

数据挖掘在

需求侧管理中的

研究与应用

贵州电网有限责任公司 编



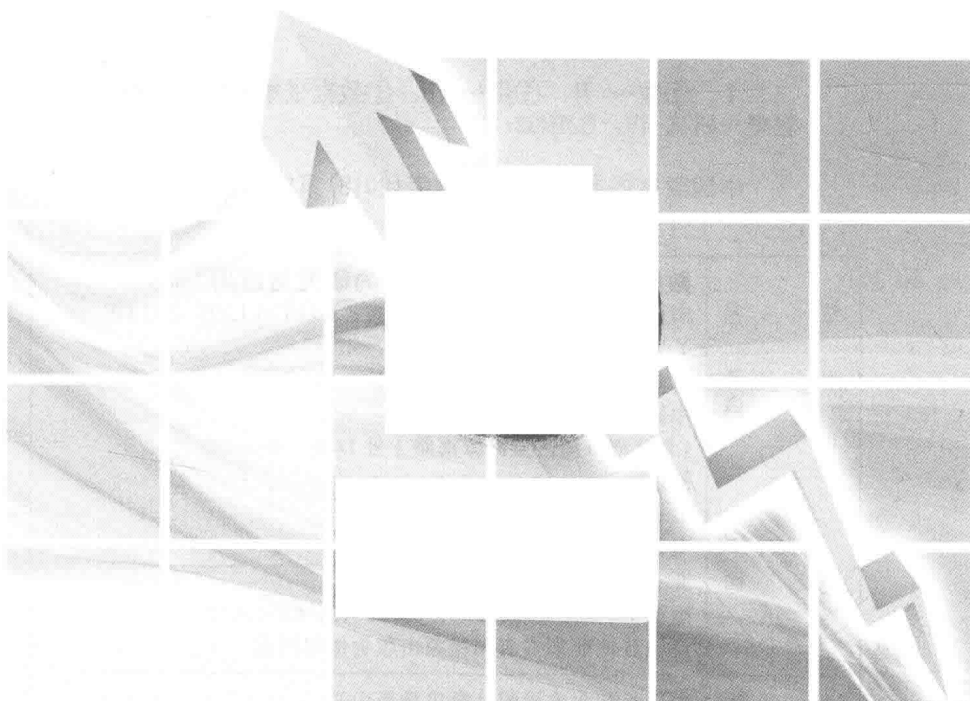
中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

数据挖掘在

需求侧管理中的

研究与应用

贵州电网有限责任公司 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书共分为6章,包括概述、数据挖掘概述、电力需求侧管理概述、基于数据挖掘的电力企业需求侧管理的方案设计及实证分析、数据挖掘在需求侧供电服务中的应用及研究、结语。其中,前3章主要介绍了数据挖掘和需求侧管理的相关基础理论知识,第4章、第5章以贵州省某地区供电局作为具体案例,详细分析数据挖掘技术在电力需求侧管理和供电服务中的应用。本书深入浅出,结合实例进行分析,易于理解,能为电力企业实施电力需求侧管理起到很好的参考作用。

本书适用于电力企业相关人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

数据挖掘在需求侧管理中的研究与应用 / 贵州电网
有限责任公司编. -- 北京:中国水利水电出版社,
2018.6

ISBN 978-7-5170-6597-5

I. ①数… II. ①贵… III. ①数据采集—应用—用电
管理—研究 IV. ①TM92-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第136250号

书 名	数据挖掘在需求侧管理中的研究与应用 SHUJU WAJUE ZAI XUQIUCE GUANLI ZHONG DE YANJIU YU YINGYONG
作 者	贵州电网有限责任公司 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 9.25印张 219千字
版 次	2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷
印 数	0001—1200册
定 价	48.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编 委 会

