

泛在电力物联网建设下的电能替代精益管理模式创新研究

许小卉¹,吕诗宁²,刘亚仁³

((1. 国网浙江省电力有限公司,杭州 310000;2. 国网浙江省电力有限公司 电力科学研究院,杭州 310000;3. 国网浙江省电力有限公司 杭州供电公司,杭州 310000))

Research on innovation of energy alternative lean management mode under the construction of ubiquitous power Internet of Things

XU Xiaohui¹, LV Shining², LIU Yaren³

(1. State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310000, China; 2. Electric Power Research Institute , State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310000, China;3. Hangzhou Power Supply Company, State Grid Zhejiang Electric Power Co., Ltd., Hangzhou 310000, China)

摘要:用户侧用能设备的泛在接入、数据融合共享是泛在电力物联网建设的重点方向之一。未来,数据驱动的业务发展将成为必然。基于浙江省电能替代业务创新开展情况,探索数据驱动的电能替代工作开展方式,提出电能替代精益管理模式,为泛在电力物联网发展背景下的电能替代工作实施提供参考。

关键词:泛在电力物联网;电能替代;精益管理

Abstract: Ubiquitous access of user-side energy-using equipment and data fusion and sharing are one of the key directions during the construction of ubiquitous power Internet of Things. In the future, data-driven business development will become inevitable. Based on the business innovation of energy alternative in Zhejiang province, the way of data-driven business development of energy alternative, proposes lean management model of energy alternative, which can provide reference for the implementation of energy alternative work under the background of the development of the ubiquitous power Internet of Things.

Key words: ubiquitous power Internet of Things; energy alternative; lean management

0 引言

当前,我国煤炭燃烧产生的二氧化硫、氮氧化物和烟尘排放分别占全国总量的86%、56%和74%左右,产生的PM2.5占全国总量的50%~60%。2013年,国网公司印发电能替代实施方案,在经营区域内全面启动电能替代工作,面向终端能源消费市场,积极倡导“以电代煤、以电代油、电从远方来”的能源消费新模式,不断提高电能占终端能源消费比重,彰显央企担当,服务蓝天保卫战的重点工作。同时,在电力体制改革的背景下,电能替代也是电网企业改善经营形势的关键举措。近年来,国网浙江电力结合本地特色,创新电能替代模式,取得了良好的效果。2018年,浙江电力建成全省首批“全电景区”71个,新建成岸电设施185套,推广电采暖住宅2.4万户,完成杭甬温三大机场廊桥供电设施全覆盖。

然而,电能替代业务在推广实施过程中,还存在以下问题:一是潜力用户分析筛选主要依靠人工撒网排查和信息收集,无法大量摸排和规模化操作;二是电力内部数据无法直观反映替代潜力,企

业综合用能、经营数据获取困难,导致有效数据缺乏,造成潜力用户筛选工作效率较低;三是电能替代项目进程管控力度欠缺,替代项目与业务流程系统协同程度不高,信息采集不全面等。

近几年,相关学者专家在电能替代潜在客户识别、效益评价、项目管控等方面做了大量的研究。文献[1]运用协同过滤算法构建电能替代潜力用户识别模型。文献[2]运用模糊聚类模型进行分组,形成差异化的用户分类,并以用电量、替代电量、合同容量、增加设备容量和投资金额作为评估指标,构建实施效果评估模型。文献[3]以负荷数据为基础进行聚类,定位电能替代工作重点挖掘的行业,通过分析设备能耗、生产时段、用电功率、用电习惯等信息,寻找企业电能替代改造前后的用电差异并构建模型。文献[4]提出了电能替代用户推荐及预测应用场景,为电能替代业务创新提供借鉴。文献[5]针对电能替代效果评价提出一种基于期望值的模糊多属性决策方法,能够充分利用客观已知的模糊信息,兼顾各方利益。文献[6]提出一种基于层次分析法和灰色白化权函数的模型,对电能替代进行评估,解决了电能替代指标数据不足的缺点。

收稿日期:2019-08-14;修回日期:2019-09-07

1 泛在电力物联网建设为电能替代精益化管理提供设备及数据支撑

2019年初,国家电网提出“三型两网、世界一流”战略目标。其中,泛在电力物联网是国网转型的重要基础与支撑。结合国网发布的建设大纲,泛在电力物联网建设可以归纳为3类:围绕泛在电力物联网的基础支撑体系开展;围绕电网数字化运行、企业精益管理、清洁能源跨区交易等方面开展,可归为“电网侧泛在电力物联网建设”;围绕提升客户服务水平、推动新兴业务发展与生态构建等方面开展,归为“客户侧泛在电力物联网建设”。客户侧泛在电力物联网建设将量测范围拓展至用户内部,采集广度和深度都会产生质的变化,这种变化为电能替代的精益化管理提供设备及数据支撑,实现电能替代项目数据的实时、高频采集。

