

“源网荷储充”互济 大理“风光”无限

清洁能源装机占比100%，潮流分析时间由3小时减少至20秒

■ 陈克迁 宿雪晶 李琛 沙子键 杨钰清

在苍山洱海畔，或徒步，或骑行，感受风吹麦浪，欣赏如诗如画的景色……云南省大理白族自治州是广大游客心中的“诗和远方”。除了大力发展旅游业，大理近年来利用水、风、光等可再生能源资源富集的优势，在新能源规模化发展的风口上抢占先机，打造新的名片。

“大理好风光”邂逅“风光新能源”的故事，正在彩云之南上演。如何让“风光新能源”更好地赋能“大理好风光”？从云南电网公司大理供电公司正在探索建设的新型电力系统示范区中或能窥见一二。

“风花雪月”也有“幸福烦恼”

大理一直以“风花雪月”而著称，水电、风电、光伏发电“三足鼎立”是大理的能源禀赋，但要实现多种新能源协同发展，需要先天优势，更需要后天探索。

五月的大理，满城绿意，花香四溢。苍山洱海之间，蓝天白云相映成趣，一切皆有诗意。

一台台高大的风力发电机组矗立在苍山之上，云海翻腾，风车转动，自然风光与新能源发电设备和谐共处，构成一幅优美画卷。

早在2008年，云南省首座风力发电场——大理者磨山风电场正式投运，结束了云南省没有大规模并网风电场的历史，也开创了云南“风水互补”的新能源建设新格局。大理还拥有丰富光照资源，属云南省太阳能辐射最强的州市之一。

作为云南西电东送的重要起点之一和滇西北清洁能源送出枢纽，大理具备打造绿色低碳能源基地和示范区的天然优势。“大理供电公司大理区域电源总装机达1800.6万千瓦，清洁能源装机占比达100%。”对于大理绿色发展的能源优势，大理供电公司总经理李国友如数家珍，但随后也道出了资源禀赋背后的“幸福烦恼”——高比例新能源接入导致调控对象海量、分散接入。

多层次对象可观、可测、可控

光伏、风电都是波动型能源，大量接入



线路运维人员在大理者磨山风电场开展线路巡视。沙子键/摄

后如何实时地保证电力系统的平衡？适应高比例可再生能源消纳，大理的探索实践或许可以为风光水储协同发展的模式提供更多积极参考。

5月21日，大理供电公司电力调度控制中心对大理天峰山风电场雄里坡储能项目开展调度，这是云南首个“风光储”一体化项目并入大电网、投入协同运行调控，这也标志着大理风光水储低碳示范区再次取得新突破。

“目前大理有54座新能源场站，新能源侧对电网公司而言如同‘盲盒’，难预测、难监测、难控制。”大理供电公司电力调度控制中心经理马力告诉记者，新能源富集区运行方式调整灵活度低、电力平衡难度大、调控难度大。

“大理装机容量水电1309.9万千瓦、风

电186.2万千瓦、光伏300.3万千瓦、生物质发电4.2万千瓦。”装机容量有了，如何合理调度、保障电力安全稳定供应是个问题。大理供电公司新能源管理专责李玉江比喻道：“犹如再强健的肌肉，如果没有神经系统指挥，那也毫无用处。”

因此，大理供电公司“源网荷储充”联合调控中心应运而生。该中心建设以源网荷储智能调控为目标，按照“一体化、模块化、智能化”的原则，构建云端为体系架构的云边融合智能调度运行平台，开发源网荷储全景监测及平衡优化、省一地一场多级协同控制功能应用体系。从源网荷储充各方面协调开发相关功能，开展涵盖源网荷储充全要素的灵活调节能力监测评估方法、互动协同控制技术的研究；构建“源网荷储充”联合调度控制中心地边边缘集群。

“互补、协同、一体化或是多种新能源融合发展的路径。”大理供电公司系统运行部部长毕跃林表示，通过建设区域级“源网荷储充”联合调度控制中心，实现新型电力系统示范区内电源的集中控制和能源数据的全景监测，消融数据交互壁垒，不断提升示范区“源网荷储”多层次对象可观、可测、可控水平，解决清洁能源消纳与平衡、运行与控制、可靠供电等主要问题，构建新型电力系统智能调度运行控制体系。

以数字技术支撑高比例新能源接入

在建设新型电力系统过程中，大理供电公司从阳光和风等自然资源中获取能源，从而减少碳排放，依托数字化技术，积极探索符合自身特色的绿色低碳发展路径。

在大理祥云工业园区，零碳工厂施工现场一派繁忙；古城旅游区，环洱海数智化配电网示范项目正在加速推进……

2022年，云南电网公司正式印发“1+2+4”新型电力系统示范区建设方案，全面启动大理新型电力系统示范区建设。依托丰富的水、风、光资源，大理新型电力系统示范区围绕大规模新能源并网这一主要示范场景，加快推进风光水储基地建设。

