

综合能源服务驱动力模型及物联网技术 驱动影响模式分析

汤 芳¹,代红才¹,刘 强²,李 磊²,江 城^{3,4}

(1. 国网能源研究院有限公司,北京 102209;2. 国网浙江省电力有限公司,杭州 310007;
3. 南瑞集团(国网电力科学研究院)有限公司,南京 210000;
4. 国网电力科学研究院 武汉能效测评有限公司,武汉 430074)

Analysis of integrated energy service driving force model and Internet of Things technology driving influence pattern

TANG Fang¹, DAI Hongcai¹, LIU Qiang², LI Lei², JIANG Cheng^{3,4}

(1. State Grid Energy Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China;
2. State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310007, China;
3. NARI Group(State Grid Electric Power Research Institute) Co., Ltd., Nanjing 210000, China;
4. Wuhan Efficiency Evaluation Co., Ltd., State Grid Electric Power Research Institute, Wuhan 430074, China)

摘要:综合能源服务是推动能源产业高质量发展的重要着力点。从理论视角充分解析其发展驱动力、从实践层面积极探索优质高效的驱动模式具有重要意义。“需求”、“供给”、“技术”、“政策”是综合能源服务发展的4种驱动力。以“技术驱动”为先导,可以尽快实现综合能源服务从“规划”到“现实”的跨越。物联网技术驱动综合能源服务发展是典型的“技术驱动”模式,在“物理层”和“业态层”为综合能源服务提供了新的技术基础,从而助力我国综合能源服务产业发展,推动我国能源行业更好更快转型升级。

关键词:综合能源服务;物联网技术;驱动力

Abstract: Integrated energy service is a key point for promoting the high-quality development of the energy industry. It is of great significance to fully analyze the driving force of integrated energy service development from a theoretical perspective as well as actively explore high-quality and efficient driving patterns from the practical level. “Demand”, “supply”, “technology” and “policy” are four driving forces for the development of integrated energy service. Taking “technology-driven” as the forerunner, integrated energy service can achieve the leap from “planning” to “reality” as soon as possible. As a typical “technology-driven” pattern, the development pattern of integrated energy services driven by Internet of Things will help the development of integrated energy service industry and promote the better and faster transformation and upgrading of energy industry in China.

Key words: integrated energy service; Internet of Things; driving force

0 引言

综合能源服务面向能源系统终端,通过能源品种组合、技术进步、商业模式创新、系统集成等方式,使能源消费客户的收益或满足感得到提升。在我国能源高质量发展的新阶段,综合能源服务方兴未艾,新模式、新业态不断涌现,成为能源产业的重要成长点。发展综合能源服务也是全方位提升能源系统效率的重要途径^[1]之一。从理论视角充分解析综合能源服务发展驱动力,并从实践层面积极探索优质高效的驱动模式具有重要意义。

收稿日期:2020-07-09;修回日期:2020-11-20
基金项目:国家电网公司科技项目(1300-201957276A-0-00)

1 综合能源服务发展驱动力模型

目前,关于综合能源服务领域的研究较少,尚未有研究机构或专家对综合能源服务发展驱动力理论模型进行深入研究。但与综合能源服务具有相关度的能源互联网、清洁能源、电力信息物理系统等能源电力领域已经具备了一定的发展驱动力研究基础,可参考借鉴。文献[2]在分析能源互联网驱动力时,提出能源互联网的发展驱动力包括“技术、政策、环境、经济”4个方面。文献[3]在进行我国清洁能源发展驱动因素及测度研究时,从“市场需求、技术创新、资本、政策”4个方面构建了驱动力模型。文献[4]在对电力信息物理系统的发展驱动力进行评估时,采用了PEST分析方法,从“政治、经济、社会、技术”4个

