

基于数据挖掘的电力需求侧管理综述

李巍¹,袁晓婷¹,李俊杰¹,徐轶丹²

(1. 贵州电网有限责任公司兴义供电局,贵州 兴义 562400;

2. 贵州大学电气工程学院,贵州 贵阳 550025)

摘要:电力需求侧管理突破了传统的电力管理模式,改变了依靠单纯地扩大供应能力以满足日益增长的电力需要的方式,在更高层次上处理供应侧和需求侧的关系,特别强调用户参与与负荷管理的积极性,做到和用户共同实施用电管理。针对这一特点,通过分析时下最热门的数据挖掘技术的现状,并结合数据挖掘技术分别从电力需求侧管理的需求侧响应,有序用电和能效管理三个方面对基于数据挖掘的电力需求侧管理进行了综述。结论得出,基于数据挖掘的电力需求侧管理是未来电力需求侧管理的主要发展方向,研究如何将数据挖掘技术应用到用户需求侧管理中,不仅可以推动电力需求侧管理的进一步发展,还可以加快电力行业的快速转型,为能源互联网的快速建设提供技术支持。

关键词:数据挖掘;需求响应;有序用电;能效管理

文章编号:2096-4633(2018)01-0010-04 **中图分类号:**TM73 **文献标志码:**B

电力作为当今世界经济发展和进步的重要资源。如何开发和利用电力资源,已经成为彰显国力和国家形象的标志。改革开放以来,我国电力行业蓬勃发展。国网公司和南网公司在最近的福布斯世界公司500强上,分别排在第2和第10位。然而我国虽然资源量较为丰富,但由于人口众多,自然就导致人均占有量不足,所以从整体的角度来考虑,能源供需平衡的整体形势依然相当严峻。

随着人们对气候,资源和环境变化的重视,发展低碳清洁电力能源将是我国今后电力发展的主要方向。电力供需平衡方面的技术、体制和机制都会发生根本性的变革,即电力革命,这也将是我们发展低碳电力的关键。

电力需求侧管理是国际上广泛应用的先进资源规划方法和成本管理技术。自上世纪90年代引进到我国以来,凭借着节省成本的优势,渐渐体现出它在资源合理开发和有效利用方面的作用。然而,尽管电力需求侧管理在我国得到了较好的应用和发展。但是仍然存在诸多亟待解决的问题,最直接的问题就在如何开展用户用电模式分析。

近年来,信息技术取得了飞速的发展,各个领域都不可避免的进入了“大数据时代”。大数据技术涵盖了从信息产生、收集、存储、转换、集成、发掘、分析、计算、展示、应用及维护等过程。其中,数据挖掘

是大数据信息领域发展最快的技术。随着能源革命的进行,如何将数据挖掘应用到电力需求侧管理中已经成为解决电力供需平衡的首要问题。

1 数据挖掘的现状

在当今信息爆炸时代,海量信息带来丰富的世界,如何处理这些有效信息便是随之而来需要解决的困扰。因此,为了更好的利用这些数据,人们急切期望寻找一种方法深入处理分析这些数据^[1-5]。但是光是应用数据库技术根本无法得到数据中存在的关系和规则,这样就无法依据现有的数据预测未来世界的发展趋势,更缺乏挖掘数据背后隐藏知识的手段。于是,数据挖掘技术应运而生,它汇集融合了机器学习,模式识别和人工智能等学科的优势。基于海量数据背景和不同的算法,找寻到想要的的数据关联性。

近年来,国际知识发现组织委员会(knowledge discovery in databases, KDD)在研究和应用方面发展很快,特别是在商业应用和人工智能领域取得了令人吃惊的飞跃。现在国外数据挖掘的研究方向及趋势主要是完善数据挖掘方法,使其更加人性化。目前,数据挖掘的主要技术分别为:①数据库技术;②人工智能技术;③概率与数理统计技术。世界顶尖的IT公司如亚马逊、谷歌等研究的热点主要集中在

