



国际电气工程先进技术译丛

CRC Press
Taylor & Francis Group

智能电网：基础设施、 相关技术及解决方案

**Smart Grids: Infrastructure,
Technology, and Solutions**

[美] 斯图尔特·博莱斯 (Stuart Borlase) 等著
武志刚 戴栋 钟庆 李海锋 朱林 等译

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



国际电气工程先进技术译丛

智能电网：基础设施、 相关技术及解决方案

[美] 斯图尔特·博莱斯(Stuart Borlase) 等著
武志刚 戴 栋 钟 庆 李海锋 朱 林 等译



机械工业出版社

Smart Grids: Infrastructure, Technology, and Solutions/ by Stuart Borlase / ISBN: 978-1-4398-2905-9.

Copyright © 2013 by Taylor & Francis Group, LLC.

Authorized translation from English language edition published by CRC Press, part of Taylor & Francis Group LLC. All rights reserved.

本书中文简体翻译版授权由机械工业出版社独家出版并限在中国大陆地区销售。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Copies of this book sold without a Taylor & Francis Sticker on the cover are unauthorized and illegal.

本书封面贴有 Taylor & Francis 公司防伪标签,无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记图字: 01-2013-2944 号。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能电网: 基础设施、相关技术及解决方案/(美) 博莱斯 (Borlase, S.) 等著; 武志刚等译. —北京: 机械工业出版社, 2015. 5

(国际电气工程先进技术译丛)

书名原文: Smart grids: infrastructure, technology, and solutions

ISBN 978-7-111-49887-2

I. ①智… II. ①博…②武… III. ①智能控制—电网 IV. ①TM76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 068244 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 刘星宁 责任编辑: 刘星宁

封面设计: 马精明 责任校对: 刘怡丹

责任印制: 乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 35.25 印张 · 765 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49887-2

定价: 149.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066 机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294 机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

本书全面阐述了当前智能电网领域的基本理念、最新技术、工业标准和相关法律法规，以及智能电网在全球范围内的实践情况，使读者能对智能电网这一当今电力工业界的热门话题建立起全局性的概念。书中的智能电网不是对当前电力系统的简单修补和数字化，而是对电力系统的各个方面都有更新换代的要求，所涉及的范围相当广泛。本书通过大量技术细节的介绍，辅之以详尽直观的图表，使对电力系统任一侧面感兴趣的读者都能获得大量有价值的信息，进而理解和把握相关的知识，乃至以之为基础对相应领域进行更加深入的研究。

本书适用于从事电力系统的规划、运行、设备制造等专业人员及电气专业学生和教师使用，也可以作为任何对智能电网感兴趣人士的入门读物。

著者 (author name) 译者 (translator name)
书名 书名 书名 书名 书名 书名 书名



地址 地址 地址 地址 地址 地址 地址

译者序

电力工业迈入 21 世纪，已经经历了 100 多年的历史。在此期间，电力系统所服务的现代文明社会发生了翻天覆地的变化，各种新技术、新理论层出不穷，使得我们当前生活的世界极其丰富多彩。一般而言，新技术的出现总会让我们生活更加舒适，让我们适应和改造世界的力量更加强大，因此通常都会被人们积极地接纳和采用。然而当电力系统面对这些新生事物时，却往往表现出非常强烈的惰性。毫不夸张地说，电力工业可能是当今接受新技术最慢的行业之一。正如本书原文中所说：“尽管一个世纪的时光已经过去，我们会发现当前的电力系统相关技术与 19 世纪末相比并无显著区别。当时使用的铜质电缆、木质电线杆、变压器以及各种计量表计等设备，目前仍然是电力系统的重要组成部分。”尽管书中所描述的是美国的情景，但在中国的电力工业界也不同程度的存在类似的现象。

