

DOI: 10.16661/j.cnki.1672-3791.2311-5042-0853

城市重点商业区域综合能源技术应用与推广

陈庆文¹ 李兆瑜¹ 沈高²(1.广州汇锦能效科技有限公司 广东广州 510665; 2.华南理工大学
电力学院 广东广州 510640)

摘要:在“双碳”背景下,城市发展必然需要考虑到自身用能结构的变化。城市用能需求十分复杂,而新型的综合能源系统通过将电力、燃气、制冷等系统因地制宜地规划与统一协调分配,在保证城市经济生活平稳运行的前提下,可提高整个系统供能的灵活程度,从而提高能效、降低碳排放。简要介绍综合能源系统技术,对广州市某重点商业区域未来规划的综合能源系统进行综合效益分析。经估算,集中供冷可实现年转移尖峰电量2 670万kW·h,节约标煤约8 758 t/a,减少二氧化碳排放约2.7万t/a。基于区域特点,探索建设天然气三联供系统、分散式储能、光伏等多种能源设施,发挥多能互补、节能安全、灵活的作用。在项目建设运营管理方面,与区域规划的衔接、稳定的签约供冷用户和完善的用户侧管理标准规范,可为项目后续稳定运行提供有效保障。

关键词:综合能源系统 集中供冷 分散式储能 综合效益分析

中图分类号: TM73

文献标识码: A

文章编号: 1672-3791(2023)24-0181-05

Application and Promotion of Integrated Energy Technology in Key Urban Commercial Areas

CHEN Qingwen¹ LI Zhaoyu¹ SHEN Gao²

(1. Guangzhou HuiJin Energy Efficiency Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong Province, 510665 China;

2.School of Electric Power Engineering, South China University of Technology, Guangzhou,

Guangdong Province, 510640 China)

Abstract: In the context of "dual carbon", urban development must take into account the changes of its own energy consumption structure. The demand of urban energy consumption is very complex, and through the planning and unified coordination and distribution of electricity, gas, central cooling and other systems based on local conditions, the new integrated energy system can improve the flexibility of the energy supply of the entire system while ensuring the smooth operation of urban economic life, so as to improve energy efficiency and reduce carbon emissions. This article briefly introduces integrated energy system technology and conducts the comprehensive benefit analysis of the future planned integrated energy system in a key commercial area in Guangzhou. It is estimated that central cooling can transfer peak power by 267,000,000 kW·h per year, save standard coal by about 8,758 t/a and reduce carbon dioxide emission by about 27,000 t/a. Based on regional characteristics, this paper explores the construction of the natural gas trigeneration system, decentralized energy storage, photovoltaics and other energy facilities to give play to the roles of multi-energy complementarity, energy-saving safety and flexibility. In terms of the

作者简介: 陈庆文(1984—),男,硕士,副高级工程师,研究方向为能源和低碳研究、能源计量和能源安全等。

construction and operation management of the project, the convergence with regional planning, stable contracted cooling users and perfect user-side management standards and specifications can provide an effective guarantee for the subsequent stable operation of the project.

Key Words: Integrated energy system; Central cooling; Decentralized energy storage; Comprehensive benefit analysis

截至2022年,中国城市化率已达到65.22%,据《2023年中国百强城市排行榜》,2022年百强城市共实现地区生产总值84.87万亿元,约占国内生产总值的70.16%,城市在国民经济生活中正占据着越来越重要的地位。与此同时,在双碳背景下,城市的碳排放问题也亟待解决,据2016年国际能源署的统计,约71%的温室效应气体排放与城市相关^[1]。对城市地区能耗进行调控,综合使用可再生能源与传统能源,对城市地区稳定输出冷、热、电的综合能源系统将是未来新型能源体系的发展方向^[2]。

城市的能源需求复杂^[3],传统的电力、制冷系统间几乎不相互协调,即在每栋建筑或者多栋建筑组成的耗能单元内部具有独立的供能系统,这样分散的能源供应体系降低了能源利用效率。新型的综合能源系统可以因地制宜,通过需求选配上述供能系统,如冷热电联产系统、光伏或风电系统、热泵等能源供应设备,对上述多个耗能单元进行统一协调分配。它的好处在于可以利用各种不同能源的协同与互补作用进行系统的整体性设计,以此大大提高整个系统供能的灵活程度,从而提高能效、降低碳排放。如广州珠江新城核心区集中供冷项目^[4],使用集中供冷+蓄冰储能,不仅为用户节约了制冷机房面积,且实现了削峰填谷的功能,达到了预期社会效益和经济效益;北京怀柔雁栖镇的燃气冷热电三联供项目^[5],满足了酒店对于冷、热、电的多种负荷需求,经济效益好。

