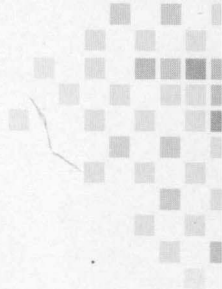




基于大数据的 智慧电网技术

沈力 主编

清华大学出版社



内容简介

基于大数据的智慧电网技术

主 编（编著）：沈 力

沈力 主编

副主编（排名不分先后）

俞卫江、魏晓清、陈学霖、郭泽明、曾 彬、刘 军、

清华大学出版社
北 京



内 容 简 介

随着我国智能电网建设的全面铺开,电力行业面临着重塑的机遇和挑战。大数据在社会经济、政治、文化、生活等各方面产生了深远的影响,将给各行各业的发展模式和决策带来前所未有的革新与挑战。

本书围绕大数据,向读者阐述电力大数据的发展过程,使读者能够清晰感受到大数据对电力企业的影响;结合国内外智慧能源的发展现状,拓展读者对电网大数据应用的认知;以大数据在电力企业各专业的应用为引,突出电力企业大数据应用价值,为读者勾画出电力大数据的发展蓝图。

本书主要面向电力系统广大人员,也可作为政府部门、科研机构、能源行业相关协会组织、电力用户、电力供应商和相关专业工程技术人员、高等院校师生的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于大数据的智慧电网技术/沈力主编. —北京:清华大学出版社,2019
ISBN 978-7-302-51364-3

I. ①基… II. ①沈… III. ①智能控制—电网—研究 IV. ①TM76

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第232191号

责任编辑:杨如林

封面设计:杨玉兰

责任校对:胡伟民

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市铭诚印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:19.5 字 数:438千字

版 次:2019年5月第1版

印 次:2019年5月第1次印刷

定 价:59.00元

产品编号:079266-01

编委会名单

主 编（编著）：沈 力

副主编（排名不分先后）

雷振江 魏晓菁 陈春霖 郝悍勇 曾 楠 刘 莹 穆永强 肖一飞 聂盛伟
于 宙 宋连峻 张 东 韦中华 杜红军 李 钊 李 铁 周小明 倪 斌
杨卫东

编写组成员（排名不分先后）

崔丙锋 孙 炜 都俊超 范金锋 蒋 炜 王晋雄 孙金宏 周纯莹 王荣茂
胡 因 付 东 陶 煜 田浩杰 潘连武 赵保才 王 飞 曹 智 许 超
乔 林 刘 颖 刘 为 胡 楠 冉 冉 杨壮观 赵永彬 金成明 刘 扬
陈明丰 耿洪碧 王 鸥 胡 非 李 峰 李 巍 姜迎旭 史晓晨 杨壮观
刘雪松 杨 沈 任相儒 张葆刚 张宝利 刘红星 范孟哲 许言路 闫春生
陈 硕 王 信 王 磊 王丽霞 李广野 周兵兵 郭庆莉 王小溪 王 勇
李凤强 王鹏宇 王占营 高 潇 毛洪涛 李 斌 王 阳 周大鹏 胡 畔
陈 龙 刘 坤 胡小磊 曹国强 游 佳 高 敏 陶 轶 盛红雷 许海丰
靳光辉 魏彦龙 毕永军 黄欢欢

本书中如有不当之处，恳请读者批评指正。

前言

从人类文明发展至今，数字一直伴随着人们的生活。数字量增多，就演变成数据。一直以来，越来越多的数据对任何想要对其进行整理和分析的人而言，都是一项挑战。

随着网络信息技术的加速发展和应用，物联网、移动互联、社交网络等大大拓展了互联网的疆界和应用领域，数据正以前所未有的速度在不断地增长和累积，大数据时代的大幕已经开启。大数据在社会经济、政治、文化、生活等各方面产生了深远的影响，将给各行各业的发展模式和决策带来前所未有的革新与挑战。

当前电力行业迫切需要推动大数据技术在电网中的应用，来有效提升电力企业运营管理水平和服务用户的水平。借助大数据技术，对电网运行的实时数据和历史数据进行深层挖掘分析，可掌握电网的发展和运行规律，优化电网规划，实现对电网运行状态的全局掌控和对系统资源的优化控制，提高电网的经济性、安全性和可靠性。

