

区域

电力市场下发电集团公司

竞价决策

The Bidding Decision of Generation Group
in Regional Electricity Market

陈永权 著

本书首次从理论和实践两个方面探讨了发电集团在区域电力市场环境下的竞价决策权分配问题。通过分析，论述了发电集团公司如何实现协作竞价，如何识别协作竞价的影响因素，如何分配协作竞价的收益或损失，如何保证竞价策略的实施，并指出了协作竞价决策中需要解决的问题。



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



区域

电力市场下发电集团公司

竞价决策

陈永权 著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书首次从理论和实践两个方面探讨了发电集团在区域电力市场环境下的竞价决策分配问题。通过分析,论述了发电集团公司如何实现协作竞价、如何识别协作竞价的影响因素、如何分配协作竞价的收益或损失、如何保证竞价策略的实施,指出了协作竞价决策中需要解决的问题。

本书可供发电集团公司电厂报价人员和相关专业人员使用,也可供电力市场方向相关专业高校师生阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

区域电力市场下发电集团公司竞价决策 / 陈永权著. —北京:
中国电力出版社, 2009
ISBN 978-7-5083-8460-3

I. 区… II. 陈… III. 发电厂—电力价格—市场竞争—
研究—中国 IV. F426.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 011876 号

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

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷
710 毫米×980 毫米 16 开本 8.75 印张 152 千字
印数 0001—2000 册 定价 18.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

区域电力市场下发电集团公司竞价决策

伴随着中国区域电力市场试点的开展，发电集团在电力市场化环境中如何开展经济活动及在市场中如何避免风险赢得发展的问题成为企业实际工作中的关键问题。目前，中国开展的区域电力市场是在特定的区域发电侧引入竞争机制，形成五大发电集团公司所属发电厂之间及与各个独立发电厂的竞争，而电网公司在各个区域的分支机构既是交易机构又是调度机构，负责市场的运营，由于发电厂商没有选择用户的权利，只是参与竞价，很容易造成发电厂商之间的恶性竞争。同时，在区域市场建设的初期，由于只有现货市场而没有金融市场等价格调整手段，发电集团公司面临着巨大的价格风险。因而，电力市场初期发电集团公司规避市场风险的手段更多的需要诉诸于自身的竞价决策机制的合理安排来实现。发电集团公司协作竞价决策的机制安排因而成为本书的研究对象，通过对协作竞价的探讨寻求一种更加适合发电集团公司组织形式的竞价决策机制。

本书对电力市场环境下的发电集团公司如何发挥规模优势、如何实现协作竞价、如何识别竞价中的影响因素、如何分配协作竞价产生的增量收益或损失，如何设置组织来保证策略的实施等问题进行了全面分析，指出协作竞价决策中需要解决的关键性问题，以及建立协作竞价决策的必要性和可行性。同时，针对曾经展开的东北区域电力市场和华东区域电力市场的规则，提出一种基于主观概率的风险型完美的竞价方法，以及在协作竞价方式下和在分散竞价方式下的应用。并以东北区域电力市场为例，说明发电集团公司协作竞价的具体安排。

本书共分七章。第一章为企业集团和电力市场。第二章为竞价因素及决策方式。第三章为发电公司竞价策略问题，提出了基于博弈论的投标策略、基于神经网络的投标策略和基于主观概率理论的投标策略，并以某发电集团公司所属发电厂为例通过数据加以验证。第四章为发电协作竞价问题，首先通过博弈理论对竞价的模式进行分析，然后分别探讨采用发电集团公司协作竞价方式与采用各电厂分散竞价方式的不同竞价策略，并详细叙述了它们在电力市场中的实现方法，运算结果表明协作竞价安排更有利于发电集团在竞价中的获利。第五章为协作竞价的利益分配、模式及评价体系，对协作竞价中涉及的利益分配、组织模式以及考核安排等几方面的关键问题进行了较为详细的论述。第六

