

西北电网能量换容量弹性交易获突破

将有力地推动全国统一电力市场建设

■本报记者 苏南

西北电网省间电力交易又有新进展。2月1日，西北电网1月份省间外送交易完成结算，首次在甘肃组织开展的“1月甘肃送青海/青海送甘肃能量换容量弹性交易”中全额完成输送，甘肃后夜及午间向青海送出电量7140万千瓦时，晚高峰从青海购入电量1120万千瓦时。

在受访的业内人士看来，此次能量换容量交易的成功实施，除了标志着省间送、购电联动交易新品种的成功推广，也开创了西北电网资源互补、时空互济和市场互惠的一种中长期交易新模式，为西北各省参与跨省市场实现电力电量保供探索了一条可行路径，有力推动了全国统一电力市场的建设。

实现送电规模与购电需求双赢

据国网西北分部电力交易中心负责人孙晓强介绍，能量换容量弹性交易是在西北电网短周期内各省存在电力资源差异化、互补性的前提下，通过市场化行为方式，实现电力电量的跨时空互保互济，并根据购电双方所在电网的实际运行变化，在日前、实时阶段按照流程规范和一定的启动条件可调整、可弹性执行的一种中长期电力交易。

国网甘肃省电力公司相关负责人向记者介绍，能量换容量的交易重点是送、购联动，送、购互补，特别是在电力供需紧张时，该交易在满足甘肃电网平衡购电需求的同时，将甘肃省内发电富余时段电量送出，实现了送电规模、购电需求双赢。

“我们以前的交易是电量交易，实施分时段电力交易后，电量交易慢慢转变成电

力交易。西北分部推广的能量换容量交易充分利用了甘肃与青海的发电特点。该交易实现了甘肃中午时段富余光伏外送，有效提升了新能源利用率。”甘肃电力交易中心交易部主任李娟接受记者采访时表示，甘肃是新能源装机大省，新能源的波动性、随机性，使其大规模并网发电给电网保障电力稳定供应，以及实现高水平消纳利用带来很大不确定性。

青海黄河上游水电开发有限责任公司电力营销部负责人徐黎说，“此次交易通过能量换容量，实现了青海清洁能源晚高峰外送，体现了电力的时间价值，增加了交易类型。按青海现有峰谷电价水平，晚高峰时段外送价格较平价价格提高了152元/兆瓦时，本月份青海参与此笔交易对应增加收益170万元。”

“2022年以来，电力供需形势发生较大变化。国网西北分部统筹保供和转型，兼顾保供、促消纳和稳外送等目标，研究提出了能量换容量中长期交易模式，开展了交易运营实践新探索，2022年底率先实施了陕西与青海能量换容量年度省间交易尝试，陕西低谷富余电量支援青海电量，从而激活了青海水电顶峰电力容量，青海实现了晚高峰电力支援陕西。更高质量的省间互济促进了电力资源优化配置，在西北电网形成了良好的示范效应。”孙晓强说，此次甘肃电网参与能量换容量中长期交易就是该交易模式向月度、月内、多月等各周期推广的成功探索，既释放了甘肃新能源及火电的富余电量，又利用了青海水库蓄水的调节作用，既解决了甘肃的高峰电力缺口，又解决了青海的电量缺口，实现两省电力送、购联动，送、购互补。同时，采用弹性交易机制，在执行过程中

可以根据交易双方的系统波动情况进行灵活调整，为构建适应新型电力系统的市场机制探索了新路径。

深度挖掘 灵活调度资源

弹性交易机制使西北电网电力资源得到充分利用，最大程度地满足了双方送、购电需求，也保证了交易的灵活动态调整。交易组织前，双方即约定当出力不足、电网运行出现困难时，送电方可提出调减申请。

李娟解释，能量换容量弹性交易提供了一种灵活的调度方式，是基于灵活调度的挖潜，对调度各省的送电能力有积极的促进作用，各省电力交易中心可从交易的模式、品种、机制等方面入手，实现与实际调度运行过程的顺畅衔接配合。

国网西北分部电力市场交易专家贺元康对记者表示，能量换容量弹性交易最大的特点是优势互补、灵活调整。电力交易实现了灵活调整，就可以调动各方积极性，为电网安全保供调度提供可靠的后续手段。“简单说，就是在可靠情况下多送电，一旦发生新能源突然‘掉链子’或其他极端情况，电网就可通过可中断来调节，电力保供安全也更有底气。”

