

虚拟电厂可以把分散资源聚沙成塔，提升电网对清洁能源的接入能力和消纳能力，促进电力供应的绿色低碳转型，是符合新型电力系统发展需要的重要方式。目前，我国的虚拟电厂仍处于由邀约型向市场型过渡的阶段，政策环境、市场机制等都已初具基础，但仍有一些痛点尚待消除。

虚拟电厂前景不虚

■本报记者 杨晓冉

新时代新征程新伟业

11月25日11时26分，华能浙江虚拟电厂1号机组顺利完成72小时试运行，这标志着全国首台(套)接入调度系统参与虚拟电厂实时响应调节的机组正式投产。据了解，该虚拟电厂目前总可调节容量8.38万千瓦。当可调节容量达到30万千瓦时，其调节能力相当于42万千瓦传统燃煤机组，每年可促进新能源消纳23.3亿千瓦时，节省原煤98.2万吨，降低二氧化碳排放187万吨，具有良好的经济效益和环境效益。

近期，多份国家政策文件提及虚拟电厂，均指出虚拟电厂在新型电力系统构建中的重要价值。与此同时，全国多地纷纷布局虚拟电厂示范项目。一时间，“虚拟电厂”的概念引起业内热烈讨论，呈现出“纸上升”景象。

在构建新型电力系统的过程中将如何发挥虚拟电厂的价值？我国虚拟电厂现阶段发展状况如何？未来该从哪些方面进一步挖掘潜力？记者就此进行了采访与调查。

各地积极试点 政策大力扶持

据了解，近期业内热烈讨论的“虚拟电厂”不同于常规的发电厂，它没有锅炉和烟囱，也不需要厂房和庞大的发电机；即便如此，它却可以参与到电力系统当中去，且任何分散资源都可能是其中的一员。“比如，您家屋顶上的光伏就可能是虚拟电厂的一分子。可以说，虚拟电厂正是大众参与电力行业和能源行业并为转型保供作出自身贡献的好机会。”全球能源互联网发展合作组织运行局运行分析处处长冯利民不久前在中国虚拟电厂发展前景展望和商业模式分析会上这样说。

记者了解到，虚拟电厂是一种分布式多类型能源资源聚合管理运行模式，通过智能管控平台，广泛聚合和优化各类分布式电源、储能系统、充换电站以及微电网、楼宇空调等多元化需求侧资源，把多类型、多能流、多主体资源以电为中心聚合起来，参与电网实时调度，实现电源侧的多能互补、负荷侧的柔性互动。“虚拟电厂还可以作为一个特殊电厂参与电力市场和辅助服务市场运营，促进资源优化利用，提升资源利用



华能浙江虚拟电厂值班人员正在监控接入资源运行情况。华能集团/供图

率和系统灵活性，真正形成能源的互联和高效运行。”浙达能源 CEO 蒋雪冬如是说。

近年来，我国在上海、江苏、浙江、广东等地相继开展了虚拟电厂试点，主要以工业负荷、商业楼宇空调负荷和居民侧负荷等负荷类资源为主，辅以储能、分布式光伏、自备电厂等资源，拓展出需求响应、调峰、调频、调压、备用等多种补贴收益方式。

今年8月，我国首家虚拟电厂管理中心在深圳成立；今年5月，国家电投深圳能源的虚拟电厂平台参与电力现货市场，获得平均度电0.274元的收益，成为国内首个虚拟电厂参与电力现货市场盈利的案例；2019年12月，国网冀北电力有限公司建设的泛在电力物联网虚拟电厂示范工程聚合优化了“源网荷储售服”智能控制技术和互动商业模式，将泛在可调节资源聚合为可与电网柔性互动的互联网电厂；2019年5月，江苏大规模源网荷友好互动系统示范工程以“源网荷储”的运营机制，实现了非工业柔性调控2715户、工业刚性调控1726户、主动需求响应20.8万户接入。“这些项目在削峰填谷、保障电网供需平衡、促进新能源消纳、提升能效管理水平、降低用能成本等

