

〔 (美) STEVEN STOFT 著 〕
〔 宋永华 刘俊勇 王秀丽 译 〕

电力系统经济

—— 电力市场设计

POWER SYSTEM ECONOMICS

Designing Markets for Electricity



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电力系统经济

—— 电力市场设计

POWER SYSTEM ECONOMICS
Designing Markets for Electricity

(美) STEVEN STOFT 著
宋永华 刘俊勇 王秀丽 译



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书首次系统地介绍了从经济理论到市场结构的电力市场设计原则。本书采用实际的方法,用简单的例子讨论了经济和工程基础,在价格剧变、基于市场的机组组合和市场竞争力分析方面开辟了新的范围。

本书共五篇。第一篇介绍了主要的经济、工程和市场设计的概念;第二篇解释了短期可靠性政策怎样决定长期平均安装容量和可靠性;第三篇检验了次日和实时市场的经典设计;第四篇讲述了电力市场;第五篇介绍了网络对电价的作用。主要内容包括:边际成本怎样包含固定成本;拍卖设计的基础;失负荷价值(VOLL)作为理论与实际电价的上限;价格约束、价格剧变、投资和可靠性;包括 PJM 的标准市场设计;电力库与电力交易所;市场竞争错误观点和 HHI;损耗定价和阻塞定价。

本书可供从事电力市场及相关工作的人员学习和参考,也可作为高等院校相关专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统经济:电力市场设计/(美)施朵夫(Stoft, S.)著;宋永华,刘俊勇,王秀丽译. —北京:中国电力出版社,2006

书名原文:Power System Economics: Designing Markets for Electricity
ISBN 7-5083-3760-3

I. 电... II. ①施... ②宋... ③刘... ④王... III. 电力工业-市场学-研究 IV. F407.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 148173 号

北京市版权局著作权合同登记

图字:01-2003-7551 号

Power System Economics: Designing Markets for Electricity

Steven Stoft

ISBN 0-471-15040-1

Copyright © 2002 by The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. All rights reserved.

All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体字翻译版由 John Wiley & Sons, Inc. 授权中国电力出版社独家出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×980 毫米 16 开本 29.5 印张 653 千字

印数 0001—3000 册 定价 46.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

中文版序

2002年4月，布鲁内尔大学的宋永华教授和我联系商议将此书翻译成中文。对此，我感到非常高兴。我知道，中国的电力市场是一个孕育中的重要市场，并且仍在不断的发生着变化。近期中国市场的发展，尤其是金融市场和商业贷款的重要性不断提高，这将会为其发电装机能力的迅速增长带来更多的投资，同时也意味着本书所探讨的一些问题将会在未来几年里变得更加重要。

20世纪90年代，市场设计主要集中在如何将区域电价作为输电系统阻塞管理的手段。但早在1995年，加州伯克利分校的Pravin Varaiya教授和吴复立教授就已经指出，市场的收益将不仅仅局限在解除阻塞这样的小问题上，而是需要依靠更多的基础投资，比如说合理的发电厂投资及运营来获得。实际情况证明上述两方面的观点都有道理。

区域电价之所以重要，不是因为它通过调度可以提高管制系统的输送能力，而是因为一个没有区域电价的市场会比一个管制系统性能恶劣很多。经验表明，一个设计不完善的市场会比管制系统更为糟糕。尽管所有关于区域电价的研究并不需要面面俱到，但是一个好的设计必须能避免传输约束之间的博弈，而这个问题在管制系统里是不会遇到的。

当我写这本书的时候，第二个问题已经变得很清晰。电价的浮动早在预料之中，争论的焦点集中在这一浮动是否在平均意义上来的太高或者太低。这种只考虑长时间尺度上的平均是经济学的一个弱点，它只注重从市场参与者的角度分析浮动率，但是很少考虑它对于市场设计的作用。不幸的是，价格的浮动恰恰会使市场投资失去信心，并使市场的投资和运营难以达到基本的增长。这一点正如Varaiya教授和吴复立教授的预测。

实际上，在美国由于能源价格的浮动，已经导致了电力工业投资中货币成本的巨大增加。虽然我还没有拿到量化的分析，但是根据商业界的最新估计，这种成本的增加导致预期回报率增加了8个百分点。而原先的管制市场，由于已将投资风险最小化，预期回报率比当今的市场可以低10~12个百分点。因此可以说，价格浮动带来了货币成本的巨大增加。

