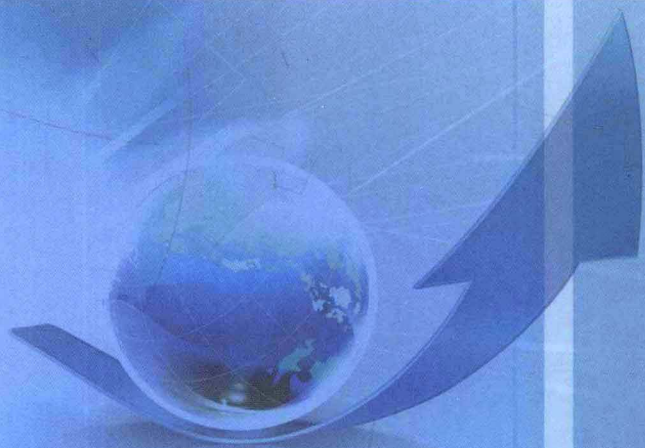


电力市场下发电公司 竞价策略研究

方德斌 王先甲 © 著



 科学出版社

电力市场下发电公 竞价策略研究

方德斌 王先甲 著

国家自然科学基金项目 (71071119)

中央高校基本科研业务费专项资金

资助

武汉大学“985 建设项目”和“211 建设项目”

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书从实施电力市场化改革战略出发,以发电商参与市场竞争为对象,研究了发电商竞价管理的若干理论与实践问题,探索了我国发电侧电力市场的框架结构、交易模式与竞价的现状;研究了不完全信息下发电商竞价策略、发电商联盟对发电商报价影响,以及发电商的市场运作;研究了发电商和大用户电力交易的博弈模型与均衡策略;根据发电商报价的特点,建立了发电商报价决策支持系统的框架,为发电商在电力市场的运营提供决策支持。

本书可作为高等院校工程管理及相关专业的高年级本科生、研究生的参考书,也可供电力市场行政管理人员、电力企业管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力市场下发电公司竞价策略研究/方德斌,王先甲著.——北京:科学出版社,2010

ISBN 978-7-03-029544-6

I. ①电… II. ①方…②王… III. ①发电厂-电力价格-研究 IV. ①F407.615

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第224423号

责任编辑:赵静荣/责任校对:张凤琴

责任印制:张克忠/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年12月第一版 开本:B5(720×1000)

2010年12月第一次印刷 印张:9

印数:1—2 000 字数:200 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

目 录

导论	1
第 1 章 电力市场的基本概念及现状	4
1.1 电力市场的概念	4
1.2 电力市场的特点及类型	5
1.3 电力市场运行现状	6
1.4 电力市场改革中面临的问题	32
1.5 结论	35
第 2 章 电力市场发电商竞价	36
2.1 电力市场竞价现状	36
2.2 电力市场竞价的作用	37
2.3 发电公司竞价策略与博弈论	39
2.4 发电公司竞价策略与市场出清价预测	44
2.5 发电公司竞价策略与拍卖理论	45
2.6 发电公司竞价策略与优化理论	50
2.7 发电公司竞价策略与仿真	51
2.8 结论	51
第 3 章 电力市场的结构框架和运营模式	52
3.1 电力市场的框架结构	52
3.2 电力市场的交易模式	54
3.3 我国发电商竞价上网的现状	56
3.4 电力市场下发电商的市场准入条件	62
3.5 结论	63
第 4 章 发电商报价的拍卖模型	64
4.1 发电商投标的拍卖分析	64
4.2 发电商竞标报价贝叶斯博弈模型	66
4.3 发电公司报价均衡策略	71
4.4 案例分析	74
4.5 结论	75
第 5 章 发电商联盟报价利益分配	76
5.1 发电商联盟报价	76

