

区域综合能源管控与服务管理系统设计与应用

张颖媛^{1,2}, 杨文^{1,2}, 李怀良^{1,2}

(1. 南瑞集团(国网电力科学研究院)有限公司, 南京 211106; 2. 国电南瑞科技股份有限公司, 南京 211106)

摘要: [目的]在节能降耗与区域综合能源受到广泛关注的背景下,为满足区域综合能源管控与服务需求,设计提出一套区域能源综合管控与服务管理系统架构方案,并进行实际应用。[方法]基于电、热、气、水等多种类型能源系统综合管控与服务的实际业务需求,结合大数据、云平台、物联网、移动互联网、智慧城市等新技术新理念,设计提出一套主要包括能源监控、能源分析、能源管理、运维检修、交易结算、增值服务应用的区域能源综合管控与服务管理系统。[结果]基本形成面向能源供给侧及需求侧的综合能源监控、管理与服务的完整业务,并以实际案例应用阐明该系统可满足企业级、园区级、区域级三类典型应用场景的综合能源管控与服务需求。[结论]所提方案经实践应用可有效支撑区域能源综合管控与服务业务开展。

关键词: 能效提升; 综合能源; 能源管控; 服务管理; 应用案例

中图分类号: TM73; TK01

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)01-0021-06

Design and Application of Regional Integrated Energy Control and Service Management System

ZHANG Yingyuan^{1,2}, YANG Wen^{1,2}, LI Huailiang^{1,2}

(1. NARI Group Corporation/State Grid Electric Power Research Institute, Nanjing 211106, China;

2. NARI Technology Development Co., Ltd., Nanjing 211106, China)

Abstract: [Introduction]The paper proposes and implements an architecture scheme of regional integrated energy control and service management system to meet the actual demands of regional comprehensive energy management and service of various types such as electricity, heat, gas and water. [Method]Combined with new technologies and new concepts such as big data, cloud platform, internet of things, mobile internet and smart city, the regional integrated energy control and service management system was mainly designed six functional applications. The applications included energy monitoring, energy analysis, energy management, operation and maintenance, transaction settlement, and value-added services. [Result]The application of practical cases illustrates that the system can meet the comprehensive energy management and service requirements for energy supply side and demand side of three typical application scenarios of enterprise level, park level and regional level. [Conclusion]This system can effectively support regional integrated energy control and service management. And it is expected to tap the potential of energy conservation, improve energy efficiency, enhance energy management level, and make the environment better.

Key words: promotion of energy efficiency; integrated energy; energy management and control; service management; application cases

能源问题业已成为各国政府当下普遍关注的焦点,我国亦相继出台了一系列相关的政策措施,其中,节约能源与提升能效成为解决问题的有效方式。节约优先被列为我国《能源发展战略行动计划(2014-2020年)》重点实施的四大战略之首。在互联网产业蓬勃发展与电力体制改革背景

下,2016年,国家发改委、国家能源局会同工信部联合印发《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》,提出建设以电网为基础,与热网、气网、交通网等多种类型能源网络的互联互通,旨在调整能源结构、提高能源效率。2017年,国家能源局公布首批56个能源互联网示范项目名单,包括园区能源互联网试点示范项目、城市能源互联网试点示范项目、多能互补试点示范项目等。

故而,多种能源形态协同转化的区域综合能源

收稿日期: 2019-08-05 修回日期: 2020-02-12

基金项目: 国家重点研发计划资助项目“水泥炉窑物质流与能量流匹配的节能管理平台”(2016YFB0601501)

