

DOI:10.3969/j.issn.2097-0706.2022.12.011

价值链重构下的发电企业综合能源服务平台 建设路径研究

Research on the development path of integrated energy service platforms for power
generation enterprises in value chain reconstruction

黄保乐¹, 李鹏¹, 邢政², 高波¹, 赵竞¹

HUANG Baole¹, LI Peng¹, XING Zheng², GAO Bo¹, ZHAO Jing¹

(1. 国电南京自动化股份有限公司, 南京 210032; 2. 中国华电集团清洁能源有限公司, 北京 100070)

(1. Guodian Nanjing Automation Company Limited, Nanjing 210032, China; 2. China Huadian Green Energy
Company Limited, Beijing 100070, China)

摘要:综合能源服务平台是互联网和信息技术与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场深度融合的“互联网+”智慧能源产业发展新形态。研究了国内外综合能源服务平台建设现状,指出平台建设对于综合能源服务发展的重要性,提出在“能源供应-市场交易-用户服务”的综合能源服务价值链下的发电企业综合能源服务平台建设路径,围绕供需撮合、多元服务、共性服务和能源管理4个方面打造平台核心竞争力,设计了平台的整体架构和核心业务功能,探究了数据挖掘分析、服务套餐推荐等关键技术对于平台的支撑,为发电企业综合能源服务平台的设计、开发和应用提供了一种可行方案。

关键词:综合能源服务平台;发电企业;价值链重构;平台架构;数据挖掘;互联网+;智慧能源

中图分类号:TK 01:F 424 **文献标志码:**A **文章编号:**2097-0706(2022)12-0075-06

Abstract: Building integrated energy service platforms that integrate internet and advanced information technologies with energy production, transmission, storage, consumption and marketing is a new development form of "Internet + "smart energy industry. Firstly, based on the summary on the current situation of integrated energy service platforms, the importance of the platform for the development of integrated energy services is expounded. Then, a development path for integrated energy service platforms of power generation enterprises is proposed which includes energy supply, market transaction and services into its value chain. The path improves the core competitiveness of the platform by matching supply and demand and providing diversified services, common services and energy management. Finally, the overall architecture and core business functions of the platform are described in detail, and the supports of data mining analysis technology and service package recommendation technology are studied. The path provides a feasible scheme for the design, development and application of an integrated energy service platform for power generation enterprises.

Keywords: integrated energy service platform; power generation enterprises; value chain reconstruction; platform architecture; data mining; Internet+; Intelligent Energy

0 引言

随着我国能源转型的提速和电力体制改革的不断深入,能源生产和用户之间深度耦合,能源生产消费方式发生深刻变革,综合能源服务成为有效缩短能源产业链、提高能源利用效率、降低用能和运营成本、推动能源系统绿色低碳发展的新业态^[1]。综合能源服务平台作为服务于综合能源服务产业

的枢纽,其本质是以用户为中心,通过线上线下的数据融合,构建起数字化、智能化驱动的业务创新,实现“源-网-荷-储”友好互动、综合能源服务全流程线上运作^[2]。

在综合能源服务蓝海市场驱动下,作为能源和互联网跨界融合中枢产品,综合能源服务平台取得了较大进展,国内外市场呈现出了较高的综合能源服务平台建设热潮。国外能源企业在能源数字和平台建设方面纷纷采取积极举措,东京电力以满足客户综合服务需求为导向,构建集输配电平台、基

基础设施平台、能源平台、数据平台于一体的信息系统,全力支撑其综合能源服务业务发展^[3];意大利国家电力公司通过收购 EnerNOC、eMotorWerks 和联合研发等方式推动各类专业技术平台建设,以提升自身专业平台创新能力和服务能力,实现对电动汽车、储能、灵活性能源需求的智能管控;法国 Engie 集团通过收购 ECOVA 和 C3 Resources,以提升数据挖掘及平台建设能力,不断支撑能源管理等新的业务模式。

国内能源企业也纷纷布局开展平台建设研究,积极抢占综合能源服务市场高地^[4-5],反映出未来综合能源服务市场的竞争不仅是单个产品与服务的竞争,而是平台与平台之间的竞争^[6],因此建设综合能源服务平台,对于能源企业来说具有极高的重要性和必要性,通过平台构建新的能源生态、实现弯道超车、形成市场竞争新优势。