章为协作竞价中的信息共享，并从不同角度对信息平台的构建作了讨论。第七章为发电集团公司的机遇和挑战。

作为第一本针对发电集团公司竞价决策问题的理论和实践探索的书籍，希望能够为发电集团公司内部竞价机制制度创新提供理论支持。书中参考了国内外学者的大量资料，在此表示谢意。同时要感谢华北电力大学工商管理学院牛东晓院长，谭忠富教授，李存斌教授及其他同事的帮助，感谢我的博士生导师英国皇家工程院院士宋永华教授和华北电力大学电气与电子工程学院常务副院长肖湘宁教授对笔者的教诲。最后，感谢家人的理解与支持。

在本书的出版过程中，中国电力出版社做了大量的工作，在此深表谢意。同时感谢华北电力大学工商管理学院专著出版基金的资助。

由于作者水平所限，加之国内电力市场理论尚未成熟，书中难免有不妥之处，请读者批评指正。

陈永权

2009年6月于北京回龙观

目 录

区域电力市场下发电集团公司竞价决策

前言

第一章 企业集团和电力市场.....	1
第一节 概论.....	1
第二节 企业集团的内部协同.....	5
第三节 发电竞价理论及现状分析.....	7
第四节 本书的研究对象.....	9
第二章 竞价因素及决策方式.....	14
第一节 电价及电价链.....	14
第二节 影响竞价的因素分析.....	20
第三节 竞价决策方式分析.....	25
第三章 发电公司竞价策略问题.....	29
第一节 发电公司竞价策略研究的基本方法.....	29
第二节 基于博弈论的发电竞价策略.....	30
第三节 基于人工神经网络的竞价策略.....	33
第四节 基于主观概率的风险型完美报价的竞价策略.....	37
第五节 发电公司竞价策略在初始电力市场阶段的应用.....	42
第六节 发电公司竞价策略在成熟电力市场阶段的应用.....	48
第四章 发电协作竞价问题.....	52
第一节 基于博弈论的发电商竞价模式研究.....	52
第二节 协作竞价与分散竞价的比较.....	58
第五章 协作竞价的利益分配、模式及评价体系.....	71
第一节 利益分配问题.....	71
第二节 组织设计的问题.....	74
第三节 协作竞价效益评价.....	78
第四节 局部变权综合评价方法的应用.....	82

第六章 协作竞价中的信息共享.....	87
第一节 协作竞价的信息平台建设.....	88
第二节 基于 multi-Agent 的发电竞价协同平台.....	90
第三节 基于 Web Service 的发电竞价信息共享平台.....	95
第七章 发电集团公司的机遇和挑战.....	101
第一节 发电集团公司面临的挑战.....	101
第二节 内容回顾及展望.....	102
附录 1 协作竞价程序代码.....	106
附录 2 分散竞价程序代码.....	113
参考文献.....	125

第一章

企业集团和电力市场

第一节 概 论

一、企业集团

改革开放以来，中国的企业获得了快速的成长，许多大型企业以集团的形式存在于市场中，电力企业尤为显著：形成了五大发电集团公司和两家电网公司的格局，发电集团公司就是一种企业集团的组织形式。因而，发电企业的运营和发展离不开企业集团这种组织模式所带来的烙印。

企业集团作为一个高级形态的企业组织形式，从根本上有别于个人、古典企业、现代企业等几个阶段的企业组织形式。许多学者对企业集团这种混合的企业组织形式作过深入的研究：如学者 Strachan (1976) 将企业集团定义为“多种多样的企业长期的联合体，并由同一个人（法人）所有和经营”，即由同一个行政管理层或处于同一个财政控制下的、在各种不同市场运作的公司群。

