

高等学校教材

博弈论教程

罗云峰 主编

GameTheory



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

高等学校教材

博弈论教程

主 编 罗云峰

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是一本关于博弈论基础的教材,全书共4部分,15章。第一部分完全信息静态博弈,介绍完全信息静态博弈的战略式描述、Nash均衡及Nash均衡的应用等;第二部分完全信息动态博弈,介绍完全信息动态博弈的扩展式描述、子博弈精炼Nash均衡及其应用,以及重复博弈等;第三部分不完全信息静态博弈,介绍贝叶斯博弈及贝叶斯Nash均衡,以及机制设计和实施理论等;第四部分不完全信息动态博弈,介绍精炼贝叶斯Nash均衡及其应用等。

本书是学习博弈论的入门教材,适合作为经济管理、系统工程及相关专业的本科生和研究生的教材和教学参考书,也可供决策分析、运筹学及社会选择理论等领域的研究人员阅读使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

博弈论教程/罗云峰主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2007.8
ISBN 978-7-81123-105-2

I. 博… II. 罗… III. 对策论-教材 IV. O225

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第114592号

责任编辑:黎 丹

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:22.75 字数:568千字

版 次:2007年9月第1版 2007年9月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-105-2/O·48

印 数:1~4 000册 定价:32.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

参 编 人 员

刘昌臣	杨晓花	李 艳	陈胜利
汤懿芳	于海东	吉炳安	吴辉球

前言

博弈论从诞生至今不过短短半个世纪的时间，但却对经济学乃至整个社会科学产生了重要的影响。目前，博弈论不仅已经成为主流经济学的重要组成部分，甚至有学者认为它是整个社会科学的基础。从 1994 年至今已经有四届诺贝尔经济学奖颁发给了从事博弈论及其应用研究的学者，使博弈论成为理论界关注的重点。然而博弈论不仅仅在理论界中光彩夺目，在经济、管理、法律、政治、军事国防、工程、医疗卫生、环境、社会伦理、个人生活等领域中同样得到广泛应用，甚至在生物学中都可以觅其踪迹。

随着博弈论理论的不完善和在各个领域的广泛应用，博弈论已经成为一个重要的决策分析工具，无论是宏观层次还是微观层次的决策问题都可以运用博弈论的理论和方法进行分析。诺贝尔经济学奖获得者 Samuelson 说：“要想在现代社会做一个有文化的人，你必须对博弈论有一个大致了解。”近年来，博弈论在国内的发展和传播方兴未艾，许多高校为研究生甚至本科生开设了博弈论方面的课程，有关博弈论方面的专著(或译著)也大量出版。

自 20 世纪 80 年代初以来，作者所在的华中科技大学(原华中理工大学)系统工程研究所在陈珏先生的指导下，开始了决策分析及相关理论(包括博弈论)的研究工作，并由陈珏先生和岳超源教授先后为研究生开设了“决策分析”课程。博弈论作为该课程的一个重要内容也随之为学生讲授。随着博弈论的研究和应用在国内的开展和深入，华中科技大学从 1997 年起为研究生开设了选修课“经济博弈论”，并于 2001 年起为本科生开设了公选课“博弈论”，作者有幸承担了这两门课程的教学任务。本书就是在作者的课程讲义的基础上扩展而成的，是一本学习博弈论的入门教材，可作为研究生 32 学时课程的教学参考书或者高年级本科生 48 学时课程的教学参考书。较之国内已有的博弈论方面的书籍，本书更侧重于博弈论基础知识方面的介绍，如博弈问题的描述(建模)、博弈的均衡及其求解方法等，同时也不乏对经典案例的分析。由于本书只是一本关于博弈论基础的入门教材，希望对博弈论的理论和应用做更深入了解和学习的读者，可阅读 Fudenberg 和 Tirole 编写的《博弈论》(中国人民大学出版社，2002 年)或者 Osborne 和 Rubinstein 编写的《博弈论教程》(中国社会科学出版社，2000 年)及 Myerson 编写的《博弈论：矛盾冲突分析》(中国经济出版社，2001 年)。

