



国家电网公司
电力科技著作出版项目

电力大数据 技术及其应用

王继业 主编

- 用数据管理企业
- 用信息驱动业务

Electronic Power
Big Data Technology
and Application



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



海外借



国家电网公司
电力科技著作出版项目

电力 大数据 技术及其应用

王继业 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

电力大数据贯穿于电力产业的各个环节,依托电力大数据价值的深度挖掘,实现“数据转化资产”“数据转化智慧”,以及“数据转化价值”,以大数据驱动企业创新化、智能化,助力电网迈进全景实时的电网时代已经到来。国家电网公司在该领域开展了相关技术研究与应用实践工作,并取得了一定的成果。本书结合国家电网公司大数据研究成果,着重从大数据基础、电力大数据关键技术、电力大数据实践和应用等方面入手,以技术结合实例的形式全方位、多视角展现大数据技术给传统电力行业带来的发展创新和变革,为电力行业在向能源互联网转型、重构企业价值链、增强核心竞争力提供了重要参考依据。

本书能够帮助读者了解电力行业大数据的发展现状,给电力工作者和从事其他行业大数据相关工作的研究人员和技术人员在工作中带来新的启发与认识。

图书在版编目(CIP)数据

电力大数据技术及其应用 / 王继业主编. —北京:中国电力出版社, 2017. 10
ISBN 978-7-5198-0971-3

I. ①电… II. ①王… III. ①互联网络-应用-电力工业-工业企业管理-中国-指南
IV. ①F426. 61-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 167445 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:刘 焜

责任校对:李 楠

装帧设计:张俊霞 赵姗姗

责任印制:蔺义舟 杨晓东

印 刷:北京盛通印刷股份有限公司

版 次:2017 年 10 月第一版

印 次:2017 年 10 月北京第一次印刷

开 本:787 毫米×1092 毫米 16 开本

印 张:20.25

字 数:309 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:88.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

编 委 会

主 编 王继业

副主编 魏晓菁 赖征田 曾 楠 许元斌 郝悍勇 黄文思

委 员 (以姓氏首字母为序,排名不分先后)

陈 建 陈羽中 程宏亮 付 重 李 晖 刘 刚

刘树吉 刘旭生 刘永清 秦俊宁 王纪军 谢 浩

杨 维 杨嘉湜 叶 勇 张东斐 郑海雁 钟云南

编 写 组

组 长 黄文思

副组长 陈 宏 邹保平 章剑涛 郑晓崑

成 员 （以姓氏首字母为序，排名不分先后）

蔡世霞	蔡宇翔	陈 坤	陈 强	丁 明	范松海
付 婷	胡 辉	黄 林	黄海潮	黄鑫烨	江 樱
孔晓昀	连纪文	赖伟平	雷振江	李 钊	李宏发
李金湖	李剑谓	李 云	李子乾	林笔星	林海玉
林佳能	林 燊	刘 宏	刘 青	刘鸿宁	刘燕秋
罗文甜	罗义旺	骆伟艺	冉 冉	宋 岩	宋坤煌
苏志勇	王 扬	王电钢	王红星	王璐鑫	吴 飞
吴 钢	徐德力	许梓明	杨小蕾	殷 博	于海涛
余仰淇	张才俊	张晓慧	赵保华	赵一斌	赵以兵
郑建宁	周志荣				

序一

大数据在中国历经五年的发展，这五年来，很多大数据企业、学会和科研单位，都把眼光放在实现数据间的融合，试图要充分地挖掘数据融合中的价值。这确是我们需要研究的主要方向，但是回过头来想一想，当我们对数据进行挖掘时，其价值都是针对解决特定的经济、社会、生活或是相关领域问题的。但是数据真正的价值，并不单指数据本身所具有的价值，更是指这些数据对于解决问题所具有的价值。

如今，无论是经济新常态的“三个转变”，还是社会服务、公共服务的社会管理，以及老百姓生活要解决的问题，都需要足够的数据作支撑。在这个数据爆发式增长的时代，如何利用大数据促进经济社会发展，对于我们利用大数据来解决今天社会面临的问题尤为重要。想要解决这个问题，就需要利用工具。可以说，大数据产品的价值体现是工具。

现在成千上万的工具被使用，国家电网公司的企业级大数据平台作为解决电力大数据的重要工具，已经在应用中取得些许成果，这对于电力行业的大数据解决方案，具有非常重大的参考价值和理论实践意义。