“现在甘肃新能源占比高达40%，但因为波动性和不确定性，高比例新能源并网后，我们并不知道新能源到底能发多少电，尤其做中长期交易，即使预测，偏差也很大。”孙晓强对记者表示，例如，某地新能源参与交易，按照95%的可靠性可以报出100万千瓦出力参与交易，但如果按照85%的可靠性就能报出150万千瓦出力参

与交易，增加的50万千瓦出力有10%的概率达不到。这时，调度按照弹性交易规则允许调减，可使新能源有信心参与交易，进而大幅提升交易量，提高系统整体可靠性。

交易模式 有望加快推广

在西北电网内，甘肃购青海能量换容量弹性交易，甘肃和青海以“送受”两重身份开展新型交易，利用大电网跨省资源互济的优势，在冬季期间提升了甘肃和青海外送交易规模，增强了电力供应保障能力，补充了省内用电需求，充分统筹了安全、清洁、经济三大目标。“下一步，我们将在大电网交易平台上继续加强与各省合作的深度、广度，统筹考虑各省电力资源，开展各类中长期电力交易，进一步推广能量换容量弹性交易，实现全网的互保互济。”贺元康说。

记者了解到，不仅是陕西和青海、甘肃和青海在探索能量换容量弹性交易的经验，整个西北地区都在考虑如何共同促进能量换容量弹性交易。

孙晓强表示，目前西北电网正在深入研究挖掘大范围电源类型互补、新能源出力互补等规律和潜力，探索形成更高质量的省间电力电量互保互济。未来，电力交易的时间周期将越来越短，要体现出容量、能量价值和峰谷特性，需要不断探索电力交易新品种，推动全国统一电力市场建设，努力实现全网资源的互济及灵活交易。“如今，电源侧的潜力已得到深度挖掘，未来，要探索如何引导用户侧灵活资源参与电力市场。”

安徽庐江：可靠电孵化乡村“绿”经济



图片新闻

2月15日，安徽省合肥市，国网庐江县供电公司员工在龙桥镇金盆山梅花生态产业园为游客接待中心架设10千伏线路。此外，该公司还组织皖美共产党员服务队庐江分队对产业园开展上门服务，助力产业园将农业生产和乡村旅游相结合，打造安徽规模最大的以梅花产业为中心，集种植、加工生产、文旅综合开发于一体的田园综合体。

人民图片

作为新型电力系统的重要组成部分，虚拟电厂的发展状况一直备受关注。近日，国网上海经研院主持申报的《虚拟电厂资源配置与评估技术规范》(以下简称《规范》)已由国家标准化委员会正式批准立项。发展虚拟电厂有何意义?我国虚拟电厂发展现状如何?后续将有何规划?围绕这些问题，记者日前专访了参与《规范》研究的东南大学电气工程学院教授高赐威。

虚拟电厂不是智能微电网

中国能源报：什么是虚拟电厂?虚拟电厂和以往的智能微电网有何不同?

高赐威：从功能上看，虚拟电厂是应用先进的通讯和控制技术，实现对大量分布的分布式资源的聚合调控，使这些分布式资源规模化，并具备参与电力系统运行调度的资格和能力。“虚拟”表明其并非一般的实体机组电厂，而是由大量散布资源的“发电”能力聚合所形成。“电厂”指其能够向系统提供常规电厂所能提供的电能或者辅助服务。

微电网要求内部独立成网且有自平衡能力，具有一定的孤岛运行能力，同时并不要求向外输出功率或者辅助服务。与之相比，虚拟电厂则并不一定具有自平衡能力，甚至相关资源都不一定在同一个局部配网中，但是要求资源聚合后形成的虚拟电厂具有向外输出功率或者提供功率平衡的能力。

由此可见，虚拟电厂和微电网是完全不同的概念，但在特定场景下，微电网可以是虚拟电厂。比如，一个园区型微电网如果具备向系统提供电能或者辅助服务的能力，就可以称之为虚拟电厂。

中国能源报：《规范》聚焦了哪些问题?高赐威：《规范》是建设虚拟电厂的基础

性标准，将指导相关企业配置分布式电源、柔性可调负荷、分布式储能等不同种类的虚拟电厂资源，同时将形成对于虚拟电厂配置方案的评价方法，客观评价虚拟电厂资源构成的优劣，对于目前国内虚拟电厂建设和虚拟电厂建设规模、建设类型、参数整定等问题起到了纲领性的指导作用。

