

风电深度嵌入能源系统，电力交易提供收益增量

巴林右旗火电改造交出“绿色答卷”

■本报记者 李丽雯

5月的巴林右旗草原绿意渐浓，牛羊成群散步觅食，不远处的大风车缓缓在转。细长的叶片迎风而动，成为内蒙古能源结构调整的一块“拼图”。

“这里的风速不算高，年平均风速5.8米/秒，但发电小时数可以到2300小时以上。”内蒙古赤峰市巴林右旗苏日勿苏镇国家电投阿尔泰风电场副场长陆坤告诉《中国能源报》记者，“这座风电场去年5月底正式投运，是当地火电灵活性改造消纳新能源项目，投运以来风电机组稳定发电，化石燃料替代效果明显。”

内蒙古自治区“十五五”规划建议，将“建设清洁低碳安全高效的新型能源体系”列为重要目标，持续提高新能源供给比重是关键抓手。随着新能源大规模深入整合进入新型电力系统，伴随新能源上网电价市场化改革的关键节点，风电场运营正呈现出全新面貌。

■能源供给实现绿色升级

根据赤峰市统计局数据，截至2024年底，赤峰市电力总装机达1567万千瓦，其中新能源装机突破1000万千瓦大关，占比高达64.2%，赤峰市能源结构“绿色”成效显著，对传统火电的依赖程度逐年下降。

地处丘陵地带的阿尔泰风电场便是当地能源绿色转型的一大缩影。该项目是国家电投“十四五”重大能源保供首批项目之一，为大板发电公司、新城热电厂、赤峰热电厂配备44万千瓦风电装机。这座风电场总计吊装了71台风电机组，分别为33台远景能源EN-192/6.25机型、3台EN-192/5.0机型和35台其他整机厂家6.25MW机型。

根据规划，该项目投产后预计年发电量11.08亿千瓦时，每年可节约标煤33.43万吨，相应可减少二氧化碳排放91.8万吨，氮氧化物约168.53吨。

从火电托底保供到能源系统的加速脱碳，风电正加速融入当地能源体系，庞大的减排数据正是风电稳定运行的直观体现。

项目现场运维人员、远景能源巴林右旗项目主管李帅给出一组数据：自风场投运以来，远景能源机组可利用率达到99.97%，在年平均风速相对较低的情况下，发电表现出众，截至今年4月底，远景风电机组平均发电量1182.57万千瓦时，超过该风电场机组平均水平，全场36台远景机组已发出绿色电力42572.82万千瓦时，新能源替代效果超群。

■高可靠机组提高系统韧性

有风沙，温差大。维持高发电量不是易事，能源体系多元升级的关口，对风电机组的考验才刚刚开始。

李帅告诉《中国能源报》记者，项目现场夏季气温二三十摄氏度，冬季最冷到零下二三十摄氏度，严寒气候条件下，风电机组的质量表现尤为重要，高可靠的风机才能稳定、高效出力。“以场内的远景能源192/6.25机型为例，这款风机针对当地风况和地域特点定制化设计，超长叶片、变桨自适应控制、偏航自学习、“超感知”控制等多项技术都为高效“捕风”提供了支撑。先进技术加持下，这些风机能够在不同风速区间保持更好的能量捕获能力，在中低风速与风速波动场景下，都能够通过更大扫风面积与精细化控制策略实现“多发电”。

复杂工况之下，风电机组的及时运维更是不可或缺。“日常巡检都是智能化，有无人小车日常巡逻，有巡检机器人每天检查，还有无人机飞到现场拍照，实时传回最新运行状态。”陆坤表示，“除此以外，远景现场工作人员也能做到快速响应，一旦出现报错能够及



国家电投阿尔泰风电场。远景能源/供图

时反馈维修，停机时间大大缩短，发电表现自然超出预期。”

