

装机规模全国第一 管理短板有待补齐

山东分布式光伏如何持续领跑

■本报记者 苏南

山东已成全国光伏装机容量最大省份,分布式光伏发展尤为迅猛。相关数据显示,截至2025年6月底,山东全省光伏累计装机容量已突破9100万千瓦,稳居全国首位,其中分布式光伏装机容量接近6000万千瓦,占比近2/3。值得注意的是,山东分布式光伏从规模扩张到高质量发展仍面临多重挑战。

■由户用为主
转向工商业为主

山东省光伏累计装机量领跑全国,与其积极响应国家能源局分布式光伏整县推进政策密不可分。2022年,户用光伏一度占到山东全省总装机的70%,但近年来,受全额上网模式下户用光伏消纳困难等因素影响,该省工商业光伏新增装机量已超过户用光伏。2024年全年,山东省工商业光伏新增装机达到716万千瓦,户用光伏仅为206万千瓦,分布式光伏装机结构正由户用为主逐步向工商业主导转变。

山东省分布式光伏发电的上网模式包括全额上网、自发自用余电上网和全部自用。在全额上网模式下,分布式光伏所发电量全部接入电网,由电网企业按照当地的光伏上网电价进行统一收购。该模式适用于光照资源良好、屋顶或土地资源充足,但本地用电负荷较低、电力消纳能力有限的地区。由于居民侧用电负荷普遍较小,加之当前电网企业无法代缴电费,投资方普遍担心用户违约风险,因而更倾向于选择营收稳定性更高的全额上网模式。目前,山东省大部分分布式光伏采用全额上网模式,全额上网的装机容量约占全省分布式光伏装机总量的75%。

“自发自用、余电上网模式也是当前山东省应用较为广泛的上网模式,尤其是工商业领域。”北京大学能源研究院高级分析师吴迪表示,在自发自用余电上网模式下,光伏电量优先供用户自身使用,剩余部分再并入电网销售。对于工商业企业而言,这种模式不仅能有效降低用电成本,还能通过余电上网获得额外收益,提高投资回报率。目前,山东省自发自用、余电上网模式的装机容量约占总量的20%。

北京大学能源研究院与自然资源保护协会近日联合发布《山东省新型电力系统系列研究:分布式光伏高质量发展》(以下简称“报告”)。报告显示,在商业模式方面,山东分布式光伏不同应用场景形成了各具特色的商业模式和收益路径,主要包括业主自持模式、运营商持有模式、建造-转让模式、融资租赁模式等。在开发模式上,山东省涌现出源网荷储一体化、绿电直

连、台区配储、集中汇流等一系列创新开发形式,为探索分布式光伏高质量发展路径积累了试点经验。

在业内看来,山东省分布式光伏发展已从“规模扩张”阶段迈入“市场化、高质量发展”的新阶段。作为分布式光伏发展的“排头兵”,山东省的路径对全国具有重要的示范意义。

■仍存消纳
与管理短板

但值得注意的是,山东省在分布式光伏迅猛发展过程中仍面临消纳难题与管理挑战,这也是当前全国分布式光伏发展普遍面临的共性问题。

首先,面临自发自用比例仍偏低的问题。集中开发、全额上网模式在一定程度上偏离了分布式能源发展的初衷。分布式能源的核心理念是“就地生产、就地消纳”,但当前部分分布式光伏项目,特别是在光照资源较好但负荷密度较低的区域,逐渐演变为“集中化开发、统一上网”的模式。这种做法一方面造成了线路负荷上升、电网运行压力加大;另一方面也背离了“源随荷动、源荷互动”的系统协同理念。

其次,面临源网荷发展协同不足的问题。吴迪表示,由于分布式光伏项目在空间布局上呈现分散化特征,其建设地点往往具有较强的不确定性,难以提前精准预测项目的建设区域、并网规模及并网时序。同时,伴随新型储能、充电桩等分布式负荷设备的大量接入,传统配电系统“负荷中心向导”的发用平衡模式正在发生根本性转变,电力流动趋于双向化,电压波动、潮流反转等现象频繁出现。

再次,配电网管理模式不适应和数据管理机制薄弱等问题也日益凸显。现有配电网的管理模式难以适应分布式能源的快速发展需求,传统配电网的规划与运行设计以“单向供电、集中控制”为核心逻辑,已难以应对分布式光伏大量接入带来的电压波动、频繁反送电、功率潮流不稳定等问题。同时,分布式光伏运行数据的管理机制缺乏统一性,项目业主、电站运维单位、电网公司以及第三方平台分别保存运行信息,但数据格式不统一、接口标准缺失,导致跨平台共享困难,形成较为明显的信息壁垒。

另外,随着“136号文”的实施,分布式光伏正从“规模扩张”阶段迈向“市场化、高质量发展”的新阶段。然而,这一转型过程并非一帆风顺,山东分布式光伏参与电力市场面临着多重挑战。