主 编 杨 凜

副主编 张凌云 李 巍

参 编 袁启惠 杨 忠 孙学宝 连欣乐 景诗毅

姚 雨 李俊杰 袁晓婷 廖 谦 张 涛

李 卫 肖惠仁 吴俊豪

前言

自 20 世纪 70 年代能源危机以来,美国等西方国家调整了能源战略政策,把节约能源和保护环境置于突出地位,强化民众的节能意识,大力培育节能市场,特别是积极研究适应现代社会经济发展的资源配置和管理方式,电力需求侧管理就是在这样的背景下产生的。它一出现,就引起了重视,并在各国实施过程中产生了巨大的效益。我国在 20 世纪 90 年代开始引入并实施需求侧管理,在实施开始就引起社会各方的关注。在实施初期,正是我国电力供应紧缺的阶段,需求侧管理的实施有效减轻了电力供应不足的影响,保证了电网的安全稳定运行,维护了社会生产生活正常的供电秩序,为全社会的安全稳定起到了积极作用。我国“十二五”规划中已经明确提出节能减排,建设节约型、可持续发展社会的目标要求,在“十三五”规划中更是将优化电力需求侧管理,加快智能电网建设,提高电网与发电侧、需求侧交互响应能力写入规划纲要,从国家战略层面将电力需求侧管理纳入到我国现代能源体系建设之中。我国政府还先后出台了一系列相关政策和法规,有力推动了需求侧管理的发展。

与此同时,计算机信息技术的不断发展,使得社会各个领域的数据采集能力、数据存储能力日益增强,特别是在电力行业,随着智能电网的兴起和发展,电力行业采集和积累的各种数据越来越多,这些数据对电力企业的运行、营销具有重要价值,但是如何在这些海量的数据中挖掘出需要的重要信息和变化规律并将其应用到电力企业的科学决策中就变得至关重要了。数据挖掘技术就是这样一门学科,能从庞大的数据集或是数据库中提炼出有用的信息,挖掘出潜在的规律。它汇集了统计学、计算机科学、人工智能、数据库等相关学科的知识,是一门新兴的交叉学科。

将数据挖掘技术应用到电力系统中,特别是对数据需求量大、数据分析要求深入有效的电力需求侧管理中尤为适合,电力需求侧管理在实施中,对电力负荷的用电数据分析要求很高,从单纯的供电方的供电层面扩展到需求方的用电层面,以负荷预测和优化负荷曲线为主线,贯穿到电力需求侧的供

需双方。在加快推进需求侧管理实施的阶段，通过数据挖掘技术对实施需求侧管理的需求方和供应方资源信息进行分析，深入挖掘出其内部有效信息，可以为需求侧管理方案的设计和制定提供有价值的科学参考。使得需求侧管理方案由原来过多依靠专业人员的经验判断的粗放型设计，转变为依据系统供用电变化规律的精细型制定。解决了需求侧管理方案在设计和制定方面的难点。因此，做好基于数据挖掘的需求侧管理研究十分必要，该项研究将为我国电力需求侧管理的实施提供及时、准确和有用的支持，为我国深化电力改革、开拓电力市场等课题提供决策依据和参考，对我国能源资源的有效利用有着重要意义。

本书共分为6章，包括概述、数据挖掘概述、电力需求侧管理概述、基于数据挖掘的电力企业需求侧管理的方案设计及实证分析、数据挖掘在需求侧供电服务中的应用及研究、结语。其中，前3章主要介绍了数据挖掘和需求侧管理的相关基础理论知识，第4章、第5章以贵州省某地区供电局作为具体案例，详细分析数据挖掘技术在电力需求侧管理和供电服务中的应用。本书深入浅出，结合实例进行分析，易于理解，能为电力企业实施电力需求侧管理起到很好的参考作用。

受作者水平和时间所限，书中难免存在不足之处，诚请各位同仁不吝批评指正！

作者

2018年1月

目录

前言

第1章

概 述

1.1	国内外开展需求侧管理的研究及应用现状	1
1.2	地区电网供电现状及存在问题与对策分析	4
1.3	电力需求侧管理主要内容与技术方案	6

第2章

数 据 挖 掘 概 述

2.1	数据挖掘的基本概念	8
2.2	数据挖掘的任务	10
2.3	数据挖掘的内容及方法	11
2.4	数据挖掘的步骤	16
2.5	数据挖掘的建模过程	17
2.6	常用的建模原理及算法	24

第3章

电力需求侧管理概述

3.1	电力需求侧管理的基本概念	41
3.2	电力需求侧管理的任务及对象	43
3.3	电力需求侧管理的实施措施	44
3.4	电力需求侧管理的规划及实施	53
3.5	电力需求侧管理的成本效益分析	54
3.6	成本效益评价方法	59

第4章

基于数据挖掘的电力企业需求侧管理的方案设计及实证分析

4.1	应用需求分析	64
4.2	实施步骤及技术方案	66
4.3	需求侧管理实施资源分析	67
4.4	用户侧模型分析	79
4.5	配电侧模型分析	92
4.6	需求侧管理评价指标体系	112

