

扎实推进深远海风电发展



■ 秦海岩

在应对全球气候变化、推动能源转型、提升能源安全和寻求可持续发展的时代背景下,各国纷纷加快规划和部署海上风电,海上风电呈现出快速发展趋势。其中,深远海作为未来海上风电开发的主战场,其战略价值正在不断显现。在目前已取得一系列科研与实践成果的基础上,我国深远海风电市场已行至实质性发展阶段,面对现存的诸多困难,亟待各方携手同心,攻坚克难,推动产业发展打开新局面。

发展深远海风电意义重大

首先,发展深远海风电对保障能源安全,推动能源转型具有重要意义。

深远海区域拥有丰富的风能资源,这意味着,深远海风电在我国乃至全球的发展潜力巨大。世界银行(WB)的数据显示,全球可用的海上风能资源超过710亿千瓦,其中深远海占比超过70%,但目前这些资源的开发利用尚不足0.5%。据国家气候中心的最新评估结果,我国深远海风能资源技术可开发量超过12亿千瓦。

大力发展深远海风电,可以显著提升风电开发规模,提升能源自给自足能力,保障能源安全;同时,可以促进能源转型,为实现碳达峰碳中和目标提供支撑。因此,

不少国家已经开始行动,积极布局深远海风电开发。目前,英国Hornsea One,德国Hohe See、Albatros、Sandbank,挪威Hywind Tampen等多个离岸距离超过100公里或水深超过100米的深远海项目已经投运。英国与德国规划的海上风电项目中,有90%以上位于深远海。从2022年开始,日本开始加速推动海上风电开发扩展到以深远海为主的专属经济区。2024年3月,日本政府初步通过《海域利用促进法案》修正案,允许将建设海上风电场的区域从目前的日本领海和内陆水域扩展到深远海水域。

我国也在积极探索并推进深远海风电发展。《“十四五”可再生能源发展规划》提出,开展深远海风电规划,完善深远海风电开发建设管理,推动深远海风电技术创新和示范应用,探索集中送出和集中运维模式,积极推进深远海风电降本增效,开展深远海风电平价示范。根据国家批复的各省海上风电规划,海上风电总量超过3亿千瓦,其中90%以上为常规意义上的深海或远海风电项目。预计到2025年后,国内百万千瓦级、千万千瓦级海上风电项目将主要位于深水远岸海域。

其次,发展深远海风电可巩固海洋主权,构筑权利屏障。

深远海风电项目大多处于海洋专属经济区中,由所属国家享有开发权。依据我国《海上风电场工程可行性研究报告编制规程(NB/T31031-2019)》,远海风电场

指场区离海缆路由登陆点所在岸线最近距离大于65公里的风电场,深海风电场指场区水深大于理论最低潮位以下50米的风电场。因此,深远海风电项目大多会跨越12海里领海外界线,位于海洋专属经济区。根据《联合国海洋法公约》,专属经济区所属国家享有勘探和开发、养护和管理海床和底土以及上覆水域的自然资源的主权利;利用海水、海流和风力生产能源等的主权利;对建造和使用人工岛屿、进行海洋科学研究和保护海洋环境的管辖权。

开发深远海风电,可增加专属经济区经济活动,巩固海上主权。在专属经济区水域开发利用海上风电,不仅可实现能源资源权利,同时还可通过提升深远海经济活动水平,巩固海上主权,促进海洋富国与海洋强国相统一,对于构筑权利屏障具有重要的战略价值。

再次,发展深远海风电是发展新质生产力的有力抓手,可促进经济发展、产业升级。

开发深远海风电可使沿海地区实现绿色电力就近生产,降低用能成本,为经济增长和产业升级提供支撑。我国沿海省份经济发达,总耗能约占全国的一半且用能仍以化石能源为主,减排压力大。加快开发丰富的深远海风能资源,不仅可以使沿海地区“电从身边来”,满足其用能需求,而且可大大降低用能成本,为我国经济发达地区率先发展新质生产力发挥“能源底座”作用。