分析当前综合能源服务市场需求、技术支撑、政策环境^[7]等因素,综合能源服务平台发展不仅要依托以“云-大-物-移-智-链”等为代表的信息技

术,打造综合能源数据信息网络,掌握和运营用户数据,挖掘和创新综合能源服务产品,更好地满足客户需求,提升市场核心竞争力^[8],还需要能够在线连接能源供应与消费各环节的人、机、物,成为能源流、业务流以及价值流的承载者。本文在研究国内外综合能源服务平台发展现状的基础上,提出发电企业综合能源服务平台建设路径和架构设计。

1 价值链重构下的平台设计

1.1 综合能源服务价值链

价值链是企业一系列战略性相关活动所构成的业务流程,通过企业内部资源的整合创造价值^[9]。不同于传统能源服务体系中能源品种独立、消费结构单一的“竖井式”发展模式,综合能源服务面向能源系统终端,充分应用大数据、人工智能等先进信息技术,打破不同能源品种间的数据壁垒,推动能源和信息产业的深度融合,促进能源生产、市场交易、用户服务的良性循环,实现综合能源各主体间能源流、信息流、价值流的共享融合。综合能源服务价值链如图 1 所示。

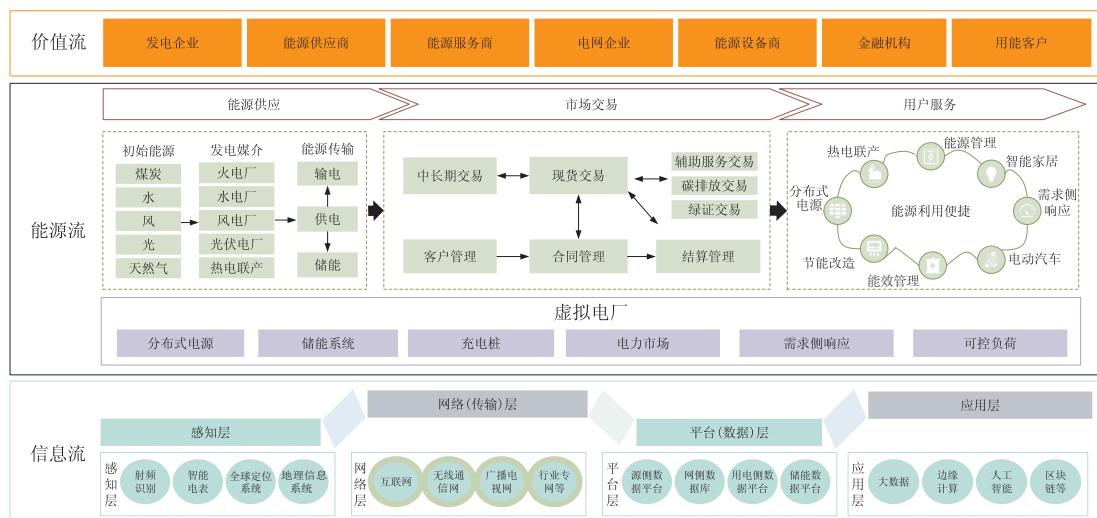


图 1 综合能源服务价值链

Fig. 1 Integrated energy service value chain

可以看出,综合能源服务产业价值链涵盖能源供应、市场交易、用户服务等多个方面,涉及发电企业、电网企业、能源服务商、能源设备商、用能客户等多业务主体^[10],价值链上的任何一家企业都不再是单打独斗,也不只是业内竞争,不同竞争者之间由于受制于传统行业壁垒、技术升级瓶颈等客观因素,在不同的细分市场都具有“比较优势”^[11]。发电企业掌握电力生产资源,具有发电成本低、发售一体化优势,电网企业具有网、荷双资源,互联网公司具有先进的信息技术和海量的客户群体、设备制造

公司掌握设备生产安装运维一体化的优势。因此发电企业开展综合能源服务,应充分利用自身在能源生产端的产业优势,重构综合能源服务价值链,通过综合能源服务平台构建一个连接用户与产品服务、整合各类服务商与用户的平台价值型网络,在产业链和价值网中实现“互补互利”,促进价值网上各环节优势资源的组合匹配和高效对接,实现能源全要素、全产业链、全价值链的覆盖,增进各业务主体间的能源流、信息流、技术流和价值流的全方位融合,促进数据价值的有效挖掘^[12],最终实现综

