

X I A N D A I B O Y I L U N J I C H U

熊义杰 编著

现代 博弈论 基础



国防工业出版社

National Defense Industry Press

内容简介

# 现代博弈论基础

熊义杰 编著

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书的内容包括7章,第1章是绪论,主要介绍博弈论的基本概念和基本内容;第2章是博弈论中最基础的矩阵博弈;第3章是完全信息的静态博弈;第4章是完全且完备信息的动态博弈;第5章是不完全信息的静态博弈;第6章是不完全信息的动态博弈;第7章是合作博弈简介。本书的显著特点:一是简单明白,通俗易懂,简化了繁琐的数学推理和证明,把复杂的数学原理尽量用通俗易懂的语言来叙述;二是强调解决实际问题,重在应用,博弈论本身是解决实际问题的,因此本书尽量运用实际的案例来说明复杂的原理,因而显得更实用、更清楚;三是体现博弈论知识的基础性、完整性和系统性;四是注重可读性,致力于循序渐进。

本书是学习博弈论知识的基础读物,可供经济管理类专业本科生和没有学习过博弈论知识的研究生作为博弈论的入门教材使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代博弈论基础/熊义杰编著. —北京:国防工业出版社,2010.1

ISBN 978-7-118-06421-6

I. ①现... II. ①熊... III. ①对策论 IV. ①0225

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 181810 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 390 千字

2010年1月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 29.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

## 前 言

早在 20 世纪,就有人预言博弈论将在 21 世纪全面地改写经济学。博弈论为经济学家提供了一种讨论诸多经济问题的有力工具,从二人的讨价还价问题,到多人重复的长期交易问题,再到垄断和竞争条件下的竞争均衡问题,无不渗透着博弈论的思想和方法。博弈论的思想必将成为经济学思想的主流,博弈论的语言和方法也必将成为经济学的主流语言和方法。自 20 世纪 80 年代以来,经济学即开始经历着这样一场深刻的博弈论革命。1994 年的诺贝尔经济学奖颁给了海萨尼、纳什和泽尔腾三位博弈论学者就充分印证了这一点。

什么是博弈论?简单地说,所谓博弈论就是关于人类博弈行为的理论,再具体一点,博弈论即研究有竞争对手存在时的策略选择及均衡问题的科学。从学科归属来看,不少学者认为博弈论属于经济学的范畴,其实不然。按照博弈论的概念,博弈论无疑应该属于决策科学范畴,而决策科学则是属于管理学范畴的。事实上,博弈论作为对策论的同义词,属于运筹学的一个分支。我们知道,运筹学的另一种叫法是管理数学,因此博弈论实际上也应该是管理数学的一个重要组成部分。它和运筹学一样,也是一种管理数学方法,即运用数学的方法来研究各种管理要素,如人、财、物等要素的合理组织和运用。不过对于博弈论而言,主要研究相互博弈着的局中人如何进行博弈。

博弈论本身并不涉及经济问题,它只是一种分析工具,它研究“怎样以数学模型来模拟理性决策者之间的冲突与合作”(Roger B. Myerson, 1992)。“由于冲突与合作的结果依赖于所有人所做的选择,所以每个决策者都企图预测其他人可能的选择,以确定自己的最佳决策。因此如何合理地进行这些相互依存的策略选择便是博弈论的主题”(《简明不列颠百科全书》,1984)。哈佛大学的经济学教授 N. Gregory Mankiw 指出:“自 20 世纪 80 年代以来,博弈论几乎应用于经济学的所有领域——包括工业组织、国际贸易、劳动经济以及宏观经济学等。在这些领域,博弈论都成功地更新了原有的研究方法”(1992)。

博弈论的应用并不仅仅局限于经济学领域,在社会科学的其他领域,如政治学、法学、社会学等,博弈论都正在成为极其有用的分析工具。博弈论为促进现代社会科学的发展做出了极其重要的贡献。以政治学为例,现代政治学试图以数学模型模拟选举过程、候选人的策略、立法过程、国际关系以及其他政治经济发展过程。这些领域的共同特点是,任何个体行为者(选民、议员、党派、国家)的决策,都取决于其他行为者的决策及其相应后果。德克萨斯大学的政治学教授澳德舒克(Peter C. Ordeshook)指出:“政治学理论的核心内容是研究各种相互依赖的决策过程,因此以合理策划相互依存战略为主题的博弈论,必然成为其基本的分析工具”(1986)。

博弈论尤其在军事科学中有着非常广泛的应用。军事科学以战争为研究对象,而战争是有自己特殊的内涵和规律性的。同时,战争是极其复杂的社会现象,是敌对双方力量的总较量,战争的准备与实施涉及各个方面,所以军事科学又是一门综合性很强的科学。博弈论是研究冲突局势下局中人如何选择最优策略的一种数学方法。博弈论的基本思想是立足于最坏的情况,争

取最好的结果。在军事斗争中,通常并不掌握对方如何打算和行动的充足情报,在这种不确定情况下博弈论就有了用武之地。如在对方采用一系列不同战术的条件下,如何选择己方的有效战术问题;在受对方攻击的情况下,如何设置假情报和实施伪装的问题;以及如何进行各种武器装备的合理配置问题等。博弈论尤其在威慑理论(冷战时期占主导地位的一种国际安全理论)中有着极其重要的应用。

正是由于博弈论在经济学、军事科学和其他社会科学中的广泛应用,在美国的许多大学里,博弈论不仅是经济系的重要课程,也是其他社会科学系的热门课程。尽管如此,由于博弈论的诞生至今不过 60 多年时间,因此目前它仍然属于一门正在飞速发展的新兴的前沿性学科,所以具有较高适用性和可读性的书籍较少。目前流行的有关博弈论的书籍可以分为两大类型。一类是由具有一定数理基础的人完成的充斥了太多数理逻辑的书,基本上属于应用数学范畴的“博弈论”。这种类型的书籍一般读者面很窄。另一类是由具有一定哲学社会科学背景的人完成的应用博弈论概念或模型解释社会现象的“博弈论”。这种类型的书籍,虽然使用的概念是博弈论的概念,但通篇基本上看不到数学方法,因此严格地说也不能算作是博弈论的范畴。因为博弈论使用的基本方法毕竟是数学方法。笔者写作本书的目的,就是要提供一本既反映博弈论特点,又具有较强可读性的博弈论基础读本。