方面都取得了良好的示范效果。”中国电科院技术战略中心主任闫华光说。

在政策层面，国家发改委、国家能源局今年初发布的《“十四五”现代能源体系规划》明确，要大力提升电力负荷弹性，开展工业可调节负荷、楼宇空调负荷、大数据中心负荷、用户侧储能、新能源汽车与电网(V2G)能量互动等各类资源聚合的虚拟电厂示范。《上海电力调峰辅助服务市场运营规则》《第三方独立主体参与华北电力调峰辅助服务市场规则》等政策，均加速推动了虚拟电厂由邀约模式向市场化交易模式转型。

把分散资源聚沙成塔 促进源荷网良性互动

虚拟电厂为何受到业内追捧？

“今年以来，以新能源为主体的新型电力系统发展方向越来越明确，电网系统中高波动、高比例电力电子的新能源接入风险也随之日益突出。同时，电力市场化改革进程明显加快，与电网灵活性能力相关的交易品种明显紧缺。因此，虚拟电厂越来越

受到业内关注。”蒋雪冬分析。

“现阶段，用户侧的资源远远没有调动起来发挥作用。近年来，我国最高用电负荷持续攀升，但同时调节的空间和潜力也很大。未来，随着终端电气化水平的不断提升，用电设备类型的日益丰富，电力系统更需要虚拟电厂这种手段把电动汽车、空调、电锅炉等各类分散的资源聚合起来。同时，目前虚拟电厂还未形成固化的商业模式，其调节手段、调节路径、可发展模式等仍具有多种可能性，因此，业内对其探讨也较为热烈。”闫华光进一步指出。

业内专家认为，随着新型电力系统建设过程中清洁能源的大量接入，电力系统“双高”“双峰”特征进一步凸显，电网潮流方向多变，电网运行中的不确定因素将大幅增加。而虚拟电厂可以把分散资源聚沙成塔，提升电网对清洁能源的接入能力和消纳能力，促进电力供应的绿色低碳转型，是符合未来新型电力系统发展需要的重要方式。

闫华光指出，随着新型电力系统建设的不断推进，分布式可再生能源发电、电动汽车、温控负荷等用户侧资源将会持续快

速增长，通过聚合用户侧各类灵活性资源，将有力支撑新型电力系统建设：“一是通过参与电网运行，将会促进可再生能源的消纳；二是通过聚合体内部的优化组合，进行双向调节，实现削峰填谷，保障电网供需平衡；三是通过综合能源管理，提升用电效率，降低用能成本；四是通过多类灵活性资源的互联聚合，促进电、氢、气、冷、热等能源的耦合互补与互联互通，提升终端能源效率和供能可靠性。”

杭州数元电力科技有限公司董事长俞庆分析，“在新型电力系统架构中，电源侧将成为间歇性、波动性较强的灵活电源，单靠储能无法完全对冲发电波动风险。因此，负荷侧就需要虚拟电厂这样的手段来促进‘源荷互动’，这也是实现绿色电力最高效传输、配送、消纳的方法。”

潜力足空间大 配套亟需跟上

冯利民指出，从虚拟电厂的发展阶段来看，往往是从邀约型到市场型，再到自主型。“第一个阶段通常是由政府通过专项资金、特定合同、补贴刺激等手段激励。在第二个阶段形成明显规模市场效应后，虚拟电厂就可以通过参与电力现货、辅助服务市场获利。最后在整个行业发展成熟后，虚拟电厂系统就可以实现跨空间自主调度。”

有其他业内专家告诉记者，目前不管是从清洁能源接入规模，还是从市场成熟度，或是社会对虚拟电厂的认知来看，我国的虚拟电厂仍处于由邀约型向市场型过渡的阶段，政策环境、市场机制等都已初步具备一定的基础，但仍有待进一步推动。

在闫华光看来，由于电力用户资源的分散以及设备类型的多样性，想要将负荷侧资源聚合在一起本身就存在着一定困难。“即使能将设备聚合在一起，但不同类型的设备互联互通、协调配合仍是目前虚拟电厂聚合资源的痛点。比如，各类用电设备、设备云平台、用户侧能源管理系统与电网之间缺乏统一的互联互通信息接口，这在改造及调节上都有一定的困难。”此外，他还指出，因现阶段我国电力市场发展仍不成熟，电力市场辅助服务品种不够丰富，缺乏成熟的价格机制引导用户自愿将电力设备接入虚拟电厂聚合平台。