合能源效率最优、资产利用价值最大化、客户体验最佳等目标,从而构建“清洁低碳、安全友好、智慧高效”的现代能源体系。

1.2 发电企业综合能源服务平台价值定位

综合能源服务平台将“云-大-物-移-智-链”等信息通信技术与传统能源供应消费相互渗透和深度融合,推动能源技术与信息技术的融合发展,其特征主要包含以下4个方面,如图2所示。

(1)打造供需撮合平台。协同产业链上下游合作伙伴,通过平台聚合能源服务商与用户,为其提供撮合入口,并结合客户画像、市场精准画像技术对不同细分市场、服务产品的发展前景进行评估,综合进行服务的供需匹配与推荐,实现平台的业务引流,抢占市场份额。

(2)提供多元用户服务。利用自身产业资源优

势,分析用户需求信息,把握用户多元用能需求,通过平台探索多样化的服务,为客户设计、定制综合能源服务产品和智慧用能解决方案,为内外部用户提供绿色、安全、经济、高效、增值的综合能源服务。

(3)挖掘市场共性需求。通过平台积累有效数据,挖掘市场主体共性需求,形成标准化、模块化资源提供给用户,从而实现社会资源集约化,并在解决方案设计等环节中由能源服务商结合实际场景进行整合以满足用户的个性化需求,从而最大限度地体现价值。

(4)赋能企业精细管理。发电企业作为能源供应与能源服务的枢纽,应借助平台不断提升自身能源规划与能源调度能力,支撑综合能源供应与运营的精益化管理需求,实现能源的有效供给,满足各类用户个性化、多样化的能源需求。

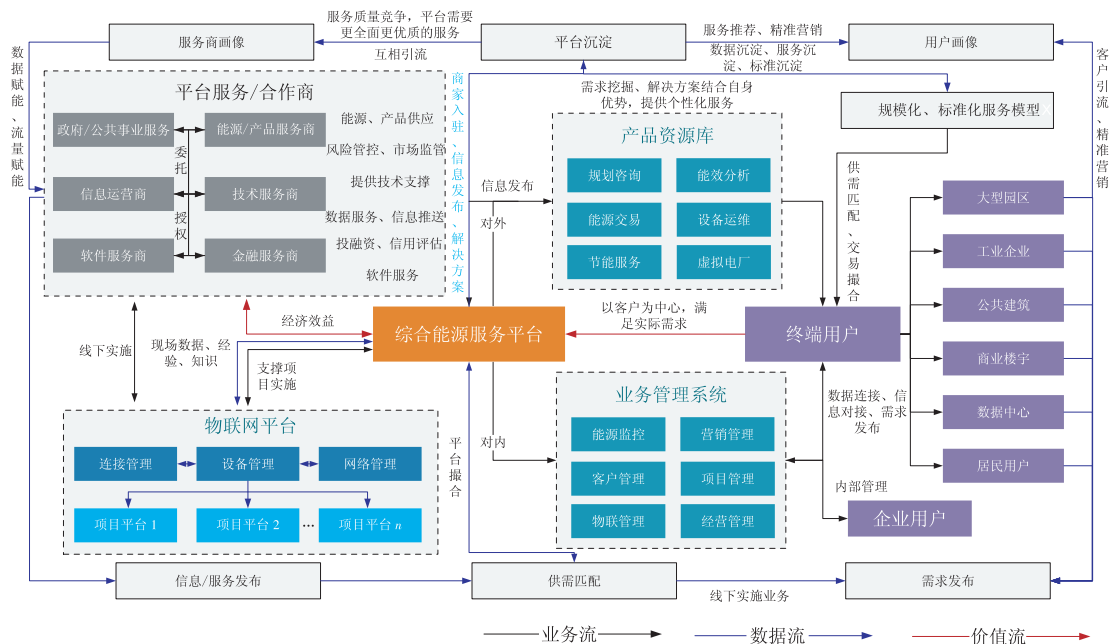


Fig. 2 Reconstruction of an integrated energy service platform's value chain

2 综合能源服务平台架构设计

2.1 平台整体架构

为更好支撑综合能源服务业务发展,满足综合能源服务业务快速变化的发展要求,发电企业综合能源服务平台建设整体采用微服务的技术架构,遵循“静态平台+动态应用”设计原则,整体按照感知层、边缘层、网络层、平台层、应用层、展现层和生态层七层架构设计,以标准规范体系为基础,以安全防护体系为保障,架构柔性可靠易扩展,实现业务功能积木式搭建,重点解决综合能源服务业务快速发展的要求,满足不同用户差异化需求。平台总体架构设计如图3所示。