深远海风电产业链长,集合了当前高

端装备制造的尖端技术,可延伸、涉及、覆盖其他高端产业,通过产业间协同发展,由风电整机制造向新材料、电气装备、机械传动装备、海工装备研发制造拓展,聚合海上风电全生命周期产业价值,形成万亿级产业集群,为地方经济发展注入强大动能。

深远海风电可与相关产业融合发展,最大化利用海洋资源,成为渔业产品、绿色能源和绿色工业品生产基地与补给中心。通过风电与海上牧场融合发展,不仅可为深远海上牧场进行供电,还能进一步发挥风电机组基础与管桩的作用,为网箱提供结构支撑,实现“海上粮仓+蓝色能源”立体开发,解决单一海洋资源开发瓶颈问题。此外,利用海上风电制氢,则可进一步实现从绿氢制造到用能全流程的深度脱碳,提供绿色能源及其转化的工业产品。

我国发展深远海风电基础扎实

目前,我国在深远海风电技术方面已取得长足进步,并具备规模化发展的产业基础。

一方面,多年来,我国在深远海风电开发的核心技术和实践经验上,已取得一系列成果。我国已有“三峡引领号”“海油观澜号”“扶摇号”“国能共享号”等多个漂浮式风电机组平台实现并网或安装。2024年4月,明阳智能16.6兆瓦双风轮“OceanX”的浮式基础也得以下水开始安装工作。这些漂浮式机组创造了包括全球首台抗台风、全球最大、全球首个离岸距离与海水深度“双百”、全球首个风光渔融合等多项纪录。明阳智能、运达股份、电气风电、中车株洲所等整机企业,已经推出多款单机容量在16—20兆瓦的漂浮式海上风电机组,为我国海上风电加速“走向深蓝”夯实了基础。

另一方面,我国已经建成全球最完备的海上风电产业链体系。经过多年培育,我国已经建立起涵盖勘察设计、设备研发制造、开发建设、运行维护、检测认证等配套服务为一体的海上风电产业链,能够支撑深远海风电的规模化开发。在机组制造环节,我国是全球最大的风电装备制造基地,生产的风电机组(包括国际品牌在华的产量)占全球市场的2/3以上;发电机、轮毂、机架等铸锻件,以及叶片、齿轮箱、轴承等关

键零部件的产量也占到全球市场的70%以上。

深远海风电发展政策体系仍待完善

当前,我国深远海风电尚正处于初期发展阶段,主基调应是稳中求进,在实践中寻求成长与突破。因此,应着重在健全政策体系建设,加强创新实践等方面发力,确保我国深远海风电在2030年左右实现商业化发展。

基于此,建议国家能源主管部门针对深远海风电开发的特征,加强顶层设计,按照统一化、集约化、规模化发展的原则,组织编写全国深远海风电发展规划;尽快出台深远海风电开发建设管理相关政策,集中建设送出线路,优化登陆点,降低输电成本。建议国家海洋主管部门及早修编调整海洋主体功能区划,结合海上风电产业融合能力强的特点,扩大风电开发建设区;在不损害海洋基本功能的前提下,在矿产与能源区中为深远海风电项目划定专门的海洋基本功能区。建议相关政府部门建立联动机制,统筹协调,为深远海风电开发提供“一站式服务”,并简化项目开发审批流程。

根据国内外开发经验,深远海风电项目开发成本仍然很高。目前国内远海浅水区的风资源开发(固定式海上风电)平价下全投资收益率可达6%,已经初步具备经济性。而远海深水区的漂浮式项目造价高达4—5万元/千瓦,尚需尽快通过建设一批示范性项目,推动技术进步,积累建设经验,促进产业链完善,创造规模化效益,努力降低深远海风电开发成本,提升其经济性。据《能源转型展望》预测,到2050年,漂浮式海上风电成本将下降近80%。预计“十五五”期间,在不考虑送出成本的条件下,我国深远海风电成本有望下降至2万元/千瓦以内,度电成本达到0.3—0.46元/千瓦时,逐步具备平价商业化开发条件。