造成这一局面有诸多深层次的原因。首先，众所周知，电力工业是现代社会的真正支柱产业，对经济、社会和人们的日常生活来讲都是不可或缺的。为了确保电力系统始终具备持续供电的能力，业界往往倾向于采用已被实践证明非常成熟的技术，而不是更加先进（同时相对而言也更加不可靠）的最新技术。其次，电力企业的组织架构往往具有分层分片的特征，客观上来说这为电力系统的灵活高效运行带来了重要保证，已经在全世界范围内得到了充分验证；然而，从另一个角度来看，过多的层次和过于复杂的管理体系也会削弱电力企业内部采纳新技术和新理念的效率和积极性。最后，电力工业是典型的资本密集型工业，规划建设的输配电项目动辄涉及数千万乃至数十亿元的投资，某种新技术或新设备被引入电力系统，往往意味着一大批同类乃至相关的昂贵设备被替换，出于电力企业经济性和资本安全的考虑，决策者和政策制定者也不得不采取慎重的策略。

然而，当前全球的能源环境已迫使电力工业不得不接受新技术和新理念来拓展自身的生存和发展空间。一方面，随着人们生活水平的提高，对能源的需求也急剧增加。举例来说，我们通常所用的个人计算机的功率只有几十瓦或上百瓦，而大型企业的数据中心消耗功率可达上千千瓦，而某些十分依赖数据分析技术的 IT 企业，为支持企业基本业务所需的耗能更是天文数字。另一方面，全球变暖所带来的危害有目共睹，严格限制温室气体排放已成为全世界的共识，电力工业作为主要的（有可能是最大的）温室气体排放源，承受了巨大的

IV 智能电网：基础设施、相关技术及解决方案

压力。若继续沿用已存在数十上百年的陈旧技术，则电力工业将面临被时代淘汰的严重后果。可以说，目前在全世界范围内出现的建设智能电网的热潮是被电能生产和使用两方面倒逼的必然结果。

当然，是否意识到需要建设智能电网是一回事，如何把智能电网真正建设起来又是另一回事。电力系统作为最复杂的人造系统，几乎涉及当今所有的学科。仔细想来，从最基本的数学、物理、化学，到最先进的 IT 技术、材料科学，乃至经济学和法学领域的最新成果，在电力工业界都大有用武之地。既然建设智能电网并不是简单的技术改造，或不仅仅意味着电力系统的数字化，就必然涉及前面所提到的所有内容。在开始着手建设真正的智能电网之前，必须要理清思路，对智能电网的发展沿革及所涉及各方面内容做全面把握。为达到此目的，本书是一个不可多得的资源。

原书卷帙浩繁，基本涵盖了目前关于智能电网的各方面的内容。全书的结构比较特殊，由于智能电网主要还是一个技术问题，故关于智能电网的技术所占篇幅最大（第 3 章），几乎占全书篇幅的 80% 左右，所论述的内容包括电能生产、输送、使用的各个环节，以及通信、监测诊断、高级计量体系、智能电网下的新管理手段和新技术、各种 IT 技术等诸多方面。本书其他的内容涉及当前全球电力发展概况、智能电网的现状以及发展趋势等。尽管当前智能电网领域的理论和技术发展迅速，但本书具有相当的前瞻性，所涉及内容在今后相当长的一段时间内都有极佳的参考价值。

本书翻译的分工如下：戴栋负责第 1~2 章、第 4~6 章和第 3.1 节，钟庆负责第 3.2 节和第 3.5 节，李海锋负责第 3.3~3.4 节和第 3.7 节，朱林负责第 3.6 节、第 3.8 节和第 3.13~3.14 节，武志刚负责第 3.9~3.12 节和第 3.15 节。武志刚负责全书的统稿和校对。罗玲、林亚君、高苏、王素云也参加了部分翻译工作。

在本书的翻译过程中，翻译组的各位同事通力合作，群策群力，在完成繁重的教学和科研工作的同时，力争给读者提供最准确的译文表述，以及最有价值的专业知识。与此同时，在翻译过程的各个环节都得到了机械工业出版社刘星宁编辑的大力帮助和指导，值此译稿完成之际致以深深谢意。