本书在借鉴国内外大数据领域研究应用成果的基础上，结合电网行业运营管理现状，提出了电网大数据概念，详细分析了在大数据时代下电网行业所面临的机遇和挑战。

全书共分为11章，第1章简要介绍了大数据的概念、现状及其影响。

第2、3章详细介绍了电网大数据的定义、特征及发展前景。

第4章重点介绍了智慧能源大数据在美洲、欧盟以及日本、中国的发展现状和典型案例。

第5~10章分别从电网大数据资源、应用技术、通信技术及分析挖掘技术等方面进行了详细介绍。

第11章围绕当前电力大数据应用前景及发展形势，大数据在电网企业的应用价值和竞争力等方面进行了介绍。

本书适合电力系统广大工作人员阅读，也可作为政府部门、科研机构、能源行业相关协会组织、电力用户、电力供应商和相关专业工程技术人员、高等院校师生的参考用书。

本书中如有不当之处，恳请读者批评指正。

作者

目 录

第4章 智慧能源大数据全球政策动向	43
4.1 美洲地区智慧能源发展动向	46
4.2 欧洲地区智慧能源发展动向	50
4.3 亚洲地区智慧能源发展动向	56
4.4 非洲地区智慧能源发展动向	57
4.5 大洋洲地区智慧能源发展动向	59
第1章 大数据概述	1
1.1 大数据源起	2
1.2 大数据的商业价值	3
1.3 大数据引发思维变革	3
1.4 大数据驱动管理变革	4
1.5 电网大数据的现状与未来	5
1.6 把握大数据时代	6
1.7 拥抱电力大数据	8
第2章 电网的大数据时代	11
2.1 新一轮的电网发展战略	12
2.1.1 对内优化管理模式	12
2.1.2 对外丰富增值业务	13
2.1.3 确保数据质量	14
2.1.4 挑战中见需求	14
2.1.5 策略中得启示	16
2.2 大数据时代的变革	16
2.2.1 大数据与电力大数据	17
2.2.2 电力大数据面临的挑战和应用前景	17

2.3 从大数据看电网改革	18
2.4 电网行业的变革点	20

第3章 电网大数据的基本概念

3.1 电网大数据定义	24
3.2 电网大数据特征	26
3.2.1 数据量大	26
3.2.2 类型多样	26
3.2.3 运算高效	27
3.3 电网大数据分类	27
3.3.1 大数据在大规划中的应用分析	27
3.3.2 大数据在大建设中的应用分析	28
3.3.3 大数据在大检修中的应用分析	28
3.3.4 大数据在大运行中的应用分析	29
3.3.5 大数据在大营销中的应用分析	29
3.3.6 大数据在运营监控中心中的应用分析	30
3.3.7 大数据在客服中心中的应用分析	30
3.4 电网大数据生命周期	31
3.4.1 大数据的组织	32
3.4.2 大数据的现状评估和差距分析	32
3.4.3 大数据的战略	33
3.4.4 大数据的定义	33
3.4.5 数据采集	33
3.4.6 数据处理和分析	33
3.4.7 数据呈现	34
3.4.8 审计、治理与控制	34
3.4.9 持续改进	34
3.5 电网的价值链	34
3.5.1 电力大数据的概念	36
3.5.2 电力大数据的前景	36
3.5.3 电力大数据技术	37
3.5.4 电力大数据的应用	39

第4章 智慧能源大数据全球政策动向	43
4.1 美洲地区智能能源发展动向	46
4.1.1 美国大数据领域动向	46
4.1.2 相关政策分析	48
4.1.3 美国智慧能源典型案例	50
4.2 欧盟地区智慧能源发展动向	56
4.2.1 欧盟地区智慧能源政策分析	56
4.2.2 欧盟智慧能源创新发展之路	57
4.2.3 欧盟Horizon 2020能源规划	59
4.2.4 欧盟大数据发展战略	59
4.2.5 德国智慧能源典型案例	61
4.3 日本智慧能源发展动向	66
4.3.1 相关政策体系和产业规划	66
4.3.2 日本智慧能源市场规模	68
4.3.3 日本智慧能源典型案例	68
4.4 中国关于智慧能源的战略	70
4.4.1 中国智慧能源发展现状	70
4.4.2 中国智慧能源政策分析	72
4.4.3 中国智慧能源产业标准化	74
4.4.4 中国智慧能源的发展趋势	76
4.4.5 中国智慧能源面临的挑战	78
第5章 电网大数据资源	81
5.1 大数据对电网信息化建设的影响	82
5.1.1 电网信息化现状分析	82
5.1.2 电网信息建设在大数据时代的思考与探索	83
5.1.3 电力信息时代之下的大数据实现核心技术	84
5.1.4 大数据对电网信息化发展的应用与价值	85
5.2 大数据对电网科技研究的影响	86
5.2.1 电力大数据的研究及应用展望	86
5.2.2 电力行业的大数据发展解析	88