作为关系国家能源安全和国民经济命脉的国有骨干企业，国家电网公司具有明显的经济属性和社会属性。而大数据同样具有这两种属性。今天经济社会发展面临着一个重要的变革，即信息成为整个生产过程中的要素，信息提供了产品。这样的要素和产品，和它原来的材料、能源在整个经济运行过程中的性质不同：它不遵循材料能源的基本规律，这才有了我们今天的零边际经济、共享经济等一系列的经济模式。所以，在理论上，大数据拥有一种经济属性。我们还要研究信息的社会属性。信息的获取、处理和利用模式的改变，也

改变着社会发展中的每个成员和每个功能系统的发展轨迹。作为工具的大数据平台，因此也被赋予了社会属性。

本书从基础概念、前沿技术和实际案例三个角度为我们详细介绍了大数据及其在电力企业中的应用成效。也让我对电力大数据的发展有了新的认识，对于大数据在公共事业及社会发展中的作用有了新的启示。

国家电网公司在实现技术创新的同时不忘坚持理论创新，创建了独具特色的企业信息模型。目前公司海量、多样的数据资源为数据深层次分析提供了良好条件，利用大数据技术开展电力大数据平台建设工作，对电力数据的价值提升具有重要意义。

纵观全书，电力大数据正在演化着一场模式与价值功能的重构，为智能电网、全球能源互联网的发展提供了新思路、新方法和新的解决方案，也为我国电网企业赶超国际先进水平，在应用领域采取跨越式的方法吸收创新，提供了新的机遇。电力大数据将迎来最好的时代，成为产业风口。这需要积极面对，需要得到强烈认知和战略上的认同，从而推进大数据时代的电网管理从概念走向现实。



❶ 杨学山，工业和信息化部原副部长。

序二

大数据带来的信息风暴在改变人们生活、工作和思维的同时，也开启了重大的时代转型。世界上许多国家充分认识到数据作为战略性资源所发挥的重要作用，以美、英等国为代表的诸多国家纷纷制定了以大数据为核心的相关战略或计划，以此实现业务创新及新兴产业发展。我国政府部门也通过印发《促进大数据发展行动纲要》《大数据产业发展规划（2016—2020年）》等指导性文件，提出实施国家大数据战略的重大决策。

在能源互联网和新电改背景下，传统电力行业正面临着能源转型所带来的机遇和挑战，大数据为电力行业的发展注入了新的活力。电力大数据贯穿于电力产业的各个环节，依托电力大数据价值的深度挖掘，实现“数据转化资产”“数据转化智慧”，以及“数据转化价值”，以大数据驱动企业创新化、智能化，助力电网迈进全景实时的电网时代已经到来。

本书分基础篇、技术篇、应用篇三个部分，对大数据概念、关键技术及业务应用进行了全面介绍。基于电力生产、管理、运营领域数据现状，重点对电力大数据应用等行业内普遍关注的焦点问题，进行了详尽地论述及深入地剖析。

基础篇主要针对大数据基础、电力大数据概念等内容，通过对电力大数据研究现状及发展前景的分析，揭示大数据的影响已经渗透到各行各业，其对生产方式和商业模式创新的推动作用不容小觑。在能源互联网和新电改背景下，电力大数据的市场潜力也将被充分释放，为企业带来新的增长点的同时，也将成为电力工业发展的驱动器。

技术篇关注电力大数据信息模型和电力大数据平台的设计与实现。信息模型是大数据平台落地的有力保障。在此基础上，结合国

家电网公司“三集五大”体系的建设成果，对国家电网公司公共信息模型（SG-CIM）、国家电网大数据平台建设进行了详尽地阐述，以此对电力大数据关键技术加以验证。

应用篇立足于电力大数据价值的深度挖掘，结合国家电网公司最佳应用实践，对电力生产、企业经营管理、电力客服服务、电力增值服务等领域典型应用，从设计思路、分析方法、应用成效等角度进行了分析，对于指导电力大数据分析应用的深入开展、提高数据资产利用水平，具有很高的借鉴价值。

本书着重介绍大数据概念、电力大数据信息模型及电力大数据分析应用等知识，既有一定的理论深度，又有指导实际操作借鉴价值，为电力行业在向能源互联网转型、重构企业价值链、增强核心竞争力提供了重要参考依据。本书适合能源、电力行业的从业者，帮助他们深度了解电力大数据的关键技术及典型应用，也适合关注大数据技术及发展的人士，为他们提供基础概念、技术等信息，也可供高等院校电力相关专业学生学习参考。



