

博弈论

Game Theory

[美] 朱·弗登博格

Drew Fudenberg

著

[法] 让·梯若尔

Jean Tirole

中国人民大学出版社

经济
科学
译丛



梁品工作室

博弈论

Game Theory

[美] 朱·弗登博格

Drew Fudenberg

著

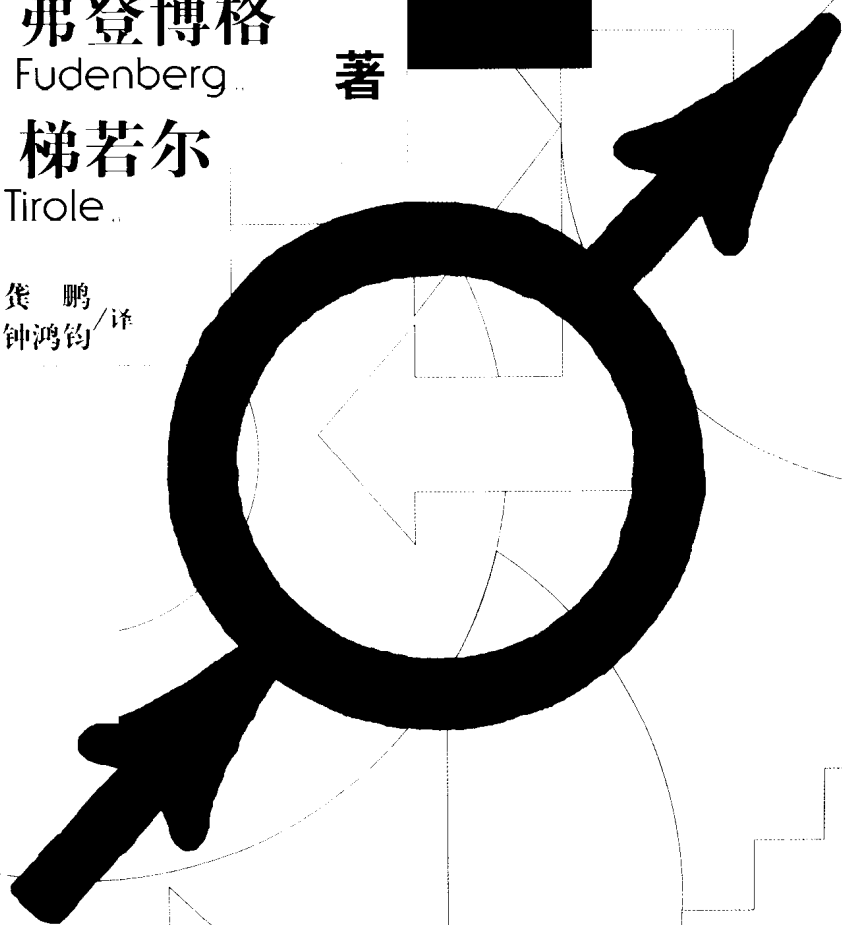
[法] 让·梯若尔

Jean Tirole

姚洋/校

黄涛 郭凯 龚鹏

王民 王勇 钟鸿钧/译



中国人民大学出版社

经济科学译丛

图书在版编目 (CIP) 数据

博弈论 / (美) 弗登博格等著; 姚洋等译.

北京: 中国人民大学出版社, 2002

(经济科学译丛)

ISBN 7-300-04333-X/F·1334

I. 博…

II. ①弗…②姚…

III. 对策论-应用-经济

IV. F224.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 075678 号

Game Theory © 1991 Massachusetts Institute

of Technology by Drew Fudenberg and Jean

Tirole, All rights reserved.

