

DOI:10.3969/j.issn.2097-0706.2022.12.009

园区供能企业向综合能源服务商转型思路探索

Exploration on the transformation of energy supply enterprises to integrated energy service providers in industrial parks

谷菁^{1,2}, 张海珍^{1,2*}, 阮慧锋^{1,2}, 罗城鑫^{1,2}, 刘心喜^{1,2}, 王明晓^{1,2}
GU Jing^{1,2}, ZHANG Haizhen^{1,2*}, RUAN Huifeng^{1,2}, LUO Chengxin^{1,2}, LIU Xinxi^{1,2},
WANG Mingxiao^{1,2}

(1. 华电电力科学研究院有限公司, 杭州 310030; 2. 浙江省蓄能与建筑节能技术重点实验室, 杭州 310030)
(1. Huadian Electric Power Research Institute Company Limited, Hangzhou 310030, China; 2. Zhejiang Provincial
Key Laboratory of Energy Storage and Building Energy Saving Technology, Hangzhou 310030, China)

摘要:为应对环境污染、温室效应及能源紧缺问题,综合能源服务正成为能源领域的重要发展方向。随着能源生产方式和能源消费理念发生深刻变化,针对综合能源服务的新需求不断涌现,众多供能企业都在策划向综合能源服务商转型,如何在激烈的市场竞争中培养核心竞争力成为关键。以上海某工业区内供能企业为例,开展供能侧综合能源服务商转型方案研究,通过发展光伏发电、光储充一体化系统等技术,在获得经济收益的同时提升用户服务能力,以适应能源发展新形势。

关键词:综合能源服务;供能企业;能源消费;能源服务商;供给侧;光伏发电;光储充一体化系统

中图分类号:TK 019;TK-9 **文献标志码:**A **文章编号:**2097-0706(2022)12-0062-06

Abstract: In order to deal with environmental pollution, greenhouse effect and energy shortage, integrated energy service is becoming an important development direction in energy industry. With the profound changes in energy production mode and energy consumption concept, new demands for integrated energy services continuously emerge. Many energy supply enterprises are transforming to integrated energy service providers. How to cultivate core competitiveness in the fierce market competition has become the key of the transformation. Taking an energy supply enterprise in an industrial park in Shanghai as an example, the supply-side transformation scheme of the enterprise shifting to a comprehensive energy service provider is made. By taking photovoltaic power generation, integrated PV-storage-charging system and other technologies, the enterprises are of better adaptability to the new energy development situation, improved service ability for users and higher profitability simultaneously.

Keywords: integrated energy services; energy supply enterprise; energy consumption; energy service provider; supply side; photovoltaic power generation; integrated PV-storage-charging system

0 引言

近年来,化石能源带来的环境污染、温室效应及能源紧缺问题日益凸显。在此背景下,绿色低碳的综合能源系统成为未来我国能源行业的主要发展方向之一。综合能源服务是多能互补的集成优化,是互联网与能源生产、传输、存储、消费及能源市场深度融合的能源产业发展新业态^[1-3]。综合能源服务能够有效提升能效、促进清洁能源利用,是我国能源革命的重要发展方向。

随着能源生产方式和能源消费理念发生深刻变化,针对综合能源服务的新需求将不断涌现,驱动市场潜力持续释放。综合能源服务正进入快速成长期,预计到2025年,中国综合能源服务市场规模可达万亿元^[4-5]。而工业园区是适合开展综合能源服务的重点对象。当前,发电企业、电网企业和设备商等都在策划综合能源服务转型^[6-9],分析开展综合能源服务业务面临的内外部条件,提出综合能源服务商转型的策略及建议。

园区综合能源系统是基于电、冷、热、气等能源网络的多能耦合系统,须灵活满足园区级用户侧需求,强调园区与用户的各种互动行为。供能企业采用何种路径实现科学高效转型,以在激烈的市场竞