中国在未来的两个五年计划内，将投资80GW的发电装机能力。价格浮动和投资成本的问题对于中国会变得很重要。围绕着“在新的市场结构下，如何有效地刺激投资”这一难题，已经有一系列问题被提出来。本

书的第二部分即集中在价格浮动的机理和控制上面。为了设计出能够鼓励充分投资，减少价格浮动的市场来，本书提出了一些设计市场的指导原则。这些原则已经成为当今世界电力市场的特征。

这些问题在美国并没有被充分认识，尤其是对那些没有受过正规的经济学训练的规则制定者来说。中国如果希望避免遭受美国市场相同的问题，必须从工程和经济学的角度仔细研究上述问题。对于那些控制着市场主要结构的设计者来说，也应对此给以足够的重视。

美国现在采取的是极端市场化的解决方案。这种方案要求尽可能快地把管制降低到最小的程度，而没有考虑到快速变化带来的困难，这种困难既有技术的原因，也有人为的原因。这种方案也没有考虑市场的弱点。外在事物，例如火电厂的污染，是市场自身并没有办法考虑到的。对于那些具有很大能力的供应商，市场也缺乏充分的制约机制，而且也很难考虑不同收入阶层的用户之间的公平问题。幸运的是，现代经济学已经告知我们：不仅仅是“市场解决一切问题”。实际上，现代经济学最近的趋势是背离“市场解决一切问题”的观点的。市场是实现有效生产和分配的强有力工具。利用部分管制的市场机制，例如污染许可证市场，能够解决更多的问题。对于“市场不能设计自己”，美国已以昂贵的失败为代价才认识到这一点。

本书不适合作为规范来阅读，它只是为那些需要在构建电力市场方面做决策的人提供指导。同时，本书力图既从经济学的角度，又从实际的角度，来思考现实世界的问题。这并不意味着可以得到简单的结论，但往往会避免许多简单的错误。我希望本书能够帮助中国——这个正在持续高速增长中的国家，那怕只是一点点。

Steven Stoft

2004年10月

译者前言

基于不同的目的和背景，世界上不少发达国家和发展中国家在过去十多年都对电力工业进行了和正在进行重组。其核心内容是如何引入市场机制，以期在发电领域提高竞争和为用户提供更多选择。我国在 2002 年年底也进行了厂网分离，建立了发电和电网公司。另一方面，国外几个主要国家和地区相继出现了大面积停电事故，而在我国又出现了严重电力短缺现象，电力工业市场化面临着许多新的问题和挑战。电力工业作为一个国家的基础产业，面对经济的快速发展，我国电力工业改革之首要目的将是如何将市场机制和宏观调控有效结合以促进中国电力工业的发展。

电力工业重组是一项复杂的系统工程。电力市场涉及经济学、市场经济理论和电力工程学。近年来，国内外都出版了一些有关电力市场的著作，但大多是有关政策、法规、电力市场技术支持系统和电力市场运行与实践，而缺少将经济学和电力系统有效结合，对电力市场基础理论的系统介绍。在此，我们郑重地向读者推荐 Steven Stoft 先生的《电力系统经济——电力市场设计》一书。Steven Stoft 是国际著名的电力市场专家。拥有美国加州大学 Berkeley 分校的工程数学学士和经济学博士学位。他是美国 PJM、加州电监会和美国能源部的顾问。该书的最大特点是结合现有电力市场的实践，用简单的例子深入地介绍了电力市场中最重要的概念和基础知识。该书无论对理解现有的电力市场还是设计未来方案都有一定的参考价值。

在本书翻译过程中，Steven Stoft 先生给予了热情支持，并欣然为本书中文版作序。浙江大学甘德强博士审阅了本书，中国电力出版社的编辑提出了许多修改意见，在此一并表示感谢。

本书的写作风格独特，在翻译过程和中文版排版时，尽量保持了原风格。由于本书涉及大量经济学和电力市场的新概念，加之限于译者水平，书中难免有错误和不妥之处，还请读者指正。

译者

2004 年 10 月

原版前言

我写这本书的初衷是收集并介绍用于电力市场设计的基础经济学和工程学。希望纠正错误观点，为电力政策的讨论和市场的设计提供一个一致的基础。在写作的过程中，我发现没有标准的知识来介绍两个重要的问题：价格剧变和电力库。全书的大部分内容是为第一个目标而写，第二篇和第三篇是为第二个目标。这两个未解决的问题，回答了一些基本疑问，强调了我们目前理解中的一些差距。

