

DIANLIYINGXIAO DASHUJU
DE YANJIU JI YINGYONG

电力营销大数据 的研究及应用

国网江苏省电力公司

组编

江苏方天电力技术有限公司

继外借



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

DIANLIYINGXIAO DASHUJU
DE YANJIU JI YINGYONG

电力营销大数据 的研究及应用

国网江苏省电力公司

组编

江苏方天电力技术有限公司



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是第一本全面论述电力营销大数据研究及应用的书籍，以电力营销的生产数据和电力用户的实时数据为基础，结合统计分析、关联分析、挖掘算法，对用电特性分析、电力负荷预测、电网规划运行、电力客户服务、电力看经济、电力看民生等专题的研究成果及其应用情况进行阐述，具有较高的应用价值。

本书可供从事电力大数据研究的研究人员、生产运行人员及营销业务人员学习参考。



图书在版编目 (CIP) 数据

电力营销大数据的研究及应用/国网江苏省电力公司，江苏方天电力技术有限公司组编. —北京：中国电力出版社，2016.9

ISBN 978-7-5123-9532-9

I. ①电… II. ①国… ②江… III. ①电力工业—市场营销学—数据处理 IV. ①F407.615

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 156975 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市万龙印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 9 月第一版 2016 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.75 印张 218 千字

印数 0001—4000 册 定价 80.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

编 委 会

主 编 李作锋 李 斌

副 主 编 顾国栋 颜庆国 金 农

编撰组成员 丁 晓 熊 政 徐金玲 张 玮

潘 洋 徐爱华 栾 宁 陆伟伟

郑海雁 谢林枫 季 聪 仲春林

方 超 李昆明 尹 飞 李新家

蒋一泉 吴 钢 仇 磊 杨 斌

霍 尧 王 炼





前言

随着信息化时代的迅速发展，全球数据量正在爆炸式地增长，2011 年全球数据量已经达到 1.8ZB，2014 年全球数据量达到了 4.1ZB，而且大数据摩尔定律指出，全球数据量平均每两年翻一番。物联网技术的发展，移动终端、数字传感器等数字信号设备的大范围应用，都产生了海量的数据信息。大数据时代已然到来，率先展开大数据相关研究的是互联网、信息通信行业。对传统行业而言，大数据也同样具有深远的研究意义和光明的应用前景。IBM 利用 4PB 的气候、环境历史数据，设计风电机组的选址模型，从而提高风电机组发电效率，延长风电机组的使用寿命。国网江苏省电力公司以大型火电厂的历史运行大数据为基础，进行了火电机组节能减排、绿色运行的研究工作。

江苏电力营销信息化的建设和发展，积累了海量的电量、负荷和营销数据，自 2006 年以来，数据累计达 200TB；江苏用电信息采集系统的建成与完善，推动江苏电力营销信息化进程走向了一个更高的起点。截至 2016 年 6 月，用电信息采集系统已接入 3302 万余居民用户、452 万余工商业用户、49 万余配电变压器、27 万余专用变压器，采集成功率达 99% 以上。2013 年 12 月，国网江苏省电力公司重大科技项目“基于全覆盖实时采集的江苏省全社会用电信息大数据智能分析和管理系统研究及应用”立项，使得负荷预测、配电变压器重过载预测、企业产能利用率等研究成果得到了应用。本书就是基于这些研究成果编撰而成。

本书共九章，包括数据源建设、用电特性分析、电力负荷预测、电网规划运行、电力客户服务、电力看民生、电力看经济、大数据平台关键技术八大专题，分析数据来源于江苏电力营销系统、营配一体化系统、省地县一体化电量系统、气象信息系统等，应用场景都基于电力营销业务，因此研究成果具备较高的应用价值。本书适合从事电力大数据研究的研究人员、生产运行人员、营销业务人员学习参考。