争中脱颖而出,还缺乏成功案例。

以上海某工业区内供能企业为例,根据供能企业既有供能系统运行状况、技术优势及园区客户用能规律和需求,开展供能侧综合能源服务商转型方案研究,以降低企业运营成本、减少用户用能成本、提高园区综合能效,适应能源发展新形势。

1 主要思路

典型综合能源服务系统如图 1 所示。供能企业向综合能源服务商转型,必须基于当地政策,结合企业自身特点及服务区域用户特点,培养核心竞争力。本研究主要从当地政策及资源、供能企业自身优化、用户个性化需求调研、综合能源增值服务模式创新和综合能源服务管理平台设计等方面进行分析探讨。

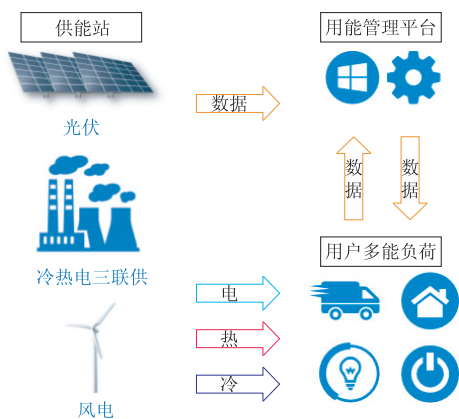


图 1 典型综合能源服务系统

Fig. 1 Typical integrated energy service system

1.1 当地政策及资源特点

(1)政策。综合能源服务的发展需要政策、市场、技术、合作模式、时机等因素的融合,而在综合能源服务的起步阶段,政策支持无疑是最重要的助力。政策受到能源需求改变、能源技术进步等因素影响,也体现出政府面对复杂经济矛盾、环境矛盾的决策。能源转型如能有助于缓解国家或地区的重点矛盾,将在经济性和节能环保方面获得相对平衡。此外,综合能源服务产业具有贴近用户的特点,必须和当地政府重点关注领域的政策相适应。

(2)资源特点。综合能源包含电、冷、热、气等多种能源的生产、转换、储存、消费等环节,涉及多种类能量转换装置耦合。选择能源设备时必须基于当地自然资源条件和社会需求,服务市场和用户,实现经济和环境目标双向最优。

1.2 供能企业自身优化

大部分供能企业长期深耕于能源领域,自身具有一定基础,在向综合能源服务商转型时,必须充

分发挥自身已有优势。园区综合能源系统是产销一体化的供能系统,可实现自给自足。供能企业应基于园区能源资源、运行环境、用户需求等特点,通过资料分析、现场调研和数据模拟等手段充分评估自身运行现状,调研已有设备潜力,优化系统运行状态,达到最佳输出。

园区供能企业大多数是利用天然气三联供、电制热、电制气等多能生产和转换技术,建设园区综合能源站,实现多种能源的一站式集成供应。供能企业自身优化可以从机组的技术改造及系统的运行优化两方面开展。

(1)由于用户负荷变化较大,机组长期未在额定工况下运行,部分设备的性能下降,重要性能参数会受影响。能源领域多种设备、系统前沿技术创新突破和成熟应用^[10-12],为能源设备的改造和更新提供更优质的选择。基于此,供能企业可从设备检修维护及技术改造等方面对发电机组进行优化,以提高机组利用率,降低厂用电率。

(2)园区综合能源系统包含多个用户,在进行能量管理和优化调度时需要利用不同能源介质的特点和时间特性进行互补配置,以满足不同的用户需求。供能企业需要在机组输出预测、用户多种能源负荷预测、市场清算价格分析、生态环保指标要求的基础上制定能源生产计划,并在实际运行过程中实时调整生产计划。优化调度涉及不同的调度主体、周期和目的。要达到最优调度策略,可采用粒子群算法、遗传算法和模拟退火算法等智能方法进行求解。