经济科学译丛

博弈论

[美] 朱·弗登博格 著

[法] 让·梯若尔

姚 洋 校

黄 涛 郭 凯 龚 鹏 译

王一民 王 勇 钟鸿钧

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)

邮购部: 62515351 门市部: 62514148

总编室: 62511242 出版部: 62511239

本社网址: www.cru-press.com.cn

人大教研网: www.ttrnet.com

经 销: 新华书店

印 刷: 涿州市星河印刷厂

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 34.25 插页 5

2002 年 10 月第 1 版 2003 年 1 月第 2 次印刷

字数: 708 000

定价: 68.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

《经济科学译丛》总序

中国是一个文明古国,有着几千年的辉煌历史。近百年来,中国又由盛而衰,一度成为世界上最贫穷、落后的国家之一。1949年中国共产党领导的革命,把中国从饥饿、贫困、被欺侮、被奴役的境地中解放出来。1978年以来的改革开放,使中国真正走上了通向繁荣富强的道路。

中国改革开放的目标是建立一个有效的社会主义市场经济体制,加速发展经济,提高人民生活水平。但是,要完成这一历史使命决非易事,我们不仅需要从自己的实践中总结教训,也要从别人的实践中获取经验,还要用理论来指导我们的改革。市场经济虽然对我们这个共和国来说是全新的,但市场经济的运行在发达国家已有几百年的历史,市场经济的理论亦在不断发展完善,并形成了一个现代经济学理论体系。虽然许多经济学名著出于西方学者之手,研究的是西方国家的经济问题,但他们归纳出来的许多经济学理论反映的是人类社会的普遍行为,这些理论是全人类的共同财富。要想迅速、稳定地改革和发展我国的经济,我们必须学习和借鉴世界各国包括西方国家在内的先进经济学的理论与知识。

本着这一目的,我们组织翻译了这套经济学教科书系列。这套译丛的特点是:第一,全面系统。除了经济学、宏观经济学、微观经济学等基本原理之外,这套译丛还包括了产业组织理论、国际经济学、发展经济学、货币金融学、公共财政、劳动经济学、计量经济学等重要领域。第二,简明通俗。与经济学的经典名著不同,这套丛书都是国外大学通用的经济学教科书,大部分都已发行了几版或十几版。作者尽可能地用简明通俗的语言来阐述深奥的经济学原理,并附有案例与习题,对于初学者来说,更容易理解与掌握。

经济学是一门社会科学,许多基本原理的应用受各种不同的社会、政治或经济体制的影响,许多经济学理论是建立在一定的假设条件上的,假设条件不同,结论也就不一定成立。因此,正确理解掌握经济分析的方法而不是生搬硬套某些不同条件下产生的结论,才是我们学习当代经济学的正确方法。

本套译丛于1995年春由中国人民大学出版社发起筹备并成立了由许多经济学专家学者组织的编辑委员会。中国留美经济学会的许多学者参与了原著的推荐工作。中国人民大学出版社向所有原著的出版社购买了翻译版权。北京大学、中国人民大学、复旦大学以及中国社会科学院的许多专家教授参与了翻译工作。在中国经济体制转轨的历史时期,我们把这套译丛献给读者,希望为中国经济的深入改革与发展做出贡献。

《经济科学译丛》编辑委员会

1996年12月

致 谢

因为这是一本教科书,在书的开头向我们的老师表达我们的谢意是再合适不过的了。埃瑞克·马斯金(Eric Maskin)在他办公室的多次讲授中将现代博弈论文献介绍给我们;那个时候,博弈论文献还不是经济学课程中一个完整的领域。从那时起,我们非常幸运地能和埃瑞克在几个项目中合作并继续从他的洞见中深受其益。

戴维德·克雷普斯(David Kreps)和威尔逊(Wilson)在我们学术生涯的早期给予了我们很多建议和鼓励。尽管在正式的意义他们并不算是我们的导师,但他们教给了我们很多关于如何使用和解释博弈论模型的知识。朱·弗登博格(Drew Fudenberg)还在他和克雷普斯正在进行的合作中继续向克雷普斯学习。

朱·弗登博格还要感谢与 David Levine 和 Eddie Dekel-Tabak 多年有益的交流。让·梯若尔要对 Roger Guesnerie 和 Jean-Jacques Laffont 的很多洞见表示感谢。