① 徐宗本，中国科学院院士，大数据算法与分析技术国家工程实验室主任。

前言

数据已成为重要资源，在人类的社会生活、工作、交流过程中，不断产生并逐步被记录和存储，蕴含着各类活动的内在规律。读懂这些海量数据的内在规律正是大数据分析技术的魅力所在。大数据是新技术和新理念的融合体，代表新的数据管理和分析技术，打开一种全新的思维和认知视角，是建设信息社会的基础。

电力大数据独具特色，具有体量大、类型多、价值高、变化速度快等典型大数据特征。全社会的用电大数据可为国家宏观经济决策提供支持；电力生产大数据为电力生产的上下游企业，如发电、输电、配电、用电等环节各方，为设备提供智能状态检修和运行管理，提升效率，降低损耗；电力营销大数据为电力客户提供更优质、量身定制的服务；电网运行大数据为最大限度消纳清洁能源，实现源网荷协调优化，保障整个大电网的安全稳定运行保驾护航。

在“互联网+”的背景下，大数据为电力企业提供强大的信息技术支撑，电力企业充分利用大数据实现电力生产、传输、调度、运维、营销和供电服务等全流程效率的提高，实现企业规划、计划、建设、运营等各环节相关的人财物核心资源的优化配置和管理，实现对上下游客户的友好互动和优质服务，真正做到“用数据管理企业，用信息驱动业务”，实现现代企业管理的科学决策，提质增效。

目前，已面市的大数据相关书籍主要包括通用技术类、理念传播类、实现方法描述类、理论探讨类等。本书全面总结大数据实践经验，着重从大数据基础、电力大数据关键技术、电力大数据实践和应用等方面入手，以技术结合实例的形式，为读者全方位、多视角展现大数据技术给传统电力行业带来的发展创新和变革。基础篇通过对电力大数据研究现状和发展前景的分析，揭示大数据对生产方式和商业模式创新的影响。技术篇关注电力大数据关键技术、电力大数据

标准体系和电力大数据平台的设计与实现。结合国家电网公司大数据工作实践，对国家电网公共信息模型（SG-CIM）、企业级大数据平台建设进行详尽阐述。应用篇对电力生产、企业经营管理、优质客户服务、电力增值服务等领域等 24 个典型应用，从设计思路、分析方法、应用成效等角度进行细致分析，对于指导电力大数据分析应用的深入开展、提高数据资产利用水平，具有借鉴价值。

今天，我们对大数据的分析探索刚刚起步，数据的应用和价值就像浩瀚天空中的星星一样纷繁，等待我们去探索。大数据能够产生大智慧，建设应用大数据也需要大胸怀，不能够因循守旧，故步自封，相互封闭。未来我们还有很长的路要走，有更多的技术，更好的方法，更好的应用会出现。也许将来，“大数据”会成为一个历史名词，人们生活、工作、学习中到处都是浩瀚的海量数据，数据与能源、物资一样成为世界的基本组成，数据成为融合世界的一部分，无处不在又发挥着巨大的“能量”，成为未来社会进步的重要驱动力。

最后，衷心感谢国家工业和信息化部原副部长杨学山先生和西安交通大学徐宗本院士在本书编写过程中给予的指导和帮助，感谢所有对于本书编写提供支持和帮助的各位专家，以及参与编著的各位同志。希望本书能够帮助读者了解电力行业大数据的发展现状，给电力工作者和从事其他行业大数据相关工作的研究人员和技术人员在工作中带来新的启发与认识。

编 者

特 别 声 明

本书旨在介绍目前电力行业相关企业应用大数据技术在电力生产及企业经营管理等方面行之有效的理论基础和实践方法。但是出于信息安全考虑，为避免信息泄露，书中的数据均已进行脱敏处理。在进行数据脱敏时，保留了基本的分析方法，但分析结论可能会与实际出入较大，特别是与社会行业及社会经济发展相关的分析，可能与实际情况完全相反。因此，不建议直接引用本书的数据和结论，请读者在阅读本书时有所选择及判断。