除了充分发挥已有设备潜力外,供能企业应响应国家和政府政策应用新能源设备,如热泵、光伏发电、风力发电、燃料电池、储能、生物质发电等,代替用户侧燃煤供电、供暖等传统能源消费方式,实现清洁高效绿色供能。

1.3 用户个性化需求调研

相对于传统单一能源供应商,综合能源服务企业向用户提供的能源品种与服务模式更加多元化、个性化。供能企业应从用户个体特征和群体特性角度出发,通过企业销售数据分析、多方式与用户交流、客户满意度调研等方式收集和记录用户用能需求数量、频率特征,通过建立消费模型模拟分析,形成考虑用户消费行为时空演变规律和随机性的综合能源消费预测,分析用户与企业能源产品匹配程度,设计用户分类与个性化服务策略。

1.4 综合能源增值服务模式创新

针对能源用户需求呈现综合化、定制化的新特征^[13-14],供能企业的商业模式不再停留于传统的能

源供销服务模式,而需提供更多类型的能源资产服务模式、能源设备服务模式和能源信息服务模式等增值服务模式^[15-17]。一方面,针对用户能源管理的复杂性显著提升,能源服务商提供“一揽子”能源解决方案,如能源托管、能源一体化供应、运维检修服务等;另一方面,针对用户用能需求具有明显的属地化、个性化特点,能源服务商依托 5G、先进物联网技术、人工智能技术、大数据存储与分析技术等先进信息技术,提供定制化服务,如定制化节能方案设计、智能能量管控等。在用户综合化、个性化用能特点的驱动下,横向多能互补、纵向“源网荷储”集成的综合服务模式将会成为未来满足园区级多类别用能需求的主要服务模式。

1.5 供能企业自身优化

针对能源产品业务多元化、用户需求差异化,需采用综合能源服务管理平台实现高效服务。园区级综合能源包含电、热、冷、气多种能源,涉及源-网-荷-储多个环节,打破了传统多能源系统之间独立规划与运行的模式,需构建充分协同、深度耦合综合能源系统的能量管理系统。在传统能源管理平台能源监控和能源系统运行管理等模块的基础上,增加以设备管理为导向的运行维护层、以需求侧管理和能源诊断为导向的决策支持层、以客户服务为导向的经营管理层,形成具有园区供用能特征和精细化管理特色的综合能源服务管理平台,为综合能源服务提供信息化、智慧化支持。

2 案例分析

2.1 基本情况

以上海某工业园区内供能企业为例,探讨供能企业向综合能源服务商转型方案。该供能企业已建设 2 套 60 MW 燃气-蒸汽联合循环供热机组,二期工程 2 套 30 MW 的燃气-蒸汽联合循环机组正在建设,可满足工业园区及附近地区的工业用汽和采暖(制冷)的任务。

近年来,国家和上海的能源政策不断调整,供能企业目前及长远发展受以下因素制约:(1)燃气价格高,燃气三联供系统上网电价补偿价格较低,有时燃气价格甚至高于发电成本而导致亏损,已成为园区级综合智慧能源系统所面临的共性问题;(2)用户用能类型多样,负荷预测困难,导致供需之间不能较好匹配,导致能源浪费或供应不足;(3)在能源变革转型大背景下,企业需寻求新的收益点。

基于当地政府政策,在供能企业自身优化、调研用户个性化需求、综合能源增值服务模式创新和综合能源服务管理平台设计等方面分析探讨该供能企业的转型方法,以扩大企业收益、提升园区用能效率。