既然博弈论是关于人类博弈行为的学问,因此毫无疑问,关心这一学问的人,大多是与人类博弈行为关系密切的人。而这些人大多是从事管理活动和企业经营的人,或者与企业经营密切相关的人。因为只有企业相互之间激烈的竞争过程中,博弈的属性、特点才会为人们所关注。然而,很多博弈论书籍都是数学专业的人写出来的,其特点是数理逻辑性较强,大多数从事企业经营或经济管理的人却看不懂。即使是在校就读的学生即未来的企业经营者或经济管理者,学起来也相当费劲。笔者写作本书的另一目的,是要为从事企业经营和经营管理的人以及正在学习企业经营和经济管理的学生,编写一部实用的基础教程。

这里涉及到的一个重要问题是,在经济管理和经济分析过程中究竟应该怎样运用数学方法?换一种说法,即怎样才能在经济管理和经济分析的过程中把数学方法用得恰到好处?对于这一问题,笔者一向的观点是:数学,只有当它比自然语言或文字叙述具有更简洁、更明白的表达形式时,才能派上用场,否则,宁肯使用自然语言或文字叙述来表达。事实上,数学方法的的确确具有这样一种功能,即数学语言通常比自然语言或文字叙述具有更简洁和更明白的表达形式。

目前在把数学方法应用于经济管理和经济分析的过程中,有两种很不好的倾向值得我们注意。一种倾向就是故弄玄虚,即把一个本来很简单的问题故意弄得很复杂,似乎越是让人看不懂,就越发显得高深莫测。在这方面,一个突出的例子就是数学符号的不规范使用。比如,我们经常看到这样的函数式, $u=u(x)$ ,或 $c=c(q)$ 。这两个函数式要表达的意思是,效用 $u$ 是 $x$ 的函数,成本 $c$ 是产量 $q$ 的函数。但是在这里,符号的使用是混乱的。第二个不良倾向就是本末倒置。也就是说,数学本来只是一种工具或者说方法,我们在经济管理和经济分析中运用数学方法的目的,是要描述经济现象的量的方面的特征,是要使得经济现象的分析更加透彻明了,而不是用数学来装潢门面。

基于上述考虑,笔者使用数学方法的一贯原则是:一要尽可能简单明白,避免繁琐;二要为实际问题服务,重在应用。从这两条原则出发,笔者对本书内容的取舍策略是,不影响基本方法的原理证明一概删除,如证明纳什均衡存在性的所谓“不动点原理”就根本没有提及;凡涉及到复杂数学原理的方法一概回避,如对于不完全信息的动态博弈问题,基本上不涉及高深的

数学问题。

在我国的博弈论研究领域,一个普遍的做法是,在按照静态博弈和动态博弈以及完全信息博弈和不完全信息博弈对博弈所作的4种划分中,通常都是由完全信息的静态博弈,到完全信息的动态博弈,再到不完全信息的静态博弈及不完全信息的动态博弈。目前国内流行的博弈论书籍,大多只包括了这4个部分。从难易程度看,不完全信息的动态博弈是其中最难的。有鉴于此,本书对不完全信息动态博弈的介绍都是最基本的。

笔者认为,这种4大块的体系首先是不全面的,其次是不公允的。因为,就博弈论的整个体系来看,矩阵博弈(即二人有限零和博弈)是一个重要的基本组成部分,把矩阵博弈排除在博弈论的体系之外是不全面的。其次,矩阵博弈是冯·诺依曼《经济行为及博弈论》的主要研究对象,而《经济行为及博弈论》是博弈论最早的奠基性著作,因此把矩阵博弈排除在博弈论的体系之外,显然是有失公允的。另外,这4种博弈中,讲的都是非合作性博弈,而博弈论还有一个重要的类型就是合作型博弈。从基础教程的全面性要求出发,显然不能忽略合作型博弈。

笔者关于博弈论的写作启动于8年前。当时,在给研究生讲授运筹学时,其中一章是关于矩阵博弈。为配合教学笔者编写了约一万字的博弈论简介作为阅读材料下发给学生。出乎预料的是,学生对这些内容表现出了异乎寻常的学习热情和兴趣。经过8年多的辛勤努力,以笔者教学过程中的讲义为基础,最终形成了本书,诚请各方贤达批评指正。

