诺/贝/尔/经/济/学/奖/获/得/者/丛/书

Library of Nobel Laureates in Economic Sciences

博弈论经典

Classics in Game Theory

约翰·F·纳什（John F. Nash）
劳埃德·S·沙普利（Lloyd S. Shapley）
约翰·[illegible] yi） 等著
莱因哈[illegible] n）
罗伯特·J·[illegible] J. Aumann）
哈罗德·W·库恩（Harold W. Kuhn） 编

中国人民大学出版社

诺/贝/尔/经/济/学/奖/获/得/者/丛/书

Library of Nobel Laureates in Economic Sciences

博弈论经典

Classics in Game Theory

约翰·F·纳什（John F. Nash）
劳埃德·S·沙普利（Lloyd S. Shapley）
约翰·C·海萨尼（John C. Harsanyi） 等著
莱因哈德·泽尔腾（Reinhard Selten）
罗伯特·J·奥曼（Robert J. Aumann）
哈罗德 编
韩松
韩松

中国人民大学出版社
·北京·

图书在版编目（CIP）数据

博弈论经典/（美）纳什等著；韩松等译. —北京：中国人民大学出版社，20012.12
（诺贝尔经济学奖获得者丛书）
ISBN 978-7-300-16932-3

Ⅰ.①博… Ⅱ.①纳… ②韩… Ⅲ.①对策论-应用-经济-文集 Ⅳ.①F224.32-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 307280 号

诺贝尔经济学奖获得者丛书
博弈论经典
约翰·F·纳什
劳埃德·S·沙普利
约翰·C·海萨尼　　等著
莱因哈德·泽尔腾
罗伯特·J·奥曼
哈罗德·W·库恩　编
韩　松　刘世军　张倩伟　宋宏业　等译
韩　松　校

出版发行	中国人民大学出版社		
社　址	北京中关村大街 31 号	**邮政编码**	100080
电　话	010－62511242（总编室）		010－62511398（质管部）
	010－82501766（邮购部）		010－62514148（门市部）
	010－62515195（发行公司）		010－62515275（盗版举报）
网　址	http://www.crup.com.cn		
	http://www.ttrnet.com（人大教研网）		
经　销	新华书店		
印　刷	北京市易丰印刷有限责任公司		
规　格	160 mm×235 mm　16 开本	**版　次**	2013 年 1 月第 1 版
印　张	26.25 插页 1	**印　次**	2013 年 1 月第 1 次印刷
字　数	344 000	**定　价**	65.00 元

前　言

1988年，几位经济系的同事建议我，选择一些博弈论方面的论文出版，作为数学系和经济学系刚刚兴起的这门课程的教科书的补充读物。最初的建议是，文章应从《数学研究年刊》（*Annals of Mathematics Studies*）的博弈论专题中选取（对博弈论的贡献，Ⅰ-Ⅳ卷，和博弈论前沿）。但是，当我越投入到这项工作，我越觉得这样的限制过于严格了，文章应选自各种来源。因此，围绕暂定的文章名单，我征求了许多朋友和同事的意见，我相信他们的评判。虽然存在一些不同的观

点，但是大都同意搜集的文章应为“博弈论经典”。尽管他们不对最终的名单负责，但我还是要感谢他们的意见和建议，他们是：Ken Arrow，Paolo Caravani，V. P. Crawford，Gerard Debreu，Avinash Dixit，Sergiu Hart，Ehud Kalai，Roger Meyerson，Herve Moulin，Guillermo Owen，John Roberts，Herbert Scarf，David Schmeidler，Martin Shubik，William Thompson，Robert Wilson，and Peyton Young。

题目“博弈论经典”对不同的人意味着不同的含义，但是本书的核心是提供建立现代博弈论大厦的基石。由于一位习惯拖延的人（我自己）负责此项工作，文章的最终名单于1990年定出，即使Jack Repcheck（普林斯顿大学出版社的经济学编辑）的最紧急的催促也没能使我动摇而提前。我曾经打算准备一篇介绍性的文章，它要包括一些“史前”的专家（比如说，蒙特莫特（Montmort），策梅罗（Zermelo），和冯·诺依曼）。文章也使我有机会给予本书一些历史的观点，并且顺便地解释一下本书选择文章的一些标准。但是，终究没有实现。