价格剧变问题就是怎样设计电力市场来适应两个需求侧的缺陷，这些缺陷潜藏在价格剧变下并为发电投资提供激励。第二篇说明了缺陷减轻前仍需要一些调整。第一个调整目标应该是保证集中价格剧变中的收益足够得到发电容量的一个可靠水平。收益由下列因素决定：①由 NERC 方针影响的集中价格剧变持续时间；②由 FERC 管制的价格剧变幅度。目前，没有一个机构表示知道他们的政策将共同决定投资。

第二篇给出了计算 NERC 和 FERC 政策的所有联合引起的投资水平的框架。由于许多联合都有效，它提出了第二个目标。价格易变性应降低到成熟电力市场的水平——远低于在需求侧无能力的现有市场中观察到的水平。我希望第二篇能阐明调整的选择和固定市场需求侧的需要。

第三篇介绍了双边市场、交易所和电力库的准则，在第二个问题——电力库上有所进展。交易所是在集中市场中广泛使用的一种形式——纽约股票交易所就是一个例子——而电力库是电力市场所特有的。交易所可以在任何时间、地点，按一定的价格交易，而电力库根据成本给不同的发电厂支付不同的费用。透明度以及操作上的差距和他们的表现形式都是相当大。不幸的是，相关的理论和实验法研究非常少，所以第三篇只能提出问题并模糊地作出回答。

美国东部和 PJM 运行的电力库已经解除管制近 4 年了，却没有对它们效率的评价。惟一的国家努力——能量部门微弱的运行——由于缺乏 FERC 从电力库得到数据的路径而被削弱了。FERC 中原来电网形式的影响力多年来一直妨碍着评价电力库表现以及潜在利益的建议。在 FERC 或公共领域中没有任何适合经济分析的关于东部电力库的描述。

理论电力库描述包括源自赌注的定价方法，而资深的学者指出东部 ISO 采用源自邮递的定价方法，也就是说基于实时控制电量和之后计算电

价的哲学。在实际中，它包括私有的计算，假设操作商的动作是最优的。我发现没有关于这一关键问题的理论的任何有用的讨论，因此第三篇的读者必须等待下一版。

竞争性电力市场必须像管制市场一样要设计并要设计好。由于目前设计的电力库性质和缺乏有效测试的标准，本书没有介绍解除管制的紧急方法。一个给定的解除管制可能成功，但经济理论不能预测当这样一个复杂的政治过程一旦开始，寻求治理的生产动力会不作为。如果要设计或重新设计市场，本书希望能有所帮助；如果决定是等待，本书希望使这个等待短些。

感谢

担任本书审阅、修正和批评草稿的各位付出了无法估价的努力，应得到所有读者的感谢。他们防止了书中任何的混淆、转换和错误。对这一困难的工作，我要特别感谢 Ross Baldick、Joe Bowring、Haru Connally、Rob Gramlich、Doug Hale、Alex Henney、Bill Hogan、Mat Morey、Sabine Schnittger 和 Jergen Weiss。

还有其他许多人做了有限的工作但仍作出了无价的贡献。他们对本书进行讨论，不断提供新观点并且找出错误。感谢 Darwin Anwar、Gerry Basten、Richard Benjamin、Severin Borenstein、Jason Christian、Ed Mills、Udi Helman、Mike Rothkopf、Erik Hirst、Ben Hobbs、Mangesh Hoskote、Marcelino Madrigal、Dave Mead、Joshua Miller、Alan Moran、Andrew Klingler、Jim Kritikson、Dan Gustafson、Frank Felder、Carl Fuchshuber、Richard Green、Harry Singh、Alasdair Turner、Hugh Outhred、Gail Panagakis、Alex Papalexopolous、Gregory Werden 和 James Wightman。

如果没有 IEEE/Wiley 全体职员、John Griffen、Tony Vengraitis 和 Andrew Prince 的努力，这一切都不可能成功。很高兴能与我的编辑 Susan Ingrao 合作，她给我提供了极多的信息，甚至回答了一些秘密的排版问题。剩下的错误是由于我修改的不准确或最后一分钟改定的。

对在每次挑战中的支持和指导，我首先要感谢我的妻子 Pemela，她是我的创造性建议者、编辑以及合法律师。感谢她足够的耐心和正确的判断。

但就对本书的贡献而言，我最感激的是我的母亲 Dorothy，她把艺术带到了电力经济这个枯燥的世界里。对 3 本完整的草稿，她坚持修改和定型、指导和润色。然而我写的东西离母亲的要求仍相距甚远，但让我很高兴的是至少我学到了一点母亲的艺术。