2 数据驱动形成电能替代精益化管理模式

精益理念起源于精益制造的概念,是指运用多种现代管理方法和手段,以社会需求为依据,以充分发挥人的作用为根本,有效配置和合理使用资源,最大限度地为企业谋求经济效益的一种新型经营理念。随着新一代信息技术与社会商业各领域的深度融合,人类社会进入数字经济时代。数字时代更强调以数据驱动精益。数据驱动,意味着以数据为核心,数据驱动的电能替代首先将电能替代全业务实现数字化,并对电能替代数字化过程中形成的数据进行集成、共享、挖掘,进而发现市场、挖掘商机,同时驱动创新、驱动更精益的电能替代管理模式。这种趋势也使得电能替代的业务管理模式从传统流程驱动的粗放式管理转向数据驱动的精益化管理。

3 电能替代精益管理模式框架

电能替代精益管理模式建立在业务数字化和数据集成共享基础之上,首先需要实现电能替代业务全过程全环节的数字化、线上化甚至移动化。其次要实现不同环节信息的数据集成共享,包括潜力市场数据、线索商机数据、技术方案经济性分析数据、项目工程建设数据、设备供应数据、项目运行数据等。重点包括潜力客户精准识别、客户精准画像、项目精益管控和成效精益评价4部分,为网络经理、大客户

经理、营业柜台经理、台区经理等前端服务及市场拓展人员提供端到端的业务支撑,框架示意如图1所示。

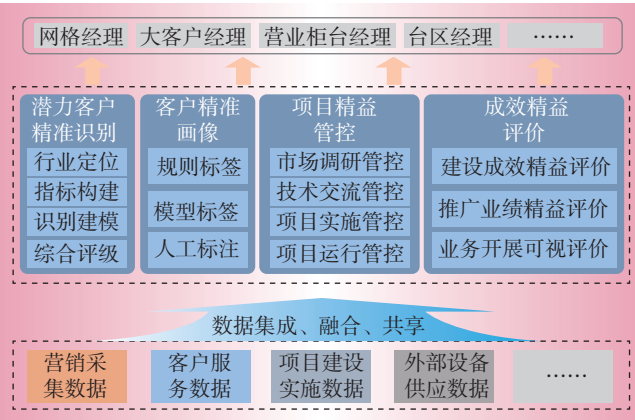


图1 数据驱动的电能替代精益管理模式框架示意
Fig.1 Framework of data-driven power replacing lean management mode

3.1 潜力客户精准识别

潜力客户精准识别潜力客户精准识别包括行业定位,指标构建、识别建模、综合评价4个方面。

3.1.1 行业定位

不同行业的用户,电能替代的潜力不同。如信息技术产业由于电气化水平较高,总体替代潜力较小;金属冶炼及铸造等行业使用的非电能源占比较高,有较大的替代潜力。电能替代的主要业务场景也不同。如居民主要是采暖,工业用户则主要与生产工艺及动力提供相关,农业生产主要针对农业灌溉及农产品加工等。因此,潜力客户的识别首先要对行业进行筛选和过滤,抓大放小,集中资源针对具有较大潜力的行业用户进行分析。以浙江省为例,浙江行业覆盖面广,轻工业、制造业较为发达,中小型企业为主。其中电量排名前10的领域,高压、非居用户数量仅占有所有用户的12.96%,但电量占到全省的85.9%,这10个领域是用电主力,因此电能替代应着重关注这些领域,如图2所示。

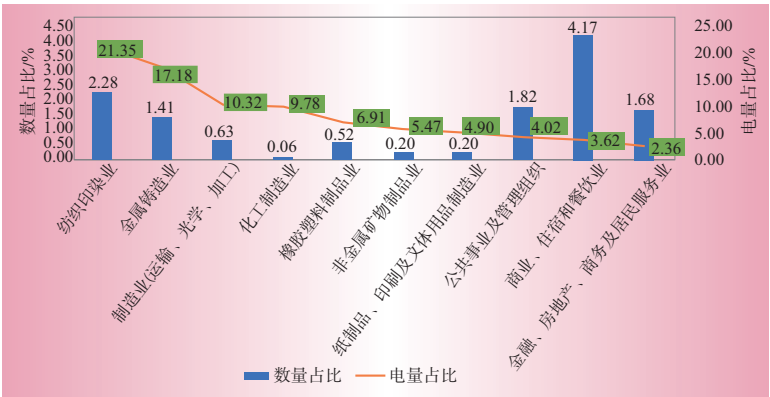


图2 浙江省高压、非居企业数量、电量分布图
Fig.2 Quantity and electricity distribution of high pressure enterprise and non-resident enterprise

