

共商新型电力系统建设 共绘亚太能源转型蓝图

——APEC适应高比例新能源的新型电力系统研究与实践路径研讨会在京举办

■曾嵘 刘瑞熙

9月7日,APEC适应高比例新能源的新型电力系统研究与实践路径研讨会在北京举办。本次研讨会由国家能源局指导、南方电网公司主办、南网能源院承办。

来自国家能源局、亚太经合组织(以下简称“APEC”)能源工作组、联合国亚太经社会(ESCAP)、国际可再生能源署(IRENA)等国际组织,以及APEC各经济体代表、行业企业、学术机构的代表,围绕高比例新能源接入背景下电力系统转型逻辑与实践路径展开深度研讨。

洞察能源变革趋势,系统回应时代命题

当前,APEC经济体能源消费占全球一半以上,随着制造业升级、数字基础设施扩张、电气化交通发展和城镇化推进,区域用电需求仍将持续增长。与此同时,以“风光”为代表的新能源正规化部署,2010—2024年,全球“风光”发电平准化度电成本分别下降约90%和68%,新能源正走向主体能源。

但新能源出力的随机性、波动性和间歇性,使传统电力系统面临全新挑战——发电侧由集中可控转向分布波动,电网侧由单向辐射转向双向潮流,运行特性由旋转设备主导转向电力电子变流器控制为核心。如何在此背景下保障电力系统的安全、可持续与经济运行,成为APEC各经济体共同面对的时代命题。

基于此,南网能源院承担APEC自筹基金项目并研究编制《构建适应高比例新能源的新型电力系统推荐解决方案》(以下简称《方案》)。《方案》立足

APEC区域能源发展实际,在尊重各经济体发展阶段和资源禀赋差异的基础上,从技术、政策、协作三个维度构建系统性的推荐框架,为APEC各经济体提供可参考、可组合、可扩展的新型电力系统建设思路,旨在保障能源安全的前提下,提升能源体系的可持续性、可及性与可负担性。

依托APEC合作框架,汇聚多方智慧共识

在研讨会主旨演讲环节,IRENA 国家合作与伙伴关系部司长古布茨·古努尔,加拿大工程院院士、香港理工大学电机及电子工程学系系主任钟志勇,清华大学副教授张宁分别以《赋能未来——IRENA 论电力系统转型》《智能电网技术革新:人工智能的新机遇与挑战》《适应高比例新能源的新型电力系统规划》为题发言。

南方电网公司规划部总经理鲁万坤就《方案》作专题报告,系统介绍《方案》的编制背景、框架设计与核心内容。广东电网公司董事长杨松楠展示广东新型电网的规划与发展实践。泰国国家能源技术中心代理副执行主任努旺·乔拉库普分享泰国绿色能源转型的实践与经验。

圆桌对话环节以“面向普惠、创新、协同的亚太地区:新型电力系统解决方案”为主题,由亚太经社会能源电力互联互通专家郭子喧主持对话,邀请APEC能效与节能专家组主席刘猛,华为电力数字化军团副总裁夏文波,APEC 可持续能源中心主任朱丽,APERC 高级副总裁、APEC 能源数据分析专家组主席罗伯特·特罗莫普,IRENA 国家合作与伙伴关系部亚太处处长雷祥等嘉宾,围绕电力普惠、技术创新和政策协同三个方面交流观点。

搭建推荐解决方案,共绘转型实践蓝图

作为本次研讨会最重要的智力成果,《方案》是以系统思维构建技术、政策、协作三位一体的完整框架,每个维度具备清晰的理念引领和具体的举措支撑。

在技术维度,该《方案》提出“源网荷储协同、数智赋能”的整体思路,贯穿电源、电网、负荷、储能和数智化五大环节:电源侧聚焦新能源友好并网与主动支撑技术,推动构网型控制、电压/频率支撑和故障穿越等技术研发应用,促进新能源从“跟随电网运行”向“主动支撑电网”转变,且支持“风光水火储”多能互补系统发展。电网侧强调柔性直流输电技术如何支撑广域资源优化配置,加强配电网关键技术研究,与智能微电网部署,推动配电网由被动型网络向主动型、智能化网络转型。负荷侧注重挖掘需求响应潜力,探索规范化、可推广的需求响应运行模式,并通过虚拟电厂技术提升分布式资源聚合与调控能力。储能侧推动多元技术协同布局,构建覆盖秒级至季节级的灵活资源体系,同时完善储能运行管理技术体系,保障安全稳定运行。