目 录

序一

序二

前言

第一部分 基础篇 1

第1章 大数据发展现状及趋势..... 3

1.1 主要国家大数据发展现状及趋势 3

1.2 大数据应用发展现状及趋势 12

1.3 大数据技术发展现状及趋势 16

第2章 电力大数据概述 26

2.1 电力大数据概念 26

2.2 与智能电网的关系 29

2.3 与大数据技术的关系 29

2.4 与云计算、物联网、移动互联网的关系 31

2.5 与信息化管理、数据资产管理的关系 32

2.6 电力大数据研究现状 33

2.7 电力大数据发展趋势分析 39

第二部分 技术篇 43

第3章 电力大数据标准体系 45

3.1 电力大数据标准体系框架 45

3.2 信息模型 46

3.3 数据处理 75

3.4	数据管理	81
3.5	应用服务	82
第4章	电力大数据关键技术	83
4.1	多源数据整合技术	83
4.2	异构数据统一存储技术	87
4.3	混合计算技术	92
4.4	大数据安全技术	97
4.5	分析挖掘技术	101
4.6	大数据可视化技术	106
第5章	电力大数据平台设计与实现	118
5.1	电力大数据平台架构设计	118
5.2	电力大数据平台特性	119
5.3	电力大数据平台应用模式	127
5.4	国家电网大数据平台建设实例	133

第三部分 应用篇 **139**

第6章	电力生产大数据应用实践	141
6.1	电力负荷精准预测分析	141
6.2	配网设备大数据分析	158
6.3	配网故障抢修精益化管理	162
6.4	配变负荷特性分析	166
6.5	配变重、过载风险预警分析	170
6.6	配网低电压在线监测分析	176
6.7	配网全景监测及柔性分析	181
6.8	业扩可开放容量智能研判	183
6.9	基于随机矩阵的电网暂态稳定运行分析	186
6.10	油浸式变压器顶层油温预警分析	189

6.11	输变电设备疑似家族性缺陷分析	190
6.12	配农网台区综合评价分析	193
第7章	企业经营管理大数据应用实践	197
7.1	配网投入产出综合效能分析	197
7.2	电费回收风险预测分析	204
7.3	物资库存物料动态特征分析	210
7.4	政策性电价和清洁能源补贴执行效果评估	214
7.5	财务风险精细化防控体系管理	218
7.6	电网成本结构及效益综合分析	224
7.7	从容量时序变化研判行业发展趋势分析	227
7.8	企业运行痕迹分析与量化管理支撑分析	231
7.9	账卡物联动分析	236
7.10	防窃电预警分析	239
第8章	优质客户服务大数据应用实践	244
8.1	基于客户的电力市场营销分析 ^①	244
8.2	客户服务风险管理分析	249
8.3	客户信用评价分析	255
8.4	客户用电异常分析 ^②	259
8.5	客户用电优化分析	265
8.6	频繁停电实时预警分析	268
8.7	温度变化对用户用电行为影响分析	271
第9章	电力增值业务服务大数据应用实践	274
9.1	居民消费水平指数分析	274
9.2	家庭绿色能效管理分析	278
9.3	宏观经济发展分析	281
9.4	行业景气度分析	285

① 基于客户的电力市场营销分析在 2016 CCF 大数据与计算智能大赛(BDCI)中获二等奖。

② 客户用电异常分析在 2016 CCF 大数据与计算智能大赛(BDCI)中获二等奖。

第 10 章	国家电网公司大数据发展规划与展望	291
10.1	大数据平台提升	291
10.2	跨界跨域大数据应用建设	292
10.3	大数据应用众创	292
10.4	数据安全和隐私保护	293
附录 A	电力大数据术语表	294
附录 B	中国大数据发展情况	297
参考文献		301
索引		303
后记		305



第一部分 基础篇

“数据驱动发展”是时代大势所趋。如今，大数据已经被赋予多重战略含义。从资源的角度来看，数据被视为“钻石矿”，被作为战略性资产进行管理；从公共事业治理角度来看，大数据被用来提升治理效率、重构治理模式、破解治理难题，它将掀起一场国家公共事业治理革命；从经济增长角度来看，大数据是经济发展的新引擎，它将有力驱动经济向高速、高效的方向发展；从国家安全角度来看，全球数据空间没有国界边疆，大数据能力成为大国之间博弈和较量的利器。总之，国家竞争焦点将从资本、土地、人口、资源转向数据空间，世界各国也纷纷利用大数据进行政府治理，主要发达先进国家也开始谋求从“数据大国”向“数据强国”转变。

本部分主要讲述目前国内外大数据发展现状和趋势，以及电力大数据的概念、现状和未来发展。第1章首先从国家层面概述大数据时代带来的战略机遇和挑战，以及主要国家在大数据方面的战略部署，然后对比分析了国内外大数据研究、应用现状及大数据技术的演进趋势，并列举了大数据技术在某些行业的应用和取得的成效。第2章主要讲述了电力大数据的概念、特征和在国内外的发展现状和趋势，最后展望电力大数据在电力行业以及电力行业外的应用前景。