笔者的 E-mail 地址: xiongyj@xaut. edu. cn。

作者

# 目 录

第 1 章 绪论 .....	1	3.2 一个经典案例——囚徒困境 .....	47
1.1 博弈论发展及其应用 .....	1	3.2.1 形形色色的囚徒困境 .....	47
1.1.1 博弈论及其基本假定 .....	1	3.2.2 如何走出囚徒困境 .....	50
1.1.2 博弈论的形成和发展 .....	2	3.2.3 囚徒困境的利用 .....	53
1.1.3 博弈论在经济学中的应用 .....	6	3.3 用支付函数表示的静态博弈 .....	54
1.2 博弈论革命及其学科性质 .....	8	3.4 静态博弈在实践中的应用 .....	58
1.2.1 博弈论革命 .....	8	3.5 生活中的其他案例 .....	61
1.2.2 博弈论的学科性质 .....	11	3.5.1 军备竞赛 .....	61
1.3 博弈现象及其要素 .....	12	3.5.2 智猪博弈 .....	61
1.3.1 博弈现象及其分类 .....	12	3.5.3 警偷博弈 .....	63
1.3.2 博弈模型及其要素 .....	14	3.5.4 其他案例 .....	64
练习题 .....	15	3.6 纳什均衡及静态博弈求解 .....	65
第 2 章 矩阵博弈 .....	16	3.6.1 纳什均衡 .....	65
2.1 矩阵博弈模型的建立 .....	16	3.6.2 用画线法解静态博弈 .....	66
2.1.1 从一次实战模拟说起 .....	16	3.6.3 用箭头法解静态博弈 .....	67
2.1.2 其他案例 .....	18	3.6.4 优越现象和严格下策反复 消去法 .....	68
2.2 矩阵博弈的基本理论 .....	20	3.6.5 混合策略博弈的纳什均衡 .....	70
2.2.1 矩阵博弈的纯策略 .....	20	3.6.6 混合策略下双矩阵博弈的值 .....	72
2.2.2 矩阵博弈的混合策略 .....	25	3.6.7 反应函数法 .....	73
2.2.3 矩阵博弈的基本性质和特点 .....	27	3.6.8 关于零和博弈的讨论 .....	74
2.3 矩阵博弈的解法 .....	29	3.7 双均衡博弈 .....	76
2.3.1 公式法 .....	29	3.7.1 情侣博弈 .....	76
2.3.2 既约矩阵及其行列式解法 .....	30	3.7.2 斗鸡博弈 .....	77
2.3.3 图解法 .....	33	3.7.3 狩猎博弈与帕累托优势 .....	78
2.3.4 方程组解法 .....	39	3.7.4 风险优势与高薪养廉 .....	79
2.3.5 线性规划解法 .....	40	3.7.5 奇数定理 .....	81
2.4 利用 QSB 软件解矩阵博弈 .....	42	3.8 三方博弈及抗共谋均衡 .....	83
练习题 .....	44	3.8.1 三方博弈的矩阵表示 .....	83
第 3 章 完全信息静态博弈 .....	46	3.8.2 三方博弈的求解 .....	84
3.1 从生活中的两个例子说起 .....	46	3.8.3 联盟和抗共谋均衡 .....	85
		3.9 利用 Excel 求解高阶混合策略 博弈问题 .....	87

练习题 .....	88	5.9 一个外科手术事故案 .....	160
<b>第4章 完全且完备信息动态博弈</b> .....	91	练习题 .....	162
4.1 动态博弈及其可信性问题 .....	91	<b>第6章 不完全信息动态博弈</b> .....	163
4.2 子博弈与逆推归纳法 .....	94	6.1 不完全信息动态博弈 .....	163
4.2.1 动态博弈中的子博弈 .....	94	6.2 生活中不完全信息动态博弈的	
4.2.2 逆推归纳法 .....	95	例子 .....	165
4.2.3 子博弈完备纳什均衡 .....	98	6.3 声明博弈 .....	167
4.3 子博弈完备纳什均衡应用的		6.3.1 声明的信息传递作用 .....	167
实例 .....	100	6.3.2 离散型声明博弈 .....	168
4.3.1 斯塔克博格的寡头模型 .....	100	6.3.3 连续型声明博弈 .....	170
4.3.2 工会与厂商的博弈 .....	102	6.4 信号博弈 .....	174
4.3.3 委托代理博弈 .....	103	6.4.1 行为信号和信号机制 .....	174
4.3.4 讨价还价博弈 .....	105	6.4.2 信号博弈模型和完备贝叶斯	
4.3.5 求解具有混合策略均衡的静		均衡 .....	176
态博弈 .....	109	6.4.3 股权换投资 .....	177
4.4 重复博弈 .....	111	6.4.4 劳动市场信号博弈 .....	179
4.4.1 重复博弈问题 .....	111	6.5 重复信号问题 .....	184
4.4.2 有限次重复博弈 .....	112	6.5.1 签约选手的素质判断问题 ..	185
4.4.3 无限次重复博弈 .....	121	6.5.2 一次比赛试用期 .....	186
练习题 .....	127	6.5.3 多次比赛试用期 .....	187
<b>第5章 不完全信息静态博弈</b> .....	129	6.6 工会和厂商间的谈判博弈 .....	188
5.1 不完全信息静态博弈和海萨尼		6.6.1 谈判博弈的贝叶斯均衡 .....	188
转换 .....	129	6.6.2 均衡条件的分析 .....	189
5.1.1 不完全信息静态博弈 .....	129	6.7 “上有政策,下有对策”问题	
5.1.2 海萨尼转换 .....	130	研究 .....	191
5.2 贝叶斯纳什均衡 .....	132	练习题 .....	193
5.3 不完全信息的古尔诺模型 .....	137	<b>第7章 合作博弈</b> .....	195
5.4 委托代理机制设计及信息透露		7.1 合作的力量与合作博弈 .....	195
原理 .....	139	7.1.1 合作现象存在的必然性 .....	195
5.5 信息透露原理的应用——讨价		7.1.2 合作博弈存在的条件和	
还价模型 .....	142	形式 .....	197
5.6 拍卖与招标 .....	146	7.1.3 合作博弈与非合作博弈的	
5.7 混合策略的重新解释 .....	152	联系和区别 .....	198
5.8 股市博弈分析 .....	155	7.2 双人合作博弈 .....	199
5.8.1 股市博弈分析的特点 .....	155	7.2.1 利益分配 .....	199
5.8.2 股市博弈分析中信息的收集		7.2.2 纳什谈判解 .....	200
和处理 .....	157	7.2.3 合作博弈均衡 .....	201
5.8.3 股市博弈是概率性博弈 .....	158	7.3 多人合作博弈 .....	203



7.3.1	联盟	203	7.4.5	合作博弈理论的局限与 发展	219
7.3.2	特征函数	203	练习題		219
7.3.3	分配	204	<b>附录 1 大学生面临毕业是求职还是 考研——相关问题的博弈分析</b>		220
7.3.4	优越与核心	207	<b>附录 2 常用术语英汉对照</b>		226
7.4	夏普利值及其应用	209	<b>参考文献</b>		232
7.4.1	夏普利值	209			
7.4.2	权力指数	213			
7.4.3	投票的逻辑结构和影响度	215			
7.4.4	投票悖论与阿罗不可能 定理	217			

