

高温大考下的城市“隐形电厂”： 虚拟电厂如何改变我国能源保供逻辑

■中国城市报记者 康克佳

继7月10日全国用电负荷突破15.18亿千瓦后,7月14日全国用电负荷再创新高,达到15.51亿千瓦。此时距入伏仅过去两天,40天的超长三伏天保供大考才刚刚拉开序幕。傍晚时分,全国用电负荷随气温回落稳步下行,一场覆盖全国的无感调度悄然完成:写字楼空调统一调高1摄氏度、数据中心错峰转移非紧急算力、公共充电桩临时下调充电功率,全程未影响群众生产生活,电网平稳度过又一个尖峰时刻。

支撑这场柔性调节的,除了满发稳供的传统电源、2.78亿千瓦容量的跨区跨省输电通道,还有一座看不见的“隐形电厂”——虚拟电厂。无需建厂、不耗燃煤,这座扎根数字网络的新型电厂,正推动我国能源保供从“源随荷动”转向“源荷互动”,从“基建扩能”转向“效率挖潜”,进入跨区域、多场景的规模化应用新阶段。

负荷新高背后的保供之变

本轮用电负荷冲高并非突如其来,今年4月,国家能源局相关负责人曾表示,预计2026年全国最大电力负荷在15.75亿千瓦至16亿千瓦区间,较去年极值增长7000万—9000万千瓦左右,若出现大范围极端高温天气,最大负荷可能超过16亿千瓦。

与以往不同的是,今年的负荷增长呈现出鲜明的“双轮驱动”特征:一方面是持续高温带来的制冷负荷刚性增长,另一方面则是数字经济爆发带来的算力用电激增。以上海为例,国网上海电力预计今夏最高用电负荷预计达4400万千瓦,极端天气下可达4600万千瓦,其中智算中心正以年均1.2倍的速度增长成为最大增量

来源。

尖峰负荷持续走高,让传统基建扩能的保供模式经济压力凸显。“传统保供模式下,应对尖峰负荷主要靠新建电厂、扩容电网。”胡杨新能源创始人卢洋表示,若通过新建火电厂实现5%峰值负荷调节能力,需投资4000亿元,而通过虚拟电厂聚合需求侧资源实现同等能力,仅需500亿至600亿元,成本仅为传统模式的1/7到1/8,“这不仅是经济账,更是安全账、生态账。”

虚拟电厂的调节价值也得到了国家层面的认可。2025年3月,国家发展改革委、国家能源局联合印发《关于加快推进虚拟电厂发展的指导意见》,这是我国首份针对虚拟电厂的国家级专项政策文件,明确提出“两步走”发展目标:到2027年,全国虚拟电厂调节能力达到2000万千瓦以上;到2030年,调节能力突破5000万千瓦以上。

顶层设计的出台让虚拟电厂从地方试点的“盆景”加速变为全国推广的“风景”。今年3月,国家能源局将虚拟电厂纳入能源行业标准重点支持方向,覆盖市场准入、辅助服务市场等核心领域。北京、上海、江苏、浙江、广东、山东等20余个省份相继出台配套政策,一场覆盖全国的“虚拟电厂建设热潮”正在这个负荷屡创新高的夏天迎来实战检验。

重构能源保供逻辑

虚拟电厂的规模化应用,带来的不仅仅是调峰手段的丰富,更有保供逻辑的转变。

“传统电力系统是发多少、用多少的单向思维,电源跟着负荷走,哪里缺电就哪里建电厂、架线路。”电力规划设计总院能源政策与市场研究院副院长凡鹏飞认为,虚拟电厂打破

了这一定式,通过数字化将海量分散的用户侧资源转化为系统调节能力,实现了从“源随荷动”到“源荷互动”的根本性转变。

这种转变在今夏迎峰度夏中直观可见:过去各地最关心“电源不够、线路卡不卡”,如今越来越多城市开始测算“可调负荷有多少、响应速度有多快”。浙江2025年夏季实践已验证了新模式的效力:28家虚拟电厂运营商参与,二级用户达7120户次,单日最大响应负荷92万千瓦,累计响应电量超1000万千瓦时,多次化解局部供电紧张风险。

上海的探索更进一步,全市虚拟电厂累计接入71家运营商,可调能力281.6万千瓦,规模相当于一座大型燃煤电厂。今年入伏之际,国网上海电力组织16家数据中心完成国内首次“全方式”规模化算电协同实测调用,两小时内最大压减负荷9.78万千瓦,跑通了柔性负荷调节、备电柴发切换、算力跨域转移三类协同路径,让数据中心从“用电大户”变身“调节能手”。

更深远的意义在于,虚拟电厂为高比例新能源接入提供了全新解决方案。我国风光发电装机已突破12亿千瓦,约每3度电就有1度来自风光,但新能源“靠天吃饭”的特性给电网平衡带来巨大挑战。“新能源大发时,虚拟电厂可作为负电厂吸纳多余电力;出力不足时,又可作为正电厂释放调节能力。”中国电力企业联合会党委书记、常务副理事长杨昆解释,这种“双向调节”能力是传统电厂不具备的,也是新型电力系统最需要的灵活性资源。