由于译者能挤压出的时间有限，以及囿于专业知识和翻译水平，读者所能见到的译稿定有很多疏漏之处，欢迎广大读者批评指正。

译者

2015 年 3 月

原书序

佩科控股公司 (Pepco Holdings, Inc., PHI) 是一家公用事业控股公司, 下辖若干供电公司, 分别向南新泽西、德尔马瓦半岛和华盛顿哥伦比亚特区提供供电服务, 迄今已逾 100 年历史。作为该公司的董事长兼首席执行官, 我深感荣幸。虽然自克利夫兰总统执政期间起我们就已经开始为这个国家[○]的首都提供电力服务, 但是尽管一个世纪的时光已经过去, 我们会发现当前的电力系统相关技术与 19 世纪末相比并无显著区别。当时使用的铜质电缆、木质电线杆、变压器和各种计量表计等设备, 目前仍然是电力系统的重要组成部分。

今天, 电力工业正在发生巨大的变化。人们正在致力于建设一个更加智能的电网, 通过充分应用各种先进的数字化技术来实现电力系统功能的自动化。可以认为这个正在逐步成为现实的“智能电网”是电力系统领域技术和信息技术的汇聚和结合。换句话说, 是托马斯·爱迪生与比尔·盖茨“相遇和碰撞”的结果。从 19 世纪以来就一直为我们提供优质服务的电力系统将要与当今的数字化技术充分整合, 从而为用户提供更加强大的信息支持、更好的供电服务和更高的供电可靠性。所有这些支持与服务在 21 世纪是至关重要的。

智能电网的基础性建设起始于高级计量体系 (Advanced Metering Infrastructure, AMI)。通过安装智能表计及其他相关辅助技术, 用户可以接触到更丰富的电能数据, 因此可以更容易地把各种可再生能源和电动汽车接入到电网中, 经过革新的计费方式和相关计算程序得以实施, 从而使用户可以对自身的电能消费进行更加强有力的掌控。

在这个更新更智能的世界, 用户可以通过移动通信设备、互联网或其他特定的家用监视器来浏览他们的用电情况; 通过一个计量数据管理系统, 供电部门也能做类似的事情。不但如此, 与传统的每月一次的用电总量图表不同, 用户可以在一天之中通过无线通信系统多次获得每小时用电数据, 在必要的时候还可以对这些数据传输周期加以定制。测量表计还可以扮演电网传感器的角色, 帮助人们检测功率波动和停电事故, 或用来远程接入或切除用电设备。

不仅各种智能表计对智能电网来说是必不可少的, 在智能电网的方方面面都会涉及各种各样的新技术。例如, 智能电网需要一个基础的通信架构。又如, 在配电网、输电网和变电站内部都必须装设一系列智能设备, 用以隔离电

○ 指美国。——译者注

气故障、自动功率调整以及加速事故恢复等。最终，智能电网将能提供一个先进的分析平台，用来实现配电网和输电网更好的调度预警及实时运行优化。简言之，利用所有这些新技术，将使我们可以建设一个“更智能”的电网。

回想在2006年的时候，为了应对全美国甚至全世界范围内严峻的能源和环境挑战，佩科控股公司开始推动一种替代当前能源格局的新愿景。我们将之称为我们的“未来蓝图”——一种供电部门与用户之间的合作关系，对技术和信息加以协调，实现提高能源利用效率和供电可靠性的效果。我们描绘了一个全新的世界，在其中用户被赋予掌控自身能源利用方式和成本支出方式的能力，政府得以实现削减能源消耗的目标，所有人都将从更少的碳排放和更清洁的环境中获益。届时，人们已无需见到全国性的能源公司、国家电力监管机构、国家电力立法机构以及与电力相关的联邦政府机构[⊖]，人们将看到的是在“智能电网”这一大背景下人们思维方式的融合。

此刻，在我写作本书的2012年，回顾过去并看到我们国家关于智能电网所做的讨论发生了巨大的变化是非常鼓舞人心的。通过拥护者和早期实践者的努力，尤其是得益于奥巴马政府的领导，智能电网已经从一个纯理论化的概念转变成了技术上可行的现实，而且正越来越被人们看作是通向未来的必不可少的阶梯。

