

# “十五五”能源转型关键棋：储能从“辅助”走向“支柱”

■本报记者 王海霞

近日,国家发改委、国家能源局印发《新型能源体系建设“十五五”规划》(以下简称《规划》),提出2030年非化石能源发电量占比提升至50%,初步建成清洁低碳安全高效的新型能源体系。这标志着风光装机高速增长后,能源转型重心正转向“用好已建新能源”。

对此,厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强表示,非化石能源发电量占比50%,很大程度上意味着风电光伏增长必须满足能源消费增量,与此同时,非化石能源规模的增加给电网消纳能力带来较大考验,更需要通过做大储能规模来降低成本,这也是新型能源体系的核心问题之一。

绿色和平气候与能源资深项目主任姚祎表示,从《规划》目标来看,中国风光装机仍将保持较高增长,但增长节奏明显放缓。这说明未来能源转型的重点将逐步从快速扩大新能源装机规模,转向提升新能源的消纳水平和电力系统运行能力。换句话说,未来需要关注的不再只是“装机多少新能源”,而是“如何把已经建成的新能源真正用好”。

储能发展目标显著快于风光。规划期内新型储能年均增速约17%,储能与风光装机比从2025年7.4%提升至2030年11.1%。“新型储能正经历从新能源消纳手段转向深度参与电力规划与运行框架中,成为适应高比例可再生能源的新型电力系统‘压舱石’。面向‘十五五’,新型储能的市场化发展是使其发挥支撑与调节性功能价值的重中之重,尤其在江苏、浙江、广东等负荷中心省份尤为迫切。”姚祎补充说。

此前,中国能源研究会首席专家、双碳



产业合作分会主任黄少中在接受《中国能源报》采访时也曾表示,到2030年储能与风光装机比例预计将达到1:10。这意味着,未来储能的发展速度将继续快于新能源装机,其角色也将从辅助调节资源逐步转向支撑新型电力系统运行的核心支柱。

## 由政策驱动转向市场驱动

“十四五”末,江苏、广东、浙江新型储能累计装机均超500万千瓦,实现跨越式增长。进入“十五五”,行业从规模化迈向高质量发展。国家新型储能创新中心孔华东指出,独立储能与用户侧储能将呈现“价值互补、场景协同”的发展格局,三省路径因资源禀赋各异:江苏侧重沿海服务海上风光消纳;浙江重调峰调频及电压支撑;广东面临发用电区域失衡,晚高峰电力缺口预计5—10GW,且超20%用电依赖“西电”。

用户侧储能方面,浙江峰谷价差高、电价精细,补贴多层次;江苏制造业发达,用户侧与电网协同基础好;广东潜力大但起步期,需完善分时电价,突破市场机制瓶颈。

政策层面,国网能源院财审所高级研究员刘思佳表示,“136号文”取消强制配储、“114号文”建立容量电价,正推动储能由政策驱动转向市场驱动。电源侧配储收益转向“新能源+市场”模式;电网侧将通过容量电价、电能量市场和辅助服务市场三位一体化运作的三细收益结构;负荷侧也正从单一峰谷套利向主动参与需求侧响应、虚拟电厂聚合、备用电源保障等多元收益拓展。

绿色和平气候与能源项目主任郭诗语则警示,产业政策与电力政策的“推拉错位”仍是结构性矛盾,产业扩张与市场化应用之间存在错配问题。在储能市场化转型阶段,制度供给与市场实践需要形成良性互动,让规则设计真正服务于储能

价值实现。

## 核心问题：目标、节奏上的错位

广东作为全国工商业第一大省,用户侧储能尚处起步阶段。孔华东归结为三大挑战。

商业模式不成熟:用户对电价、安全、初始投资及EMC收益分摊存疑;下游“重建设、轻运营”。2026年2月备案项目132个,独立式储能占99%(GWh级),凸显结构失衡。

盈利模式单一且不确定性增加:严重依赖峰谷价差,但2025年现货价差仅0.19—0.20元/千瓦时,低于北方省份;“用户侧峰谷平衡机制”进一步压缩套利空间。

市场准入与调度不完善:分布式储能准入门槛模糊、调度不贯通、价值评估缺失,用户侧主体地位未明,需借道售电公司或虚拟电厂,收益大打折扣。

郭诗语揭示深层根源:产业政策推产能,电力政策重系统效益,二者在目标、节奏上错位。数据进一步佐证了她的观点:批复项目平均等效利用小时从2023年1429小时降至2024年1305小时;批复接入系统方案7.85GW/15.63GWh,实际并网仅1.19GW/2.39GWh。但她指出,过去一年里,这种错位正逐步修复,“136号文”“114号文”加速推动市场驱动转型。