2.2 当地政策

上海作为中国最大的城市之一,其能源发展战略走在前列。近几年上海出台多项政策推动综合能源发展,见表 1。

表 1 近几年上海市综合能源相关政策

Table 1 Recent integrated-energy-related policies in Shanghai

颁布时间	文件名称	要点
2021 年 6 月 18 日	《上海市 2021 年节能减排和应对气候变化重点工作安排》	单位国内生产总值综合能耗、单位国内生产总值二氧化碳排放量分别比上年下降 1.5% 左右;积极发展海上风电,持续扩大光伏发电规模;以高耗能行业为重点,全面开展节能诊断和能效对标达标;持续推广余热资源共享模式的创新与实践;开展产业园区综合能效提升、重点高耗能行业节能改造等行动;开展近零能耗建筑、碳捕集利用与封存(CCUS)等示范
2021 年 12 月 27 日	《上海市节能环保产业发展“十四五”规划》	做大节能节水服务,不断创新合同能源管理、合同节水管理等商业及服务模式,引入智能运维、综合能源服务等管理理念;开展能源大数据智慧应用,构建能源大数据服务体系,促进企业提质增效、数字化转型和高效智慧用能;实施现有企业工业节能改造,推进区域余热梯级利用、太阳能光伏发电、分布式供能、工业储能等节能工程落地应用
2022 年 1 月 25 日	《关于本市进一步推动充换电基础设施建设的实施意见》	鼓励新能源车与新能源融合绿色发展,结合分布式光伏建设,推动新能源与充电相结合的新型充换电站建设
2022 年 1 月 27 日	《上海市推进污水资源化利用实施方案》	推动高耗水行业及重点用水企业,依托合同节水建立智慧用水管理平台;统筹推进工业园区废水综合治理与资源化利用

2.3 供能企业能力优化

该供能企业建设了 2 套 60 MW 燃气-蒸汽联合循环机组,每套机组由 1 台燃气发电机组、1 台双压余热锅炉和 1 台抽凝式汽轮发电机组组成。正常联合循环运行期间,燃气轮机为机组的原动机,以天然气作为燃料,燃气轮机的热排气进入余热锅炉产生高/低压蒸汽,高压蒸汽驱动汽轮机,汽轮机第 1 级

叶片后抽汽作为供热汽源;低压蒸汽一部分提作为汽轮机补汽源,另一部分作为溴化锂机组的驱动蒸汽(夏季)或换热机组的热源(冬季),满足空调冷热负荷。另设 1 台 20 t/h 燃气尖峰锅炉。机组主要参数见表 2。由表 2 可见,实际投运后的经济技术指标未完全达到设计的技术经济指标。在电力过剩、电改逐步推进的大背景下,企业还需大力推进市场覆

盖,进一步拓宽供热市场。随着园区热用户及冷用户的不断开发,全厂热效率会进一步提高。

表 2 机组主要参数

项目	设计参数		投运后实际数据	
	#1	#2	#1	#2
发电利用小时/h	5 500		5 860	
年发电量/(GW·h)	536.29		703.27	
年供热(冷)量/(TJ·a ⁻¹)	899.0(287.4)		856.7(9.2)	
供热气耗/[GJ·(kW·h) ⁻¹]	38.44		28.90	
热电比/%	62.24		34.80	
全厂热效率/%	73.00		60.70	
发电气耗/[m ³ ·(kW·h) ⁻¹]	0.162		0.196	
发电标准煤耗/[g·(kW·h) ⁻¹]	187.50		231.00	
百万千瓦额定供热条件下耗水量/(m ³ ·s ⁻¹ ·GW ⁻¹)	0.586		0.588	
厂用电率/%	3.37		3.50	
SO ₂ 排放量/(mg·m ⁻³)	11.90	11.90	10.00	8.34
NO _x 排放量/(mg·m ⁻³)	62.35	62.35	6.25	10.50
烟尘排放量/(mg·m ⁻³)	5.00		4.07	
			4.57	

该机组投入运行时间较短,主要采取运行优化。根据供能企业机组生产运行实际情况,对能源系统生产运行实际数据进行摸底分析,并根据生产运行数据建立数学模型,对生产运行情况进行模拟,系统分析分布式能源系统中主要运行参数对机组整体的技术经济指标和经济性的影响。根据模型获得机组在不同负荷需求情况下的最优运行方式作为指导,开展现场优化调整研究,获得机组在典型运行工况下的最优运行曲线和最优运行方式。

