

建设虚拟电厂赋能新型电力系统建设

■ 本刊编辑部 耿立宏 冯义华
国网嘉兴供电公司 孙志鹏 朱 晔 杨玉锐

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央统筹两个大局、统筹发展与安全，提出“四个革命、一个合作”能源安全新战略，推进能源消费革命、供给革命、技术革命、体制革命，全方位加强国际合作，推动我国能源生产和利用方式发生重大变革，能源生产和消费结构不断优化，能源利用效率显著提高，生产生活用能条件明显改善，能源安全保障能力持续增强，为打赢脱贫攻坚战和全面建成小康社会提供了重要支撑。

2021年国务院发布的《2030年前碳达峰行动方案》中明确提出，引导虚拟电厂参与新型电力系统灵活调节。此后虚拟电厂政策催化显著加速。2022年《“十四五”现代能源体系规划》中提到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台的虚拟电厂示范。

逐绿而行，绘就城乡高质量发展美丽底色。2022年以来，为充分拓展可调节资源助力能源电力保供稳价，嘉兴市委市政府在全省率先打造“光伏+储能+虚拟电厂”“三位一体”

综合示范项目，国网嘉兴供电公司积极推动光伏、储能、空调等资源建设，搭建嘉兴市虚拟电厂管理平台，灵活管理储能、空调、5G基站、充电桩等可调资源，进一步缓解电网短时供需紧张，提高了新能源利用效率，助力绿色用能。

主要做法与成效

国网嘉兴供电公司与嘉兴市（县）发改、经信等部门密切合作，联合推出空调、储能和虚拟电厂建设等各类支持文件18项，共同推进“三位一体”项目进程。截至2024年4月已推动新建储能21万千瓦，新增光伏并网94.69万千瓦，完成虚拟电厂平台建设上线运行。

开展全面化论证，确保平台“搭得好”。国网嘉兴供电公司通过调研学习国内外虚拟电厂建设先进经验，实地考察了解深圳虚拟电厂建设模式，充分结合嘉兴能源资源禀赋以及现有平台资源，研究设计了嘉兴市虚拟电厂管理平台建设方案，并促请市发改委邀请行业领域专家、相关平台方开展方案评审论证，为平台建设找准方

向。前期开展平台论证会3次，对平台建设的可行性、科学性以及相关建设内容进行了充分论证。通过拓展光伏+工业领域应用，推动太阳能系统与工业建筑深度融合发展；加快光伏整县规模化开发，打造了国家级海盐、省级南湖、秀洲、嘉善、平湖、海宁、桐乡等地区的整县开发；充分应用大用户屋顶资源，35千伏及以上大用户建筑面积大，且用电量多，对光伏建设需求较高；打造光伏规范化建设体系，从规范接入、平滑出力、调控无功、预测出力、治理谐波5个环节对光伏建设进行规范化管理。

推动规模化接入，确保资源“聚得拢”。国网嘉兴供电公司通过促请政府出台文件，要求全市范围内的光伏、储能、空调、5G基站、充电桩等资源全部接入虚拟电厂管理平台。目前，嘉兴市发改委、经信局、嘉兴公司三方已联合发文《关于规范新型储能项目建设的通知》，明确全市储能资源须接入虚拟电厂管理平台，并已制定针对不同资源的数据接口规范，接口规范将由市发改委随《关于做好嘉兴市虚拟电厂管理平台数据接入工作的通知》

一同发文，为数据接入提供标准化文件。截至2024年4月，嘉兴市虚拟电厂管理平台已接入9个负荷聚合商平台，接入容量561.17万千瓦，其中光伏资源477.3万千瓦、空调资源69.96万千瓦、储能资源10.18万千瓦、5G基站1.74万千瓦、充电桩资源1.99万千瓦。

国网嘉兴供电公司通过推进电源侧储能项目建设，积极倡导火电、核电合理配置新型储能，提升常规电源调节能力；助力推动系统友好型新能源电站项目建设。推动电网侧储能合理化布局，在电网关键节点布局电网侧储能，建设一批移动式或固定式储能。鼓励用户侧储能多元化发展，倡导围绕分布式新能源、5G基站、充电设施等终端用户，探索“储能+”多元融合发展新场景。开展多能互补一体化试点，融合电源侧、电网侧、负荷侧、储能侧等多种资源，开展源网荷储一体化试点。创新储能运营商业模式，创新实施“第三方投资、用户提供场地、供电企业搭建平台”的三方合作储能投资模式。

开展精细化管控，确保资源“控得住”。国网嘉兴供电公司通过开发“应急支撑”功能，实现对下级聚合商直接下达调控指令。掌握下级聚合商平台数据采集、传输方式及采集频度，确保数据上传准确性及可信性。开展资源调控实战演练，验证调控效果。在2023年迎峰度夏保供工作中，通过虚拟电厂平台向空调平台下达调控指令，完成对空调资源最大调控负荷2.42万千瓦；开展对储能资源实战调控演练8次，调控效果显著，实现在分钟级内完成负荷调控目标。