此外,随着数字化和智能化设备的发展与引入,能耗在线监测系统在城市可持续绿色发展的转型中也是一种具有前景的解决方案^[6]。该系统通过使用大量传感器,将水、电、气各个子系统纳入同一平台进行数据共享与交互,通过大数据分析、智能规划、自动化监测、智慧节能等多种手段,全方位对能源进行管控,让管理者实时掌控建筑的能源成本比重、耗能趋势,利于提高建筑的能源利用效率并降低日常管理中的能耗成本。如延长石油1GW风光气氢牧能源互联网试点示范项目和厦门火炬开发区“一区多园”“互联

网+”智慧能源+智能制造产业融合试点示范项目等,都是通过综合运用大数据、云计算、人工智能等技术支撑,进行实时的能源调度运行,最终优化生产流程并提高使用效率。

众多研究和实际项目成果可以看出,综合能源系统中不同能源之间相互搭配灵活,同时搭配能耗在线监测系统,通过各类能源高效管控和耦合,达到系统降本增效、稳定绿色运行的目的。本文基于广州某重点商业区域,结合实际规划综合能源系统,对集中供冷综合效益进行了分析,探讨了能源设施的配置,最后提出项目推广的保障因素。

1 区域简介

本案例位于广州市某重点商业区域,总面积约15 km²,是广州黄金三角区的重要组成部分。其地处珠江前航道与官洲水道交汇之处,区域内有磨碟沙涌、黄埔涌等河涌水系,周边水网密布,江、河、湖岸线总长277 km,区域内包括城市干线、地铁和客运口岸等正在建设,待项目建成投入运营后,区域交通枢纽功能将明显增强,城市功能配套将日益完善。

商业区域分为四个片区,西区、中区发展已趋于成熟,东区、南区尚处于概念城市设计阶段,东区总面积约3 km²,定位为数字经济与总部经济创新合作区,南区总面积约4.5 km²,定位为创新融合拓展区。东区、南区以高密度的商务办公高层建筑为主,整体用能主要集中在商务建筑工作时段,日峰谷特征明显且呈阶跃特征,区域用能时段通常在工作日的6:00—22:00之间,在9:00—17:00之间处于峰期,夜间22:00至次日6:00间处于谷期,具有与集中供冷站点和管网规划衔接的有利条件,是布局综合能源系统的良好应用场景。

根据城市建设和用能情况分析,此区域属于典型的能源消费端、负荷集聚区,区域将建设商业办公建筑约830万m²,拟建设以集中供冷为主同时因地制宜配置天然气三联供、电化学储能、充电桩、光伏、热泵、小型风电等元素的多种类型能源融合的综合能源系统。

2 综合能源系统架构

2.1 集中供冷

区域集中供冷系统是由一个或者多个具有大型水冷机组的供冷站、对应的输送和换热管路组成的庞大系统,其管路中流通的载冷剂通常为水,冷水经由泵等输送,通过热交换将冷量输送至用户端,其优点具体如下。

(1)用户无须再设置独立的制冷单元,区域集中供冷可以极大地减少建筑内放置制冷设备所需的建筑面积与购置设备所需资金。由于集约利用建设空间,考虑用冷同时率等因素,相对于传统独立供冷系统,冷站机房和冷却塔建设面积可分别减少20%和40%。

(2)配套冰蓄冷设备,充分利用峰谷特性提升能源系统设备利用率、运行效率和投资运行的经济性。

(3)同时通过配置包含小型风光发电、电化学储能和天然气三联供等系统,组合而成的以区域集中供冷为主的综合能源系统,其不仅达到降本增效、稳定绿色运行的目的,同时极大改善系统的能效并增强其社会效益。

例如:广州珠江新城核心区集中供冷项目^[4],其总装机容量为4.2万冷吨,在2019年夏季最高可削减18 MW的峰值电力负荷,并转移37.72 GW·h峰值电力负荷至低谷时段;深圳某区域集中供冷项目^[7],通过搭配蓄冷技术,其每年可转移高峰电量1105万kW·h,按照火电折标系数0.3619 kgce/kW·h计算,可每年节约3 999 tce。