5.3	大数据对电网安全体制的影响	91
5.3.1	电网安全事故监管	92
5.3.2	电网安全事故报告	92
5.3.3	电网安全事故统计分析	92
5.3.4	电网安全事故档案管理	93
5.3.5	电网安全事故基础信息管理	93
5.3.6	电网安全事故用户管理	93
5.3.7	电网运行安全性评价分析模型	94
5.3.8	促进我国电力行业大数据发展的措施	95
5.4	大数据对电网服务体系的影响	96
5.4.1	服务社会与政府部门类应用领域	97
5.4.2	面向电力用户服务类应用领域	97
5.4.3	支持公司运营和发展类应用领域	99
5.5	大数据对电网商业价值的影响	102
5.6	大数据对电网运营管理的影响	105
5.6.1	国内外经验借鉴	106
5.6.2	框架设计及重点方向	108
5.6.3	实现过程及关键点	112
5.7	电力行业邂逅大数据	116
5.7.1	宏观经济形势评价与预测	116
5.7.2	服务电力用户	117
5.7.3	当电力行业邂逅大数据	117
第6章	电网大数据应用技术	119
6.1	电网大数据平台架构	120
6.1.1	数据分析平台层次解析	120
6.1.2	规划的数据平台产品AE (Accelerate Engine)	121
6.2	电网大数据基础平台关键技术	124
6.2.1	大数据采集技术	126
6.2.2	数据预处理技术	127
6.2.3	大数据存储技术	128
6.2.4	数据仓库技术	133

6.3	电网大数据应用产品	135
6.3.1	Informatica	135
6.3.2	HBase	138
6.3.3	Tableau	140
6.3.4	MySQL	141
6.3.5	Hadoop	142
6.4	数据模式的分析方式	143
第7章	电网大数据感知技术	149
7.1	电网大数据与智能传感	150
7.2	电网大数据与云计算	152
7.3	电网大数据与物联网	155
7.4	电网大数据与移动互联网	158
7.5	电网大数据与人工智能	163
7.6	电网大数据与工业4.0	165
7.6.1	工业4.0第一重天——智能生产	165
7.6.2	工业4.0第二重天——智能产品	166
7.6.3	工业4.0第三重天——生产服务化	166
7.6.4	工业4.0第四重天——云工厂	167
第8章	电网大数据信息通信技术	173
8.1	电网信息通信基础介绍	174
8.1.1	电力信息通信的意义	174
8.1.2	我国电力通信系统的发展历程	174
8.1.3	我国电力通信的现状	175
8.1.4	智能电网与电力信息通信的定义	176
8.1.5	电力信息通信与智能电网的关系	177
8.1.6	电力信息通信在建设智能电网中的作用	178
8.1.7	电力信息通信在智能电网中的应用	178
8.1.8	电力通信的发展方向	179