具体来说，《规范》的主要内容包括资源

配置与评估流程、虚拟电厂建设需求、虚拟电厂资源配置方案、虚拟电厂评估方法四个模块，在安全运行需求分析、能源低碳转型需求分析和社会、经济发展需求分析的基础上，制定虚拟电厂建设需求评估方法，明确虚拟电厂建设规模和应用范围；同时，还规定了分布式资源调节潜力评估方法和虚拟电厂聚合构建方法，在此基础上形成了虚拟电厂建设方案；最后，制定了虚拟电厂发电能力评估方法，从而对虚拟电厂建设方案整体呈现的技术性能和经济性效益进行评估。

虚拟电厂的价值要通过市场体现

——访东南大学电气工程学院教授高赐威

■本报实习记者 林水静

配置与评估流程、虚拟电厂建设需求、虚拟电厂资源配置方案、虚拟电厂评估方法四个模块，在安全运行需求分析、能源低碳转型需求分析和社会、经济发展需求分析的基础上，制定虚拟电厂建设需求评估方法，明确虚拟电厂建设规模和应用范围；同时，还规定了分布式资源调节潜力评估方法和虚拟电厂聚合构建方法，在此基础上形成了虚拟电厂建设方案；最后，制定了虚拟电厂发电能力评估方法，从而对虚拟电厂建设方案整体呈现的技术性能和经济性效益进行评估。

多数仍停留在需求响应阶段

中国能源报：发展虚拟电厂对推进我国新型电力系统建设有何积极意义?

高赐威：虚拟电厂的发展是建设新型电力系统的必然要求。一方面，构建新型电力系统必然要求大规模的新能源接入，间

歇性的新能源发电对电力系统的灵活性和平衡能力提出更高要求。与此同时，系统中存在大量散布的分布式资源，却由于单体容量微小、数量众多而无法被系统调用。而虚拟电厂则可以提供一种有效的技术手段和商业模式，通过聚合分布式资源实现规模化，向系统提供灵活性。另一方面，国家能源局刚刚公布的2022年新能源发展数

据表明，2022年新增光伏中的58%是分布式光伏。这些分布式光伏发电间歇性强且单个体量微小，无法直接参与批发市场交易获利，也无法承担市场义务，在现行体制下对于降低自身出力的随机性、提升预测的准确性毫无助力，而是完全依赖系统向其提供平衡能力。虚拟电厂一方面可以向这些分布式发电提供更好的市场机会，另一方面将其纳入虚拟发电单元承担市场义务，可以提升系统安全稳定运行水平。因此，虚拟电厂的发展将有效提升系统消纳新能源的水平，极大促进新型电力系统建设。

中国能源报：国内的虚拟电厂已经历了一段时间的发展，与国外相比，有何特点?高赐威：不论是国内还是国外，虚拟电厂在功能上均针对分布式资源的聚合，通过专业化技术手段挖掘海量分布式资源潜力，将闲散资源汇聚起来形成可调度单元。但目前国内虚拟电厂的实际利用技术水平

还较低，应用场景也较少，绝大多数依然处于需求响应阶段，而非与常规电厂同台竞价，从而在电能量或者辅助服务市场中通过竞争获取市场份额，所以，发挥的作用和效果十分有限。

而德国等发达国家的虚拟电厂不仅能够提供需求响应，还可从事售电业务、参与电能量交易、调频与备用等辅助服务交易。

目前国内缺少常态化参与电力市场运营或者系统运行的虚拟电厂，尤其是前者。受限于我国电力现货市场发展程度，虚拟电厂的市场化运行不畅。目前国内的需求响应多是为了解决电力供需缺口是导致这一问题的主要原因。比如，削峰需求响应或者填谷需求响应，是在发电侧无法满足系统需要情况下的不得已措施。一般一年中实施的次数有限，无法支撑虚拟电厂的产业化发展。

不过，从发展道路来看，虽然当前我国电力市场还不够成熟，但正在逐步推进电力市场化改革，电力现货市场发展迅速。相信随着电力市场的逐步完善，虚拟电厂也将迎来更好的发展前景。

