

啃下“硬骨头” 闯出“新路子”

——安徽马鞍山电厂实现保供调峰双向共赢

本报通讯员 李 萍 朱伯羽



金秋九月,万里长江碧波翻滚滚滚向东,滋养着两岸的皖山皖水。

坐落于国家级慈湖高新区的安徽马鞍山电厂4号机组集控室里,一派热闹景象:随着168小时满负荷试运行平稳收官,国内首套330兆瓦等级中联门双路供热AI赋能控制系统正式投运。一股股稳定、优质、高效的热流正源源不断地向工业园区输送,不仅标志着校企合作取得关键创新硕果,更成为煤电机组落实“三改联动”部署、服务新型电力系统建设的生动注脚。

两难之困 调峰保供夹缝里的人工值守

作为能源安全的“压舱石”,煤电清洁高效转型是加快构建新型电力系统的重要支撑,“三改联动”则要求传统煤电向更清洁、更灵活、更智能的方向升级。而存量亚临界供热机组普遍面临的现实考题是:既要下压负荷承接电网深度调峰任务,为新能源消纳腾出空间;又要稳住参数保障工业用汽,守护产业链生产稳定。发电调峰与供热保供相互纠缠牵制,成了一道绕不开的行业难题。

该厂4号机组为330兆瓦亚临界凝汽式汽轮机,历经供热改造、中联门升级,硬件层面已具备低负荷供热能力。可硬件短板补上了,控制层面的瓶颈却成了“拦路虎”。中联门搭配两路减温减压供热系统,属于典型的多变量强耦合工况,热负荷波动、机组升降负荷时,各回路互相扰动,传统PID控制难以实现自动稳定调节,运行高度依赖人工

操作。

“热用户用汽量一变,我们就得‘钉’在盘面前,不停调整阀门。”机副控刘冠伟回想改造前,语气里仍带着几分感慨,“赶上夜间深度调峰,机组负荷往下压,供热压力、温度就来回震荡,人半步不敢离开盘前,手调慢一步,蒸汽参数就会大幅波动。”

每到热负荷周期性起伏的时段,集控室便是一派高度紧张的景象。运行人员双眼紧盯跳动的曲线,手上反复微调阀门开度,即便如此,供热品质依旧难有稳定保障。参数剧烈波动,既干扰下游企业正常生产,也压缩了机组调峰空间,更潜藏设备安全风险。要保障供热稳定,就要牺牲调峰能力;追求深度调峰,供热品质又难以保障,机组陷入了“两难全”的困局。

难题即是课题。2025年下半年,该厂正式科技立项,将破解中联门双路供热自动控制难题,作为能源保供、提升机组灵活性的重点攻坚任务。

校企破局 实验室算法走进生产一线

仅凭企业自身力量,很难啃下这块技术“硬骨头”。马鞍山电厂主动对接东南大学科研团队,组建校企联合攻关组,开启了一场横跨实验室与发电生产一线的技术攻坚战。

“高校算法在仿真环境表现再好,如果不能直面现场的各类扰动,落地就是一句空话。”这是攻关团队达成的第一个共识。

经过成千上万条历史运行数据复盘与研究,攻关团队跳出传统PID“扰动发生后再调节”的被动思路,确立“抗干扰控制+人工智能”技术路线,主要依靠前馈预测主动预判负荷扰动,搭建锅炉协调、热电解耦一体化控制系统,实现中联门、两路减温减压系

统多设备协同调节。

“这套方案的核心逻辑,就是变被动补救为主动预判,不等参数大幅波动,算法就已经提前做出响应。”参与项目的高校科研人员介绍。

2026年年中,技改项目进入现场联调阶段。整整3个月,联合攻坚组扎根生产一线,轮番开展减温减压抗扰特性试验,反复整定AI控制器参数、修正压力推荐曲线,验证工况覆盖100至280兆瓦全负荷区间,包含单双路供热、热流量骤变、机组快速升降负荷等数十种场景。

调试并非一帆风顺。一次模拟热流量断崖式下跌试验中,控制系统短暂出现参数震荡,团队没有走退回手动操作的老路,而是连夜调取历史曲线逐条拆解,复盘扰动传递路径,优化AI前馈预测逻辑,迭代抗干扰模块响应速度。