层面提取了相应的驱动力指标。

总体来看,已有研究在探讨能源相关领域驱动时,重点关注“经济、技术、政策”3个维度。本文认为,综合能源服务发展受多种力量相互作用形成的合力驱动,这些驱动力包括4个维度,即“需求”、“供给”、“技术”和“政策”。“需求”和“供给”是综合能源服务发展的根本动力,“技术”和“政策”通过促进“需求”和“供给”演化升级,助力综合能源服务发展。本文从推进综合能源服务发展的“四维度驱动力”着手,构建了综合能源服务发展驱动力模型,如图1所示。

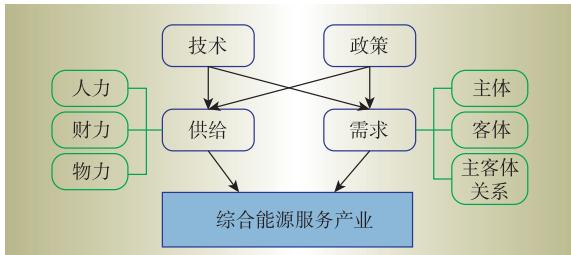


图1 综合能源服务发展驱动力模型

Fig. 1 Driving force model of integrated energy service development

1.1 需求驱动

综合能源服务的最终目的就是要满足需求,需求的状况及其变化是驱动综合能源服务发展的最重要因素。需求因素主要包括需求主体、需求客体、需求主客体关系3个维度。

综合能源服务需求主体是指能源消费者。消费者对综合能源服务需求的最低层次需求是满足基本能源保障,实现用能安全;第二层次是追求能源消费的便捷性和经济性;第三层次是需求主体愿意为清洁能源支付更高的用能成本或者改变原有用能习惯,以实现清洁低碳用能;最高层次是满足个性化需求,实现更加灵活,甚至按需定制的用能服务。需求主体的需求层级不断升级,将推动综合能源服务的进一步发展,驱动其向便捷、经济、清洁、低碳、个性化的方向升级。

综合能源服务需求客体是指为需求主体提供的能源商品及服务。能源服务商正致力于实现能源商品的清洁化和电气化、多能源品种间的多能互补与协同化、能源服务的多元化等。能源商品及服务处于持续转型升级中,品类、品牌不断丰富,品质、性价比不断提升。

当前,综合能源服务需求主客体关系正在从以客体为中心向以主体为中心转移,即综合能源服务不是以能源本身为中心,而是强调以能源消费者为中心。从传统的供给保障型向需求驱动型发展,促使能源消费者从被动接受向主动参与升级。综合能源服务将根据能源消费者的需求,不断优化主客体关系,使其呈现出用能决策智能化、用能共享化、

能源商品及服务定制化等新特征。

1.2 供给驱动

驱动综合能源服务发展的供给因素主要包括人力资源、资本供应、资源禀赋等维度。

从“人力”角度看,人力资源水平影响综合能源服务产业创新发展水平。在劳动力素质好、受教育程度高的地区,综合能源服务以技术密集型为主,倾向于承揽专业性强、难度高、具有示范引领价值的业务。在人力资源充裕、受教育程度一般的地区,劳动力供给量大,价格低廉,开展综合能源服务业务时倾向于发展相对成熟的劳动密集型业务。

从“财力”角度看,资本供应总量规模、增长速度、充足程度、价格水平(利息率)等因素影响综合能源服务产业的生产规模和发展速度。在综合能源服务领域,国有能源企业资金相对充裕且资本价格相对低廉,在发展资本密集型业务方面具备明显竞争优势。对小企业而言,资本短缺往往成为发展瓶颈,发展资本依赖度较低且能够尽快回笼资金的轻资产业务对于小企业来说是较优策略。

从“物力”角度看,资源禀赋影响了综合能源服务的具体形式。综合能源服务以因地制宜为原则,通过合理开发本地资源、优化利用外部资源,以保证资源的最优配置。例如:东部地区具有太阳能、风能、生物质能、地热能等资源,可以推动分布式光伏、分散式风电、生物质发电供热、热泵等业务的发展,同时结合市政供电、供气、供热,满足客户对电、热、冷、气的需求。