第5章

数据挖掘在需求侧供电服务中的应用及研究

5.1	数据挖掘在用户差异化服务中的应用及研究	119
5.2	数据挖掘在有序用电中的应用及研究	128

第6章

结 语

参考文献	137
------	-----

第 1 章

概 述

1.1 国内外开展需求侧管理的研究及应用现状

电力需求侧管理 (Demand Side Management, DSM) 是指在政府政策法规支持下, 采取有效的激励措施, 通过电力企业、电力用户、能源服务中介公司等共同协作, 提高终端用电效率、优化用电方式, 在完成同样的用电功能的同时减少电量消耗和电力需求, 达到节约能源和保护环境的目的, 是实现社会效益最优、各方受益、成本最低的电力服务所进行的用电管理活动。从定义可以看出, 电力需求侧管理内容主要包括节能和优化用电方式两部分, 这两部分的目的都是为了进行电力负荷调节, 为了达到这个目的需要采用相应的技术措施和经济措施。

最早实施电力需求侧管理的是法国、德国等国家, 早在 20 世纪 30 年代, 这些国家就开始采用负荷控制和实施分时电价制度。20 世纪 40 年代以后, 西欧工业发达国家开发了音频电力负荷控制系统, 并实施多种电价制度, 使负荷率提高了 10% 左右。到 20 世纪 60 年代, 西欧各国开始大力推进各种节能产品的推广和应用, 以降低电力建设投资, 减少能源消耗和保护环境。

在我国, 特别是在 21 世纪初电力紧缺时期, 电力需求侧管理应用行政、技术、经济、引导等措施手段, 为确保国民经济发展, 减小缺电造成的社会、经济、生活影响发挥了重要作用。我国“十二五”规划中已经明确提出节能减排, 建设节约型、可持续发展社会的目标要求, “十三五”规划中更是将优化电力需求侧管理, 加快智能电网建设, 提高电网与发电侧、需求侧交互响应能力写入纲要, 将实施电力需求侧管理纳入了我国建设现代能源体系之中。

1.1.1 国外开展需求侧管理的研究及应用现状

电力需求侧管理是实现节能减排、优化能源体系的有效措施之一, 世界各国采取了各

种不同的运作模式和激励机制。

1. 美国

在美国,除了以电力公司为主导的电力需求侧管理运作模式之外,还采取了以政府为主导和以能源服务中介机构为主导的其他两种运作模式。

(1) 电力公司主导的运作模式。在美国,大多数州采用的是电力公司作为电力需求侧管理实施主体的运作模式,并且从法律上加以明确,同时通过系统效益收费等方式为开展电力需求侧管理筹集资金和消除电力需求侧管理实施障碍。如西太平洋地区的蒙大拿州虽然已经完成了电力重组,并实行以消费者出资的电力需求侧管理计划,但在州政府的委托和监督下仍由电力公司进行项目管理和运作。

(2) 政府主导的运作模式。该模式是由美国的州政府设置的一个没有政府拨款的、非营利的准政府机构来负责电力需求侧管理项目管理,政府的电力监管部门负责审批电力需求侧管理项目计划和 SBC (system benefits charges) 的支出, SBC 是指通过电力附加费的形式从电力用户征集公益计划基金,以支持能源、电力可持续发展的公益事业,用于电力需求侧管理能效计划、可再生能源发展计划、研究与开发计划、低收入居民资助计划 4 个方面。目前加利福尼亚州和纽约州采用的就是政府主导的运作模式。

(3) 中介机构主导的运作模式。该模式是由一个非政府、非营利的节能投资中介服务机构来直接管理专用资金 SBC,并负责项目管理,包括项目策划、资金分配、项目评估、项目验收、项目服务等。通常它与州政府的公用事业委员会签订协议,接受政府的监督,对项目计划和资金计划等定期审计检查。电力公司将征集的 SBC 直接转到中介服务机构的账户上,并与能源服务公司、电力用户、产品生产销售商、承包商等一样,处于平等地位参与电力需求侧管理项目的公开竞标。目前俄勒冈州、佛蒙特州和马萨诸塞州采用了该模式。

2. 德国

德国在推行需求侧管理技术方面起着重要的推动和引导作用。

(1) 通过制订相应的政策、法规,支持电力供应部门实施需求侧管理工作。政府修改、完善了《能源法》,引入市场竞争机制,为电力公司推行需求侧管理创造条件。州政府的能源管理部门对电力公司的需求侧管理措施进行审定认可后,企业用于需求侧管理措施的投资可列入企业生产成本,使企业从税收优惠中获得补偿,提高企业推行需求侧管理措施的积极性。

