

基于在综合能源服务方面的优势，除了电力以外，国网综能服务集团的虚拟电厂将热、冷、气甚至水等资源作了统筹考虑。

国网综能服务集团： 以“合”制胜

文 / 本刊记者 张琴琴

今夏，重庆高温天气的范围和强度创这个直辖市的历史之最，电力保供任务之艰巨前所未有。重庆举全社会之力挖掘电力保供潜力，其中有1525栋楼宇的中央空调参与了需求侧响应，单日最大压降负荷为15万千瓦。

这背后，有着国网综合能源服务集团有限公司（以下简称“国网综能服务集团”）的身影。自2020年以来，国网综能服务集团设计研究院协同国网重庆电力，为这1525栋楼宇中央空调系统的柔性调控提供整体支撑保障——这在今夏的电力保供中发挥了作用。

这种基于可控负荷的需求侧响应

是虚拟电厂的一种初级形式。

国网综能服务集团于2019年11月启动虚拟电厂建设，从2021年11月投运至今，聚合了60万千瓦内外部可调资源参与多地辅助服务市场，累计调峰贡献5469.74万千瓦时，减少二氧化碳排放5.2万吨。

国内虚拟电厂尚处于初级发展阶段，国网综能服务集团定位于建设国内最大虚拟电厂，持续探索虚拟电厂建设运行模式。

用好政策红利，于华北起步

国网综能服务集团加快建设虚拟电厂与华北区域的能源资源情况和相关政策出台密不可分。

2019年，华北地区的分布式能源（分布式光伏电站、分散式风电站、生物质发电站等）装机容量屡创新高，在能源供应中占比逐年扩大。同时，京津唐地区存在大量电动汽车、分布式储能以及楼宇空调、电采暖、工业园区等负荷侧泛在调节资源。根据统计，京津唐地区2018年年底电动汽车保有量约40万辆，其中北京约23万辆；储能资源超过20万千瓦，空调保有量约8000万台，电采暖用户达163万户。

2019年年底至2020年年初供热期，华北电网供热机组装机18289万千瓦，占火电装机比例为73%，提高约2个百分点；京津唐电网供热机组装机5137



>> 京张奥园区综合能源服务项目现场一角。

参与华北电力调峰辅助服务市场规则（试行2020版）》，提出虚拟电厂可参照聚合、分类方式参与调峰市场。

庞大的电力生产端和消费端资源，叠加政策红利，国网综能服务集团按照国家电网网荷储行动计划任务要求，在华北分部指导下，基于自主投资在运综合能源服务项目，于2019年年底启动负荷侧电力辅助服务市场资质建设和虚拟电厂能力建设。

国网综能服务集团虚拟电厂的建设目标有三：一是聚焦主责主业，探索新型电力系统建设，服务电网稳定运行；二是提高集团的生产能力，提升项目的生产运行水平，为综合能源项目投资出谋划策；三是面向用户方面，发挥国企担当，依法合规、公平公正为用户节能增效。

做友好界面，统筹电热冷气水

“安全运行632天，太阳能产水量23880.73吨，二氧化碳减排量405.33吨……”8月9日，在华北电力大学北京校部综合智慧能源系统大屏上实时显示着用能数据。这套系统由国网综能服务集团投资建设运营，服务华北电力大学北京校部用能需求，建设多能互补的热水供应系统和综合智慧能源系统，不仅解决了学生生活用水问题，也帮助校方实现了能源数据智慧管理，节约了用能成本。

位于河北张家口宣化区的京张奥科技园区是一个以现代物流及跨境电子商务、冬奥冰雪产业和绿色节能环保为主导的产业基地。京张奥综合能源服务项目由国网综能服务集团下属

万千瓦，占火电装机比例为77%，提高约2个百分点。

新能源装机规模迅猛增长，电网调峰压力逐渐加大，在电源侧调节资源潜力挖掘进入瓶颈期的情况下，迫切需要引入负荷侧可调节资源参与电网运行，将电网调度模式由“源随荷动”转变为“源网荷储协同互动”。

一系列鼓励虚拟电厂建设的政策陆续出台。

2019年11月，华北能监局发布《第三方独立主体参与华北电力调峰辅助服务市场试点方案（征求意见稿）》，提出虚拟电厂可以参与电力调峰辅助服务市场。2020年11月11日华北能监局印发《第三方独立主体

的国泰绿色能源有限责任公司实施，利用园区建筑物屋顶建设光伏发电系统、清洁能源供热系统和供水系统，同时建成智慧能源综合服务控制系统，为园区提供电、暖（冷）、水等能源集约优化服务，打造园区级综合能源管理体系。该项目已于2021年12月接入国网综能服务集团虚拟电厂，参加华北电力调峰辅助服务市场，发挥负荷侧调峰作用，累计促进新能源电量消纳93.786万千瓦时。

