

基于泛在电力物联网增值服务模式评价

张继佳,沈志宏,蒋 翊

(国网绍兴供电公司,浙江 绍兴 312000)

A model of quality electricity value-added service in ubiquitous power Internet of Things

ZHANG Jijia, SHEN Zhihong, JIANG Yi

(State Grid Shaoxing Power Supply Company, Shaoxing 312000, China)

摘要:泛在电力物联网是以电力系统为核心,结合智能终端传感器、通信网、人工智能和云平台技术构成的复杂多网流系统,具有全息感知、泛在连接、开放共享、融合创新的特点。在泛在电力物联网背景下,采用基于德尔菲及层次分析处理的逼近理想点进行评价计算,建立了完整的电网增值服务的科学评价体系,为电网企业集中优势资源、科学规划和有序推进智能电网增值业务提供理论和方法支撑。同时以提高客户满意度和价值增长为目标,为客户提供安全可靠的电力供应和规范的服务,也给电网公司带来短期或长期的利益,从而实现用电客户和电网公司的双赢。

关键词:泛在电力物联网;增值服务;服务模式

Abstract: The ubiquitous power internet of things is a complex multi-network system composed of a power system and a combination of intelligent terminal sensors, communication networks, artificial intelligence, and cloud platform technologies, with the characteristics of holographic perception, ubiquitous connectivity, open sharing, and fusion innovation. In the context of widespread power Internet of Things, the basic DAHP-TOPSIS is adopted for evaluation and calculation, and a complete scientific evaluation system for network value-added services is established, which provides the oretical and method support for power grid enterprises to concentrate superior resources, scientifically plan and orderly promote smart grid value-added services. At the same time, it aims to improve customer satisfaction and value growth to provide customers with safe and reliable power supply and sincere and standard service, and bring short-term or long-term benefits to the power grid company, so as to achieve a win-win situation between electricity customers and the power grid company.

Key words: ubiquitous power Internet of Things; value-added service; service mode

0 引言

随着泛在电力物联网的全面开展,大量电力物联工程项目投产,为其深化发展奠定了坚实的支撑和保障。已建成的项目通过逐渐发挥综合效益,也为电网企业带来了更多可能的增值服务,如电动汽车、电力光纤到户、智能小区/园区等,丰富和便捷了居民生活。一方面,增值服务是智能电网发展到一定阶段的必然产物,为不断完善的物联网技术及应用提供了物理基础;另一方面,随着社会发展和居民生活水提高,用户对智能化、多样化的生活服务有了更高更多的需求。个性化的增值服务正是满足用户多样化需求的必然选择。对于企业来说,通过充分挖掘智能电网相关工程的应用潜力,可以提高资产利用率,增加营业收入,也利于降低企业的运营成本。但目前增值服务的开展面临着一系列亟待明确

的问题,包括市场前景、竞争度、投入产出效益、市场风险等。本文采用基于德尔菲及层次分析处理的逼近理想点进行评价计算,建立了一种泛在电力物联网增值服务的科学评价体系,为电网企业集中优势资源、科学规划和有序推进智能电网增值业务提供理论和方法支撑。

1 泛在电力物联网的增值服务

1.1 泛在电力物联网的增值服务的定义

本文将泛在电力物联网增值服务定义如下:在物联网运行环境下,电网企业为满足电力消费者多样化的用电需求,在保证电力供应基本服务的基础上,充分利用移动互联、人工智能等技术,为用户提供超出常规服务范围或服务方法的延伸服务、特色服务。

1.2 泛在电力物联网的增值服务种类

泛在电力物联网的增值服务是信息化、自动化和互动化特征的重要体现,也是提升用户用电体验的重要手段。泛在电力物联网涉及发电、输电、变电、配电、用电、调度等环节,延伸出来的增值服务

收稿日期:2019-08-15;修回日期:2019-08-30

基金项目:国网浙江省电力公司科技项目(6711SX1601DN)