建设海洋强国是实现中华民族伟大复兴的重大战略任务。我们应站在国家战略的高度,以顶层设计、技术创新、示范应用为抓手,积极稳妥推动深远海风电开发建设,为建设海洋强国作出应有的贡献。

(作者系中国可再生能源学会风能专业委员会秘书长)

分布式光伏消纳是一项系统工程

核心阅读

随着分布式光伏的快速发展,在我国中部地区部分省份,屋顶光伏逐渐成为主力电源,这些地区的能源基础格局随之呈现出“三过半一主体”特点,分布式光伏并网规模远超就近消纳承载极限,部分县整县光伏消纳受限。6月4日,国家能源局发布《关于做好新能源消纳工作 保障新能源高质量发展的通知》,对进一步推动新能源消纳提出一系列要求。作为新能源“主力军”之一,分布式光伏的消纳,是一项系统工程,需要各相关方群策群力。

■ 孔繁钧

近年来,我国新能源装机发展迅速。截至2023年底,全国累计太阳能发电装机容量约6.1亿千瓦,同比增长55.2%。其中,分布式光伏装机累计达25443.8万千瓦。在政策不断支持、技术逐步提高、经济持续向好的背景下,我国分布式光伏呈现规模化发展态势。

随着分布式光伏的快速发展,我国部分地区分布式光伏装机比例较高,其中屋顶分布式光伏发展过程中伴生出一些问题。在我国中部分省份,屋顶光伏已逐渐成长为主力电源,深刻改变了这些地区的能源基础格局,呈现出“三过半一主体”特点,即:电源装机新能源过半、新能源装机光伏过半、光伏装机分布式过半,分布式光伏以屋顶光伏为主体。这些省份农户均屋顶光伏装机20—30千瓦,而户均用电负荷不足2千瓦,并网规模远超就近消纳承载极限,屋顶光伏大规模反送十分普遍,导致设备反向过载或向220千伏及以上电网反送电,出现部分县整县光伏消纳受限的问题。

据统计,我国农村地区建筑物屋顶面积达270多亿平方米,理论上可安装屋顶光伏发电约19亿千瓦,目前全国分布式光伏装机累计为25443.8万千瓦。这意味着,我国新能源大发展才刚刚开始,分布式光伏发电发展的潜力还很大。未来几年,分布式光伏装机容量可能还要翻倍。加之屋顶光伏开发成本持续下探,例如,2022年底光伏组件集采投标报价范围已降至0.942—1.32元/瓦,未来屋顶光伏并网规

模还将有较大增长幅度,更大规模的电量反送至220千伏及以上主网配置消纳是大势所趋。

因此,新能源消纳问题的解决,将直接影响未来新能源产业的健康发展。

6月4日,为提升电力系统对新能源的消纳能力,确保新能源大规模发展的同时保持合理利用水平,推动新能源高质量发展,国家能源局发布《关于做好新能源消纳工作 保障新能源高质量发展的通知》(以下简称《通知》)。《通知》的出台,说明国家层面已经意识到解决新能源消纳问题的紧迫性。解决好这一问题更有利于新能源的发展和新型电力系统的构建。

新能源的消纳,关键在于电网是否具有承载能力。《通知》指出,要加快推进新能源配套电网项目建设,要结合分布式新能源的开发方案、项目布局等,组织电网企业统筹编制配电网发展规划,科学加强配电网建设,提升分布式新能源承载力。对已纳入规划的新能源配套电网项目建立项目清单,在确保安全的前提下加快推进前期、核准和建设工作。

