

# 虚拟电厂发展路线图明确

■本报记者 苏南

国家能源局近日发布的《关于加快推动虚拟电厂高质量发展的指导意见》(以下简称《意见》),旨在推动我国虚拟电厂产业迈向高质量发展。这份《意见》为虚拟电厂行业发展提供了强有力的政策指引和支持。

多位参与编制的受访专家一致认为,虚拟电厂在未来中国电力系统发展中占据着重要的地位,无论是在功能拓展还是作用发挥上,都将扮演不可或缺的关键角色。当前,虚拟电厂正处于蓄势待发的起步阶段,虽然概念备受瞩目,但在能源行业的权重尚显轻微。然而,业内普遍看好虚拟电厂的发展前景,虚拟电厂是一个需要慢慢培育的产业,目前已呈现出勃勃生机的发展态势,参与者也积极谋篇布局。

## ●明确未来发展目标

在分析当前我国虚拟电厂发展所面临的挑战时,国网能源研究院高级研究员、虚拟电厂研究团队联系人吴潇雨指出,“虽然存在诸多难题,但在《意见》的指导下,我们看到了虚拟电厂发展的新机遇。”

按照《意见》规划,到2027年,虚拟电厂建设运行管理机制成熟规范,参与电力市场的机制健全完善,全国虚拟电厂调节能力达到2000万千瓦以上。到2030年,虚拟电厂应用场景进一步拓展,各类商业模式创新发展,全国虚拟电厂调节能力达到5000万千瓦以上。

吴潇雨认为,《意见》的出台恰好针对虚拟电厂面临的挑战提供了有力的解决方案。首先,针对概念内涵尚未形成权威统一认识的问题,《意见》规范了虚拟电厂的定义,有助于统一行业认识,为顶层设计提供基础。其次,针对技术标准和建设运行管理机制不健全的问题,《意见》明确了虚拟电厂的建设运营管理流程、系统接入流程等,有助于提升建设运营效率。再次,针对虚拟电厂参与市场机制不健全的问题,《意见》提出了参与市场机制的基本原则,为各省制定相关细则提供了依据,推动虚拟电厂入市。最后,针对运营商获利空间有限的问题,《意见》在市场准入、激励补贴方面提供了切实激励政策,将有助于吸引更多虚拟电厂运营商参与建设运营。因此,可以说,《意见》的出台为我国虚拟电厂的发展提供了明确方向和有力支持。

国家电力投资集团兆瓦云公司总经理刘沅昆接受《中国能源报》记者采访时表示,德国的自平衡单元概念,预示着虚拟电厂的未来发展方向,即聚合分布式资产实现自我平衡,如有不平衡,通过与其他自平

衡单元交易调节能力。为了促进虚拟电厂的发展,需要设计多样化的交易品种,给予参与者更多的政策空间和市场机制,以便于组织资源贡献力量。

“在我国,虚拟电厂发展需要市场与计划相结合。”刘沅昆指出,新型电力系统要实现对分布式新能源资产的有效管控,并促进其高效发展。市场的手段有利于价值发现,具有计划手段不具备的优势。因此,市场应作为计划的有效补充,有形与无形的手段相结合,推动虚拟电厂的发展,构建促进新能源产业的有效支撑。当前,我国已具备较为完备的计划体系,需要进一步补齐市场建设方面的短板。“问渠哪得清如许,为有源头活水来”,政策制定者需要完善相关市场机制建设,以促进虚拟电厂的健康发展。

## ●破解盈利困境是关键

目前,虚拟电厂发挥的作用有限。“虚拟电厂在不同市场环境下参与电网互动调节可信度不高,导致调节能力评估脱离实际运行效果,响应偏差大。虚拟电厂长期运行效率和可靠性有待进一步提升,对电力供需平衡发挥的作用有限。”国网山西电科院电力负荷特性实验室副主任张敏接受《中国能源报》记者采访时表示,尤其是虚拟电厂调控边界不清晰,虚拟电厂支持电力现货和中长期市场等多种交易方式,统一的执行结果评估方法可促进多时间尺度灵活调节能力提升。