# 第1章 绪论

## 1.1 博弈论发展及其应用

### 1.1.1 博弈论及其基本假定

博弈论, 英文为 **Game Theory**, 是应用数学方法研究决策主体的行为发生直接相互作用时候的决策以及这种决策的均衡问题的一门学问。也就是说, 它研究的是当一个主体, 例如一个人或一个企业的选择受到其他人或其他企业选择的影响, 而且反过来影响到其他人、其他企业选择时的决策问题和均衡问题。所以从这个意义上说, 博弈论又称为“对策论”。虽然, 博弈论和对策论几乎可以说完全相同, 但是从流行的不同文献来看, 两者还是有一定的区别的。博弈论的研究对象无疑是如何博弈, 而对策论的研究对象则是如何对策。对如何博弈的回答, 无疑更侧重于博弈的规则和均衡, 而对于如何对策的回答, 则更多地侧重于策略或变量的选择。博弈论更侧重于现实中的应用, 更贴近于生活, 而对策论则更侧重于数学上的分析, 更贴近于理论。

博弈论应用的方法是数学方法。这一点是笔者特意加上的。因为博弈论现在是一个很时髦的概念, 在许多博弈分析的文章或书籍中, 有不少根本看不到数学方法, 通篇只是在讲策略博弈。笔者认为这些文献不属于博弈论的范畴, 因为博弈论使用的方法属于数学方法。这里就反映出了中西方文化的差别。有人说, 中国人自古就是博弈的高手, 这话一点儿也不错, 但可惜的是, 经典意义上的博弈论并没有诞生于中国, 它是由外国人提出并着手研究而后传入我国。它创建于 20 世纪的 40 年代, 50 多年后才传入我国。

要深入理解博弈论的研究对象, 可以把博弈论与传统微观经济学的相关内容作一比较。传统微观经济学讲到的个人决策, 就是在给定一个价格参数和收入的条件下, 最大化它的效用; 个人效用函数只依赖于他自己的选择, 而不依赖于其他人的选择; 个人的最优选择只是价格和收入的函数而不是其他人选择的函数, 他既不需要考虑自己的选择对他人选择的影响, 也不需要考虑别人的选择对自己选择的影响。与此相对照, 在博弈论中, 个人效用函数不仅依赖于他自己的选择, 而且依赖于他人的选择; 个人的最优选择是其他人选择的函数, 这是博弈论不同于微观经济学的显著特点。从这个意义上讲, 博弈论研究的是存在相互外部经济条件下的个人选择问题。在传统微观经济学中, 寡头市场是一个例外, 而这正是博弈论最主要的应用领域之一。

关于博弈论, 有一些典型的例子很能说明问题。一个例子是, 假如你正在一个影剧院看电影, 突然剧场起火, 大火很快蔓延开来, 匆忙之间你究竟如何逃生? 假如影剧院有两个安全门, 分别记作 A 门和 B 门, 你是逃向 A 门还是 B 门? 这就要看涌向哪个门的人更少。如果大家都涌向了 A 门, 你的正确选择就是冲向 B 门; 如果大家都涌向了 B 门, 你的正确选择就是冲向 A 门。只有这样, 你才能够顺利逃生。你的选择取决于别人的选择, 这就是博弈。

另一个例子是, 假如你正在用手机打电话, 突然因为信号中断而断线。你是立即就拨过去呢, 还是等对方打过来? 这需要看对方如何选择。如果对方立即拨过来, 你正确的选择就是等

待；如果对方选择等待，你正确的选择就是立即拨过去。否则，如果两个人都同时对拨，则必然因为信号冲突而难以实现通话；如果两个人都选择等待，则时光就会在等待中流逝。在这里，你的选择同样取决于别人的选择。

博弈实际上就是玩游戏。英文中的“game”本身就是游戏的意思。打牌需要看对方的出牌来确定自己该出什么牌；下象棋需要看对手的招法来确定自己的招法，如此等等。现实中人们的决策行为相互之间影响的例子的确很多。例如，OPEC(石油输出国组织)成员国选择石油产量；寡头市场上，企业确定其产品的价格和产量；家庭中夫妻之间的行为，还有国家与国家之间的关系等都是博弈，所以博弈论的应用是非常广泛的。

博弈论研究的基本假设是，人都是理性的。这个基本假设的含义是，人们在面对一个决策问题和一个特定的情景时，都不是盲动的、没头脑的，而是能够在选择策略的时候具有明确的目标，这就是使自己的利益最大化。这一基本假设，为人们进行博弈分析奠定了理论基础。正是围绕博弈论的这一基础和基本原则，人们才创造出了一个又一个栩栩如生的博弈论模型，从而推动了博弈论的不断发展。当然，在现实生活中，在遇到具体的决策问题时，即使没有现成的博弈论模型，我们也可以按照博弈论的这一基本原则去思考，根据这个基本假设去分析，从而为博弈论的发展作出应有的贡献。

### 1.1.2 博弈论的形成和发展

其实，早在 2000 多年前，博弈论的原始思想就已经萌芽。中国历史上极其丰富的政治、军事典籍，许多都是博弈论思想的宝库，我们熟知的《孙子兵法》中便充满了博弈的案例。中国古代的博弈思想在局中人的界定、博弈策略和推理、外延与内涵上与西方博弈论皆有不同，但至今没有被很好地挖掘整理出来。20 世纪初，西方一些学者在观察国际象棋、桥牌的基础上，提出和发展了现代博弈论。

博弈论的发展大体上可以分为 4 个时期：

#### 1. 萌芽期

德国哲学家和微积分奠基者莱布尼茨于 1710 年预言了关于策略博弈理论出现的必要和可能。其后两年，即 1712 年詹姆斯·瓦尔德格拉特(James Waldegrave)首次提出了“极小极大”策略的概念。1881 年，经济学家艾奇沃斯(Edgeworth)在《数学心理学》一书中论及了策略博弈与经济过程之间的相似性。1838 年古尔诺用博弈论思想研究了垄断现象。伯特兰(Joseph Bertrand)在 1883 年，艾奇沃斯(Francis Edgeworth)在 1925 年分别研究了两寡头的产量和价格垄断问题。这个时期博弈论思想的发展很不系统，带有一定的偶然性。尽管这些思想雏形对博弈论的发展有一定影响，但博弈论的真正发展与成熟还主要是在 20 世纪。