(2) 为鼓励节电,州政府与电台联合开展节电特别奖励活动。如州政府定期与地方电台联系,通过大奖赛的形式推选出本地区最节能家庭,给予适当的奖励,并将这些家庭使用的电器品牌和种类公布于众,鼓励大家使用节能和节电产品。

(3) 对采用太阳能发电的单位或家庭,电力公司允许其多余电量上网,补助为 0.05 欧元/(kW·h) [平时电费 0.1 欧元/(kW·h)]。

3. 泰国

泰国在 20 世纪 90 年代初引入了需求侧管理,1992 年,通过《促进能源节约法》设立了促进能源节约基金,基金来源于石油加工产品的附加收费。泰国内阁通过授权泰国电力公司的方式,针对造成电力需求量大幅增长的照明用具、空调、冰箱、制冷设备、镇流

器和电动机 6 种主要电器实施需求侧管理。政府通过电力公司直接支持节能产品生产企业,令其生产新的节能设备,并加以补贴,以降低节能产品的销售价格,利于其推广应用。泰国需求侧管理的目标是:

(1) 使泰国电力部门和与能源有关的私有部门具备足够的能力向整个社会提供有偿的能源服务。

(2) 在全国范围内推行节能政策,开发、制造和使用节能高效型设备和技术。

1.1.2 国内开展需求侧管理的研究及应用现状

1992 年,需求侧管理的理念引入我国,引起了学术部门和政府的注意。一些省(自治区、直辖市)先后将需求侧管理技术应用到用电管理中,取得了较好的经济效益。1993 年,综合资源规划(IRP)方法和需求侧管理首次在江苏试点。此后,北京、上海、浙江、天津、深圳等省市的电力公司开展了适合本省市的需求侧管理,提出了分时电价等价格体系以及科学的用电管理系统,提高了能源的利用率,降低了发电成本,系统负荷率得以改善。

2000 年 12 月,原国家经济贸易委员会和原国家计划委员会将需求侧管理以法规的形式纳入了《节约用电管理办法》。2002 年夏季,我国第一部《电力需求侧管理办法》在江苏省出台。从此,需求侧管理就成为弥补江苏省电力缺口的第一手段。2003 年,江苏省在电力缺口高达近 400 万 kW 的情况下,通过需求侧管理,保证了电网的安全稳定运行和居民生活、重要生产的可靠用电。2004 年电力紧缺形势是 20 世纪 80 年代以来最为严重的,全国最大电力缺口约 4000 万 kW,为应付这一巨大负荷缺口,各网省公司积极采取需求侧管理措施,实现移峰 2186 万 kW,占全部电力缺口的 73.3%,从而保证了电网安全稳定运行,维护了社会生产生活正常的供电秩序。

2004 年 5 月,国家发展和改革委员会与国家电力监管委员会出台了《加强电力需求侧管理工作的指导意见》。党中央、国务院高度重视电力需求侧管理工作,在修订《中华人民共和国节约能源法》,制定“十一五”“十二五”和“十三五”规划,以及部署节能减排、迎峰度夏、抢险抗灾等方面工作中,都明确要求加强电力需求侧管理。为此,国家发展和改革委员会、财政部、工业和信息化部、国有资产监督管理委员会、国家能源局等部门,制定出台了《电力需求侧管理办法》《有序用电管理办法》等规范性文件,开展了电网企业实施电力需求侧管理目标责任考核、电力需求侧管理城市综合试点等工作。各地有关政府部门、电网企业等也积极出台相关政策,开展大量具体实施工作。据有关方面测算,近几年全国 70%以上的电力缺口通过有序用电措施得到缓解,最大转移用电高峰负荷约 1600 万 kW。实践证明,加强需求侧管理是落实科学发展观、缓解我国能源瓶颈制约、提高电能利用效率的有效手段,也是化解电力供需矛盾,实现安全顺利迎峰度夏、度冬的关键措施。在 2014 年 6 月 25 日,为便于社会各界获取相关信息,国家发展和改革委员会组织有关方面开发建设了国家电力需求侧管理平台,该平台是一个综合性、专业化、开放式的网络应用平台,具有经济分析、电力供需形势分析、有序用电、需方响应、电力需求侧管理目标责任考核、在线监测、网络培训、信息发布等功能,旨在向政府有关部门、电力企业、电力用户、电能服务商等各类群体提供最全面、最权威的决策支撑和技术