很多人对本书的早期书稿提出过评论。Ken Binmore, Larry Blume 以及 Bernard Caillaud 对全部手稿提出了详细的意见。另外还有几位对具体的章节提出了详细的意见; Larry Ausubel 和 Ray Deneckere(第 10 章), Eddie Dekel-Tabak(第 1 章和第 14 章), Eric van Damme(第 1 章和 11 章), Dov Samet(第 14 章), Lars Stole(第 7 章和第 11 章), 以及 Jorgen Weibull(第 1 章和第 3 章)。

我们同时也要感谢 In-Koo Cho, Peter Cramton, Mathias Dewatripont, Robert Gibbons, Peter Hammer, Chris Harris 和 Larry Samuelson 提出了有益评论。

我们还要感谢 Lindsey Klecan, Fred Kofman 和 Jim Ratliff 出色的助研工作。他们仔细通读了全部手稿,指出了我们的错误,提出了可供选择的方法来介绍我们的内容并纠正了打字错误。Glenn Ellison 写了练习的答案,同时改写了一些习题使得它们可以得到所希望的答案。有他们四人为本书工作让我们深感幸运。我们还感谢我们在 Berkeley 和 MIT 的学生;他们的提问让我们知道了如何来介绍这些材料。

好几位打字员在本书几易其稿的过程中为我们辛勤工作。这里特别要感谢 Emily Gallagher, 她以很高的热情承担了最多的工作,她成功地辨认出我们潦草的书写、不一致的符号,并重新为各章节编号。Joel Gwynn 绘制了插图。Terry Vaughn 在 MIT 出版社复制本书的过程中保管了书稿。

我们向国家自然科学基金会和 Guggenheim 基金会慷慨的研究资助表示我们的谢意。让·梯若尔同时还得到了哈佛陶西格(Taussig)访问教授项目的支持。

最后,感谢我们的妻子对我们的容忍与支持。

引言

我们首先从一个参与者的观点来描述一个博弈论的情形。考虑一个馅饼生产者的决策问题——我们称这个生产者馅饼王(Piemax)——他必须为今天的一炉馅饼在高价和低价之间作出一个选择。在作出选择的过程中,馅饼王必须考虑别的馅饼以及馅饼的替代品可能是什么价格。馅饼王可以仅仅根据对其对手的价格一些给定的外生信念来最大化他的定价策略,不过看上去更令人满意的做法是根据对这个产业的一些知识来对这些价格做出预测。特别是,馅饼王知道其他厂商是在它们自己对于市场环境预测的基础上选择它们的价格,而这中间包含有馅饼王的价格。对馅饼王而言,利用博弈论方法这个知识就是建立起一个每个竞争者行为的模型,并(可能)找到可以构成这个模型的一个“均衡”的行为。

现在撇开什么是均衡以及馅饼王是否应该相信市场的结果会是一个均衡这些问题,剩下的问题是馅饼王应该使用哪种模型?最简单的一种情况是馅饼王和所有他的竞争对手都只存在一天,所有厂商都知道对于馅饼的需求(和更一般的对于甜点的需求),每个厂商都知道其他厂商的生产技术,如同在安托万·奥古斯丁·古诺(Antoine Augustin Cournot)和约瑟夫·伯川德(Joseph Bertrand)的著名模型中那样。这种情况可以通过策略式博弈的工具和纳什均衡来研究,这些我们将在第1篇中详细介绍。

如果这个产业将会持续很长时间,那么除了今天的净利润,馅饼王还将会

考虑一些其他的目标。比如说,今天的低价可能会吸引消费者从对手的品牌上转过来从而增加馅饼王未来的市场份额,或者生产一大炉馅饼可以帮助员工积累经验从而降低以后的成本。不过,竞争对手未来的价格可能会受到今天馅饼王定价的影响:一个特别的担心是低价可能会引发价格战。第3章阐述了扩展式的模型用以解决这样的动态问题并介绍了其解的思想——子博弈完美性。第2篇的其他各章较为详细地讨论了各种类型的动态博弈。