感知层通过标准化通信规约和物联网技术,实现电热冷气水等多种能源智能终端采集与智能控制,全面感知“源-网-荷-储-用”各类能源设备数据信息,推动能源与信息通信基础设施深度融合。

边缘层作为物理世界与数字世界的桥梁,就近提供边缘智能服务,满足行业数字化在敏捷连接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。

网络层利用移动通信技术(4G、5G)、物联网等技术将各类终端采集的数据传输至平台层的数据处理层,满足综合能源服务业务海量数据高速可靠传输,实现控制指令的下达和数据全面贯通。

平台层借助大数据、人工智能、中台技术智能

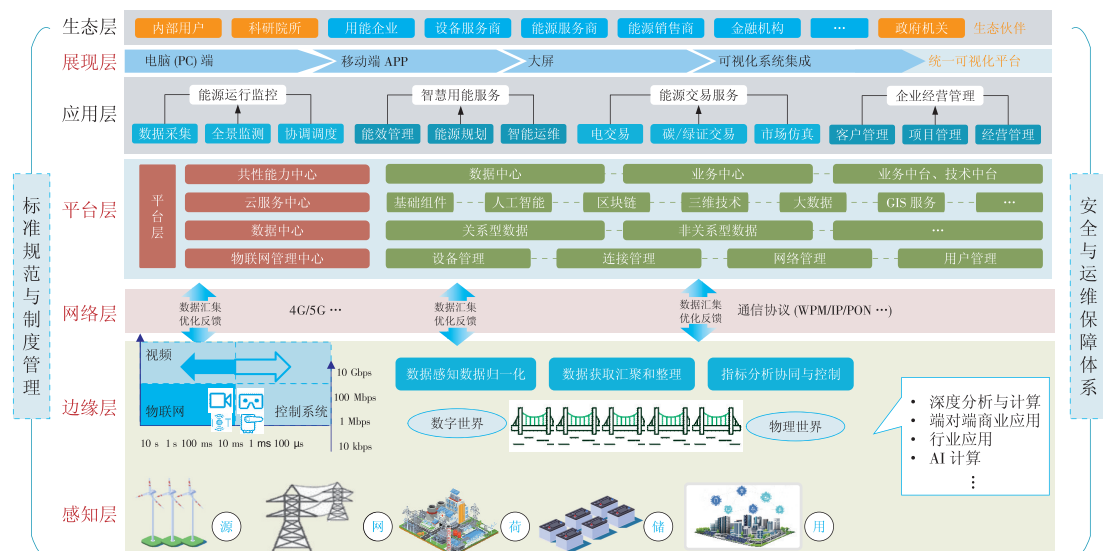


图3 综合能源服务平台整体架构

Fig. 3 Overall structure of an integrated energy service platform

分析海量数据,实现综合能源服务业务数据高效处理和实时响应,完整支撑综合能源服务业务开展。

应用层采用多租户、微服务^[13]架构设计,满足终端用户多元化能源生产与消费的业务逻辑实现,灵活构建适配多元化业务需求的应用场景。

表现层在电脑(PC)端、移动应用、媒体终端、车辆作业、其他第三方应用等终端,实现功能和数据的交互,以及终端服务支持。

生态层通过平台建设与科研院所、能源服务商、设备制造商、技术供应商、金融机构等加强合作,建设互惠共赢综合能源服务生态圈,带动产业上下游主体协同发展,实现价值共享。

2.2 平台核心功能

综合能源服务平台作为服务于整个综合能源服务产业的枢纽^[14],面向不同用户群体的多样性能源需求,在实现多种能源协同供应的基础上,应当以“服务”为中心,以用能企业业务应用场景为基础,为用能企业提供能源运行监控、智慧用能服务、能源交易服务、能源规划等多种形态的平台服务,支撑综合能源供应与运营的精益化管理需求,实现能源生产、交易、消费全环节的智慧化服务,满足各类用户个性化、多样化的综合能源服务需求。

