

2024年7月15日

# 破局消纳之困： 分布式光伏的可持续发展之路

■张永平 周勤 李卓 周锋

近年来,中国光伏发展呈现强劲态势,截至2023年底,光伏装机总量在电力装机总量中的占比已达21%,发电量占全社会用电量的8%以上。其中,装机量在兆瓦级及以下的分布式光伏发展更是迅猛,2023年,分布式光伏累计装机量已占光伏总装机量的42%,占全部电源装机量的9%。

## 成绩斐然,挑战巨大

中国分布式光伏发展的地域特点是集中在中东部电力需求大省,山东、河南、浙江、江苏、河北五省装机量占全国装机总量的61%,且分布式光伏装机在各省光伏装机总量中的占比已达10%—20%,有效弥补了这些地区电力供应不足的问题。

不过,分布式光伏的爆发性增长也带来了一系列始料不及的问题,如配电网容量不足导致部分地区出现分布式光伏无法接入、农村用电需求不足使得户用光伏发电无法充分就地消纳、各地分时电价的调整影响分布式光伏发电的收益,以及缺乏分布式能源就地消纳的市场机制等。能否化解这些矛盾,事关分布式光伏未来能否大规模、可持续发展,也将直接影响电力行业发展乃至全社会实现“双碳”目标的目标。

## 解决消纳是当务之急

消纳是当前分布式光伏发展面临的主要矛盾,制约了分布式光伏可持续发展潜力。

一方面,电力供需的时空不平衡制约了分布式光伏的消纳。时间上,分布式光伏的最大出力时段为午间,而电力负荷的最大需求通常在晚间,导致光伏电力难以及时就地消纳。

空间上,农村地区屋顶光伏资源丰富,但用电需求有限。根据测算,一般农户的年均用电量在1000—2000度电,而一家典型农户的10千瓦屋顶光伏的年发电量在1万度电以上,远超农户自身电力需求,多余的电量通常只能上网。这又引发了另一个问题,即分布式光伏发展与配电网发展不匹配。传统配电网的设计与运行是基于“单向供电”原则,电力供应源自

上一级的输电网,配电网内没有电源。而分布式光伏则需要直接接入配电网,形成电力的双向流动,这从根本上改变了对配电网的设计与运行要求。

另一方面,当前缺乏分布式电力的交易机制。为有效降低交易成本,促进光伏电力消纳,中国于2017年提出“隔墙售电”的交易模式,不过,电网的输配电费及系统运行费用分摊问题、分布式光伏用户的交叉补贴问题等尚未解决。

此外,分布式光伏发展涉及产品制造供应商、投资开发与运营商、电网公司、电力用户,以及地方政府部门等多个主体。对产品制造供应商而言,分布式光伏装机增长虽是利好,但需求激增或大幅波动直接影响产业链的产能投资计划、生产能力与回报。对于投资开发与运营商而言,最大挑战则来自如何平衡投资运营效益与承担合理的配电网升级改造及运行成本。

另外,不同的分布式光伏用户诉求各异,例如,农村户用光伏用户希望通过自发自用电力,同步提升终端电气化水平和生产生活水平,余电上网还能获得额外收益;而工商业分布式用户更关注如何获得用电成本降低和绿色环境效益等。

电网公司既要支撑可再生能源发展,又必须确保电力供应的安全可靠。企业应考虑经济效益,支持分布式光伏消纳将带来额外的电网投资与运营成本压力,在现有的输、配、售一体的电网管理体制下,分布式光伏自发自用或就近交易无疑将影响电网公司的电力营销收益。

引导分布式光伏的大规模发展,大幅降低用电成本,是地方政府发展经济,引

进新兴产业的重要措施,但同时又必须确保能源的供应安全,防止在极端条件下出现电力供给的大面积短缺,维持全社会生产、生活稳定。

## 就地、就近消纳是必由之路

确保分布式光伏可持续发展的核心思路应是就地与就近消纳,具体手段包括:通过终端用能电气化提升就地消纳潜力;改变配电网投资与运营模式促进就近消纳;建设分布式智能电网保障自由上网与就近消纳;实现分布式交易最低成本的供需匹配。

