

汉 · 译 · 工 · 商 · 管 · 理 · 经 · 典 · 教 · 材 · 丛 · 书

(第三辑)

Game Theory & Economics

博弈论与经济学

Christian Montet, Daniel Serra

[法] 克里斯汀·蒙特 丹尼尔·塞拉 著

张 琦 译

杨冠琼 审



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

汉 · 译 · 工 · 商 · 管 · 理 · 经 · 典 · 教 · 材 · 丛 · 书

(第三辑)

Game Theory & Economics

博弈论与经济学

Christian Montet, Daniel Serra

[法] 克里斯汀·蒙特 丹尼尔·塞拉 著

张 琦 译

杨冠琼 审



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

北京市版权局著作权合同登记：图字：01-2004—2327号

Game Theory & Economics By Christian Montet & Daniel Serra.

© Christian Montet & Daniel Serra 2003.

First Published 2003 By Palgrave Macmillan.

Chinese Translation Copyright © 2004 by Economy & Management Publishing House.

This translation of Game Theory & Economics, The Edition is published by arrangement with Palgrave Macmillan.

All rights reserved.

图书在版编目 (CIP) 数据

博弈论与经济学/(法)蒙特, (法)塞拉著; 张琦译.
—北京: 经济管理出版社, 2011.5
ISBN 978-7-5096-1435-8

I. ①博… II. ①蒙… ②塞… ③张… III. ①对策
论—应用—经济学—研究 IV. ①F224.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第090037号

出版发行: 经济管理出版社

北京市海淀区北蜂窝8号中雅大厦11层

电话: (010)51915602 邮编: 100038

印刷: 三河市海波印务有限公司

经销: 新华书店

选题策划: 杨世伟

责任编辑: 王根清

技术编辑: 杨 玲

责任校对: 超凡

880mm × 1230mm/16

22.25印张 592千字

2011年7月第2版

2011年7月第1次印刷

定价: 48.00元

书号: ISBN 978-7-5096-1435-8

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书, 如有印装错误, 由本社读者服务部

负责调换。联系地址: 北京阜外月坛北小街2号

电话: (010)68022974 邮编: 100836

致 谢

在把我们的讲义（大部分是用法语写成的）改编成为一本完整的书这一漫长而又费力的工作中，我们得到了许多人的帮助。我们对那些在帕尔格雷夫——麦克米兰（Palgrave Macmillan）出版公司工作的、耐心地指导并监督本书编写进程的工作人员表示衷心的感谢！

就我们的同事而言，我们首先要感谢 David Greenaway（诺丁汉大学），他是最先鼓励我们写这本书的人。没有他的支持，我们甚至想都没有想过要冒险用英文（这并非我们的母语）写一本教材。本书的某些部分是与 Didier Laussel 共同合作的成果。我们对那些阅读了本书部分章节或全文并且给我们提出修改和改进意见的同事表示感谢。就这一点而言，我们特别要感谢 Valérie Clément, Michel Deshons, Nicolas Gravel, Didier Laussel, Philippe Mahenc 和 Marc Willinger。

我们还要感谢那些阅读了本书的初稿并提出了很多重要修改建议的评论家。我们也对三位阅读了本书终稿并写出鼓励我们的报道和改进建议的评论家表示感谢。

Stephane Aymard，以前是蒙彼利埃大学的哲学博士（PHD），现在 Poitiers 大学研究工程学，应得到特别的感谢。作为一位实验经济学专家，他对本书的第八章做出了很大的贡献。他也为我们提供了一些练习题，特别是在前面几章。他还花费了大量的精力来对全书进行仔细阅读，并组织了某些章节。

LAMETA（法国的一个经济学研究中心）（蒙彼利埃大学）的成员，在本书写作和进展的不同阶段都给予了我们有价值的帮助。其中几位朋友在本书某些部分写作的技术方面给予我们以很大的帮助（尤其是一些公式和图表），有的是检验了一些练习题。我们在此特别感谢：Cédric Domergue, Nicolas Marchetti, Céline Mermet, Fabrice Yafil 以及 Emmanuel Sol。Thierry Vignolo 对第七章的部分内容做出了很大的贡献。