本书的编写得到了作者的博士生的大力支持和帮助，他们不仅参与了全书的电子文档录入、编辑和校对工作，还参与了部分章节的编写。其中，刘昌臣、杨晓花和陈胜利

完成了第 11 章(机制设计及其应用)的编写；刘昌臣完成了讨价还价博弈和劳资谈判模型的编写，并参与了部分混合战略 Nash 均衡应用模型的编写；杨晓花完成了 Nash 均衡存在性证明的编写，并参与了部分 Nash 均衡和子博弈精炼 Nash 均衡应用模型的编写；陈胜利参与了重复博弈的编写；李艳参与了混合战略 Nash 均衡求解的编写。此外，吉炳安、于海东、汤懿芳和吴辉球等为本书的完成也付出了辛勤的劳动。作为导师不仅对他们的辛勤劳动深表谢意，而且对他们所完成的工作备感欣慰。由于作者水平有限，疏漏不当之处在所难免，衷心希望读者不吝赐教。

罗云峰

2007 年 7 月

目 录

0 绪论	1
0.1 什么是博弈论	1
0.2 博弈论的发展历程	2
0.3 博弈论的分类	3
0.4 博弈论的分析基础	4
0.5 博弈问题的解	5
第一部分 完全信息静态博弈	
第 1 章 战略式博弈	9
1.1 基本概念	9
1.2 战略式博弈	16
第 2 章 Nash 均衡	19
2.1 占优行为	19
2.2 重复剔除劣战略行为	22
2.3 Nash 均衡	27
第 3 章 混合战略 Nash 均衡	32
3.1 混合战略	32
3.2 混合战略 Nash 均衡	35
3.3 混合战略 Nash 均衡的求解	41
第 4 章 Nash 均衡解的特性	57
4.1 Nash 均衡的意义	57
4.2 Nash 均衡解的存在性	59
4.3 Nash 均衡解的多重性	62
第 5 章 Nash 均衡的应用	74
5.1 Cournot 寡头竞争模型	74
5.2 Bertrand 模型	79

5.3	Hotelling 价格竞争模型	80
5.4	Hardin 公共财产问题	83
5.5	国防采购 R&D 投资模型	85
5.6	混合战略 Nash 均衡的应用	88

习题一	99
-----------	----

第二部分 完全信息动态博弈

第 6 章 扩展式博弈	107
6.1 扩展式博弈	107
6.2 扩展式博弈的战略及其 Nash 均衡	115
6.3 两种博弈描述形式的比较	118
第 7 章 子博弈精炼 Nash 均衡	120
7.1 子博弈精炼 Nash 均衡	120
7.2 子博弈精炼 Nash 均衡的求解	125
7.3 承诺行动与要挟诉讼	132
7.4 子博弈精炼 Nash 均衡的合理性讨论	137
7.5 子博弈精炼 Nash 均衡的唯一性讨论	141
第 8 章 重复博弈	146
8.1 有限重复博弈	146
8.2 无限重复博弈	153
8.3 重复进行的 Cournot 模型	160
8.4 讨价还价博弈	165
8.5 重复“囚徒困境”博弈实验	170
第 9 章 子博弈精炼 Nash 均衡的应用	175
9.1 Stackelberg 寡头竞争模型	175
9.2 Leontief 劳资谈判模型	177
9.3 关税与国际市场	180
9.4 工作竞赛模型	183
9.5 国防采购 R&D 投资模型的进一步讨论	186
9.6 投票次序效应	189
习题二	193

第三部分 不完全信息静态博弈

第 10 章 贝叶斯博弈与贝叶斯 Nash 均衡	201
--------------------------------	-----

10.1	贝叶斯博弈	201
10.2	贝叶斯 Nash 均衡	209
10.3	贝叶斯 Nash 均衡的应用	213
10.4	关于混合战略 Nash 均衡的一个解释	221
第 11 章	机制设计及其应用	225
11.1	机制设计	225
11.2	拍卖机制设计	233
11.3	实施理论	242
习题三		258
第四部分 不完全信息动态博弈		
第 12 章	精炼贝叶斯 Nash 均衡	265
12.1	均衡的精炼与信念	265
12.2	信念设定	269
12.3	精炼贝叶斯 Nash 均衡	275
12.4	几种均衡概念的比较	278
第 13 章	信号博弈及其应用	281
13.1	信号博弈	281
13.2	信号博弈的精炼贝叶斯 Nash 均衡	283
13.3	信号博弈的应用	289
13.4	空谈博弈	304
第 14 章	精炼贝叶斯 Nash 均衡的精炼	311
14.1	精炼贝叶斯 Nash 均衡的精炼	311
14.2	其他形式的精炼均衡	321
第 15 章	精炼贝叶斯 Nash 均衡的应用	326
15.1	不完全信息下的讨价还价谈判	326
15.2	有限重复“囚徒困境”的信誉模型	330
习题四		336
习题参考答案		342
参考文献		347