## 突破路径：从“单一价差”到“多元价值”

深化电力市场改革,构建多层次价值发现机制。孔华东建议广东发挥改革先行优势,率先构建全面反映储能多元价值的市场体系,降低虚拟电厂入市门槛,探

索结算颗粒度缩短至15分钟,推动辅助服务市场纳入爬坡、惯量、备用等品种。刘思佳强调,“114号文”首次明确电网侧独立储能容量电价,以“可靠容量”公平补偿,覆盖利息成本、提振资本信心,但投资方仍需科学平衡电能量、辅助服务与容量收益,不可“躺平”。

加速虚拟电厂生态,赋能分布式资源。孔华东指出,虚拟电厂是“解锁用户侧储能多元价值的关键平台”,截至2025年底广东已有47家运营商接入。刘思佳提醒,新型主体参与市场带来公平性挑战,其源荷双重性对制度设计、调度建模提出新要求。

推动场景融合,挖掘增值服务。结合广东场景推动“光储充”一体化,实现峰谷套利、余电储能、辅助服务、绿电溢价、碳减排多元收益;针对高端制造业挖掘应急备用、需量管理、电能质量治理等“非电量”价值,实现从成本中心向价值中心转变。

## 从“广东突破”到“全国借鉴”

孔华东认为,广东率先突破将推动全国用户侧储能从政策驱动转向市场驱动。根据绿色和平测算,基于提高新能源送出、增强调节、顶峰支撑、提升偏远地区电能质量四类“硬需求”,“十五五”广东新增储能约3.5—4GW;若优化价格机制,可再释放“软需求”至5—6GW。

刘思佳强调,建立全国性协调市场框架非常必要且已在推进。随着政策、市场、应用、制造四大支柱协同,新型储能将从“建起来”走向“用起来、用得好”。广东的探索若成功,将为东南部负荷中心提供“市场化、协同化、场景化”范本,为全国储能高质量发展开辟可行路径。

## 电量数据 折射发展活力

深圳上半年全社会用电量同比增长7.69%

**本报讯** 今年上半年,深圳市全社会用电量613.02亿千瓦时,同比增长7.69%。第二产业、第三产业及居民用电量同步上行,产业结构持续优化、新兴赛道显著提升,全方位印证深圳经济发展稳健向好、新质生产力加速集聚。

分产业看,上半年深圳第二产业用电量284.99亿千瓦时,同比增长5.60%;第三产业用电量230.37亿千瓦时,同比增长9.94%;居民生活用电量97.38亿千瓦时,同比增长8.70%,产业与民生用电协同增长,体现经济发展底盘稳固、内需活力持续释放。

## 工业稳中有进， 产业向“新”向“绿”转型成效凸显

工业是深圳经济基本盘,上半年全市工业用电量275.64亿千瓦时,同比增长5.98%,制造业用电219.84亿千瓦时,同比增长4.25%,工业生产保持稳中有进态势,产业转型升级步伐持续加快。

新兴制造赛道增长势能强劲,新能源、高端制造赛道领跑工业用电增速。其中医药制造业用电量同比增长8.96%,新能源车整车制造用电量大幅攀升74.42%,光伏设备及元器件制造用电量增长30.32%,先进制造、绿色制造产业规模持续扩容,新动能支撑作用持续放大。

产业绿色低碳、高端化升级特征鲜明。全市高技术及装备制造业用电量同比增长4.26%,高耗能行业用电量同比下降9.08%,工业用电结构持续优化,以低能耗、高附加值产业替代传统高耗能产业的转型路径清晰落地。

## 服务业产销两旺， 数字经济、新业态拉动作用突出

第三产业用电增速领跑,经济业态繁荣活跃,八大细分行业中有五个行业用电量实现正增长,现代服务业、数字产业成为增长核心引擎。

第三产业中用电增速排名前三的行业是信息传输、软件和信息技术服务业用电量,批发和零售业用电量、租赁和商务服务业用电量,分别同比增长31.64%、23.57%、13.53%。

依托移动互联网、大数据、云计算产业快速发展,互联网相关用电需求爆发式增长,互联网和相关服务用电量同比增长56.64%,其中互联网数据服务用电量增幅达70.89%。算力基础设施建设提速,上半年全市数据中心用电量17.08亿千瓦时,同比增长21.02%,占第三产业总用电量7.41%,数字算力产业成为拉动服务业用电增长的重要增量。

从工业制造到数字算力,从商贸服务到新业态,一组组增长亮眼的电力数据,勾勒出深圳产业升级、多元发展的清晰脉络。下一步,深圳将持续夯实电力保供基础,以可靠电力支撑先进制造、数字经济、低空经济等新兴产业扩容提质,持续推动产业绿色低碳转型,持续激发新质生产力,护航全市经济高质量发展。(向哲誉)