那段时间,加班熬夜成了攻关组的常态。为拿到一组精准试验数据,大家常常坚守到夜深,对着屏幕上蜿蜒起伏的曲线,一点一点比对、一帧一帧修改参数,历经一轮轮试错、迭代、打磨,适配4号机组现场特性的AI供热控制系统,终于逐步成型。

数见实效 热电解耦闯出了新路子

当168小时严苛试运行顺利通过的消息传来,AI控制系统的各项量化指标全面优于传统人工操作的结果清晰定格。热控班长张振英紧锁了数月的眉头缓缓舒展,眼眶不由得红了。

这份沉在现场的科技创新,终究变成了看得见、摸得着的实打实成效。

目前,4号机组100至280兆瓦全负荷段中联门双路供热实现全自动运行,仅极端异常工况才切手动,彻底告别“人盯盘面、反复

调阀”的旧模式。结果显示:2号减温减压系统蒸汽温度偏差可以持续稳定维持在 ± 3 摄氏度以内,1号系统温度偏差控制在 ± 5 摄氏度以内;两路供热压力偏差稳定控制在0.1兆帕以内;120兆瓦以上负荷母管压力稳定高于2.5兆帕。即便遭遇热流量大幅波动、机组快速升降负荷,母管压力与设定值偏差仍小于0.1兆帕,充分满足下游工业用户高品质用汽需求。

“再也不用死死盯着曲线来回掰动阀门,能把更多精力放在隐患排查上,心里反倒更踏实。”集控员们的一席话,道出一线岗位最真切的变化。

与此同时,调峰保供也实现双向兼顾。依托智能控制实现热电解耦关键突破,机组可在宽负荷区间同时承接深度调峰与工业供热任务。调峰灵活性充分释放,为参与电力市场、提升综合收益夯实技术基础,实现电网、企业、热用户三方共赢。

“以前总觉得AI离生产现场很遥远,现在真正体会到,AI不是花架子,而是用来解决现场久攻不下的老大难。”运行值长丁露露感慨。

项目价值远不止于单台机组,更验证了“抗干扰控制+AI”在330MW亚临界中联门双路供热场景的可行性。项目团队将持续跟踪长周期运行工况,迭代优化AI算法,完善保护联锁逻辑,进一步拓宽调峰供热兼容运行区间,沉淀标准化技术路径,全力为同类型机组改造提供鲜活范本。

生产现场是创新最好的试验场。基层科技创新,扎根现场才有生生不息的生命力,解决真难题,才有沉甸甸的现实价值。面向煤电转型发展的新征程,马鞍山电厂将持续立足生产一线,坚决贯彻落实“三个转型”发展战略要求,深化产学研融合,瞄准技术瓶颈持续深耕,以技术创新推动传统火电柔性升级,为加快构建新型电力系统和守护区域能源安全贡献“马电力”。



连日来,山西神二公司抢抓机组检修前窗口期,批量加工自制管道式暖气片,选用管径大、散热性能佳的碳钢管材,能够满足设备区域冬季保温防冻需求,保障机组平稳越冬。图为9月20日,工作人员为自制管道暖气片涂刷银粉。

本报通讯员 李志荣 摄

大渡河川股公司

筑牢节日“安全网”

本报讯(特约记者 杨守丽)9月21日至24日,大渡河川股公司开展中秋、国庆节前安全生产大检查,压紧压实安全责任,“立查立改”排查整治安全隐患,织密织牢节日安全生产防护网。

本次安全大检查采取部门自查自改、公司领导带队集中检查相结合的模式。各部门压实主体责任,扎实开展自查工作,将检查发现的问题、佐证照片及时录入集团数智化平台,关联本次节前安全大检查专项计划;坚持“立查立改”原则,对排查出的隐患明确责任主体,落实整改措施,按期完成“立查立改”闭环反馈,切实把问题消除在萌芽状态。同时,公司分管领导带队集中检查,各部门、各专业人员组成检查组,对南桷河电厂、栗子坪电站、紫马电站等安全责任落实、危险点分析、设备安全监管等项目开展拉网式巡查。重点核查“双节”值班值守安排、外包外委业务安全生产专项整治、安全生产“打非治违”工作落实情况。细致查验栗子坪电站机组检修准备状态,对电站现场安全设施、防火防盗、车辆交通、安全保卫、应急管理、用电、生态环保等领域开展拉网式排查,做到不留死角、不漏隐患。紧盯区域管理整合、栗子坪电站机组检修等节点工作,公司假日期间严格实行领导带班和24小时值班制度,提前进行节日安全生产备员,定员定责、限时落实保电方案和工作举措;加强机电设备巡检消缺,严格落实“两票三制”,做好各项安全生产保障措施,优化各电站节假日发电方案和机组运行方式,精益运维力保“双节”安全生产、多发稳供。