Steven Stoft

缩 写

AC	交流电
ACE	区域控制误差
CAISO	加利福尼亚独立系统操作商
CFD	差价合同
CLP	竞争性区域电价
CR	容量需求
DA	次日（市场）
DOJ	司法部
FERC	联邦能量管理委员会
FTR	金融性输电权
FTC	联邦交易委员会
GT	天然气透平发电机
HHI	Herfindahl-Hirschman 指数
ICap	安装容量
IPP	独立电力生产商
ISO	独立系统操作员
ISO-NE	新英格兰州 ISO
LBMP	基于区域的边际电价
LHMC	左部边际成本
LMP	区域边际电价
LRMP	长期边际成本
MC	边际成本
NERC	北美电力可靠性协会
NYISO	纽约独立系统操作商公司
NYSE	纽约股票交易所
NE	纳什平衡

OpRes	运行备用
PJM	宾夕法尼亚-新泽西-马里兰独立系统操作商
PTR	物理输电权
RHMC	右部边际成本
RT	实时（市场）
RTO	区域输电组织
SMC	系统边际成本
SMV	系统边际值
TR	输电权
UC	机组组合
VOLL	失负荷值

用于测量电力的单位

V	伏特	电压的单位
A	安培	电流的单位
W	瓦特	功率（每小时的能量）
h	小时	时间
Wh	瓦特·小时	能量
k	千	1000，用于 kW，kWh 和 kV
M	兆	10^6 ，用于 MW 和 MWh
G	千兆	10^9 ，用于 GW 和 GWh
T	万亿	10^{12} ，用于 TWh

目 录

中文版序
译者前言
原版前言
缩写

第一篇 电力市场基础	1
引言	2
第 1-1 章 为什么解除管制	6
第 1-1.1 节 解除管制的条件	8
第 1-1.2 节 管制存在的问题	9
第 1-1.3 节 竞争批发市场的优点	11
第 1-1.4 节 实时定价的优点	12
第 1-1.5 节 解除电力管制的问题	14
第 1-2 章 怎样解除管制	17
第 1-2.1 节 辅助服务和系统操作商	18
第 1-2.2 节 机组组合和阻塞管理	22
第 1-2.3 节 风险管理和期货市场	24
第 1-2.4 节 输电和配电	25
第 1-2.5 节 零售竞争	25
第 1-3 章 电力、能量和容量定价	29
第 1-3.1 节 测量电力和能量	30
第 1-3.2 节 测量发电容量	31
第 1-3.3 节 发电容量定价	32
第 1-3.4 节 技术补充	37
第 1-4 章 电力供给和需求	39

第 1-4.1 节	电力需求的描述	40
第 1-4.2 节	跟踪曲线和长期平衡	42
第 1-4.3 节	频率、电压和市场出清	43
第 1-5 章	什么是竞争	47
第 1-5.1 节	竞争意味着更多的“斗争”	48
第 1-5.2 节	完全竞争的效率	49
第 1-5.3 节	短期和长期平衡的动态特性	53
第 1-5.4 节	为什么竞争对用户有利?	56
第 1-6 章	电力市场中的边际成本	57
第 1-6.1 节	边际成本的作用	58
第 1-6.2 节	边际成本的错误观点	59
第 1-6.3 节	边际成本的定义	62
第 1-6.4 节	边际成本的结果	63
第 1-6.5 节	按边际成本报价	65
第 1-6.6 节	稀缺租金	66
第 1-7 章	市场结构	70
第 1-7.1 节	可靠性要求	71
第 1-7.2 节	输电	73
第 1-7.3 节	有效的需求弹性	74
第 1-7.4 节	长期合同	75
第 1-7.5 节	供电中心	76
第 1-8 章	市场体系	77
第 1-8.1 节	次级市场列表	78
第 1-8.2 节	市场类型:市场和电力库	81
第 1-8.3 节	市场联接	84
第 1-9 章	设计和检验市场规则	87
第 1-9.1 节	竞争电价的设计	88
第 1-9.2 节	防止博弈的设计	92
第 1-9.3 节	拍卖	93
第 1-9.4 节	检验市场设计	96
第 1-9.5 节	技术补充:“底线检验”的例子	97
第二篇	可靠性、价格剧变和投资	103
第 2-1 章	可靠性和投资政策	104