根据浙江的经济及行业用电特点,确立重点行业领域(高压)19个,如表1所示。

表1 重点行业领域(高压)
Table 1 Key industries(high voltage)

行业领域	企业数量 百分比	用电量 百分比	备注
纺织印染业	2.28	21.35	第二产业
金属铸造业	1.41	17.18	第二产业
制造业(运输、光学、加工)	0.63	10.32	第二产业
化工制造业	0.06	9.78	第二产业
橡胶塑料制品业	0.52	6.91	第二产业
非金属矿物制品业	0.20	5.47	第二产业
纸制品、印刷及文体用品制造业	0.20	4.90	第二产业
公共事业及管理组织	1.82	4.02	第三产业
商业、住宿和餐饮业	4.17	3.62	第三产业
金融、房地产、商务及居民服务业	1.68	2.36	第三产业
交通运输、仓储和邮政业	0.11	2.03	第三产业
食品、饮料和烟草制造业	0.59	1.60	第二产业
建筑业	0.44	1.38	第二产业
信息传输、计算机服务和软件业	1.14	1.01	第三产业
木材加工及制品和家具制品业	0.25	1.01	第二产业
采矿业	0.03	0.53	第二产业
农林牧业	1.03	0.24	第一产业
渔业	0.19	0.09	第一产业
排灌	0.65	0.04	第一产业

表2 潜力用户识别体系
Table 2 Potential user identification system

指标维度	指标名称	数据来源	指标说明
基本信息	行业领域	根据浙江经济及行业用电特点(营销系统)	各行业(包括细分行业)用电特征、替代可能性差异大,需要按行业单独建模、调整参数
	户龄	根据企业立户时间(营销系统)	户龄过小,企业基本使用清洁能源;户龄过大,企业经济效益较好,用电量较大,基本已完成替代
经营状况	行业景气度	行业2019年电量与去年同期对比(营销系统)	行业(企业)越景气,企业为电能替代投入资本意愿越高;越不景气,企业越倾向于使用低成本的能源
	企业景气度	企业2019年电量与行业今年平均电量对比(营销系统)	
	减容率	减容容量与合同容量的比值(营销系统)	减容占合同容量越大,说明该企业(非季节性企业)更有可能改为使用其它非电力能源
用电特性	用户分类		3种用户类型用电特性差异较大,应单独分析,设置对应参数
	供电电压	采用电网标准的用户分类方式(营销系统)	高电压说明企业对用电需求大,用电成本低,未改造的企业多集中于电压等级中低的企业
	用电类别		不同用途的用电设备、用电场景,其用电特征不同,替代潜力不同
	运行容量	采用合同/协议约定的当前用户容量(营销系统)	容量过低,企业一般为生活、日常用电;容量过高,企业基本已实现用电生产,替代潜力不高
用电习惯	峰/谷电量	来源于采用设备峰谷用电记录(用采系统)	行业生产特性决定其用电高峰,如果其用电高峰时段与其它用电同行差异较大,说明有用其它能源的可能
	曲线相似度	根据用采系统96点负荷数据统计(用采系统)	用其它能源的企业用电设备主要为照明及小机械,用电负荷低,日负荷数据整体表现更为平稳。曲线相似度越高,说明该企业与标杆企业改造前的特征越为相似

3.1.2 指标构建

潜力客户精准识别相对于传统基于人工经验的排查或者指标式的筛选,以目前已经开展的替代项目数据或者已经掌握的具备替代潜力和不具备替代潜力的用户数据为基础,获取潜力用户与非潜力用户、潜力用户改造前与改造后在用能情况各方面的差异,如:峰谷用电时段用电量占比、平均电价、容量需量比、各项能源使用量占比等方面的差异,构建潜力用户识别指标体系,如表2所示。

3.1.3 识别建模

采用有监督的机器学习的思想,构建电能替代潜力用户识别模型,实现对存量用户中潜力用户的精准识别。项目中常用的模型存在以下几种,如表3所示,最终选取哪个需要根据模型效果选择。