服务,促进中国节能减排事业的发展。

1.2 地区电网供电现状及存在问题与对策分析

1.2.1 供电现状

从1998年政府机构改革方案的正式实施和电力体制改革的不断深化,供电部门不再具备电力行政管理职能,只是作为自主经营、自负盈亏、自担风险的普通企业性质参与现代市场竞争,担负着国有电力资产保值增值的重要义务,中国电力体制改革朝着政企分开、政监分开、厂网分离、主辅分离的方向逐步深化,新电改正进一步努力促进电力市场化改革,促进相关企业加强管理、提高效率,引导电网合理投资,引导用户合理使用电力资源。自从2002年年底电力行业厂网分离之后,原国家电力公司被拆分为2家电网公司,即中国南方电网有限责任公司和国家电网有限公司。中国南方电网有限责任公司于2002年12月29日正式挂牌成立并开始运作,公司经营范围为广东、广西、云南、贵州和海南五省(自治区),负责投资、建设和经营管理南方区域电网,经营相关的输配电业务。由于国内电网发展的历史原因,部分地区存在着央企直属的地区电网公司(以下简称地区电网公司)与政府隶属的地方电网(以下简称地方电网)共同承担供电服务的状况。在贵州一些地区,水利和煤炭资源丰富,地方小水电、大型水电站的留存电和一些大型自建火电厂以及若干大型自备电厂的建设是地方电网的电源主力。地区电网与地方电网两网并存的竞争格局已然形成。相较于地区电网公司的供电模式,地方电网实现的是“能、网、用”一体化的供电模式,长期处于相对独立的运行状态,拥有独立运行的经验和基础。2015年年底,贵州电网有限责任公司成立了贵州电力交易中心,成为全国首批电改省份,这些地区两网并存的供电格局使得其率先成为贵州省售电侧试点地区。

1.2.2 存在问题

地区供电“一城两网”的供电格局,是电力体制改革和历史发展的结果,在电力供应中引入了竞争,但是在运行过程中也出现了一些问题。

1. 电网建设重复投资

随着两网同时供电的形成,原有的电网统一规划、统一建设的格局被打破,地区电网公司和政府隶属的地方电网的电网规划各自开展,导致电网规划交叉重叠,重复投资、无序建设不可避免,而公共资源特别是通道资源是有限的,这就势必造成电网、土地、通道等公共资源的浪费。

2. 电价的竞争突出

地区电网公司执行的销售电价是由国家核定的,是由国家发展和改革委员会颁布的,电价中包含了各种基金;而地方电网执行的电价,没有承担交叉补贴和普遍服务,成本低,有自主定价权。以大工业用户为例,地方电网公司对铝合金的销售电价中的电度电价是0.53元/(kW·h),而一些地方电网的承诺电价只有0.42元/(kW·h),低了0.11元/

(kW·h)。此外,一些县、市政府及工业园区可根据各供电项目的用电量、就业量、产业链、税收及对经济的拉动作用等情况,给予招商项目的优惠电价,原则上按照 0.35~0.44 元/(kW·h) 执行,对于电价差价部分,由各项目所在县(市)政府、新区管理委员会负责补贴给用电企业。电价的竞争直接导致对电力用户特别是工业用户负荷的争抢日趋激烈,随着地方电网供电能力的不断提高,原有的划片供电方式被打破,对用电市场的竞争不仅仅只在供电区域内的增量用户上,对原来各自的存量用户也互有争夺。

3. 用电安全标准不一

两网共同供电必然会存在交叉供电的情况,双方交叉联络点众多,所以在运行控制、机网协调、信息交互等方面也会出现交叉。虽然两网各自独立,但是调度方式还是通过省级中调、地区电网调来执行,这就要求地方电网在执行机网协调等方面的技术标准应该和央企直属的电网公司一致,如果协调不好,会存在安全隐患,容易造成跳闸停电、设备损坏、单机停电的风险。

1.2.3 对策分析

为了提高地区电网公司在竞争过程中的核心竞争力,探索出新形势下大电网与地方电网的竞争与发展模式,地区电网公司有必要制订相关的竞争对应策略,寻找出复杂竞争环境下的新型发展模式。电力市场的改革和竞争最主要的就是对电力用户的竞争,从地区电网公司和地方电网的激烈竞争中可以看出,双方争夺的重点是工业用户特别是大工业用户,互相都在积极巩固已有的用户,努力争取新用户。而对于电力用户来说,最关心的就是供电质量和用电成本,用户并不关心供电方是谁。无论是哪个电力企业,只要能向用户提供安全、稳定、可靠、优质的电能,同时又能降低用户的用电成本,必然就能吸引用户,在竞争中拥有较强的竞争力。