第 2-1.1 节	电价管制很重要	106
第 2-1.2 节	利润函数	110
第 2-1.3 节	可靠性政策的副作用	111
第 2-1.4 节	系统间的竞争	113
第 2-1.5 节	价格限制对需求侧的影响	114
第 2-2 章	电价剧变回收固定成本	116
第 2-2.1 节	固定成本的错误观点	117
第 2-2.2 节	峰荷的最优电价剧变	119
第 2-2.3 节	固定成本量	125
第 2-3 章	可靠性与发电	128
第 2-3.1 节	运行备用和故障	129
第 2-3.2 节	充分性与安全性	130
第 2-3.3 节	可靠性的简单模型	131
第 2-3.4 节	可靠性问题的基础	133
第 2-4 章	限制价格剧变	135
第 2-4.1 节	在有限的需求弹性下正常的市场运行	137
第 2-4.2 节	负荷持续时间曲线陡峭的市场失败	138
第 2-4.3 节	抑制平衡市场来预防管制电价	139
第 2-4.4 节	设定最终清算价格	142
第 2-4.5 节	实时电价怎样给期货市场设定上限	145
第 2-4.6 节	技术补充: 故障产生的条件	147
第 2-5 章	损失负荷价值定价	149
第 2-5.1 节	损失负荷的价值	150
第 2-5.2 节	在可靠性的简单模型中 VOLL 定价最优	152
第 2-5.3 节	实际考虑	154
第 2-5.4 节	技术补充	158
第 2-6 章	运行备用定价	159
第 2-6.1 节	低风险, 低市场力	160
第 2-6.2 节	OpRes 定价比最优定价更好	165
第 2-7 章	市场动态和利润函数	168
第 2-7.1 节	计算利润函数	169
第 2-7.2 节	解释利润函数	171
第 2-8 章	装机容量的需求	173
第 2-8.1 节	容量需求的方法	174

第 2-8.2 节	具有容量需求的短期利润	175
第 2-8.3 节	容量需求和电价剧变的结合	177
第 2-8.4 节	两种方法的比较	178
第 2-9 章	系统间对可靠性的竞争	180
第 2-9.1 节	电价上限竞争	181
第 2-9.2 节	价格剧变和容量需求间的竞争	183
第 2-10 章	未解决的问题	186
第 2-10.1 节	高边际成本和低电价上限	187
第 2-10.2 节	供电定价和需求分别定价	188
第 2-10.3 节	运行备用的电价弹性需求	189
第 2-10.4 节	系统操作商的心理	190
第三篇	市场体系	193
第 3-1 章	引言	194
第 3-1.1 节	实时市场、期货市场和结算	195
第 3-1.2 节	市场结构争论	196
第 3-1.3 节	简化的区域定价	198
第 3-2 章	双结算系统	200
第 3-2.1 节	双结算系统	201
第 3-2.2 节	事后电价：交易者的抱怨	205
第 3-3 章	次日市场设计	209
第 3-3.1 节	次日市场如何确定电量和电价	210
第 3-3.2 节	四种次日市场的概要	214
第 3-3.3 节	关于次日市场设计争议的综述	221
第 3-4 章	辅助服务	223
第 3-4.1 节	辅助服务列表	224
第 3-4.2 节	有功平衡和频率稳定	227
第 3-4.3 节	用户的电压稳定	228
第 3-4.4 节	输电安全	229
第 3-4.5 节	经济调度	230
第 3-4.6 节	交易执行	231
第 3-5 章	理论上的次日市场	233
第 3-5.1 节	无清算电价的均衡	234
第 3-5.2 节	双边次日市场的困难	237