谈及原因,吴迪认为:一是参与市场的



资料图片

政策驱动力不足。例如,目前山东省现货市场结算电价普遍低于当地燃煤基准电价,分布式光伏发电收益显著受限。尤其是在中午光伏“大发”时段,负电价情况频繁出现。在这种情况下,项目业主普遍希望维持保障性收购机制,以获得稳定、可预期的收益回报,对参与电力市场的积极性不足。

二是参与市场的机制设计难度大。吴迪表示,目前我国电力市场交易机制主要面向集中式电源构建,对“规模小、分布散、接入电压等级低”的分布式光伏项目缺乏针对性和适配性。例如,一个总装机容量为50兆瓦的工商分布式光伏项目,可能布置在约2500个屋顶上,政策要求每一个屋顶都需单独上传完整资料,工作量大,给开发商和EPC企业带来沉重负担。

三是虚拟电厂、源网荷储一体化等新模式面临市场机制与体制政策的多重障碍。虚拟电厂目前尚缺乏来自电力市场价格和辅助服务市场的有效激励信号,导致整体经济性偏弱。源网荷储一体化项目建设同样面临较多政策限制,例如山东省要求该类项目的电源、电网、负荷和储能系统必须由同一投资主体控股,这一规定抬高

了项目投资门槛,也限制了多方协作、专业分工的空间。

■迫切需要
体制机制深刻变革

面对山东省分布式光伏发展中的挑战,受访专家提出多项政策建议。“山东省分布式光伏从‘大规模建设’到‘高质量消纳’的转变不仅需要技术创新,更需要体制机制的深刻变革。”北京大学能源研究院特聘研究员杨富强认为。

吴迪强调:“随着‘136号文’实施后光伏上网电价的下调,传统全额上网模式的分布式光伏经济性将显著下降。未来,分布式光伏的开发建设应坚持‘负荷为王’的原则,充分结合业主的用电负荷特征和分时电价政策,同时提升市场参与能力和决策水平。”

专家们还提出多维度解决方案。首先,建议分类施策,持续优化机制电价。对于存量项目,建议执行保障性机制电价,机制电价标准对标煤电标杆电价;对于增量项目,建议全面引导其通过多元市场化路径入市。对于非自然人户用和自然人户用项目,建议整合分散资源,依托底层物联网

力将分散的户用光伏电站聚合,以虚拟电厂方式参与电网调频调峰服务或者电量交易、绿电交易等。

其次,建议进一步完善电力市场建设。包括优化现货市场设计,提升新能源出清价格水平;进一步放开现货市场上限,提升价格信号的有效性;完善辅助服务市场和容量市场建设;优化分时电价结构,适度拉大峰谷价差。“过去几年间,山东省分布式光伏发展势头强劲,一方面显著提升了可再生能源占比,另一方面也对电网安全运行和新能源消纳带来新挑战。山东在推动分布式光伏高质量发展方面的探索实践,将为资源禀赋和市场条件相似的中东部省份提供路径参考。”自然资源保护协会能源转型项目主管冷雷指出。

此外,多位专家还建议完善机制保障,推动新模式新业态规模化发展;提升分布式光伏并网技术性能,构建健全的技术标准与监管体系;警惕和防范行业“恶性内卷”。“山东省在分布式光伏开发模式多元化、电价机制调整和电力行业新业态新模式方面的探索,为分布式光伏有序、深度地融入电力市场提供了有益经验,也为能源转型和构建新型电力系统提供了宝贵的‘山东经验’。”杨富强强调。

南方区域电力现货市场首个省区——

广西实现新能源现货交易报量报价地市全覆盖

■陆冬琦 宋吉峰 王启义

11月13日,随着北海35千伏珠光光伏电站等7个新能源场站开展报量报价,广西成为南方区域电力现货市场首个新能源报量报价地市全覆盖的省区。

“十四五”以来,广西新能源发展按下“加速键”,成为广西第一大电源。截至2025年10月,全区新能源总装机容量已飙升至5635万千瓦。

加快电力市场化改革,推动新能源进入电力现货市场,不仅保障电网安全稳定、拓宽清洁能源消纳渠道,也是积极融入全国统一电力市场、加快建设新型电力系统和新型能源体系的有力措施之一。

“在新能源大规模、高比例发展态势下,新能源非竞价模式与电力市场‘不匹配’的矛盾逐渐显露,容易导致市场运行和电网调度衔接不畅,新能源消纳水平不高,甚至会影响电网安全稳定。”南方电网广西电网公司电力调控中心调度科经理陈新凌介绍。

今年以来,国家密集出台关于新能源市场化改革的重要文件。国家发改委、国家能源局于今年2月联合印发《关于深化新能源上网电价市场化改革 促进新能源高质量发展的通知》(发改价格〔2025〕136号),提出新能源全面入市,全量参与现货实时市场的关键改革方向;9月印发《电力现货连续运行地区市场建设指引》,明确支持各地探索完善基于新能源全面入市的现货市场机制,为新能源报量报价参与现货市场提供基础环境,让新能源的价格和电量申报能更好地契合市场供需规律。