5.2	双边市场的均衡点分析的数学模型	79
5.3	发电商联盟对市场均衡点的影响	79
5.4	发电商联盟下发电公司间利益分配	82
5.5	案例分析	84
5.6	结论	87
第6章	发电企业的电力市场运作	88
6.1	发电商报价与产业组织	88
6.2	发电侧电力市场分析	89
6.3	寡头垄断市场下发电公司的短期价格竞争	91
6.4	寡头垄断市场下发电企业的动态价格竞争	94
6.5	结论	97
第7章	发电商和大用户电力讨价还价模型	98
7.1	扩展博弈	98
7.2	发电商和大用户交易的讨价还价	100
7.3	发电商和大用户电力交易讨价还价模型	101
7.4	发电商和大用户电力交易的均衡协议	103
7.5	结论	106
第8章	发电商和大用户间电力交易拍卖分析	107
8.1	发电商和大用户双边拍卖交易	107
8.2	发电商和大用户的双边拍卖模型	108
8.3	发电商和大用户的双边拍卖的均衡分析	109
8.4	案例分析	111
8.5	结论	113
第9章	发电商投标决策支持系统框架设计	114
9.1	决策支持系统的基本理论	114
9.2	发电商投标决策支持	119
9.3	GCBIDSS 的系统结构设计	121
9.4	GCBIDSS 的开发环境、工作流程、功能	125
9.5	结论	126
	参考文献	128

导 论

20 世纪 80 年代，世界上许多国家先后对电力工业实施市场化改革。自 1998 年我国也开始实施“厂网分开，竞价上网”的试点工作，在“竞价上网”过程中，研究发电公司的报价策略是发电公司利益最大化的需要，是电力市场中电力调度人员实现优化调度的基础，是电力监管人员制定监管规则的依据。

目前，国内外关于发电公司报价策略的研究有很多方法，主要有基于拍卖理论的方法、预测市场出清价的方法、博弈论的方法、市场仿真的方法、优化的方法。在基于博弈论的方法中，又分为联盟博弈和非合作博弈的方法，这里已有成果往往做了较强的假设，诸如发电公司的成本信息为公共信息，博弈中仅有两个参与人等，但是市场环境下不同利益主体的很多信息是不完全的，而且，电力市场中参与人的个数往往不仅只有两个参与人；电力市场下大用户直购电的问题是一类十分重要的问题，它有利于促进发电侧电力市场的竞争，但目前国内外在大用户直购电中发电公司的报价策略研究成果几乎没有。

本书在已有方法的基础上主要解决了不完全信息下发电公司的报价策略问题和关于博弈中多个参与人的处理，并研究了发电公司和大用户电力交易的博弈模型，分析了大用户直购电中发电公司的报价策略问题；在以上分析的电力市场下发电公司报价策略的基础上构建发电公司报价智能管理系统的开发框架。

具体来说，本书主要从博弈论和信息经济学、产业组织理论及决策支持系统出发研究电力市场环境下发电公司的报价策略和报价决策支持系统的开发框架，研究了我国电力市场的结构框架，指出了我国电力市场的交易模式及竞价机制，研究了我国电力市场下发电商的市场准入条件，建立了不完全信息下发电公司报价策略的贝叶斯博弈模型、双边电力市场的市场均衡点的数学模型、发电公司合作博弈模型、发电公司和大用户的讨价还价扩展博弈模型、发电公司和大用户的双边拍卖模型、电力市场下发电公司短期价格竞争模型以及发电公司长期价格竞争模型；在研究模型的基础上建立发电公司竞价智能决策支持系统的开发框架，全书共 9 章。

第 1 章主要介绍电力市场的基本概念，总结电力市场的特点和类型，分析我国电力市场的运行现状，提出了我国电力市场改革中面临的问题。

第 2 章主要提出了电力市场竞价的现状，分析电力市场竞价的作用，全面剖析了基于博弈论方法、预测市场出清价方法、拍卖方法、优化理论与仿真方法的电力市场竞价策略。

第3章提出我国电力市场的结构框架,根据我国电力市场的特点,提出了多层电力市场的结构,即国家—大区—省市三层,并指出各层电力市场的特点和多层电力市场的优缺点;分析了适合我国电力市场的交易模式,目前,宜采用电力联营体模式,更加开放的电力市场下可以采用双边交易模式或多边交易模式;进一步阐明我国电力市场竞价模式的选择及发电商的市场准入条件。