此外,针对上海颁布的政策,以企业现有产品业务为基础,结合用户侧特性分析,研究提出用户侧余热余压蒸汽发电、屋顶光伏、储能、光储充一体化等新产品与新业务。通过对现有技术优化与新业务拓展的耦合分析,形成协调发展的综合智慧能源系统技术体系,提升企业供能质量、降低生产运行成本,形成新的业务增长点,实现产品业务的多元化发展。

2.4 园区客户需求挖掘

通过调研可知,园区用户有冷、热、电、热水等需求。目前供能企业主要是热。园区目前共有 33 个中压热用户,均为工业蒸汽热负荷,且大多为生产加热系统用热,需要 0.4~0.6 MPa 的饱和蒸汽,最大流量一般发生在白天,最小流量发生在晚上。最大工业热负荷约为 106.54 t/h、最小工业热负荷约为 19.89 t/h、平均值约为 53.58 t/h。2018 年全年一期蒸汽供应量为 23.35 万 t,全年蒸汽热负荷波动呈现季节性波动,最大月供应量达到 9.350 万 t;最小月供应量为 4.811 万 t,最小月供应量仅为最大月供应

量的 50% 左右。

2.5 综合能源增值服务模式创新

除了已有的单一售能模式,供能企业可针对不同行业类型的用能企业对象提供个性化能耗顾问与诊断服务,以便为用户提供专业化技术指导、定制化节能方案,降低用能企业成本;提供定制化设施管理服务,包括对用能企业自有设备提供运维服务,及为用能企业提供可租赁能源设备及相关套餐运维服务等。通过增值服务模式创新,推动供能企业产品业务多元化、增加收益;以“能源管家”为创新服务模式,为用户提供全方位的能源管理。

2.6 综合能源服务管理平台设计

园区级综合能源服务管理平台可以涵盖多能源耦合供给调度策略、设备运行性能监控、用户用能数据统计分析及综合能源交易等部分内容。各部分相互联系,共同完成园区级综合能源系统的信息收集、分析和利用,为数据自助服务、数据资产运营、数字协同、设备诊断等数字业务提供支撑平台,实现多能联供服务、能源交易服务、综合能效服务,支撑供能企业数字经济业务创新和商业模式创新。

(1)多能源耦合供给调度策略。根据用户侧对各类能源的负荷需求特性,以经济环保为目标进行仿真模拟,得出系统各类能源出力预测结果及实际优化运行方案,为供能企业提供辅助决策建议。

(2)设备运行性能监控。通过设备实际测量点数值及系统仿真模拟值实时监控综合能源系统中各设备运行状态,评估设备性能,发现设备性能大幅下降或处于非正常状态及时报警,指导检修作业,保证系统安全可靠。

(3)用户用能数据统计分析。通过安装在用户侧的各级仪表数据,实时监测用户所有设备用能数据,对每个用户根据能耗数据单独建模,通过对数据进行加工和分析,确定用户需求后提供所需的节能咨询、运维等能源管理服务。

(4)综合能源交易。基于电力、天然气和热力交易机制,构建综合能源市场交易模型,开展电、热、冷、气等能量交易及增值、辅助服务等园区级综合能源交易仿真,辅助供能企业和用户开展交易。

通过供能企业自身优化、用户个性化需求调研、综合能源增值服务模式创新和综合能源服务管理平台设计等方面多方位改造,未来该供能企业可拥有电能、工业蒸汽、空调冷热水、生活热水 4 种能源产品,并开展产品维保、余热发电试验平台等增值服务,成为成熟的综合能源服务商,在能源改革大背景下保证自身优势,并提升园区用能水平,如图 2 所示。