绪 论

本章是全书的绪论，主要介绍博弈论的研究对象、发展历程、博弈问题的分类及博弈论分析问题的框架结构，并对博弈论的解的概念进行探讨。

0.1 什么是博弈论

“博弈论”译自英文 Game Theory，以前国内翻译为“对策论”，而在我国的台湾地区则翻译为“游戏理论”。

所谓博弈论就是研究决策主体的行为发生直接相互作用时的决策及这种决策的均衡问题。也就是，当一个主体，比如一个企业或团体的选择受其他企业或团体选择的影响，而且反过来影响其他人选择时的决策问题和均衡问题。因此，从这个意义上来讲，博弈论是研究决策问题的理论。

在现实生活中，“博弈”(game)可以用来泛指各种游戏，如棋类游戏、桥牌、扑克、博彩及各类体育比赛等。但在博弈论(至少是传统的博弈论)中，博弈被严格定义为完全理性的个人或群体的行为发生直接相互作用的情形，而博弈论正是研究这种情形下个人或群体的选择(即决策)及这种选择所导致的结果的理论。

虽然博弈论从本质上来讲是研究决策问题，但与传统的决策理论(或决策分析)相比，其研究对象还是有所不同。比如说，早上出门是否带伞是人们经常遇到的一个决策问题，决策人(主体)对该问题的选择(或决策)取决于对未来天气状况的判断，而且决策的结果(带伞或不带伞)对未来的天气状况也不会产生任何影响；而在如国际象棋、围棋的对弈中，双方在考虑如何应对时，不仅需要考虑自己在每一步棋中的选择(走法)，更要注意自己的这种选择对对方在下一步棋中的选择产生的影响，以及这种影响对自己在后面选择(走法)的影响，等等。因此，博弈论更加关注的是博弈决策中博弈各方的互动

行为。从这个意义上讲,博弈论更是研究博弈各方策略依存性的理论^①。正如1994年诺贝尔经济学奖获得者 John C. Harsanyi 所论述的那样:“博弈论是关于策略相互作用的理论,具体讲就是关于社会形势中参与人(决策主体)理性行为的理论,其中每个参与人对自己行动的选择必须以他对其他参与人将如何反应的判断为基础。”

0.2 博弈论的发展历程

博弈论的思想及对具有博弈性质问题的研究可以追溯到19世纪初甚至更早。例如,1838年 Cournot 的简单双寡头产量垄断模型;1883年 Bertrand 和1925年 Edgeworth 的双个寡头价格垄断模型;2000多年前中国著名的“田忌赛马”等都属于早期博弈论的萌芽。但是,这种研究都是零星的、不系统的,带有很大的偶然性。

传统上一般以1944年 John Von Neumann 和 Oskar Morgenstern 合著的巨著 *Game Theory and Economic Behaviors* (《博弈论与经济行为》),作为博弈论诞生的主要标志。该书不仅汇集了当时博弈论的主要研究成果,并且首次完整而清晰地将博弈论的研究框架表述出来,阐述了博弈论的基本公理。书中关于双人零和博弈的研究不仅成为现代博弈论研究的标准范式,所建立的关于不确定情形下的效用函数公理体系,更是为研究不确定性条件下的理性决策铺平了道路。因此, *Game Theory and Economic Behaviors* 的出版标志着博弈论作为一门学科的建立。

在 Von Neumann 和 Morgenstern 研究之后的相当长的一段时间里,人们对博弈论的研究主要集中在双人零和博弈上,而对于多人博弈或非零和博弈却知之甚少,直到博弈论的另一位大师 John Nash 提出非合作博弈的解——Nash 均衡。