#### 2. 创立期

在 20 世纪 30 年代以前，博弈论专注于严格竞争博弈，这种博弈也称作二人零和博弈。在这里不存在任何形式的合作与联合行为，即一方的所得必然意味着另一方的等量所失。20 世纪初，首先是公理集合论的大师泽莫罗(E. Zermelo)就下棋证明了几个特殊的博弈定理。之后，法国大数学家波莱尔(E. Borel)提出了“有限形式的极小极大定理”，但他否定这一定理在一般形式下成立。

1928 年，出生于匈牙利的科学家冯·诺依曼首次证明了博弈论的基本定理，即“每个矩阵博弈都能通过引进混合策略而被严格决定”，从而宣告了现代博弈论的正式诞生。《博弈论与经济行为》一书将二人博弈推广到  $n$  人博弈，并将博弈论系统地应用于经济学研究。从那以后，在国际学术领域中，关于博弈论的文献如雨后春笋般地出现。因此我们说，冯·诺依曼和摩根斯

坦恩是现代博弈论的两位主要奠基人。

冯·诺依曼是一位科学巨匠。他 1903 年出生于匈牙利布达佩斯的一个富豪家庭，曾获得数学与化学双博士学位，一生在现代科学的许多重要领域都做出了第一流的贡献。这些领域包括公理集合论、“冯·诺依曼代数”、量子力学中的“隐变量不存在原理”、流体力学、天气预报和电子计算机程序思想等。作为一位思想深邃透辟、富于社会理想的学者，冯·诺依曼对于当代社会科学也做出了两项开创性工作：一项是给出了一般经济均衡存在的局部证明(1931 年)，其后由安诺(Arrow)和德布鲁(Debreu)加以发展，成为数理经济学的经典；另一项就是以社会经济问题为主要刺激源泉，创建了现代博弈论。

摩根斯坦恩 1902 年出生于德国，早年受业于门格尔和庞巴维克，纳粹占领奥地利之前在维也纳工作，此后到普林斯顿大学任教，是研究商业循环和经济预测的著名学者。他兴趣广泛，活跃于 30 年代的“维也纳小组”，与波普尔、卡尔纳普和哥德尔相熟。1939 年摩根斯坦恩首次与冯·诺依曼会面，从此开始了他们的合作。冯·诺依曼 1957 年逝世以后，摩根斯坦恩继续在普林斯顿大学组织和推动博弈论的研究，创办国际性的博弈论研究刊物，培养和激励了大批博弈论的后起之秀，如 L. Shapley、M. Shubik、W. Lucas 和 R. Aumann 等人。冯·诺依曼和摩根斯坦恩之间的友谊已成为博弈论发展史上的佳话，并成为社会科学研究方法现代化的人格化象征。

在《博弈论与经济行为》这部经典著作中，冯·诺依曼和摩根斯坦恩提出了博弈的 3 种表述方式和 2 种解的概念，即扩展型、正规型和特征函数型以及极小极大解(对二人零和博弈而言)和稳定集解。二人零和博弈是一种最简单、最基本的博弈，其中一个局中人之所得恰为另一局中人之所失。 $n$  人博弈的情形则比较复杂( $n > 2$ )。纳什(J. F. Nash)于 1951 年首次提出了  $n$  人博弈的“平衡点”解的概念。 $n$  人博弈与二人博弈的一个重大区别在于， $n$  人博弈中局中人可以有多种可能的合作，因此我们面临着复杂的联盟(coalition)问题。至于“非零和博弈”(二人或  $n$  人)，我们可以通过引进假想的第  $(n+1)$  个局中人，将“ $n$  人非零和博弈”转化为“ $(n+1)$  人零和博弈”。

尽管冯·诺依曼和摩根斯坦恩的分析构架奠定了博弈论的基础，但是他们关于任何博弈均存在稳定集解的猜测却在 1960 年被卢卡斯(W. F. Lucas)证明是错误的。这表明博弈论并不能无条件地告诉人们在冲突情境下如何决策。其实，Luce 和 Raiffa 在他们 1957 年的名著《Games and Deceisions》中就指出了博弈论在某些规范意义上的局限性。然而，正是因为认清了这一点，博弈论的实证方面才更迅速地发展起来，提出了适应不同实际情况的大量新的解概念。此外，冯·诺依曼的博弈论还存在其他一些局限性，例如它没有考虑博弈的信息结构，过于抽象，使它的应用范围受到了很大的限制，在相当长一段时间内，博弈论的研究只限于少数数学家，影响不大。但尽管如此，冯·诺依曼和摩根斯坦恩的这部合著仍然在博弈论发展史上享有类似于哥伦布发现新大陆一般的地位和作用。许多著名的哲学家、经济学家、政治学家和社会学家日益认识到，博弈论是描述和分析人类理性行为的最恰当的工具。甚至有人指出，由于马克思向来关心现代社会的矛盾及其解决，因此博弈论简直可以说是为马克思主义的进一步发展量身“定做”(tailor-made)的工具。

### 3. 发展期

1950 年—1951 年，纳什除研究合作博弈外，还研究了非合作策略型博弈，证明了“纳什均衡”，揭示了博弈均衡与经济均衡的内在联系，后来的博弈论研究基本上围绕这条主线展开的。1965 年，泽尔腾将扩展型博弈推广为动态博弈，给出了多步博弈和子博弈完备均衡概念，发展了逆推归纳法。1967 年—1968 年，海萨尼提出了信息不完全博弈和贝叶斯均衡概念等。纳什、泽尔腾和海萨尼在以上关键问题上的突破，扩大了博弈论研究与应用的范围，使它达到了一个

新的高度。因此，他们一起荣获了1994年的诺贝尔经济学奖。此后，维克里和莫里斯研究了机制设计理论，又叫做契约理论。其基本内容是研究不对称信息的博弈问题。所谓不完全信息，是指局中人相互不了解对方所采取的策略。不对称信息是一种特殊的不完全信息。不对称信息是一方了解对方的有关情况，这一方拥有的信息较多，而另一方不了解对方的有关情况，拥有的信息少，信息不对称。由于他们对不对称信息博弈问题进行了开创性的研究，进一步拓宽了博弈论的应用范围，因此荣获了1994年的诺贝尔经济学奖。

