

# 集中供冷离我们有多远

## ——来自深圳前海深港现代服务业合作区的调查

本报记者 杨阳腾

今年夏天,我国经历了多轮高温天气,空调用电负荷不断增加。持续高温之下,全国多个城市开始探索区域集中供冷方案,深圳、三亚和广州等地已经开始试运行集中供冷系统。

作为一种新的低碳供能方式,集中供冷可以降低能源消耗,助力“双碳”目标的实现。但由于需要大规模建设和投资,目前推广应用还有不少难题待解。集中供冷和传统供冷方式相比有哪些优势?未来大规模铺开的前景如何?近日,记者走进深圳市前海深港现代服务业合作区,了解区域集中供冷的实践探索情况。

近年来,全球气候危机越发凸显,极端天气增多。特别是今夏以来,我国多地持续高温,对生产生活产生了一定影响。为应对气候变化,探索绿色可持续发展新路径,国内多个城市开始加速探索区域集中供冷模式。

实际上,早在2010年,深圳市前海深港现代服务业合作区就已开始谋划建设全国最大规模的城市级区域集中供冷系统。截至目前,前海区域集中供冷项目已建成投运2号供冷站,4号供冷站,5号供冷站与10号供冷站,共签约供冷用户53家,供冷接入面积达483.06万平方米。区域集中供冷项目怎么建?深圳前海的项目取得了哪些成果?还存在哪些难题待解?大规模铺开的前景如何?

### 把规划做在前面

所谓区域集中供冷,是指在一个特定区域内设置集中的制冷站制备空调冷水,通过市政输送管道向该区域内各建筑物供冷。区域集中供冷系统被认为是现代城市的基础设施之一,与集中供热、自来水、城市燃气、电力一样属于公用事业。相较于传统分散独立式供冷模式,区域集中供冷能有效提高供冷系统的安全性和可靠性、提高能源利用率、提升电力资源利用率,并有效降低用户供冷系统建设初期的投资及后期运维费用。集中供冷节能减排效果显著,可一定程度缓解建筑能耗排放带来的城市热岛效应,是助力实现碳达峰碳中和目标的有效途径。

区域集中供冷项目怎么建?顶层设计、规划先行,为项目实施奠定了坚实基础。2010年8月,前海深港现代服务业合作区综合规划启动编制工作,其中明确提出“低碳生态、节能环保”的可持续发展理念,旨在提高前海开发建设品质,提升城市能效,优化营商环境。该项目由负责前海规划落地和前海开发建设的法定主体——深圳市前海建设投资控股集团有限公司组建的企业化建设运营平台——深圳市前海能源科技发展有限公司负责实施。

“前海从一片滩涂起步,在土地出让之初便将区域集中供冷规划与土地出让开发计划有机结合,做到同步规划、同步建设、同步推进。”前海建设投资控股集团党委书记、董事长李荣生说。

有了基本的指导理念,如何选择一条适合前海发展的绿色路径?“理念落地的路径有很多,如建筑的绿色星级全覆盖、提高城市绿地覆盖率、推进城市生态廊道建设等。而在能源领域应该从哪个方向入手,对我们来说是全新的挑战。”前海能源科技发展有限公司董事长傅建平回忆,为了更好地推进项目实施,公司对合作区能源需求特点进行了一次全面调研分析。

“我们在调研中发现,合作区产业主要集中在金融、科技、信息和现代物流等现代服务业。这些产业的能源消耗主要来自建筑和交通两大领域。特别是在建筑领域,办公用地与商业、酒店用地所占比例巨大,且它们的能源消耗中有近一半来自空调使用。由此,我们将方向聚焦到为这两类用地提供可以降低空调能耗的解决方案上。”傅建平说。

确定好方向,便需要一个“低碳生态、节能环保”理念落地实施的解决方案。“在调研结束后,我们邀请了专业咨询公司进行专项研究,并形成了系列研究成果。”傅建平介绍,2014年,区域集中供冷项目在前海正式进入实施阶段。根据规划,基于前海22个开发单

元的建筑功能、面积及冷负荷特性,结合各地块和市政道路的建设时序,该项目提出要在前海范围内的13个开发单元建设10个供冷站,约90公里市政供冷管网,其中桂湾片区4个供冷站,前湾片区2个供冷站,妈湾片区4个供冷站;总投资40亿元,总规模40万吨,总供冷面积1300万平方米。