平庄煤业六家矿

实现中水100%复用

本报讯(通讯员 郭文哲)截至9月20日,平庄煤业六家矿“中水复用全域拓维攻坚研究”项目稳定运行两个月。通过技术改造与模式创新,矿井水综合复用率由不足30%提升至100%,彻底结束矿井涌水外排历史,走出一条节水增效、绿色低碳的矿山发展新路。

该项目打破传统矿井水仅用于地面杂用的固有思路,创新推行“分质分级、井下优先”回用模式,构建“井下为主、地面为辅、生活备用”三级回用架构。项目建成325立方米地面中水缓冲水箱,敷设1200米DN150主输送管路,完成新旧管网搭接,配套建设选煤厂分支保温管路。搭建中水泵房及PLC自动化电控系统,运用变频闭环调压技术,攻克深井供水“近端超压、远端欠压”行业难题,水系综合节电率达到18%以上。同时,选用耐腐蚀内衬管路,落实定期冲洗制度,有效化解中水高硬度带来的管路结垢难题。

经过改造,处理合格的中水优先输送井下,覆盖大巷、皮带巷、瓦斯抽放泵站等作业地点,替代清水用于防尘洒水、设备冷却、消防用水;同步供给选煤厂生产补水、地面绿化等,系统日均供水量约600立方米,最大日供水量突破800立方米。在抓好硬件建设的同时,同步完善中水回用操作规程、水质监测制度与应急处置预案,建立井下、地面协同调度运行机制,保障系统全天候稳定运行。

理解包容、默默支持,与建设者的真诚服务形成了双向奔赴。项目团队始终带着责任办实事,用心用情化解群众急难愁盼,以实干守护民生福祉,让大国工程的建设既有速度、更有温度。

民生的考验、遗址保护的重任、峡谷之中层出不穷的工程难题,一道道关卡摆在团队面前。越是任务艰巨,越要党旗领航。一批党员骨干主动冲锋到急难险重第一线,以党员攻坚队为阵地,把红色土地淬炼出的精神力量转化为攻坚克难的实际行动,奋战在汛期值守、节点攻坚、应急抢险最前沿。去年8月上旬,一场强降雨冲毁地方道路路基,路面塌陷阻断通行,直接威胁村民安全。党员先锋队迅速集结,调集40余台卸车、装载机奔赴现场,争分夺秒抢通生命线。

往昔,红军将士无畏向前,突破大渡河天险;今朝,大渡河建设者接续奋斗,鏖战峡谷险滩,筑牢绿色发展根基。云雾漫卷大渡河,红色薪火代代相传。一座安全、绿色、生态、惠民的现代化梯级电站正在拔节生长,跨越时空的长征精神,在新时代清洁能源建设事业中生生不息、熠熠生辉。

情 满 中秋



↑9月22日,河南民权公司工会精心组织“情暖中秋,民电相伴”月饼DIY活动,让职工在制作月饼的过程中感受传统民俗魅力,共度温情中秋。图为职工精心制作月饼。

本报通讯员 祝寅蓓 摄



↑9月23日,雁宝能源后勤服务中心在职工餐厅举办“中秋月圆 食享安康”中秋美食游园活动。职工们纷纷参与活动,感受传统文化与现代能源企业文化和谐相融的氛围。图为职工制作传统手提灯笼。

本报通讯员 王伟 摄



←9月23日,河北定州电厂职工食堂举办“迎中秋美食节”活动,现场摆满各式自制月饼与特色美食,职工们驻足品尝挑选,在香甜滋味中感受浓厚的节日氛围。图为职工品尝食堂自制月饼。

本报通讯员 李永杰 摄

(上接第一版)依托大渡河公司完备的技术体系与资源支撑,老鹰岩水电站的建设者勇闯一道道难关。

导流明渠高强度浇筑就是一场硬仗。闸室地质突发变化,拌合系统产能受限,难题接连冒出来。现场团队按小时深挖拌合站生产潜力,将单座拌合楼混凝土日产量从2300立方米提升至3300立方米;采用“大仓搭配小仓”浇筑模式,创下25天浇筑10.5万立方米混凝土的施工佳绩。