电力大数据的研究才刚刚起步，加之编者水平有限，书中内容难免存在谬误和疏漏，敬请广大读者提出宝贵意见，促进本书的进一步完善。

编者



目 录

前言

➔ 第1章

电力营销大数据时代思考..... 1

1.1 引言 1

1.2 用电信息采集系统 2

1.3 电力大数据的应用前景 5

1.4 大数据在电力营销业务中的应用前景 8

➔ 第2章

数据源建设——大数据应用的铺路石 9

2.1 “发输配用” 数据中心建设 9

2.2 “脏数据” 类型及数据清洗 12

➔ 第3章

用电特性分析——大数据应用的显微镜 16

3.1 用户用电特性分析 16

3.2 用户负荷气象模型 30

3.3 行业电量气象模型 42

3.4 行业电量节假日和周末模型 47

➔ 第4章

电力负荷预测——大数据应用的急先锋 50

4.1 基于传统方法的负荷预测 50

4.2 基于用电大数据的短期负荷预测 55

4.3 基于用电大数据的母线短期负荷预测 58

4.4 基于用电大数据的中长期负荷/电量预测 62

→ 第5章

电网规划运行——大数据实践的试金石	69
5.1 配电变压器状态实时监测	69
5.2 地区公用配电变压器负荷特性分析	75
5.3 配电变压器重、过载风险预警	82
5.4 台区线损分析	88

→ 第6章

电力客户服务——大数据实践的点睛笔	96
6.1 全社会电力用户档案搜索引擎	96
6.2 客户服务风险管理	108
6.3 客户信用评价模型	111
6.4 客户异常用电/窃电分析	115
6.5 客户用电优化建议书	122

→ 第7章

用电大数据的扩展应用——民生风向标	130
7.1 居民住房分析	130
7.2 居民消费水平指数分析	136
7.3 家庭绿色能效管理	140

→ 第8章

用电大数据的扩展应用——经济晴雨表	144
8.1 江苏宏观经济发展分析	144
8.2 用电量趋势看经济发展	147
8.3 用电量看产业结构变化	156
8.4 用电量看行业景气度	158

→ 第9章

电力营销大数据技术平台——大数据处理分析的金刚钻	162
9.1 电力营销大数据平台关键技术概述	162
9.2 电力营销大数据平台建设思路	168
9.3 电力营销大数据平台关键技术	175

参考文献	195
------------	-----

第 1 章

电力营销大数据时代思考

1.1 引言

在国家大力推动信息化与工业化深度融合的背景下，电力行业正在开展能源互联网的创新实践和“互联网+”的革命。物联网技术的应用，促进了信息系统数据的快速增长，亟需实现数据的可靠存储、高效快速处理，挖掘用电数据中的价值，将海量用电数据转变成信息资产。传统电力营销业务也迎来了创新的机遇和挑战，需要在电网生产、经营管理及优质服务方面实现跨业务融合，推进智能电网发展。随着需求侧响应研究的深入、主动配电网技术的应用，供电企业与用户之间需要更深入、更频繁的双向互动感知。

在经济新常态背景下，供电公司需要更好地承担起通过用电指标准确研判宏观经济走势，辅助政府制定科学决策的企业与社会责任。随着国家电网公司营销信息化工作的快速推进，用电信息采集范围和采集成功率逐步扩大和提高，用电信息采集数据、电费数据、95598 数据等营销业务数据向海量规模发展，大数据特征日益显著，营销大数据的应用需求日益迫切。通过电力营销大数据的研究，可在数据价值挖掘、营销业务创新、提升社会服务能力三个方面取得突破，助力“一强三优”现代公司的建设。

基于用电数据价值挖掘和营销业务创新、服务能力提升的需求，以海量用电数据为基础，引入了大数据技术，将从四个方面促进营销业务的创新：

- (1) 支撑企业数据共享融合、分析决策系统建设；
- (2) 数据处理的性能提升，数据价值的挖掘，数据将转变为资产；
- (3) 实现跨业务、多类型、实时快速、灵活定制的数据关联分析；
- (4) 满足电网公司在电网生产、经营管理、优质服务三方面的管理提升和业务创新需求。

