



安徽淮南的水上漂浮光伏电站 视觉中国供图

目前受我国火电、水电、风电、生物质发电能互补电源结构未能统一规划和部署、火电的灵活性改造进展缓慢、现有机组调节性能欠佳等现实问题制约，光伏电站并网消纳问题形势依然严峻。

《光伏电站开发建设管理办法》开始施行

光伏并网消纳“硬骨头”有望被“啃”下

◎ 通讯员 雒德宏 本报记者 何亮

2022年12月26日，国家能源局发布关于印发《光伏电站开发建设管理办法》（以下简称《办法》）的通知。《办法》自发布之日起施行，有效期5年。《光伏电站项目管理暂行办法》（国能新能〔2013〕329号）同时废止。

近年来，随着光伏技术的进步与成本

的下降，碳达峰碳中和目标的提出等，光伏行业的发展环境发生了重大变化。电力增量带来的消纳问题越发突出，光伏产业链价格发生大幅波动……光伏电站开发建设管理的问题需要更符合发展实际的政策来解决。

国家能源局有关负责人介绍，《办法》出台的目的在于规范光伏电站开发建设管理，促进光伏发电行业持续健康高质量发展。

风光大基地承载能源结构调整重任

近些年，国内光伏电站建设和市场格局一直处于动态变化之中。

“早期光伏电站的建设主要看资源禀赋，之后因为西北地区消纳受限和行业技术成本的下降，中东部地面电站和沿海省份的分布式光伏也都得到了快速发展。目前，风光大基地和分布式光伏由于政策支持力度的加大，成为2022年光伏市场的主要增长点。”中国三峡新能源（集团）股份有限公司（以下简称三峡能源）技术经济中心主任杨本均在接受科技日报采访时表示，“风光无限”的大基地建设，承载着中国能源结构调整的重任。

我国西北省份太阳能资源丰富，新能

源开发优势明显，但由于经济发展相对滞后，本地电力市场消纳能力有限，而中东部一些地区负荷集中，电力需求明显。

杨本均表示，以“沙戈荒”为代表的第一、二批新能源基地，大多通过相关输电通道打捆外送新能源，在带动区域经济发展的同时，实现能源结构调整，将优势资源转化为促进我国绿色低碳发展的动能。

根据国家能源局的最新统计数据，在2022年的前11个月，中国部署了约65.7吉瓦的太阳能装机和22.5吉瓦的风能装机。国家能源局表示，预计到2023年底，中国的累计太阳能装机容量将达到490吉瓦，风电装机容量430吉瓦。

光伏电站并网消纳难是症结所在

光伏发电具有不连续、不稳定的特点。白天发电晚上不发电，晴天发电阴雨天不发电，云层的干扰还会引发不稳定输出的问题。因此，要将起伏多变的光伏发电“开发足”“输送好”并非易事。

“利用同步电网、火电机组、互补电源、储能等电网的调节能力，实现光伏电站弃

电率降低的过程，被称作光伏电站的并网消纳。”杨本均说。大型光伏基地项目大批量开发建设，使得风光项目的全容量并网消纳难以及时有效实现。在杨本均看来，导致问题的原因复杂多样，首当其冲的便是送电“高速公路”——电网建设缓慢。

“就风光大基地建设来说，其特高压外

送通道从立项到建成，需要3年左右的时间，但千万千瓦规模的集中式光伏项目，在1至2年内即可建成。”杨本均表示，外送通道的规划和建设涉及线路走向、落地点、受端和送端的电价、电量，以及灵活调节新能源并网波动性的资源配置等复杂的电力系统规划。因此，在风光大基地建设中，外送通道的配套往往相对滞后。

此外，即便通道已经建成，也不能彻底解决光伏电站并网消纳的问题。“鉴于风光发电的间歇性，大规模集中式电站如何稳定接入电网，也是一个现实难题。”杨本均介绍，从目前我国已经建成的特高压外送通道的输送情况来看，新能源的通道利用率依然不高。“比如国家电网近3年在西北

密集建设了6条特高压线路，解决电力送出问题，但其中可再生能源的输送比例仍然较低。”

综合来看，当前电网的调节能力未能充分发挥作用。据国家发展和改革委员会能源研究所预估，利用同步电网、互补电源结构、火电调节机组、网侧/站内储能等条件和措施，电网会有足够的调节能力，可以满足高比例（至少70%）非水可再生能源的电源结构要求。“但是，目前受我国火电、水电、风电、生物质发电能互补电源结构未能统一规划和部署、火电的灵活性改造进展缓慢、现有机组调节性能欠佳等现实问题制约，光伏电站并网消纳问题形势依然严峻。”杨本均说。