要重视市场、整合资源

中国能源报：未来我国虚拟电厂发展

资讯

山西高效完成 首批虚拟电厂建设

本报讯 2月8日，国网山西省电力公司发布消息称，经过8个月的全力推进，到本月初，山西已高效完成首批9家售电主体申报的15家虚拟电厂建设，共聚合容量184.74万千瓦，可调节容量39.2万千瓦。

山西是能源和电力送出大省，受此影响，一直无需求响应政策。2022年6月，为有效应对全省可能出现的电力供需紧张形势，山西出台了《虚拟电厂建设与运营管理实施方案》，这是全国首份省级虚拟电厂建设和运营管理文件，得到相关各方的积极响应。其中，国网山西省电力公司作为最主要、最重要的建设和参与方，积极配合山西省能源局开展虚拟电厂建设方案评估、交易规则修订、测试标准制定、具体电厂测试、系统平台建设等工作，为加快推进虚拟电厂建设作出重大贡献。

本次首批虚拟电厂建设的完成，为进入实际化运营阶段做好了准备，也为今年山西实施需求响应电力保供打下良好基础、提供有力支撑。据了解，以目前山西虚拟电厂的建设规模，在电力供应紧张时期，每天可释放出156.8万千瓦时电量，可满足22.4万户家庭的日用电需要。

(冉涌 陈扬波)

我国煤炭行业首个 OTA 无线射频实验室投用

本报讯 我国煤炭行业首个 OTA 无线射频实验室日前在中国煤炭科工集团有限公司煤科院建成并投入使用。该实验室的建成，填补了行业矿用5G设备空中3D辐射性能测试方法及手段的空白，标志着煤炭行业已具备井下5G NR、Wi-Fi等无线产品的天线、终端和基站设备的射频发射分析验证能力，将对推动和促进5G无线通信技术及其在煤矿井下的应用发挥巨大作用。

OTA无线射频测试系统可对无线设备的空中3D辐射性能进行测试，主要用于验证产品在三维空间中的“辐射发射功率”与“辐射接收灵敏度”，是无线射频性能的标准测试方法。通过OTA无源(Passive)及有源(Active)测试，可将产品内部辐射干扰、产品结构、天线方向、射频芯片收发算法等因素考虑进去，为产品射频性能设计和优化提供依据和方向。OTA无线射频实验室的建成，对煤矿井下无线通讯产品，尤其是5G、Wi-Fi6相关技术产品的射频性能评估和性能设计改进具有重大意义。

据悉，“OTA无线射频实验室”是煤科院承担的国家发改委《矿用新装备新材料安全准入分析验证实验室》项目中关键技术装备之一，具有重复性高、准确度高、解析度高等技术优势。随着煤矿智能化的深入发展，未来将为煤矿井下无线智能终端、智能基站等无线技术装备的标准制修订和性能分析验证提供重要技术支撑。(王钟琪)

还将面临哪些挑战?

高赐威：虚拟电厂的价值要通过市场来体现，目前的市场环境对于虚拟电厂的发展支持不足，也制约了虚拟电厂技术的应用。

从技术层面看，一是缺少储能的更大规模配置和应用。储能是提升虚拟电厂发电性能非常重要的元件，它的推广应用将对虚拟电厂的低成本发展起到巨大的推动作用。二是缺少精细化管理技术和理念的普及。

但事实上，更重要的问题不是不具备相关的技术储备，而是成本问题和企业经营理念问题。例如，在电能调控能力筹措方面，企业需要用户侧有较完善的能源管控系统，这与精细化管理理念相适应。但目前我国许多企业尚不具备精细化管理能源的技术支持系统，导致短时间尺度内的电力调节几乎无法实现，也导致不能参与系统的调频业务。

中国能源报：在“双碳”目标及构建新型电力系统背景下，您认为虚拟电厂该如何利用自身优势推进发展?

高赐威：对于电力系统来说，“双碳”目标和新型电力系统建设都指向了新能源的快速大规模发展所导致的系统灵活性不足的问题。

这意味着，虚拟电厂一方面可以组织散布闲置的用户侧可调资源向系统提供灵活性，提升系统消纳新能源的水平；另一方面，其聚合的资源本身就可以包括分布式发电单元，通过聚合可调资源，形成一定程度的可控电力单元，使所聚合的分布式发电更好更多地被系统消纳。因此，虚拟电厂与新型电力系统建设是密切相关的，既是解决问题的一把钥匙，又可使原有问题弱化或消失。