这项工作又受到了新的催促，当宣布1994年诺贝尔经济学奖时，它颁发给了约翰·F·纳什（John F. Nash）、约翰·C·海萨尼（John C. Harsanyi）和莱因哈德·泽尔腾（Reinhard Selten），从而承认了博弈论对经济理论的核心重要性。我很高兴地说，他们获奖的主要研究成果是本书最终18篇文章中的5篇，这在1990年已定下但还没有出版。这时，彼得·道戈特（Peter Dougherty），普林斯顿大学出版社的社会科学和公共事业部的发行人，也加入到争论中。在与这本论文集的积极支持者戴维·克雷普斯（David Kreps）和阿里尔·鲁宾斯坦（Ariel Rubinstein）讨论后，他们同意我放弃写介绍性的文章。他们还欣然同意并写下了前言后面的“评论”。

对于所有能够容忍我的拖延而未能妨碍这部论文集出版的人，在这里我表示衷心的感谢。我只希望他们的耐心是值得的。

哈罗德·库恩

普林斯顿，新泽西

评　论

1994年，为了纪念阿尔弗雷德·诺贝尔而设置的诺贝尔经济学奖，联合颁发给了约翰·C·海萨尼，约翰·F·纳什和莱因哈德·泽尔腾，缘于“他们在非合作博弈均衡理论方面的先驱性贡献”。这表明，瑞典皇家科学委员会注意到了经济学和经济学家采用的语言和分析方式的革命性变化，即博弈论思想成为主流。博弈论为经济学家讨论许多经济学重要问题提供了可行的工具，从二人的讨价还价问题，到多人的、重复的、长期交易问题，再到垄断和完全竞争的经济学模型的理论基础。

经济学的大多数领域和经济理论本身都受到这些思想的巨大影响。

但是博弈论不仅仅是经济学的分支，它还抽象地分析利益冲突问题。因此，博弈论远远超出了经济学的范围。我们发现博弈论概念和模型具有在多个领域使用的一种发展趋势：政治科学家使用博弈论检验政治制度，哲学家发现博弈论是重新检验规范和社会制度的工具，生物学家发现博弈论为分析自然界生物间的利益冲突提供了框架。

下面叙述博弈论在经济学中的历史。基本的博弈论均衡的概念，在有少数参与人的竞争情况中，正式地由古诺（Cournot）、冯·斯塔克尔伯格（von Stackelberg）和伯特兰（Bertrand）发展。策略型博弈的数学模型，已经由法国数学家波雷尔（Borel）、波兰数学家斯坦豪斯（Steinhaus）和德国数学家策梅罗（Zermelo）（针对国际象棋这一特例）提出。关于二人零和博弈（zero-sum two-person games）解的一般理论的探讨和相关的最小最大原理（minimax theorem），由冯·诺依曼在 1928 年出版。然而，标准的博弈论受到广泛的重视是在冯·诺依曼和摩根斯坦的著作《博弈论与经济行为》（*Theory of Games and Economic Behavior*）在 1944 年首次出版之后。第二次世界大战后（在某些情况下，战争阻止了研究的进行），这一学科在 20 世纪 50 年代和 60 年代经历了巨大的发展。今天应用在经济学和其他领域内的博弈论的核心概念——纳什均衡、扩展式博弈理论、讨价还价公理、沙普利值、核以及与之相对应的竞争均衡、大多数的合作博弈解的概念、无名氏定理（the folk theorem）、不完全信息博弈、完美的基本表示——都是在这一历史时期建立的。只有几个基本的发展稍微晚一些，最著名的是泽尔腾对完美思想以及共同知识（common knowledge）基本观点的进一步发展。在 60 年代末期，必要的工具基本齐全了。经济学的革命随后就开始了。70 年代初期，特别是产业组织理论的兴起，博弈论的语言和技术从作为微观经济理论学家的深奥和有限的工具，变成了学科的主流语言。