“两网并存”的环境使得地区电网公司的供电能力受到极大的制约,地区电网公司未来发展面临巨大的挑战,因此地区电网公司亟须全面、系统地分析自身的发展形势,进而获取政府支持,研究制订针对同行业竞争对手的手段和措施,加快电网建设,提升服务水平,切实提高其在电网规划建设和电力营销服务方面的竞争力,从而赢得在两网竞争中的主动权。当然,由于不同时期地区电网公司与地方电网的关系将呈现动态变化,地区电网公司的应对策略在不同时期也需要进行反馈调整,目前来说,地区电网公司作为中央电网的代表,与地方电网相比仍具有稳定可靠、调节能力强、拥有调度权、管理规范等大电网的诸多优势,这在供电可靠性、电能质量方面具有先天优势,地区电网公司需要将这种优势继续保持,同时,关于用户最为敏感的电价机制,需要研究制订合理、优惠的电价政策,找到电力企业与电力用户的盈利平衡点。为此,地区电网公司应该分别从价格、服务、管理、目标市场以及外部环境 5 个维度制定出相应的竞争策略,其中在价格维度强调在购电侧价格、销售侧价格以及基于边际成本定价等方面的策略优化,在服务维度强调通过市场细分和用户划分管理开展各类型的黏性营销服务方案,在管理维度强调流程管理、人才管理、资产管理以及售电公司组建等工作,在目标市场维度强调引入产业配套工程、投资界面优化以及园区配电资产接收等模式,在外部环境维度强调两网的信息公开和统筹规划等工作。

可以看出,在此背景下,需求侧管理的实施显得很重要,符合地区电网公司的5维竞争应对策略。需求侧管理通过采取有效的激励措施,引导能源用户改变和优化用能方式,提高能源客户的终端用能效率,使资源得到合理配置和使用,促进能源经济运行和供需平衡,达到改善能源消费结构、提高能源使用效率、节约能源、保护环境的目的,保障国民经济可持续发展,是在使用能源中的经营管理活动。引入需求侧管理这种合理利用能源的管理方法可以提高地区电网公司运营的可靠性和服务水平,降低电力企业的生产经营成本。

由于提高企业的核心竞争力迫在眉睫,而实施需求侧管理后可以调动电力用户参与负荷管理的积极性,做到和用户共同实施用电管理。需求侧管理工作的系统推进有利于提高经济效益、环境效益和社会效益。需求侧管理可以减缓电源和电网建设压力,节约电力建设投资,节省能源资源,特别是能够降低煤炭利用比重,降低污染,保护环境,拓展电力企业盈利渠道,提高服务能力和自身发展水平,促进用电设备制造业的技术创新和产业升级。

需求侧管理还能转移用电负荷,优化电网运行方式,有利于用户减少电费开支,提高电网安全运行水平,有利于满足人民生活水平的不断提高对电力产品的新需求,使得电网公司的发展战略实施和与国民经济的可持续性发展战略实施相协调。对于地区电网公司与地方电网两网并存的供电格局的情况,实施需求侧管理可以提高地区电网的核心竞争力,在国家节能减排的大背景下,需求侧管理与国家的能源战略一致,具有良好的推广前景。

需求侧管理实施的经济措施中,电价是最为具体也是最为重要的一种方式,而目前来说,地区电网公司与地方电网之间的竞争,决定输赢最为重要的因素也是电价,所以多种有选择性的电价机制的建立是刺激电力用户参与需求侧管理的内在动力,也是调节需求侧管理实施效益在电力企业和电力用户之间合理分配的一种经济手段。需求侧管理实施中常采用的电价机制有分时电价、可中断负荷电价、高可靠性电价、阶梯电价、季节性电价、丰枯电价等。目前地区电网公司实施需求侧管理的研究重点也应该放在适合地区电网实施的合理的电价机制的研究上,只有研究制订出合适的、面向用户的、多种选择的需求侧管理鼓励电价机制,才能激发电力用户参与需求侧管理,进而确保地区电网在优化用电曲线的同时发展新的电力用户,开拓更大的电力市场。