为充分发挥营销信息化系统的基础支撑作用，满足营销数据深化应用以及对数据存储、查询、统计、分析和对数据价值深入挖掘的需求，通过领先的数据融合、数据清洗、数据治理及大数据挖掘等相关技术手段，提升营销数据应用价值已势在必行。电力营销大数据的研究框架如图 1-1 所示。



图 1-1 电力营销大数据的研究框架

通过分析营销信息化系统（用电信息采集系统、营销系统等）的海量数据，同时结合社会外部数据（气象、经济、舆情、节假日等），应用大数据技术对数据价值深入挖掘，达到提升供电服务能力和营销管理水平的目的，为服务电力用户、提升管理水平提供支撑。

1.2 用电信息采集系统

电力用户用电信息采集系统采集所有电力用户的用电信息，采集范围涵盖了现有的负荷管理系统、配变监测系统和集中抄表系统。电力用户指国家电网公司范围内对其供给电力的所有用电户，包括专线用户、各类大中小型专变用户、各类 380/220V 供电的工商业户和居民用户、公用配变考核计量点。

同时，用电信息采集系统主站兼容 GPRS、CDMA、光纤专网、230MHz 无线公网等多种通信模式，确保了现场不同环境条件下采集设备的接入。为配合采集系统建

设,主站同时具备工程管控功能,支撑省公司各级管控组对工程进度质量的管理要求,应用功能涵盖了工程建设从现场勘查、方案制定、工程预决算、终端接入调试、故障分析、运行监视、资产设备管理的各个方面。用电信息采集系统的物理架构如图 1-2 所示。