在博弈论的3位主要代表人物中，纳什的主要贡献是对非合作博弈的形式作了规定，并定义了著名的“纳什均衡点”。从1950到1954年，他发表了多篇论述博弈论的文章，为非合作博弈的一般理论和合作博弈的谈判理论奠定了基础。在博弈论发展的轨迹上，纳什是对合作博弈和非合作博弈进行区分的第一人。纳什所提出的“纳什均衡点”，60多年来已经成为博弈论研究和分析的核心问题。

当纳什获得诺贝尔经济学奖时，他已经是66岁的老人（其肖像参见图1.1）。与他在科学上令人眩目的杰出贡献相比，他用几十年漫长的岁月书写的充满才华和激情、充满磨难和苦痛、交织理性和疯狂的传奇人生，竟也毫不逊色，令人无限感慨和敬仰。纳什1928年出生于一个电子工程师家庭，少年时代的纳什一方面性格孤僻，另一方面显示出了非凡的数学才能。他17岁时进入卡耐基梅隆大学，专业是化学工程，但是在慧眼识珠的老师建议下，转行专攻数学。在此期间他选修了一门国际经济学课程，从而引发了对经济学命题的兴趣，后来发表的关于合作型博弈讨价还价问题的论文就是源于这时的一些想法。20岁时纳什在卡耐基拿到了数学学士和硕士学位，接受了普林斯顿大学优裕的奖学金，成为这里的一名研究生。他对许多数学学科都表现出极大的兴趣，如拓扑学、代数学、几何学、博弈论和逻辑学等。着手准备博士论文时，他决心独创一个属于自己的崭新课题。最终，过去曾思考的讨价还价问题引导他建立了非合作型博弈论的基本原理。1949年，21岁的纳什写下一篇著名的论文《多人博弈的均衡点》，提出了纳什均衡的概念和解法这一整个现代非合作型博弈论中最重要的思想之一，从而也奠定了他获得诺贝尔奖的基础。1950年纳什曾带着他的想法去会见当时名满天下的冯·诺依曼，遭到断然否定，但是在普林斯顿大学宽松的科学环境下，他的论文仍然得到了发表并引起了轰动。同年他以论文《非合作型博弈》获得数学博士学位。



图 1.1 纳什在诺贝尔奖颁奖典礼上演讲

以纯数学家自居的纳什，毕业后在兰德研究所和普林斯顿大学工作期间，证明了一个反直觉的等距嵌入定理，并引入全新的方法证明了困难得多的高维等距嵌入定理，强有力地推动了对偏微分方程存在性、唯一性和连续性定理的证明。对于纯数学家来说，数学是精神的艺术体操，评判一项研究的优劣，标准在于其数学深度及是否引入了数学新思想、新方法，或是解决了长期悬而未解的难题。从这一角度看，纳什的这一成果，以及数年后于麻省理工学院工作时的更加艰深的数学研究，比他的纳什均衡还要让数学同行们信服。1958年，纳什因其在数学领域的优异工作被美国《财富》杂志评为新一代天才数学家中最杰出的人物。然而，天有不测风云，人有旦夕祸福，就在纳什春风得意、事业就要达到巅峰的时候，他却突然遭受到命运无情的重重一击。纳什在他的而立之年患上了精神分裂症。

他不是一个人完美的人，早在1952年，纳什邂逅了一位大他5岁的姑娘，与之交往，次年有了个私生子，此后仍一直与她保持着若即若离的关系。1956年他的父母发现了儿子的事，不久

他的父亲就去世了，不知是否与此打击有关，也不知纳什是否曾为此自责。1957年他与麻省理工学院年轻美丽的的女学生爱莉西娅结婚，此后40多年患难与共的爱情和亲情可以见证，这或许是他的个人生活中最完美、最幸运的一刻。1958年爱莉西娅身怀六甲，尚未分娩，纳什的精神状况就开始恶化。他的举止越来越古怪，一步步走向心智狂乱。

纳什所患的是妄想型精神分裂症，这是所有精神疾病中最可怕的一种。病人被时断时续不切实际的疯狂念头充斥头脑，并且会产生幻视、幻听，同自己假想出来的人交谈。纳什会对着空气说，某份报纸里藏有来自另一个星球的只有他能破解的信息；也曾突然辞去在麻省的职位，只身跑到欧洲，要放弃美国国籍，还是爱莉西娅跟着去把他拖了回来；在家中，他不断地威胁着妻子爱莉西娅。万般无奈之下，爱莉西娅于1962年和纳什离婚，但是她对他忠诚的爱情并没有就此消失。1970年纳什的母亲去世，而他的姐姐无法负担他，就在纳什孤苦无依、就要流落街头的时候，善良的爱莉西娅接他来与自己同住。她不仅在起居上关心他，而且以女性特有的细心敏感照料着他。她理解他不肯去医院封闭治疗的想法，并把家搬到远离喧嚣的普林斯顿，希望宁静、熟悉的学术氛围有助于稳定纳什的情绪。

这是一场奇特的博弈。纳什，这个研究理性策略的数学天才，猝然间失去了赖以自傲的理性思维，身不由己地在清醒和疯狂之间来回挣扎徘徊，是永远坠向深渊还是走回家园？在那个无人能理解的世界里，他始终没有放弃对数学的热爱。我们无法知道纳什所承受的所有痛苦，但是可以揣摩意愿和能力之间的巨大冲突是怎样一种漫长的精神灾难。幸运的是，在这场博弈里，还有一个忠贞不渝的参与者，当他喃喃自语地说着谁也听不懂的话时，当他像幽灵似地梭巡于绿色校园时，总是有一双温存的眼睛和手臂勇敢地陪伴着他。世上最坚强的两样东西——意志和爱情，结合在一起，创造出一个最优策略，那就是奇迹。是的，世界目睹了这场博弈的喜剧性结局，在纳什患精神分裂症30余年后的90年代，他的精神逐渐恢复了正常。1994年纳什博士在为诺贝尔奖撰写的自传中没有提及精神疾病给他带来的痛苦，倒是说精神失常使他摆脱了常规思维的束缚，可以帮助他创造全新的理论。结尾处他写道：“从统计上说，任何数学家或科学家在66岁时，都似乎已经不可能再有大的建树。但我仍在努力着，那25年异型思维的‘假期’本来就是不正常的。这样我就还有希望，也许通过目前的研究或将来产生的新思想，我还能够做出一点有价值的东西。”读到此处，我们不能不为之一叹，我们惊叹这个博弈论大师非凡的天才，惊叹他顽强的意志和对科学毫无保留的执着之心！或许，这些也是爱莉西娅深爱纳什的原因吧。