This work is supported by Science and Technology Project of State Grid Zhejiang Electric Power Company(No.6711SX1601DN)

种类繁多,按照增值服务利用电网公司现有资源的程度来分,主要可以分成如下3类。

(1) 在整合优化电网公司现有资源的基础上及无额外投入或软硬件设备投入相对较小的情况下,引入相应的管理机制,即可开展增值服务运营,如云计算平台、基于信息采集相关数据进行数据挖掘支撑用户决策等。

(2) 以电网公司现有资源为基础,适当开展基础设施建设,即可向用户提供相关增值服务。目前该类增值服务在泛在电力物联网的增值服务总量中占的比例很大,其投入产出效益相对较好,开展难度不大,但产品渠道和商业模式需要结合自身资源情况灵活选择。该类增值服务以电力光纤到户、智能小区等为代表。

(3) 以泛在电力物联网发展为基础,通过全部新建基础设施,建立一种新的增值业务产品,为用户提供创新性的增值服务。此类增值服务具有很强的创新性,一般需要较大的投入,短期内的投入产出比较低,但长远来看具有一定的收益前景。此类增值服务以电动汽车充换电服务为代表。

2 泛在电力物联网的增值服务评价指标体系

本文结合我国电网发展特点,建立泛在电力物联网的增值服务评价指标体系。从公司开展业务的外部环境、盈利能力和对社会的贡献三个方面构建智能电网增值服务评价体系,形成了由目标层、准则层、子准则层、基础层构成的泛在电力物联网的增值服务评价层次结构。如图1所示。

2.1 目标层

泛在电力物联网的增值服务评价指标体系的总目标是评价增值服务在其所处企业生态系统中的发展及领导水平。

2.2 准则层

准则层是目标层的具体反映,分为3个方面,即外部环境、公司盈利能力和社会贡献,外部环境分为2个子准则层,公司盈利能力方面分为3个子准则层,社会贡献方面分为3个子准则层。

2.3 子准则层

子准则层指标是指影响增值服务的基本因素形成的指标,它提供了收集信息的基本框架,反映的是影响智能电网增值服务的某一方面的基础信息。

2.4 基础层

基础层位于综合评价指标层次体系中的最下层,一般是由能够代表性体现子准则层的基础指标构成。

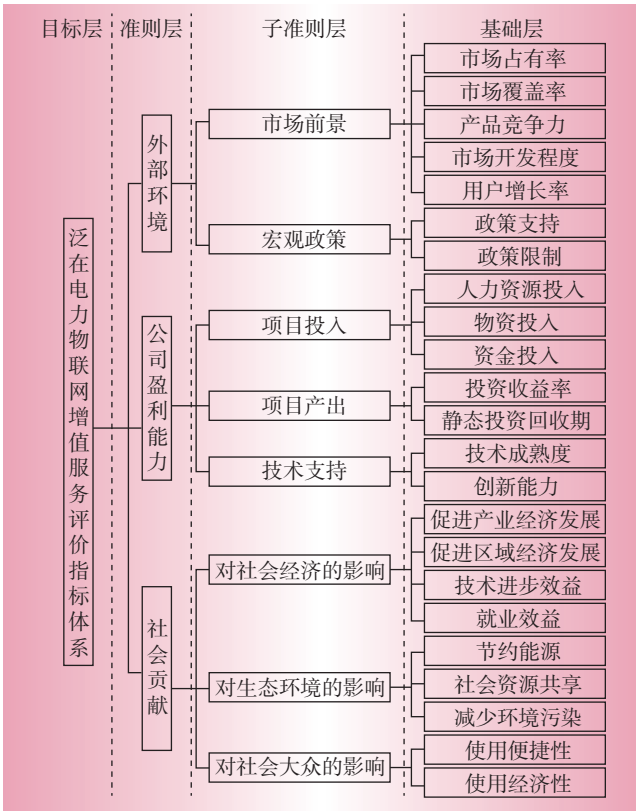


图1 泛在电力物联网增值服务评价指标体系
Fig.1 Value-added service evaluation index system of ubiquitous power Internet of Things