用户多能需求的电能替代是提升就地消纳能力的途径之一。终端电气化水平提升,可以满足用户日益增长的电、热、冷多能源需求。相关实地测算显示,提升农村用户终端电气化,如推广电动车、热泵、电动农机具,将显著增加用电需求,可有效消纳农村地区丰富的光伏资源。而工业生产电气化、电动汽车有序充放电,以及数据/算力中心与分布式光伏的协同发展等举措,将使工商业用户主动参与电力平衡,将企业数字化与能源转型有机融合。

配电网/微电网投资与运营模式的变革是保障就近消纳的前提。需要从管理、运营、调度机制等层面厘清配电网与多元主体投资的配电网/微电网各自的职责、权力与义务。多元主体投资的配电网/微电网在运行时应获得所需的供电安全与可靠性支持,同时也应承担相应的合理的配电网的成本分摊。

分布式智能电网是促进就近消纳的

最佳范式。提升配电网消纳能力的出路是技术创新,而非单纯的扩建扩容。在规划与运行层面,采用削峰规划与动态扩容技术可有效减缓对配电网大幅升级改造的投资。在智能化层面,通过大力应用数字化及AI技术,充分发挥多元的分布式储能的作用,以及增强配电网与微电网的协调互动来提升电力就地平衡能力。

市场化交易是保障就地与就近消纳的有效手段。应推出相应的输配电网保供兜底成本核算方法,通过培育以分布式光伏与储能、微电网、虚拟电厂等为代表的多元市场主体,助力电力市场改革。

分布式光伏可持续发展离不开有的放矢的政策引导,需要因地制宜,针对不同典型场景开展试点示范,探索、创新并验证短中长期的破解之道,以形成基于事实和证据的政策建议、技术方案和商业模式。

能源基金会正与地方政府、电网公司、光伏龙头企业、科研院所等多方合作伙伴一起,结合中国典型地区特点开展多维度系统性试点,例如:在山东、河南等地,通过户用光伏配合储能等技术方案,开展消纳试点;在山东、内蒙古、河北等地,探索在城市园区和县域农村两大场景下分布式智能电网的发展模式;在苏州等地探索就地有效消纳分布式光伏的分布式交易机制和智能微电网试点。希望通过大胆尝试,总结教训与经验,走出一条适合中国国情的分布式光伏发展之路。

(张永平系能源基金会清洁电力项目主任;周勤系能源基金会清洁电力项目高级顾问;李卓、周锋系能源基金会清洁电力项目主管)

## 关注

本报讯 7月8日,从国网天水供电公司获悉,2024年上半年,天水地区新能源发电量累计达到7.96亿千瓦时,同比增长30.92%。伴随天水电网的网架结构不断完善和补强,新能源并网及消纳能力显著增强。

截至6月30日,天水电网电源总装机为163.617万千瓦,其中,风电、光伏等新能源装机容量达90.217万千瓦,占天水地区电源总装机容量的55.14%,新能源发电量占比达41.81%。根据天水市综合能源“十四五”发展规划,天水市将围绕构建绿色低碳、安全高效的现代能源体系,大力发展风电、光伏,突破天水地区能源自给能力严重不足的困局。

“十四五”期间,天水已启动列入国家风电核准计划的34万千瓦风电项目,预计到2025年,风电装机将达到100万千瓦以上,风电年发电量约14亿千瓦时以上。天水市充分发挥资源禀赋优势,利用光伏发电发展方式灵活等优势,推进清水、张家川等地集中式光伏发电项目,同时大力推动分布式光伏发电,预计到2025年,光伏发电装机将达50万千瓦以上,年光伏发电6亿千瓦时以上。风电与光伏并进,初步构建起“陇东南新能源基地”。

国网天水供电公司将积极主动与地方政府沟通,超前谋划电网建设布局,全力推进电网网架建设,优化电网资源配置能力,努力提高电网建设和办电速度,为新能源产业项目建设开通“绿色通道”,坚持“网、源、荷、储”协同发展,全力满足新能源发电项目并网和消纳需求。

(刘文君 牟旭东)

## 金昌电网“十四五”第一批新能源全部并网

本报讯 7月7日,位于金昌市金川区金武公路光伏园区的法电优能(金昌)新能源有限公司100兆瓦并网光伏发电项目并网成功,标志着金昌电网“十四五”第一批新能源全部完成并网。截至目前,金昌电网电源总装机为735.37万千瓦,其中新能源总装机为555.95万千瓦,装机占比达75.6%。