许多人都提供了有用的技术上的建议，并在我们写作的各个阶段都给予我们以帮助。在这些朋友当中，我们要感谢：Stephane Ballet 和 Caroline Beaucousin；至于语言上的校正，我们要感谢：Asha Neuville, Bénédicte Ricot 和 Anne Rocca。

最后，我们要感谢许许多多的学生，尤其是在读研究生的那些学生，蒙彼利埃大学经济系的 DEA “Microéconomie et calcul économique” 以及博士研究生。他们对改进我们的讲义功不可没；他们验证了许多练习题；甚至他们有时还发现了一些错误或不那么令人满意的解释。

克里斯汀·蒙特（Christian Montet）

丹尼尔·塞拉（Daniel Serra）

引言

- 1.1 为何需要一本新的教材
- 1.2 本书五个显著特色
- 1.3 本书的结构安排及可供选择的课程设计
- 1.4 给读者的建议

本书是我们在各种场合教授博弈论 (GT) 的结果。我们曾给本科生以及研究生讲授博弈论, 也曾其他课程中讲授博弈理论的应用 (包括 MBA 学员的产业组织和管理经济学)。

在 20 世纪 90 年代初期, 我们刚刚开始讲授博弈理论的时候, 手边仅有的教材要么仅仅停留在初级水平, 正像在许多微观经济学教科书中的那样; 要么就是较适合高级研究人员所学的高级水平。那时十分需要一本这样的教材, 它能够涵盖 GT 的主要方面, 内容全面综合而又严谨, 又不致于陷入高深技术的严密推导之中——因为这些只是该领域的高级专门研究人员所需的。为弥合横亘在我们面前的这一鸿沟, 我们的讲义在深度和数量上都大有进步。当然, 在我们编写这本教材的过程中, 一些针对高年级本科生或低年级本科生的教材已陆续出版。

1.1 为何需要一本新的教材

对本书所呈现的核心水平上的教材的需求源于两个方面的原因: 首先是因为非合作博弈理论在处理日益增多的经济学问题方面取得的成功, 其次是迫于博弈论自身发展的压力。

出现于经济学理论各领域以及诸如策略管理、法学和政治学等其他学科当中的非合作博弈理论 (non-cooperative GT) 所获得的成功, 被认为是近几十年来思想方面进展的显著特征。1994 年的诺贝尔经济学奖授予给了在 20 世纪 50~70 年代对博弈论做出重大贡献的 3 位经济学家: 约翰·纳什 (John Nash)、约翰·海萨尼 (John Harsanyi) 和莱茵哈德·泽尔腾 (Reinhard Selten), 这是对这一令人瞩目的成就最为明显的认同。最近荣膺诺贝尔经济学奖桂冠的经济学家, 诸如信息与合约方面的专家——威廉·维克里 (William Vickrey) 和詹姆士·米勒里斯 (James Mirrlees) (1996) 与迈克尔·斯蓬斯 (Michael Spence)、约瑟夫·斯蒂格利茨和乔治·阿克洛夫 (Georges Akerlof) (2001) ——也都是以各种各样的途径在经济理论中开发和应用博弈论分析的经济学家。

事实上, 博弈论深刻地改变了经济学下各子学科的内容。对产业组织理论、国际经济学 (尤其是贸易政策以及宏观经济政策合作方面)、劳动经济学、宏观经济政策、公共经济学以及公共政策领域, 产生了深刻影响。除了纯粹时髦效应——能够解释博弈论分析方法无孔不入的本质之外, 即便在这一途径最终看起来并不十分合适的那些地方, 博弈论对各学科的影响也可能持续下去。博弈论还处在不断创新、不断演进的阶段, 随着它在诸经济学问题当中多种多样的应用的成功与失败而在不断地发展。

lameta.univ-montpl.fr/online/gte/exercises.html。我们尽力全部地给出所有的问题，这样我们就能够把文中提到的一些理论观点视做练习。