3.1.4 综合评级

综合评价的过程即利用识别建模结果对客户进行打标签的过程,具体见3.2。

3.2 电能替代客户精准画像与营销

电能替代精准客户画像通过整合各渠道和系统数据,包含主要用能设备、电量、负荷、电费、用能习惯、价格敏感性等与电能替代相关的客户信息,从而建立电能替代潜力用户的画像标签库。开展数据挖掘与分析,将电能替代潜力用户的需求偏好与动机,从“客户画像”标签库中提取出来,完成替代领域、替代技术、替代规模、替代实效等群体细分,形成对电能替代潜力客户的有价值信息聚合与分类,深入准确地描述电能替代潜力用户的需求特征,为实施精准的电能替代营销和差异化服务提供

有效的建议。电能替代客户精准画像重点涉及规则标签、模型标签、人工标签3方面。

表3 常用模型
Table 3 Common model

模型	说明
逻辑回归	对模型解释能力较强,对不同类型的输入变量有很好的鲁棒性;但对于极值比较敏感,两端得分结果相对不准
决策树	适用于分类型的输入变量,通过分类筛选的方式构建模型,解释能力较强,容易构建各变量之间的联系,但容易形成过度拟合的问题
神经网络	对空值等噪声数据容错能力较强,对于T级以上大数据来讲精准度高,但该模型是个黑箱,输出结果难以解释,且计算量巨大,对软硬件要求高

3.2.1 规则标签

结合电能替代业务实际,设计满足电能替代业务需求的简单规则标签,从行业分类、用电特性、主要用电设备、竞争指数4个方面,建立电能替代规则标签共40个,如表4所示。

表4 电能替代规则标签
Table 4 Labeling rule of electrical energy alternative

标签维度	标签分类	具体标签
基础信息	客户分类	高压/低压非居/低压居民
	户龄	0—5年/5—10年/10年以上
	高耗能	高耗能行业
用电特性	供电电压	不满1 kV/1~10 kV/20 kV/35 kV/110 kV/220 kV 及以上
	用电类型	大工业用电/一般工商业用电/居民用电/农业用电
	合同容量	0~500 kVA/500~1 000 kVA/1 000~2 000 kVA/2 000~5 000 kVA/5 000 kVA 以上
	增减容	超容/减容
	负荷类型	一类负荷/二类负荷/三类负荷
经营状况	企业景气度	企业景气/企业不景气
	行业景气度	行业景气/行业不景气
用电习惯	高峰负荷出现时段	高峰负荷出现凌晨/上午/下午/晚上
	峰/谷用电量	峰用电为主/谷用电为主
	平均负荷率	高负荷运行/中负荷运行/低负荷运行

3.2.2 模型标签

根据3.1中建立的指标体系进行建模后,可以得到模型标签14个,如图3所示。模型标签用于前端业务人员筛选具有替代潜力的用户,并据此制定对应的工作进度和用户策略。

3.2.3 人工标注

对潜力用户开展现场调研工作,将调研过程中收集到的相关信息,包括企业进行电能替代的意



图3 模型标签
Fig. 3 Model label

愿,现有设备的类型、型号、功率,使用的能源类型、价格等,录入到系统里,并可根据信息内容对客户打上相关标签,或者调整其现有标签。为潜力项目管理、电能替代实施方案的设计等提供参考。

3.3 电能替代项目精益管控

电能替代项目精益管控包括市场调研管控,技术交流管控、项目实施管控、项目运行管控。

3.3.1 市场调研管控

客户经理或台区经理根据潜力用户识别情况制定调研工作计划,通过问卷调查、现场走访等形式,全面掌握客户用能类型、用能规模、替代潜力、改造意向、示范效益等基础信息,收集客户的潜力信息。市场调研过程中的精益管控在于跟踪调研计划执行情况、调研信息完整情况,标签生成情况等等。

3.3.2 技术交流管控

针对选定的潜力用户,根据其实际情况,计算采用不同的替代方案以及经济性测算方案包括各项成本数据,以及节约成本、投资回收期等,进行对比,作为向潜力用户进行电能替代推荐的依据。技术交流过程中的精益管控在于商机评估准确性,技术方案是否与客户需求吻合,技术交流与商务推进时长等。

3.3.3 项目实施管控

跟踪单个项目的现场勘查、设计、审批及建设、工程施工等主要项目环节的进度。这个过程精益管控重点以缩短项目周期和降低项目成本为目标,核心在于对跨部门、跨专业、内外部的协同环节管控。例如外部替代设备的订货采购、生产、物流配送、交付安装等方面。