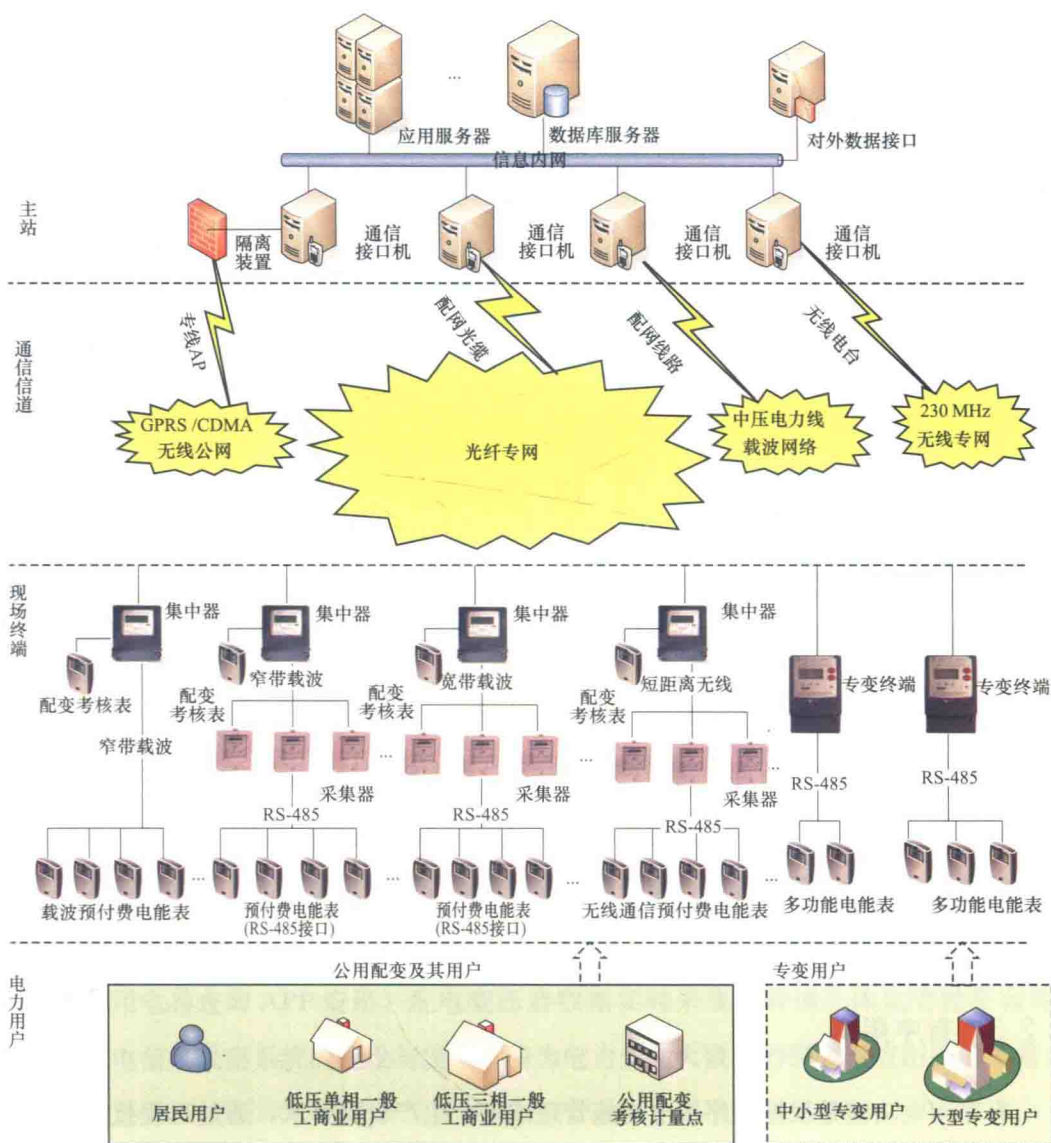


图 1-2 用电信息采集系统物理架构

用电信息采集系统的主要功能包括负荷监测、反窃电、预购电分析、配变监测、有序用电、台区线损分析、计量在线监测等。下面列举几个功能,进行简要说明。

1.2.1 负荷监测

负荷监测功能是统计分析全省网供负荷、监测负荷、可控负荷，分析全省及各地市的监测面和控制面，及时有效地统计全省变压器运转情况及用电情况；为有序用电等工作提供实时有效的数据参考，提高全省用电计划执行力。负荷监测功能界面如图 1-3 所示。

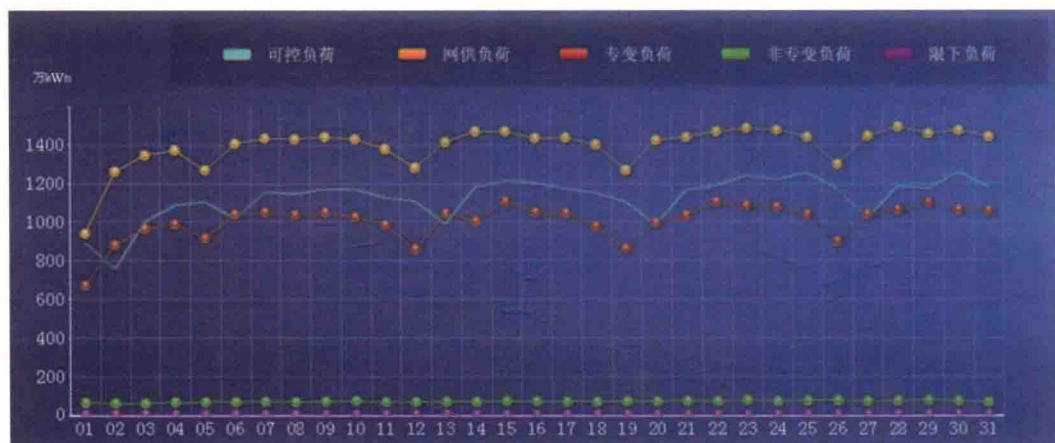


图 1-3 负荷监测功能界面

1.2.2 反窃电

反窃电功能是针对重点监测用户，通过对计量回路三相电压缺相、断相、电压回路逆相序、电流回路逆相序、各相电流反相（反接）、电能表示数突降 6 项窃电现象进行分析，根据异常发生特征因素合理归类，定位窃电异常，为操作人员现场实际勘察提供判断依据。反窃电功能界面如图 1-4 所示。