1.3 本书的结构安排及可供选择的课程设计

本书共分八章。为何要这样组织以及各章内容的详细描述将在第一章给出。正像上面所强调的那样，本书是非常全面的，这也就意味着读者几乎不可能学完所有的内容，即便是用一学年的课时（或两学期的课时）。于是指导教师就会挑选出他们想给学生们讲授的部分，这是因其讲授的类型和学员的水平而定的。挑选出一些不同的专题以满足不同的需要是可能的。

下面我们给出四种可供选择的供一学期使用的教学大纲：第一种适合于教授博弈论的基本知识与应用；第二种包括较高级的技术水平与较难的应用；第三种方案首先强调了博弈论的经济学应用；第四种方案对应于博弈论中取得最新进展的专题。

1.4 给读者的建议

如果你是自学本书而不是跟班上课，那么你就要看看自己是否有必要的数学与经济学背景。就学习本书的先决条件而言，一个学期的微积分、最优化、数理统计以及中级微观经济学知识或许是必要的。在所需数学水平较高的地方（这一点并不常见），都有附录来弥补缺失的注解。

我们自然建议读者按照我们写书的顺序去读书。不过你也可以跳过某些章节，尤其是比较难的那些（我们以星号*标明的），这样不会影响到对本书的理解。还有，我们强烈地向学生建议，在网上作练习时要尽力去思考，不要先看答案。

本书包括大量的评论，按顺序排列在每一子节当中，它们拓展了正文中并未涉及或仅仅一笔带过的某些观点，并给出进一步阅读的指南。在读第一遍的时候，可以跳过这些。

当然，读者察觉到本书的“困难”因你的背景知识不同而不同。在本书各个部分，我们都尽力使问题简单，即便是在那些推荐给较高水平的人阅读的部分也是如此。只有那些标有星号的子节或段落才有理由认为是真正困难的。

公式与符号

在本书的大部分场合，我们所用的数学表达式都是标准的。下面我们就给出一些，我们赋予它们的意义在使用上是不太规范的。

$$x^{-i} = (x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n)$$

$$X^{-i} = \prod_{j \neq i} X_j$$

$$xs = (x_i)_{i \in S}$$

$$X/Y = \{x/x \in X \text{ 但 } x \notin Y\}$$

$$\frac{df}{dx} \text{ 或 } f', \frac{d^2 f}{dx^2} \text{ 或 } f'' \quad \text{分别表示一个函数的一阶、二阶导数}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x_i} \text{ 或 } f'_i, \frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \text{ 或 } f''_{ij} \quad \text{分别表示一个函数的一阶、二阶偏导数}$$

$$Df_{(x)} \quad \text{表示一个矩阵，其 } ij \text{ 项是 } \partial f_i(x)/\partial x_j$$

我们大量地用缩写来表示本书中经常使用的术语。主要的一些缩写如下（按照它所在文中出现的先后顺序排列）：

GT（博弈论）

TU（可转换的效用）

NTU（不可转换的效用）

VNM（冯·诺伊曼—罗宾斯坦恩）

DSE（占优策略均衡）

IDE（重复剔除占优均衡）

NE（纳什均衡）

SPE（子博弈完美均衡）

BE（贝叶斯均衡）

PTHE（完美颤抖手均衡）

PE（适当均衡）

PBE（完美贝叶斯均衡）

SE（序贯均衡）

NBS（纳什讨价还价解）

SNE（强纳什均衡）

CPNE（稳定联盟纳什均衡）

I（分配）

C（核）

S（稳定集）

BS（讨价还价集）

K（内核）

NL (核仁)
SV (夏普里值)
SCE (社会联盟均衡)
EGT (进化博弈理论)
RD (复制动态)
ESS (演进稳定策略)
EE (演进均衡)
TFT (以牙还牙)
ES (演进稳定)
NSS (中性稳定策略)
REE (进入均衡下的稳健性策略)
EES (均衡演化稳定集)
FP (不动点 (在动态中的))

注:

- 这些缩写有时应理解为复数: 比方说, NE 可以表示若干个纳什均衡。
- 这些缩写以黑体字给出时表示一个集合, 如 **NE** 表示一个 **NE** 集合。

评述:

在本书中, 关于参与者的身份 (性别), 我们使用如下简单的法则: 如果博弈有两个参与者, 我们则称参与者 1 为“她”, 称参与者 2 为“他”。在其他情况下, 我们就给出参与者究竟是谁, 或干脆用“她或他”表示任一参与者。

现在,对于学习经济学的学生来说,标准的教学计划一般都要求学生至少要学习博弈论基础。对于那些在读研究生以及希望能够进行新的研究项目的学生来说,掌握有关博弈论的高级知识——与其他标准化的工具如计量经济学一道——已经成为先决条件,在微观经济学和宏观经济学当中都是如此。即使在其他的领域当中,诸如管理学研究、法学和政治学等领域,掌握一些博弈论的基本知识越来越成为必不可少的条件,尤其是对于硕士研究生和博士研究生来说。

最近几年,博弈论及其应用取得了不断的进展。首先,曾经一度变得不那么时髦并且与非合作模型所取得的重大成功相比而显得相形见绌的合作博弈理论(cooperate GT),现又重新受到人们的关注,主要是和非合作博弈理论一道,以一种更加一致的方式来研究联合博弈。其次,正当关于均衡精炼的研究似乎逐渐销声匿迹并且受进展极度缓慢之困扰的时候,大量的研究却转向了参与者如何进行博弈、他们在博弈当中如何不断学习以及他们最终怎样达到一个均衡等方面。从生物学当中借鉴来的进化思维方式显示出有趣的特性,这些特性对于研究经济和商业博弈很有用,只要能够给参与者一定的学习能力——加快在这样或那样的道路上通往均衡的步伐。于是进化博弈理论就成为博弈论课程中不可或缺的一部分,并且关于博弈当中学习的研究也就当然地成为该学科中研究最活跃的领域之一。20世纪90年代博弈理论的第三个重大的演变来自于实验方法所提供的支持。实验博弈不仅能够证实博弈当中纯理论的推理所得出的一系列假说,并且通过反映出某些行为并不是完全与理论中推想的一致,从而引起博弈设计方式以及大量的博弈解说与分析方式的重大变革。

从20世纪90年代早期开始,我们的讲义为反映这些新的需求,尽可能地吸收博弈论中发生的变化而不断演变。所以,本书的一些显著的特色都是这种不断演进的结果。

1.2 本书的五个显著特色

第一个特色,也是最重要的一个,本书非常全面。它广泛地涵盖了非合作博弈理论、合作博弈理论、进化博弈和试验博弈。各种文献上的最新进展也包括了进来,即使在本书属于比较传统的部分,我们也尽量把一些受到忽视的话题囊括进来,如前向归纳、讨价还价中的“外部选项”角色都属此类。在每章的末尾都给出详尽的参考文献。

第二个特色是,本书用了大量的篇幅,实际上用了整整三章,来论述几个专题,而这些专题在其他教材中几乎根本不予讨论或者仅仅是总结性地一笔带过:一章专门论述联合博弈,另一章探讨进化博弈理论(EGT),还有一章研究实验博弈。在本书这种水平的教材中,全面而综合地介绍合作博弈理论似乎是很受欢迎的,把诸如联合(coalitions)的内生形成这样的话题包括进来,有助于把合作博弈理论与标准的分析框架联系起来。给予一些诸如进化博弈和博弈中的实验这样的新课题以一定的篇幅与强调,反映了本领域研究和进展的最新趋势。

第三个特色是,本书的难度适合较高水平的研究生。我们力求在文字表述或直观表述与更为严格的表述之间找到最佳的结合。

第四个特色是,我们在给出理论的同时,还给出了大量的经济应用,一般而言集中精力于近期的工作上。经济学的各种领域都给出了时髦的例子,如在产业组织理论、国际贸易和贸易政策理论,劳动经济学以及公共经济学等领域当中。我们努力使本书能够包括各种在不对称信息和合约理论中应用博弈论的例子。一些属于当代经济学分支的特殊专题,比方说道德风险、发信号和机制设计等,分别与各种情况下使用的均衡概念相对应而遍布本书的各个角落。