“虚拟电厂评估体系不完善。”张敏指出,虚拟电厂调节意愿、调节性能、调节成本等外特性表征方法不统一,虚拟电厂可调节能力验证及运行效果评价方法缺失,对电网贡献度无法量化评估。

为此,《意见》提出,完善虚拟电厂参与电力市场等机制。明确参与电力市场的准入条件。

“破译虚拟电厂的成功密码,关键在于攻克盈利难题,尤其需要在上游市场的突破。”刘沅昆指出,为实现这一目标,我们需要精心设计适合虚拟电厂参与的市场交易品种,建立完善的市场机制,以吸引更多的社会各界资源参与虚拟电厂的建设。虚拟电厂的发展不仅与我国“双碳”目标高度契合,更是解决新能源消纳难题的一把利器。通过设计合理的价值引导和适配的交易品种,虚拟电厂会在推动主网侧调峰和配电网就地平衡方面发挥重要作用。

“虚拟电厂的组织方和参与者,在为新型电力系统贡献力量之际,也应获得与之匹配的收益。只有建立权责利对等的合理模式,才能真正激发各方参与虚拟电厂产



业的积极性。”刘沅昆认为,虚拟电厂是新一代人工智能技术应用的重要场景,科技创新对于产业和社会价值的增量创造,其前景值得期待。技术层面和组织层面并非无法逾越的障碍,真正的关键在于营造一个良好的市场环境。在电能交易市场、辅助服务市场、电力现货市场等领域,需要设计多元化的交易品种,让虚拟电厂在市场中实现资源的优化聚合与收益的最大化。

张敏提出,应当利用市场机制来激励虚拟电厂常态化参与电力调节,构建起虚拟电厂的可持续运营模式。这种模式不应依赖于政府补贴,而是通过现货市场等手段来规范虚拟电厂的常态化运行,确保其在关键时刻能够稳定发挥作用,避免出现“临阵脱逃”的现象。

## ●确保运行安全 and 市场公平性

《意见》明确提出,提高虚拟电厂参与电力系统运行和自身的安全运行水平。

谈及如何确保虚拟电厂的运行安全和市场公平竞争?吴潇雨对《中国能源报》记者表示,虚拟电厂的运行安全包括两个方面:一是自身及聚合资源的安全,二是虚拟电厂作为电力系统的一部分,其运行安全

也关乎电力系统运行整体安全。为此,应该强化虚拟电厂的自身安全管理,同时也应该明确虚拟电厂承担的电力系统安全责任,既包括与电网各种数字化系统交互时的网络安全防护,也包括在电力系统运行调节时精准响应,尤其是在系统面临紧急情况时应按照要求执行调节指令,在电力系统整体安全大局中贡献积极力量。在此基础上,按《意见》要求界定安全权责,细化形成协议落于纸面,为构建一个责权利均衡、安全高效的电力系统运行保障机制指明方向。

吴潇雨认为,虚拟电厂作为独立主体应该享有以下权利和义务:首先,可以公平参与辅助服务、现货市场及需求响应等类型市场交易获取收益,虚拟电厂也应按合同约定为被聚合资源提供代理调节、市场交易等服务;其次,获得公平接入服务、计量服务,同时电网企业将为虚拟电厂运营商及聚合资源用户提供高效、透明的费用结算服务,保障结算到户;其次,依据市场规则获取必要的信息披露,同时也应对自身的运行情况、调节能力等关键信息按规则告知电力调度、交易机构和市场监管机构,将费用结算等信息向被聚合资源公开。最后,虚拟电厂运营商和被聚合资源要按照规定要求配合电力调度机构电网统

一调度,承担应尽的安全义务,共同确保系统安全。

众所周知,我国虚拟电厂的发展经历了需求响应、辅助服务、现货市场和分布式资产聚合多个阶段,形成了不同的模式。未来也还会有更多模式出现,也将继续探索更高效的市场机制和交易品种,以促进新能源和分布式资产的高效利用。