由于新能源具有间歇性、波动性的特点,因此,保持电力系统平衡,使其具备强大的系统调节能力非常重要。《通知》指出,要积极推进系统调节能力提升和网源协调发展。要根据新能源增长规模和利用率目标,开展电力系统调节能力需求分析,因地制宜制定本地区电力系统调节能力提升方案,明确新增煤电灵活性改造、调节电源、抽水蓄能、新型储能和负荷侧调节能力规模,以及省间互济等调节措施,并组织做好



落实。同时,要有序安排新能源项目建设。要结合消纳能力,科学安排集中式新能源的开发布局、投产时序和消纳方向,指导督促市(县)级能源主管部门合理安排分布式新能源的开发布局,加强新能源与配电网建设的协同力度。

在新能源逐渐成为主体能源的新型电力系统中,电网企业起着至关重要的作用。《通知》指出,要充分发挥电网资源配置平台作用。电网企业要结合新能源基地建设,进一步提升跨省跨区输电通道输送新能源比例;根据新能源消纳需要及时调整运行方式,加强省间互济,拓展消纳范围;全面提升配电网可观可测、可调节能力;完善调度运行规程,促进各类调节资源公平调用和调节能力充分发挥;构建智慧化调度系统,提高电网对高比例新能源的调控能力。

这些要求,将电网公司的角色重新定



位。电网公司不仅仅是简单的电力“输送管道”,而是在新型电力系统中发挥和充当“枢纽和平台”作用。要提升省间互济和资源配置能力,推动新能源参与电力市场等,充分发挥资源配置作用。

分布式光伏的消纳,是一项系统工程,需要各相关方群策群力。各级政府能源主管部门、新能源发电企业、电网企业各司其职,按照《通知》精神,加快落实。

针对当前可再生能源发展的新形势新问题,以新能源高质量发展为目标,按照“整体平衡、量率协调”原则,建议进一步理顺可再生能源消纳机制,根据各省资源禀赋和发展实际,差异化设置各省利用率目标,统筹电网和电源协调发展,推动源网荷共担消纳责任,降低系统综合用能成本,促进可再生能源持续健康发展。

一要统筹安排各类电源与调节资源。统筹常规电源和新能源、集中式新能源与分布式新能源、新能源保障性并网与市场化安排,兼顾省间送电计划,合理确定各类电源和调节资源的建设规模、布局及时序,确保同步规划、同步建设、同步投产,缓解系统调节压力,提升电网承载力水平,促进分布式光伏等新电源应接尽接,能并快并。

二要健全分布式光伏开发建设机制。完善分布式光伏开发管理规范,充分发挥

市场化导向作用,引导分布式光伏合理选择开发模式,调动投资主体配建储能积极性,鼓励在新能源消纳压力较大、负荷峰谷明显的地区建设用户侧储能系统,提高分布式光伏就地消纳能力,减缓电网接入压力。

三要全面推进现役机组灵活性改造应改尽改,新建机组全部实现灵活性制造,加快推动煤电机组向基础保障性和系统调节性电源并重转型,重点提升机组的深度调峰能力,切实发挥火电“压舱石”的作用。

四要明确细化分布式光伏容量界定标准,完善分布式光伏参与电力市场的准入条件、交易规则,坚持统一平台、统一规则,将分布式光伏统一纳入省级交易平台,规范参与市场化交易,推动实现就近就地消纳和平衡。

五要提升分布式光伏并网技术性能。加快推进分布式光伏准入、验收、检测、运行等核心涉网标准制修订,落实分布式光伏功率调节、电网异常响应、电能质量监测、逆变器低电压穿越和防孤岛、防雷接地、并/离网运行等技术和安全要求以及与大电网的调度准则,提升分布式光伏电压/频率耐受能力、安全防护等技术指标,强化分布式光伏接网适应性和支撑性,保障在系统异常或故障时的运行安全和快速恢复。

(作者系中国电机工程学会农村电气化专业委员会副主任委员、浙江省电力公司原副总经理)