目前为止，学术界对企业集团的定义仍然存在不同意见，但是总体上可以按照股权结构将企业集团分成非紧密型和紧密型两种。非紧密型企业集团的组成包括正式的股权结构和非正式的社会联结与纽带，强调成员企业间的多种形式的纽带，例如家族、等级制度（如印度的世袭阶级）、语言、种族和地区等。这些纽带加强了成员企业间的财政和组织上的关系。著名社会学家 Granovetter 认为，企业集团是企业联合体，通过各种不同程度的法律和社会上的联系，并处于在一个核心或占优势的企业控制之下，同时进入几个市场运作。战略管理学者 Khanna 和 Rivkin 把企业集团定义为一个企业族群，其中的成员企业具有独立法人地位，并通过正式或非正式的纽带形成一体，通常通过协调彼此之间的关系采取一致行为。紧密型企业集团是指集团的成员企业只有股权关系。据此，韩国研究企业集团的学者 Chang 和 Choi 一般均以正式的股权联系作为判断是否为集团成员的标准。

我国国家统计局将企业集团定义为“以母公司为主体，通过投资以生产经营协作等多种方式，与众多的企事业单位共同组成的经济联合体”。国外学者 Nolan 在研究中国企业集团时，也将集团局限在以母公司或者核心公司及由这

些公司控股的子公司组成的经济组织中。

美国的企业集团和概念仅指由处于同一管理部门控制之下由若干家公司所组成的利益集团，权力核心通常是商业银行或其附属。

日本的企业集团主要指多数企业相互保持独立性并相互持股，在融资关系、人员派遣、原材料供应、产品销售、制造技术等方面建立紧密关系而协调行动的企业群体。

德国的企业集团主要指以一个大企业为核心，通过控股、持股控制一大批子公司、孙公司、关联公司而形成的财团，其特点是核心企业均高有董事会和权力很大的监事会，且通过派遣监事、董事，以垂直控制的方式控制整个企业系统。

韩国交易与贸易委员会将企业集团定义为“由公司组成的集团，其中超过30%的股份由某些个人或者这些个人控制的公司所有”，因此整体管理，如任命执行官受到极大的影响。

国际上很多学者试图通过各种理论框架来解释企业集团存在的合理性。早期研究企业集团的学者，如 Leff 和 Goto 等从经济学角度出发，认为企业集团是某个经济发展过程中出现的一种特殊的工业组织形态，并指出这种集团的特点在于保持和积累发展经济中、无法从市场获得的稀缺资源，如创业家、经理才能和资金等。1988年，韩国学者 Chang 和 Choi 在国际著名经济学期刊 *Journal of Industrial Economics* 发表了《韩国企业集团的战略、结构与绩效》一文，标志着以经济学理论对企业集团战略和组织结构进行系统实证研究的开始。与此同时，以 Biggart 和 Hamilton 为代表的社会学家也开始研究日本、韩国和中国台湾地区企业集团的不同形式。20世纪90年代后期，越来越多的有关企业集团的理论框架和实证研究的成果不断涌现，相应的文献发表在经济学、社会学、管理学和财务学等学术期刊上。目前，指导企业集团研究的理论框架主要来自三大社会科学领域，即经济学、社会学和政治学理论。

无论是哪种类型，企业集团具有三个相似的基本特征：

(1) 集团内部各成员是具有独立法人资格的公司，有相对独立的经营地位和决策权。这与多分部组织结构不同，多分部组织结构的事业部一般是公司内部单位。因此，从法律意义上来说，每个集团成员公司都是独立经营的法人单位。

(2) 企业集团可以由一个核心（或主导）的个人、家族或企业以相对多数甚至绝对控股的方式掌控。不同国家或地区的企业集团，核心企业控制成员的力度是不同的。在某些企业集团，核心企业几乎完全控制了成员企业经营的各

项活动，而且股权与管理控制权高度整合，即核心股东本身也是集团管理层的主要成员；在另一些企业集团，成员企业的独立性更强，具有更大的决策自主权。母公司或者核心企业通过行政管理手段，控制和协调成员企业之间活动，避免由于成员企业的利益冲突而损害集团的整体竞争优势。