第五个特色是,一系列给出了答案的练习题免费在下面的网址提供:<http://www.>

目 录

图表目录	(1)
致谢	(1)
引言	(1)
□ 1.1 为何需要一本新的教材	(1)
□ 1.2 本书五个显著特色	(2)
□ 1.3 本书的结构安排及可供选择的课程设计	(3)
□ 1.4 给读者的建议	(3)
公式与符号	(1)
第一章 预备知识	(1)
□ 1.1 博弈论入门及本书的结构	(1)
1.1.1 博弈论：是什么及从何而来	(1)
1.1.2 非合作博弈和合作博弈：两个经典框架	(2)
1.1.3 博弈论与决策论的区别	(3)
1.1.4 理性行为、信息与均衡	(3)
1.1.5 关于均衡的“理性主义的”(rationalistic)和“进化的”(evolutive)解说	(4)
1.1.6 博弈论与经验主义	(6)
□ 1.2 本书的详细内容	(7)
□ 1.3 博弈的正规表述	(9)
1.3.1 扩展式表述的博弈	(9)
1.3.2 策略式表述的博弈	(12)
1.3.3 联合式博弈	(17)
参考文献	(19)

第二章 最优分散决策 (22)

□ 2.1 占优策略均衡(dominant strategy equilibrium) (23)

2.1.1 定义 (23)

2.1.2 存在性和效率 (24)

□ 2.2 重复剔除占优和反向归纳法 (26)

2.2.1 重复剔除占优 (26)

2.2.2 反向归纳 (29)

□ 2.3 安全第一 (31)

2.3.1 安全策略 (31)

2.3.2 在严格竞争博弈中的最优安全策略 (33)

□ 2.4 应用 (35)

2.4.1 投票博弈 (35)

2.4.2 实施理论和公共决策 (38)

参考文献 (45)

第三章 完备信息和完美信息下的非合作博弈 (47)

□ 3.1 纳什均衡:理论和早期应用 (48)

3.1.1 定义和存在性 (48)

3.1.2 产业组织中的两个经典应用:古诺双寡头模型和伯特兰双寡头模型 (51)

3.1.3 纳什均衡的证明及选择 (55)

3.1.4 NE概念的失灵(failures):不存在、多重及无效率 (57)

□ 3.2 扩展:随机化和相关(randomization and correlation) (59)

3.2.1 混合策略均衡 (59)

3.2.2 相关均衡 (64)

□ 3.3 重复博弈 (67)

3.3.1	定义	(67)
3.3.2	无名氏定理	(69)
□ 3.4	子博弈完美:精炼 1	(72)
3.4.1	子博弈完美和反向归纳法	(72)
3.4.2	斯塔克尔伯格均衡:在产业组织中的一个经典运用	(74)
3.4.3	在一般博弈中的子博弈完美	(75)
□ 3.5	应用	(81)
3.5.1	序贯博弈和策略承诺	(81)
3.5.2	序贯博弈和隐藏行动:道德风险	(88)
3.5.3	重复博弈与可置信的威胁或承诺	(92)
参考文献		(99)
 第四章 不完美信息或不完备信息的非合作博弈		(104)
□ 4.1	不完备信息博弈:贝叶斯均衡	(105)
4.1.1	完备信息博弈的公理性框架	(105)
4.1.2	可理性化的策略	(106)
4.1.3	贝叶斯博弈和纳什均衡	(107)
4.1.4	一个经典应用:拍卖	(111)
□ 4.2	完美和序贯:精炼 2	(113)
4.2.1	完美	(114)
4.2.2	序贯	(118)
□ 4.3	前向归纳:精炼 3	(124)
4.3.1	前向归纳与反向归纳	(125)
4.3.2	在信号传递博弈中前向归纳的形式	(128)
4.3.3	平衡点的稳定集合	(135)
□ 4.4	应用	(137)
4.4.1	不完全信息重复博弈:声誉效应	(137)
4.4.2	信号传递博弈	(140)
参考文献		(148)

第五章 讨价还价:从非合作博弈到合作博弈..... (151)

□ 5.1 讨价还价的策略式博弈 (152)

5.1.1 完备信息简单双人讨价还价博弈中的不确定性或极端纳什均衡 (152)

5.1.2 罗宾斯坦恩模型:在有限范围和无限范围讨价还价博弈中的轮流提议..... (155)