3 基于德尔菲和层次分析的逼近理想点法

本文采用基于德尔菲及层次分析处理的逼近理想点法(DAHP-TOPSIS)进行增值服务及商业模式的综合评价。该方法是一种组合评价方法。该方法的计算流程如下。

(1) 指标体系构建。基于企业生态学理论建立泛在电力物联网增值服务评价体系。

(2) 原始数据获取。通过数据整理与分析,得到定量指标数值 x_{ij} , 利用德尔菲法确定定性指标数值。

(3) 指标权重确定

判断矩阵表示层次结构模型中,针对上一层某元素来说,本层次有关元素之间相对重要性的比较。构造判断矩阵

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mm} \end{bmatrix}$$

式中: a_{ij} 表示对于上一层来说, a_i 对 a_j 相对重要性的数值表现,取1—9标度方法,具体如下表1所示。

表1 判断矩阵九级标度值及含义
Table 1 9 stages scale value and meaning of judgment matrix

标度	A_i 对 A_j
1	同样重要
3	稍微重要
5	明显重要
7	很重要
9	极端重要
2,4,6,8	相邻判断的中值

判断矩阵进行一致性检验。检验方法为 $CI(\lambda \max - m) / (m - 1)$ 。
一致性系数 $CR = CI/RI$ 。
式中： m 为矩阵阶数。当 $CI < 0.10$ 时，判断矩阵具有满意的一致性，否则需要调整判断矩阵，使之具有满意的一致性。当满足一致性校验条件时，判断矩阵的最大特征值对应的特征向量即为权重 $w = (w_1, w_2, \dots, w_j)$ 。

(4) 方案评价
使用TOPSIS法对归一化的数据进行评价计算。采用加权距离公式 $y_i = \sum_{j=1}^m w_j(x_{ij} - x_j^*)^2$ ，采用排队指示值来代表与负理想点的距离，排队指示值越大表示方案越好。

4 泛在电力物联网增值服务评价结果案例分析

基于本文提出的增值服务评价指标体系，采用DAHP-TOPSIS方法，选取电力光纤到户、智能家居（小区）、电动汽车3个典型案例进行综合评价分析。评价结果见表2。

表2 智能电网增值服务评价结果
Table 2 Value-added service evaluation result of smart power grid

增值服务类型	电力光纤到户	智能家居（小区）	电动汽车充换电服务
综合评价结果排序	0.842 2	0.427 3	0.882 1

按照评价结果的优劣排序，分别是电动汽车充换电服务、电力光纤到户、智能家居（小区）。电动汽车充换电服务的评价结果最优。分析原因，电动汽车发展具有以下几个特点：一是拥有日趋完善和成熟的外部环境，市场前景看好，国家也出台了越来越多的扶持政策；二是随着技术和管理方面的研究和实践，电动汽车技术水平发展迅速，电动汽车的各种标准不断

建立；三是电动汽车具有广泛的综合社会效益，不仅具有带动产业链发展、节能减排、减少环境污染等作用，对用户生活的便捷性、经济性也有很大提升。
从准则层的外部环境、盈利能力、社会贡献3个维度来分析评价结果，见表3和图2所示。

表3 增值服务各维度计算结果
Table 3 Value-added service calculation result of each dimension

项目	电力光纤到户	智能家居（小区）	电动汽车充换电服务
外部环境	0.998	0.670	0.999
盈利能力	0.856	0.481	0.613
社会贡献	0.554	0.471	0.990

在外部环境方面，电动汽车充换电服务和电力光纤到户的外部环境评价结果较好，说明这两种业务形式的市场前景和政策支持前景较好。在盈利能力方面，电力光纤到户的评价结果最好，其次是电动汽车充换电服务、智能家居（小区）。电力光纤到户目前已经形成了一套切实可行的合作、服务模式，盈利前景良好；电动汽车由于在基础设施方面投资巨大，实现盈利需要一定的时间；智能家居（小区）还处于试验示范阶段。在社会贡献方面，按照评价结果排序分别为电动汽车充换电服务、电力光纤到户、智能家居（小区）。电动汽车在推动社会经济发展、保护生态环境、服务用户生活方面具有不可替代性。