人力资源、资本供应和资源禀赋具有一定的互补性。当某种因素缺乏时,能源服务商可以利用其他因素进行替代,从而推动综合能源服务业务类型优化调整。例如:在资源禀赋较为一般的地区,可以充分利用人力资源、加大资本投入,通过分布式能源开发、能源综合利用和综合能效提升等代替传统化石能源或大型清洁能源开发,减轻资源禀赋不足对该地区综合能源服务发展的不利影响。

1.3 技术驱动

技术创新是推动综合能源服务发展的重要动力,为扩展市场空间、优化产业结构提供强大动力。技术创新能够改变需求侧,激发消费主体产生“个性化”需求。人工智能、大数据等信息技术向能源领域快速渗透,为消费“个性化”创造了可能。能源消费者可以通过智能终端掌握自身用能和系统供能情况,依据市场信号和系统运行情况主动调整自身用能行为,成为能源系统的主动调节元素。

技术创新能够优化供给侧,调整能源供给结构和利用方式,形成新的比较优势。分布式可再生能源发电、低温高效热泵等技术正在“成本驱动”下快速发展,储能、电转其他能源(power to X,P2X)、氢能、多能耦合转换等技术正逐步“商业化”,将为

客户侧能源供给提供更多选择和更大的优化配置空间。

技术创新能够推动业务更替,加快产业升级。未来综合能源服务将向一体化业务模式演进^[5],面向园区、建筑、家庭等场景提供综合能源解决方案。技术创新将从环节、系统等维度促进传统能源业务的快速融合,以实现真正的“综合”与“集成”,创造更高的服务附加值。

1.4 政策驱动

产业政策会影响人力、资本等供给要素以及能源服务数量、种类、质量等需求要素,从而影响综合能源服务产业发展方向和速度。例如:能源产业规划、价格补贴、环保限产等政策影响综合能源服务业务供给;价格补贴政策的改变会引导市场需求,刺激市场繁荣或导致衰退。

目前,国家尚未出台直接面向综合能源服务的产业政策,但针对能源综合利用,国家发展改革委、能源局等部门相继出台了《关于推进多能互补集成优化示范工程建设的实施意见》《关于推进“互联网+”智慧能源发展的指导意见》《关于推进新能源微电网示范项目建设的指导意见》等重要政策,积极推动多能互补、能源互联网、新能源微网等领域项目示范。在能源革命背景下,可以预期未来综合能源服务发展的政策环境将进一步趋好^[6]。

2 物联网技术驱动综合能源服务模式

综合能源服务“四大驱动力”中,“需求”作为原生于消费者的内在因素较难把握,“供给”受资源禀赋限制较大,“政策”的研究、制定、出台、落实、起效需要一个过程,相比而言,“技术”研究主体众多,升级迭代较快,市场“正外部性”作用明显,是最易见效的推动综合能源服务发展“着力点”。特别是在综合能源服务方兴未艾的当下,以“技术驱动”为先导,有助于综合能源服务快速实现从“规划”到“现实”的跨越,推动我国能源行业转型升级。

物联网(Internet of Things, IoT)、大数据和云计算等互联网技术与信息技术、数字技术深度融合,引发了能源系统的深刻变革^[7]。物联网是一种物、人、系统和信息资源互联的基础设施,结合智能服务,使其能够处理物理和虚拟世界的信息并作出响应^[8]。IoT在“物理层”和“业态层”为综合能源服务提供了新的技术基础。物联网技术驱动综合能源服务发展是“技术驱动”的典型模式。本文在综合能源服务发展驱动力理论模型基础上,提出物联网技术驱动综合能源服务发展模式,如图2所示。IoT为综合能源服务提供“全联接、全感知、全智能”的物理基础,催生出“系统能效提升”、“多能互补协调”、“源网荷储互动”等综合能源服务新业态。