20世纪50年代初,博弈论大师 John Nash 关于非合作博弈的两篇著名论文(其中一篇为博士毕业论文),不仅确定了非合作博弈的形式,提出了博弈论中最为重要的解的概念——Nash 均衡,还证明了 Nash 均衡的存在性。Nash 均衡是较传统零和博弈中极小极大解更为一般的博弈的解的概念,不仅适用于零和博弈,还适用于所有的博弈模型。Nash 均衡及其存在性为非合作博弈的一般理论奠定了基础,开辟了博弈论研究的新领域。

在 Nash 之后,人们对博弈论的研究基本上都是沿着 Nash 均衡这条主线展开的。在 Nash 均衡中,博弈的参与人的信息是完全的,即博弈的参与人对其他参与人的情况有完全的了解;不仅如此, Nash 均衡还要求博弈的参与人是理性的而且理性的程度足以使得 Nash 均衡出现;同时, Nash 均衡是一个静态概念,即在稳定的环境下,在其他的参与人不改变战略的条件下博弈的一种均衡状态。然而现实是在不断变化的并且是时有重复的,为扩展 Nash 均衡的分析范围,Reinhard Selten 将 Nash 均衡的概念扩展

^① 2005年诺贝尔经济学奖获得者 Robert Aumann 就认为,“交互的决策论”是博弈论的一个最恰当的定义; Roger B. Myerson 则将博弈论定义为“相互影响的决策理论”;而 Christian Montet 和 Daniel Serra 更是认为博弈论(关于多个决策主体之间相互影响的决策的分析)可以被看成是决策论(关于单一决策主体决策的分析)的一般化,决策论也可被认为是一种双人博弈,只不过其中一方是一个虚拟的主体——“自然”。

到动态的甚至是多阶段博弈。在 Nash 均衡的基础之上, Selten 提出了在动态的甚至是参与人偶尔会犯错误的情形下如何精炼博弈的 Nash 均衡, 从而剔除掉不合理的 Nash 均衡。

正如前所述, 不论是静态还是动态博弈中的 Nash 均衡, 都要求博弈的参与人对其他的参与人具有完全信息。而在现实生活中, 博弈中的参与人要想获得其他参与人的完全信息的可能性极小, 而且即使可能获得完全信息也要付出高昂成本。在前人关于完全信息的博弈理论的基础上, 以现实的不完全信息为条件, 博弈论大师 Harsanyi 提出了如何将当时人们认为无法分析的不完全信息博弈, 转换为运用已有的博弈理论及其他的数学方法便可以分析的博弈模型的一般方法, 将博弈论的发展推向了另一个全新的发展阶段。

在对博弈问题进行理论研究的同时, 博弈论的应用研究也得到了很大的发展, 其应用范围已由 20 世纪 50 年代初的军事领域, 扩展到经济、政治、文化及法律等诸多领域, 甚至对进化生物学和计算科学等自然科学也产生了重要影响。

0.3 博弈论的分类

传统上将博弈论分为合作博弈和非合作博弈, 其区别就在于在博弈过程中参与人之间能否达成一个具有约束力的协议(binding agreement)^①。若能达成协议, 则是合作博弈, 否则是非合作博弈。然而, “非合作”并不是说每个参与人总是拒绝和其他参与人合作, 而是在非合作博弈中参与人只是根据他们的“可察觉的自我利益”(perceived self-interest)来决策, 即使在博弈之前参与人可以相互沟通, 他们之间的协议、威胁或许诺也都是无法实施的。需要指出的是, 非合作的参与人虽然仅仅由各自的私利所驱使, 但在某些情况下他们却能表现出“合作的行为”^②。

对合作博弈的研究主要集中在 20 世纪五六十年代, 除了探讨博弈各方如何形成合作以外, 研究的重点主要是分析达成合作的各方如何分配由于合作而带来的额外利益。

自从 Nash 提出 Nash 均衡以来, 尤其是 20 世纪 60 年代以后, 博弈论的理论研究主要集中在非合作博弈, 出现的成果也大多是非合作博弈方面的; 而且在应用方面, 非合作博弈也取得了巨大成功^③。从 20 世纪 80 年代开始, 非合作博弈理论逐渐“成为主流经济学的一部分, 甚至可以说成为微观经济学的基础。”因此, 总体上讲, 非合作博弈是博弈论研究的主流。