如果馅饼王对成本函数或者他的竞争对手的长期目标感到不确定,就会有另一件复杂的事情出现。蛋糕杯公司是否刚刚生产了一大炉馅饼? Sweet-stuff 是否比关心当前的利润更关心未来的市场份额? 而这些厂商对馅饼王究竟真正知道多少? 第3篇说明了如何在静态的前提下分析这类不完全信息的情况。

接下来,如果这个产业将持续好几期,馅饼王应该能从蛋糕杯公司和甜点公司现在的定价行为中获知它们的私人信息并利用这些信息来改进它在未来的策略。预期到这一点,蛋糕杯公司和甜点公司可能就会不愿意使它们的价格暴露出信息从而增强了馅饼王的竞争地位。第4篇将分析扩展到动态问题和不完全信息都很重要的博弈。

我们通过垄断定价的故事展开这个引言是因为我们觉得很多读者可能对此比较熟悉。但博弈论有着更为广阔的应用。不合作博弈理论研究了在每个代理人的选择取决于他对其对手选择的预测时代理人的行为。尽管通常使用“博弈”是指一些室内的游戏比如说象棋和扑克牌,在我们所关心那一类博弈中馅饼王的例子却更为典型,在这个例子中,参与人的目标比起仅仅只是击败对手更复杂:厂商们在争夺市场份额上是相互竞争的,但在定高价上却又有共同利益。“不合作”的意思是参与人的选择仅仅只基于所观察到的个人利益,这与合作博弈的理论不同,合作博弈建立了一些公理,部分的就是为了能够体现出公平的思想。“不合作”并不意味着参与人不能融洽相处或者他们总是拒绝合作。如同我们在第5章和第9章中所解释的那样,不合作的参与人仅仅受个人利益的驱使也能在一些情形下表现出“合作”的行为。

尽管博弈论已经被应用到了很多领域,本书将主要集中在那些对研究经济问题最有用的博弈理论。(我们还包括进了在政治科学上的一些应用。)博弈论的观点在参与人数较少的时候更有用,因为那时参与人更有可能关心他的对手。例如,在市场中厂商数目很少时,每个厂商的产量很可能对市场的价格产生很大的影响,因而,认为每个厂商将市场价格视为给定就不合理了。

在经济学文献中对博弈论最早的研究是古诺(Cournot, 1838),伯川德(Bertrand, 1883)和埃奇沃斯(Edgeworth, 1925)关于垄断定价和生产的论文,但这些都视为特例而没有改变经济学家思考大多数问题的方法。约翰·冯·诺曼(John von Neumann)和奥斯卡·摩根斯坦(Oskar Morgenstern)在他们1944年著名的《博弈论和经济行为》一书中引进了通用博弈理论的思想,书中提出大部分经济问题都应该被当作是博弈来分析。他们介绍了博弈的扩展式和标准式(或策略式)的表示法,定义了最小最大解,并证明了这个解在所有两个参与人的零和博弈中存在。(在一个零和博弈中,两个参与人的利益是完全相对

的,完全没有任何共同利益。)

纳什(Nash,1950)提出了后来被称为“纳什均衡”的概念,将这一概念作为把博弈论的分析扩展到非零和博弈的一种方法,纳什均衡要求每个参与人的策略是针对他所预言的对手策略的支付最大化反应,并且进一步有每个参与人的预言都是正确的。这是古诺和伯川德所研究的特定模型均衡的一个自然推广,并且它是大多数经济分析的起点。第1章介绍了纳什均衡和它的性质。第2章定义了纳什均衡的一个扩展称为“相关均衡”,并提出:仅由参与人理性和参与人的支付是“共同知识”的假设可以得到什么样预言?这就引出了重复剔除严格优势和可理性化的概念。

在古诺和伯川德的模型中,参与人的策略仅仅只是他们对于产量或价格的选择。约翰·冯·诺曼和摩根斯坦的洞见之一就是博弈的策略也可以是一个更为复杂的相机行动计划。例如,“如果你今天降价我明天也降价。”第3章说明了如何模型化参与者使用这种相机计划的博弈。