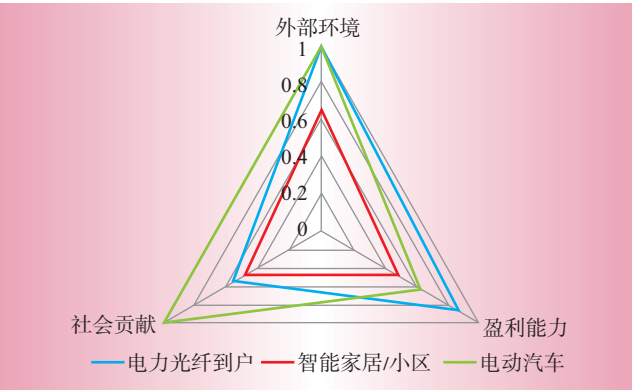


图2 增值服务各维度评价图
Fig. 2 Value-added service evaluation chart of each dimension

5 泛在电力物联网的增值服务具体内容

通过上面的分析可知，电网企业优质电力增值服务应当在实现基本售电服务的同时通过分析客户个性化行为提供差异化服务。本文主要讨论以下4项内容。

5.1 以分布式新能源为抓手的增值服务

风电、光伏发电等新能源蓬勃发展,在实现能源绿色替代的同时,也带来了电压波动、谐波等电能质量问题。售电侧放开背景下,电网企业可采取与新能源发电企业合作的运营模式,在更好地消纳新能源的同时,协同保证优质供电。电网企业与分布式新能源企业合作,可为分布式能源在用户侧的发展带来新的动力。电网企业根据电网潮流变化和电能质量监测数据,发布分布式电源运行状态信息,在技术上为解决电能质量问题提供支持,参与分布式新能源咨询、安装、维护等,获得部分利润。新能源企业可通过电网企业掌握的用户资源,便捷地推广其产品和服务,以提高销售业绩。用户在充分利用绿色能源的同时,预防和减少电能质量的损失。电网企业、新能源企业、用户三方形成合力,推进绿色能源健康发展,保证优质供电。

5.2 以智能电能表为着力点的增值服务

随着电子信息的发展,智能电能表在智能电网的发展中扮演了重要角色,并发展成具有综合功能的能量端口。随着大云物移智技术的进一步应用,智能电能表必将成为新业态下的客户信息的重要载体。智能电能表不仅有电能计量、阶梯电价、结算电费等常规功能,还应具备分析用户家庭进线处的电压、电流等负荷信息等功能,从而为指导客户科学合理用电、节能诊断、用电安全隐患辨识、电器性能评价等增值服务提供依据。真正实现用电数据智能化采集、分析功能。因此,以智能电能表为着力点的优质电力增值服务将成为发展方向。

5.3 以综合能源为效益增长点的增值服务

当前,综合能源服务已成为能源电力企业的重要发展方向。重点讨论以下5种形式:一是设备代维,依托智能化采集计量装置,以电力客户设备代维等传统服务为市场切入点,围绕客户需求开展用能监测、节能改造、电能替代、能源托管等多元化业务。二是综合供能,如产品集成可同时向终端提供煤炭、电力、煤制气等多种能源产品;渠道集成同时经营多种能源网络,可将不同能源整合到目标供区,实现单一渠道统供;分布式多能互补系统可一揽子解决用户燃气、制冷、供热、用电等多种用能需求。三是提高能源效率,降低用能成本。“硬件”上推广节能设备、实施节能改造,“软件”上优化用能方案、改进消费组合等。四是清洁微网,以分布式新能源、储能等技术为支撑,在用户端构建供用一体的“微网”。五是智能家居,根据客户需求,推出涵盖供电方案、设备定制、智控系统家居全套设计与改造服务。