在:①网站的数据挖掘;②生物信息或基因的数据挖掘;③文本的数据挖掘。

国内在数据挖掘方面起步较晚。就现状来说,无论是国企还是私企,真正在业务决策中以数据分析结果为依据的应该还是集中在银行业,保险业,电商这几块。国内外在电力行业也开展了一些数据挖掘相关的前沿性研究,特别是随着智能电网的建设与应用,电力行业海量的计量、运行等数据已具有规模效应,急需利用数据挖掘技术对电力企业的数据资源进行挖掘和利用,以适应智能电网灵活、高效的运行和管理要求^[6-10]。

2 现阶段电力需求侧管理的转型

电力供需平衡和环保的压力绝对不是我国所独有的。国内外都在探讨如何充分利用电力需求侧管理的优势来解决这一问题。国际上纷纷将其他领域的最新技术应用到电力需求侧管理上,试图找到有效的,符合其理念的模式。但是目前还只是停留在理论阶段。

自上世纪90年代电力需求侧管理引入我国以来,经过20多年发展我国电力需求侧管理正在向中国特色的模式转型。目前主要是运用行政手段和经济手段共同引导用户的用电行为,逐步建立起健全和配套的长效机制。这为我国需求侧管理走向成熟翻开了新的篇章。电力需求侧管理强调的是电力公司和电力用户共同实施用电管理的理念。电力需求侧管理内核上是经济学理论,需要市场经济体制和经济学分析手段来支撑^[11-17]。这一需求特别是在电力行业重组和市场化改革以后变得日益突出。为了应对用户侧大量的运行和营销数据,有必要将数据挖掘技术引用到电力需求侧管理中来。

3 数据挖掘在电力需求侧管理中的应用

对于数据挖掘技术在电力需求侧管理中的应用,可以从需求侧响应,有序用电和能效管理三个角度进行说明。

电力需求侧管理的本质是改变用户的用电方式和行为。这两个方面分别对应的是负荷管理和能效管理。所以可以说负荷管理和能效管理都是电力需求侧管理的范畴,两者同等重要。又由于我国电力需求侧管理的主要任务是要解决电力供需矛盾。因此,我国电力需求侧管理侧重于负荷管理,而需求侧

响应和有序用电则是其具体的表现形式。分别对应电力需求侧管理的高级阶段和初级阶段。

3.1 需求侧响应

常规的需求侧管理主要采用行政手段,而需求侧响应重在用经济手段去影响用户需求的时间和水平。根据现在国家对于电力市场的要求,需求侧管理将向需求侧响应转型。

目前,电力公司最大的问题是缺乏用户信息,需求侧响应更加注重用户响应,体现出了用户参与需求侧管理的特点,从而可以获取更多不同的用户用电模式。在此基础上,制定出不同响应策略的电价,可以有效地引导用户的用电行为。在电力大数据的环境下,通过数据挖掘技术便可以动态实时的掌握用户的用电规律以及其他相关信息。当前主要的电价机制分别为分时电价,实时电价和尖峰电价。

目前,对于数据挖掘技术在需求侧响应中的应用主要集中在三个方面,分别是用户细分,确定峰谷电价和确定峰谷时段。关于用户细分方面,运用数据挖掘技术中的聚类算法将用户进行合理分类,针对每一类用户分析其相关关系来确定不同的分时电价范围;关于峰谷电价方面,基于之前得到的用户细分分类,再根据边际成本分摊的峰谷定价模型来确定不同分时电价的峰谷电价;关于峰谷时段方面,在前2步的基础上,采用模糊聚类的方法,构建一种含有用户对峰谷分时电价响应度的模型^[18-20]。根据此模型再次进行聚类,最后求得最优化的峰谷时段划分。

3.2 有序用电

有序用电通过行政手段的方式控制电力供需矛盾。由于我国电力市场处于初级阶段,根据实际发展需求,有序用电是最符合我国特色的用户需求侧管理形式。传统的有序用电管理对用户的选择比较主观,指定的用户有序用电策略缺乏有效数据作为科学依据。针对其较粗放的缺点,运用数据挖掘技术,别可以充分利用电力公司已有的海量数据,通过数据相关性分析用户的用电行为,从而提出不同的有序用电方案。保障了用户的经济性与参与性。