泽尔滕(Selten,1965)和海萨尼(Harsanyi,1967—1968)引入了近年来被广为使用的概念。泽尔滕证明了在参与人选择相机计划的博弈中不是所有的纳什均衡都是同样合理的,原因是其中的一些均衡取决于参与人进行“空洞威胁”的能力,也就是说,相机计划被执行起来事实上并不是最优的。(假设,例如馅饼王使用相机计划“如果你今天不让我拥有 $3/4$ 的市场,我就在今后10年中免费供应馅饼。”)泽尔滕引入了“子博弈完美性”的概念来排除这种依赖于此类威胁的均衡。第3章定义和讨论了这个概念以及相关的可置信承诺的问题。第4章和第5章分析了几类动态博弈的子博弈完美均衡。第4章围绕着三个例子展开:重复囚犯困境,鲁宾斯坦恩-斯塔尔(Rubinstein-Stahl)轮流出价谈判模型和时间选择模型(包括消耗战和先发制人博弈)以及它们在产业组织理论中的应用。第5章介绍了对待重复博弈的系统方法,由行为可以完全观察的情况(如在囚犯困境中)开始到参与人的行为不能被完全观察的博弈。

海萨尼提出了一种使用标准博弈论技术来模型化不完全信息情形的方法,在标准的技术中假设了所有的参与人都知道别人的支付函数,而在不完全信息下参与人对其他人的支付是不确定的。他的贝叶斯纳什均衡是很多博弈论分析的基础。我们在第6章中介绍海萨尼的思想,在第7章中我们将这些思想应用于“机制设计”问题。这些应用包括非线性价格歧视、最优拍卖、公共产品偏好的显示以及在信息不完全时谈判的无效率性。

当博弈同时是信息不完全和动态的时,贝叶斯纳什均衡的概念就显得太弱了,因为像纳什均衡在完全信息的动态博弈中一样,它允许空洞的威胁存在。第8章介绍了将子博弈完美性的想法扩展到不完全信息博弈的求解思想。这些求解思想按照限制性从小到大排序依次是完美贝叶斯均衡,克瑞普斯和威尔逊(Kreps and Wilson,1982)的序贯均衡以及泽尔滕(Selten,1975)的颤抖手完美均衡。我们通过在掠夺博弈和劳动力市场信号传递博弈中的一些应用来说明这些思想。

第9章使用这些概念研究了“声誉效应”的思想,这个思想说的是参与人有可能建立并维持用特定方式博弈的“声誉”。第10章讨论了一些论文,这些

论文将买卖双方的讨价还价模型化为不完全信息的动态博弈；讨价还价是动态的，因为它可能包括一系列的出价和还价；信息是不完全的，因为没有参与人知道协议对于对手的价值。

最后四章介绍的内容主要是针对高年级学生的兴趣。第 11 章讨论了一些限制性更强的对均衡的精炼，这些精练试图抓住“前向归纳”的思想，包括“策略的稳定性”，“直观标准”和“神圣性”。我们将这些概念应用于第 8 章的信号传递博弈模型，并讨论了结论对于各种变化的敏感性，这些变化可以是那些被看做是“小”的变化，也可以不是。第 12 章介绍了三个高级的与策略式有关的题目：一般性的性质，策略连续统的存在性和超模。第 13 章使用“马尔可夫完美均衡”的概念分析了完全信息的动态博弈，马尔可夫完美均衡比子博弈完美性更严格，它要求参与人当前的行动不取决于参与人过去行为中对当前和将来支付没有直接影响的方面。应用包括策略遗产博弈和资源开采博弈。第 14 章对“共同知识”和“近似共同知识”给出了正式的定义并讨论了博弈的均衡如何随着共同知识的结构而发生变化。