具体而言,前海区域集中供冷项目主要采用电制冷和冰蓄冷技术,夜间利用电制冷机制冰存储在蓄冰池,白天进行融冰,将冷量提供给客户,有效实现电力的移峰填谷。同时,冰蓄冷还可以提供低温冷水,实现大温差供冷;可增加空调冷源形式,提升制冷系统的安全性能。据了解,前海还将通过再生水利用、热电厂蒸汽余热利用、海水冷却技术等进一步提升项目绿色效能。

在区域集中供冷项目供冷站和管网实际建设过程中,前海利用建筑信息模型技术(BIM)持续优化建造安装流程,提升机房空间利用率,并充分发挥数据信息价值,拓展BIM在供冷站和管网运营阶段的应用,如三维模型真实场景漫游展示、设备设施维护管理、能效管理等。在项目运维中,则通过智能控制技术,运用信息和通信技术手段,对项目核心系统的各项关键信息进行感知、分析、整合,实现对各种需求做出快速智能响应。

走进位于前海前湾片区的前海5号供冷站总控中心,一块大屏幕上展示着5号供冷站的集中监控和能源管理系统,该系统集监控、展示、科普于一体,可实时显示该站供水温度、回水温度以及瞬时流量、累计流量等参数。

“前海5号供冷站于2021年正式交付,可实现全年365天、24小时不间断向用户供冷。”前海能源科技发展有限公司项目管理部门部长叶宏伟介绍,作为前海区域集中供冷系统的中心站,5号供冷站被喻为前海区域集中供冷系统的“大脑中枢”,同时也是亚洲区域集中供冷规模最大的供冷站。

从实际情况看,区域集中供冷项目并非所有区域都适用。之所以选择落地前海,有着现实考量。“一般而言,此类项目大多选择在新建区规划建设,对供冷站选址、市政管网等有着特定要求。对于已建成区来说,改造难度较大。因此,对于前海而言,供冷管网可以跟随新建的道路、市政管网一并推进,施工便捷、成本较低。”傅建平告诉记者,深圳地区很早之前就实施了峰谷电价制度,这为项目实施蓄冰运营提供了前提条件。此外,前海的建筑容积率,且多为公共建筑,供冷负荷密度高,因此,采用集中供冷模式更为经济适用。

### 掌握好用户需求

区域集中供冷是否能顺利推行,还需深刻把握用户需求。“我们在前期调查中发现,用户在考虑是否要使用区域集中供冷系统时,最核心的考量因素是经济性。”前海能源科技发展有限公司客服组长杨柯说,在费用合理的情况下,用户一般会考虑三方面因素,一是供冷的及时性,当用户确定好使用空间后,后期供冷能否尽快跟上;二是安全性,供冷生产运行不能有任何安全隐患;三是可靠性,供冷系统要保证使用的连续性,不能因为输配管道泄漏、设备故障等而“三天打鱼、两天晒网”。

“有别于北方集中供暖由政府统一定价的模式,集中供冷不属于政府定价范畴,需要采用市场化定价。”杨柯告诉记者,制定冷源使用收费标准必须慎重,要让用户容易接受,因此,在定价前得算好经济账。

“为了科学定价,我们同周边使用传统自



图为前海片区5号供冷站制冷机房。文阳拍摄

建冷源的场所进行了比价,还请第三方单位针对建造成本和年供冷量进行了详细测算。”杨柯说,“测算结束后,形成了3种收费办法供选择:一部制收费法根据每千瓦时冷量多少来收取使用费;两部制收费法前期先按面积收取初装费,后期再按冷量表收取使用费;三部制收费法和两部制收费法相比,多收取一份基本费即最低消费。最终,我们选用的是两部制收费法。”

杨柯介绍,对比传统自建冷源,两部制收费法做到了“两个不高于”,即初投资和运营费用不高于传统自建冷源。同时,前海区域集中供冷项目的冷量使用费全年不分时段统一价格。2022年发布的《深圳市商写项目空调费市场调研报告》显示,前海采用集中供冷系统后的空调费低于深圳全市市场平均水平。