据悉,该项目位于金昌市金川区金武公路光伏基地。项目装机容量100兆瓦,配置容量为20兆瓦/40兆瓦时的储能设施。本期新建110千伏法电正耀光伏电站,装机容量为120兆伏安的主变1台,110千伏侧及35千伏侧均采用单母线接线,最终以1回110千伏线路接入330千伏正耀变电站。该项目投运后,预计每年可节约标准煤5.91万吨,减少二氧化碳排放16.23吨,对能源保供、优化能源结构具有重要意义。

“十四五”以来,金昌市把新能源作为调整能源结构的主抓手和推动产业发展的重要支撑,坚持“以荷定源、源荷联动”,持续增加绿色电力供给,并将“新能源和新能源电池”作为金昌市千亿产业链之一。

国网金昌供电公司作为支撑和服务金昌市新能源及新能源产业快速发展,狠抓电网运行管控和新能源管理工作,建立健全政企协同机制,组建新能源并网服务工作专班,严格执行新能源并网流程,在管理中注入服务元素,坚持保障新能源“应并尽并”,杜绝“带病并网”,将新能源并网工作统一规划,协同推进。同时充分发挥金昌电网新能源资源优势,着力建设永昌县河清滩、金川区西坡及金川区金武路三大光伏园区,以千万千瓦级风光电基地为目标,紧盯“双碳”目标,始终坚持走绿色可持续发展道路,积极服务新能源建设和发展。

下一步,国网金昌供电公司将立足“河西电网重要枢纽、工业城市能源转型样板、金昌经济发展有力支撑”发展定位,打造政企协同、网源一体的新发展格局,积极履行企业的担当与责任,践行数字化坚强电网“44345”建设要义,充分发挥创新主导作用,加快发展新质生产力,全面保障地方经济快速发展。

(李恒山 史善东)

# “应急保供复电”创新模式获实战验证

本报讯 7月5日,国网浙江电力在衢州110千伏开化变电站进行应急实战演练,对其“集群+汇流”应急保供复电创新模式进行首次实战验证,系列实战演练就此拉开帷幕。

极端天气事件严重影响电网安全稳定运行。近年来,破解极端天气灾后快速保供复电难题,是国网浙江电力重点攻关课题之一。

攻关团队经过充分调研和多次模拟推演论证,首先将分属各市县公司的应急发电车,按照“平时区域调配、战时全省统筹”

原则,组建浙江、浙东和浙西南3个电源车集群中心,并建立省、区域两级应急指挥体系以优化硬件资源布局;运用“互联网+”技术和思维,整合全省保电平台、应急保电App等优势数字化资源,构建“全省应急电源快速匹配、高效指挥、实时监测”信息体系以强化软件支撑;与此同时,不同型号移动电源车无法并网、机组运行参数无法采集传输、保电指挥调度不畅通等痛点、堵点,亦在参研参试单位集中攻坚中逐一破解。

国网衢州供电公司针对首次实战演练

进行系统性风险分析研判,并制定多个应急预案,“集群+汇流”的应急保供复电创新模式只待实践验证。

“立即启动I级应急响应,应急电源车集群执行保供复电预案!”国网开化县供电公司调度大厅内,随着总指挥“应急保供复电”指令下达,实战演练正式开始。

“灾害应急”警报拉响,三大集群快速响应;发电车、汇流车从杭州、金华、台州、绍兴等地紧急驰援开化;总计1万千瓦的6辆中压发电车以“一主多辅”模式快速并网

发电,汇流车向开化变电站10千伏母线稳压供电,开化县域所有用户供电恢复……整个实战演练,有条不紊,一气呵成,圆满完成各项验证。

应急演练中,技术部门对移动电源轨迹定位、实时功率、发电时长、剩余油量等综合数据进行实时采集,并就整个应急演练进行综合评估,为国网浙江电力此后系列实战演练中不断完善和提升应急保供复电创新模式之效能奠定了坚实的理论和实践基础。

(郑奔持 张俊博)

## 宁夏贺兰：“渔光互补”助力乡村振兴



## 图片新闻

近年来,宁夏银川市贺兰县大力发展“渔光一体”特色产业,充分利用鱼塘水域面积,将光伏发电和渔业养殖相结合,形成“水上发电、水下养殖”的生产模式,单位土地面积经济价值显著提升,实现土地资源的高效利用和绿色发展,不断助力乡村振兴。

图为俯瞰位于宁夏银川市贺兰县常信乡的一处“渔光一体”光伏电站,夕阳下的蓝色光伏板熠熠生辉。

人民图片