(1)能源运行监控。利用物联网技术、多能源多表抄收、优化调控算法,通过对“电热冷气”横向贯通、能源“产-输-储-用”纵向延伸,实现综合能源平台多角度、全方位的数据采集、综合监测、多能源协同调度和全景能源监管,保证能源安全、稳定、高效运行。

(2)智慧用能服务。以用能企业实际业务应用场景为基础,开展用能企业的基础信息、能源消费

信息和实时用能信息的收集分析,优化能源供给运行策略,提供能效管理服务、节能服务、能源规划和能源数据服务等多种形态的增值服务,满足用能企业多元用能需求。

(3)能源交易服务。紧跟国家电力市场化改革进程,逐步构建电能量、辅助服务等能源交易体系,提供购售电管理、电价套餐及费用管理等功能,支持海量市场成员在线交易电力服务,能够实现能源营销、计费结算、客户服务和账务管理,推进能源交易市场可持续运营。

(4)企业经营管理。通过集中化、信息化、智能化的方式实现对综合能源服务业务的全流程管控,提供包括项目管理、经营管理、客户管理等平台管理功能,从客户挖掘、服务跟踪、项目建设、项目运营、结算交易全过程流转到资产管理、客户关系、合作伙伴、生态圈等业务的辅助管控,提高公司经营管理能力。

3 关键技术

随着综合能源服务业务的深入推进,平台将集成海量用户的用能数据,需要有一定的信息处理和数据挖掘技术作为基础^[15],实现能源生产、消费、交易各个环节的数据价值挖掘,满足用户差异化需求、提升能源企业水平。

(1)数据挖掘分析技术。综合能源涉及能源生产、消费、传输、加工转换、存储和交易等全生命周期及其他相关领域的海量数据,数据主体众多、数据类型多样、数据结构复杂,故首先需要数据进

行清洗、修正和筛选,形成基础数据库;然后从时间维度、类属维度、响应维度对数据进行多维度信息提取^[16-17],结合聚类分析^[18]、统计学方法^[19]、模糊处理及机器学习等数据挖掘方法对海量数据进行精细化分析和处理,初步实现数据模型标准化,生成标准评价体系库;最后,构建靶向性目标客户评价指标体系,为不同客户提供高效准确的数据分析服务。数据挖掘逻辑架构如图4所示。

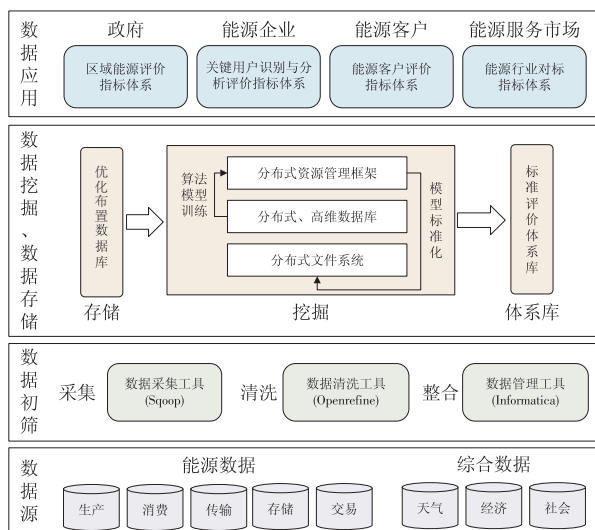


图4 数据挖掘逻辑架构

Fig. 4 Logical architecture of data mining

(2)服务套餐推荐技术。基于对用户用能信息、资产信息和用户信息等资源进行深度挖掘,可进一步探讨服务推荐策略。平台可以根据分析用户的供用能特性,细分客户群体和类别,设计综合能源套餐、单项能源套餐、应急能源套餐、电动汽车充电服务等基础综合能源套餐,采用组合服务理论^[20]、关联规则挖掘^[21]、内容关联推荐^[22]、协同过滤推荐^[23]等多准则决策方法,为客户提供广泛、全面的能源套餐,积极与客户签订长期能源供应合同,满足客户不同的用能需求,粘连客户。