2.2 综合能源系统结构

经东区、南区用能需求预测,按照以集中供冷为核心,配置天然气三联供、电化学储能、光伏、热泵、小型风电等元素的多种类型能源融合的综合能源系统,其中,利用配置的小型风电、太阳能光伏和外部电网购电满足本区域电力负荷,利用天然气三联供、集中供冷站、电热泵等满足本区域冷、热负荷。详细的综合能源系统结构如图1所示。

此区域综合能源系统通过能耗在线监测统计每日运行数据,经过优化调度,通过结合区域当地资源禀赋,可以实时调控区域内部各设备的用能。区域综合能源系统可以通过各时段分时电价,在谷段进行电化学储能,在尖峰用电时段对用户和集中供冷站进行供电,可以达到削峰平谷的目的。同时,集中供冷站也包含一部分吸收式制冷系统,通过天然气三联供输入的热能进行供冷。

根据城市概念规划东区预计商业建筑面积约600万m²。根据区域用能特性预计需要建设“四站、多能、一系统”,即4个集中供冷站点、天然气三联供系统、储能、充电桩、光储充一体、热泵、光伏、小型风电等多种能源设施和一个智慧能源控制系统,其中,4个供冷站点计划建设总装机容量13万冷吨。

南区商业建筑面积约230万m²,按照区域用能特性预计需要建设2个集中供冷站点、储能、充电桩、光储充一体、热泵、光伏、小型风电等多种能源设施,并接入到东区智慧能源控制系统,形成区域内能源智慧统

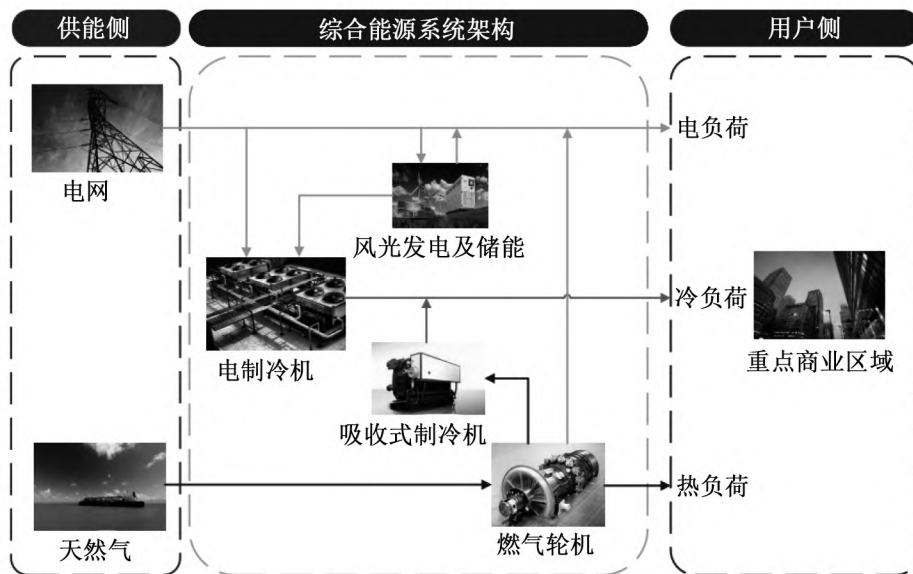


图1 综合能源系统结构图

筹协调管理。其中,2个供冷站点计划建设总装机容量5万冷吨,对南区商业体实施集中供冷。

2.3 集中供冷综合效益分析

本区域将建设约18万冷吨的区域集中供冷设备(配套冰蓄冷)可有效降低电网尖峰负荷,减少电力装机容量。根据比例估算^[8],项目可实现区域年转移尖峰电量2670万kW·h,按每度电节约0.328kgce、减少二氧化碳排放0.997kg计算^[9],相当于节约标煤约8758t/a,减少二氧化碳排放约2.7万t/a。同时还可有效减少制冷机房、变配电站等设施占地面积,降低了项目整体支出,提升了系统整体收益。

