设备被运出……这些数字堆砌成一座中国电力史上的里程碑。

除了现场施工,党支部的党员们还在设计优化、设备制造、设备监造等环节发挥着先锋模范作用。

针对改造设备与系统利旧设备功能匹配融合问题,党支部组织设计院和三大主机厂进行设计优化,确保设计一次成优;组建设备监造党小组,支部书记带队赴哈电集团三大主机驻守进行设备质量验收监造并协调设备加工工序和促进设备按期供货,确保设备零缺陷出厂,供货满足施工进度需求。

针对三大主机任务饱满、供货紧张的问题,与哈电集团组建攻关团队,每月组织三大主机设计制造供货进度的盘点讨论会,并协调三大主机负责人赴盘山公司现场深入交流,全力协调满足工程所需,为项目的顺利推进奠定了坚实基础。

针对厂房钢结构需要加固后才能利旧的问题,党支部联合设计院和施工单位以融合共建的方式创新开发钢结构机器人自动焊接技术,极大地提高了效率。

在编制发电机电解体拆除施工方案过程中,党员突击队在没有现成经验可以借鉴的情况下,从零开始,依托有限的原始资料和检修经验,边摸索边讨论,边研究边施工。经过10天昼夜不停的车轮战,顺利完成发电机电本体现场解体工作。

整机拆改、原地重建填补了国内大容量火电机组整机拆除的技术空白,实现世界首台锅炉过热器和再热器非对称布置,汽轮机蜗壳进汽改造达到国内先进,实现国内首次汽轮机轴瓦增设备用油箱和锅炉钢结构整体加固……共建党支部用