1.2.3 有序用电

有序用电功能是根据有序用电措施管理或安全生产管理要求，通过远程技术手段对客户侧配电开关的控制操作，调整和限制用户用电负荷，缓解电力供应紧张时段供电压力。有序用电功能界面如图 1-5 所示。

随着用电信息采集系统接入的用户越来越多，除了满足营销部门对电费结算、负荷监测、计量分析等业务的信息需求外，国家电网公司统推系统和省公司其他部门对用电

查询条件 供电单位 淮安供电公司市区 包含下级 刷新 最新记录时间 2014-01-01 至 2015-12-31 查询

查询结果	用户编号 ¹	用户名 ¹	模拟窃电次数 ²	反窃电装置故障次数 ²	终端地址 ³	在线状态 ⁴	终端安装位置 ⁵
1	2100340605	淮安金明达机械铸造有限公司	0	0	1552	在线	
2	2100400174	淮安茂业置业有限公司	0	0	1604	在线	
3	2100545730	淮安市锦都国际有限公司	0	0	1681	在线	
4	2101301849	淮安九鼎模具制造有限公司	0	0	1939	在线	
5	2800000341	淮安恒平工贸有限公司	0	0	1190	在线	
6	2800000909	淮安市港开国际	0	0	1101	在线	
7	2800153248	江苏省瑞达包装有限公司	0	0	282	在线	
8	2800159918	南通麒麟达包装有限公司	0	0	1334	故障	
9	2800164033	淮安市专用汽车有限公司	0	0	273	在线	配电网
10	2800171664	淮安弘达包装有限公司	0	0	1183	故障	
11	2800189708	淮安市吉利销售中心	0	0	348	在线	
12	2800195763	淮安弘立包装有限公司	0	0	338	在线	
13	2800207942	淮安市清河市政工程总公司	0	0	1102	在线	
14	2800212175	新明经纺织集团有限公司	0	0	1899	在线	
15	2800219375	淮安市宝兴金属制品有限公司	0	0	1146	在线	
16	2800263145	淮安市江峰管道制品有限公司	0	0	1654	在线	

本页显示16条记录中第1-16条 刷新 1 全部排序 电网提示 100条记录

图 1-4 反窃电功能界面

用户编号 0150123308 查询 窃电违规行为记录

用电性质 负荷控制 有序用电 华东区档案 负荷曲线

参与年份 2014 查询

用户编号	0150123308	主变容量(kVA)	315.0	所属单位	南京供电公司市区	有序用电行业	普通生产企业
用户名称	南京元亨食品有限公司	运行容量(kVA)	315	所属电站	PMS_麒麟门型	实施类型	启停
用电地址	南京市栖霞区马群科技园马群3号	保安负荷(kW)	56	所属线路	PMS_10kV保任线	错峰类型	错峰错峰

用户基本信息 用户档案管理 用户档案分析 档案分析 用户窃电记录

富集和计划性错峰 (<12小时) 错峰安排

时段	减少负荷	主要参与设备	批次
早峰	150	空调照明 生产线	
晚峰	24	空调照明 生产线	
晚峰	0	空调照明 生产线	

时段性错峰 (>24小时) 错峰安排

错峰生产班次					
序号	触发策略	具体安排	主要参与设备	转移负荷	批次
轮休					
序号	触发策略	具体安排	主要参与设备	转移负荷	批次
错峰时间错峰					
序号	具体安排	主要参与设备	减少负荷	批次	