如何使用本书

尽管本书对于那些已经对博弈论有所了解，希望学习更多的博弈论知识而不用上一门正式课程的研究者有用，或是作为一本参考书和部分文献的导读，但它基本的任务还是作为一本博弈论课程的教材。我们集中于介绍概念和一般性的结论，更多地使用“简化的例子”而不是具体的应用，而那些被我们选择使用的应用则是用来显示理论的力量；我们没有对任何具体领域内的应用给出全面的叙述。绝大多数的应用来自于经济学的文献，我们希望我们的读者将来能够成为经济学家。不过，我们也包括进了一些来自政治科学的例子，因此本书可能也对政治科学家有用。

这本书适用于那些初次学习博弈论的人和更高年级的学生。阅读本书不需要有任何预备性的博弈论知识，纳什均衡、子博弈完美性和不完全信息等关键概念是逐步展开的。大多数章节的内容是按照由易到难的顺序编排的，从而使章与章之间的跳跃变得简单。除了那些被标为“技术性”的章节，数学的水平控制在克瑞普斯 (Kreps, 1990) 和范里安 (Varian, 1984) 的水平，并且在阅读其他章节的时候不需要这些技术性的内容。

对高年级本科生和一年级研究生开设的第一门课可以使用几乎全部的核心章节(第 1、3、6 章和第 8 章)，略去那些技术性的小节并加入一些从其他章节选入的应用。

本书在教学上的一个创新是，在第 3 章中我们在没有介绍一般的扩展式博弈的情况下引入了行动可观察的多阶段博弈的子博弈完美性。我们这样做是因为，我们觉得扩展式比起适合于一年级课程的内容包含了更多的概念和基本问题(例如，混合策略对行为策略)，而一年级课程更多的时间应该花在应用上。类似的，第一门课程应该只包含第 8 章的完美贝叶斯均衡，而将序贯均衡和颤抖手完美性留到第二门课程。

本书中等水平的读者是那些对纳什均衡、子博弈完美均衡和不完全信息已经有所了解,现在希望系统学习这些思想及其含义的一二年级的研究生。对这些学生开设一门一学期的课程可以使用全部的第1、3、6章和第8章以及从其他章节选出的一些内容。(第3.2节和第3.3节是关于多阶段博弈中的完美性的,可以作为背景资料而不在课堂上讨论。)作为对一学期课程量的一个指南,这里的课程包括了全部第4章,无名氏定理和第5章的重新谈判,一些第9章中声誉效应的内容,第10章的讨价还价,第11章中对均衡精炼的一些问题。可以选择的是,将对重复博弈的讨论缩短以节省出时间讨论马尔可夫均衡(第13章)。还可以加入一点第14章中“共同知识”的内容。是否包含第7章中关于机制设计的内容可能取决于学生是否有机会修其他的课,如果有一门专门关于合同和机制的课程,那么第7章可以整个跳过。(事实上,这可能是其他课程一个有用的部分。)如果学生没有机会接触到最优机制,那么就值得学完对风险中性购买者的最优拍卖的有关结论和关于不完全信息谈判中不一致的必要性的结论。

有一些内容自然的最适合于三年级学生的高级专题课程,这不仅是因为它们的难度,也是因为它们更多的是专门的兴趣所在。这里我们包括有第12章(这章介绍了在数学上更难的有关策略式博弈的结果),第5章中重复博弈模型的许多变形,在第13章中支付相关状态的确认,第11章中对精炼的讨论以及第14章中关于共同知识的讨论。当然,每个导师都有他或她自己对于不同专题相对重要性的看法;我们已经设法给选择什么样的专题留下了很大的灵活性。

我们使用了剑号来表明不同的章节所适用的读者:

† 高年级本科生和一年级研究生

** 年和第二年的研究生

*** 级学生和研究者。

(在一些情况下,某些小节比它所在的那节标有更多的剑号。)内容的难度与适用的读者紧密相联,不过并不是所有“高级”的专题都很难。某些小节被标为“技术性”,表明比起书中的其他部分这里使用了更强大的数学工具。

练习标有难度,从一个星号到三个,一个星号的练习适用于一年级的研究生;一些三个星号的练习据我们所知至今尚未被解出。教师可从 MIT 出版社得到由格莱恩·埃利森(Glenn Ellison)做的习题解集。

参考文献

Bertrand, J. 1883. Théorie mathématique de la richesse sociale. *Journal des Savants* 499 – 508.