5.1.3 “外部选项”(outside option)博弈 (159)

5.1.4 不完备信息讨价还价的非合作理论* (162)

□ 5.2 讨价还价的公理化模型及纳什程序 (165)

5.2.1 纳什讨价还价解 (165)

5.2.2 其他公理化的讨价还价解 (173)

5.2.3 纳什计划:策略和公理方法的关系 (175)

□ 5.3 应用 (177)

5.3.1 双边垄断 (177)

5.3.2 企业和工会关于工资和就业的讨价还价 (178)

参考文献..... (179)

第六章 联盟:合作与非合作博弈 (182)

□ 6.1 联盟博弈简介 (182)

6.1.1 合作博弈的一般性质 (182)

6.1.2 对合作博弈中解概念的说明与归类 (186)

6.1.3 联盟的形成:合作与非合作框架..... (188)

□ 6.2 占优方法:核及相关的解概念 (190)

6.2.1 核 (190)

6.2.2 类似于核的解概念 (195)

□ 6.3 估值方法:夏普里值及其扩展 (201)

6.3.1 夏普里值 (201)

6.3.2 夏普里值与其他解概念间的联系 (203)

6.3.3 扩展 (206)

□ 6.4 内生联盟结构与联盟的形成	(208)
6.4.1 内生联盟结构:概述	(208)
6.4.2 考虑外部效用时联盟形成的非合作博弈	(214)
□ 6.5 应用	(219)
6.5.1 成本分摊博弈	(219)
6.5.2 环境联盟	(223)
参考文献	(233)
第七章 演进式博弈和学习	(239)
□ 7.1 基因复制动态过程与演化稳定策略:基本的生物学概念	(240)
7.1.1 基因复制动态过程	(240)
7.1.2 演化稳定策略	(244)
7.1.3 中性稳态、演化稳定集和面对均衡进入者的稳健性	(247)
7.1.4 非对称演化博弈	(249)
□ 7.2 向经济学的扩展与一般化:演化、理性与效率	(252)
7.2.1 基因复制动态过程、演化稳定策略及其他均衡概念的关系	(252)
7.2.2 演化与占优	(254)
7.2.3 演化稳定性和效率	(256)
□ 7.3 学习模型	(258)
7.3.1 路径学习*	(259)
7.3.2 通过模仿而学习	(259)
7.3.3 信念学习	(260)
□ 7.4 应用	(263)
7.4.1 国际贸易与企业内部组织	(263)
7.4.2 “连锁店”博弈的演化博弈形式	(267)
附录1 动力系统基础	(274)
附录2 Friedman 和 Fung 的模型(1996)	(275)
参考文献	(275)

第八章 实验博弈	(279)
□ 8.1 引起方法论的评价和最初的应用	(280)
8.1.1 历史和方法论	(280)
8.1.2 第一个应用:分析竞争博弈	(281)
□ 8.2 合作	(283)
8.2.1 合作:利他主义还是声誉积累行为	(283)
8.2.2 合作与序贯博弈中的向后推导	(287)
□ 8.3 协调	(289)
8.3.1 经典的协调博弈	(291)
8.3.2 增加协调的因素	(294)
□ 8.4 讨价还价	(296)
8.4.1 最后通牒博弈	(296)
8.4.2 一些其他讨价还价博弈	(302)
8.4.3 联盟博弈	(305)
□ 8.5 学习和演化	(307)
8.5.1 实验演化博弈中研究的问题	(307)
8.5.2 实验演化博弈的例子	(308)
8.5.3 博弈的学习	(312)
□ 8.6 从实验证据到新的博弈论模型化原则	(314)
8.6.1 参与者能力:面对新的有限理性原则	(315)
8.6.2 参与者动机:新“社会效用”模型	(317)
参考文献	(327)