数智化方面,推动电力基础设施与数智基础设施协同规划建设,促进人工智能技术在新能源功率预测、源网荷储协同运行、系统安全评估等领域的深度应用。政策方面,提出“稳健支撑、普惠包容”的政策路径,强调政策引导在电力系统转型中的基础性作用。一方面,围绕新能源发展实践开展适应性能源政策研究,优化资源开发、投资建设与技术应用环境,鼓励通过市场机制引导创新技术投资,促进关键技术研发与产业化应用;另一方面,将电力服务全民可及性作为重要目标,推动分布式能源与微电网在偏远地区

灵活应用,保障不同区域和群体均能经济地获得安全、稳定、清洁的电力服务。

在协作维度,《方案》提出“互鉴共赢、互联互通”的跨区域协作思路,主张APEC各经济体在尊重发展阶段差异和自主选择的基础上,加强规划、运行、市场等方面的经验交流与知识共享,减少重复试错;同时探索跨境电力互联与资源互补合作的潜在路径,支持具备条件且有需求的经济体开展清洁能源互补、分时互济和备用共享等合作。

值得关注的是,该《方案》的编制深度融合中国超大规模新型电力系统的实践经验与APEC区域的合作积累。在技术层面,其吸纳中国在“水风光一体化”基地开发、“西电东送”特高压跨区域输电、虚拟电厂聚合调控、抽水蓄能与新型储能协同应用等方面的成熟实践。在实证层面,方案系统梳理APEC能源工作组自2000年以来20多个相关项目的研究成果与实践案例。《方案》始终强调尊重各经济体的发展阶段差异和资源禀赋特征,所提建议均为参考性、方向性的思路指引,而非统一模板或约束性要求,为不同经济体因地制宜探索新型电力系统建设路径预留充分空间。

从愿景到实践,从共识到行动,本次研讨会不仅为APEC适应高比例新能源的新型电力系统建设搭建了高端对话平台,更通过《方案》,为亚太地区提供一份兼具系统思维、实践根基和包容理念的行动参考。随着新能源在亚太能源结构中的比重持续提升,构建与之相适应的新型电力系统已不再是“选择题”,而是“必答题”。面向未来,APEC各经济体唯有在技术路径上相互借鉴、在政策机制上协同完善、在资源配置上深化互联,才能将新能源的资源潜力转化为能源安全与可持续发展的现实支撑,共谱亚太能源合作新篇章。

一把“国标尺”量出智能制造成色

隆基绿能芜湖基地通过CMMM四级认证,成为光伏组件首家

■本报记者 董梓童



图为隆基绿能芜湖生产基地工厂内,机械臂正按照指令作业。隆基绿能/供图

日前,中国智能制造能力成熟度(CMMM)四级认证名单出炉,隆基绿能芜湖生产基地榜上有名,成为光伏行业首家获此认证的组件工厂。我国光伏组件产量占全球八成以上,“大”已成定局,由“大”而“强”成为摆在行业面前的必答题。认证背后,光伏“智造”水平走到了哪一步?《中国能源报》记者日前独家专访了隆基绿能精益智造负责人胡智锋,安徽基地芜湖工厂负责人邓升祥。

CMMM四级意味着什么

评估指引依据《智能制造能力成熟度模型》和《智能制造能力成熟度评估方法》两项国家标准开展,成熟度等级从低到高分五级:规划级、规范级、集成级、优化级、引领级。四级是当前国内企业实际达到的最高水平。

作为该项国标的参与编制者之一、智能制造能力成熟度评估师的培训师,胡智锋介绍:“三级解决数据孤岛、流程断点问题,要求设备、系统集成、实现各业务域数据共享,但仍依靠人工决策调参。四级则将数据作为核心生产要素,基于大数据分析技术构建模型算法,达到业务精准预测和优化,比如设备预测性维护、AI自动调参、智能动态排产、能耗自动优化,决策从‘人依据数据做决策’升级为‘系统自主优化’。”