8.2	电网信息通信技术类别	180
8.2.1	智能多媒体识别技术	181
8.2.2	量子计算	181
8.2.3	全息投影	182
8.2.4	神经网络芯片	182
8.2.5	混合云计算	183
8.2.6	机器学习	183
8.2.7	相干光通信	184
8.2.8	下一代PON	184
8.2.9	5G通信	185
8.2.10	空地互联技术	186
8.2.11	软件定义架构	186
8.2.12	信息物理融合系统	186
8.2.13	北斗卫星导航技术	187
8.2.14	遥感及高分影像	188
8.2.15	通信网络虚拟融合	188
第9章	电网大数据分析挖掘技术	189
9.1	电网数据采集技术	190
9.1.1	结构化数据采集	190
9.1.2	非结构数据、海量实时数据采集	196
9.2	电力数据存储技术	198
9.2.1	海量数据存储的概念	199
9.2.2	企业在处理海量数据存储中存在的问题	199
9.2.3	海量数据存储技术	200
9.3	电力数据安全技术	201
9.3.1	数据安全	201
9.3.2	数据库安全	205
9.4	电力数据应用技术	210
9.4.1	配电网大数据的来源和特征	210
9.4.2	配电网典型大数据场景分析	211
9.4.3	配电网多源数据融合中的不良数据辨识	214

9.4.4	配电网大数据关联模型建模	216
9.4.5	配电网大数据分析方法和手段	217
9.4.6	智能配电网大数据	219
9.4.7	面向智能配电网的大数据应用技术与理论框架	222
9.4.8	大数据在智能配电网中的应用前景	223
9.4.9	大数据在智能配电网中的应用路线图	225
9.5	电力大数据与挖掘技术	226
9.5.1	神经网络	227
9.5.2	遗传算法	230
9.5.3	决策树方法	233
9.5.4	关联规则	234
9.5.5	粗糙集	236
9.6	电力大数据与查询技术	238
9.6.1	分布式查询的分类	239
9.6.2	分布式查询优化的层次结构	240
9.7	电力大数据与数据模型	241
9.7.1	数据仓库开发模型	241
9.7.2	数据仓库概念模型	242
9.7.3	数据仓库逻辑模型	244
9.7.4	数据仓库的物理模型	245
9.7.5	数据仓库的元数据模型	246
9.7.6	数据仓库的粒度和聚集模型	247
9.7.7	数据仓库的多维数据模型	247
9.7.8	数据仓库的模型设计与数据库的模型设计的区别	248
9.7.9	电力行业数据仓库模型	251
第10章	电网大数据应用服务	263
10.1	电网大数据应用理念	264
10.1.1	应用方向	264
10.1.2	重点应用领域	265
10.2	电力大数据服务理念	267
10.2.1	电力大数据服务分类	267

10.2.2	电力大数据服务宗旨	269
10.3	电力大数据经济可行性	270
10.3.1	升级运营管理, 节约规划成本	270
10.3.2	改善用户用电体验	271
10.3.3	提供政府决策支持	271
10.3.4	助力未来电网发展	272
10.4	电力大数据运营管理服务	272
10.4.1	管理服务的核心思想	272
10.4.2	规范数据统一管理	273
10.4.3	统一对外服务管理	273
10.5	电力大数据供应链管理服务	274
10.5.1	企业供应链管理	274
10.5.2	电网供应链结构	275
10.5.3	大数据分析在供应链中的应用	275
10.6	电力大数据信息安全服务	277
10.6.1	电力大数据应用的特征	277
10.6.2	电网大数据信息安全风险	278
10.6.3	电力大数据信息安全架构	278
10.7	电力大数据成果应用服务	279
10.7.1	在电网财务管理中的应用	279
10.7.2	在电网运营中的应用	280
10.7.3	在配电网规划上的应用	280
10.7.4	电网线损监测分析	280
10.7.5	95598供电质量投诉关联监测分析场景	281
10.7.6	政策性电价和清洁能源补贴预测场景	282

第11章 电网行业大数据的机遇与挑战 283

11.1	大数据、大挑战	284
11.1.1	大数据与电力大数据之间的关系	284
11.1.2	电力大数据的应用前景	284
11.1.3	电力行业大数据的挑战	285
11.1.4	电力大数据发展策略	288

11.2 发展形势和重要意义	289
11.3 大数据在电网企业的应用价值	290
11.4 大数据决定电网企业竞争力	293
11.5 大数据分析驱动电网企业创新发展	294

1.1 大数据概述

第1章 大数据概述



大数据是一个代表了重要发展趋势的概念，它正在改变人们对生活和世界的理解方式，成为下一个创新、竞争和生产力的前沿，将在政治、经济、社会、科研等领域引发重大变革，给处于这个时代的企业带来难得的机遇和巨大的挑战。大数据这个概念自诞生以来，引发了人们的思维变革，创造了巨大的商业价值，向企业管理提出了全新的挑战。