图表目录

图 1.1	博弈树的例子	(13)
图 1.2	与扩展式表述的博弈相联系的矩阵表述	(15)
图 1.3	“石头、剪刀、布”博弈的策略式表述与扩展式表述	(16)
图 2.1	策略间的占优	(23)
图 2.2	囚徒困境博弈	(26)
图 2.3	重复剔除的占优均衡	(28)
图 2.4	(弱) 占优及不确定的结果	(28)
图 2.5	混合策略下的重复剔除占优	(29)
图 2.6	博弈的扩展式表述和策略式表述	(30)
图 2.7	安全策略	(31)
图 2.8	零和博弈	(34)
图 2.9	赫维奇图	(39)
图 2.10	维克里拍卖	(42)
图 3.1	纳什均衡	(49)
图 3.2	性别战	(50)
图 3.3	古诺—纳什均衡	(53)
图 3.4	NE 不存在	(58)
图 3.5	多个 NE	(59)
图 3.6	NE 的无效率	(59)
图 3.7	硬币匹配博弈	(59)
图 3.8	混合策略的 NE	(61)
图 3.9	相关均衡	(64)
图 3.10	第二种合作机制的扩展博弈	(65)
图 3.11	第三种合作机制的扩展博弈	(66)
图 3.12	囚徒困境	(68)
图 3.13	反向归纳原则	(72)
图 3.14	反向归纳与帕累托效率	(73)
图 3.15	子博弈完美均衡	(76)
图 3.16	子博弈中的 NE	(76)
图 3.17	SPE 与非理性行为	(79)
图 3.18	蜈蚣博弈	(80)
图 3.19	纳什—古诺均衡	(82)
图 3.20	跨国公司博弈的扩展式表述	(83)
图 3.21	跨国企业博弈的扩展式表述	(84)
图 3.22	反应函数曲线和等利润曲线——双寡头博弈模型	(85)

图 3.23	不同策略情形的分类	(88)
图 3.24	支付矩阵	(93)
图 3.25	国家福利	(94)
图 4.1	不完备信息博弈：策略式表述	(108)
图 4.2	不完备信息博弈：扩展式表述	(108)
图 4.3	PTHE (完美颤抖手均衡)	(114)
图 4.4	PTHE 及非效率	(116)
图 4.5	适当均衡	(117)
图 4.6	评估均衡	(119)
图 4.7	序贯均衡	(123)
图 4.8	序贯均衡：缩减的博弈树	(124)
图 4.9	前向归纳	(125)
图 4.10	重复剔除的占优	(126)
图 4.11	性别战中的一个变体的偿付矩阵	(127)
图 4.12	性别战博弈中的前向归纳	(127)
图 4.13	在性别战博弈中的前向归纳和后向归纳	(128)
图 4.14	啤酒—乳蛋饼博弈的扩展形式	(132)
图 4.15	概率为 $P=1/3$ 的啤酒—乳蛋饼博弈偿付矩阵	(132)
图 4.16	一个博弈的支付矩阵	(136)
图 4.17	最好的反应	(136)
图 4.18	进入博弈的扩展模式	(138)
图 4.19	“连锁店”博弈的支付矩阵	(139)
图 4.20	单一交叉点情形	(143)
图 4.21	分离均衡	(145)
图 5.1	扩展式表述的最后通牒博弈	(153)
图 5.2	扩展式表述的离散选择变量的最后通牒博弈	(154)
图 5.3	扩展式表述的轮流提议模型 (有限范围)	(156)
图 5.4	外部选项博弈树：第一种情况	(160)
图 5.5	外部选项博弈树：第二种情况	(160)
图 5.6	一个讨价还价问题 (X, d)	(166)
图 5.7	不相关选择的独立性	(167)
图 5.8	一般化的纳什讨价还价解	(168)
图 5.9	The Raiffa-Kalai-Smorodinsky 解	(173)
图 5.10	NBS 的双边垄断	(178)
图 6.1	内核 (K) 、核仁 (NL) 、核 (c) 、讨价还价集 (BS)	(200)
图 6.2	TVA 成本数据	(221)
图 6.3	TVA 博弈中的核和夏普里值	(221)
图 6.4	调整后的 TVA 博弈 (加大后) 中的核和夏普里值	(222)
图 6.5	调整后 TVA 博弈的 $NL(N)$	(223)
图 6.6	价值函数与获利能力函数 $(p=u-u^0)$	(226)
图 6.7	免费搭车函数 (Q)	(226)