(3) 企业集团的成员企业间通过交叉控股、参股、关联交易形成法律、经济和社会纽带结合，并以此抵御外来竞争或者收购兼并的威胁。在这方面，企业集团与普通的控股公司不同：控股公司虽然具有高度多元化的特点，但其增值方式多数采用频繁收购兼并和重组，各个业务单元之间并没有过多的股权或者经营方面的联系；企业集团以股权、债务、财务往来和商业贸易等手段加强自身内部各个成员企业的联系。

企业集团在结构形式上，表现为以大企业为核心、诸多企业为外围的多层次组织结构；在联合的纽带上，表现为以经济技术或经营联系为基础、实行资产联合的高级、深层、相对稳定的企业联合组织；在联合体内部的管理体制上，表现为各成员企业既保持相对独立的地位，又实行统一领导和分层管理的制度，建立了集权与分权相结合的领导体制；在联合体的规模和经营方式上，表现为规模巨大、实力雄厚，是跨部门、跨地区，甚至跨国度多角化经营的企业联合体。

企业集团按不同的标准和关系可分为不同的种类。例如，根据集团业务系统的一致性可以将其划分为以下几种：

(1) 同一业务系统。集团各子公司业务属于同一产业的同一业务系统，各子公司分别处于价值链的不同位置上，如电脑操作系统、网络软件、办公软件。

(2) 共享业务系统。集团各子公司业务属于同一产业但各子公司提供不同的产品或服务，共享集团业务平台或系统，如客运和货运。

(3) 共享技能。跨行业多元化但是相互补充；集团各子公司业务属于不同产业但可以共享集团的相关技能或资源，如金融和房地产。

(4) 业务分立。集团各子公司业务属于不同产业且相互间不存在互补性或协同性。

根据集团形成的过程与组建方式可以将其划分为以下几种：

(1) 运营管理。母公司对子公司的财务、人事、经营活动进行全面的控制。

(2) 战略控制。母公司通过提供集中的财务、人事等方面的共享服务，监督与控制子公司的主要经营活动，如产品研发、关键业务主管。

(3) 战略设计。母公司通过对子公司的经营方向、经营目标等方面进行指

导，协调集团子公司的发展战略。

(4) 资本投资。母公司为子公司提供金融/政策支持，产业指导，母公司不参与具体的运营管理。

根据集团公司的业务类型可以将其划分为以下几种：

(1) 大型生产联合公司。它由许多生产同类商品的企业或由在生产上有密切联系的一些企业相互联合而组成的一个庞大的企业组织。它的特点是：①以骨干厂为核心或以生产名优产品的企业为龙头，聚集一大批企业，形成一个庞大的专业协作网；②核心企业与成员企业之间的业务关系表现为垂直的纵向关系；③拥有先进的技术设备、大量的科技人才和雄厚的资金。

(2) 大型综合经营联合公司。它把不同部门中的企业联系在一起，并以其中实力最雄厚的大企业为核心而形成的多种企业集团。它的特点是：①参加大型综合经营联合公司的成员企业，可以是生产不同类别产品的企业；②成员企业既可以是工业和交通运输部门的生产性企业，也可以是贸易公司、宾馆、饭店等非生产性企业。

(3) 金融信托投资公司。它指金融机构与生产经营企业的联营。它的特点是：以某公司的股票和债券为经营对象，通过证券买卖和股利、债息获取收益，或以投资者身份直接参与对企业的投资。

二、电力市场及中国区域电力市场建设

现代意义的电力市场是相对于传统的垄断性电力工业运营模式而言，是在对原有电力工业结构调整后，形成通过市场机制完成电力工业的市场化运营后，全部电力工业资产结构、运营管理和运行管理模式的总称。虽然电力市场的市场规则、组织结构在不同的国家甚至同一个国家的不同地区都会有所不同，但电力市场的核心，即通过引入市场竞争机制及通过市场来配置资源的目标是相同的。