“‘136号’文之后，风电场收益风险加大，对机组质量要求更高。得益于大部件自研自制的优势，远景能源192机型均经过严格的深度测试验证，依托数字孪生与现场实测联合验证，极端工况、长稳与可靠性测试得到了强化。”李帅进一步指出，“自并网以来，远景机组MTBT超过2200小时，开始运行后机组还持续通过海量运行数据闭环迭代，明显降低了故障率与运维成本。”

■深度参与交易收益超预期

构建新型能源体系叠加电力市场化改革进入深水区的当下，新能源项目的运营逻辑也正悄然生变，高效发电只是项目运营的其中一环，对风电机组的精准控制、对发电功率的准确预测更是项目收益的重要保障。

2025年2月发布的“136号文”明确，新能源项目上网电量原则上全部进入电力市场，上网电价通过市场

化交易形成。对阿尔泰风电场而言，在风电机组高水平发电的背景下，深度参与电力交易成为了增收的重要方式，与传统火电盈利模式相比，这座风电场的发电收益有了显著改善，收益前景确定性增强。

“新能源发电全面入市交易后，风电项目实际上是增利的一大渠道。”陆坤表示，“阿尔泰风电场年发电量的一半左右进入了现货市场，另一半签订了中长期售电协议，通过精准控制发电情况，合理制定交易策略，发电收益相当可观。”

“对于强调现金流稳定的风电资产而言，少停机、快恢复，直接对应更高的发电兑现率与更低的运维成本。”李帅指出，“远景风电机组标配先进的伽利略感知系统，通过远程监控、状态监测与健康评估等手段，对关键部件进行趋势预警与预测性维护，能够有效减少非计划停机，结合运维体系与备件供应协同，可提升故障定位与恢复效率，保障机组长期高可利用性。同时，该款机型在低/高电压穿越、无功与电压支撑、频率响应、有功爬坡控制及电能质量等方面也具备较强的适配能力，为电力市场交易提供了坚实的电力基础。”

匠心筑抽蓄 劳动铸荣光

——南网储能建管公司荣获全国五一劳动奖状



2025年12月29日，国家“十四五”重大工程——南网储能南宁抽水蓄能电站全面投产。南网储能公司/供图

■黄昉

近日，南方电网调峰调频公司工程建设管理分公司（以下简称“建管公司”）荣获全国五一劳动奖状，这是对南网储能公司深耕抽水蓄能建设、服务国家能源战略的褒奖，更是全体南网储能人以匠心筑精品、以劳动铸使命的见证。

■初心领航 筑牢能源基石

扎根南粤，筑梦能源。作为南网储能公司负责抽水蓄能电源工程建设管理的专业化分公司，建管公司自成立以来锚定构建新型电力系统生力军，维护电网安全稳定主力军战略定位，坚持党建引领、创新赋能、人才强基、绿色发展，在华南大地书写下能源央企的责任与担当。

从阳江抽水蓄能电站首台机组投产，到南宁抽水蓄能电站全面投运，建管公司以“建成一座电站、带动一方经济、守护一片青山”为准则，将“绿水青山就是金山银山”理念融入工程血脉。“十四五”以来，该公司建成投产广东阳江、梅州等4座大型抽水蓄能电站，新增装机容量480万千瓦，推动华南区域抽水蓄能装机规模达1268万千瓦，约占全国1/5，助力广东成为全国首个在运抽水蓄能装机突破1000万千瓦的经济大省，为绿美广东生态建设筑牢坚实能源底座。同时，新建成的4座抽水蓄能电站每年可消纳清洁能源142亿千瓦时，减少861.8万吨二氧化碳排放——这不仅是数字的跨越，更是对“能源安全”与“生态优先”的回应。

弘扬劳模精神、劳动精神、工匠精神，以极致追求打造绿色精品工程。建管公司多座抽水蓄能电站先后斩获国家优质工程奖、詹天佑奖、菲迪克奖等国际国内高规格奖项，4个项目获评“国家水土保持示范工程”；建成国内首座抽水蓄能重卡换电站，推动能源与交通领域绿色低碳转型互融互促，树立行业绿色发展新标杆。