基于在综合能源服务方面的优势，除了电力以外，国网综能服务集团的虚拟电厂将热、冷、气甚至水等资源做了统筹考虑。

目前，国网综能服务集团已在多个大学校区和工业园区投建了多能互补的综合智慧能源系统，未来这些项目也都会作为负荷侧资源接入国网综能服务集团的虚拟电厂。

打造核心能力， 提升生产运营水平

2022年8月，国网综能服务集团虚拟电厂实现调峰市场交易辅助决策功能，主要包括负荷预测、电价预测和交易策略。

据国网综能服务集团生产建设部运行交易工作负责人王婧介绍，经过一个月的测试，以国网综能服务集团在运的一个小型生活热水综合能源服务项目为例，该项目总负荷为500千

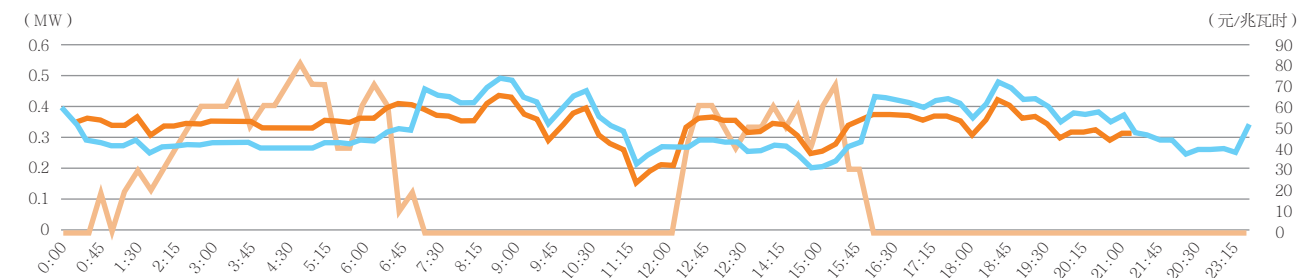
瓦，全天24小时运行，负荷预测精度可达到90%，电价预测精度可达到89%。根据预测的负荷和电价，在高电价时段向上调整用能曲线，在非补贴时段向下调整用能曲线，在保证全天热水需求的情况下，预估可增加收入24.5元/天，每年可增加收入3303元，促进新能源消纳1.21万千瓦时，减少二氧化碳排放约12.1吨。据此预测，虚拟电厂每100兆瓦资源预计每年可在原有辅助服务市场收入基础上增加收入66.1万元，增加新能源消纳约243万千瓦时，减少二氧化碳排放约2430吨。

我国虚拟电厂建设还处于初级阶段，虚拟电厂聚合的资源集中在负荷侧。下一阶段虚拟电厂将大力推进分布式光伏等资源的接入聚合，同时，储能将成为虚拟电厂中重要的灵活性资源。国网综能服务集团也在积极做这方面的储备工作，储能项目已逾5吉瓦时，综合能源项目覆盖全国。

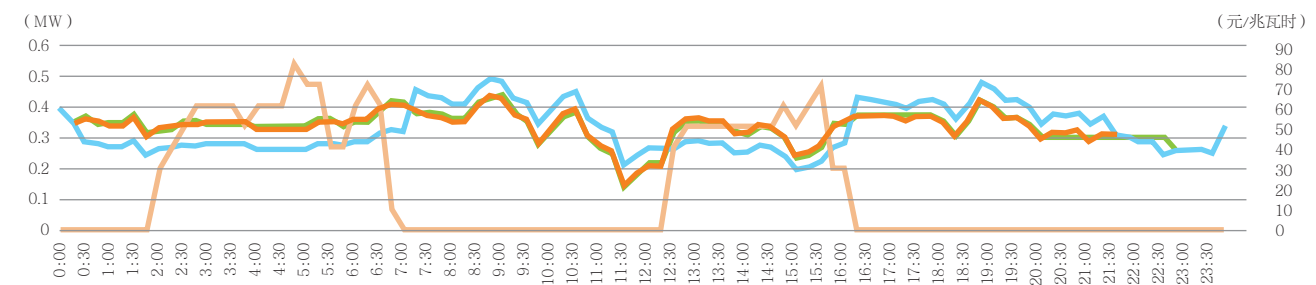
参与标准制定， 促进源网荷储协同

目前，国网综能服务集团已在筹备参与山西、西北辅助服务市场能力，预计今年11月底具备参加华中辅助服务市场能力。除了辅助服务市场，国网综能服务集团虚拟电厂还可以实时监测接入用户的运行情况，结合减碳需求，为用户提供整体用能方案。

某生活热水项目负荷预测及交易策略预测



某生活热水项目实际负荷、实际电价及交易策略对比



>> 资料来源：国网综能服务集团提供

国网综能服务集团虚拟电厂于2021年实现APC功能。APC功能主要实现电网、虚拟电厂、用户可控负荷三级实时协调互动，可以提升虚拟电厂参与电力市场的技术能力，为用户参与日内与实时辅助服务市场创造了技术条件，扩展了用户盈利空间。

目前我国虚拟电厂尚无国家、行业层面标准，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，增加了建设难度和成本。

国网综能服务集团积极参与虚拟电厂相关标准的制定，2020年参与国家电网公司《可调节负荷资源接入调控技术规范》企业标准的编制，2021年参与了中电联《可调节负荷并网运行与控制技术规范》行业标准的编制。

国网综能服务集团在虚拟电厂方面的科研成果颇丰，包括《基于综合能源运营的虚拟电厂关键技术应用及运营模式研究》《基于虚拟电厂的综合能源系统建模及多元化互动技术研究

研究》《客户侧柔性资源互动运营与交易支撑技术研究》《基于多元互动的零碳微网综合能源管控技术研究及引用》等等。

当前，国网综能服务集团的虚拟电厂是作为集团生产运行的主要技术手段，支撑在运项目参加属地辅助服务市场和电力市场。在王婧看来，虚拟电厂不只是实现源网荷储协同的技术手段，未来还可以支撑多种业务的发展，商业化道路将越走越宽。□