对博弈论有重要建树的另一位人物是泽尔腾。泽尔腾对博弈论的贡献主要表现在对纳什均衡概念的完美化和详尽化以及博弈论在各学科的应用上。他针对纳什均衡概念的不完善性，提出了两个著名的新概念，即“子博弈完备均衡点”（subgame perfect Nash equilibrium，也译为“子博弈精炼纳什均衡”，简称“子博弈完美点”，1965年）和“颤抖的手完备均衡点”（简称“颤抖手完美点”，1975年）。

泽尔腾1930年10月10日出生于德国布雷斯劳（二战后此地归于波兰）。他荣获诺贝尔奖时任德国波恩大学教授，德国科学院院士，欧洲经济学会主席，美国经济学会名誉委员。他1951至1957年在德国法兰克福大学学习数学，1957年获得硕士学位后，到法兰克福大学工作与学习，1961年获得数学博士学位。1967年至1968年，泽尔腾到加州大学伯克利分校任客座教授，1969年至1972年在柏林大学任经济学教授，而后在比勒菲尔德大学工作了12年，1984年起他到波恩大学任教，致力于实验经济学的研究。1994年因其在“非合作博弈理论中开创性的均衡分析”方面的杰出贡献而荣获诺贝尔经济学奖。泽尔腾现在还担任计量经济学社团委员、美国艺术与科学学院外籍名誉院士。他的主要学术研究领域为博弈论及其应用以及实验经济学等。

海萨尼的主要贡献是证明了如何分析不完全信息下的博弈问题，从而为研究“信息经济学”奠定了理论基础。他在博弈论的几个前沿热点上几乎都取得了突出的成就，他的某些思想已经成为博弈论研究的基石，有些思想目前仍然处在不断的研究之中。尤其重要的是他的工作不仅极大地促进了博弈论的发展，而且他新颖而富有创造性的思维激发了后人的进一步开拓。

#### 4. 繁荣期

这主要表现为博弈论的应用范围不断扩大，几乎涉及到微观经济理论及管理的各个方面。与此同时，用博弈论研究宏观经济问题的学者与日俱增，取得了一个又一个重要成果。目前，博弈论正在使经济学及管理学发生着一场深刻的革命。到了 20 世纪 80 年代初期，关于博弈论及其应用的著作和论文在世界上已达 6000 多种，且有方兴未艾之势。冯·诺依曼和摩根斯坦恩的在天之灵如若有知，一定会为此感到欣慰。

### 1.1.3 博弈论在经济学中的应用

我们不可否认，社会需求是博弈论发展的强大动力。个人、企业和政府不仅需要博弈论理论的指导，而且需要对生产、产业结构、分配、价格、财政、金融、外贸、外资管制等问题做出具体的行动方案。21 世纪在应用博弈论开展经济问题的定量分析方面必将取得新的突破，其中一个重要的发展方向是将博弈论与模拟技术、经济计量学相结合，以博弈论为理论基础，以模拟技术、经济计量学为方法，对各种经济问题开展定量研究。

博弈论在西方经济学中的应用有两个明显的特点：一是博弈论和西方经济学结合得很自然、很广泛。一方面，按照传统教科书的说法，西方经济学是研究市场经济条件下稀缺资源的有效配置问题的，这就不可避免地涉及个人之间、个人与团体之间以及团体与团体之间的经济利益冲突。另一方面，博弈论是关于局中人的策略行为相互作用的理论，因此，博弈论的分析方法迎合了西方经济学抽象分析的需要。自从博弈论正式问世以来，博弈论便与西方经济学天然地融合在一起了，两门学科“你中有我，我中有你”，相互结合，共同发展。二是博弈论一产生就成了西方经济学家研究工具箱中的利器之一，博弈论向西方经济学的渗透面非常广泛，从微观经济学到宏观经济学再到国际经济学，到处可见博弈论的思想、观点和方法所触及的痕迹。如果说当代西方经济学的一个显著特征是数学方法的应用，那么博弈论在西方经济学中的应用便是最典型的例证。

考察博弈论在西方经济学中的应用可以有不同的着眼点。下面就博弈论在微观经济学、宏观经济学和国际经济学中的应用情况作一概要性的考察。

#### 1. 博弈论在微观经济学中的应用

这是博弈论在西方经济学中应用得最早、成果最丰富、扩展得最深入的部分，其中尤以寡头市场理论为甚。众所周知，寡头市场的一个显著特征是厂商行为的相互依赖性，这一特征使得寡头厂商所面对的需求曲线具有不确定性，从而使常规的用边际收益曲线和边际成本曲线决定均衡产量和均衡价格的分析方法遇到了很大的困难。古尔诺是最早意识到寡头市场中厂商行为相互依赖的经济学家，他于 1838 年提出的寡头模型不仅是经济学史上第一个寡头模型，而且这一模型所包括的博弈论的要素也令后人感到吃惊。例如，纳什均衡在当今已是非合作对策中的基本概念，但纳什均衡所包含的思想早在古尔诺模型中就已存在了，这从一个侧面说明了经济学对数学发展所起的促进作用。继古尔诺之后，伯特兰(J. Bertrand)、埃奇沃思(F. Y. Edgeworth)、霍特林(H. Hotelling)、张伯林(E. H. Chamberlin)、斯塔克尔伯格(V. Stacklberg)和斯威齐(P. M. Sweezy)等人也分别提出了各自的寡头模型，这些寡头模型在丰富了寡头市场理论的同时，也造成了寡头理论的支离破碎，而且对已有的寡头模型也缺乏深入的、一般的分析。