“五一”假期，南网储能公司同步推进肇庆浪江、惠州中洞等9个抽水蓄能项目的建设。8000多名建设者坚守在建设现场，抢抓施工黄金期，全力推进项目施工进度。

■创新攻坚 实现领跑跨越

一直以来，建管公司坚持创新驱动发展，聚力

攻克“卡脖子”技术，助力我国储能产业从“跟跑”向“领跑”跨越。以重大工程为依托，不断提升储能装备自主化水平。依托阳蓄项目圆满完成国家能源局超高水头超大容量抽蓄机组国产化任务；依托梅蓄项目突破出口开关、控制系统等核心技术难关，实现抽蓄机组整机芯片级国产化；全力攻克国产变速机组等关键核心技术，推动国内首台变速抽蓄机组交流励磁系统顺利下线，推动储能装备国产化取得重要突破。

搭建产学研用融合创新平台，推动创新链产业链深度融合。联合哈尔滨电机厂、东方电机、清华大学等企业与高校，取得高效电机、空压机、焊接机器人、智能配电箱、换电重卡等具有自主知识产权的重大创新成果，推动其在生产实践中的应用。开展智慧工地、新型储能智能化运行试点场景建设，提升智能化应用水平。两项成果入选国家首台（套）重大技术装备，累计获授权发明专利67项、省部级及以上科技奖励39项，为抽水蓄能产业高质量发展筑牢科技根基。

■产教育匠 锻造铁军队伍

深化产业工人队伍建设改革，搭建成长平台，锻造高素质专业化能源铁军。

“劳动竞赛不是比谁干得快，而是比谁干得好、干得精。”这是建管公司“七比七赛”劳动竞赛的核心理念。从“赛技术创新”到“赛合规管理”，150余项考核指标覆盖工程建设全链条，27家参建单位、超万名产业工人在“比学赶帮超”中锤炼技能。这种“以赛促学、以赛促练”的机制，让普通工人成长为行业尖兵——13名拔尖级专家、6名领军级专家、1名战略级专家的涌现，正是该公司人才强基战略的生动注脚。

发挥工匠人才引领作用，带动一流产业工人队伍建设。建管公司设立2个创新工作室，其中刘涛工作室于2023年获中国电力技术市场协会“四星工作室”及“广东省工业系统劳模和工匠人才创新工作室”。通过长期培养锻炼，1名专家获评“潘家铮奖”，2名专家获评中国水力发电工程学会“水电英才奖”。建管公司凭借在抽水蓄能电源工程建设领域的卓越表现，2022年荣获“广东省五一劳动奖状”，参建单位获评广东省五一劳动奖章2项、广东省工人先锋号2项。

■夏瑶 何幸然

暖阳穿过南方电网云南昆明五华供电局业扩包装班的窗棂，轻轻落在蔡静的指尖上。她伏在案前，目光紧紧锁定屏幕上跳动的台区线损数据，指尖在键盘上沉稳敲击，眉宇间透着一线电力人特有的严谨。

“数据准，用电才稳；底数清，服务才实。”她轻声说，语气平静而坚定。胸前的党员徽章在光影里格外醒目，印着她对岗位的敬畏，也藏着对群众用电安全的牵挂。

2011年，蔡静走出校园，穿上蓝色电力工装，一头扎进电力营销服务一线，这一守便是整整15载。从青涩学员成长为高级工程师、业扩报装班班长，她将最美的年华献给五华区52万电力用户。扎根一线、敢啃硬骨，她先后获评全国五一劳动奖章、云南省五一劳动奖章、云南省五一巾帼标兵。