在算电协同的新赛道上,虚拟电厂的枢纽价值更加凸显。AI大模型爆发带来的算力用电激增,一度被视为保供新压力,但通过虚拟电厂聚合

调度,海量数据中心反而成为最优质的可调负荷。南方电网数字电网研究院副总经理郭晓斌表示,虚拟电厂打通了算力与电力系统的双向信息链路,将分散的算力集群整合为规模化调节能力,助力算力负荷实现经济、绿色、可靠性三重价值提升。

规模化发展仍待破局

尽管今夏表现亮眼,但我国虚拟电厂仍处于从试点示范向规模化商用过渡的关键阶段,前路并非坦途。

“当前虚拟电厂发展仍面临三重挑战:政策机制碎片化制约跨区域协同,市场交易规则不完善阻碍商业闭环形成,技术标准不统一增加系统整合成本。”日前在四川成都召开的2026虚拟电厂落地实践研讨会上,中国能源研究会监事长、国家能源局原总工程师韩水直指行业痛点。

记者在采访中了解到,虚拟电厂参与电力市场仍存在“身份门槛”。国家层面虽已明确其新型经营主体地位,但落地中各地准入规则不统一、交易品种有限、补偿标准偏低等问题依然存在。一位不愿具名的业内人士透露,部分地方的虚拟电厂仍靠政府补贴生存,未形成可持续商业模式,个别试点项目因达不到辅助服务考核标准,还面临罚款风险。

国网能源研究院高级研究员吴潇雨表示,虚拟电厂发展需理顺“聚合商—用户—电网”三方利益分配机制。“用户为什么参与调节?聚合商为什么投平台?电网为什么开接口?核心是让各方都获得合理收益。”他认为,随着全国统一电力市场体系加快建设,这些问题将逐步解决。

技术层面的挑战同样不容忽视。虚拟电厂聚合的资源种

类多、数量大,小到居民智能空调,大到园区储能电站,通信协议不统一、响应速度不一致、调节精度难保证等问题,都考验着平台技术能力,要实现秒级响应、精准控制,对5G、物联网、AI算法都提出了很高要求。

“虚拟电厂的发展,从来不是单一主体的孤军奋战,而是全产业链的同频共振。”中国能源研究会虚拟电厂专委会主任委员、清华大学电机系主任康重庆说。业内普遍认为,未来行业将呈现算电协同常态化、资源聚合多元化、市场交易深度化、运营模式商业化、管理调度数智化五大趋势。

AI赋能打开成长空间

AI技术的深度应用,正在为虚拟电厂打开新的想象空间。国网浙江电力正高级工程师张锋表示,算力与电力的深度耦合融合,已成为虚拟电厂多元资源协同优化的全新突破口,是破解零碳园区能源供需错配、算力产业高碳属性、园区运营盈利乏力等行业痛点的核心方案之一。

从深圳的“灵曦”到青岛的算电协同AI平台,人工智能已渗透到虚拟电厂负荷预测、优化调度、交易决策的各个环节。“未来的虚拟电厂一定是AI驱动的多智能体系统,能够自主感知、自主决策、自主执行,真正成为电力系统的智慧大脑。”卢洋说。

三伏天的高温还在继续,而这些隐匿于城市中的虚拟电厂依靠数字技术打通千家万户、产业园区、算力中心的用电资源,以轻量化、低碳化方式筑牢城市能源安全防线。随着政策、市场、技术体系持续完善,虚拟电厂将持续释放调节潜力,为我国新型电力系统建设、能源绿色低碳转型提供坚实支撑。



今年1—6月份全社会用电量同比增长5.3%

本报讯(记者康克佳)7月15日,国家能源局发布6月份全社会用电量等数据。6月份,全社会用电量8981亿千瓦时,同比增长3.7%。

从分产业用电看,第一产业用电量136亿千瓦时,同比增长2.0%。第二产业用电量

5734亿千瓦时,同比增长4.7%;其中,工业用电量5683亿千瓦时,同比增长4.9%,高技术及装备制造业用电量1121亿千瓦时,同比增长10.3%。第三产业用电量1860亿千瓦时,同比增长5.6%;其中,充换电服务业、互联网数据

服务用电量分别为148亿、91亿千瓦时,增速分别达到57.1%、41.4%。城乡居民生活用电量1251亿千瓦时,同比下降3.1%。

1—6月,全社会用电量累计50999亿千瓦时,同比增长5.3%。

从分产业用电看,第一产业用电量711亿千瓦时,同比增长4.9%。第二产业用电量33057亿千瓦时,同比增长5.1%;其中,工业用电量32760亿千瓦时,同比增长5.3%,高技术及装备制造业用电量6008亿千瓦时,同比增长

9.8%。第三产业用电量9916亿千瓦时,同比增长8.0%;其中,充换电服务业、互联网数据服务用电量分别为810亿、494亿千瓦时,增速分别达到56.9%、44.0%。城乡居民生活用电量7315亿千瓦时,同比增长3.1%。