第4章指出发电公司的报价问题是发电公司向市场竞标发电量和价格,将发电公司报价问题看成是发电公司向市场的投标问题,市场确定一个规则把总的需求电量在各发电公司之间进行分配,因而它是一个可分割物品的分配问题。可通过有效暴露价格的拍卖方法解决这一问题。通过对不同价格拍卖过程、拍卖规则、交易规则进行描述,建立可分物品分配的数学描述,进而针对发电公司的生产成本是私有信息,建立可分物品拍卖的不完全信息贝叶斯博弈模型,分析了发电公司的行为,并求解贝叶斯纳什均衡,给出发电公司报价策略。用案例分析给出了报价策略的形成方法,分析了报价策略的经济学意义及各种报价策略诱导发电公司的报价行为。

第5章通过研究PX市场交易机理,探讨双边电力市场电价的形成机制,建立确定双边电力市场下市场均衡价格和市场均衡数量的数学模型,研究发电公司联盟对市场均衡电价的影响,导出了在发电公司联盟的情形下发电公司和发电公司联盟产量竞争的Cournot模型。研究联盟利益分配问题,建立联盟博弈的数学模型,用Sharpley值的方法把所得利益在所有发电公司间进行分配。并用案例分析了合作报价的均衡价格及所得利益分配的结果。

第6章从产业组织理论角度来分析发电侧电力市场及其参与者的行为规律,根据电力工业的特点,指出电力市场是寡头垄断性市场,因此电力市场参与者具有寡头垄断市场所具有的市场力等特征。在此基础上分析寡头垄断电力市场下发电企业是如何陷入“Bertrand悖论”的情形;分析各发电企业具有生产能力约束的短期价格竞争、发电企业的动态价格竞争和产品差异化是如何避免发电公司陷入“Bertrand悖论”的。建立各发电企业具有生产能力约束的短期价格博弈模型,分析了在不同容量约束下的短期价格博弈中均衡战略的存在性;建立发电公司动态价格博弈模型,分析有限和无限时期的动态博弈中发电公司的价格决策,指出在无限次的动态价格博弈中各种情形下的均衡战略。

第7章主要研究电力市场下发电公司对大用户直接供电的情形,首先介绍国内外开展大用户直供电业务的情况和完全信息扩展博弈的基本概念,在描述大用户直供电中发电公司报价问题的基础上,建立发电公司和大用户讨价还价博弈模型,并求解了发电公司和大用户的均衡战略及子博弈精炼均衡,并对均衡解的性质做了详细的探讨,为发电公司和大用户在讨价还价的过程中提供了决策依据。

第8章指出随着我国电力体制改革的进行和发电侧竞争市场的建立,需求方

很快也会引入竞争，建立完全开放的双边电力市场。在完全开放的双边电力市场下，大用户直接购电问题已成为我国电力体制改革的重大课题。研究发电公司和大用户如何建立有效的报价策略具有十分重要的理论和实践价值。本书采用一种直接交易，大用户直接与发电企业一对一交易，自定价格。因而，它是发电公司和大用户的双方叫价拍卖问题。本章在描述双方叫价拍卖的交易规则后，针对发电公司的生产成本和大用户的估价是私有信息的特征，建立完全开放市场下发电公司和大用户的双方叫价拍卖的不完全信息贝叶斯博弈模型，通过求解贝叶斯纳什均衡，给出发电公司和大用户的均衡报价策略。

第9章指出随着“厂网分开、竞价上网”的推进，发电公司迫切需要一套有效的报价辅助决策系统协助报价人员报价以提高效率和获得更大的利益。发电商投标决策支持系统（GCBIDSS）是用于辅助发电公司进行报价决策的计算机系统，本书在介绍智能决策支持系统的概念后，重点对发电商投标决策支持系统的系统结构、工作流程、设计原则、开发思路及基本功能进行详细介绍。该系统由数据库子系统、模型库子系统、知识库子系统、问题处理子系统和人机界面五部分组成，此系统是建立在数学模型的基础上，综合利用系统科学、管理科学、企业管理理论及方法，以计算机为工具的人机交互系统。案例分析表明系统友好的用户界面帮助决策者充分利用系统的功能做出有效、实时的决策。