促进光伏行业又好又快发展

对于我国光伏电站开发建设管理而言，《办法》的出台对开发投资企业有诸多利好，光伏发电并网消纳的“硬骨头”有望被啃下。

“《办法》在第四章第十四条明确，光伏电站备案容量原则上为交流侧容量，即逆变器额定输出功率之和。这是我国首次以正式发文的形式明确光伏电站项目备案容量的释义。”杨本均告诉记者，如果政府和电网企业以交流侧容量进行项目的备案、调度管理，那么开发投资企业就可以基于不同地区的资源特性差异、电力消纳情况和电价结算政策，通过不同方案的度电成本比选，确定项目最优的直流侧装机容量，进而科学合理地进行容配比设计。

“《办法》还对光伏电站配套电力送出工程的建设单位界定进行了调整。”杨本均表示，《办法》在“电网企业投资建设项目场址外配套电力送出工程”的责任归属上，增加了“原则上”三个字，并在第二十条中对该表述不涉及的情况进行了详细阐

述，明确允许光伏电站项目单位投资建设光伏电站配套电力送出工程。“这样的调整，在一定程度上为解决现阶段国内部分地区新能源电站的跨越式发展以及电网规划和外送工程建设进度难以匹配的实际矛盾，提供了一种可行的路径。”杨本均说。

特别值得关注的是，《办法》明确以500千伏容量作为区分管理主体的界限。这样的划分在杨本均看来是对管理责任的进一步压实。集中式光伏电站主要是利用荒漠地区丰富和相对稳定的太阳能资源构建大型光伏电站，接入高压输电系统供给远距离负荷。我国能源资源禀赋与负荷呈逆向分布，决定了西北五省及内蒙古的新能源需要借助远距离输送进行跨省跨区消纳。“以跨省的大型电网主干线、省内跨区的电网主干线为分界，压实明确各项属地责任，有利于送受端省（区、市）能源主管部门在制定可再生能源发展规划、年度开发建设方案时做好衔接，落实光伏电站项目的并网消纳条件。”杨本均说。

宁夏打捆外送“风光火” 走出能源转型新路子

◎ 本报记者 王迎霞
通讯员 李莹洁 祁玉金 包兆鑫

近日，数据显示宁夏累计外送电量达到6002亿千瓦时。

党的二十大报告强调，加快规划建设新型能源体系。宁夏贯彻国家能源战略部署，先后建成投运至山东、浙江两条电力外送“大动脉”，在全力保障宁夏电力可靠供应的同时，将电力打包送至十几个省份。“宁电外送”累计电量突破6000亿千瓦时，是国网宁夏电力有限公司全力服务地方能源转型、助力能源绿色低碳高效利用的硕果。

成为国家“西电东送”重要送端

2003年，随着宁东能源化工基地开发建设，宁夏煤炭年开采量从百万吨级直接跃至千万吨级。

此时，国家“西电东送”战略的提出为西部省区发展提供了新的历史机遇。为进一步提升煤炭的附加值，宁夏回族自治区党委、人民政府决定修建跨省“送电”通道，也就是通过将煤转化成电能的方式，把资源优势转化为经济优势，从而带动宁夏经济效益增长。

2011年2月28日，具有里程碑意义的宁东—山东±660千伏直流输电工程建成投运，由此开启宁夏大规模电力外送新纪元。

2016年8月24日，灵武—浙江绍兴±800千伏灵绍特高压直流输电工程建成投运，为宁夏创建全国首个新能源示范区打下了坚实基础。

十余年间，宁夏已经成为国家“西电东送”战略的重要送端，为保障华北、华东地区电力需求发挥了积极作用，为当地创造各类经济效益超1300亿元，增加就业岗位5万多个。

“同时，我们依托全国统一电力市场，把外送电范围由最初的山东、浙江扩展至上海、重庆、湖北等十几个省份，外送电量连续6年实现了百亿级阶梯式增长。”国网宁夏电力有限公司相关负责人介绍。

据测算，宁夏累计外送电量相当于就地转化近2.4亿吨标准煤，减排59820万吨二氧化碳、16320万吨碳粉尘、900万吨氮氧化物，环保效益和社会效益显著。

保障全国能源安全的“稳定器”