需要注意的是，尽管当前的各种技术对智能电网的发展来说是十分重要的，但孤立地来看，仅靠技术是无法出现革新性转变的。为了从智能电网中充分获益，需要建立电力部门、政府、监管机构和公众之间的强有力的合作关系，尤其是各方都需培养使用能源的全新习惯。智能表计本身并不能削减碳排放，为了实现这一点，需要人们借助增强的能源信息，对价格信号做出响应，在各种优惠政策之间加以权衡——只有这样，才能帮助我们共同来实现“能源独立[⊖]”和降低碳排放水平的目标。“转型”这一理念对于智能电网来说非常重要，我在不同场合会经常提到。从历史上来看，电力部门和用电用户间的关系曾经是非常透明的。人们已经非常习惯于应用日常的“奇迹”——电力工业，他们拨动开关打开一盏灯，按下按钮来打开电视、计算机或其他用电设备，所有这些共同促成了全社会功能的实现，人们早已习以为常。着眼于未来，用电用户将可借助更加广泛的工具来管理能源消费行为，有助于最终降低用电成本，并战胜摆在我们面前的环境和能源的挑战。

⊖ 近年来关于智能电网的理念也发生了一些变化，例如在我国电力工业界即认为在智能电网中大电网的角色也是不可或缺的，按照电力传输的数量、距离和使用方式的不同，从大电网至微网等各种不同规模的电网都将有用武之地，应将它们有机地结合起来。参见卢强：未来将是大电网与微网的结合体，载北极星电力网：<http://news.bjx.com.cn/html/20140730/532468-3.shtml>。——译者注

⊖ Energy independence，奥巴马政府在2010年总统大选时提出的理念。——译者注

电力工业界位于这一转型的中心：现有的和未来的能源需要被优化整合，其中包括可再生能源的接入；需求侧的资源需要加以权衡，例如需要处理好动态定价及对用电用户进行直接负荷控制等业务；用电用户应被允许获取增强的能源信息及相应处理工具，用来降低能源消耗，保持电能供需平衡。在正处于转型期的电力市场中也存在着大量令人兴奋的机会，例如人们正在呼吁电力部门建设更多的充电设施，为预期将会大幅度发展的电动汽车提供接入服务。总而言之，目前在电力行业已存在用于培育全新商业合作关系、全新产品和全新服务的肥沃土壤。

当然，改变往往意味着挑战。若智能电网已得到充分发展，用电用户已从智能电网的全新技术和理念中获益，售电量的增长必将受到显著影响。统计表明，即使是在当前智能电网尚未充分发展的情况下，在某些地区电能消费的绝对值也已经呈现下降趋势。减少能源的使用固然是好事，但电力监管者也应该注意到，无论用电水平如何，电力传输的成本总是相对固定的。监管机制需要及时改进，也就是说，需要让监管部门意识到前述客观现实^①的存在，尤其是需要意识到一个财务健全的电力企业的重要性。

读者将从第1章中获悉，电力工业目前是受监管程度最高的行业，这一点无可争议。人们需要了解电力行业的固有特征，要想充分理解电力行业的基本特征，必须处理好电力工业与监管者间的关系，而对电力行业的充分理解对于所有致力于推动智能电网理念的股东来说也是必不可少的。

电力工业界的许多人常常把智能电网定义为当前正在评估、开发和实施的数不清的新技术的总和。有别于此，我宁愿建议大家，为了让我们更好地从智能电网的转型中获益，我们应该不要过多地提及技术层面的进步，而应强调这些技术为我们带来的巨大收益，列举如下：①更低的能源消耗；②更强的可靠性；③更快的事恢复速度；④全新的就业机会；⑤全新的市场格局。