系统关键技术研究及工程建设受到各界广泛关注。国内外学者在关于综合能源系统的多元能源建模^[1-3]、系统规划设计^[4-7]、运行管理^[8-9]、效益评价^[10-11]等关键技术研究方面已取得一定的研究成果。在应用研发与工程建设实施方面,国内传统能源企业和市场化能源企业也均纷纷布局,在冶金、化工、电力、交通、建筑等^[12-16]行业积极开展相关探索,研发相关能源管理系统,不过大多应用是针对特定行业企业进行基础能源信息监控与管理,关于在多应用场景下为能源供给及需求提供综合能源监控、管理与服务的完整业务内容研究不足。为深度挖掘节能潜力,进一步促进区域实现合理有效的能源管理、能耗监管、能效提升,有效支撑区域能源综合管控与服务业务开展,研发建设区域能源综合管控与服务应用系统显得很有必要。

本文基于电、热、气、水等多种类型能源系统综合管控与服务的实际业务需求,梳理分析区域能源网络管理的现状与存在问题,设计提出一套区域能源综合管控与服务管理系统架构方案,基本形成面向能源供给侧及需求侧的综合能源监控、管理与服务的完整业务,并以实际案例应用阐明该系统可满足企业级、园区级、区域级三类典型应用场景的综合能源管理与服务需求,具有一定的工程应用价值和社会意义。

1 区域能源网络管理的现状与问题

虽然自国家推行节能减排政策后,各行各业制定了许多措施,各区域各类园区相应也做了大量工作,取得成效明显,但是,仍存在一些普遍问题:

1) 能源浪费比较严重:照明、空调、风扇等用电设备长时间运行,用水管网跑冒滴漏,公用能源消费处于“大锅饭”时代等状态长期存在,用户自觉、主动的节能意识薄弱。

2) 计量管理过于粗放:缺乏较为全面的能耗计量,存在计量表具未按要求安装,尤其是二级计量表计配备不全,没能实现对能耗的实时测量、分项计量,缺乏详细实时的底层统计数据,导致能源浪费现象无法得到有效的监测和重视。

3) 能源监控水平较低:大部分仍然沿用人工抄表、计算机录入数据、再进行能源数据统计的方式,此种方式效率低、工作量大、数据准确性差,难以满足先进的管理体系要求。

4) 能源管理制度缺失,能源管理水平有待提高:目前大部分区域的能源管理水平低下,缺乏有效的监督反馈、节能奖励制度,没有合适的能源管理辅助决策工具,区域管理决策者难以进行及时有效的能源管理与能效分析。

5) 区域能源管控与服务应用的设计建设有待扩展与深化:有待进一步研究区域内海量用能数据的深度挖掘与分析技术,以为能源管控决策提供有效支持;有待进一步研究能源消耗趋势的合理预测方式方法,以实现区域能源消耗、能源供给的有机衔接;有待开展与相关管理系统、控制系统集成与协同运作的应用研发;有待综合考虑环境因素及其治理监控因素等。

6) 节能环保新技术应用的潜力有待挖掘:物联网、移动互联网等新一代信息技术的应用推广程度不高,有待在传统行业开展信息技术的深化应用研究,以实现能源供应与消耗全过程的泛在感知为基础,支撑节能降耗的潜力挖掘。

2 区域综合能源管控与服务管理系统架构设计

对于能源管理系统,目前国际上没有统一的定义。普遍认为:能源管理系统是计算机辅助决策系统,一方面用来实现能源相关信息的数据采集与监视控制,另一方面基于各种统计学、智能优化算法等实现能源供需分析与运行优化管理,以提高能源利用效率。

本文结合大数据、云平台、物联网、移动互联、智慧城市等新技术新理念,研究设计一套面向区域能源供给侧及需求侧的综合能源监控、管理与服务的区域综合能源管控与服务管理系统(下文简称本系统)。

2.1 设计目标

本系统紧密结合国家电网有限公司“三型两网”发展战略,用系统工程的思想方法进行总体架构设计,努力做到立足区域实际、面向区域整体与未来规划。以需求为牵引,注重实用性、安全性、科学性、先进性和可扩展性,做到软硬件资源的集成化管理和一体化设计;注重创新应用和引领示范,在满足系列标准前提下,与绿色园区、智慧园区、智慧城市建设相结合,全面提升区域能源服务与运维管理水平,支撑国家节能减排战略实施。