根据用户需求,前海能源还将两部制收费法进一步划分为3种套餐,初装费每提高0.01元/平方米对应的冷量使用费单价下降10元/千瓦时,给用户更多选择余地。“办公楼和商业楼的用冷需求不一样,商业楼的用冷需求往往更大,此类用户希望前期多交初装费,后期单价低一点;写字楼的用冷需求相对少一些,这类用户更希望降低前期费用,即使后期单价高一点也能承受。”杨柯说。

这笔经济账算得好不好,用户最有发言权。深圳市卓越物业管理有限责任公司是前海区域集中供冷项目的首个用户,其在前海桂湾片区的商业综合体项目卓越·前海壹号建筑总面积为65万平方米,其中除公寓外需使用冷源的区域在2017年初全部接入区域集中供冷系统。

“区域集中供冷省钱、省心又省力。”卓越物业公司工程部经理殷发强告诉记者,2016年9月正式交楼前,这里就已具备供冷条件。从实际配电容量来看,使用区域集中供冷系统后,用电量仅约4.6万千瓦安;较传统自建中央空调模式而言,可以省下1.6万至1.7万千瓦安的供电容量,一年能节省450多万元。此外,如果采用传统的中央空调,公司需要再建一个2000平方米左右的制冷机房,并配备约6人的管理小组。接入区域集中供冷系统后,无需自建制冷机房,也不用专人专组进行维护,本来用于建设制冷机房的面积也可以转为商业用地,引进更多店铺或建设停车场,从而获得更多收益。

为进一步减轻入驻企业的用冷负担,前海还率先提出将区域集中供冷划分为公用事业,将其纳入市政公共设施管理,并开展了合作区区域集中供冷管理办法及区域集中供冷监管细则的研究。在研究成果中,前海明确了区域集中供冷项目的相关方职责、投资建设维护管理界面、运营管理评价考核办法、供冷范围及收费监管等,确保区域集中供冷项目的规范化运营。

前海建设投资控股集团党委副书记、董事史兆仑认为,前海在全国率先将供冷管网纳入政府公用设施范畴,并伴随市政道路施工同步铺设,能有效减少社会重复投入,降低企业建设和用冷成本。

### 显著提高能源利用效率

相较于传统制冷设备,区域集中供冷系统在节能方面的优势体现在哪里?在傅建平看来,区域集中供冷可与周边的可再生能源、余热资源等结合起来,实现能源梯级利用,提高能源利用效率。

待全部投入使用后,与单栋建筑采用分散空调冷源相比,前海区域集中供冷系统节

能率可达12.3%,每年可节约1.3亿千瓦时电,减少的碳排放量相当于5000亩森林的碳汇能力。据测算,2022年前海区域集中供冷系统节能量911.21万千瓦时,减排二氧化碳235.72万吨,减排二氧化硫4.71万吨。

“区域集中供冷还有利于为电网‘减负’。”傅建平说,区域集中供冷项目采取的冰蓄冷技术主要在夜间电价低谷期大量用电制冰蓄冷,到白天释放输出冷量,用电量相对较少。前海区域集中供冷可对电力负荷起到削峰填谷的作用,估算可削减区内电力峰值负荷约12万千瓦,同时为电力系统带来节能减碳效应。

区域集中供冷还有利于土地空间的高效利用。常规楼宇自建空调供冷,每栋建筑都需要设置大面积的制冷机房,并在裙楼建设冷却塔。区域集中供冷则将制冷机房、冷却塔集中附建在公交场站等公共空间的地下、楼顶,可实现土地的集约利用。

但集中供冷系统也面临着现实挑战。“冷却塔大量聚集后,会产生更严重的噪声,很可能带来噪声污染,影响周边居民生活。而且制冷设备往往都在安静的夜晚高峰运行,噪声的存在感会被放大。”傅建平坦言,在项目建设过程中,对噪声的处理至关重要,必须让冷却塔的噪声排放符合国家排放标准,这对地处建筑密集区的供冷站来讲是不小的挑战。

这种挑战在2号供冷站建设中尤为凸显。该供冷站一期冷却塔距离最近的公寓楼不到20米。如何将噪声影响降到最低?从卓越·前海壹号写字楼上俯瞰,2号供冷站(一期)冷却塔在5号楼楼顶清晰可见。傅建平告诉记者,楼顶上方的白色隔音降噪装置罩住了集中于此的冷却塔,冷却塔的散热扇叶被隐藏了起来。