电力市场可以分为软件和硬件两个部分。软件部分是指市场的制度和规则。硬件部分是依据规则发展的市场运行所依赖的电力工业运行的设备和平台。

通常，电力市场包括如下市场的主体：电力交易中心、系统调度中心、发电商、配电商、电网公司和中间商。

电力市场根据市场开放的程度可以分为买电型、批发竞争型和零售竞争型。

电力市场的交易形式可以分为双边合同交易、现货交易和期货交易。

中国的电力市场建设模式是构建区域电力市场，这是由其幅员辽阔，各地区电网结构、发展水平和电力供需状况不同决定的。中国曾经开展的区域电力市场有东北区域电力市场、华东区域电力市场和南方区域电力市场。

东北区域电力市场的建设始于2003年2月。2003年6月,国家电力监管委员会印发的《关于建立东北区域电力市场的意见》,标志着第一个区域电力市场的试点工作正式启动。2004年1~4月,东北区域电力市场开始单一制电价部分电量竞争的模拟运行,6月19日,进入全电量加两部制电价的年度、月度竞价的模拟运行。12月13日,模拟运行结束,正式试运行开始。12月22日,东北区域电力市场完成了2005年度的两轮年度竞价交易。2005年1月,东北区域电力市场试运行月度竞价暂缓进行,5月月度竞价试运行重新启动。2006年上半年,平衡账户严重亏空等问题导致该区域电力市场再度中断,至今没有恢复。

华东区域电力市场的建设始于2003年6月,国家电力监管委员会印发的《关于开展华东电力市场试点工作的通知》标志着华东电力市场试点工作的启动。2003年11月,国家电力监管委员会印发了《华东电力市场试点方案》,为华东电力市场建设提供了市场规则框架和未来发展规划。2004年4月8日,国家电力监管委员会印发《华东电力市场技术支持系统功能规范》,为电力市场运营平台的建设提供了指导。2004年4月19日,国家电力监管委员会印发《华东电力市场运营规则》,2004年5月8日,国家电力监管委员会印发《华东电力市场月度竞价实施细则》,为华东电力市场正式进入月竞价模拟运行提供了条件。2005年8月,编制完成目前市场规则,同年10月,华东电力市场开始综合模拟运行。2006年3月,国家电力监管委员会印发了《华东电力市场运营规则(试行)》。截至2005年9月,华东区域电力市场共进行月度模拟竞价16次,其平衡账户出现亏损,市场运营暂停,至今没有恢复。

南方区域电力市场的建设始于2004年3月,国家电力监管委员会于同年4月在广州召开南方电力市场建设工作领导小组第一次会议,会议明确了南方区域电力市场建设的指导思想、建设目标、建设原则等主要问题。同年12月,国家电力监管委员会出台了《南方电力市场建设方案》,2005年5月,推出了《南方电力市场运营规则》等文件。2005年11月21日,南方区域电力市场模拟运行,第一阶段模拟运行的参与者是单机容量30万kW及以上的14家电厂的39台机组,总装机容量为1354万kW,占当年南方区域现有总装机容量的17%。后来由于同样原因,南方电力市场停止,至今没有恢复。

第二节 企业集团的内部协同

协同概念源自系统科学中的协同学理论。1971年,德国物理学家赫尔

曼·哈肯提出了协同的概念，并于1976年在其发表的《协同学导论》中系统地论述了协同理论。协同论认为：整个环境中的各个系统间存在着相互影响、相互合作的关系。随着系统科学研究的不断深入，管理界逐渐接受了协同的观点，认为协同是建立在企业之间资源共享的共生互存关系之上的，强调企业的整体价值。也有人把战略过程适应组织环境看作一项重要的管理任务，认为协同是指如何通过合作实体之间的共享能力来巩固合作者彼此之间的竞争地位；企业资源的角度认为协同是由隐性资产实现的，所谓协同就是“搭便车”，即从公司某一部分发展出来的隐性资产可以同时被用于其他领域，且不会被损耗。