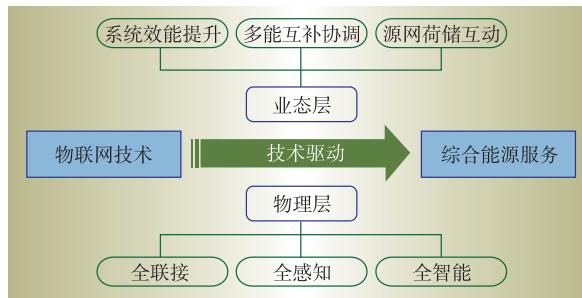


图2 物联网技术驱动综合能源服务发展模式

Fig. 2 Development pattern of integrated energy services driven by IoT technology

2.1 物理层

物联网技术将推动终端能源设备的广泛接入和深度感知,由此形成的海量数据信息在大数据、云计算和人工智能等技术的“精准解读”下,将使综合能源服务从“人工经验”向“自动智能”升级,使管控更精细、响应更迅速、服务更高效,促进能效价值创新、数据价值创新、用户价值创新。

2.1.1 全联接

物联网技术将实现终端电能相关设备的广泛接入,促进设备从单体式向集成化转变。纵向集成方面,物联网技术将立足电力,促进“源-网-荷-储”协调发展和电力定制业务拓展。横向集成方面,物联网技术将向其它能源辐射,促进多能互补的综合能源系统集成和跨品类服务升级。

2.1.2 全感知

物联网技术不仅促使客户侧电力系统的接口、管网、终端在“物理层”进行集成,更将在“数据、信息、应用”等方面集成,实现能源、设备等实体空间与数据、信息等虚拟空间的“映射”,打造数字化客户侧能源系统,为综合能源服务商优化客户侧能源消费提供实时、精确、有效的依据。

2.1.3 全智能

物联网技术背景下的综合能源服务将逐步实现“管控实时化”和“消费智能化”。利用人工智能技术,可以识别和总结出每一个用户的能源电力消费模式,进而有针对性地在能源类型和数量、供应时间和强度、运维服务频次等多方面自动生成定制化的方案,实现快速决策和智能管控。

2.2 业态层

物联网技术建设向客户侧进一步延伸感知终端,将有效推动综合能源服务业态向“更高效、更综合、更交互”升级。

2.2.1 实现系统级能效提升

针对商业楼宇、工业企业用能效率不高、用能数据缺失、难以抓准能效提升重点等问题,加强终端设备集成、数据采集和能效管控平台建设。在此基础上,将一个设备的“单点”用能优化,升级为所有设备的“全局”用能优化,从而推动单体级节能向

系统级节能转变。在照明、空调、冷链系统中,实现根据光、温、声等环境因子实时、智能、远程调控用能的新运行模式,促进客户能效提升。

2.2.2 促进多能互补协调

针对冷热电独立供应、转换利用效率不高等问题,加强客户用能负荷变化的深度感知能力和新能源出力波动的精准预测能力,综合考虑能源交易与成本、环保标准、能效要求等,研发以电为中心的多能互补优化运行算法或模型,提供多种能源协同供应和梯次利用服务,实现以经济、环保或能效最优为目标的最优化资源配置。

2.2.3 促进源网荷储互动

针对负荷激增、电动汽车快速发展等情况带来的配电网改造投入高、利用率低等问题,推动“源-网-荷-储”各环节交互式设备的广泛连接,增加可控负荷资源,加强物联通信,实现智能互动,面向客户提供需求侧响应、储能辅助、现货交易等服务,降低客户用能成本,促进电网设备利用率提高。

2.3 典型案例

浙江省“智慧电务”业务是物联网技术驱动综合能源服务发展的典型案例。

在物理层面,“智慧电务”物联架构采用智能数据采集技术、云架构服务,全面接入大客户配网的实时运行数据、用电数据、环境状态数据、安防监控数据、视频监控数据等,管理客户配网图形和台账数据,监控客户配网设备的运行状态。