## AI+能源气象 提升新型电力系统气候韧性

■本报记者 苏南

当前,AI正以前所未有的速度重塑各行各业,能源气象领域也迎来了智能化升级的关键窗口期。在近日举办的“AI+能源气象”专题会议上,业内专家学者一致认为,气象要素已从传统的外部环境变量,演变为影响新型电力系统发、输、变、配、用以及交易等各环节稳定运行的核心内在变量,要打通从气象数据到电力行业的全链路闭环。

## 国之重器：国家级气象AI大模型 赋能防灾减灾

气象与能源的深度交叉,不仅需要前端实现观测设备的智能化升级,还需要后端构建云端协同的算力。

在前端智能感知方面,中国气象科学研究院人工智能气象应用研究所副所长、雄安气象人工智能创新研究院研究员陈军明指出,针对国家级辐射观测站较少的痛点,气象部门通过有辐射站和气象站的联合学习,进行时空随机森林建模与迁移,构建了太阳总辐射监测网。结合风云四号B星及葵花卫星观测数据,目前已实现全国高精度、网格化的15分钟、1公里分辨率的太阳能近实时监测能力,为能源气象要素感知提供了无缝隙的网格数据支撑。

在算力与基础模型建设方面,中国气象局正依托雄安计算集群开展一体化模型的自研。陈军明表示:“为了打造训练环境,我们在雄安建立了250P的算力集群。目前中国气象局有数值预报和人工智能两条技术路线。我们的模型已基本完成初步训练,实现了在国产商业算力上的多机多卡并行训练,并很好地适配了国产GPU。”

中国气象局自主研发了“风清”“风顺”“风和”等系列人工智能气象大模型。其中,“风清”气象预报大模型,已能将汛期降雨过程报得相当精准。针对2025年汛期华北地区暴雨,“风清”更早感知华北暴雨,支撑防汛物资调配,准确预报暴雨落区,能源领域可精准部署防灾减灾。

## 立体观测+AI算法：破解新能源 功率预测与极端天气应对难题

新型电力系统构建中,风电、光伏等新能源极易受到极端天气影响,气象的剧烈波动对重要能源设施的安全运行和功率预测带来严峻挑战。

中国海洋大学海洋技术学院副院长吴松华指出,风电场对极端天气高度敏感,雷暴、强风、风暴潮等极端天气对风电场运行形成巨大冲击。传统测风手段滞后且数据失真,将造成2%至5%的偏航发电量损失。以测风激光雷达为代表的新型观测技术正成为风力发电技术新标准,相干多普勒激光雷达在边界层内的测风精度可达0.1米每秒;海上部署漂浮式激光雷达,不仅可以降低传统海上测风成本,还能在台风过境时精准捕捉海面至350米高度的极端风速、风向、湍流强度和阵风系数。三维扫描型测风激光雷达能够覆盖直径达10公里的区域,实时监测大范围风场变化,为风电场提前感知风险、及时应对提供了技术支撑。

南京信息工程大学研究生院副院长陈苏婷表示,气象突变往往呈现极强的非线性特征,现有预报模型难以实现分钟级的精准预判。云层遮挡引发的“云影效应”可使单站光伏电站在10分钟内功率骤降60%,直

接冲击电网稳定;沙尘暴、积雪、工业污染等特殊天气与环境因素,更可使光伏电站效率损耗高达80%。通过AI时序预测技术,可以构建兼顾长期稳定与突发响应的全尺度协同优化模型,深度挖掘太阳辐射、风速、温度等多因子的空间关联,实现全周期发电预测。

## 打通全链条：气象服务嵌入 新型电力系统每一环

在发电侧,风电、光伏出力高度依赖风速、辐照度等气象条件,功率预测成为调度运行的刚需;在输配环节,台风、暴雨、覆冰等极端天气对输电线路安全运行构成直接威胁;在负荷侧,空调、电采暖等温控负荷随气温波动快速攀升;在电力交易环节,气象数据的精准度直接影响现货市场的报价策略与交易收益。气象与能源两个行业的深度融合已从“锦上添花”变为“雪中送炭”。

中国能源研究会能源气象专业委员会主任安彦斌指出,当前受限于数据、模型自主可控管理模式等现实问题,AI赋能能源气象各类技术大规模落地应用依然任重道远,亟须能源和气象两个领域共同努力,推动气象学、电气工程、信息技术等多学科深度融合创新,探索由新型电力系统场景驱动的气象基座数据、模型、算法和算力协同,服务国家构建能源气象服务体系战略要求。