要实现新能源大规模入市并非易事。“我们针对110千伏及以下低电压等级电站入市的技术瓶颈,通过简化模型让电站快速接入,再逐步升级为完整物理模型,采用虚拟挂接方式,解决了按节点申报及结算的难题,最终实现全电压等级新能源场站顺利入市。”南方电网广西电网公司电力调控中心现货市场科

高级经理郑文彬介绍,没有规矩不成方圆,为此广西电网公司还编制新能源竞价调度业务流程,优化数据传递环节,让新能源参与市场竞争更公平、更顺畅,进一步激发各方主体参与市场的积极性。

“为确保所有新能源场站按常规流程竞价参与市场,我们实行‘一站一方案’,确保都能公平参与市场竞争。”南方电网广西电网公司电力调控中心水电及新能源科高级经理唐健介绍。

金风科技股份有限公司(金风慧能)资产管理中心电力交易高级解决方案技术经理李岩表示:“从数据申报、调度执行到电费结算,报量报价参与现货市场的每个环节都规范清晰,遇到问题可随时向市场运营机构咨询。现在无论场站大小,都能在同一个平台上公平竞争。”

根据统计,广西全区竞价入市的新能源场站达294个,装机占比超九成,涵盖各电压等级集中式新能源。广西参与电力市场的新能源场站数量、装机容量、规模占比三项数据均居南方区域第一,新能源市场活跃度十足。

“以前,什么时候发电都是一个价。现在,同样1度电,不同时间的发电价格能差好几倍,使电价更符合市场规律,真正体现了电力的商品价值,也能更好引导用户根据价格灵活调整用电行为,促进新能源实现高效消纳。”南方电网广西电网公司电力调控中心党委书记李弘说,今年以来,广西电网不断拓宽消纳渠道,规划“十五五”新能源外送通道,持续推进煤电供热、灵活性、节煤降耗“三改联动”,扩大广西对广东送电规模,为新能源腾出更多消纳空间。

当前,新能源大规模、高比例发展已成全国能源转型必然趋势。相关专家表示,广西不断深化电力市场化改革,解决新能源消纳难题,推动新能源产业健康发展,实现安全、市场、产业三方共赢,其构建的协同体系、创新的技术路线、规范的业务流程,为其他省区提供了借鉴。

本报讯 近期,生态环境部印发《2024、2025年度全国碳排放权交易市场钢铁、水泥、铝冶炼行业配额总量和分配方案》(以下简称《方案》)。生态环境部气候司有关负责同志就《方案》相关情况答记者问时介绍,生态环境部已启动化工、石化、民航、造纸等行业扩围前期准备工作,到2027年,碳排放权交易市场基本覆盖工业领域主要排放行业。

今年8月,中共中央办公厅、国务院办公厅《关于推进绿色低碳转型 加强全国碳市场建设的意见》正式公开发布,对碳排放权交易市场进一步扩围提出明确要求。

此前在今年3月,经国务院批准,钢铁、水泥、铝冶炼行业纳入碳排放权交易市场管理,标志着中国碳市场从“发电行业单一试点”正式进入“多行业协同管控”的战略新阶段。此次扩围新增1334家钢铁、水泥、铝冶炼企业,扩围之后全国碳市场覆盖的排放单位从约2200家增至3500家,管控的温室气体排放量从50亿吨跃升至80亿吨,占全国碳排放总量比重突破60%,成为全球覆盖排放规模最大的碳市场。

生态环境部气候司有关负责同志介绍,为摸清化工、石化、民航、造纸等行业的排放情况,生态环境部对2013年以来相关行业企业碳排放报告进行收集整理,为科学合理确定配额总量和分配方案奠定了基础。目前,生态环境部已组织相关单位研究起草化工、石化、民航、造纸行业的配额分配方案,核算报告指南、核查技术指南等配套技术文件,为扩围工作做好技术保障。

下一步,生态环境部将以习近平总书记重要指示为指引,深入贯彻党中央、国务院决策部署,坚持“成熟一个、纳入一个”的原则,根据行业发展状况、降碳减污贡献、数据质量基础、碳排放特征等,有序扩大覆盖行业范围和温室气体种类。在现有覆盖范围基础上,将覆盖范围逐步扩展至化工、石化、民航、造纸等行业。到2027年,碳排放权交易市场基本覆盖工业领域主要排放行业。到2030年,基本建成以配额总量控制为基础、免费和有偿分配相结合的碳排放权交易市场,形成减排效果明显、规则体系健全、价格水平合理的碳定价机制。

2027年碳市场基本覆盖工业领域主要排放行业
生态环境部:

(全晓波)