1.3 电力需求侧管理主要内容与技术方

1.3.1 主要内容

电力需求侧管理是在政府法规和政策的支持下,通过有效的经济激励措施和引导措施,配合适宜的运作方式,促使电力企业、电力用户、中介能源服务公司、节能产品供应商等共同努力,在满足同样用电功能的同时,提高终端用电效率,改善用电方式,减少电量消耗和电力需求,实现能源服务成本最低、社会效益最佳、节约资源、保护环境、各方受益所进行的管理活动。需求侧管理的实施除了需要对传统的供电方的供电资源进行调查了解外,更需要对需求方进行资源调查,了解参与实施管理的电力用户的实施潜力、实施可行性,据此制订的需求侧管理方案才能切实可行。这就需要对电力系统的运行数据、计

量数据、营销数据等各种用电信息进行采集、整理和分析,随着信息技术的发展,电力系统已有的调度自动化系统、计量自动化系统和营销系统为需求侧管理进行资源分析提供了数据基础,但是这些数据的系统整合、有效处理、深入分析和应用却有待进一步完善,传统的数据加工、分析不能有效挖掘出这些用电数据内部更有用的信息,也无法为需求侧管理的实施提供决策参考。因为传统的数据处理和分类过于粗犷,显示的结果不能明显反映电力用户的需求,需求侧管理方案在设计和制订时更多依靠专业人员的经验判断,而不是根据用电数据本身隐藏的变化规律,这也是需求侧管理方案在设计和制订时的难点所在。

数据挖掘技术就是对观测到的海量数据集进行分析,发现其中的未知关系和变化规律,并以容易理解的方式总结出来,供决策者参考,所以可以将数据挖掘技术应用在电力企业的各个管理、运行决策环节中,尤其是应用在需求侧管理中就尤为适合,因为成熟的数据挖掘技术能对电力系统中种类繁多、质量不一、实时性要求高的数据进行有效的处理和分析。将数据挖掘技术应用到电力系统中是电力企业未来信息化发展的必然趋势。

将数据挖掘技术与需求侧管理研究相结合是提高需求侧管理实施有效性的重要方法,但是如何利用数据挖掘技术中的技术手段为需求侧管理方案的制订和实施提供决策依据却仍需要研究。本书将结合贵州省某地区供电公司的供电情况,研究电力企业在市场竞争环境下,利用数据挖掘技术,在电力企业已积累和采集的用电数据基础上,获得有助于管理决策的信息,制订适合电力企业实施的需求侧管理方案。

1.3.2 技术方案

应用数据挖掘技术的需求侧管理分为:需求侧管理实施资源分析、用户侧模型分析、配电侧模型分析及需求侧管理评价指标体系4个基本步骤。

(1) 需求侧管理实施资源分析。对需求侧管理实施的资源进行分析和评估,对供电区域内的社会经济情况、电网供电情况、用电结构、用户电能消费情况等各种宏观、微观系统进行调查,从深度和广度分析涉及的因素,从而对需求侧管理的实施目标、实施对象、实施期限等进行规划。

(2) 用户侧模型分析。对实施需求侧管理的对象利用相关数据挖掘技术进行电力负荷预测和聚类研究,对实施需求侧管理的对象进行电力负荷预测是确定需求方资源的重要依据,也是后续进行需求侧管理效益评估的基本依据;而实施用户的聚类分析是根据拟定的不同需求侧管理方案筛选合适的实施对象,聚类分析是在对典型用户进行技术经济分析的基础上将大体类同的用户进行聚类,使得用户有针对性地实施特定的需求侧管理方案,从而使实施结果易于实现。

(3) 配电侧模型分析。对电力用户按照聚类结果进行实施方案的匹配,并对实施后的响应结果进行预测。实施方案主要是针对电力用户敏感的电价进行研究,研究如何利用不同的具有鼓励性的电价刺激措施来激励用户参与需求侧管理。在对用户进行响应预测研究时,结合已有的实施经验和判断,判断不同用户可能的响应程度和调节潜力。

(4) 需求侧管理评价指标体系。研究需求侧管理的评估体系,研究制订合理的评估指标体系去判定实施的方案有效性和可行性,为制订下一步需求侧管理实施方案提供支持和依据。

第2章

数据挖掘概述

2.1 数据挖掘的基本概念

数据采集和存储技术的进步导致各行各业的数据库日益庞大，数据挖掘就是从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的实际应用数据中提取隐含在其中的、人们事先不知道的但又是潜在有用的信息和知识的过程。这个定义包括好几层含义：数据源必须是真实的、大量的、含噪声的；数据挖掘发现的是用户感兴趣的知识；发现的知识对于用户是可接受、可理解、可运用的；数据挖掘并不要求发现放之四海而皆准的知识，而是仅支持特定的应用问题和目标。