第 1 章 电力市场的基本概念及现状

► 本章主要内容

本章主要介绍电力市场的基本概念，总结电力市场的特点和类型，分析我国电力市场的运行现状，提出了我国电力市场改革中面临的问题。

1.1 电力市场的概念

市场是某种物品或劳务的一群买者和卖者之间的交易。电力市场就是进行电力及相关服务交易的一群买者和卖者，这些相关服务包括输电服务、运行调度服务及一系列其他的辅助服务，如自动发电控制（AGC）、无功电压控制等。具体地说电力市场是采用法律、经济等手段，本着公平竞争、自愿互利的原则，对电力系统中发电、输电、供电、用户等各成员组织协调运行的管理机制和执行系统的总和（尚金成等 2002）。根据这个定义，我们可以知道：电力市场首先是一种管理机制。这种机制与传统的行政命令的机制不同，它主要是采用经济的手段进行管理，从而达到资源配置的目的。所以电力市场的基本原则是公平竞争，自愿互利。同时，电力市场还是体现这种管理机制的执行系统，包括交易场所、计量系统、计算机系统、通信系统等。

电力市场具有一般市场的共性，也有其特殊性，它不仅要具备一个有序、成熟的市场的的基本要素，即：①对所有市场参与者是公平的（Adilov et al. 2004），保证电网开放，扩大自由选择的权利；②市场交易必须是公开的，并加大透明度以便监督；③市场必须建立有关的法令、法规，保证有规可循、公平竞争，不允许有特殊者。同时，它还将受到电力系统内在规律的严格约束，即电力系统运行的基本特性（安全性、经济性），成本和电价的时空差别，电厂和电厂、电厂和电网、电网和用户之间的冲突和协作等。

电力市场与传统的电力系统相比，提高了用户的地位（Watson 1997）。在传统的电力系统中，用户被视为被动的负荷；而在电力市场中，用户具有能动性。电力市场的成员，往往同时具有供应者和用户的双重身份。当某成员（如某电力公司）有富裕的电能向其他电力公司传送时，它具有供应者的身份；而当它从其他电力公司购电时，又具有了用户的身份。

电价是电力市场的杠杆和核心内容（曾鸣 2000）。电力市场主要采用经济

手段管理各成员，电价则是体现管理思想的工具。所以确定电价原则，计算贸易电价是电力市场的重要内容。

随着社会主义市场经济体制的建立和电力体制改革，开放输电网，电网商业化运营已成为迫切需要解决的一个重点课题。考察美国电力市场的自然发育过程和英国以政府行为建立电力市场的过程（李伟 2003），可以看出电网在电力市场中处于核心的重要地位。因此，我国电力工业体制改革的取向是“电厂大家办，电网国家管”。电网进行商业化运营的一项基本功能是为转运的电能提供输电服务，这是开放式电力市场平等竞争的必要条件，可以给电网带来巨大的效益。目前，我国已出现初步的少量转运输电服务。随着电网体制的改革，可以预见转运输电服务将获得更大的发展。

电力市场的本质是在传统的区域垄断，实行集中统一管理经营的电力行业中，实现在多元的独立利益主体之间引进市场竞争机制，以提高效率，降低成本，促进电力资金（包括电源和电网）的合理利用及电力发展的良性循环。

1.2 电力市场的特点及类型

1. 电力市场的特点

开放性、竞争性、网络性和协调性是电力市场的基本特征（刘坤 2003）。和传统的垄断电力系统相比，电力市场具有开放性和竞争性，与普通电力市场相比，电力市场具有网络性和协调性。电力系统是相互紧密联系的，任一成员的操作，均将对电力系统产生影响。所以要求电力市场中的电力生产、使用、交换具有计划性。同时由于电力系统要求随时做到供需平衡，所以要求电力市场中的供应者之间、供应者与用户之间相互协调。

2. 电力市场的类型

(1) 从市场空间的角度，电力市场可以分为国家市场、区域市场、省级市场、地区市场（Kamrat 2001）；

(2) 从市场类型的角度，电力市场分为发电市场、输电市场、配电市场、售电市场。其中，输电市场具有以下特点：①在电力市场中，输电网被视为一种资源。②市场成员对电网资源的利用必须通过竞争而获得，输电容量可以通过拍卖，发现其市场价值。③在电力市场条件下，输电服务的成本构成：第一，投资成本（或称容量费用），主要包括已有设备的使用费和扩建费；第二，运行费用，主要包括损耗电能成本、阻塞成本、机会成本。