3.3.4 项目运行管控

电能替代项目投运后,对设备运行情况及项目运行成本等方面进行实时监测与定期测算。这个过程中精益管控点在于根据设备模型进行精准启

停控制以实现成本或者收益最优等。

3.4 电能替代成效精益评价

电能替代成效精益评价主要包括电能替代建设成效精益评价、客户经理推广业绩精益评价、电能替代业务开展可视评价3个方面。

3.4.1 电能替代建设成效精益评价

核心在于切实根据不同的替代项目类型、替代设备的历史数据、替代设备运行曲线等角度进行精准测算,例如针对热泵锅炉电能替代项目效益测算,要综合考虑初期投资、运行维护、折旧费、能源节约费用、环境保护折算等进行综合判断,不仅限于用电量、替代电量、合同容量、增加设备容量和投资金额等建设成效指标。

3.4.2 客户经理推广业绩精益评价

相对于传统针对客户经理业绩的统计指标如调研客户数量、转换成电能替代项目的数量、被评为优秀项目的数量、项目转化率、优秀率等,精益化评价的核心在于借鉴零售或者互联网等行业销售模式,按照解决方案型项目销售全生命周期各环节进行统计分析,例如可以针对客户经理线索转商机、商机转交易等转化率进行评价。

3.4.3 电能替代业务开展可视评价

传统的考核评价主要通过设置各类考核指标、通过区域对比、下属单位对比等方式展示,展示效果较为单一。数据驱动的业务管控核心在于利用数据可视化技术,实现电能替代业务成效的实时展示、考核指标全景洞察、项目进展在线监控、异常事件自动预警,流程督办闭环的管理。

此外,还可以从更细粒度的电能替代解决方案、电能替代产品、电能替代技术、电能替代设备、各类供应商、市场推广策略等角度针对成功签订合同及建设实施的电能替代项目开展评价,进一步挖掘电能替代项目成功的关键要素。

4 结束语

泛在电力物联网背景下,通过全方位采集用户内部综合用能设备信息(电、其他能源),结合电力内部数据,可以快速有效地定位电能替代潜力用

户,同时实现电能替代项目进度和运行管控的精益化,构建数据驱动的电能替代管理新模式。D

参考文献:

- [1] 涂莹,刘强,王庆娟,等. 基于协同过滤算法的电能替代潜力用户挖掘模型研究[J]. 电力信息与通信技术, 2017, 15(12): 25-31.
TU Ying, LIU Qiang, WANG Qingjuan, et al. Research on potential user mining model of power substitution based on collaborative filtering algorithm[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2017, 15(12): 25-31.
- [2] 张文,夏怀健,林海英,等. 面向用户侧的电能替代实施效果评估模型研究[J]. 供用电, 2019, 36(03): 27-31, 43.
ZHANG Wen, XIA Huaijian, LIN Haiying, et al. Research on user oriented power substitution effect evaluation model[J]. Distribution & Utilization, 2019(3), 27-31, 43.
- [3] 罗志坤,徐勇,向洁,等. 基于机器学习的电能替代用户评估[J]. 大众用电, 2019, 34(1): 16-17.
LUO Zhikun, XU Yong, XIANG Jie, et al. Machine-based energy replacement user assessment[J]. Popular Utilization of Electricity, 2019, 34(1): 16-17.
- [4] 王国瑞,叶枝平,刘振华,等. 电网企业营销服务大数据应用分析[J]. 内蒙古电力技术, 2018, 36(6): 38-42.
WANG Guorui, YE Zhiping, LIU Zhenhua, et al. Application analysis of big data in power enterprise marketing[J]. Inner Mongolia Electric Power, 2018, 36(6): 38-42.
- [5] 武志宏,韩建富. 基于模糊多属性决策的电能替代评价方法[J]. 电力需求侧管理, 2018, 20(2): 36-40.
WU Zhihong, HAN Jianfu. Energy alternative evaluation method based on fuzzy multi-attribute decision making[J]. Power Demand Side Management, 2018, 20(2): 36-40.
- [6] 浦迪. 基于组合模型的电能替代效益评价[J]. 上海节能, 2019(3), 169-172.
PU Di. Benefit evaluation of electric energy substitution based on combination model[J]. Shanghai Energy Conservation, 2019(3), 169-172.

(责任编辑 水 鸽)