第 3-5.3 节	结算、期货和可靠性	240
第 3-5.4 节	其他设计考虑	242
第 3-6 章	理论上的实时市场	244
第 3-6.1 节	哪些交易是实时市场的组成部分	245
第 3-6.2 节	无市场清算电价的均衡	248
第 3-6.3 节	为什么实时市场不是纯粹的双边市场	251
第 3-7 章	实际中的次日市场	253
第 3-7.1 节	套利与计算	254
第 3-7.2 节	效率	257
第 3-7.3 节	可靠性和控制	257
第 3-7.4 节	风险管理	259
第 3-8 章	实际中的实时市场	261
第 3-8.1 节	平衡市场设计的两种方法	262
第 3-8.2 节	FERC 引起的边际成本问题	265
第 3-8.3 节	了解边际成本定价的谬误	268
第 3-8.4 节	电力交易的方法	273
第 3-9 章	新机组组合的问题	277
第 3-9.1 节	机组组合问题有多严重	279
第 3-9.2 节	电力交易所中的机组组合	282
第 3-9.3 节	在电力库中的投资	291
第 3-10 章	运行备用的市场	294
第 3-10.1 节	运行备用的类型	295
第 3-10.2 节	用期望成本排序	296
第 3-10.3 节	仅基于容量报价的排序	298
第 3-10.4 节	机会成本定价	301
第四篇	市场力	303
第 4-1 章	定义市场力	304
第 4-1.1 节	定义市场力	305
第 4-1.2 节	定义价格—产量关系	307
第 4-1.3 节	市场力的三个阶段	309
第 4-1.4 节	利用价格—产量结果来显示市场力	311
第 4-1.5 节	电力竞价中的垄断力	314
第 4-1.6 节	需求侧的市场力	316

第 4-2 章	实现市场力	318
第 4-2.1 节	市场力和远期市场	319
第 4-2.2 节	市场力的长期反应	320
第 4-2.3 节	边际和非边际发电机组	321
第 4-2.4 节	市场力的两个作用	322
第 4-2.5 节	长期和短期市场力	323
第 4-2.6 节	1000% 的价格升幅太大吗	325
第 4-3 章	模拟市场力	327
第 4-3.1 节	垄断和勒那指数	328
第 4-3.2 节	古诺模型	330
第 4-3.3 节	单方行动和 HHI	332
第 4-3.4 节	技术补充：价格升幅的确定	333
第 4-4 章	减少市场力的设计	335
第 4-4.1 节	需求弹性和供电集中度	336
第 4-4.2 节	什么使得价格下降	337
第 4-4.3 节	长期合同和合约	337
第 4-4.4 节	需求的不确定性和供给曲线的竞价	341
第 4-4.5 节	关于 4-4.3 节计算的技术补充	344
第 4-5 章	预测市场力	346
第 4-5.1 节	HHI 忽略的四个因素	347
第 4-5.2 节	为什么勒那指数不可靠	348
第 4-5.3 节	评估市场力	351
第 4-5.4 节	技术补充：市场力和远期合同	354
第 4-6 章	监督市场力	355
第 4-6.1 节	FERC 的模糊标准	355
第 4-6.2 节	市场监管	358
第五篇	区域定价	363
第 5-1 章	电力传输与损耗	364
第 5-1.1 节	直流输电线路	364
第 5-1.2 节	交流输电线路	368
第 5-2 章	物理传输极限	371
第 5-2.1 节	电力线的热极限	372
第 5-2.2 节	无功功率和热极限	372

第 5-2.3 节	输电线的稳定极限	375	
第 5-3 章	阻塞定价基础		378
第 5-3.1 节	阻塞定价就是竞争定价	378	
第 5-3.2 节	竞争性区域定价的优点	382	
第 5-4 章	阻塞定价方法		384
第 5-4.1 节	CLP _s 的集中计算	384	
第 5-4.2 节	双边定价和集中定价的比较	388	
第 5-5 章	阻塞定价的谬误		393
第 5-5.1 节	竞争性区域电价是否太高	393	
第 5-5.2 节	阻塞收费	397	
第 5-6 章	退款和税收		400
第 5-6.1 节	定价与定税	400	
第 5-6.2 节	电能税金	403	
第 5-7 章	线路损耗的定价		406
第 5-7.1 节	竞争电价是平均成本的两倍	406	
第 5-7.2 节	竞争的损耗定价	408	
第 5-7.3 节	平均成本损耗定价的低效性	410	
第 5-8 章	节点损耗定价		413
第 5-8.1 节	节点损耗电价	414	
第 5-8.2 节	全节点电价：损耗、阻塞和参考电价	416	
第 5-8.3 节	关于损耗定价的三个常用约束	418	
第 5-9 章	输电权		420
第 5-9.1 节	输电权的目标	421	
第 5-9.2 节	使用金融输电权	424	
第 5-9.3 节	系统发布金融权的回报	425	
第 5-9.4 节	物理输电权	429	
	术语		431
	参考文献		445

第一篇 电力市场基础

引言

1. 为什么解除管制
2. 怎样解除管制
3. 电力、能量和容量定价
4. 电力供给和需求
5. 什么是竞争
6. 电力市场中的边际成本
7. 市场结构
8. 市场体系
9. 设计和检验市场规则