系统协同的主要特征是：

(1) 目标性。协同以实现系统总体演进目标为目的的，没有系统总体演进目标，就无需各个子系统或各部门之间的相互合作、相互支持和相互促进，系统也就失去方向性。

(2) 联系性。协同是系统在一定的外部环境条件约束下，系统内部各系统或各个部门之间相互作用而产生整体效应。

(3) 网络性。协同是以系统外部环境与内部各子系统或各个部门为基础的，只有全面掌握、详细划分系统总体中的事物或现象，并形成多层次、多角度、全方位的立体网络体系，才能有效地组织系统协同工作。

(4) 动态性。系统协同是动态的，系统内各子系统或各个部门之间相互关系在实现系统总体目标的进程中，需要根据系统发展实际情况，及时给予调控与修正，修订各子系统或各个部门的目标，以保证系统总体目标的实现。

企业的协同效应就是指企业生产、营销、管理的不同环节、不同阶段、不同方面共同利用同一资源而产生的整体效应。

企业集团的协同效应是指企业集团通过对各部门、各环节、各要素的功能耦合和能力整合，使企业集团产生整体功能远远超出各部门、各环节、各要素的功能之和，简单地说就是产生 $2+2>4$ 的效果，使企业集团的整体价值大于各部分的价值之和。这种隐性的、不易被识别的价值增值，能大大提升企业集团的竞争力，从而为企业集团带来持续的竞争优势。

企业集团作为一个相对独立而又开放的复杂系统，是由内部系统和外部系统构成的。企业集团内部系统包括各种人力、物力、财力、时间、空间、管理、信息、科技要素等。内部系统的协同主要是增强组成企业集团复杂系统的各子系统之间的匹配，使之实现效应最优和提高系统的整体柔性。在协同环境下，企业集团内部各子系统的运营都是围绕战略目标而展开的，它们在内涵上具有一致性。

第三节 发电竞价理论及现状分析

在新的市场机制下，市场中的竞争主体必然以最大化自身的收益为企业的目标，这需要通过在市场竞争中采用某种竞价策略来实现。经济学理论认为，当电力市场处于一种理想的完全竞争状态时，发电公司的最优竞价策略是按边际成本报价的。然而，实际的电力市场往往是一个不完全竞争的市场，发电公司就可以利用市场结构的非完美性，通过策略性报价获取超额利润。当竞争性市场中的一个发电公司没有按照边际成本报价，而是试图利用市场结构的非完美报一个超出边际成本的价格，从而获得更多的利润，这种行为就是策略性的报价。

随着电力市场的发展，新的问题不断出现，有关发电公司竞价策略的研究更加活跃，新方法、新思路层出不穷，但大体可归为四大类：基于成本分析、预测市场出清价、估计竞争对手报价行为及基于博弈论的方法。

基于成本分析的方法的基本思路是将发电公司的电能生产成本加上合理利润（由发电公司自己确定）作为上报电价。一般发电公司会在高负荷时段申报适当高的价格，而在低负荷时段申报相对更低的价格。此方法比较简单、容易掌握，但未考虑其他竞争对手的报价情况，很难做到利润最大化。发电成本分析是发电公司进行报价的基础，对发电成本进行准确分析和预测是这种方法的核心。由于在电力市场环境下存在各种不确定因素，如负荷需求、发电机组强迫停运和燃料价格等，所以发电成本分析在传统分析方法的基础上还要加入一些新的内容。文献[16]提出一种按照成本加成法作为发电公司的报价策略，具体报价为在实时成本的基础上加上利润和税金作为其最后申报的价格，同时灵活考虑在不同负荷时段设置不同的利润率。文献[17]指出发电公司的成本可以分为固定成本和变动成本两部分，并据此给出能快速制定报价的利润曲线图。文献[18]提出了一种基于竞价策略的产品成本模型（SPCM），并将之应用于实际的批发市场。文献[19]提出了一种在竞争环境下计算和分解中期边际成本的方法，该方法基于市场均衡模型，其目标是为发电厂提供一种管理其资源的有效方法，以帮助电厂优化运行、报价决策、资产评估和合同管理。