目前,对于数据挖掘技术在有序用电中的应用主要集中在三个方面:短期负荷预测,用户的错峰避峰时段和容量以及评估电力用户的综合价

值。关于短期负荷预测方面,基于数据挖掘的理念,依据历史负荷数据分析影响电力负荷的主要因素。再基于人工智能算法创建短期负荷模型,得到用户用电缺口;关于用户的可避峰时段和容量方面,首先,在类属维度上采用 K-means 的方法对平均负荷,负荷率,峰谷比等指标进行粗略的聚类,再用模糊聚类方法基于用户的负荷特性曲线进行二次聚类,这样就可以对用户进行细分,以便根据结果识别出用户参与错避峰的时段。用同样的方法在时间维度上对用户进行聚类分析得出不同用户的用电模型,进而识别出用户在具体时间段的可避峰容量;关于用户价值综合评估方面,用户价值综合评估主要考虑的是客户用电价值和客户适用度。利用历史数据分析得到模糊综合评价模型。再指定出用户用电优先次序表。

3.3 能效管理

电力需求侧管理中的能效管理就是采用有效措施来引导用户应用先进的节能技术和设备,以便提高终端用电率。基于数据挖掘技术的能效管理就是在收集和分析用户的能耗信息后,挖掘出用户侧哪些设备具备进行节能改造的潜力^[21-24]。

在收集用户的用电能耗信息时,对于大型设备可以采用一个设备一个电能表的形式,而普通用户则是同时检测多个设备,以节省成本。在进行能耗信息分析时,应用数据挖掘技术将具体的能耗信息进行对比分析。主要是分别与国内外的标准进行同期对比,从而得到用户侧设备是否具备节电潜力。

4 结论

数据挖掘技术作为时下最热门的技术手段和理念,已经在各行各业中展现了巨大的能量。所以,研究如何将数据挖掘技术应用到用户需求侧管理中,不仅可以加快电力行业的快速转型,还可以推动电力需求侧管理的进一步发展。但是,就目前来说,数据挖掘技术在电力需求侧管理中具体应用的拓展还有很多问题需要进一步进行理论研究和实践分析。

参考文献:

[1] DAVID H, HEIKKI M, PADHRAIC S. Principles of data mining [M]. 北京:机械工业出版社,2003.

[2] 王雷. 基于数据挖掘的电力行业客户细分模型研究[D]. 硕士论文,上海交通大学,2007.

[3] VERA F, FATIMA R, ZITA V. An electric energy consumer characterization framework based on data mining techniques [J]. IEEE Transaction on Power System, 2005, 20(2): 596-602.

[4] 刘芳. 基于数据挖掘的电网数据智能分析的研究[D]. 硕士论文,西北大学,2008.

[5] 康重庆,夏清,刘梅. 电力系统负荷预测[M]. 北京:中国电力出版社,2007.

[6] 张利生. 电力网电能损耗管理及降损技术[M]. 北京:中国电力出版社,2005.

[7] 董琳琳. DSM 中用户反应度建模及成本效益分析的研究[D]. 华北电力大学,2005.

[8] 段伽. 电力市场环境需求侧管理的成本效益分析模型及优化[J]. 华东电力, 2005, 33(4): 7-10.
DUAN Ru. Cost-benefit analysis model of DSM in power market and its optimization[J]. East China Electric Power, 2005, 33(4): 7-10.

[9] 齐正平. 电力需求侧管理的综合评价体系研究[D], 华北电力大学, 2004.

[10] 聂庆. 电力需求侧管理分析与应用研究[D], 太原理工大学, 2006.

[11] 刘昌. 电力需求侧管理模式的研究[D], 湖南大学, 2006.

[12] 王梅霖. 电力需求侧管理研究[D], 北京交通大学, 2011.

[13] 傅家骥. 工业技术经济学[M]. 北京:清华大学出版社, 1996.

[14] 赵建保. 需求侧管理实施效果评价方法及应用研究[D], 华北电力大学, 2009.

[15] 陈伟, 韩斌. 技术经济学[M]. 北京:清华大学出版社, 2012.

[16] 胡福年, 汤玉东, 邹云. 峰谷分时电价理论建模与应用研究[J]. 电气应用, 2007, 26(4): 39-45.
HU Fuyan, TANG Yudong, ZHOU Yun. Research of TOU price model and its application[J]. Electrotechnical Application. 2007, 26(4): 39-45.