4 结论

本文在深度分析综合能源服务业务发展和综合能源服务平台建设现状基础上,研究综合能源价值链重构下的发电企业综合能源服务平台发展模式,提出了基于感知层、边缘层、网络层、平台层、应用层、展现层和生态层7层平台架构和能源运行监控、智慧用能服务、能源交易服务、能源规划等四大核心业务功能,并分析数据挖掘分析技术、服务套餐推荐技术等关键技术在平台的技术应用,为发电企业综合能源服务平台的设计、开发和应用提供了

一种可行方案。

参考文献:

- [1]买亚宗,石书德,张勇,等.关于以平台模式推进综合能源服务产业发展的建议[J].国有资产管理,2020(10):59-62.
MAI Yazong, SHI Shude, ZHANG Yong, et al. Suggestions on promoting the development of comprehensive energy service industry in platform mode [J]. State Owned Assets Management, 2020 (10): 59-62.
- [2]吴潇雨,代红才,刘林,等.综合能源服务平台化发展解析[J].能源,2021(3):45-49.
WU Xiaoyu, DAI Hongcai, LIU Lin, et al. Analysis on the development of integrated energy service platform [J]. Energy, 2021(3): 45-49.
- [3]徐仁武,徐锴.东京电力公司竞争环境下的价格策略[J].电力需求侧管理,2007(5):74-76.
XU Renwu, XU Kai. Price strategy of Tokyo Electric Power Company under competitive environment [J]. Power Demand Side Management, 2007(5): 74-76.
- [4]王晓辉,刘鹏,季知祥,等.能源互联网共享运营平台关键技术及应用[J].电力信息与通信技术,2020,18(1):46-53.
WANG Xiaohui, LIU Peng, JI Zhixiang, et al. Key technologies and applications of energy Internet sharing operation platform [J]. Power Information and Communication Technology, 2020, 18(1): 46-53.
- [5]汪振,何斌,杨彪,等.综合能源服务生态平台构建方法及架构[J].电力需求侧管理,2019,21(4):77-82.
WANG Zhen, HE Bin, YANG Biao, et al. Construction method and framework of integrated energy service ecological platform [J]. Power Demand Side Management, 2019, 21(4): 77-82.
- [6]曾鸣,王雨晴,李明珠,等.泛在电力物联网体系架构及实施方案初探[J].智慧电力,2019,47(4):1-7,58.
ZENG Ming, WANG Yuqing, LI Mingzhu, et al. Preliminary study on the architecture and implementation scheme of ubiquitous power internet of things [J]. Smart Power, 2019, 47(4): 1-7, 58.
- [7]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.
- [8]吴垠,薛贵元,陈卓彦,等.省级电网公司打造综合能源服务平台的探讨[J].电力需求侧管理,2020,22(5):93-96.
WU Yin, XUE Guiyuan, CHEN Zhuoyan, et al. Discussion