(3) 从时间的角度，电力市场又可划分为合约市场、现货市场，现货市场可进一步划分为日前市场、实时市场、辅助服务市场。需要处理好合约市场、日前

市场、实时市场、辅助服务市场间的协调。

1.3 电力市场运行现状

1.3.1 装机、总发电量以及人均装机

自从我国实行改革开放的政策以来，随着国民经济持续高速的发展，我国的电力工业迎来了一个快速发展的时期，全国总装机容量由 1990 年的 13 789 万千瓦，上升到 2008 年的 79 253 万千瓦，增长了近 5 倍；同时总发电量由 1990 年的 6 213 亿千瓦时/年，上升到 2008 年的 34 334 亿千瓦时/年，增长了 4.5 倍；总装机容量和总发电量的年复合增长率分别高达 10.1% 和 9.8%。人均装机亦由 1990 年的 0.12 千瓦/人，相应上升至 2008 年的 0.60 千瓦/人。

表 1.1 总装机容量、总发电量及人均装机

年份	总装机容量/ 万千瓦	总装机容量 增长率/%	总发电量/ (亿千瓦时/年)	发电量增 长率/%	人均装机/ (千瓦/人)	人均装机 增长率/%
1990	13 789	8.9	6 213	6.3	0.12	7.3
1991	15 147	9.9	6 775	9.0	0.13	8.5
1992	16 523	9.1	7 542	11.3	0.14	8.6
1993	18 291	10.7	8 364	10.9	0.15	8.6
1994	19 990	9.3	9 279	10.9	0.17	8.1
1995	21 722	8.7	10 069	8.5	0.18	7.5
1996	23 654	8.9	10 794	7.2	0.19	7.8
1997	25 424	7.5	11 342	5.1	0.21	6.4
1998	27 729	9.1	11 577	2.1	0.22	8.0
1999	29 877	7.7	12 331	6.5	0.24	6.8
2000	31 932	6.9	13 685	11.0	0.25	6.3
2001	33 849	6.0	14 839	8.4	0.27	5.2
2002	35 657	5.3	16 542	11.5	0.28	4.8
2003	39 141	9.8	19 052	15.2	0.30	8.2
2004	44 239	13.0	21 944	15.2	0.34	12.2
2005	51 718	16.9	24 975	13.8	0.40	16.3
2006	62 200	20.3	28 344	13.5	0.47	19.6
2007	71 329	14.7	32 559	14.9	0.54	14.1
2008	79 253	11.1	34 334	5.5	0.60	10.5