2.2 总体架构

本系统的总体架构设计方案示意如图 1 所示, 系统总体基于互联网思维, 采用“物理分布、逻辑集中、组件部署、按需配置”的可弹性扩展的多层部署架构, 物理分布在各层的子系统, 通过高速通信网络, 由点到线, 由线到面, 构成一套层次清晰、逻辑统一、功能互补的大系统, 突破传统独立建设、就地使用的局限, 可统一为各级用户提供服务, 并预留未来向上扩展能力。

本系统包含以下 3 层结构: 现场设备层、信息支撑层、系统管理层, 可实现多种能源形式的接入与综合管理, 并可为能源服务商提供综合能源服务相关技术支撑。

1) 现场设备层: 主要包含部署于多种形式能源供给侧(光伏、风电、三联供、分布式电储能、电蓄热等)与能源需求侧(电动汽车充电设施、居民用户、商业用户、工业用户、公共机构等)所监测区域内的三表集抄及分项计量装置, 实现能源网络中各类能源信息的分类、分项计量。

2) 信息支撑层: 用于完成现场设备层所采集的各类能源数据向系统管理层数据库服务器的信息上传, 以及系统管理层的控制指令向现场设备层的信息下达, 可包含通信网、互联网、物联网等多样化通讯方式。

3) 系统管理层: 是区域能源综合管理系统的数据中心和运行管理中心, 提供能源监控、能源分析、能源管理、运维检修、交易结算等多种应用功能满足用户进行能源管控与服务管理的需求, 并可实现与区域已有管理系统的交互。

2.3 功能架构

系统软件基于云服务 IaaS、PaaS、SaaS 三层架构, 应用功能采用组件化设计, 可按需组合及动态扩展。IaaS、PaaS、SaaS 三者之间有着较为密切的联系, 从技术角度而言, SaaS 可以基于 PaaS 或直接部署于 IaaS 之上, PaaS 可以构建于 IaaS 之上, 也可以直接构建于物理资源之上; 而从用户体验角度而言, IaaS、PaaS、SaaS 之间关系是独立的, 它们可以面对不同类型的用户。

区域综合能源管控与服务管理系统综合考虑多层级架构、多业务组件、多类型能源、多数据类型、多接入规约、多类用户访问、多数据发布方式、多对外接口等外部数据特征, 提供统一的数据采集框架和安全体系, 既可实现标准化数据接入, 又充分保障能源设施、能源系统及能源信息的完整性、可靠性、可用性、可控性与保密性。系统应用功能采用组件化设计, 可按需组合及动态扩展, 其功能架构如图 2 所示。