“随着电力市场的深化改革,未来可进一步在增量红利的实现、资金来源和费用疏导以及负荷侧交易特性等方面深入研究和实践。”张敏表示,首先,必须加强顶层设计,为可调节资源参与电力市场铺路,拓宽参与模式,推动市场机制优化升级。其次,要积极推进可调节资源在多元化电力市场交易中的角色,实现电能与辅助服务市场的协同“作战”,加速虚拟电厂商业模式的成熟落地,完善虚拟电厂内部定价及利益分配机制。

虚拟电厂在参与市场交易和电力系统运行时涉及多方利益主体,包括各类聚合资源、电网企业等,在未来实践探索的过程中,还应该从行业长远健康发展的视角出发,构建各方主体责任权利均衡的机制体系,推动虚拟电厂在助力电力安全保供、促进新能源消纳、培育新质生产力方面发挥重要作用。

# 首份国家级专项政策系统指导虚拟电厂高质量发展

——专访国网能源研究院能源互联网所副所长、虚拟电厂研究团队负责人黄碧斌

■本报记者 苏南

国家发改委、国家能源局近日发布《关于加快推动虚拟电厂高质量发展的指导意见》(以下简称《意见》),这是我国首份针对虚拟电厂的国家级专项政策。《意见》发布会给虚拟电厂行业带来哪些机遇?编制《意见》的考量因素有哪些?《中国能源报》记者就此独家专访了国网能源研究院能源互联网所副所长、虚拟电厂研究团队负责人黄碧斌。

## 系统指导虚拟电厂高质量发展

**中国能源报:**制定《意见》的初衷和意义是什么?

**黄碧斌:**近年来,我国风光新能源高速增长,在促进经济社会绿色低碳转型、保障国家能源安全等方面发挥了积极作用。与此同时,电力系统安全稳定运行压力不断加大,虚拟电厂作为聚合需求侧资源参与电网调节和市场交易,促进供需协同的新型经营主体,受到社会各界高度关注,迎来蓬勃发展,但当前仍面临内涵认识不统一、市场机制需健全、标准规范体系需要尽快建立等问题,到了需要国家级政策文件进行规范引领、系统推进的关键时刻。《意见》作为我国第一份针对虚拟电厂的国家级专项政策,将为系统推进虚拟电厂规范化、规模化、市场化、常态化发展提供重要指导。

首先,从发达国家经验看,政策法规先行是产业规范长远健康发展的关键,《意见》奠定了坚实的政策基础,将为虚拟电厂发展提供系统指引。

其次,《意见》明确了虚拟电厂参与市



场机制基本建设原则,将有助于发挥虚拟电厂的桥梁作用,带动需求侧海量的主体参与电力交易,增强交易主体多元性、创新交易品种、激发市场活力,为全国统一电力市场发展提供新兴助力。

再次,《意见》明确了虚拟电厂参与电力系统运行机制要点,将有助于推动虚拟电厂将单体容量小、分散的需求侧资源“化零为整、聚沙成塔”,为电力保供和新能源消纳贡献规模化调节潜力。