资料来源：中国电力年鉴

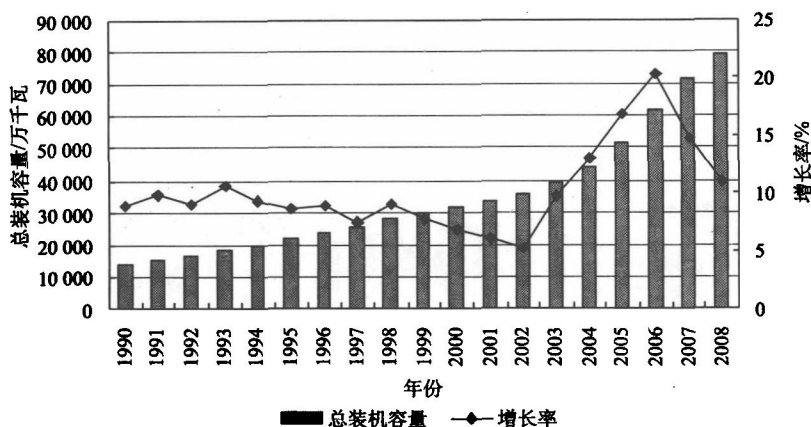


图 1.1 1990~2008 年总装机容量及其增长率

资料来源：电力工业统计资料汇编和中国电力年鉴

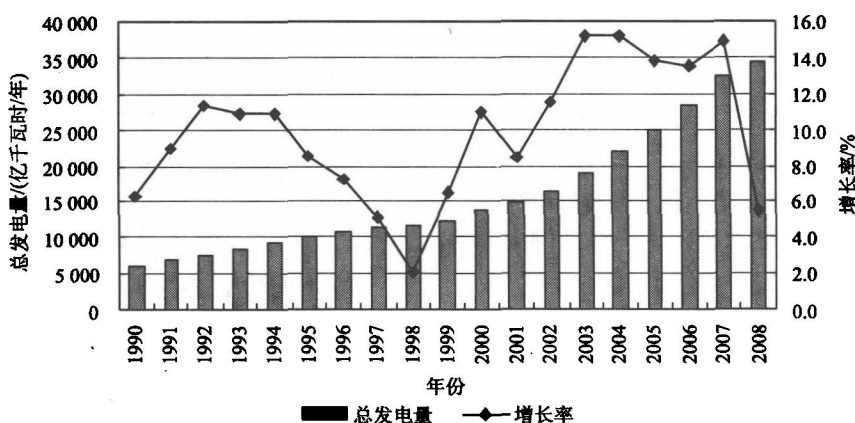


图 1.2 1990~2008 年总发电量及其增长率

资料来源：电力工业统计资料汇编和中国电力年鉴

值得注意的一点是，在经济危机的影响下，2008 年的总装机容量、总发电量以及人均装机容量的增长率均呈现出不同程度的下滑，但是随着经济形势的好转，下滑的势头应该会有所减缓，并逐渐回升。电力的发展有力地配合和促进了国民经济的发展，国民生产总值从 1989 年的 17 000.9 亿元，增长到 2007 年的 251 483.2 亿元。

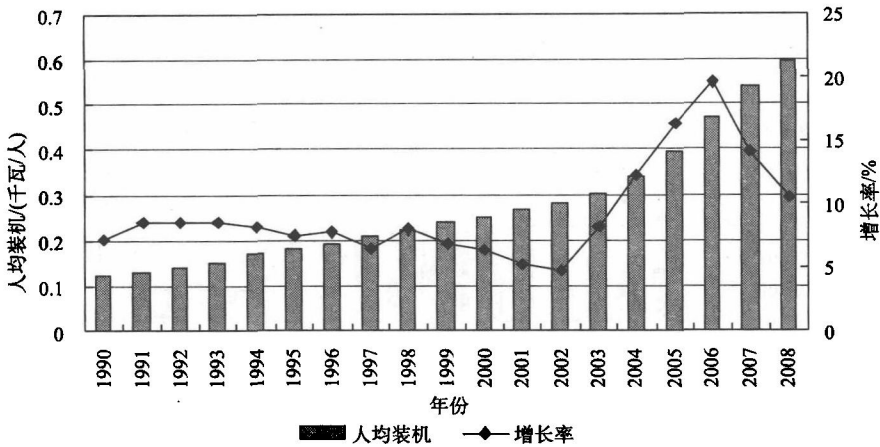


图 1.3 1990~2008 年人均装机及其增长率
资料来源：电力工业统计资料汇编和中国电力年鉴

1.3.2 电网规模

随同装机容量及发电量的增长，电网的输电线路长度和变电设备容量也显著增长。但是从输电线路长度的增长比例和电源的增长比例相比较就可看出，电网的发展是明显落后于电源的发展的。1989~2008 年电源装机增长了 4.75 倍，年均增长 9.64%；而 35 千伏及以上输电线路增长了 1.6 倍，年均增长 5.21%。

电网建设滞后还表现在主网架薄弱，各大电网间的交换功率不足，城市电网严重老化，农村电网覆盖面小等方面。目前，电网结构薄弱，已经成为资源优化配置的“瓶颈”制约因素。随着“西电东送”和三峡工程的推进，电网建设滞后的问题显得更为突出。

具体的输电线路长度和变电设备容量的发展请看表 1.2~表 1.5。

表 1.2 35 千伏及以上输电线路长度

年份	总计/公里	增长率/%	500 千伏	330 千伏	220 千伏	110 千伏
			输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里
1989	450 892	—	7 130	3 097	68 560	113 727
1990	463 677	2.84	7 117	4 023	73 130	117 423
1991	482 077	3.97	7 981	4 024	77 454	123 481
1992	507 319	5.24	8 660	4 253	82 070	127 895
1993	517 852	2.08	10 231	4 389	86 857	134 689
1994	539 414	4.16	11 197	4 924	91 216	142 473