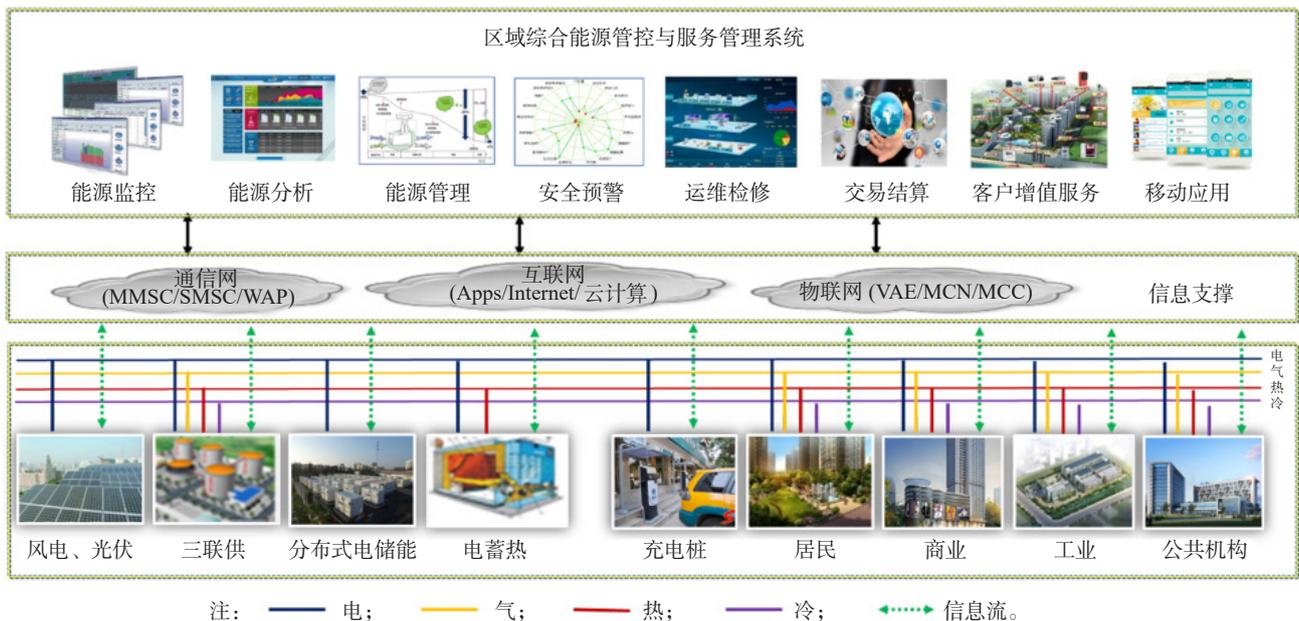


图 1 区域综合能源管控与服务管理系统总体架构方案示意图

Fig. 1 Overall architecture of regional integrated energy control and service management system