下转 7 版

复盘 2022 前瞻 2023

能源系统仍需促转型、稳基石、补短板、强韧性

——访国家发改委能源研究所原所长韩文科

■本报记者 张子瑞 别凡

源危机有何不同？

韩文科：过去，全球市场基本是统一的，能源供需紧张是全球性的，这种供需紧张体现为周期性，比如，油气投资下降致使油气价格高涨，在这种情况下，各国能够形成合力，抵御周期性影响。

与过去不同，去年以来在全球出现的能源供需紧张更多地体现为区域性。美国和中国的情况不一样，欧洲和中国的情况也不一样，每个区域和国家都呈现出了自己的特点。

受新冠肺炎疫情和俄乌冲突影响，造成了全球能源供应链断裂，出现了一些比较脆弱的环节，也客观上促成了能源供需紧张的区域性特点。

我国仍需提升 能源系统弹性韧性

中国能源报：面对今年全球能源领域出现的种种不确定性，我国的表现可圈可点，那么，底气来自于哪里？

韩文科：过去几十年，我国能源长期处于供不应求的状态，因此对提升能源保障能力有着更深刻的认识。同时，近年来，绿色清洁能源加速发展，能源转型稳步推进，使得我们在应对新冠肺炎疫情、极端气候等“黑天鹅”事件时能稳住阵脚。

在个别时段区域用电紧张现象出现后，主管部门迅速应对，出台了有力措施，比如，释放煤炭先进产能、把煤价控制在合理的范围内，充分利用电力市场等，在较短时间内有效缓解了用电紧张问题。

之前，我国提出以供给侧结构性改革为主线化解经济发展面临的困难和矛盾，如通过供给侧结构性改革增加了城市里的油气储备库等设施，在南方区域建设了一批煤炭储备基地。这些举措对于保障能源供应均起到了积极作用。因此，从供应端来看，我国的能源供应能力明显增强了，同时，我国能源需求侧响应能力同步提升，这使我们在应对能源领域出现的不确定性时更有底气。目前，我国已经形成了一套比较好的

应对能源供需紧张的机制，正是因为机制发挥了作用，所以，我们在应对能源供需紧张时，比其他国家更加从容。

当然，我们也暴露出一些短板，需要在发展中进一步补齐。

中国能源报：您刚才提到的机制主要指什么机制，这一机制是如何发挥作用的？

韩文科：我所说的机制主要有这么几点：第一，我们把能源的需求控制在一个合理的范围内。中央提出建设资源节约型、环境友好型社会就是为了把能源的需求控制在合理的范围内，通过“双控”等措施，抑制不必要的能源需求过快增长。举例说，过去盖了好多房子，但是卖不出去，没有人住，钢筋水泥都是依靠高碳能源生产的，造成了极大的能源浪费。现在，这种不必要的能源消耗变少了。

第二，持续的多元化供应能力不断增强。在油气方面，“三大油”不断增加投资，稳定产量；在煤炭方面，虽然进行了去产能，但去掉的是落后的产能，同时释放出很

多先进产能；在清洁能源方面，水电项目、核电项目按照合理节奏稳步推进，风能、太阳能装机领跑全球。

第三，这些年我国着力推进生态文明建设，治理大气污染，同时对能源价格的形成机制也进行了多次改革，使能源的价格保持在一个可承受的范围内，避免了像欧洲那样，居民用电价格上涨十几倍的情况。

中国能源报：刚才您也提到了短板，立足明年和未来一个时期，我们亟需补齐的短板有哪些？

韩文科：从不断发展的角度来看，我们确实仍有一些短板需要进一步补齐。

例如，去年和今年部分时段出现的区域供电紧张，表明我们的电价疏导机制仍然不畅，过去更多强调通过行政的手段疏导电价，而没有充分利用市场机制来疏导电价，造成了煤电矛盾。

下转 7 版