最难啃的硬骨头是二级电站跨汛期百米级围堰防渗墙,最大造孔深度达到101.6米,国内鲜有。

峡谷天气反复无常,清晨大雾遮挡视线,午后江风灌入深槽,昼夜温差造成岩层胀缩,极易出现孔壁松动、漏浆塌孔。地下无规律分布的巨型漂石频繁卡钻、损毁钻具,施工容错率极低,再叠加跨汛期作业,洪水风险与工期压力双重施压。“最深的槽孔直通百米河床底部,地下地质瞬息万变,天气干扰说来就来,那段时间我们24小时轮班盯守,一刻不敢放松。”对公司业

主代表杨鸿来说,这些攻坚日夜依旧历历在目。

团队摒弃传统施工手段,拿出超前固壁加固、分层慢速钻进、动态调配护壁泥浆、实时孔斜监测成套工艺,冲击钻、旋挖钻、抓斗机多设备协同作战,同时开展联合科研攻关,加密先导孔,加深超前管桩预灌浆,让1米厚防渗墙牢牢扎入百米河床。技术人员日夜蹲守基坑,跟着工况动态调整参数,历经194天鏖战,今年7月31日,超深防渗墙顺利闭气,在百米软基之上筑牢工程安全底座。

坝起水清处的生态守护

修坝不是阻断江河,而是善待江河。老鹰岩水电站从规划阶段开始,生态保护便与工程建设同谋划、同落地,污水处置、固废管控、降噪防尘、植被保护,各项环保举措贯穿施工全过程。

老鹰岩水电站的建设者学着和峡谷天气相处:雨天抓紧清淤,晴天全力浇筑,大风来袭立

刻排查隐患。面对130米高陡边坡这道天然考题,技术人员反复研判地质变化,采取分层分级支护,开挖一层、防护一层。针对破碎岩体,综合运用锚杆、锚索、钢筋网喷射、框格梁等多重手段,给陡峭山体穿上一层坚固“铠甲”,把浅层松动岩体、深层不稳定山体牢牢锁固在基岩之上。同步完善坡面、坡顶全套排水系统,拦截雨水下渗,减少水体侵蚀诱发的地质隐患。治理不止于硬性支护,更兼顾安全与生态,支护间隙开展植被复绿,让硬化的坡面重新长出草木,实现固坡治险与生态修复一体推进。

大渡河是长江上游重要生态廊道,滋养着裂腹鱼等本土珍稀鱼类。为守护江河生灵,两级电站配套建设规模化生态鱼道,精细调试鱼道流速与池室结构,为洄游鱼儿打通一条生命通道。同步布设水下智能监测系统,依托AI技术搭建起“鱼道通行+流量保障+栖息地修复+智能监测”的立体生态保护体系。一边推进工程建设,一边做好边坡复绿、水土保持,最大程度降低工程对河谷环境、周边群众生活的扰动,让大国工程崛起之时,大渡河依旧碧水长流。

山河焕彩中的时代担当

在守护红色山河、守护绿水青山的同时,老鹰岩公司主动扛起厚重的社会责任,在建设过程中积极对接地方发展,带动周边运输、建材、服务业发展,以重大工程赋能县域经济提质升级。

一级电站坝址与安顺场红色遗址隔河相望,最近距离不足1公里,下游二级坝址临近石棉县城近郊,最近处不到2公里。一边是厚重的红色历史,一边是烟火升腾的市井民生,这也让项目建设,在攻坚复杂地质的同时,肩负起守护红色文脉、城市民生的特殊使命。

在服务地方、安置搬迁的民生一线,温情与担当始终贯穿全过程。今年,国家能源集团“社会主义是干出来的”岗位建功行动先进个人兰勇,有着3座电站安置搬迁工作经验,是项目民生工作的亲历者与坚守者。一路走来,委屈有过,感动更常在。让他始终难以忘怀的,是石棉县一位淳朴老人,特意把家人召集到一起反复叮嘱:绝不扯皮、绝不添乱,全力支持电站建设。一句朴素的嘱托,最是打动人心。正是万千群众的