续表

年份	总计/公里	增长率/%	500 千伏	330 千伏	220 千伏	110 千伏
			输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里
1995	566 707	5.06	13 052	5 609	96 913	151 932
1996	598 962	5.69	13 635	6 218	102 417	162 497
1997	625 871	4.49	15 081	6 511	108 577	172 075
1998	656 561	4.90	20 093	7 291	115 645	181 027
1999	686 084	4.50	22 927	7 949	121 790	190 961
2000	726 167	5.84	26 837	8 669	128 114	201 230
2001	781 854	7.67	31 486	9 177	135 935	220 051
2002	803 505	2.77	36 745	9 612	142 362	226 567
2003	879 479	9.46	44 364	10 389	152 400	253 228
2004	897 139	2.01	54 252	10 773	163 835	263 004

资料来源：电力工业统计资料汇编

表 1.3 220 千伏及以上输电线路长度

年份	总计/公里	增长率/%	750 千伏	500 千伏	330 千伏	220 千伏
			输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里	输电线路/公里
2005	254 988	—	—	62 866	13 059	177 619
2006	281 507	10.40	141	73 394	13 975	193 997
2007	327 078	14.2	141	90 426	15 921	220 590
2008	364 796	11.1	536	109 642	17 906	236 712

资料来源：中国电力年鉴和中电联电力工业统计快报

表 1.4 35 千伏及以上变电设备容量

年份	总计/万千伏安	增长率/%	500 千伏变电	330 千伏变电	220 千伏变电	110 千伏变电
			设备/万千伏安	设备/万千伏安	设备/万千伏安	设备/万千伏安
1989	37 138	—	1 877	447	9 985	12 092
1990	39 257	5.71	2 069	471	10 407	13 914
1991	43 337	10.39	2 149	588	11 958	15 188
1992	46 924	8.28	3 088	636	13 194	16 412
1993	51 337	9.40	3 499	735	14 447	17 913
1994	56 580	10.21	3 866	804	16 181	19 872
1995	62 821	11.03	4 507	819	18 027	22 163
1996	69 825	11.15	5 136	915	20 369	24 807

续表

年份	总计/万千伏安	增长率/%	500 千伏变电 设备/万千伏安	330 千伏变电 设备/万千伏安	220 千伏变电 设备/万千伏安	110 千伏变电 设备/万千伏安
1997	76 574	9.67	5 666	930	22 791	27 379
1998	83 427	8.95	6 882	1 065	25 096	29 714
1999	91 775	10.01	8 012	1 248	28 027	32 406
2000	99 612	8.54	9 447	1 410	30 632	35 384
2001	111 771	12.21	11 731	1 527	34 026	40 238
2002	124 456	11.35	13 725	1 755	37 209	44 762
2003	138 834	11.55	16 166	1 899	42 588	50 276
2004	157 017	13.10	20 671	2 064	48 753	56 184

资料来源：电力工业统计资料汇编

表 1.5 220 千伏及以上变电设备容量

年份	总计/万千伏安	增长率/%	750 千伏变电 设备/万千伏安	500 千伏变电 设备/万千伏安	330 千伏变电 设备/万千伏安	220 千伏变电 设备/万千伏安
2005	84 815	—	—	25 082	2 557	56 903
2006	98 131	15.7	300	29 547	3 130	65 154
2007	114 445	18.7	300	36 876	3 973	73 296
2008	138 714	17.80	660	50 840	4 493	82 721

资料来源：中国电力年鉴和中电联电力工业统计快报

1.3.3 能源和电力消费弹性系数、单位 GDP 能耗和电耗

我国各历史时期的能源和电力消费弹性系数如表 1.6 所示。总的来说，在“一五”至“五五”期间，电力消费弹性系数均大于 1。这段时间里，电力建设和生产，如同交通运输和邮电通信等部门一样，严重滞后于国民经济的发展，一直是国民经济的瓶颈部门。电力供应不足，企业生产经常“开三停四”或“开四停三”，人民生活常受拉闸限电的困扰。随着国民经济的逐步转型，第三产业不断发展，工业结构由高能耗、规模扩张型逐步向低能耗、轻型、高附加值型过渡，电力消费弹性系数开始显著下降，并在这一时期的大部分年份处于 1.0 以下。但是，这一良好的势头在 2000 年以后开始呈现逆转，并一直持续到 2007 年，这在一定程度上反映了一些地区盲目对高能耗工业产品铺摊子、上项目这令人担忧的趋势。