5.4 面向高端客户的增值服务

随着产业结构转型升级,越来越多用户成为对电能质量很敏感的高端用户,其用电成本占总成本的比例低,但电能质量扰动造成的损失巨大,呈现明显的水桶效应,有小概率、高风险等特点。高端用户的电能质量免疫力是决定用户优质电力需求的重要因素。面向高端用户的优质供电服务,是指供电企业对用户的用电设备运行参数、用电情况、电能质量免疫力等信息进行采集、分析、评估,结合监测数据,评估供电质量与用户设备免疫力之间的兼容水平,指导用户定期维护设备或更换设备,指导用户进行优质供电的服务购买或采取技术措施。对大型重要用户,电网企业还可为其提供定制电力指导服务,包括设备选型、安装容量及数量,以及在电网侧可能采取的措施等,以降低用户优质供电服务购买成本。

6 结束语

泛在电力物联网的增值服务的持续健康发展是泛在电力物联网发展的要求和重要内容,也是更好地满足社会发展和人民美好生活的需要。本文对增值服务的评价体系进行研究,对其市场前景、投入产出效益以及发展方向等进行评价,对增值服务项目建设的统筹规划、有序实施、科学推进具有重要支撑作用。目前技术、政策、经济形势、外部环境等各方面都在快速变化为保证开展增值服务的最大效益,针对泛在电力物联网的增值服务进行动态跟踪评价是十分必要的。D

参考文献:

- [1] 栗宁,孙慧皎,冯春芳,等. 光纤到户关键技术及运营模式研究[J]. 电力系统通信,2011,2(5):123-128.
LI Ning, SUN Huijiao, FENG Chunfang, et al. Research on the key technologies and operation mode of PFTTH[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2011, 32(5):123-128.
- [2] 胡泽春,占恺峤,徐智威,等. 电动汽车与电网互动的关键问题分析与展望[J]. 电力建设,2015,36(7):6-13.
HU Zechun, ZHAN Kaiqiao, XU Zhiwei, et al. Analysis and outlook on the key problems of electric vehicle and power and interaction [J]. Electric Power Construction, 2015, 36(7):6-13.
- [3] 张志伟,顾丹珍. 电动汽车智能充电策略研究[J]. 中国电力,2013,46(6):91-95.
ZHANG Zhiwei, GU Danzhen. Study on strategies for

- smart charging of electric vehicles [J]. Electric Power, 2013, 46(6):91-95.
- [4] 黄碧斌,孔维政,李琼慧. 中国典型城市电网电动汽车容纳能力研究[J]. 中国电力,2013,46(10):91-95.
HUANG Bibin, KONG Weizheng, LI Qionghui. Capability study of typical power grid in accommodating electric vehicles in China[J]. Electric Power, 2013, 46(10):91-95.
- [5] 李迪,耿亮,佟大力,等. 互联网与能源融合背景下电力信息通信领域的发展趋势和方向[J]. 电力信息与通信技术,2015,13(7):1-7.
LI Di, GENG Liang, TONG Dali, et al. The new development direction of electric power information communication domain under the background of internet and energy fusion[J]. Electric Power ICT, 2015, 13(7):1-7.
- [6] 王广辉. 中国智能用电的实践与未来展望[J]. 中国电力,2012,45(1):1-5.
WANG Guanghui. Practice and prospect of China intelligent power utilization [J]. Electric Power, 2012, 45(1): 1-5.
-
- 作者简介:**
张继佳(1992),女,贵州遵义人,本科,研究方向为电力营销,主要从事优质服务工作;
沈志宏(1969),男,浙江绍兴人,本科,研究方向为电力营销,主要从事优质服务工作;
蒋翊(1991),男,浙江绍兴人,本科,研究方向为配电运检,主要从事配网设计工作。
- (责任编辑 徐文红)