最后,《意见》倡导多元主体共同参与虚拟电厂建设运营,将有力推动虚拟电厂从试点示范转向商业化运营,为产业链上下游企业带来广阔的商业机遇,促进产业生态繁荣发展。

**中国能源报:**在《意见》制定过程中,主要考虑了哪些因素?

**黄碧斌:**《意见》编制充分考虑了虚

拟电厂当前面临的发展瓶颈,通过政策指导地方实践,将有效打通关键环节的堵塞点。

从规范发展来看,《意见》明确了虚拟电厂的定义和定位,有助于统一行业共识,减少区域间认识差异和标准的不一致性,便于行业围绕核心定义和定位,进一步细化相关规则。

从产业发展来看,《意见》通过设定明确的发展目标,提供切实的补贴激励,鼓励产业链上下游企业广泛参与,将会加快推动虚拟电厂及其关联产业规模化发展。

从参与市场来看,《意见》明确了参与市场机制的基本原则,促使各省份参照制定具体的规则,以便尽快让运营商获得稳定持续的收益,实现虚拟电厂的常态化运营。

从管理效能来看,《意见》明确要求各省要针对虚拟电厂建设、接入、调试、测试、上线等建设运营关键环节制定管理办法,后续将有助于提高工作效率。

## 试点示范向规模化发展过渡

**中国能源报:**您能否介绍当前虚拟电厂在我国能源领域的应用现状?

**黄碧斌:**虚拟电厂利用先进通信控制技术和管理手段,将一定区域内地理位置相对分散、难以直接调度的电力需求侧资源进行聚合优化,形成具备类电厂特性的新型主体,根据市场价格和控制信号参与电力市场交易和电力系统运行,能够在电力供需平衡中发挥调节价值。

我国虚拟电厂处于试点示范向规模

化发展过渡阶段。政策方面,国家层面近一年来出台的电力需求侧管理、电力市场、配电网发展、新型主体发展等相关政策中均有条款提及虚拟电厂,涵盖其发展方向、功能作用、参与市场方式等多个方面;山西、宁夏、上海、广东等省区根据本地虚拟电厂发展阶段和地方特色,出台了专项发展规划、管理办法,系统性推进发展。市场方面,《电力市场注册基本规则》将虚拟电厂单列为一种新型经营主体,山西、广东发布了虚拟电厂参与市场交易的细则,已基本明晰参与辅助服务市场、现货市场、政策性需求响应三种收益模式。实践方面,发电集团、电网企业、民营企业均在加速探索,国网冀北公司建设聚合大量蓄热型电锅炉错峰启动,为夜间大发的风电腾出消纳空间。上海奥动充换电虚拟电厂利用负荷侧可调节资源协助电网调频,展示了短时响应能力。山西风行测控虚拟电厂连续参与现货市场运行,实现持续性调节。

近年来,开展虚拟电厂业务的运营商大幅增加,据不完全统计,我国虚拟电厂最大调节能力已达到千万千瓦级。

**中国能源报:**在您看来,虚拟电厂发展有哪些机遇?如何抓住这些机遇?

**黄碧斌:**虚拟电厂是国家大力支持发展的新业态,部分省市出台激励与补贴政策促进其发展,随着电力市场建设的纵深推进,未来参与市场类型及收益渠道将得到进一步拓宽。这不仅能够激发需求侧的参与主体积极参与电力交易,也为分布式光伏、新能源汽车、储能等产业链的上下游企业带来了商业潜力,为能源技术和

业务模式的创新提供了源源不断的内生动力。

此外,提升核心技术水平和市场参与能力是虚拟电厂运营商发展重点。一方面,运营商需强化技术研发,提升负荷与新能源出力预测能力、复杂市场环境下的交易辅助决策能力、聚合资源实时调控能力,从而提升盈利水平。另一方面,运营商需要在发展虚拟电厂业务的过程中积累客户、技术、数据资源,延伸拓展节能、综合能源服务等业务,成为多维一体的综合能源服务商。

**中国能源报:**未来虚拟电厂将在哪些领域实现创新和突破?

**黄碧斌:**在数字化技术领域,虚拟电厂将依托人工智能算法,实现秒级的响应调度指令,提升系统的敏捷性和效率。同时,开发具有自我学习能力的高精度负荷预测模型,进一步优化能源管理。此外,深度融合5G通信技术,确保海量终端设备的实时交互和数据传输,为虚拟电厂的稳定运行提供技术支撑。

在市场交易领域,虚拟电厂将实现全面参与电能、辅助服务、需求响应等多类型市场,以及“日前、日内、实时”等多时间尺度市场和“省间、省内”等多空间尺度市场,充分发挥虚拟电厂灵活可调的技术特性,带动海量的需求侧小微资源参与市场交易,助力电力市场创新发展。

在商业模式方面,虚拟电厂将不断拓展“虚拟电厂+”的生态体系,发展“虚拟电厂+节能”“虚拟电厂+综合能源服务”等新型商业模式,丰富运营商的盈利渠道,为虚拟电厂的可持续发展注入新动力。