Cournot, A. 1838. *Recherches sur les Principes Mathématiques de la Théorie des Richesses*. English edition (ed. N. Bacon); *Researches into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth* (Macmillan, 1897).

Edgeworth, F. 1897. La Teoria pura del monopolio. *Giornale degli E-*

conomisti 13 - 31.

Harsanyi, J. 1967-68. Games with incomplete information played by Bayesian players. *Management Science* 14: 159-182, 320-334, 486-502.

Kreps, D. 1990. *A Course in Microeconomic Theory*. Princeton University Press.

Kreps, D., and R. Wilson. 1982. Sequential equilibrium. *Econometrica* 50: 863-894.

Nash, J. 1950. Equilibrium points in N -person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 36: 48-49.

Selten, R. 1965. Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfrageträgheit. *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft* 12: 301-324.

Selten, R. 1975. Re-examination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games. *International Journal of Game Theory* 4: 25-55.

Varian, H. 1984. *Microeconomic Analysis*, second edition. Norton.

von Neumann, J., and O. Morgenstrn. 1944. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.

目 录

	致 谢	I
	引 言	I
第 1 篇	完全信息的静态博弈	1
	第 1 章 策略式博弈和纳什均衡	3
	1.1 策略式博弈和重复严格优势的介绍 [†]	4
	1.1.1 策略式博弈	4
	1.1.2 优势策略	6
	1.1.3 剔除劣势策略的应用	8
	1.2 纳什均衡 [†]	10
	1.2.1 纳什均衡的定义	10
	1.2.2 纯策略均衡的例子	12
	1.2.3 纯策略均衡不存在	14
	1.2.4 多重纳什均衡、聚点和帕累托最优	15
	1.2.5 作为学习和进化结果的纳什均衡	18
	1.3 纳什均衡的存在性和性质（技术性） ^{††}	23
	1.3.1 混合策略均衡的存在性	23
	1.3.2 具有闭图的纳什均衡映射	24
	1.3.3 具有连续收益的无限博弈的纳什均衡的存在性	27

第 2 篇

习题	29
第 2 章 重复严格优势、可理性化和相关均衡	39
2.1 重复严格优势和可理性化	39
2.1.1 重复严格优势：定义和性质	40
2.1.2 重复优势的应用	41
2.1.3 可理性化	42
2.1.4 可理性化和重复严格优势（技术性）	44
2.1.5 讨论	46
2.2 相关均衡 ^{††}	47
2.3 可理性化和主观相关均衡 ^{†††}	51
习题	52
完全信息的动态博弈	57
第 3 章 扩展式博弈	59
3.1 引言 [†]	59
3.2 多阶段可观察行为博弈中的承诺和精炼	62
3.2.1 什么是多阶段博弈？	62
3.2.2 逆向归纳法和子博弈完美	64
3.2.3 承诺的价值和“时间一致性”	66
3.3 扩展式 ^{††}	68
3.3.1 定义	68
3.3.2 多阶段可观察行动博弈	73
3.4 扩展式博弈中的策略及均衡	74
3.4.1 行为策略	74
3.4.2 扩展式博弈的策略式表述	75
3.4.3 在完美记忆博弈里混合策略和行为策略的等价性	77
3.4.4 重复剔除严格优势与纳什均衡	80
3.5 逆向归纳法与子博弈完美 ^{††}	81
3.6 对逆向归纳法和子博弈完美均衡的批评	85
3.6.1 对逆向归纳法的批评	85
3.6.2 对子博弈完美的批评	87
习题	88
第 4 章 多阶段可观察行动博弈的应用	95
4.1 引言	95
4.2 优化条件和子博弈完美性 [†]	97
4.3 重复博弈初步 [†]	98
4.3.1 囚徒困境重复博弈	98
4.3.2 具有多个静态均衡的有限重复博弈	100
4.4 鲁宾斯坦恩-斯塔尔议价模型 [†]	100
4.4.1 完美子博弈均衡	101