3 能源设施配置

基于城市重点商业区域高用能体量和负荷需求分析,整体构建“电冷联供、点面协同”的区域综合能源系统,具体如下。

3.1 天然气分布式多能联供系统

分布式多能联供系统是一种基于清洁燃料应用与能量梯级利用理念的清洁、高效的能源生产供应方式。分布式多能联供系统通常以天然气为燃料(技术成熟时可采用氢能),在燃料发电的基础之上,通过引入余热回收、吸收制冷等技术,向用户输出电、冷、热水,实现了优质清洁燃料的梯级合理利用,有效提高能源综合利用效率(可达到70%及以上),且近负荷端布置削减了能量传输损耗,是节能减排的重要途径。在区域内预留天然气三联供机组的建设空间,结合自发自用模式,兼顾多能联供、安全保障、黑启动等多种功能。

3.2 分散式储能调峰辅助系统

分散式储能调峰辅助系统作为区域综合能源集中供能系统为用户终端侧的辅助支持,与区域集中式供能系统协调配合,共同实现区域能源系统运作的整体最优化。分散式储能系统可采用卫星冷站、单栋建筑集中冷能系统等的多种建设形式,所有方、运作方可作为能源供应商、物业管理方、用能企业等多类相关方,灵活度高、强调互动型。

分散式储能辅助系统主要可分为分散式储能设备与分散式调峰补供设备两个大类,其中分散式储能设备优先采用电储能设备,主要用于负荷调峰、电价错峰和服从上级调度参与区域需求响应等;分散式补供系统主要为分散式的高能效、低耗电电制冷机组,用于短

时尖峰负荷期间或在集中供冷系统辐射弱效率低的区域进行补供。具体的分散式辅助系统规划建设形式需结合具体地块的建设条件、功能以及建筑建设方案,并与地块所有方、建筑所属企业进行充分的沟通协商而确定适宜的配置与互动方案。

3.3 分布式光伏系统

光伏设施为区域中主要的本地可再生能源利用设施,根据区域建设条件,可考虑采用屋顶光伏以及光伏建筑一体化,具体建设规模与建设形式应与区域内建筑设计方案同步制定、配合考量。

在能源设施选址方面,城市重点商业区域的定位高端,对土地的集约利用、视觉美化、噪声治理、去工业化和建筑的商业价值等方面具有更高的要求,除冷却塔等少量设施需要利用地面或屋顶空间外,冷站主要设施选址优先布点在公共绿地的地下空间。

4 综合能源系统推广策略

在城市重点商业区域推广综合能源系统时重点考虑以下保障因素:将区域供冷供热系统作为重要的市政公用基础设施,纳入区域总体规划、土地控规和管网规划中,为项目建设提供足够的建设场地;通过制定并实施供冷管理办法,确保所在区域商务建筑接入集中供冷系统,保障项目拥有稳定签约供冷用户,降低项目投资风险;加强区域综合能源系统相关标准制定,规范终端用户供冷冷源参数、系统与用户连接方式、控制与调节方式和计量等。在区域内土地开始出让时,区域集中供冷系统筹建工作需同步启动,与用户建筑同步施工建设,先于区内首栋建筑建成投产,以此保障首批用能单位按时按需用能。

5 结语

在未来的城市重点商业区域建设中,通过引入综合能源系统等,按需求进行合理调配能源,可降低用能成本,改善用能结构的目的。针对广州某重点商业区域的规划概况,拟建集中供冷系统,同时配备冰蓄冷,综合效益分析计算表明:区域集中供冷可实现区域年转移尖峰电量2670万kW·h,节约标煤约8758t/a,减少二氧化碳排放约2.7万t/a。在能源设施配置方面,对于未开始大规模建设且电网主网建设不完善的区域,探索建设天然气三联供系统和智能配网,与集中供冷、分布式光伏、电化学储能等元素组成源网荷储一体化系

(下转第191页)