[17] 陶莉. 国外分时电价政策简介及探究[J]. 江苏电机工程, 2007, 26(1): 58-60.
TAO Li. Brief introduction and research of oversea timeshare electrovalence policies[J]. Jiangsu Electrical Engineering. 2007, 26(1): 58-60.

[18] 刘晓琳, 王兆杰, 高峰, 等. 分时电价下的高耗能企业发用电响应[J]. 电力系统自动化, 2014, 38(8): 41-49.
LIU Xiaolin, WANG Zhaojie, GAO Feng, et al. Response behaviors of power generation and consumption in energy intensive enterprise under time-of-use price [J]. Automation of Electric Power Systems. 2014, 38(8): 41-49.

[19] 黄弦超, 张粒子, 陶文斌. 上网侧分时电价设计[J]. 电网技术, 2013, 37(5): 1317-1322.
HUANG Xuanchao, ZHANG Lizi, TAO Wenbing. Design of time-of-use generation price [J]. Power System Technology. 2013, 37(5): 1317-1322.

- [20] 刘继东,韩学山,韩伟吉,等. 分时电价下用户响应行为的模型与算法[J]. 电网技术,2013,37(10):2973-2978.
LIU Jidong, HAN Xueshan, HAN Weiji, et al. Model and algorithm of customers responsive behavior under time-of-use price[J]. Power System Technology. 2013, 37(10): 2973-2978.
- [21] 程瑜,翟娜娜. 基于用户响应的分时电价时段划分[J]. 电力系统自动化,2012,36(9):42-46.
CHENG Yu, QU Nana. Electricity price peak and valley periods division based on customer response[J]. Automation of Electric Power Systems. 2012,36(9): 42-46.
- [22] 丁晓,李林道. 江苏省执行峰谷分时电价政策的研究[J]. 华东电力,2005,33(11):34-38.
DING Xiao, LI Lindao. Implementation of time-of-use electricity price policy by Jiangsu[J]. East China Electric Power. ,2005,33(11): 34-38.
- [23] 吕怡. 电力需求侧管理探讨[J]. 贵州电力技术,2015,18

(3):85-88.

LV Yi. Power demand side management discussion[J]. Guizhou Electric Power Technology. 2015,18(3): 85-88.

- [24] 林幕群,彭显刚,林利祥,等. 基于数据挖掘技术的电价执行在线稽查模型[J]. 广东电力,2016,29(1):108-112.
LIN Muqun, PENG Xiangang, LIN Lixiang, et al. Online inspection model for electricity price implementation based on data mining technology[J]. Guangdong Electric Power,2016,29(1): 108-112.

收稿日期:2017-11-20

作者简介:



李巍(1981),女,硕士,高级工程师,企业信息管理师,现从事信息系统规划及运维工作。

(本文责任编辑:范斌)

Review of electric power demand side management based on data mining

LI Wei¹, YUAN Xiaoting¹, LI Junjie¹, XU Yidan²

(1. Xingyi Power Supply Bureau of Guizhou Power Grid Co., Ltd., Xingyi 562400 Guizhou, China;

2. Electrical Engineering College of Guizhou University, Guiyang 550025 Guizhou, China)

Abstract: Electric power demand side management breaks the traditional management mode, changes the method which simply rely on expanding the supply capacity to meet the needs of power growing, and deals with the relationship between the supply side and the demand side on a higher level. It emphasizes the enthusiasm of users to participate in load management, and implements power consumption management together with users. According to this characteristic, this paper analyzes the current situation of the most popular data mining technology, and has a review of power demand side management based on data mining from the power demand side management response, orderly power demand side management based on data mining are summarized in three aspects of electricity and energy management. It is concluded that the power demand side management based on data mining is the main development direction of future power demand side management. Researches on how to apply data mining technology to the user demand side management, not only promote the further development of power demand side management, but also accelerate the rapid transformation of the electric power industry, and provide technical support for the rapid construction of energy Internet.

Key words: data mining; demand response; orderly use of electricity; energy efficiency management