预测市场出清价的方法的基本原理是首先对电力市场中相应的电价进行预测，然后发电公司只要报一个比预测电价略低的价格即可。这种方法原理上简单，但准确预测市场电价非常困难：电价预测需要对系统负荷需求、

其他发电公司的投标行为、输电网络的拥挤状况、电力市场的运行状况等有全面的了解，需要有充分的历史数据。由于电力市场的参与者很少，随机性和投机性大，电价变化起伏性大，电价规律不易掌握。常见的方法有神经网络、时间序列方法、Markov 模型、基于数据挖掘中的相似搜索技术和加权回归技术的短期电价预测法，一旦较为准确预测出市场出清电价，发电公司只需报一个比出清电价略低的申报电价，即可确保竞价成功。文献[36]~[38]研究了如何预测市场出清电价，以便合理安排机组的运行计划，从而获得最大利润。

估计竞争对手报价行为的方法是通过估计其他发电公司的投标行为来构造自己的报价策略。其原理是首先用数学方法或实践理论来估计竞争对手的报价行为，在此基础上建立最优竞价模型，并采用有效的方法求解此优化问题，得到发电公司的最优报价策略。此方法的难点在于能否准确地估计竞争对手的报价行为。要准确地估计竞争对手的报价行为，需要充分地掌握竞争对手的历史报价数据，只能通过估计竞争对手的成本加上对竞争对手市场力的分析来估计其报价行为。此外，电力市场中只有有限数目的发电公司，报价中存在投机行为，很难掌握竞争对手的报价规律。文献[39]根据边际成本的定义和随机生产模拟技术，提出了一种短期边际发电成本的概率学预测方法，但由于需要知道每个发电单元的具体情况，在实际电力市场中很难直接应用。为了更好地解决预测每一发电单元的报价情况的难题，文献[40]、[41]分别用模糊理论和可能性理论来描述对手的报价情况，进而将不确定性加以降低。

基于博弈论的方法在发电公司报价策略的研究应用中，其原理是根据电力交易先构造一个博弈模型（如 Cournot 模型、Stackelberg 模型）和供给函数模型，然后寻找这些模型的平衡点。这些平衡点就对应发电公司的最优报价策略。博弈论是专门研究两个或两个以上有冲突的个体在有相互作用的情况下如何进行各自优化决策的理论。这种方法存在下述问题：①在应用这些模型时做了很多简化假设，这样得到的平衡点对构造投标策略可能没有什么意义；②理论上还不清楚电力市场是否存在这样的平衡点；③应用博弈均衡理论进行发电公司策略行为研究，首先假设所有的市场参与者都已知自身和所有其他竞争者的真实生产成本函数，这在实际的电力市场中不现实的。因此，即使在理论上能够保证市场均衡解的存在，仍不能够保证市场参与者能够达成一致，而使市场运行于该均衡点。文献[42]基于矩阵博弈模型构造组合竞价策略，将候选的投标策略表示为离散量，可以得到各个发电公司采用不同的