在业态层面,“智慧电务”通过受理和转办服务申请、收发设备诊断结论等,为客户提供“基础电工”综合能源服务;通过7×24 h配变电设备在线监测、线下定期巡检、故障快速抢修等,提供“应急电工”综合能源服务;通过智能分析设备运行状态,一键呼叫即直接连线电力专家解决用电问题等,提供“专家电工”综合能源服务。

当前,“智慧电务”业务已在浙江省全面推广,为上千家企业提供了综合能源服务,累计为客户降低运维成本730余万元,预防各类电气设备故障2 380余次,在配电代运维等领域建设了一批示范效应显著、综合效益良好的综合能源服务示范项目。

3 结束语

综合能源服务的发展受多种力量相互作用形成的合力驱动。“需求”和“供给”是综合能源服务发展的根本动力,“技术”和“政策”通过促进“需求”和“供给”演化升级,助力综合能源服务发展。在综合能源服务方兴未艾的当下,以“技术驱动”为先导,可以尽快实现综合能源服务从“规划”到“现实”的跨越。物联网技术驱动综合能源服务发展是典型的“技术驱动”模式。物联网技术为综合能源服务

提供“全联接、全感知、全智能”的物理基础,催生出“系统能效提升、多能互补协调、源网荷储互动”等综合能源服务新业态,助力综合能源服务发展。■

参考文献:

- [1] 周伏秋,蒋焱,邓良辰,等.能源变革新时代综合能源服务市场机遇[J].电力需求侧管理,2019,21(4):3-6.
ZHOU Fuqiu, JIANG Yan, DENG Liangchen, et al. Comprehensive energy service market opportunities in the context of energy transformation [J]. Power Demand Side Management, 2019, 21(4):3-6.
- [2] 孙宏斌,郭庆来,潘昭光,等.能源互联网:驱动力、评述与展望[J].电网技术,2015,39(11):3 005-3 013.
SUN Hongbin, GUO Qinglai, PAN Zhaoxiang, et al. Energy internet: driving force, review and outlook [J]. Power System Technology, 2015, 39(11):3 005-3 013.
- [3] 付丽萍,刘爱东.我国清洁能源发展驱动因素及测度研究[J].科技进步与对策,2012,29(18):132-136.
FU Liping, LIU Aidong. On the driving force and countermeasures of Chinese clean energy development [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2012, 29 (18): 132-136.
- [4] 张帆,胡怡霜,范明霞,等.电力信息物理系统的发展驱动力评估[J].供用电,2018,35(11):9-13.
ZHANG Fan, HU Yishuang, FAN Mingxia, et al. Power cyber physical system development driving force evaluation [J]. Distribution & Utilization, 2018, 35(11):9-13.
- [5] 张运洲.我国综合能源服务一体化发展模式研究[J].中国电力企业管理,2019(5):37-41.
ZHANG Yunzhou. Research on the integrated development model of comprehensive energy service in China [J]. China Power Enterprise Management, 2019(5):37-41.
- [6] 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. Research on building synthesis energy ecological platform for large-scale network collaboration and data intelligent application [J]. Power Demand Side Management, 2019, 21(4):77-82.
- [7] 刘晓静,王汝英,魏伟,等.区域智慧能源综合服务平台建设与应用[J].供用电,2019,36(6):34-38.
LIU Xiaojing, WANG Ruying, WEI Wei, et al. Construction and application of the regional smart energy integrated service platform [J]. Distribution & Utilization, 2019, 36(6):34-38.
- [8] 杨挺,翟峰,赵英杰,等.泛在电力物联网释义与研究展望[J].电力系统自动化,2019,43(13):9-20,53.
YANG Ting, ZHAI Feng, ZHAO Yingjie, et al. Explanation and prospect of ubiquitous electric power Internet of Things [J]. Automation of Electric Power Systems, 2019, 43(13):9-20, 53.

作者简介:

汤芳(1989),女,内蒙古通辽人,博士,高级工程师,研究方向为综合能源服务、能源发展战略与规划、能源互联网等。

(责任编辑 徐文红 赵雨昕)