图 1-5 有序用电功能界面

信息采集又提出了其他数据的采集要求。例如，国网统推的电能质量在线监测系统、电压在线监测系统、分布式电源平台、电能服务管理平台、短期负荷预测平台、海量数据平台、量价费损分析平台、营销基础数据平台等；省公司的微信平台、配网示范区项目、有序用电易查询 APP 应用、配电变压器数据实时采集、营销一体化管控平台等。因此，用电信息采集系统的建设与发展，将为电力营销大数据的研究与应用提供丰富的数据资源。

1.3 电力大数据的应用前景

目前，国家电网公司已初步建成了国内领先、国际一流的信息集成平台。随着三地

集中式数据中心的陆续投运，一级部署业务应用范围的拓展，结构化和非结构化数据中心的上线运行，电网业务数据从总量和种类上都已初具规模。随着后续智能电能表的逐步普及，电网业务数据将从时效性层面进一步丰富和拓展。大数据数量大、类型多、速度快的特性，已在海量、实时的电网业务数据中进一步凸显，电力大数据分析迫在眉睫。当前，电网业务数据大致分为三类：①电力企业生产数据，如发电量、电压稳定性等方面的数据；②电力企业运营数据，如交易电价、售电量、用电客户等方面的数据；③电力企业管理数据，如 ERP、一体化平台、协同办公等方面的数据。对其进行深入分析，便可以提供大量的高附加值服务，这些增值服务将有利于电网安全检测与控制（包括大灾难预警与处理、供电与电力调度决策支持和更准确的用电量预测）、用户用电行为分析与客户细分、电力企业精细化运营管理等，实现更科学的需求侧管理。

随着智能电能表的普及应用、智能变电站的升级改造、现场移动作业、测控一体化系统的建设，以往类型单一、增长缓慢的电网数据发生了转变，取而代之的是通过传感器、智能化设备、视频监控设备、音频通信设备及移动终端获取的结构化、半结构化和非结构化数据。

未来，随着用电信息采集系统采集频率的提升、电网设备运行监控系统监控范围的扩展，电力大数据将延伸到电网的每一台设备、每一台电器，具备如此广度、深度的电力大数据，电力企业将可以分析发电、输电、变电、用电的每一个环节，在电网规划、建设、运行、检修等环节作出合理而正确的决策。

1.3.1 发电环节

目前火电、风电、光伏机组的数据采集系统建设趋于完善，国网江苏省电力公司建立了大火电机组节能减排系统、分布式光伏采集系统、风电场数据采集系统等，开展了以下大数据研究工作：

(1) 监测火电机组的运行状态，积累了大量的锅炉、汽轮机、发电机的运行、检修和故障状态数据；联合国内多家发电集团，运用已有的数据，实现锅炉、汽轮机、发电机的运行优化、故障预测、检修排查。

(2) 从多渠道获取风电场所在位置的风速、湿度、洋流等气象数据，吸取丹麦维斯塔斯风机公司的成功经验，学习 IBM 推出的风功率高精度预测方法，用大数据分析手段，提高风电机组出力预测、风机启停计划优化，实现风电场资源利用的最大化。

1.3.2 输电环节

目前,输电线路的监测是一个薄弱环节,未来随着对输电线路监测的加强,将可收集大量的输电线路运行、故障数据,有助于电力企业开展以下工作:

(1) 监测潮流的分布情况,预测输电线路的负载率,提出输电线路的升级改造方案,为输电系统提前廓清阻塞问题;

(2) 监控输电系统的异常和故障状态,在故障发生的第一时间采取措施,缩短故障抢修时间。

1.3.3 变电环节

智能变电站提升了变电环节的自动化和智能化水平,使变电环节的运行监控更加透明、直观,同时变电站监控系统积累的大量运行数据,可为电力企业开展以下分析工作提供数据支撑:

(1) 通过历史运行数据分析主变压器负载率的变化,优化变电环节的运行,为变电站的升级改造和规划建设提供建议;