发展智能电网是当前应对电力工业挑战、满足用电用户期望的最佳方式——它是我们当前所处状态与预期目标间的最短捷径。当我们步入新世纪的第二个10年之际，我们已经获得了关于“智能电网”的含义及发展趋势的更加全局性的概念。对于智能电网能在各方面的努力下为我们带来巨大的效益，我一如既往地表示乐观。

乔·里格比 (Joe Rigby)

佩科控股公司董事长、董事会主席及首席执行官

华盛顿哥伦比亚特区

① 指电力监管部门需要意识到大力发展智能电网可能会减少地区用电总量，进而影响电力部门的经济效益。——译者注

原 书 前 言

——全球视角：智能电网如何将 21 世纪新技术与 20 世纪的电网相结合？

电力工业从没有像当前这样受到各方的关注，也从没有什么电力词汇像“智能电网”一词这样受到如此广泛的使用。从我们当前所处现状出发，智能电网向我们承诺了电网转型的辉煌成功、供电部门的英雄行为、令人难以置信的技术突破、对用电用户参与用电管理更高热情的期望、更清洁的环境、更多的就业机会……各级输配电运行部门均声称应在智能电网框架内得到优先发展，人们不断提出许许多多关于智能电网的新理念，并频繁举行关于智能电网的各式各样的会议。自从智能电网（或智慧型电网）的理念开始被大力宣传以来，电力工业界发生了显著的变化，在全世界范围内人们都为此付出了巨大的努力，开展了各种形式的合作，期望证明智能电网对于解决当前面对的问题的确是有效的。然而一些最基本的问题仍悬而未决：智能电网的精确定义到底是什么？我们如何建设智能电网？人们所钟爱的智能电网的概念现实吗？

“智能电网”一词是有些难以捉摸的，可以有各种不同的理解。当然，各种理解都是围绕着电力工业这一核心的，包括发展智能电网的必要性、对电力监管改革的必要性、相关技术及应用等。毫无疑问，智能电网的理念在全世界范围内都引起了广泛的关注，部分是由于智能表计技术取得了长足的进步，以及各种科研基金都对相关课题加大了资助力度。不仅仅在美国是这样，在世界上其他地区也是如此。智能电网使人们更关注如何高效环保地使用电能，有助于电能使用者主动参与到削减能源消耗的行动中来。从电力工业的发展历史来看，行业内部所发生的各项革新总是相对缓慢的。的确，智能电网所兜售的许多技术都已经出现许多年了，但我认为这些现有的技术在应用到智能电网中时仍将仅停留在一些示范工程的层面，还远未达到大范围推广应用并产生持续效益的程度。在我们定义智能电网的时候往往不是描述它是什么东西，而是描述它能为电力部门、消费者、社会和环境带来什么。智能电网依赖于多项技术在更高层面上的协同作用，例如，将先进的 IT 技术与电网调度应用相整合，可以带来目前难以想象的效益，并为整个电力工业界带来巨大的改变，这种协同和整合是人们在发展智能电网时需要加以关注的。目前的智能电网已经达到了这种水平吗？显然还没有。我们最终能发展到这种水平吗？在当前的发展阶段无人能知晓。由于起初主要监管及投资机构对智能表计和高级计量体系有浓厚的兴趣，使得智能电网经历了一个快速发展的阶段。但是现在全球市场和财政都

未从危机中恢复，在对以往发展的成功和失败进行评估时并未取得一致意见，使得智能电网似乎进入了一个潜伏期。

本书探讨的是当下的流行词汇：智能电网。书中回答了如下问题：什么是智能电网？为何智能电网的概念受到了如此多的关注？在智能电网框架内，供电部门、零售商和监管者分别扮演了什么角色？本书是许多作者观点的融合，从一开始就是如此。书中描述了电力工业要求发生改变的最初动力，以及在智能电网的刺激下相关商业行为、收益和市场等领域发生的讨论。本书同时描述了使智能电网得以实现的技术框架和解决方案，描述了技术发展及各项标准的协调在智能电网领域所发挥的作用，包括许许多多个人和组织为智能电网得以实现所付出的努力。本书既介绍了当前技术，又对新技术做了展望，并从供电企业、监管方和用电用户的多重视角展开了发展智能电网所需面对的障碍和关键因素的讨论。在本书的结尾全面总结了近来全世界有关智能电网的实践，以及下一代智能电网所需的驱动力及相关技术。尽管本书更多关注的是美国的智能电网市场，我坚信相关内容在全球范围内都是适用的。