在大理供电公司电力调度中心，源网荷储四位一体的操作系统直观地呈现在眼前。显示屏上，不同颜色的曲线清楚地显示着“源网荷储”的运行状态，工作人员只需要及时控制调整便可。

“潮流分析时间由3个小时减少至20秒，方式调整时间由20分钟减少至2分钟，有效解决了新能源富集区‘白天送不出、晚上不够用’的问题。同时避免了误操作、误调度的风险。”李玉江告诉记者，他们开发部署的自动运行方式调整模块在网内率先实现了电网运行方式的自动调整，可以实时进行潮流断面的动态控制，识别运行风险，辅助电力系统快速响应各种异常情况，快速精准完成潮流计算、潮流校核、运行建议，同时实现运行方式自动调整等智能决策，最终实现电力系统的自主控制和自动化运行。

此外，2022年11月，大理供电公司还获授权建设大理州能源大数据中心，以电力数据为切入点，辅有多品类能源数据，研发能源消耗监测分析应用，通过对能源消费的实时监测和分析，实现能源的有效利用和优化配置。2023年4月依托大理州重点用户用能场景，实现云南省政务数据与电力能源数据双向流通变现第一单，上线大理能源大数据中心平台，上线“政企协同用电”“电力经济及时查”“水电气一证联办”等数据应用产品40余项。

通过近两年的建设，大理新型电力系统示范区依托数字技术，建成支撑高比例新能源、海量新业态接入，具备源网荷储协同灵活高效协同优化控制的智能调控体系，提升高比例新能源接入电网的运行调控能力和应急风险管控能力。

截至2023年底，大理新能源装机容量实现翻一番达487万千瓦，清洁能源装机占比始终保持100%，新能源电力消纳率始终高于99.5%，示范区绿色低碳指标全网前列。

国家电网绿证交易平台交易量超6000万张

■ 姜义平

近年来，国家电网有限公司积极推进绿色电力市场建设，搭建绿证交易平台，持续扩大绿证交易规模。据统计，自绿证交易开市以来，该公司绿证交易平台累计交易绿证6025万张，折合电量602.5亿千瓦时，交易量大幅增长，有力满足企业能耗双控指标及可再生能源消纳责任指标要求，助力西电东送、微网、安盛等数十家全球500强企业绿色电力消费，满足全球产业链绿色低碳发展需求，带动全球绿色电力生产消费。

据了解，国家电网公司紧密围绕“双碳”目标，积极开展电力市场宣传服务提升活动，广泛开展绿证服务宣传，多措并举推进绿色电力市场建设。国家电网公司组织国网上海电力开展碳博会

绿电绿证签约和绿色电力消费清单发布活动；组织国网北京电力通过“电”亮零碳活动，发布10家2023年北京市绿色消费责任领跑者企业名单；组织国网天津电力、国网上海电力、国网江苏电力建立绿证服务站，安排专人服务企业绿证交易需求，有力提升市场主体绿色电力消费服务体验；通过深入调研市场主体绿证需求，组织各省级交易中心通过多种方式调研市场主体绿证购买意向、购买用途和意见建议，为推广绿证制度、强化绿证功能、提高绿证社会认可度发挥了重要作用。

从售方看，29个省（区、市）参与了绿证交易，其中吉林绿证售出量最大，达887万张，占15%，其次为黑龙江售出绿证735万张，占12%，甘肃售出绿证523万张，占9%。从购方看，29个省（区、市）参与了绿证交易，其中上海绿证购买量最大，达1652万张，占

27%，其次为青海购买绿证1313万张，占22%，浙江购买绿证1015万张，占17%。分行业看，22个行业参与了绿证交易，其中售电公司代理购买绿证量最大，达3159万张，占52%，其次为电力供应购买855万张，占比14%，制造业购买354万张，占比6%。从购方主体看，绿证购买数量排名前五的市场主体分别是浙江浙能能源服务有限公司、上海申能电力销售有限公司、上海上电电力有限公司、华能上海石洞口发电有限责任公司、国家能源集团宁夏煤业有限责任公司。

下一步，国家电网公司将按照国家有关部门工作部署，优化绿证交易机制，进一步丰富交易品种，扩大绿证交易规模，推广建设“绿电绿证服务站”，积极推进绿证核发全覆盖，构建绿色电力消费核算体系，加快推进绿证领域系列国际国内标准制定，助力“双碳”目标实现。

国家电网公司全面开展电力市场宣传服务月活动

本报讯 国家电网有限公司日前透露，自该公司启动电力市场宣传服务提升活动以来，各分部、各省公司迅速行动，完成各项筹备工作，全面进入6月电力市场宣传服务月活动阶段。通过组建宣传服务队伍、开展市场知识培训、走访经营主体等措施，全面普及电力市场知识，提升了广大主体和社会公众对电力市场的理解认知。