这里所说的知识发现，不是要求发现放之四海而皆准的真理，也不是要去发现崭新的自然科学定理和纯数学公式，更不是什么机器定理证明。实际上，所有发现的知识都是相对的，是有特定前提和约束条件的，面向特定领域的，同时还要能够易于被用户理解，最好能用自然语言表达所发现的结果。数据、信息就是知识的具体表现形式，但是从广义上理解，人们往往把概念、规则、模式、规律和约束等都看作不同类型的知识。人们把数据看作是形成知识的源泉。数据挖掘所处理的原始数据可以是结构化的，如关系数据库中的数据；也可以是半结构化的，如文本、图形和图像数据；甚至是分布在网络上的异构型数据。发现知识的方法可以是数学的，也可以是非数学的，可以是演绎的，也可以是归纳的。发现的知识可以被用于信息管理、查询优化、决策支持和过程控制等，还可以用于数据自身的维护。因此，数据挖掘是一门交叉学科，它把人们对数据的应用从低层次的简单查询提升到从数据中挖掘知识，提供决策支持。在这种需求牵引下，汇聚了不同领域、不同学科的技术，尤其是数据库技术、人工智能技术、数理统计、可视化技术、并行计算等方面，围绕这些技术开展交叉创新，不断形成数据挖掘领域新的技术热点。

简而言之，数据挖掘其实是一类深层次的数据分析方法。数据分析本身已经有很多年

的历史,只不过在过去,数据收集和分析的目的是用于科学研究,另外,由于当时计算能力的限制,当数据量过大时,进行复杂数据分析时,分析方法会受到很大限制。现在,由于各行业业务自动化的实现,各个领域产生了大量的技术数据和业务数据,这些数据不再是单纯为了进行分析的目的而收集,而是由生产过程和商业运作而产生;分析这些数据也不再是单纯为了研究的需要,更主要的是为进行决策提供有价值的参考和依据,进而获得收益。但所有企业面临的一个共同问题是,企业数据量非常大,而其中真正有价值的信息却很少,因此从大量的数据中经过深层分析,利用各种分析工具在海量数据中发现模型和数据之间的关系,获得有利于生产经营、商业运作、提高竞争力的信息,就是数据挖掘的重要任务。

目前电力系统日益复杂,电力网络日益庞大,电力企业信息化水平不断提高,生产和经营过程中会产生和积累大量数据信息,数据信息呈现爆炸性增长,数据的采集、传输、加工、存储、查询以及预测和决策等的信息量和工作量越来越大。传统的数据处理主要是停留在数据采集和监控方面,对实时数据和历史数据也只是做一些简单的查询、检索、显示等操作,数据加工、分析很不够,不能有效地挖掘电力系统数据内部的更有用的信息。这种传统的“人工+设备+经验判断”的半自动生产经营方式无法适应大规模电网灵活、高效、基准的运营要求。从事电力规划和运营工作的相关专业人员已经体会到从海量多元的数据中获取到自己最需要的信息的困难,常规数据分析的结果常常会有信息分类过于粗犷、显示结果不能明显反应用户需求、数据精度不高等问题。如果利用数据挖掘技术,就可以在大量的数据信息中发现电力企业的业务发展趋势,揭示隐藏的变化规律,预测未知的结果,从而对生产和经营起到决策支持的作用。

电力系统中数据挖掘的主要难点在于电力数据类型多样、分布分散、数据量大,同时,对数据的实时性和准确定要求很高,具体如下。

1. 电力数据种类多样

电力系统的数​​据主要来源于分布于系统各处的各种自动装置实时采集的计量类数据和管理信息系统对用户、设备描述的各种属性类数据,数据来源多,数据量大,同时分布也分散。每一类数据还包括实时数据、历史数据,所有这些数据构成了一个极其庞大的信息存储体系。

2. 数据质量不统一

电力系统采集到的数据会受到各种干扰、数据缺失等不确定因素的影响,数据还必须依赖于各种采集装置的存在,在终端采集装置没有覆盖的地方,是无法获得采集数据的,所以采集数据的完整性和精确性会受到采集装置的直接影响,从而数据质量会出现情况不一的状况。

3. 数据处理实时性要求高

电力系统对数据处理的实时性普遍要求很高,在系统紧急状态下,运行人员必须要在快速进行决策,而数据挖掘中的算法往往有较大的数据计算量,过于复杂或是选择不合理的算法不一定能满足系统实时性的要求,所以根据需求,选择合适的优化算法是进行数据处理时首先要考虑的重点。