本书中，哈罗德·库恩教授从博弈论发展的英雄时代中搜集了

18 篇文章。包括下面的内容：

纳什均衡（Nash equilibrium）。如果提到博弈论中最重要的概念，那就是策略型博弈模型的纳什均衡。第 1 章和第 3 章包括了对这一概念最早的正式论述。

均衡的发展。20 世纪 40 年代末，兰德公司的数学家乔治·布朗（George Brown）提出了一种可行的行为运算方法［称为“虚拟博弈”（fictitious play）］求解二人零和博弈。但是不知道该方法是否收敛（为了解决这一问题，兰德公司提供了一笔奖金），直到朱利亚·鲁宾逊（Julia Robinson）的文章发表（第 4 章）。由于她对收敛性的完美讨论，虚拟博弈模型成为近期关于进化和学习模型研究的基础。

扩展型博弈和完美回忆（extensive form games and perfect recall）。相对于策略型博弈缺乏动态结构，扩展型博弈则允许动态分析。汤普森（Thompson）的文章（第 5 章）建立了转换集，它将策略型的等价扩展型博弈和扩展型的等价策略型博弈联系起来。他的文章利用了库恩关于扩展型博弈的模型（第 6 章），这是扩展型博弈的标准模型。库恩分析了具有或不具有完美信息的博弈，并介绍了子博弈（subgame）和完美回忆的概念。这篇文章的基本观点是，在完美回忆的情况下，博弈以“行为”模型求解和以混合策略求解是等价的。

不完全信息博弈。此博弈论模型是分析某些参与人拥有其他参与人未知的信息，诸如关于他们自己的能力、品味或自然的潜在状态的竞争情况。在第 15 章，约翰·海萨尼提供了这一问题的标准答案。从现代经济应用的观点来看，海萨尼关于不完全信息博弈的定义，可能是纳什均衡后唯一的最重要的创新。

完美均衡。1965 年，泽尔腾首先规定了子博弈完美（subgame perfect）的概念，它研究纳什均衡在扩展型博弈中是否是可置信威胁/策略。子博弈完美有一些限制，所以在他 1975 年的文章中，本书第 18 章，泽尔腾重新规定了子博弈完美，给出了应用于所有具有完

美回忆的扩展型博弈的完美的概念。概念本身对于研究动态竞争的相互作用是至关重要的工具，但更重要的是，它是泽尔腾研究竞争动态而不仅仅是简单的静态同时选择策略这一基础任务的基石。

重复博弈（repeated games）。本书有几篇文章是关于动态零和博弈模型分析的先驱工作：沙普利（第 8 章），埃弗里特（第 9 章），和布莱克韦尔–弗格森（第 16 章）给出了这些动态博弈不同情况的基本分析，提出了一些创新的数学方法用于博弈论。

博弈和市场。博弈论已经用于研究市场的经济均衡（价格媒介的）基础，给出了市场力量根源的解释，和对于市场均衡的存在性和性质而言的“竞争性”代理人的含义。这里提供了这方面两个基础的研究：奥曼（Aumann）的关于具有（真正的）竞争性代理人的竞争均衡存在性的文章（第 13 章），和舒比克（Shubik）的市场博弈的模型和分析（第 17 章）。

合作博弈理论（cooperative game theory）。1994 年的诺贝尔奖授予了非合作博弈理论。合作博弈理论是博弈论的另“一半”。合作博弈说明，联盟（不只是单一参与人）如何实现而不需要其他参与人的同意。博弈论的这一部分，可能目前还没有对经济学家产生广泛影响，但是我们相信将来会感受到它的影响。第 10 章，奥曼和皮莱格分析了没有附加支付的博弈的冯·诺依曼–摩根斯坦解；第 12 章，奥曼和马施勒定义了谈判集。

核（the core）。合作博弈主要解的概念，特别是将合作博弈应用于经济学中的是核。由于它与“大”经济的竞争均衡的联系，核是非常重要的。第 11 章，德布鲁和斯卡夫（Debreu and Scarf）形式化了埃奇沃思猜想（the intuition of Edgeworth），那就是在大经济的竞争均衡中，每个代理人刚好得到他们“贡献”给社会的份额。