发展智能电网还有很长的路要走。在世界各地，它都将继续受经济发展和改革的驱动而发展。谁都不知道这种努力的最终结局是怎样的，但目前看来智能电网理念仍具有为整个电力工业带来辉煌技术进展和革新的充足动力。有人胜利，有人失败，不仅对于技术提供者以及他们提出的智能电网解决方案来说是如此，对于实际电力运行部门及他们对智能电网的具体实施也是如此。同样，在用电用户中也有胜利者和失败者。我个人认为近期内人们应该关注的是电力监管者、政策制定者和消费者在买卖电能时的安全性问题，在智能电网背景下这一问题对各方面都有影响。对消费者而言，智能电网应该不仅仅能刺激人们用电，或仅仅是为了削减用电成本——智能电网应该促使消费者做出选择，而不是指导消费者做出选择。我认为，在目前的大肆宣传和投资热潮渐渐退却后，在未来的几年内，智能电网的发展动力究竟如何将最终揭晓。智能电网的正确性将最终被证实或证伪，以智能电网为主题的会议、展览和交易将显著减少，电力工业界将有更多的时间坐下来多思考一下：智能电网的现状如何？它的发展前景如何？如何实现我们的最终愿景？

本书整合了一大批各领域的专家和领袖的知识和见解。本人负责了本书的若干章节，同时我还需要对为本书提供素材的超过 80 名作者致以敬意。在全世界的智能电网研究都仅仅处于刚刚“分娩的阵痛期”之际，从上述作者那儿获得充足素材是一项极富挑战性的工作。

需要特殊说明的是，各位作者对本书在不同方面的贡献并不一定严格反映作者自身的观点及作者自身所处的学术领域。

如欲联系 Stuart Borlase，敬请致函 stuart.borlase@gmail.com。

致 谢

本书作者感谢 Rick Giammaria 在佩科控股公司的允许下提供变电站主控室的照片，感谢法国阿尔斯通电网公司提供 EMS 控制室的照片，这两张照片均被用于设计本书的封面。

本书作者



Stuart Borlase 是西门子公司输电部门的业务拓展经理，该部门坐落于北卡罗来纳州的卡里市。Stuart 全面负责西门子美国公司的变电站发展总承包项目，着重关注如何在当前持续变化的输电系统市场条件下为用户的特定需求提供具体解决方案。

Stuart 拥有超过 20 年在电力输配电领域的技术和商务经验，扮演过在销售、业务拓展、市场、产品研发、工程和咨询等各方面的领导角色。此前他曾作为通用电气公司全球化智能电网解决方案项目的业务拓展经理，负责研发和部署等领域的策略导向制定工作。