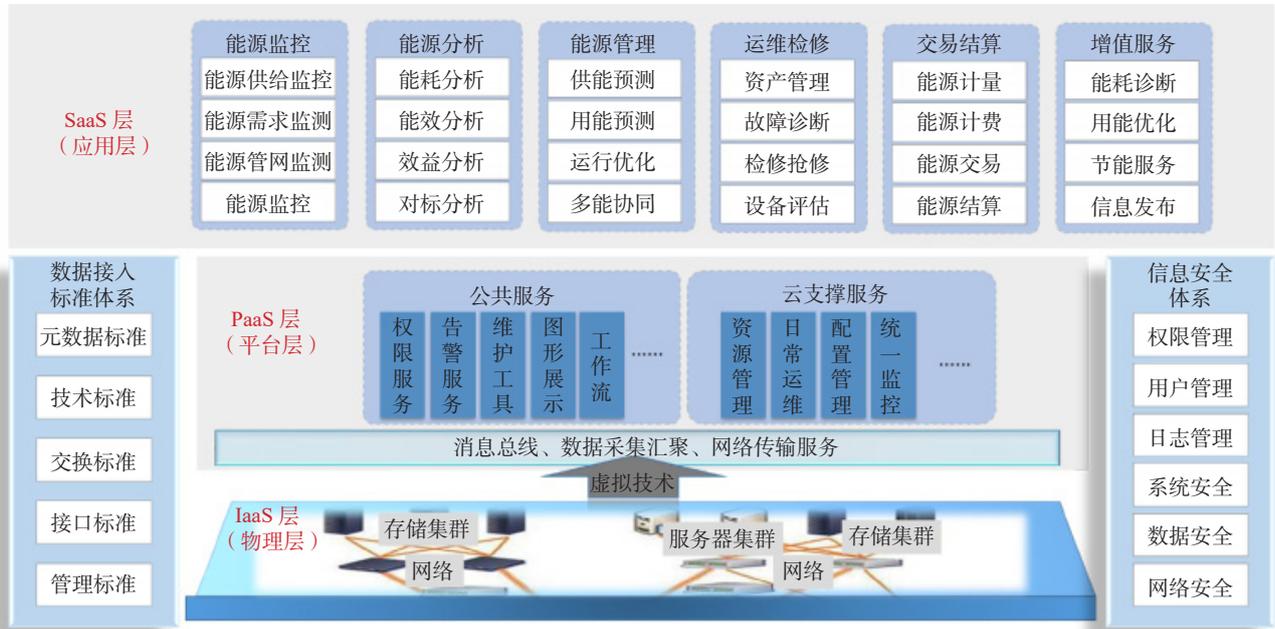


图2 区域能源综合管控与服务管理系统功能架构图

Fig. 2 Functional architecture of regional integrated energy control and service management system

IaaS 物理层：云服务的最底层，提供虚拟存储、网络存储、集群服务等基础业务。

PaaS 平台层：提供应用层标准化支撑平台，主要包括资源管理、消息总线、网络传输服务等云支撑服务与中间件。

SaaS 应用层：提供“按需软件”组件化服务，实现功能模块定制组合、无缝集成与动态扩展。主要包括能源监控、能源分析、能源管理、运维检修、交易结算、增值服务等应用。

1) **能源监控：**包括能源供给监控、能源需求监测、能源管网监测、综合告警等功能，实现所采集各类能源信息的汇总展示、监视控制及智能告警。

2) **能源分析：**包括能耗分析、能效分析、效益分析、对标分析等功能，实现能耗、能效、成本等信息的多维统计分析，寻求提升能效的方法，推动节能管理。

3) **能源管理：**包括供能预测、用能预测、运行优化、多能协同等功能，实现新能源发电、能源站供能、能源消耗的合理预测，以及各类可调控能源供给计划的持续动态优化，促进资源的合理配置与充分利用。

4) **运维检修：**包括资产管理、故障诊断、检修抢修、设备状态评估等功能，实现区域内能源设备的运维管理，提高客户满意度。

5) **交易结算：**包括能源计量、能源计费、能源交易、能源结算等功能，为客户进行能源交易提供技术支持。

6) **增值服务：**包括能耗诊断、用能优化、节能服务、信息发布等功能，用于为区域能效提升提供有效的决策支持与辅助服务。

3 区域综合能源管控与服务管理系统应用案例

3.1 企业级综合能源管控与服务案例

吉林白山水泥厂水泥炉窑节能管控项目（如图3所示），供配电系统、5个OPC系统（包括水泥脱硝、富氧燃烧系统、熟料燃烧系统、余热发电及锅炉、水泥粉磨系统）的数据通过水泥厂通信网实现水泥厂的数据采集，具备能源监控、能源分析、能源管理、运维检修四类应用，并通过大屏可视化系统实现水泥企业能源监控调度多维度可视化展示。

对于企业级或生产类用户，如上述水泥、汽车生产企业等，本系统除提供能源监视、管理的基本功能，实现“知其能、见其效”的基本功能外，可对企业范围内的能源利用情况进行局部优化，如能接入区域级系统，可在区域级系统的指导下，参与全局优化。

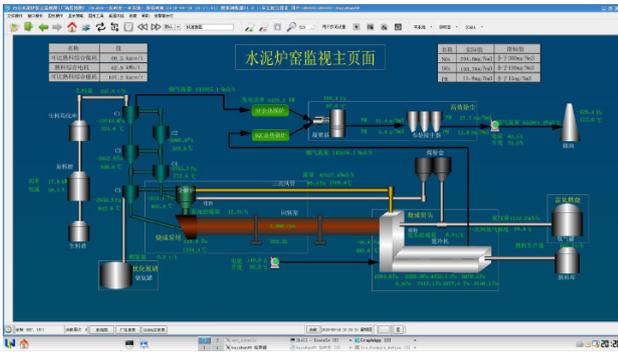


图 3 吉林白山水泥厂水泥炉窑节能管控项目

Fig. 3 Energy conservation and management project of cement kiln in Jilin Baishan Cement Plant