策略组合时的收益矩阵,进而找到一个平衡的投标策略组合,该平衡点对应于最优的投标策略。文献[43]建立了多发电公司参与投标的收益矩阵,并得到了一个混合策略均衡解。文献[44]将在电力联营体中各竞争者(参与者)的竞争描述成一个非合作博弈问题。每个参与者均只具有不完全的信息,只知道自己的运行成本,却不知道其对手的运行成本信息。这种非合作博弈问题可以转化为完全但不完美的信息的博弈问题加以解决。最优价格选择来自对纳什均衡点的求取。文献[45]在电力联营体市场下,并考虑输电约束建立了不完全和非对称信息下的贝叶斯均衡模型,然后通过 Monte Carlo 模拟的方法求解自身的最优报价策略。文献[46]提出了发电公司投标策略的不确定型模型,在考虑市场信息不完全的条件下,通过估计竞争对手的最低投标建立发电公司的收益矩阵。该模型采用最大最小决策准则从收益矩阵中直接选取单时段优化的投标策略,减少了状态数。文献[47]提出了一种求解发电公司投标的 Nash 均衡解。文献[48]提出了电厂优化报价问题的数学模型,并给出了基于博弈论和概率论的求解方法。文献[49]运用博弈论中的一级密封价格拍卖原理,给出了在“单一购买者+差价合约”的电力市场中发电公司的不完全信息动态竞价博弈模型。该模型考虑了发电公司的单位成本、竞价成功的两种可能性的概率、差价合约电量、合约价格以及其预期的市场出清价格等因素。文献[50]利用博弈论方法建立了发电公司的竞价策略模型。该模型表明当电量市场需求小于等于每个发电公司的申报上网电量时,发电公司的最优报价将围绕其单位发电成本与电力市场最高限价之间的平均值小幅波动。文献[51]分析了机组利润、出清电量与报价策略系数之间的相互关系,从而得出了单机机组的最优报价策略和在报价越界时的优化调整方法并提出了同一电厂不同机组间的策略组合报价模型。另一些文献的研究基于寡头博弈模型,主要包括 Cournot 模型、Stackelberg 模型和供给函数模型。

第四节 本书的研究对象

一、中国区域电力市场特征

中国区域电力市场主要开展的有东北区域电力市场、华东区域电力市场和南方区域电力市场,由于各个市场所处的时间、空间和区域状况不同,因而各个区域电力市场既有电力市场的共性又有其自身的特点。本节将这三者从市场类型、市场主体、交易方式、竞价范围、时段划分、竞价单位和结算方式 7 个方面列表加以比较,如表 1-1 所示。

表 1-1

区域电力市场分析

区域市场	市场类型	市场主体	交易方式	竞价范围	时段划分	竞价单位	结算方式
东北区域 电力市场	单一买方 统一市场	发电企 业、大用户、 电网公司	年度和月 度交易	包括大用 户，无区外 购售电企业	无时段划 分	电厂	AB
华东区域 电力市场	多买方共 同市场	发电企 业、区外购 售电企业、 电网公司	月度和省 间交易	包括区外 购售电企业	峰、谷 2 时段	机组	MCP
南方区域 电力市场	多买方共 同市场	发电企 业、大用户、 区外购售电 企业、电网 公司	年度和月 度交易	包括大用 户、区外购 售电企业	峰、平、 谷 3 时段	机组	购售电平 均价格成交

从表中可以看出，东北区域电力市场采取的是单一买方统一市场，具体特征如下：

(1) 统一区域市场，同一交易平台。东北区域电力市场采用统一的规则和制度，并在同一个交易平台上完成交易，同时由东北电力调度交易中心统一负责市场运营，分别在辽宁、吉林、黑龙江三省设电力结算中心。

(2) 单一购买者模式。东北区域电力市场中省电力公司不作为电力供应商参与市场竞价，区域公司为整个区域电力市场的单一购买者。市场运行初期的成员包括东北电网有限公司及辽宁、吉林、黑龙江省电力有限公司和网内具备 10 万 kW 及以上火电机组（不含供热电厂和企业自备电厂）的发电企业。参与市场交易的发电厂共 26 家，总装机容量为 2174 万 kW，占东北电网总装机容量的 55.2%。模拟运行阶段，市场开展了月度竞价交易。

(3) 全电量竞争，两部制电价。东北区域电力市场实行全电量竞争、两部制电价。其中，容量电价为：新投产竞价机组实行统一的容量电价，对于未安装脱硫环保设施的燃煤发电机组容量电价水平（含税，下同）为每千瓦每可用小时 0.051 元，其他环保发电机组为每千瓦每可用小时 0.056 元。对已投产的竞价机组，除少数特殊电厂（政府批准的单位千瓦造价高于 7000 元的电厂或外商直接投资电厂有电价承诺的）外，其他电厂均统一实行与新投产机组相同的容量电价。未来会实行全区域统一的容量电价。

东北区域电力市场中的电量电价通过集中竞价形成，电量电价实行按竞价