对于非合作博弈问题, 出于分析问题简便的需要, 根据博弈问题本身的信息结构将其分为完全信息博弈和不完全信息博弈。所谓完全信息, 是指所有的参与人对博弈问题

① 对于博弈论的这种划分方法, 有学者提出了异议, 认为参与人达成协议的过程本身就是也只能是一个非合作的博弈过程, 因此“最基本”的博弈问题只有非合作博弈而没有合作博弈。

② 事实上, 非合作博弈理论的一个重要结论就是, 在给定的博弈规则下, 内生的合作是有可能达成的。

③ 从 1994 年到 2005 年的 12 年间, 诺贝尔经济学奖先后四次(1994 年、1996 年、2001 年和 2005 年)授予了从事非合作博弈研究的学者就是一个很好的例证。

的信息结构有完全的了解，在博弈开始之前所有的参与人对博弈问题本身没有任何不确定性，也就是说，没有事前的不确定性；而不完全信息则意味着在博弈开始之前，至少有一个参与人对博弈问题信息结构的某一方面没有完全了解，存在着事前的不确定性。

同时，根据博弈问题本身所包含的参与人决策时序的差异，又可将博弈问题分为静态博弈和动态博弈。所谓静态博弈，是指在博弈中所有的参与人同时选择行动，或虽非同时但后行动者并不知道先行动者采取什么具体行动；动态博弈是指参与人的行动存在先后顺序，且参与人可以获得有关博弈历史的部分或全部信息。

结合上述两种划分博弈问题的方法，习惯上将博弈问题又分为完全信息静态博弈、完全信息动态博弈、不完全信息静态博弈和不完全信息动态博弈。

0.4 博弈论的分析基础

在求解博弈问题时，根据问题本身的特点，可用战略式、扩展式和贝叶斯博弈对博弈问题进行描述或建模^①。但无论用哪种方式对博弈问题进行描述或建模，在分析博弈问题时，传统博弈论的分析框架一般都隐含着以下假设。

第一，参与人完全理性。所谓完全理性，是指参与人在追逐其目标——效用（即博弈结果给自己带来的满足）最大化时能前后一致地做决策。它包含两方面的含义：一是每个参与人能对自己的行为有一个正确的预期；二是每个参与人能对其他参与人的行为也有一个正确的预期。也就是说，完全理性意味着每个参与人不仅知道选择什么样的行动能使自己的选择最优，而且还能够预测到其他参与人的最优选择。按照 Myerson 的论述，参与人是智能的、理性的决策者。

完全理性假设中的第一点与决策理论中的理性假设是一致的，它确保了参与人在对自己的最优行为进行预测时不会犯错误。但在传统的决策理论中，理性假设并不考虑决策人能否正确地预期其他人的行为，而是将其他人的选择固化在决策环境之中当作外生变量来处理。由于在博弈问题中，其他参与人的决策对每个参与人而言是变化的，而且是受自己决策影响的，因而是内生的，不能简单地当作一个外生变量来处理。这就意味着参与人在对自己的行为进行预测时，还必须对其他参与人的行为进行预测，而完全理性假设中的第二点则可确保每个参与人在对其他参与人的最优选择进行预测时不会犯错误。因此，完全理性可以确保“参与人对博弈问题的分析就如同博弈论专家一样精确，博弈论专家能够想到的、预测到的，参与人都能够想到、预测到。”

第二，博弈问题的结构（或者对博弈问题的描述）和完全理性是共同知识。所谓共同知识，是指如果有一种每个参与人都知道的“信息（或事件）”，并且每个参与人都知道每个参与人都知道它，每个参与人都知道每个参与人都知道每个参与人都知道它，……，如此等等，那么这种“信息”对参与人而言就是共同知识。显然，关于一个

^① 关于战略式博弈、扩展式博弈及贝叶斯博弈的定义分别参见第一、二、三部分。

事件的共同知识这一概念比人们所熟悉的“相互知识”需要更多的信息,因为“相互知识”只需每个人都知道这一事件,而共同知识是无穷尽的“相互知识”^①。

博弈问题的结构和完全理性为共同知识,是博弈分析所特有的一个基本假设,也是博弈分析中参与人进行分析、预测和逻辑推理的基础,它确保了每个参与人的决策环境、理性层次及逻辑思维层次是完全相同的。