Stuart 从德克萨斯农机大学获得了电气工程专业的工学硕士和工学博士学位。他是 IEEE 高级会员及注册工程师。

贡献者列表

姓 名	所在机构	地 址
Witold P. Bik	施恩禧电气有限公司	加利福尼亚州, 阿拉米达
Stuart Borlase	西门子能源公司	北卡罗来纳州, 罗利
Steven Bossart	美国国家能源技术实验室	西弗吉尼亚州, 摩根敦
Thomas Bradley	科罗拉多州立大学机械工程系	科罗拉多州, 科林斯堡
Stephen Byrum	通用电气能源公司数字能源部门	弗吉尼亚州, 罗克韦尔
Mary Carpine-Bell	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州, 亚特兰大
David P. Chassin	美国西北太平洋国家实验室, 巴特尔纪念研究所	华盛顿州, 里奇兰德
Yousu Chen	美国西北太平洋国家实验室, 巴特尔纪念研究所	华盛顿州, 西雅图
John Chowdhury	实用创新中心	德克萨斯州, 欧文
Catherine Dalton	贝克维斯电气公司	佐治亚州, 德卢斯
Keith Dodrill	美国国家能源技术实验室, 美国能源部	西弗吉尼亚州, 摩根敦
Michael G. Ennis	施恩禧电气有限公司	伊利诺伊州, 芝加哥
Johan Enslin	北卡罗来纳州立大学夏洛特分校威廉李工程学院能源生产和基础设施中心	北卡罗来纳州, 夏洛特
Jiyuan Fan	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州, 亚特兰大
Xiaoming Feng	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Harry Forbes	ARC 咨询集团	马萨诸塞州, 戴德姆
Jay Giri	阿尔斯通电网公司	华盛顿州, 雷德蒙德
Erich Gunther	EnerNex 公司	田纳西州, 诺克斯维尔
James P. Hanley	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州, 亚特兰大
Tim Heidel	美国能源部高级研究计划局能源办公室	华盛顿哥伦比亚特区
Gerald T. Heydt	亚利桑那州立大学电气计算机与能源工程学院	亚利桑那州, 坦佩
Miriam Horn	美国环境保护基金会	纽约州, 纽约
Gale Horst	美国电力科学研究院	田纳西州, 诺克斯维尔
Régis Hourdouillie	爱立信公司	法国, 巴黎
Zhenyu (Henry) Huang	美国西北太平洋国家实验室, 巴特尔纪念研究所	华盛顿州, 里奇兰德
Carroll Ivester	咨询顾问	佐治亚州, 杰弗逊

(续)

姓名	所在机构	地址
Marco C. Janssen	UTInnovation 公司	荷兰, 道文
Henry Jones	SmartSynch 公司	密西西比州, 杰克逊
Mladen Kezunovic	德州农工大学电气与计算机工程系	德克萨斯州, 大学城站
Chris King	西门子集团 eMeter 子公司	加利福尼亚州, 圣马特奥
Neil Kirby	阿尔斯通电网公司	宾夕法尼亚州, 费城
Soorya Kuloor	GRIDiant 集团	北卡罗来纳州, 杜伦
Rajat Majumder	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Art Maria	AT&T 有限责任公司	华盛顿州, 雷德蒙德
Paul E. Marken	通用电气能源公司数字能源部门	印第安纳州, 哥伦比亚城
Christopher McCarthy	施恩禧电气有限公司	伊利诺伊州, 芝加哥
John McDonald	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州, 亚特兰大
Bob McFetridge	贝克维斯电气公司	北卡罗来纳州, 米德尔塞克斯
Mehrdad Mesbah	阿尔斯通电网公司	法国, 马西
Joe Miller	地平线能源集团	伊利诺伊州, 布卢明顿
Marita Mirzatury	美国环境保护基金会	德克萨斯州, 奥斯汀
Rita Mix	AT&T 有限责任公司	佐治亚州, 亚特兰大
Salman Mohagheghi	科罗拉多矿业学院	科罗拉多州, 古登
Rui Menezes de Moraes	巴西全国电力系统运营商	巴西, 里约热内卢
Thomas Morris	密西西比州立大学电气与计算机工程系	密西西比州
Mirrasoul J. Mousavi	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Lauren Navarro	美国环境保护基金会	加利福尼亚州, 萨克拉门托
Charles W. Newton	牛顿-埃文斯研究公司	马里兰州, 埃利科特城
Reynaldo Nuqui	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Mica Odom	美国环境保护基金会	德克萨斯州, 奥斯汀
Jiuping Pan	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Manu Parashar	阿尔斯通电网公司	华盛顿州, 雷德蒙德
Michael Pesin	西雅图电力公司	华盛顿州, 西雅图
Steve Pullins	地平线能源集团	田纳西州, 马里维尔
Casey Quinn	NSG 工业解决方案有限责任公司	科罗拉多州, 科林斯堡
Steven Radice	ABB 集团 Ventyx 子公司	佐治亚州, 亚特兰大
V. R. Ramanan	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州, 罗利
Bruce A. Renz	Renz 咨询有限责任公司	俄亥俄州, 哥伦布
Dietmar Retzmann	德国西门子公司	德国, 埃朗根
Greg Robinson	Xtensible Solutions 公司	佛罗里达州, 卡纳维拉尔角
Julio Romero Agüero	量子技术公司	北卡罗来纳州, 罗利