- on building a comprehensive energy service platform for provincial power grid companies [J]. Power Demand Side Management, 2020, 22(5): 93-96.
- [9] 封红丽. 综合能源服务市场开发战略研究与建议[J]. 电器工业, 2019(7): 33-45.
- FENG Hongli. Research and suggestions on the development strategy of integrated energy service market [J]. Electrical Industry, 2019(7): 33-45.
- [10] 杨柔坚. 基于价值链重构的传统企业商业模式创新和价值创造研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2018.
- [11] 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 model and development strategy of comprehensive energy services for power generation enterprises [J]. Integrated Intelligent Energy, 2022, 44(3): 17-22.
- [12] 汤芳. 综合能源服务市场竞争: 结构、策略及趋势[J]. 能源, 2019(1): 68-71.
- TANG Fang. Competition in the comprehensive energy service market: Structure, strategy and trend [J]. Energy, 2019(1): 68-71.
- [13] 王小彦. 电网企业综合能源服务平台发展研究[D]. 南京: 东南大学, 2020.
- [14] 刘永辉, 张显, 谢开, 等. 能源互联网背景下的新一代电力交易平台设计探讨[J]. 电力系统自动化, 2021, 45(7): 104-115.
- LIU Yonghui, ZHANG Xian, XIE Kai, et al. Discussion on the design of a new generation of power trading platform under the background of Energy Internet [J]. Power System Automation, 2021, 45(7): 104-115.
- [15] 李华强, 李旭翔, 阚力丰. 能源互联网背景下综合能源服务市场运营模式及关键技术[J]. 工程科学与技术, 2020, 52(4): 13-24.
- LI Huaqiang, LI Xuxiang, KAN Lifeng. Operation mode and key technologies of integrated energy service market under the background of Energy Internet [J]. Engineering Science and Technology, 2020, 52(4): 13-24.
- [16] 何维国, 潘博, 潘智俊, 等. 基于数据挖掘的能源企业数字化转型探索[J]. 电力与能源, 2019, 40(6): 688-690.
- HE Weiguo, PAN Bo, PAN Zhijun, et al. Exploration on digital transformation of energy enterprises based on data mining [J]. Electricity and Energy, 2019, 40(6): 688-690.
- [17] 刘世成, 张东霞, 朱朝阳, 等. 能源互联网中大数据技术思考[J]. 电力系统自动化, 2016, 40(8): 14-21, 56.
- LIU Shicheng, ZHANG Dongxia, ZHU Chaoyang, et al. Technical thinking on big data in Energy Internet [J]. Power System Automation, 2016, 40(8): 14-21, 56.
- [18] 李扬, 宋天立, 王子健. 基于用户数据深度挖掘的综合能源服务关键问题探析[J]. 电力需求侧管理, 2018, 20(3): 1-5.
- LI Yang, SONG Tianli, WANG Zijian. Analysis on key problems of integrated energy service based on user data deep mining [J]. Power Demand Side Management, 2018, 20(3): 1-5.
- [19] 杨晟, 孙跃, 龚钢军, 等. 基于能源区块链的综合能源服务研究[J]. 华电技术, 2020, 42(8): 11-16.
- YANG Sheng, SUN Yue, GONG Gangjun, et al. Research on integrated energy services based on energy blockchain [J]. Huadian Technology, 2020, 42(8): 11-16.
- [20] 王利猛, 刘久成, 田春光, 等. 基于统计学方法的微网混合储能容量优化配置[J]. 电网技术, 2018, 42(1): 187-194.
- WANG Limeng, LIU Jiucheng, TIAN Chunguang, et al. Optimal allocation of microgrid hybrid energy storage capacity based on statistical method [J]. Power Grid Technology, 2018, 42(1): 187-194.
- [21] 闫志刚, 胡海涛. 基于语义的 Web 服务动态组合框架的研究[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(8): 197-200.
- YAN Zhigang, HU Haitao. Research on semantic based dynamic composition framework of Web services [J]. Microelectronics and Computer, 2010, 27(8): 197-200.
- [22] XIANG C, SU S, XU S, et al. DP-Apriori: A differentially private frequent itemset mining algorithm based on transaction splitting [J]. Computers & Security, 2015, 50: 74-90.
- [23] BALABANOVIC M, SHOHAM Y. Content-based, collaborative recommendation [J]. Communications of the ACM, 1997, 40(3): 66-72.
- [24] 麻天, 余本国, 张静, 等. 基于混合聚类与融合用户兴趣的协同过滤推荐算法[J]. 电子技术应用, 2022, 48(4): 29-33.
- MA Tian, YU Benguo, ZHANG Jing, et al. Collaborative filtering recommendation algorithm based on hybrid clustering and user interest fusion [J]. Application of Electronic Technology, 2022, 48(4): 29-33.

(本文责编: 齐琳)

作者简介:

黄保乐(1993), 男, 硕士, 从事综合能源规划、综合能源服务等方面的研究, 996252145@qq.com;

李鹏(1977), 男, 高级工程师, 硕士, 从事电力市场研究、综合能源服务等方面的研究, michael-peng.li@sac-china.com;

邢政(1985), 男, 经济师, 从事综合能源服务, 电力市场理论等方面的研究, xztiya@163.com;

高波(1990), 男, 高级工程师, 硕士, 从事综合能源服务, 电力市场仿真等方面的研究, 357435737@qq.com;

赵竟(1987), 男, 高级工程师, 硕士, 从事数据服务、综合能源服务等方面的研究, 48023225@qq.com。