4.4.2	无限期均衡的惟一性	102
4.4.3	比较静态分析	103
4.5	简单终止博弈 ^{††}	104
4.5.1	简单终止博弈的定义	104
4.5.2	消耗战	105
4.5.3	抢先进入博弈	112
4.6	重复剔除条件优势与鲁宾斯坦恩-斯塔尔议价博弈 ^{†††}	114
4.7	开环和闭环均衡 ^{††}	115
4.7.1	定义	115
4.7.2	一个两期博弈的例子	116
4.7.3	多人博弈的开环和闭环均衡 ^{†††}	117
4.8	有限期和无限期均衡(技术性) ^{††}	118
	习题	121
第 5 章	重复博弈	127
5.1	可观察行动的重复博弈 ^{††}	128
5.1.1	模型	128
5.1.2	无限重复博弈的无名氏定理	131
5.1.3	均衡集的刻画(技术性)	139
5.2	有限重复博弈 ^{†††}	143
5.3	和不同的对手重复博弈 ^{†††}	145
5.3.1	包含长期和短期参与人的重复博弈	145
5.3.2	参与人世代交叠的博弈	147
5.3.3	随机匹配的对手	148
5.4	帕累托完美和重复博弈中的抗重新谈判 ^{†††}	150
5.4.1	介绍	150
5.4.2	无限重复博弈中的帕累托完美性	151
5.4.3	无限重复博弈中的抗重新谈判	154
5.5	具有不完美公共信息的重复博弈 ^{††}	156
5.5.1	模型	157
5.5.2	触发价格策略	158
5.5.3	公共策略和公共均衡	160
5.5.4	动态规划和自我生成	161
5.6	含有不完美公共信息的无名氏定理 ^{††}	164
5.7	通过改变时期来改变信息结构 ^{†††}	168
	习题	170
第 3 篇	不完全信息的静态博弈	181
第 6 章	贝叶斯博弈与贝叶斯均衡	183
6.1	不完全信息	183
6.2	例 6.1: 不完全信息下的公共产品供给博弈 [†]	185

6.3	策略和类型 [†]	187
6.4	贝叶斯均衡 [†]	188
6.5	贝叶斯均衡：另一个例子 ^{††}	189
6.6	剔除严格优势策略	197
6.6.1	事前优势与事中优势	197
6.6.2	重复严格优势的例子	199
6.7	用贝叶斯均衡来解释混合均衡	200
6.7.1	例子	200
6.7.2	纯化定理 (Purification Theorem) (技术类) ^{††}	203
6.8	分布方法 (技术类) ^{†††}	204
	习题	206
第 7 章	贝叶斯博弈与机制设计	213
7.1	机制设计的两个例子 [†]	215
7.1.1	非线性定价	216
7.1.2	拍卖	219
7.2	机制设计和显示原理 ^{††}	222
7.3	单个代理人的机制设计 ^{††}	224
7.3.1	可实施决策和配置	225
7.3.2	最优机制	229
7.4	具有多个代理人的机制设计：可行配置、预算平衡、效率 ^{††}	233
7.4.1	预算平衡约束下的可行性	234
7.4.2	优势策略与贝叶斯机制	234
7.4.3	效率定理	236
7.4.4	无效率定理	239
7.4.5	效率极限定理 ^{†††}	242
7.4.6	强无效率极限定理 ^{†††}	243
7.5	多代理人的机制设计：优化问题 ^{††}	246
7.5.1	拍卖	246
7.5.2	有效率的协商过程 ^{†††}	249
7.6	机制设计的其他问题 ^{†††}	252
7.6.1	相关类型	252
7.6.2	风险回避偏好	254
7.6.3	知情的委托人	256
7.6.4	动态机制设计	257
7.6.5	共同代理	259
	附录 ^{†††}	260
	习题	264
第 4 篇	不完全信息的动态博弈	281
第 8 章	均衡的提炼：完美贝叶斯均衡、序贯均衡和颤抖手完美性	283
8.1	导言 [†]	283