XIV 智能电网：基础设施、相关技术及解决方案

(续)

姓 名	所在机构	地 址
Walter Sattinger	瑞士国家电网	瑞士，劳芬堡
James Stoupis	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州，罗利
Tim Taylor	ABB 公司 Ventyx 子公司	北卡罗来纳州，罗利
Matthew Thomson	斯特林信息系统公司	佐治亚州，马里塔
Jean-Charles Tournier	ABB 公司研发中心	北卡罗来纳州，罗利
Steve Turner	Beckwith 电力公司	佛罗里达州，拉哥
David M. Velazquez	佩科控股公司	华盛顿哥伦比亚特区
Aleksandar Vukojevic	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州，亚特兰大
Matt Wakefield	美国电力科学研究院	田纳西州，诺克斯维尔
Paul Wilson	通用电气能源公司数字能源部门	加利福尼亚州，圣巴巴拉
Bartosz Wojszczyk	通用电气能源公司数字能源部门	佐治亚州，亚特兰大
Eric Woychik	埃创公司	加利福尼亚州，奥克兰
Alex Zheng	美国银泉智能电网公司	加利福尼亚州，雷德伍德城
Daniel Zimmerle	科罗拉多州立大学机械工程系	科罗拉多州，科林斯堡

目 录

译者序

原书序

原书前言

致谢

本书作者

贡献者列表

第 1 章 电力行业概况 1

1.1 美国：电力行业历史回顾 2

1.1.1 电气化和监管 2

1.1.2 1965 年美国东北部停电事件 4

1.1.3 1973 ~ 1974 年能源危机 4

1.1.4 放松管制 5

1.1.5 2000 ~ 2001 年西部能源危机 7

1.1.6 2003 年东北部大停电 8

1.2 世界其他地区 9

1.2.1 西欧和东欧 9

1.2.2 拉丁美洲 10

1.2.3 中东和非洲 10

1.2.4 亚太地区 10

1.3 电力监管体系 11

致谢 12

参考文献 12

第 2 章 智能电网是什么？为什么

现在提出？ 13

2.1 智能电网还是更加智能的电网？ 13

2.2 智能电网的驱动力 15

2.3 利益：不仅仅是商业上的论证 16

2.3.1 电力公司的利益 17

2.3.2 用户利益 18

2.3.2.1 实时信息和动态定价的

节能效果 19

2.3.2.2 削减高峰需求和扩展

需求响应 19

2.3.3 环境利益 21

2.3.4 提高再生清洁能源的比重 23

2.3.5 电动汽车与电网的整合 24

2.3.6 协同收益 25

2.4 美国电力行业面临的挑战 26

2.4.1 发电和能源结构的变化 26

2.4.1.1 煤 26

2.4.1.2 天然气 26

2.4.1.3 核能 27

2.4.1.4 燃油 27

2.4.1.5 可再生能源发电 27

2.4.1.6 储能技术 28

2.4.1.7 用户需求管理 28

2.4.2 输电线路扩建 28

2.4.3 新的需求 28

2.4.4 新技术带来的机遇 29

2.4.5 监管面临的挑战 29

2.5 联邦政府对美国智能电网的影响 29

2.5.1 2007 年能源独立与安全法案， 第 XIII 编 29

2.5.2 2009 年美国复苏与再投资 法案 30

2.5.3 美国能源部 31

2.5.3.1 智能电网示范项目和 投资补贴 31

2.5.3.2 智能电网工作组 32

2.5.3.3 电力咨询委员会 32

2.5.4 美国国家标准与技术研究院 33