据统计，截至目前，国网各分部、省公司中，15家单位已组建覆盖交易及营销专业的电力市场宣传服务团队，共计2844人；14家单位已开展宣传服务团队专业知识培训31次，覆盖1706人次；16家单位已启动宣传服务网站建设，共计16个电力交易大厅、24个A级供电营业厅设置了“电力市场宣传专栏”，99个供电营业厅设置了“绿电绿证服务专区（网点）”；7家单位已启动经营主体“大走访”活动，走访政府部门、龙头企业、经营主体等12313家，收集市场交易、代理购电相关问题813个；6家单位已开展经营主体培训，其中电力市场基础知识培训10次，覆盖1762人次，绿电绿证交易专题培训6次，覆盖30245人次。

其中，国网天津电力挂牌成立天津市绿电绿证服务中心，同步在20家B级及以上供电营业厅设置绿电绿证服务专区及电力交易网格员，提供相关咨询服务。国网上海电力深化“绿电服务微网点”建设，服务范围从13家A级供电营业厅推广至79家供电营业厅；筹备成立全市首个绿电绿证交易服务实体化班组。国网浙江电力以省发改委、能源局等部门主导，组织各地市、县区政府与属地供电公司以乡镇、街道为网格单元，设立基层服务网格1452个，形成了3600余人的政企联动服务队伍。国网福建电力联合泉州市工业和信息化局，开展绿电绿证服务企业绿色发展专题培训，线上线下3万余人次参与。国网陕西电力建成省、市、县、所四级市场交易服务体系，通过四级交易服务体系将市场政策宣传直达终端电力用户。

下一步，国家电网公司将组织各单位全面开展经营主体培训和大走访活动，宣传普及电力市场专业知识，了解需求并帮助解决市场主体相关问题，助力提升电力营商环境，服务经营主体更好地参与电力市场。

（姜义平）

上海绿电绿证市场活跃度持续提高

■ 姜义平

最新统计数据表明，今年以来，上海已开展省间绿色电力交易超百笔，助力企业购得绿电突破40亿千瓦时，绿证突破1500万张，比去年大幅增长，表明上海绿电绿证市场活跃度显著提高。

企业对绿证的需求正充分释放

绿电绿证交易，即经营主体在电力市场中以绿色电力产品或绿色电力证书（绿证）为标的物与新能源企业开展交易，在获得绿色环境权益和价值认证的同时，促进了可再生能源发展和利用，实现经济、社会、环境效益的统一。

受资源禀赋和地理位置限制，目前上海本地新能源装机规模较为有限，现阶段的绿电交易以省间购入为主。绿电来源主要涉及西北、华北、华东区域多个省份。

据统计，2023年，上海累计开展省间绿色电力交易73笔，助力用户购得绿电21.9亿千瓦时。从今年目前70笔、千万户时的已成交易绿电电量来看，较去年呈现几近翻倍的大幅增长态势。据国网上海市电

力公司排摸，上海已入市经营主体全年绿电需求突破60亿千瓦时，随着市场关注度不断提高，未来需求还将持续扩大。从绿证交易数量来看，2023年全年上海绿证交易共46万张，而今年以来成交量已突破1500万张，表明企业对绿证的需求正在充分释放。

经营主体全面覆盖，购电方向多点突破

“我们欣喜地看到，可再生能源不计入总能耗、绿电碳排放计零、绿电及绿证全覆盖等，都得到政府部门采纳，相关政策正在快速落地。希望加大对省间绿电交易的扶持力度，增加可交易绿电总量，使企业能够获得长期、稳定、足量且负担得起的可再生能源。”科思创聚合物（中国）有限公司全球高级副总裁、中国区总裁雷婉丽说。

经过多年发展，上海绿电绿证市场已初步形成“经营主体全面覆盖，购电方向多点突破”的格局。市场经营主体中，绿电交易实现批发、零售用户全覆盖，绿证交易实现直购电、代购电用户全覆盖。购电方向上，形成了西北、华北等多省“多源并供”，华东区内苏、皖“两翼齐飞”，“跨区+区内”绿电联动入沪的

局面。

近期，为促进西北绿电入沪消纳，上海首创通过“青豫直流+三峡直流”“银东直流+雁淮直流”等多条迂回送电方式，通过高频次、多渠道的绿电来源，更好地服务本地企业的绿电消费需求。

促进企业绿色转型等综合效益逐渐显现

上海申能电力销售有限公司总经理徐震宇表示：“在北京、上海电力交易中心的推动下，通过绿电绿证交易使企业达到节能降本目的，有效促进企业可持续发展，逐步向绿色经济转型，同时也使部分外贸型企业与国际合作交流上了一个新台阶。”

“通过绿电绿证交易，一方面，支撑企业实现节能降耗的目标，有效促进社会绿色低碳转型发展；另一方面，通过市场化方式，服务新能源发展和消纳，助力新型电力系统建设。”上海电力交易中心有限公司市场部赵鹏飞说，“市场交易量的大增也进一步说明政策机制的不断完善及企业节能减排意识的不断提升。未来随着市场供应不断扩大，绿电绿证购买意愿的逐步增强，绿电绿证市场的活跃度将进一步提高。”