“在楼顶冷却塔设备选型和布置设计中,我们进行了热工模拟和噪声模拟测试,一方面为了保证冷却塔的散热功能,另一方面为了确保冷却塔运行噪声、震动和白雾等达到国家标准和相关要求。首先,冷却塔设备本身要做到噪声低,其次,还要采取必要的降噪措施,如在冷却塔进出口分别加装消声器,在塔体区周边设置消音屏等。”傅建平介绍。

多项措施的叠加,让2号供冷站的建设得到了周边居民的认可。“在设备正式投入使用前,专业检测人员对其进行了噪声检测。他们在冷却塔旁边站了许久,说是等我们开机。实际上,我们早就已经打开机器,只是因为噪声比较小,他们没有感觉到。”傅建平笑着说,“投入使用后,我们至今没收到过关于噪声的投诉。今年6月,二期工程建设已经开始。有了一期的经验,我们对二期建设信心满满。”

得益于多年实践经验的积累,前海区域集中供冷模式正走出前海,走出深圳,走向更广阔的市场天地。傅建平告诉记者,目前,公司已与香港建筑商合作建设运营香港启德新增区域集中供冷项目,计划今年年底建成运行;与深圳市深燃清洁能源有限公司合作负责深圳湾超级总部基地区域集中供冷项目的投资建设和运营,项目预计2026年投入运营。

傅建平表示,公司将继续推进前海区域集中供冷项目协同合作区开发建设进程,着力推进3号、6号、7号供冷站一期工程以及2号、5号供冷站二期工程的建设,为区内企业提供高品质空调冷源和专业化供冷服务,打造世界级规模的区域集中供冷系统,助力“双碳”目标实现。

深圳市前海深港现代服务业合作区区域集中供冷项目已有4个供冷站建成投运。图为2号供冷站(一期)冷却塔区。文阳拍摄

### 据测算

2022年

前海区域集中供冷系统节能量

911.21万千瓦时

减排二氧化碳

235.72万吨

减排二氧化硫

4.71万吨

待全部投入使用后

与单栋建筑采用分散空调冷源相比

前海区域集中供冷系统节能率可达12.3%

每年可节约

1.3亿千瓦时电

因时因查手记

从近年的实践可以看到,区域集中供冷模式对降低城市能耗、缓解城市热岛效应起到了促进作用。不过,区域集中供冷项目的推进还需因地制宜,从顶层设计着手,综合考量当地气候条件、城市规划建设情况、供电模式、居民消费水平等多重因素,寻求适宜当地发展实际情况的最优解。

集中供冷从技术路径上来看已相对成熟。之所以未能大面积普及,主要因为各地的实际需求不同。这种需求不仅有现实的经济考量,且要以客观环境因素为前提进行权衡。就目前深圳实施的成效来看,该模式适于在常年气温偏高、长期需要供冷的地区推行,且更适合在新建城区进行大面积实施,同时,适于在公共楼宇密度高的区域开展。

区域集中供冷项目的实施需要以顶层设计为牵引,形成涵盖规划、技术、建设、运维乃至服务的一整套制度体系与实施细则。由此,才能更好应对建设过程中的突发状况与挑战,避免因盲目开建造成实际施工困难,有效保障从冷源到末端系统的高效稳定运行,使之切实成为实现区域绿色发展的重要手段。

作为一项覆盖面广、受惠用户多的公共项目,区域集中供冷不仅是绿色工程也是民生工程,要低碳更要经济。设置合理的供冷收费模式,让广大用户更易接受,是保障项目顺利开展的重要基础。因此,项目实施应充分厘清经济账,以用户需求为导向寻求最具性价比的解决方案。从前海的探索来看,针对用户实际使用中最关注的经济问题,建设单位将前期硬件基础设施投入与后期供冷运维相结合,以降低用户使用成本为总体目标,持续完善优化收费定价策略,以更经济、更优惠、更优质的服务提升用户满意度。

面向未来,区域集中供冷项目的推行还应持续以技术创新为抓手,推动供冷系统与大数据、云计算等新技术的深度融合,构建起更为完善的智慧建造与智慧运维体系。同时,项目具体实施过程中还应注意城市规划与建设节奏的匹配问题,因地制宜、因时而变,不断优化调整项目进度与建设细节,将其打造成为兼顾绿色发展与民生保障的品质工程,成为当地实现高质量发展的绿色驱动力。



图为前海片区5号供冷站制冷机房总控中心。邹羽涵摄