表 1.6 各个时期能源和电力消费弹性系数

时间	能源消费弹性系数	电力消费弹性系数
“一五”时期	1.7	2.41
“二五”时期	—	—
1963~1965年	0.21	0.94
“三五”时期	1.26	1.37
“四五”时期	1.73	2.01
“五五”时期	1.08	1.75
“六五”时期	0.60	0.64
“七五”时期	0.52	1.12
“八五”时期	0.63	0.85
1994年	0.46	0.87
1995年	0.65	0.81
1996年	0.62	0.75
1997年	-0.09	0.58
1998年	-0.52	0.27
1999年	-0.22	0.92
2000年	0.02	1.37
2001年	0.47	1.12
2002年	1.21	1.43
2003年	1.53	1.56
2004年	1.59	1.52
2005年	1.02	1.3
2006年	0.83	1.26
2007年	0.66	1.21
2008年	0.44	0.62

资料来源：电力工业统计资料汇编和中国统计年鉴

能源和电力消费弹性系数的高低直接反映在单位 GDP 能耗和电耗的增减变化上。能源和电力消费弹性系数高于 1.0 时，单位 GDP 能耗和电耗呈现出上升的态势。反之亦然。表 1.7、图 1.4 和图 1.5 反映了我国自 1990 年以来，单位 GDP 能耗和电耗的变化。

表 1.7 历年单位 GDP 能耗和电耗

年份	单位 GDP 能耗 /(吨/万元)	单位 GDP 能耗的 下降百分比/%	单位 GDP 电耗 /(千瓦时/万元)	单位 GDP 电耗的 下降百分比/%
1990	5.58	8	3 465	3.8
1991	5.14	8	3 317	4.3
1992	4.53	12	3 104	6.4

续表

年份	单位 GDP 能耗 /(吨/万元)	单位 GDP 能耗的 下降百分比/%	单位 GDP 电耗 /(千瓦时/万元)	单位 GDP 电耗的 下降百分比/%
1993	3.58	21	2 613	15.8
1994	2.68	25	2 065	21.0
1995	2.33	13	1 697	17.8
1996	2.06	12	1 559	8.1
1997	1.93	6	1 467	5.3
1998	1.71	11	1 426	3.4
1999	1.49	13	1 474	-3.4
2000	1.43	10	1 506	-2.2
2001	1.38	4	1 547	-2.7
2002	1.45	-5	1 600	-3.4
2003	1.36	6.62	1 465	9.2
2004	1.432	-5.21	1 533	-4.4
2005	1.433	-0.11	1 591	-3.6
2006	1.20	19.43	1 381	15.2
2007	1.06	13.21	1 301	6.2
2008	0.95	11.58	1 140	14.1

注：2003~2005 年单位 GDP 能耗（电耗）按 2000 年不变价格计算；2005 年、2006 年单位 GDP 能耗（电耗）按 2005 年不变价格计算；2007 年、2008 年单位 GDP 能耗（电耗）按当年的现价计算。负号表示增长

资料来源：电力工业统计资料汇编和中国统计年鉴

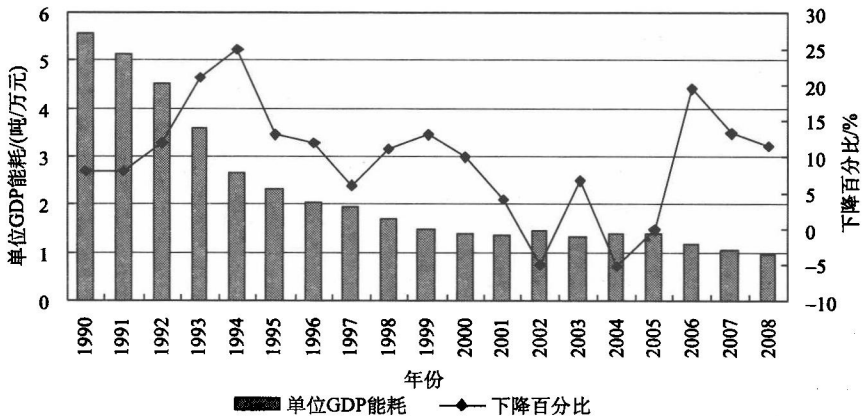


图 1.4 1990~2008 年我国单位 GDP 能耗及其变化

资料来源：电力工业统计资料汇编和中国统计年鉴