创新空调柔控技术路线，借鉴学习省公司分钟级可调楼宇建设和重庆空调负荷柔控技术方案，形成自成一派的标准化技术方案，建设成本压降约22%。



高效推进柔控能力建设，打造“供电所排摸勘察、产业单位备货安装、公司员工自主调试”的协同作战模式，效率提升213%。科学实施空调负荷调控，搭建嘉兴空调负荷管理平台，实现中央空调资源可观可测可调控。

实施效果

将分布式电源、储能等资源聚沙成塔，缓解电力供需矛盾。既没有高耸的烟囱、成片的厂房，也不消耗煤炭等燃料，虚拟电厂看不见、摸不着，

却具有实体电厂的一些属性，例如提供调峰等服务。虚拟电厂管理平台负责人介绍，虚拟电厂是将分布式电源、电力用户、储能、电动汽车等资源聚合起来，通过协调优化控制，既满足用户自身用能需求，又参与电力系统运行、电力市场交易的智慧能源系统。

平抑新能源发电的波动，提升安全保供能力。嘉兴地区新能源装机规模占比高，2024年嘉兴新能源装机容量达到548万千瓦，光伏最大出力287.9万千瓦，最大出力超全社会最高

负荷的23%，日间光伏负荷波动可达100万千瓦，新能源出力占比高、波动大，且分布分散。新能源发电“靠天吃饭”的短板，给电网稳定运行带来挑战。虚拟电厂不仅可以帮助挖掘需求侧的负荷潜力，还能从电源侧提高新能源的利用效率。依托虚拟电厂，在光伏发电能力较强时，通过储能消纳多余电能，在光伏发电能力不足时补足缺口，形成合力。虚拟电厂可以帮助电网消纳更多波动性强的新能源，从而提升电力系统实时平衡和安全保供能力，助力绿色用能。

发挥虚拟电厂枢纽作用 保障电网安全稳定运行

“光伏+储能”蓄力，提升新能源利用效率。国网嘉兴供电公司全力支撑公共建筑、居民屋顶等“光伏+”八大重点领域应用发展，创新开发“光伏医生”数据产品，聚合通信运营商、铁塔公司等5G基站储能资源并纳入统一管理，完成4897座基站智能化储能系统改造，联合政府、企业推进空调负荷柔性管控行动，聚合空调资源池

33.6万千瓦。

虚拟电厂，强化源网荷储协调互动。国网嘉兴供电公司搭建嘉兴市虚拟电厂管理平台，接入6个市级负荷聚合商平台和3个县级虚拟电厂管理平台，涵盖储能、空调、充电桩、光伏等资源561.17万千瓦，削峰、填谷能力分别达28.01万千瓦、23.76万千瓦，实现全区域、全时间尺度负荷资源分层分级精准调控。

深化电力数据赋能，实现负荷精细化管理。政企协同，持续挖掘全社会的可调节负荷资源并统一接入市域虚拟电厂管理平台，实现全市可调资源的全量接入、统一调控，逐步形成覆盖常规缺口规模的可调能力，力争通过虚拟电厂管理平台实现主动负荷管理，平稳度过今夏明冬。

探索辅助服务模式，助力平台持续发展。推动政府出台虚拟电厂参与负荷调节相关的补贴机制，提升用户参与需求响应积极性。深度研究电力辅助服务、现货交易等市场规则，构建连续性、常态化交易机制，发挥虚拟电厂管理平台枢纽作用，撮合并指

导平台中的聚合商参加市场交易，不断拓宽虚拟电厂管理平台的应用范围。

协同出台调控机制，做实做细负荷调控。国网嘉兴供电公司营销部将联合市公司调度中心，基于嘉兴虚拟电厂平台资源概况和调控策略，共同出台嘉兴市负荷调控机制，发挥虚拟电厂平台支撑电力调度系统的支柱作用，保障电网安全稳定运行，助力地方经济稳进提质。

虚拟电厂，能力不“虚”。据悉，“十三五”时期，我国就已经开展了虚拟电厂试点工作，部署多个虚拟电厂项目，获得了大量经验。《“十四五”现代能源体系规划》提出，要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、新能源汽车与电网能量互动等各类资源聚合的虚拟电厂示范。

国网嘉兴供电公司介绍，目前我国虚拟电厂发展整体仍处于初期阶段，未来发展还有不少难题需要解决。

“当前的市场机制还不完善，更多的是邀约型，由政府部门或调度机构牵头组织、各个聚合商参与，尚未建立成熟的商业模式，需求侧负荷以及发电侧资源参与意愿不强。”由此建议，完善金融、财税等支持政策，因地制宜建设不同资源组合的虚拟电厂项目，积累更多示范经验；加快电力现货市场、辅助服务市场建设，通过价格信号为虚拟电厂参与电力系统调节提供相应的经济补偿，提供多样化的成本回收途径。

据介绍，当前缺乏虚拟电厂相关的规范标准，各类设备及负荷聚合商的通信协议不统一，数据交互壁垒高、不顺畅，也增加了建设难度和成本。需要加强虚拟电厂标准建设，提高标准体系的完整性、交互性、兼容性，为各环节紧密衔接提供相应规范。■