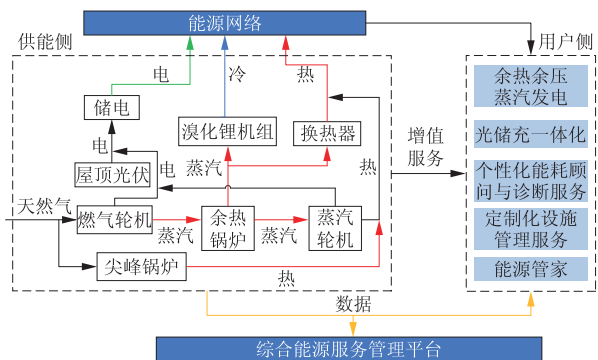


图2 该供能企业向综合能源服务商转型路径组成

Fig. 2 Transformation path of the energy supply enterprise transferring to an integrated energy service provider

2.7 经济性分析

(1)光伏发电。利用园区屋顶和可利用空地建设光伏发电项目,初步估计光伏发电容量的峰值为10 MW。考虑系统首年的衰减率为3.0%,之后每年的衰减率降为0.7%。边界条件如下:(1)静态投资,3 500 元/kW;(2)经营期,20 a;(3)修理及维护费,运营期1~5 a(质保期内)为8 元/kW,6~10 a为15 元/kW,11~25 a为20 元/kW;(4)保险费,按总投资额的0.25%计算;(5)其他费用,按30 元/kW计算;(6)年利用小时数,1 486.98。

通过计算得到重要经济性指标数据见表3。

表3 光伏发电系统经济性指标

Table 3 Economic index of a photovoltaic generation system

项目	数值
装机容量/MW	10
年平均上网电量/(MW·h)	13 503.64
总成本/万元	3 845.88
经营期平均电价/[元·(kW·h) ⁻¹] ^[16]	0.414 9
年销售收入/万元	560.27

(2)光储充一体化。“光储充”一体化充电设施可以实现电力就地生产消纳,满足用户电动汽车充电需求。初步设置5个直流10.0 kW充电桩、10个交流3.5 kW充电桩。充电桩和储能电池容量比为1.0:1.7,储能电池容量为144.6 kW·h。根据上海市颁布的政策^[18-20],对光伏一体化储能充电等新技术的设备投资(不含光伏发电)给予30%的财政补贴;在运营环节,其他公用充换电设施补贴标准为0.2~0.8 元/(kW·h),每年补贴电量上限为每千瓦充电功率补贴1 MW·h。若充电站运营周期为10 a,储能电池使用寿命为10 a。边界条件^[21]为:(1)单个直流10.0 kW充电桩平均服务费用11 520 元/a,单个交流3.5 kW充电桩平均服务费用4 032 元/a;(2)经初步统计,公共充电桩的年利用小时数为300~800,按最高800 h进行测算。

表4为光储充一体化经济性指标,通过经济性分析可见,光伏发电及光储充一体化系统均能给供能企业带来新的增长点。

表4 光储充一体化经济性指标

Table 4 Economic index of an integrated PV-storage-charging system

项目	数值
直流10.0 kW充电桩单价/万元	4.16
交流3.5 kW充电桩单价/万元	1.21
直流充电桩运营成本/万元	0.94
交流充电桩运营成本/万元	0.43
充电桩收取电费/[元·(kW·h) ⁻¹]	1.60
铁锂储能电池价格/[元·(kW·h) ⁻¹]	2 500.00
储能变流器单位容量价格/(元·kW ⁻¹)	1 000
储能系统维护系数	0.01
总成本/万元	78.51
年销售收入/万元	11.07

在供电、热、冷、热水等多种能源基础上,供能企业应充分考虑政府限价、补贴、用户基础能源需求、企业能源生产特点等必要约束,分别设计单项能源套餐与综合能源套餐。针对用热行为不规律用户设计单项能源的阶梯热价套餐;针对用热行为规律用户设计单项能源分时热价套餐;设计热/电/冷耦合的综合能源套餐。