面对一份份沉甸甸的荣誉，蔡静从没有半分自满。在她心里，奖章不是光环，而是更重的责任：群众把信任交给我们，我们就要向群众可靠供电。这朴素信念，支撑着她在数智转型、为民服务、技术传承的路上，一步一个脚印，走得扎实而坚定。

■“党员先上！硬骨头就得啃下来”

2018年，智能电表、低压集抄“两个全覆盖”攻坚战打响。五华辖区用户量大、设备老旧、信号覆盖不均、系统兼容困难，如同散落的零件要拼成精密仪器，难度可想而知。不少人心心里打鼓，蔡静却主动站了出来：“我是党员，这个头我来带。”

地下室信号弱，山区台区无覆盖，她带着骨干背着仪器逐点测试，反复调试；档案与系统联调不通，她领着团队逐条核对表计、终端与户号，白天泡在现场，晚上埋首数据，连续数周连轴转。脚上磨出了泡，嗓子喊得沙哑，她只淡淡一句：“信号不通，我就守到通为止。”

凭着这股韧劲，她带领团队持续攻坚，2018年以来迭代更新30万只电表，确保计量规范、准确，实现远程自动抄表全覆盖，采集完整率达99.95%，彻底告别人工抄表的低效与误差。

难题并未结束。线损异常率居高不下，又是一块难啃的硬骨头。蔡静再次牵头，开启为期三年的专项攻坚。她创新现场与系统联动调试，踏遍1920个台区，一户一户排查，一台一台校准。整整四年，她把台区线损异常率降至4.15%，用精准数据筑牢电网数字化底座。

■“群众的急难愁盼，必须实打实解决”

“技术攻坚看能力，为民服务看初心。”这是蔡静常说的。随着新能源汽车走进千家万户，充电桩报装卡在物业环节，成了不少居民的烦心事。看在眼里，急在心上，蔡静放弃晚间和周末，用



蔡静正在测量低压居民用户表计进线电压。何幸然/摄

啃下硬骨头 解开千千结

记全国五一劳动奖章获得者、南方电网云南昆明五华供电局业扩报装班班长蔡静

一个月时间走访56户居民和多家物业，把群众诉求、物业顾虑一一记在本上、放在心上。

摸清症结后，她大胆创新，在全省率先试点推行居民充电桩报装“个人承诺制”，省去物业盖章环节，流程大幅简化。她推动“电网—车企”服务融合，打造“订车即办电、交车即充电”快捷模式，参与搭建“南网在线”充电桩报装专区，让流程透明、进度可查。一系列举措落地，惠及近10万用户。

“没想到这么快就装好充电桩，太省心了！”接到用户感谢电话那一刻，蔡静所有疲惫都烟消云散。她深知，群众的一句认可，胜过千言万语。

■“手艺要传好，更要带强一支队伍”

作为云南电网一级拔尖技能专家，蔡静坚信：一个人强不算强，团队强才是真的强。工作中，她紧盯基层痛点，主持研发“供电合同批量编制机器人”等创新项目，拿下多项专利，把工作效率提升40%以上；她主导编制云南电网首部《用电检查管理手册》《用电检查业务手册》，把实战经验沉淀为标准体系，让更多人少走弯路。

从技术能手成长为技术状元，她始终不忘传承。作为内训师，她以师徒结对手把手带教，培养技术骨干30余人，带出省级冠军团队，为企业输送一批又一批高技能人才。

“我刚入行时，是师傅带着我一步步成长。现在我也要把这份匠心传下去，让年轻人站稳脚跟、发光发热。”蔡静说。在同事眼里，她温和却较真，每一份报告、每一组数据都要抠到严谨扎实；在徒弟心中，她亦师亦友，倾囊相授、毫无保留。

15载风雨兼程，15载初心如磐，守好电网一线，照亮万家灯火。从地下室的信号调试到小区里的走访服务，从台区线损治理到技术创新传承，蔡静以实干诠释担当，以温情守护灯火，在平凡岗位上书写不平凡的坚守。