

# 电热协同、跨网互济,系统统筹不可或缺

## ■ 史文博

城市清洁电热协同网是适应我国国情而提出的一种综合能源基础设施形态。其作为一种新兴模式,具有长产业链、强专业性、相关要素高度集成的特点,实践落地还有待加强战略规划与系统统筹。而构建“政产学研用协同”多方协作的城市清洁电热协同网推进体系,对于打造具有高经济性的城市低碳能源发展新路径具有积极现实意义。

城市清洁电热协同网解决方案致力于实现低品位余热“应用尽用”,通过一系列电热转换低碳技术的聚合,将以往这些或被忽视、或较难利用的低品位能源有效整合到供能系统中,大幅提高化石能源利用效率。更进一步讲,清洁电热协同网在提高

供热领域电气化率的同时,通过建立新型电热互动关系,将为构建新型电力系统提供灵活性资源支撑。

在近日发布的《2030年前碳达峰行动方案》中,“余热”一词在不同章节共出现5次,可见我国在战略层面已经对余热利用的巨大价值予以重视,清洁电热协同网作为一种实现低品位余热高质量利用、助力构建资源循环型产业体系的新兴模式也将迎来重要发展机遇。但目前,其发展还面临以下挑战:

一是专项规划和政策体系尚未形成。虽然目前我国明确支持低品位余热发展,但由于缺乏专项规划和系统统筹,具体落地中仍存在较多障碍。例如,对工业低品位余热资源量、供需适配情况目前掌握信息还较少,缺乏下一步开展工作的基础。在项

目规划建设,是否在园区规划中将余热资源化利用作为重要考虑、政府在项目审批上如何界定、对所需土地资源规划的支持等均对落地进程具有重要影响。此外,对于电热协同网收费模式的明确、与传统能源基础设施的融合与公平竞争、对利益相关者的统筹协调、提高公众的了解度等问题也需要着重考虑;

二是整合相关技术与要素的工程应用模式尚未建立。技术上,尽管清洁电热协同网的核心技术已较为成熟,但要实现涉及电力、热力、建筑、生产工艺、数字技术等的一系列新兴技术的工程集成应用,还需要加强多主体跨领域协作研发。管理上,由于清洁电热协同网相比传统供能模式具有有用成本低和节能减排效益好、但初始投资成本高的特点,需要创新投资

建设运营模式。此外,由于清洁电热协同网将大量具有波动性的低品位能源整合到系统中,并开展电热协同互补,将带来运营管理上的复杂性。如何在保证供给稳定的同时提高效率,并在热力交易、电力交易、碳市场交易等多种交易实现收益模式最优化,需要数字化支撑和运营模式优化,有待进一步的实践探索。

为此,笔者建议:  
首先,应通过试点示范先行探索清洁电热协同网模式,在条件成熟后出台城市清洁电热协同网专项规划。应充分重视电热协同网在工业领域的巨大应用价值,在园区循环化改造等工作中加以应用。此外,也可选取火力发电厂、能源密集型企业与工业园区临近地区开展试点工作。注重构建“政产学研用协同”联调联动的推进体

系,疏通电热协同网在技术应用、运营监管相关方面的难点堵点,采用EMC、BOT、PPP等投资建设运营模式,加大绿色金融支持力度,探索形成可复制可推广的应用模式;

其次,加快低品位热能资源量和供需适配方面的摸底,并着手制定近邻计划。低品位热能供给侧与需求侧的空间距离对于清洁电热协同网成本具有重要影响。工业发达地区应尽早开展相关摸底,并在国土空间规划、城乡建设规划、园区规划、招商引资等方面将低品位热能利用因素纳入其中,以系统性的供需资源优化配置为清洁电热协同网落地创造良好条件。

(作者系国网(苏州)城市能源研究院战略中心研究员)

## “电热协同网”为城市能源革命提供新思路

### ■ 殷俊平 史文博

城市碳达峰碳中和愿景下,基于工业低品位余热构建城市清洁电热协同网,实现“电热协同、跨网互济”,为城市能源革命探索新路径。

其关键在于:一是电热转化。在新一代电热转化技术支撑下,将以往废弃的工业低品位余热等低品位热能进行整合,变成可用资源;二是电热协同。以电热转化技术为核心、以智慧化手段为支撑实现电热之间的协同互补,将在提高供能稳定性的同时有望为构建新型电力系统提供低成本灵活性资源。