内省式思维是一种有效的博弈分析模式,即参与人在预测其他参与人的决策时,可以假设:如果自己处于其他参与人的位置将会如何决策,从而为自己的决策提供支持。完全理性和共同知识假设可以确保:在分析博弈问题时,每个参与人采用内省式思维对其他人的决策进行预测时,所得到的结果与其他人自己分析所得的完全一样,不会出现因决策环境和理性层次的差异,而导致不同的参与人得到的分析结果不同。

0.5 博弈问题的解

博弈论研究的目的(或核心)就是寻找博弈问题的解,即给定一个博弈问题,分析或预测什么样的博弈结果将会出现。对于一个博弈问题,参与人间的交互作用到底会导致什么样的结果出现呢?或者说什么样的博弈结果才是博弈问题的解呢?

探寻博弈问题的解,必须明确:博弈分析是在博弈问题的结构和参与人完全理性为共同知识的假设下进行的,而在该假设下人们(或博弈论专家)对博弈问题的求解,就等同于完全理性的参与人对博弈问题的求解。因此,可以采用内省式思维分析博弈问题的解。

假设某个参与人在博弈开始之前对博弈的结果进行分析,并且预测到结果 A 将会出现而采取与之相对应的行动。现在的问题是:参与人的这种预测是否一定就是博弈的真正结果?或者说参与人的预测在什么情况下才是正确的?我们知道,博弈论是交互决策的理论,博弈中某个结果的出现是所有参与人共同选择的结果。因此,上述参与人所预测到的结果 A 要成为博弈的结果,就必须所有的参与人都采取与之相对应的行动。也就是说,当所有的参与人都在对博弈的结果进行预测时,只有所有的人都预测到结果 A 将会出现,那么这个结果才有可能成为博弈的结果。此时,参与人的预测才是正确的;反之,如果参与人有不同的预测,那么参与人的预测就可能不正确。例如,在一个两人博弈中,参与人 1 预测到结果 A 将会出现而采取与结果 A 相对应的行动,但参与人 2 预测到结果 B 将会出现而采取与结果 B 相对应的行动,那么博弈真正出现的结果可能既不是结果 A(因为参与人 2 没有采取与结果 A 相对应的行动),也不是结果 B(因为参与人 1 没有采取与结果 B 相对应的行动)。

因此,可以将博弈问题的解定义为:所有参与人都预测到的博弈结果,即参与人的一致性预测。需要注意的是,这种一致性的预测不仅仅是所有的参与人都预测到某个结果会出现,而且是所有的参与人预测到所有的参与人都预测到某个结果会出现,等等。

^① 这里给出的是共同知识的一种直观描述,其严格定义可参见第 1 章。

就是说,这种一致性的预测在参与人之间不仅是相互知识,而且是共同知识。

在博弈论既有的分析框架下,参与人的一致性预测就是博弈问题的解,那么对于一个博弈问题什么样的结果可以成为一致性的预测呢?关于这个问题,目前人们已有了比较一致的认识,即将 Nash 均衡作为博弈问题的一致性预测,也就是博弈问题的解。

由于博弈论研究的核心是博弈问题的解,因此 Nash 均衡也成为“博弈论尤其是非合作博弈论的中心概念和赖以建立的基础”,非合作博弈论也基本上是围绕 Nash 均衡建立和发展起来的。Nash 均衡是作为完全信息静态博弈这一类最简单的博弈问题的解而提出的,随着所研究问题复杂程度的增加,人们又在 Nash 均衡的基础上提出了更加复杂和精炼的解的概念。如对于完全信息动态博弈,提出了子博弈精炼 Nash 均衡;对于不完全信息静态博弈,提出了贝叶斯 Nash 均衡等。纵观博弈论尤其是非合作博弈论的发展,可以说对博弈问题解的研究,就是对 Nash 均衡及其精炼问题的研究。

本书的内容就是围绕博弈问题的解而展开的,全书共分 4 部分,分别介绍完全信息静态博弈的解——Nash 均衡、完全信息动态博弈的解——子博弈精炼 Nash 均衡、不完全信息静态博弈的解——贝叶斯 Nash 均衡及不完全信息动态博弈的解——精炼贝叶斯 Nash 均衡。

第一部分

完全信息静态博弈