纳什讨价还价解（Nash bargaining solution）。在“小”经济中，讨价还价可能发生，博弈论建立了说明什么是公平或合理结果的公理。关于二人讨价还价问题，纳什（第 2 章）给出了基本的分析。这

篇文章建立了一般问题模型，并给出公理化求解方法，为后面的公理化讨价还价理论的大量研究铺平了道路。值得注意的是，它是在纳什熟悉冯·诺依曼和摩根斯坦工作之前写下的本科课程论文。

沙普利值（Shapley value）。与纳什讨价还价解一样，沙普利值，在第 7 章的定义和公理化，是博弈论关于“公平”的首要公理化标准，该理论是彻底的再公理化，并且（更重要的是）它大量应用于从成本配置到最近的关于公司金融的研究。

这 18 篇文章实质上包括了博弈论的所有基础性研究。它们也建立了博弈论的标准形式。清晰的定义和完整的证明确定了博弈论进一步发展的基调。

过去 15 年或更长一段时间以来，出现了大量的博弈论的优秀高级教科书。现在看来，它们包括了许多这些基础研究，却没有给出原始的工作。但是我们认为，这本论文集突出了他们清晰的思想和见识。我们很高兴看到这些思想被首次表现出来，并且荣幸地与您一起回顾这些博弈论英雄时期的成果，并再次享受这些经典。

戴维·克雷普斯　阿里尔·鲁宾斯坦

目　录

第1章 n人博弈的均衡点

约翰·F·纳什[1]

可以这样定义n人博弈（n-person game），n个参与人（player），每个参与人的纯策略（pure strategy）集为有限集，对于每个纯策略的n元组合，n个参与人具有与之对应的明确的支付集，纯策略的n元组合中，一个策略对应一个参与人。混合策略（mixed strategy）是纯策略上的概率分布，支付函数（pay-off function）是参与人的期望，因此在概率上是多元线性形式的，表示各个参与人采用各个纯策略的概率。 3

任意的策略n元组合（n-tuple of

strategies)，一个策略对应一个参与人，可以看作是由参与人的 n 个策略空间相乘得到的乘积空间（product space）中的一点。一个这样的 n 元组合优超（counter）另一个，如果优超的 n 元组合中的每个参与人的策略，使得该参与人产生最高可得期望。这是因为给定的优超 n 元组合中任一参与人都会对抗其他参与人的 $n-1$ 个策略。自我优超（self-countering）的策略 n 元组合称为均衡点。

每个 n 元组合与其优超集的对应，都给出了乘积空间到其本身的一个一对多的映射（a one-to-many mapping）。从优超的定义，我们看到一点的优超点的集合是**凸的**（convex）。利用支付函数的连续性，我们得到该映射的图是闭的。闭性等价于：如果 P_1，P_2，…和 Q_1，Q_2，…，Q_n，…是乘积空间中的点列，并且 $Q_n \to Q$，$P_n \to P$，Q_n 优超 P_n，那么 Q 优超 P。

因为图是闭的，并且每个点在映射下的对应是凸的，由角谷不动点定理（Kakutani's theorem）[2]我们得到该映射存在不动点（即该点包含在它自己的对应中）。因此，存在均衡点。

4 在二人零和博弈中，"主要定理"[3]和均衡点的存在性是等价的。在这种情况下，任意两个均衡点对每个参与人导致相同的期望，但是一般情况下并不成立。

【注释】

[1] 作者感谢戴维·盖尔（David Gale）博士建议利用角谷不动点定理简化证明，以及 A. E. C. 的资金资助。

[2] Kakutani, S., *Duke Math. J.*, 8, 457—459 (1941).

[3] von Neumann, J., and Morgenstern, O., *The Theory of Games and Economic Behaviour*, Chap. 3, Princeton University Press, Princeton, 1947.