胡智锋提到,当前隆基绿能电池、组件制造环节自动化率已达到90%,自动化程度很高,“如果把自动化设备类比成人的躯体,我们还需要对躯体植入灵魂,让每具躯体具备人类的智能,实现灵魂控制躯体,躯体通过感知用数据反馈灵魂。”

“目前很多企业提到的‘智能工厂’主要是在局部业务场景运用人工智能、大数据、物联网等技术,实现部分场景的智能化。而CMMM是覆盖研、产、供、销全价值链的标准化能力评价体系,能完整衡量企业制造体系成熟度,评判工厂真实智造水平。看一个制造型企业的智能化程度,同样可以参照智能工厂梯度培育的评价标准,这与CMMM具有对应关系。评价设置明确硬性指标,比如卓越级AI应用场景占比不低于30%,必须落地车间级数字孪生;领航级AI应用场景占比不低于60%,必须落地全厂级完整数字孪生。”在胡智锋看来,这才是甄别真实智能制造的核心标尺。

“人工智能的三要素是数据、算力、算法,数据是前提。”胡智锋表示,“数据是智能制造的基础生产要素,要立足业务识别核心影响因子,针对性完成数据采集并且进行数据治理。”据介绍,隆基绿能构建了统一的数据中台,支撑各业务对数据的消费需求。

产线的“未卜先知”如何炼成

走进芜湖基地车间,16条全自动智能组件生产线次第排开,玻璃、电池片、胶膜在传送带上流转,机械臂起落间,一块光伏组件逐渐成形。这里是隆基绿能BC组件的核心

生产基地,部署着覆盖排产、质检、运维、工艺、能源管理等领域的七大AI引擎,此次认证覆盖供应链采购、智能排产、设备运维、安全环保、物流配送等18个关键环节。

“基地聚焦三件事:产品可靠性、客户交付保障,以及在保证品质和交付前提下的降本增效。”邓升祥说,数字化转型对这三个方面的支撑都很大。

组件制造工艺繁多,丝网印刷尤为精细。电池片焊接需在指定位置印刷绝缘浆料,薄厚不匀、漏印均有可能影响产品良率。如今在芜湖基地,刮刀压力、运行速度、浆料湿重等参数实时上传,系统盯的不是某一个点,而是趋势。“一旦趋势发生变异就提前介入调整,将问题消除在萌芽阶段,从源头防止不良品产生。”邓升祥表示。

质量管理逻辑也随之改变,“过去依靠成品事后检验,如今依托全流程AI,在生产过程中提前识别风险。”邓升祥介绍,全链路AI质检平台使缺陷检测效率提升80%,整线质量问题发生率下降40%。基地还引入了跨行业成熟技术,将原本用于安防领域的人脸识别技术适配至电池片追溯环境,实现每一片电池的全流程精准溯源。

过去设备故障依靠人工点对点通知工程师,现在SCADA系统自动捕捉异常,快速派发工单,系统还沉淀了完整故障知识库,发生同类异常时会自动推送匹配处置方案,支撑“预测性维护”,将故障隐患消除在停机之前。数据显示,智能派工系统使派工效率提升60%,整线设备综合效率显著改善,带动生产效率提升20%以上。

能耗管控同样走向精细化。针对空压、暖通等高耗能环境,上线“风水联动”AI智控系统,整体能耗降低7%,其中空压能耗降低12%。

“客户最看重产品可靠性和如期交付。”邓升祥介绍,数字化工具让制程更透明,客户到厂审核、监造时的认可度提升明显,对出厂产品更有信心。

智能制造的下一站在哪

谈智能制造,绕不开行业的现实处境。“光伏是极其‘内卷’的行业。”胡智锋坦言。2025年7月,中央财经委员会第六次会议要求“依法依规治理企业低价无序竞争”。中

海关统计数据显示,今年1—7月,我国锂离子电池出口数量达31.55亿个,同比增长22.91%;出口额580.01亿美元,同比增长41.01%。其中,7月锂离子电池出口数量达5.36亿个,同比增长30.36%;出口额93.52亿美元,同比增长32.74%。