随着气象预报模型、新能源功率预测算法以及灾害预警系统等新技术的持续深入探索,我国能源气象事业将实现“跨界融合、多元驱动”,为新型电力系统的灵活高效运转与安全韧性运行提供坚实的技术基础。

## 攻克天险的农网“超级工程”点亮林海发展新希望

■杨林

在大兴安岭的崇山峻岭间,有这样一群电力建设者,他们与沼泽缠斗,向高山进发,在蚊虫的威胁下坚守,用汗水和智慧在原始林区书写着电力奇迹。位于蒙东根河市的根河南线农网改造升级工程,作为服务林区经济发展、保障民生用电的重点工程,承载着林区百姓的期盼,正稳步推进。该工程自今年3月17日开工以来,涵盖6个施工项目,总投资规模大、覆盖范围广、建设标准高,截至目前两大核心施工段已完成过半建设任务。国网内蒙古东部电力有限公司根河市供电分公司的电力建设者们以坚韧不拔的意志突破重重险阻,正在为打通根河南部地区供电“最后一公里”、赋能林区高质量发展注入源源不断的动能。

根河南线农网工程的两大核心施工段——伊图里河—图里河过渡工程由蒙东电建根河分公司承建,10kV觉场线线路老旧改造工程由蒙东电建承建。截至目前,伊图里河—图里河过渡工程已完成组立水泥电杆294基,完成进度82.12%;架设导线35.96千米,完成进度78.62%;完成钢管杆基础及组立15基,非涉林段杆塔及线路已全部完工,整体完成进度41.66%。10kV觉场线老旧改造工程已完成组立水泥电杆447基,进度达76.8%,33基钢管杆的基础施工及组立工作已全部完成,整体建设推进顺利。

鲜有外人知道,这项保障数十万林区群众用电的民生工程,从开工第一天起就一直在“刀刀上跳舞”。大兴安岭深处的极端自然条件,给工程建设带来了四道绕不开的天险。第一道天险是沼泽地质:工程超七成区域位于林区沼泽地带,地下水位高、土壤承载力极低,传统施工机械根本无法进场,杆塔基础稍有不慎就会发生沉降,施工难度远超常规农网工程。第二道天险是险峻地形:伊图里河—图里河过渡工程需要翻越9座山头,觉苟苟通电气工程需要翻越12座山头,所有施工区段都位于陡峭山坡,最大坡度达到60°,施工人员要在近乎垂直的极面上完成材料运输、杆塔组立、导线架设全部作业,每一步都伴随着安全风险。第三道天险是交通梗阻:施工现场距离现有道路最远超过5千米,部分区域根本没有成型道路,大型运输车辆无法直达作业点,八成以上的施工材料都需要二次转运,运输成本比平原地区高出三倍还多,进度也常常被运输问题卡住。第四道天险是健康威胁:大兴安岭林区春夏秋三季蚊虫肆虐,而蚊虫正是森林脑炎的主要传播媒介,施工人员长期在野外作业,被叮咬感染的风险极高,职业健康防护压力巨大。

面对四大难关,工程项目部没有退缩,而是坚持问题导向,从技术、管理、保障三个维度打出了一套攻坚克难的“组合拳”。针对沼泽地施工难题,技术团队反复论证、现场试验,创新推出“加长电杆+深埋基础”施

工方案。针对山地施工的高风险,项目部建立起“人机联防”安全管控体系,每个作业点都配备专职安全员全程旁站,开工前组织全员开展专项山地作业安全培训。针对无路可走的运输难题,项目部创新采用“特种运兵车+人力转运”协同运输模式,科学规划运输时间,避开雨季和冻土融化期,最大限度提高了运输效率。针对蚊虫传播森林脑炎的健康风险,项目部把职业健康防护放在和施工安全同等重要的位置,落实了四种防控举措,建立应急处置机制,确保出现异常能够及时救治。

除了技术和管理创新,根河南线农网工程始终坚持党建引领,把党支部的战斗堡垒建在了施工最前线。项目部成立了“党员先锋岗”,在最艰苦的施工区段设立“党员责任区”,组建了青年突击队,党员干部带头扎进最偏远、最危险的作业点,带头扛物资、爬杆塔,带领全体施工人员啃下了一个又一个硬骨头,让鲜红的党旗始终飘扬在大兴安岭的施工一线。

据悉,根河南线农网改造升级工程建成投用后,将彻底解决根河南部地区电网结构薄弱、供电可靠性差的历史问题,大幅提升区域供电能力和电压质量,为林区生态旅游、林下经济等特色产业发展提供坚强的电力保障,也将为大兴安岭林区乡村振兴战略落地注入强劲动力,让深山里的百姓彻底告别电压不稳、经常停电的历史,用上放心电、满意电。