(一)挖掘工业低品位余热价值,基于电力驱动开展新一代供热技术应用。

在电热协同网场景中,当前最新的工业电热系统COP能达到8以上,远高于空气源热泵,在工业、建筑供热中有巨大应用价值。

然而,目前我国电热泵在工业中应用极少,以空气源热泵、地源热泵等为主。主要原因:一是技术限制。纺织等行业余热理论上可回收后使用电热泵升温实现现场再利用,但所需要的高温电热泵技术难度较高,以往技术不成熟而限制了其应用;二是缺少在工业余热再利用的有力推动。在不能就地利用的场景中,由于余热与终端用户存在距离、余热波动性等因素,需要跨主体协作,难度较大。

清洁电热协同网在已经掌握了工业高温电热泵等核心技术的基础上,除了加强工业余热现场回收利用,还将建设低温热网实现低品位热能的输配,打破余热“产”“用”空间障碍,在热网终端为用户提供个性化、高质量的供热服务。对于工业用户可考虑配置高温电热泵,以此为主要热源生产蒸汽供工业使用;对于建筑用户,可采用高效电热泵技术,实现高效低碳化供热。

(二)结合蓄热技术,实现供能稳定的同时提供更低成本的电力灵活性资源。

工业余热的波动性是其难以应用的重要因素。对此,应用电蓄热技术,利用低谷电价电力制热,并储存在蓄热装置中,从而为电热协同系统的稳定运行提供重要保障。

选择电热制热主要是考虑到未来

可再生能源发电的低边际成本和高消纳成本,这一方式将能够在使用零碳能源的同时为电网提供低成本

的灵活性资源,实现用户和发电侧的双赢。

(三)基于建筑热惯性,结合直流柔性网关键技术实现用户接纳度更高的柔性源网荷储互动需求响应。对于保温良好的建筑来说,其温度的动态响应时间常数较大,使得建筑电热系统具备较大的电力灵活性资源基础条件。然而,传统“0-1”式建筑需求响应仍然具有较低接受度,频繁开关电器设备不仅带来寿命损耗提高,也会导致频繁启停过程的能耗显著增高,功率柔性调控的节能效果难以实现。

清洁电热协同网采用直流柔性网关可有效解决这一问题。相比交流网关,直流柔性网关能够实现设备运行的无级调节,实现不间断运行;从而降低设备频繁启停带来的损耗;同时,光储直柔系统可进一步挖掘建筑热惯性潜力,通过协同光伏与热泵、蓄热机组等设备运行策略,将热惯量转换为电惯量,实现光储直柔低碳建筑的友好并网,平抑分布式光伏功率波动,缓解配网末端大量光伏接入导致的电压波动等问题。

(四)综合应用智能化、数字化技术,进一步提高系统可靠性、经济性。由于城市低品位热能资源分散、供给波动,设备单机组容量低,如果像传统热能利用项目那样专人现场值守运行,则项目的可靠性和经济性都很难保证。

通过系统的高度数字化、智能化,使热泵、储热罐等能源设备实现分散自治运行,并借助通信技术实现全城设备运行状态的采集、远程监测和集中管理,实现供需资源实时匹配和优化,能够在保证可靠性的同时大大降低项目后期的运维成本。

供热技术的清洁化和低碳化,将在实现碳达峰碳中和的过程中发挥关键作用。“电热协同、跨网互济”的目标实现,关键在于热网能否形成对电网的支撑。在实际实施过程中需做好多种相关技术的评估对比,才能为电热系统的协同稳定运行提供坚强支撑。

(作者分别系国网(苏州)城市能源研究院城市能源产业技术中心、战略中心研究员)

## 园区节能降碳应以电热协同为主抓手



### ■ 陈杰军

园区作为我国经济发展的增长极,既是“能耗大户”,也是“碳排大户”,仅工业园区碳排放就已达到全国排放总量的31%。

园区大多具有有用密度高、网络强度高、智慧化水平高和用能形态场景多的特点,是适合能源互联网创新应用的试验田、示范地和样板间。

依托电热协同网建设园区级能源互联网,可有助于整合园区分散式能源电力资源和社会闲置资源,支撑新型电力系统消纳新能源,保障新型电力系统建设的低碳性、安全性和经济性,推动园区绿色转型。