第2章　讨价还价问题

约翰·F·纳什[1]

一种新的方法出现在经典经济学 5
问题中，它可以应用于多种形式的问题，如讨价还价（bargaining），双边垄断（bilateral monopoly），等等。它可以被认为是二人非零和博弈。这种方法，对确定经济环境中单人和二人组的行为进行了少许假设。这样，可以得到经典问题的解（在本文的意义下）。从博弈论的角度，即找到博弈的值。

引　言

二人讨价还价的情形包括，两个人有机会通过多种方式的合作而得到共同的利益。本文所考虑的是一种简单的情况，即一方没有得到另一方的同意而单独采取的行动不会影响另一方的福利。

卖方垄断和买方垄断，两个国家之间的贸易状况，雇主和工会之间的谈判，这些经济问题都可认为是讨价还价问题。本文的目的是，给出这一问题的理论讨论，并得到明确的“解”（给出构造解的方法），当然，要得到这些需要一定的理想化。这里“解”的含义是，确定每个参与人希望从谈判中获得的满意度，或者，更确切地说是，确定每个参与人拥有这个讨价还价的机会值是多少。

这是涉及交换的经典问题，更特别的是古诺（Gournot）、鲍利（Bowley）、廷特纳（Tintner）、费尔纳（Fellner）以及其他人解决的
6 双边垄断问题。冯·诺依曼和摩根斯坦在《博弈论与经济行为》（*Theory of Games and Economic Behavior*）[2]中给出了不同的方法，那里允许将典型的交换情形视为二人非零和博弈。

在一般情况下，我们将讨价还价问题理想化，假设双方都是完全理性的，每一方能够确切比较他对各种事物的满意度，他们的谈判技巧是相同的，每一方都充分了解对方的品味和偏好。

为了给出讨价还价问题的理论方法，我们将该问题抽象化以建立数学模型，从而发展理论。

为了对讨价还价问题给出我们的方法，我们使用了数字表示的效用，代表谈判双方的偏好或品味，这是在**博弈论**中采用的效用形式。在这种意义下，我们建立每一方在讨价还价中获得的满意度最大化的数学模型。首先，我们应该回顾一下本文中使用的术语。

个人的效用理论

在这个理论中，“预期”（anticipation）的概念是重要的。我们举例说明。假设史密斯先生知道他明天会得到一辆新的别克汽车。我们就说他有一辆别克的预期。相似地，他也可能有一辆卡迪拉克的预期。如果他知道明天要投硬币决定他是得到一辆别克还是卡迪拉克，我们就可以说他有一个 1/2 别克，1/2 卡迪拉克的预期。因此，一个人的预期是他期望的一种状态，可能包括一些确定的事件，或其他事件的各种概率。在另一个例子中，史密斯先生或许知道他明天会得到一辆别克，并且认为他也有一半的机会得到一辆卡迪拉克。上面用到的 1/2 别克，1/2 卡迪拉克的预期说明了预期具有下面的重要性质：如果 $0 \leqslant p \leqslant 1$，A 和 B 代表两个预期，那么存在一个预期，我们用 $pA+(1-p)B$ 表示，它是两个预期的概率组合，这里 A 的概率为 p，B 的概率为 $1-p$。

通过做出下面的假设，我们可以发展个人效用理论：

1. 个人面对两个可能的预期，能够决定更偏好哪一个或它们是无差异的。

2. 这样得到的序关系具有传递性：如果 A 比 B 好，B 比 C 好，那么 A 比 C 好。 7

3. 任意无差异状态的概率组合，与它们仍然是无差异的。

4. 如果 A，B，C 满足假设 2，那么存在 A 和 C 的概率组合与 C 是无差异的。这是因为连续性假设。

5. 如果 $0 \leqslant p \leqslant 1$，A 和 B 是无差异的，那么 $pA+(1-p)C$ 和 $pB+(1-p)C$ 是无差异的。同样，如果 A 和 B 是无差异的，那么 A 可以由 B 替代，在任何 B 满足的偏好序关系中。

这些假设保证存在令人满意的效用函数，给每个人的每个预期赋一个实数值。这个效用函数不是唯一的，也就是，如果 u 是这样的效