(2) 通过主变压器历史运行数据和故障情况的分析,预测主变压器的故障和异常状态,及早发现主变压器的异常情况,以便采取应对措施。

1.3.4 用电环节

江苏用电信息采集系统已实现全覆盖,获取了海量的负荷和电量数据,为用电环节的大数据分析提供了坚实的数据基础。随着智能家居、智能小区概念的发展,用电环节的大数据研究也将具有更加深远的意义。未来用电环节可研究的内容非常多,例如:

(1) 用电优化建议。通过分析同地区电力客户的用电行为,为指定电力客户提供用电优化建议,降低家庭能耗,缩减用电支出,使居民用电更加合理。

(2) 智能家居服务。通过分析电力客户用电行为,结合物联网定制电力客户的用电方式,实现家用电器的智能启动和关闭,使家庭生活更加方便快捷、绿色低碳。

电力大数据产生的作用将不可估量,绝不仅仅局限于以上内容。未来,电力大数据将为推进智能电网的建设和智慧城市的形成奠定能源基础,实现电力供应和使用的智能化、环保化和低碳化。

1.4 大数据在电力营销业务中的应用前景

电力营销业务系统、用电信息采集系统、一体化电量系统积累了大量的营销和电力数据，为电力营销业务的大数据分析提供了坚实的数据基础，也拓展了电力营销大数据研究的应用前景。大数据在电力营销业务中的应用主要包括用电特性分析、网供负荷预测、配网规划运行、电力客户服务等。

1.4.1 用电特性分析

通过用户历史负荷和电量数据，可以开展居民用户、企业用户乃至行业的用电特性分析，建立企业、行业的用电影响因素模型，为客户用电行为分析和行业负荷预测打下基础。

1.4.2 网供负荷预测

基于行业历史负荷数据，可以建立不同行业、不同地区的负荷影响模型，开展基于大数据的短期、中长期负荷预测；基于业扩历史信息，也可以构建业扩对用电影响的模型，开展与业扩相关的大数据电量预测工作。

1.4.3 配网规划运行

通过配电变压器负荷数据，可以开展配电变压器负荷特性分析，进而开展配电变压器重、过载预测，为运行和检修部门制定合理的运行方式和弹性检修计划提供数据参考；开展台区线损分析工作，为提高配网运行经济性提供数据支撑。

1.4.4 电力客户服务

以客户营销档案和采集数据为基础，为电力员工、电力营业厅和电力客户提供客户档案搜索和电量实时查询服务，结合微信平台、手机 APP 为客户提供电量查询和推送服务，结合用户缴费习惯和异常用电情况建立客户信用评价体系；开展客户用电行为分析，为企业客户和居民客户推送合理用电建议。

第2章

数据源建设——大数据应用的铺路石

大数据研究，顾名思义，是基于大量数据开展的研究工作，因此数据源的建设是大数据研究的基础要求。本章首先以江苏省为例介绍电力营销大数据平台的数据源建设，分析江苏电力大数据资源的特征；其次，针对数据资源出现的各类“脏数据”，结合数据处理方法阐述“脏数据”的清洗。

2.1 “发输配用”数据中心建设

江苏电力营销大数据平台以营配集成、用电信息采集系统、省地县一体化电量系统、能量管理系统（Energy Management System, EMS）为基础，结合外部气象和经济数据，建成了集发电、输电、配电、用电数据于一体的“发输配用”数据中心，为江苏电力大数据分析工作提供了丰富的数据资源。“发输配用”大数据中心所包含的系统如图2-1所示，各类数据来源及接入方式如表2-1所示。

表 2-1 各类数据来源及接入方式

数据类	数据源	抽取方式	抽取频率	抽取数量级
用户档案	营销系统	数据库	实时同步	—
户表关系	营销系统	数据库	实时同步	—
抄表电量	营销系统	数据库	每月一次	3000 万条
用户行业分类	营销系统	数据库	实时同步	—
负控用户总加组电量	用电信息采集	数据库	每日一次	40 万条
负控用户抄表电量	用电信息采集	数据库	每日一次	40 万条
集抄用户抄表电量	用电信息采集	数据库	每日一次	3700 万条