确保内供外送“双线作战”，科技是利器。记者从国网宁夏电力有限公司获悉，该公司不断探索创新，自主开发了户外单站型

巡检机器人、继电小室S型轨道机器人、多种类智能机器人，进一步推动管理精益化和管控智能化，实现人工、智能双重巡检。

同时，企业积极推进“两制两军事”，全面落实“设备主人制”，加速推进“全科医生制”，从严开展“运维准军事”，积极推动“应急准军事”，将设备隐患消除在萌芽状态。两条直流通道能量利用率、运行效率均居全国前列，年利用小时数超过8000小时。

支撑大电网平稳运行，保障全国能源安全，宁夏要发挥“稳定器”作用。

去年夏季，少雨、高温的极端天气导致华东、华中、西南多个省份电力供应持续紧张，对当地电网供电保障能力提出了新的挑战。“我们着眼大局，加大了跨区跨省支援力度，服务全网电力保供。”据了解，国网宁夏电力有限公司迎峰度夏期间全力保障向山东的电力供应，积极支持华北地区工农业生产 and 居民用电，2021年8月累计送电量约18亿千瓦时。同时，宁夏电网还增送川、渝电量4亿千瓦时，高峰时段支援电力100万千瓦，增加川渝保供电力40万千瓦，最大程度地缓解了西南地区保供压力。

将清洁能源持续送往全国各地

自2012年成为国家新能源综合示范区以来，宁夏就被赋予了更大使命。国家

先后出台《支持宁夏建设黄河流域生态保护和高质量发展先行区实施方案》《支持宁夏能源转型发展的实施方案》，积极推动宁夏清洁能源送向全国。

湖南因缺电严重急需省外送电，成为宁夏第三条电力外送通道落点首选。2021年初，国网宁夏电力有限公司向宁夏回族自治区党委、人民政府建议，建设宁夏至华中（湖南）特高压直流输电工程，助力宁夏探索碳达峰碳中和目标的实现路径。

2021年年底，该工程正式纳入国家电力“十四五”规划。2022年11月3日，宁夏—湖南±800千伏特高压直流输电工程可行性研究报告收口报告评审会议召开，“宁电入湘”工程建设方案正式确定。

作为国家第一条以开发宁夏沙漠光伏大基地、输送新能源为主的特高压输电通道，这条通道的建设为宁夏电网带来了第三次重大发展机遇。

线路途经宁夏、甘肃、陕西、重庆、湖北、湖南等五省一市，全长1467千米，预计年新增送电量400亿千瓦时，将从根本上解决宁夏新能源并网消纳难题，每年输电直接收益达到40亿元以上，拉动宁夏电力投资1000亿元以上，预计每年可节约标煤消耗600万吨、减排二氧化碳1600万吨。

以前输电，现在输绿电，宁夏通过“风光火”打捆外送，闯出一条能源转型新路子。

内供四环网、外送四通道 把新疆能源优势化为经济优势

◎ 通讯员 褚忠凯 张俊 本报记者 朱彤

记者从国网新疆电力有限公司获悉，近日，随着调度一声令下，国网能源准东电厂—潞安准东电厂750千伏线路工程冲击完成，标志着昌吉—古泉±1100千伏特高压直流输电工程送端电源三条750千伏线路工程全部建成投运。自此，新疆“疆电外送”可靠性进一步提升，充分保障了新疆煤电的大规模输出。

本期建设的国网能源准东电厂—昌吉换流站750千伏线路工程、潞安准东电厂—昌吉换流站750千伏线路工程、国网能源准东电厂—潞安准东电厂750千伏线路工程全长125.794千米，新建铁塔262基，于2020年9月26日开工建设，历时2年建成投运。

昌吉—古泉±1100千伏特高压直流输电工程送端电源750千伏配套送出工程是新疆维吾尔自治区的重点工程，也是世界首条±1100千伏直流输电工程的配套电源送出工程。工程投运后，准东地区7座电厂的电能通过昌吉—古泉±1100千伏特高压直流输电工程在华东电网消纳，在加快新疆能源资源优势转化为经济优势的同时，满足长三角地区用电增长和大气污染防治需求。