### 电热协同是园区能源互联网建设主抓手

园区能源互联网以电网为枢纽,集成三联产机组、热泵、储能、可再生能源发电/供热等物理技术,综合利用物联网、大数据、云计算、5G 技术等信息技术,推动园区综合供能、电能替代、需求响应、市场交易等综合能源服务发展,实现园区电、热/冷、燃气、氢气等多能源协调发展,从而支撑园区能源供应清洁化、能源消费电气化、能源配置智能化、能源利用高效化、能源服务多元化、能源产业集约化发展。

多能协同利用是园区能源互联网建设的核心,也是园区能源互联网综合利用物理技术、信息技术和创新服务模式的重要方向。电热协同、电气协同、电氢协同是多能协同利用的主要模式。

其中,电热协同是现阶段支撑园区能源互联网建设的关键:

一方面,园区终端能源消费以电热为主,电热协同对园区能效提升影响大;另

一方面,电热协同贯穿园区能源互联网能源供应、传输配送和消费优化各个环节,电热协同应用场景多;此外,电热协同能够综合利用太阳能、余热废热等可再生能源,实现各类清洁能源梯次综合利用,推动园区用能成本下降、碳排放量减少、电气化水平提升,实现节约型、低碳型和智慧型园区建设。

### 要坚持规划先行、系统谋划

园区电热协同建设涉及技术数量多,包括太阳能发电供热技术、各种热泵利用技术、储能技术等;系统运行复杂,需要优化各种耦合设备的运行出力,满足用户高质量的用能需求;参与主体类型丰富,有设备供应商、系统运营商、用户业主、电网企业、供热企业、政府等。

因此,园区电热协同应坚持规划先行,做好顶层设计,明确各种技术的应用场景和运行方式,厘清参与主体的利益诉求和合作模式。园区电热规划应统筹园区定位、空间规划、产业规划、资源禀赋、技术应用等因素,优化园区发展的综合目标体系与发展战略,给出整体性、系统性、基础性、长远性的实施方案。

园区电热协同应做好系统综合化、智能化和多元化。综合化是指综合利用各种电热技术和储能技术,搭建协同耦合的综合能源系统;智能化是指综合利用各种信息化技术,实现电热系统设备感知、数据采集、优化分析和应用等功能,搭建设备检测、智能运维、智慧运营、风险评估的智慧能源管理平台;多元化是指综合利用市场化手段,发挥资源优化配置能力,推动需求响应、削峰填谷、可再生能源消纳等能源服务发展,实现电热系统能源要素的最大化利用。

### 仍待政策、市场、技术协同发力

目前园区电热协同工程仍处于示范应用阶段,距离大规模推广应用还有很长的路要走。

新兴技术的健康有序发展离不开政府监管、行业自律、企业治理和用户参与。园区电热协同落地实施也需要多方主体共同努力。

一方面,需要有效市场和有为政府相结合,建立互动融合的多层次治理体系,纵向建立国家—省—市—区—县—园区政策传导、实施和反馈机制;横向建立好园区政府、能源供应商、企业用户等不同行为主体间的沟通机制,打造园区电热协同建设的互动、共享、共赢的生态圈,保障园区电热规划成果的快速有效落地。

另一方面,需要政策、市场、技术协同发力。其中政策方面,要加强各能源主管部门的沟通协调,建立联合工作小组机制,推动电热协同工作有序开展;完善政策和标准建设,鼓励园区开展电热协同等多能互补系统建设,健全电热协同建设标准,推动园区能源清洁、安全、高效、创新发展;

市场方面,完善峰谷电价机制,推动园区电热协同削峰填谷业务发展,增强园区电热协同盈利能力;健全园区参与 CCER 的碳交易机制,提高园区节能减排的积极性,拓展园区电热协同盈利渠道;

技术方面,加强园区电热协同中数字化技术、需求侧管理技术、分布式技术、解耦协同技术和脱碳技术等低碳技术的研究;统筹研究园区电热协同规划、建设、运行中的关键问题,创新研究工具。

(作者系国网(苏州)城市能源研究院战略中心研究员)