3 结论

以上海某工业园区内供能企业及其所提供服务工业区为研究对象,针对供能企业能源生产供应受到天然气市场价格波动影响较大,上网补贴电价受国家政策影响较深等关键共性问题,探索向综合能源服务商转型路径,通过发展光伏发电、光储充一体化系统等技术,在获得经济收益的同时提升用户服务能力,形成一种以工业园区为服务对象的新型供能企的区域综合能源服务能力提升方案,在能源改革大背景下保证自身优势,提高园区能源利用效率、降低用能成本。

参考文献:

[1]黎静华,朱梦姝,陆悦江,等.综合能源系统优化调度综述[J].电网技术,2021,45(6):2256-2272.
LI Jinghua, ZHU Mengshu, LU Yuejiang, et al. Review on optimal scheduling of integrated energy systems [J]. Power System Technology, 2021, 45(6): 2256-2272.
[2]潘崇超,金泰,李娜,等.综合能源系统优化模型综述与文献计量分析[J].科学技术与工程,2021,21(11):4300-4310.
PAN Chongchao, JIN Tai, LI Na, et al. Overview and

- bibliometric analysis on optimization models of integrated energy system [J]. Science Technology and Engineering, 2021, 21(11): 4300-4310.
- [3] 黄彦彰, 周宇昊, 郑文广, 等. 产业园区新型多能联供综合能源服务研究[J]. 发电技术, 2021, 42(6): 734-740.
HUANG Yanzhang, ZHOU Yuhao, ZHENG Wenguan, et al. Research on new integrated energy system with multi-power combined supply of industrial parks [J]. Power Generation Technology, 2021, 42(6): 734-740.
- [4] 苏淑华, 吕迎晨. 综合能源服务发展现状与路径研究[J]. 能源科技, 2021, 19(6): 8-11, 15.
SU Shuhua, LV Yingchen. Development status and path of comprehensive energy services [J]. Energy Science and Technology, 2021, 19(6): 8-11, 15.
- [5] 封红丽. 综合能源服务市场竞争主体最新进展及发展趋势与挑战[J]. 电器工业, 2019(12): 51-61.
- [6] 令文君, 雷兵, 邓良辰, 等. 电网企业向综合能源服务公司转型路径探究[J]. 中国能源, 2019, 41(1): 29-32.
- [7] 龙颜. 对电力企业向综合能源服务转型的思考[J]. 知识经济, 2020(1): 95-96.
- [8] 赵竟, 邢政, 黄保乐, 等. 发电企业综合能源服务创新商业模式及发展策略研究[J]. 综合智慧能源, 2022, 44(3): 17-22.
ZHAO Jing, XING Zheng, HUANG Baole, et al. Research on innovative business models and development strategies of integrated energy services for power generation companies [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44(3): 17-22.
- [9] 王晓海, 徐静静, 胡永锋, 等. 新形势下发电企业在综合能源服务领域的业务分析[J]. 综合智慧能源, 2022, 44(3): 9-16.
WANG Xiaohai, XU Jingjing, HU Yongfeng, et al. Business analysis on integrated energy services of power generation enterprises under the new circumstances [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44(3): 9-16.
- [10] 李广伟, 陈鑫. 9F 燃气-蒸汽联合循环机组运行优化及节能改造[J]. 节能, 2019, 38(4): 76-79.
LI Guangwei, CHEN Xin. Operation optimization and energy-saving retrofit for a 9F gas-steam combined cycle units [J]. Energy Conservation, 2019, 38(4): 76-79.
- [11] 朱亚迪, 李琛, 谢大幸, 等. 燃气发电机组能效指标修正及对标管理[J]. 华电技术, 2020, 42(5): 37-42.
ZHU Yadi, LI Shen, XIE Daxing, et al. Energy efficiency indicator modification and benchmarking management for gas turbine units [J]. Huadian Technology, 2020, 42(5): 37-42.