参考文献

- [1] 金钊. 黄土高原沟道治理:几百年来与洪水和泥沙的斗争[J]. 地球环境学报,2020,11(5):574-582.
- [2] LIU Z, LI L L, WANG L X, et al. Hydrological Situation of a Typical Watershed in the Loess Tableland Area of China Over the Past 30 Years[J]. Environmental Earth Sciences, 2017, 76(16):577.
- [3] 王煦然, 原野. 黄土高原沟域生态保护修复与乡村振兴的结合路径:以山西省静乐县为例[J]. 中国土地, 2021(9):37-39.
- [4] 孙建中. 黄土学(上篇)[M]. 香港:香港考古学会出版社, 2005.
- [5] 刘欣欣, 陈楠, 朱海金. 基于DEM的坡度精度研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(2):131-133, 137.
- [6] 黄志霖, 傅伯杰, 陈利顶. 黄土丘陵区不同坡度、土地利用类型与降水变化的水土流失分异[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(4):11-18.
- [7] 李琨, 冀宝荣, 郝亮. 黄土丘陵沟壑区坡度对居民区的影响分析[J]. 自然灾害学报, 2020, 29(4):62-68.
- [8] 吴良杰, 薄景山, 牛洁. 黄土地区地形特征参数分布特征的统计分析[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(21): 8797-8806.
- [9] 逯金鑫, 周荣磊, 刘洋洋, 等. 黄土高原植被覆被时空动态及其影响因素[J]. 水土保持研究, 2023, 30(2): 211-219.
- [10] 陈世昌. 舟曲县地质灾害特征及发育规律[J]. 西部资源, 2021, 103(4):132-134.
- [11] 赵宽耀, 许强, 元星, 等. 甘肃黑方台黄土滑坡类型及其发育特征研究[J]. 人民长江, 2016, 47(14):46-50, 68.
- [12] 巨袁臻, 许强, 彭大雷, 等. 黑方台焦家4号黄土滑坡发育特征及滑动机理[J]. 人民长江, 2017, 48(11):62-67, 91.
- [13] 汪明霞, 程林, 王卫东. 黄土高原水-土-植被系统土壤侵蚀模型研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(9):89-91.
- [14] 向生阳, 李立敏, 李敏. 黄土高原沟壑区传统村落空间格局保护研究[J]. 城市建筑, 2022, 19(1):6-9.
- [15] 杨思齐. 近50年董志塬土地利用/覆被变化及城市化对沟道侵蚀演变的影响[D]. 西安:中国科学院大学(中国科学院地球环境研究所), 2020.
- [16] 徐学选, 李波, 郑世清, 等. 黄土丘陵区农村道路的布局特征分析:以燕沟流域为例[J]. 中国水土保持科学, 2011, 9(2):112-115, 120.
- [17] 吕飞荣. 地质灾害防治策略和地质环境应用研究[J]. 科技创新导报, 2018, 15(27):141-142.
- [18] 池云辉. 水工环地质灾害的问题与防治对策研究[J]. 科技创新导报, 2018, 15(18):150-152.

(上接第184页)

系统,发挥多能互补、节能安全、灵活的作用。综合能源系统推广保障因素主要考虑项目与总体发展规划、土地出让协议的衔接,保证签约项目供冷用户的数量,进一步完善用户侧集中供冷管理标准和规范。

参考文献

- [1] OTAMENDI-IRIZAR I, GRIJALBA O, ARIAS A, et al. How can local energy communities promote sustainable development in European cities? [J]. Energy Research & Social Science, 2022, 84:102363.
- [2] YANG B J, GE S Y, LIU H, et al. Regional integrated energy system reliability and low carbon joint planning considering multiple uncertainties[J]. Sustainable Energy, Grids and Networks, 2023, 35:101123.
- [3] 邵蓝铤, 万灿, 张晓波, 等. 考虑不确定性与交互功率的城市综合能源系统两阶段调度[J]. 电力系统自动化, 2023, 47(9):59-69.
- [4] 刘金平, 滕林, 陈向阳. 区域供冷与蓄冷技术发展动态[J]. 南方能源建设, 2020, 7(3):1-5.
- [5] 张伟. 北京市某重点工程冷热电三联供能源系统分析与应用研究[D]. 北京:北京建筑大学, 2016.
- [6] 刘高君, 刘飞, 刘培基, 等. 机床多源能耗状态在线检测方法 & 检测系统[J]. 计算机集成制造系统, 2016, 22(6):1550-1557.
- [7] 杨硕, 李岩, 曹桂学. 深圳某区域外融冰集中供冷系统的应用与分析[J]. 制冷与空调, 2021, 21(5):55-60.
- [8] 牛冰. 广州某新城片区区域供能系统规划[J]. 建筑技术, 2022, 53(6):763-766.
- [9] 胡姗, 张洋, 燕达, 等. 中国建筑领域能耗与碳排放的界定与核算[J]. 建筑科学, 2020, 36(S2):288-297.