昌吉—古泉±1100千伏特高压直流输电工程送端电源三条750千伏送出线路工程开工以来，创新采取集控智能可视化牵张放线工法及无人机验收方式，通过数字化牵张设备、集中控制装置、自组网等方式，实现了在集控领域及监控领域减人50%，在智能领域提效20%以上的重大突破。通过无人机手段对线路的塔材、导线压接部位、绝缘子串安装及耐张杆受力点等重点部位进行验收，提前发现频发性缺陷并为缺陷整改提供依据，验收效率提升150%，为工程实现“零缺陷”投产探索了一条新路。

据悉，目前，新疆电网已形成“内供四环网、外送四通道”的主网架格局。按照规划，国网新疆电力有限公司将进一步完善750千伏主网架，开工建设±800千伏哈密北—重庆特高压直流工程，“十四五”末将形成“内供七环网、外送四通道”的主网架格局，为新疆能源优势转换为经济优势提供强大动能。

浙江省海宁市

建“万户光伏” 促“绿电”共富

科技日报讯（记者马爱平 通讯员汪阳 金彦淇）这几年，安装屋顶光伏受到农村居民的青睐。1月6日，国网海宁市供电公司相关负责人在接受科技日报采访时表示，浙江省海宁市力争在2025年建成1万户居民住房屋顶光伏项目，助力海宁绿色低碳村（社区）发展，打造绿色能源的“海宁样板”。

2022年10月21日，海宁市发布了《“万户光伏 绿色共富”行动实施方案》（以下简称《方案》），按照“政府补助企业投资运维，居民让出屋顶免费用电”的原则，统筹推进海宁市新农村集聚点居民住房屋顶规模化分布式光伏建设。

《方案》明确，市、镇（街道）根据年度并网户数目标，分别对投资建设单位按照装机容量给予每瓦1.2元的补助；每户居民可在合同期内按装机容量，每1千瓦每月免费用电20千瓦时，实现互惠互利，推动区域绿色低碳发展。

“《方案》推出后，通过各乡镇招统一安装屋顶光伏的居民，无需投入一分钱即可享受免费用电。”海宁市发展与改革局相关工作人员说，以屋顶面积40平方米为例，装机容量4千瓦，居民一年可免费用电约960千瓦时。按照0.538元/千瓦时计算，每年可节省516.48元。

《方案》的发布，加速了“居民光伏聚合商”模式的形成，从而助推全市屋顶光伏市场投资、建设和运维的规范发展。

海宁市某光伏企业相关负责人表示，由于近几年屋顶光伏安装成本降低至原先的一半，再加上此次补贴力度比较大，进一步提高了企业投资用户侧屋顶光伏的信心。

根据《方案》，国网海宁市供电公司对于户用光伏安装将采取以户并网或多户集中并网模式，发电收益居民和企业共享，让居民侧屋顶光伏发电量全部接入新型电力系统，高质量推进全市屋顶光伏建设。

新能源成中原发展新“引擎”

◎ 新华社记者 翟濯

近年来，河南省持续发力构建以新能源为主体的新型电力系统，新能源已成为省内第二大能源装机类型，为支撑中原高质量发展提供了新的能源“引擎”。

以河南省襄城县所在的河南省许昌市为例，“十三五”期间其光伏、风电装机从2万千瓦、0千瓦分别跃增至58.8万千瓦、40.1万千瓦。

据了解，在需求侧用电量不断增长的背景下，河南电源结构在供给侧也在持续调整。“十三五”期间，河南省累计关停落后煤电机组587万千瓦。与此同时，全省新能源装机增长了近20倍。

数据显示，截至2022年上半年，河南省电网以光伏和风电为代表的新能源装机分别为1866万千瓦和1873万千瓦，合计占比达到32.8%，成为第二大电源。《河南省“十四五”现代能源体系和碳达峰碳中和规划》提出，计划到2025年全省能源消费增量的50%以上由非化石能源满足，风电、光伏发电装机成为电力装机增量的主体。

为使新能源发电出力更加可靠，河南省还大力推进各类储能建设，确保新能源发电在对传统能源发电的替代中电力系统稳定。

据了解，目前河南全省规划在建储能总装机容量超过300万千瓦，规模化投运后，将在用电高峰时段有效发挥顶峰作用，缓解迎峰度冬用电负荷高峰期保供压力，提升电网调峰、调频支撑能力和电网安全稳定运行水平。

“随着清洁能源从补充性能源日渐升级为主要增量能源，将会重塑传统电网结构。”国网河南省电力公司总经理钟筱军说，既要发挥火电“托底”保供作用，又要实现新能源发电对传统能源发电的可替代，只有这样才能在“攻守转换”中确保电力系统平稳转型升级。