我们认识大数据必须从思维变革、商业价值和管理创新这三重属性来理解。国家电网公司在2014年工作报告中指出：“把数据资源作为公司战略资产，加强集中管理，实现全公司信息共享。强化数据分析，提升数据应用水平和商业价值。”这一重要论述为电力企业开启大数据进程指明了方向。

1.1 大数据源起

大数据的概念源于美国，是由思科、威瑞、甲骨文、IBM等公司倡议发展起来的。大约从2009年始，“大数据”成为互联网信息技术行业的流行词汇。事实上，大数据的运用在此之前已为一些先行者所成功实践。早在20世纪90年代，沃尔玛公司就充分运用自身掌握的海量数据资源成功降低了库存和缺货率，从而获得了重要的成本比较优势。IBM、麦肯锡、中国工业和信息化部等组织与机构从不同视角都给出了大数据的定义，虽然定义不尽相同，但是都包含了这样几个重要的基本特征：一是数据量大，数据量从GB、TB级跃升到PB、EB级（ $1\text{PB}=1024\text{TB}$ ， $1\text{EB}=1024\text{PB}$ ）；二是数据类型多样化，不仅包含结构化数据，还包括大量的半结构化、非结构化数据，如音视频数据、社交网络数据；三是数据量增长速度快，据美国互联网数据中心指出，互联网上的数据每年将增长50%以上，每两年翻一番，开启了新的“数据摩尔定律”；四是数据价值密度低，数据的深度挖掘、去冗降噪和价值提纯成为大数据实践所面临的一大课题。

数据的价值早已为人们所认识，但是大数据所带来的巨大商业价值显然超过了人们的预期，它所引发的思维变革将产生深远的影响，是未来管理创新的最大驱动力。

1.2 大数据的商业价值

2013年以来,最受欢迎的美国电视剧《纸牌屋》可谓一个大数据颠覆传统商业模式的生动案例。人们普遍认为《纸牌屋》是“大数据”算出来的。1997年成立的Netflix公司凭借自身所拥有超过3000万用户收视行为的大数据,运用先进算法准确预测了具有“政治惊悚”元素的电视剧将受到众多“中年男士”的欢迎,据此,Netflix公司精准定制了该剧。2013年3月,该剧推出之前公司股价不到100美元,播出一年半后,股价超过450美元,成为标准普尔500指数成分股中涨幅最高的股票之一。Netflix公司的这一做法正在颠覆传统的影视剧制作商业模式和推广模式,我们有理由相信,《纸牌屋》成功的背后所引发的思考将给商业带来远超我们想象的变革。

大数据带来了巨大的商业价值,比如IBM、谷歌、亚马逊、Netflix公司等领先企业已经获得了巨大的回报。IBM启动了极具雄心的大数据战略,近年来已经陆续收购了软件公司StoredIQ、大文件传输技术公司Aspera等数据企业,2014年初启动了投资10亿美元的沃森项目。截至目前,IBM在大数据领域的投资已经达到了240亿美元,全面布局大数据战略。

大数据时代将产生以数据为核心的商业生态,数据的采集、存储、处理、分析、应用等都能带来巨大的价值。研究表明,大数据生态链将由数据归集、数据处理、方案解决和价值发现等四个层次组成,每个企业都要结合自身实际找准自己在大数据商业生态中的位置。此外,大数据商业模式的成功案例也在快速增长。大数据企业的IT部门不再是成本中心,而将会转变成为重要的利润中心。

麦肯锡公司认为,随着人们存储、汇聚和组合数据然后利用其结果进行深入分析的能力超过以往,随着采用尖端技术的软件与不断提高的计算能力相结合,从数据中提取极具价值信息的能力也在显著提高。麦肯锡公司预计,如果能够创造性且有效地利用大数据来提高效率和质量,美国医疗行业每年通过数据获得的潜在价值可超过3000亿美元,能够使美国医疗卫生支出降低超过8%;充分利用大数据的零售商有可能将其经营利润提高60%以上。

1.3 大数据引发思维变革

大数据开启了一次重要的时代转型,理解大数据内涵、把握大数据时代的脉搏需要变革我们的思维,其关键是要把握3个重要转变。