3.2 园区级综合能源管控与服务案例

南瑞集团江宁企业园区综合能源管控与服务项目(如图 4 所示), 实现了园区内水、热、电无人抄表, 具备水电气热多能的能源管控、用能监测、能效诊断分析以及智能停车场管理等增值服务功能, 并通过屋顶光伏与办公用电、充电桩、冰蓄冷等要素充分结合, 形成园区多能流协调优化系统, 使节能由“被动查询”向“主动参与”过渡, 达到园区能源闭环管理效果。



图 4 南瑞集团江宁企业园区综合能源管控与服务项目
Fig. 4 Integrated energy control and service management project of NARI group corporation Jiangning Park

对于园区级用户, 如上述工业/产业园区、高校校园、医院等, 本系统可帮助用户掌握能源供需动态、开展能源使用监管, 并可通过远程联动控制实现各相关系统的运行优化及系统间的协调运行, 实现多能互补与优化调度。

3.3 区域级综合能源管控与服务案例

武汉未来科技城区域综合能源管控与服务项目(如图 5 所示)包括电能、热能、风能、太阳能的

能源供需监控、能耗分析与区域多能协同管理, 结合智能楼宇管理、综合网管、智能家居交互, 面向区域管理者和区域内企业、居民等服务对象, 为绿色区域提供多样化服务。



图 5 武汉未来城区域综合能源管控与服务项目
Fig. 5 Regional integrated energy control and service management project of Wuhan Future City

天津滨海区互联网+智慧能源服务项目(如图 6 所示)集成能源监控、能源分析、能源管理、运维检修与交易结算五类应用, 可实现统一互联网桌面 WEB 和移动 APP 多端联动、移动 APP 的在线运维抢修工单闭环管理、GIS 定位、RFID 资产标签、APP 扫码识别、客户档案与资产信息的全生命周期管理等功能, 并已接入滨海中心商务区、一汽大众产业园区代维用户 9 家, 意向已近 100 家。



图 6 天津滨海区互联网+智慧能源服务项目
Fig. 6 Regional integrated energy control and service management project of Tianjin Binhai District

对于区域级用户, 本系统可在园区级系统之上, 基于单个客户的综合能源监控、管理, 在客户群间建立跨客户的互动互惠的能源网络, 进行区域多能互补与联合调节, 帮助客户获得超出客户自身调节能力的额外利益; 此外, 本系统可为客户提供能源托管与代运维服务, 保障用户用能安全可靠、经济高效。

4 结论

随着国家节能减排政策的推进,区域能源网络的节能潜力必将进一步挖掘,本文在分析能源管理现状与问题基础上,面向能源供给侧及需求侧的综合能源监控、管理与服务的业务需求,设计提出一套基于云服务 IaaS、PaaS、SaaS 三层架构的区域能源综合管控与服务管理系统架构方案,可实现功能模块定制组合、无缝集成与动态扩展。该系统的研发应用可满足企业级、园区级、区域级三类典型应用场景的综合能源管控与服务需求,并具备更多场景的扩展支撑能力,可帮助用户逐步实现对能源管理的精细化、系统化、事前主动化及科学定量化,不失为一种促进区域能效提升的有效路径。在泛在电力物联网建设与售电侧放开新形势下,如何更好地支撑管制性输配电业务、竞争性综合能源服务业务以及能源互联网生态圈建设,是有待仔细思考与深入研究的课题。

参考文献:

- [1] 孙宏斌,郭庆来,吴文传,等.面向能源互联网的多能流综合能量管理系统:设计与应用[J].电力系统自动化,2019,43(12):122-128+171.
SUN H B, GUO Q L, WU W C, et al. Integrated energy management system with multi-energy flow for energy internet: design and application [J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43 (12): 122-128+171.
- [2] NEYESTANI N, YAZDANI-DAMAVANDI M, SHAFIEKHAH M, et al. Stochastic modeling of multienergy carriers dependencies in smart local networks with distributed energy resources [J]. IEEE Transactions on Smart Grid, 2015, 6 (4): 1748-1762.
- [3] WU T J, LIU S H, NI M, et al. Model design and structure research for integration system of energy, information and transportation networks based on ANP-fuzzy comprehensive evaluation [J]. Global Energy Interconnection, 2018, 1 (2): 137-144.
- [4] 郑钊颖,何登富,王景超,等.大型港电煤一体化能源基地信息化综合规划方案研究[J].南方能源建设,2015,2(1):32-36+41.
ZHENG Z Y, HED F, WANG J C, et al. Research on comprehensive planning scheme for informatization of large-scale port- electricity-coal energy base [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2 (1): 32-36+41.
- [5] 田静宜.分布式综合能源系统视角下的区域能源规划模式初探[D].上海:复旦大学,2013.
- [6] 程林,张靖,黄仁乐,等.基于多能互补的综合能源系统多场景规划案例分析[J].电力自动化设备,2017,37(6):282-287.
CHENG L, ZHANG J, HUANG R L, et al. Case analysis of multi-scenario planning based on multi-energy complementation for integrated energy system [J]. Electric Power Automation Equipment, 2017, 37 (6): 282-287.
- [7] AQUIGIARO G, ROBINEAU J L, RODRIGUES P. Project cinergy towards an integrated energy urban planning system from a data modelling and system architecture perspective [J]. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 2017, 4 (3): 5-12.
- [8] SHAFFER B, TARROJA B, SAMUELSEN S. Dispatch of fuel cells as transmission integrated grid energy resources to support renewables and reduce emissions [J]. Applied Energy, 2015, 148 (6): 178-186.
- [9] 董帅,王成福,梁军,等.计及电转气运行成本的综合能源系统多目标日前优化调度[J].电力系统自动化,2018,42(11):8-15+121.
DONG S, WANG C F, LIANG J, et al. Multiobjective optimal day-ahead dispatch of integrated energy system considering power-to-gas operation cost [J]. Automation of Electric Power Systems, 2018, 42 (11): 8-15+121.
- [10] 张璐,张斌.基于正态分布区间数的综合能源系统效益评价研究[J].南方能源建设,2015,2(2):41-45.
ZHANG L, ZHANG B. Research and practice of optimizing energy system with multi complementary integration [J]. Southern Energy Construction, 2015, 2 (2): 41-45.
- [11] 王旭东,庄剑,葛磊蛟,等.基于BSC的用户能源综合效益评估[J].电力系统及其自动化学报,2015,27(增刊1):114-119.
- [12] 施处良.中天钢铁集团有限公司能源管控中心项目的建设[J].电力需求侧管理,2012,14(4):22-24.
- [13] 蔡世超.多能互补分布式能源系统架构及综合能源管理系统研究[J].吉林电力,2018,46(1):1-4+16.
- [14] 牛洪海,李兵,陈霏,等.机场综合能源一体化智慧管控关键技术研究[J].民航学报,2018,2(5):35-38.
- [15] 谈宏飞,秦俊宁,颜立,等.建筑能源管理系统的设计及应用[J].浙江电力,2016,35(2):68-71.
TAN H F, QIN J N, YAN L, et al. Design and application of energy management system for building [J]. Zhejiang Electric Power, 2016, 35 (2): 68-71.
- [16] 王海华.先进智能电网及全新用户体验规划设想的探讨[J].南方能源建设,2017,4(增刊1):1-8.
WANG H H. Discussion on the advanced smart grid and whole new customers' experience [J]. Southern Energy Construction, 2017, 4 (Supp.1): 1-8.

作者简介:



张颖媛

张颖媛(通信作者)

1984-,女,山西晋中人,工程师,博士,主要从事综合能源管控与服务、区域能源网络规划与节能改造方面工作(e-mail) zhyyer@126.com。

(责任编辑 李辉)