今年以来,我国锂电池出口保持高韧性,出口金额增速显著跑赢出口数量增速,高附加值产品在出口结构中的占比不断抬升,表明行业正加速从规模走量向价值提质转型。

海外市场冷暖分化

伴随全球新能源需求结构迭代、国际贸易格局调整,我国锂电池出口呈现传统市场冷暖分化、新兴市场爆发增长的特征。

作为欧洲规模最大的汽车制造国以及重要储能市场,德国持续稳居我国锂离子电池第一大出口目的市场。1—7月,我国对德锂电池出口金额达83.12亿美元,同比增长7.2%,占出口总额的14.3%。

受贸易壁垒加码、本土产业扶持等因素影响,我国对美锂电池出口规模持续萎缩,1—7月对美锂电池出口金额为52.61亿美元,同比下滑29.08%,出口份额降至9.1%。

荷兰是我国锂电进入欧洲市场的重要中转与集散枢纽,是第三大出口市场,1—7月出口金额43.19亿美元,同比大增107.58%,占比7.4%。此外,我国对日本、澳大利亚、匈牙利、波兰锂电池出口增速显著提升,分别为126.91%、103.75%、112.10%、164.41%。

除传统海外市场,新兴储能市场成为拉动锂电出口增长的全新增量引擎。当前,中东、拉美等新兴市场新型储能项目密集落地,市场订单规模快速扩张,多元化全球市场布局正逐步抵消部分传统市场下行带来的压力。国内出口地域方面,1—7月,广东是锂离子电池出口最大来源地,出口金额为155.66亿美元,同比增长45.73%,福建、江苏紧随其后。三省出口额合计占全国的58.1%,持续筑牢锂电出口的基本盘。

在此基础上,中西部省市锂电出口增长动能愈发强劲。1—7月,重庆、天津、湖北出口额同比分别大增302.08%、170.68%、133.85%,安徽、浙江、湖北出口数量增速居前三位。

向高附加值产品转型

海外新型储能规模化落地、新能源汽车渗透率持续提升,是我国锂电池出口持续保持高速增长的核心动因。此外,税收政策调整也是影响出口的关键因素。

今年4月1日—12月31日,我国将电池产品的增值税出口退税税率由9%下调至6%;2027年1月1日起,取消电池产品增值税出口退税。东吴证券电新行业首席分析师曾荣红认为,2027年起出口退税取消,对应电池成本增加0.04元/Wh左右,今年下半年起或出现明显抢装效应,基于中国电池龙头在海外的竞争力,预计大部分可传导退税下调影响。

对于锂电池出口退税政策的有序退出,业内人士指出,尽管短期会压缩企业出口利润空间,但长期看,在政策调整下,将倒逼行业摒弃低价出口模式,加速向高附加值产品转型。未来,企业竞争重心不再是低价走量,而是提升产品性能、安全性、全生命周期价值,依靠产品质量、技术迭代获取溢价。

在此基础上,行业市场集中度将进一步提升,具备技术优势、海外渠道布局、可完成欧盟电池护照等合规认证的头部企业将持续受益;缺乏核心技术、成本控制能力弱的小企业压力加大。

积极抢抓新兴市场

结合短期行业走势看,锂电出口增速将呈现阶段性波动特征。中国化学与物理电源行业协会指出,从供给与政策层面,前期部分抢报关出货效应逐步消退,叠加出口退税政策退坡、消费税带来短期资金占用压力,三季度出口同比增速或阶段性回落。四季度海外并网节点来临,海外客户集中补库,将带动出口迎来传统旺季,全年锂电出口有望维持较高规模。

多方预计,全球储能市场持续扩容将成为我国锂电池出口的核心支撑动力,中东、拉美等新兴市场光伏储能项目集中落地成为我国锂电池出口的增长引擎。

今年8月,独立电力运营商ContourGlobal宣布,与宁德时代签订总规模3GWh储能系统供货协议,项目横跨英国、希腊、智利三国。7月,比亚迪储能与阿联酋Masdar签署11.275GWh合作协议,为RTC项目提供储能解决方案。

广阔的海外增量市场,推动国内电池企业持续深耕海外新兴赛道,密集落地大额储能订单,全球化布局步伐持续提速。

我国锂电池出口保持高韧性

■本报记者 杨梓