- [12] 余莉, 徐静静, 马兰芳, 等. 综合能源服务项目新增热泵系统的案例分析[J]. 综合智慧能源, 2022, 44(1): 72-79.
YU Li, XU Jingjing, MA Lanfang, et al. Case study on the integrated energy service project with newly installed heat pumps [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44(1): 72-79.
- [13] 张运洲, 代红才, 吴潇雨, 等. 中国综合能源服务发展趋势与关键问题[J]. 中国电力, 2021, 54(2): 1-10.
ZHANG Yunzhou, DAI Hongcai, WU Xiaoyu, et al. Development trends and key issues of China's integrated energy services [J]. Electric Power, 2021, 54(2): 1-10.
- [14] 范星宇, 刘继洋, 刘成运, 等. 双碳下综合能源服务体系的技术发展趋势与展望[J]. 仪器仪表用户, 2021, 28(11): 97-101.
FAN Xingyu, LIU Jiyang, LIU Chengyun, et al. Technology development trend and prospect of integrated energy service system under double carbon [J]. Instrumentation, 2021, 28(11): 97-101.
- [15] 戚艳, 刘敦楠, 徐尔丰, 等. 面向园区能源互联网的综合能源服务关键问题及展望[J]. 电力建设, 2019, 40(1): 123-132.
QI Yan, LIU Dunnan, XU Erfeng, et al. Key issues and prospects of integrated energy service for energy internet in park [J]. Electric Power Construction, 2019, 40(1): 123-132.
- [16] 王明远, 张桂青, 田崇翼, 等. 工业园区综合能源服务业务方案探究[J]. 山东电力技术, 2021, 48(8): 8-12.
WANG Mingyuan, ZHANG Guiqing, TIAN Chongyi, et al. Exploration on the business scheme of integrated energy system in industrial park [J]. Shandong Electric Power, 2021, 48(8): 8-12.
- [17] 代琼丹, 邓昕, 吴雪妍, 等. 能源互联网下综合能源服务商业模式综述[J]. 高压电器, 2021, 57(2): 135-144.
DAI Qiongdan, DENG Xin, WU Xueyan, et al. Overview on integrated energy service business model under energy internet [J]. High Voltage Apparatus, 2021, 57(2): 135-144.
- [18] 国家发展改革委, 财政部, 国家能源局. 三部门关于2018年光伏发电有关事项的通知[EB/OL]. (2018-06-02)[2022-04-25]. http://www.gov.cn/xinwen/2018-06/02/content_5295668.htm.
- [19] 上海市人民政府办公厅. 关于印发《上海市鼓励电动汽车充换电设施发展扶持办法》的通知[EB/OL]. (2016-04-29)[2022-04-25]. https://fgw.sh.gov.cn/fgw_gfxwj/20220929/0056160b4a1d4e82aff75e026e2961fe.html.
- [20] 上海市发展和改革委员会, 上海市交通委员会, 上海市财政局, 等. 关于印发《上海市促进电动汽车充(换)电设施互联互通有序发展暂行办法》的通知[EB/OL]. (2020-04-05)[2022-04-25]. <https://www.doc88.com/p-98573131204398.html>.
- [21] 蒲军军. 公交充电站和公用充电桩的运行成本核算及经济效益分析[J]. 上海节能, 2019(1): 70-76.
PU Junjun. Operation cost accounting and economic benefit analysis of bus charging stations and public charging piles [J]. Shanghai Energy Saving, 2019(1): 70-76.

(本文责编: 惠忻)

作者简介:

谷菁(1995), 女, 工程师, 硕士, 从事分布式能源、综合能源工作, jing-gu@chder.com;

张海珍*(1986), 男, 硕士, 从事分布式能源、综合能源工作, haizhen-zhang@chder.com。

*为通信作者。