例如，一般情况下的古尔诺寡头模型的(均衡)解是否存在?为什么伯特兰模型所导致的市场结果与完全竞争市场一致?如此等等。这些为博弈论应用于寡头市场理论创造了较好的环境。现代的微观经济学，在论述寡头理论时，几乎都或多或少地运用了博弈论的概念和思想。特别是在高深一些的微观经济学教科书中，大多都用博弈论的方法来论述寡头市场理论。按照博弈论的观点，寡头厂商就是博弈的局中人，价格或产量可以看作策略变量，而利润则为支付。现在人们已经清楚，古尔诺模型、伯特兰模型和霍特林模型都不过是非合作博弈模型，其解都可以用纳什均衡来描述。而斯塔克尔伯格模型中的均衡实际上是子博弈精炼纳什均衡。因此，从一定意义上说，博弈论已经改变了传统的寡头理论。博弈论应用于微观经济学的另一个典型例证是一般均衡模型。在纯交换的一般均衡分析中，传统微观经济学通常是用埃奇沃思盒形图来加以分析的，这种分析尽管简单、直观，但分析得不够深入、细致。用博弈论的观点看，这类市场交易实质上是一种合作博弈。西方学者用核心、夏普利值、交易集、核仁等合作博弈解的概念对这类市场博弈作了较深入的讨论，加深了人们对商人们的合作方式以及市场交易过程的认识。此外，博弈论在公共物品、外在性和福利经济学等方面也有应用。

博弈论之所以能在经济学研究领域取得成功，根本原因在于它弥补了传统经济分析的缺陷。新古典微观经济学的分析是以完全理想化的充分竞争为假定前提的。在完全竞争的条件下，经济活动主体间的任何联系都是通过市场来完成的，价格是沟通他们之间联系的唯一有效的工具。作为价格接受者的经济活动主体，无论是生产者还是消费者，在进行生产或消费的决策时，只考虑自身的生产函数或收入约束以及消费偏好，从而使自身利益最大化。所有的外部信息都融合在价格信号中，通过对消费者预算线斜率的影响而间接地影响消费者的消费决策，或通过对生产者成本线斜率的影响来间接地影响其生产决策。因此，在新古典经济学中，任何人除了自己和价格以外，再没有别的事情需要关心了。在这种理想化的假设条件下，传统经济学构建了一座宏伟壮观的理论大厦，但与此同时，传统分析也暴露出越来越多的问题。以严格的假定前提为条件的分析工具在假定前提根本不存在的现实面前束手无策。尤其是存在外部性问题时，正负经济效应的外溢会使经济活动者受到与自己的决策行为没有任何关系的其他人的影响，这时，他的效用函数的自变量就不只是他的决策值和价格水平，其他人的决策变量也进入了他的效用函数。传统分析无力解决这个问题，而博弈分析则恰好以其独特的分析手段解决了这一问题，博弈分析除了在本分析手法方面与传统分析不同之外，在分析的基本前提方面与传统分析完全一致。如理性经济人假设等就是两种分析方法所共有的。

## 2. 博弈论在宏观经济学中的应用

这是博弈论应用于西方经济学中起步较晚、成果不甚丰富但颇有生命力的部分。尽管 20 世纪 50 年代曾有人试图将博弈论引入宏观经济学，并提出了在一个博弈中把团体当作一个局中人的可能性，但博弈论被正式引入到宏观经济学中却是 20 世纪末的事。从目前的情况看，博弈论主要应用于宏观劳动市场和宏观经济政策方面，其中以宏观经济政策方面最为热门，也是宏观经济学研究的前沿问题。基德兰德(F. Kydland)和普雷斯科特(E. C. Prescott)1977 年在一篇颇有影响的文章中指出，在某些情况下，在政策制定者宣布了一项最优长期计划之后，他(们)会发现偏离这一计划反而是最优的，而预见到这种情况的当事人就会不相信这种承诺，从而导致了一种博弈局面。按照西方学者的看法，宏观经济政策可以被看作为一种博弈，其局中人是公众、中央银行和政府的财政部门。巴罗(R. Barro)和戈登(D. B. Gordon)曾在 1983 年利用博弈论研究货币政策，是这方面开展较早的工作。之后，巴罗又考察了不完全信息条件下的货币政策的信誉问题。在基德兰德和普雷斯科特的货币政策模型里，博弈的局中人包括政府和私人部门。私人部门选择预期的通货膨胀率，政府在给定预期通货膨胀率的情况下选择实际的通货膨胀率。



从博弈的角度看，政府和私人部门之间进行的是一个动态博弈。在 20 世纪 80 年代末期，西方学者已将博弈论应用于宏观经济政策制定的有关内容写进了较高深的宏观经济学教科书中，如布兰查德(O.Blanchard)和费希尔(S.Fischer)于 1989 年出版的《Lectures on Macroeconomics》一书。

### 3. 博弈论在国际经济学中的应用

博弈论在国际经济学领域中的应用，是随着各国经济交往的日益密切而备受关注和重视的。在一般的国际贸易理论中，通常都隐含着这样一个假定，即所有的国家都是足够小的，它们在国际贸易中所占的份额也足够小，使得它们只能是国际价格的接受者而不是制定者。然而，在很多情况下，这个假定是不现实的。例如，双边和多边的关税减让谈判、国际债务中债权国与债务国的谈判等，都涉及当事国的策略相互影响问题。从现实背景方面看，各国在经济交往当中，既有竞争的因素（因为各国都希望在交往中争取到尽可能多的经济利益），又有合作的因素（因为当事国都不希望自己与外部隔绝）。更为重要的是，随着世界经济的发展，每一个国家的经济政策不仅会影响本国经济的发展，而且会对与该国有经济联系的其他国家产生影响。各国在国际经济活动中的利益既互相冲突又互相依赖的事实表明，各国的利益不仅依赖于本国的行动（自己可以控制的变量），还依赖于别国的行动（自己不能控制的变量），这些为博弈论在国际经济学领域中的应用创造了条件。就目前而言，博弈论在国际经济学中的应用主要是在经济政策方面。

### 4. 博弈论在其他方面的应用

这主要包括产业组织理论、委托代理理论和公共品领域等。在产业组织理论方面，以博弈分析为主要特征的芝加哥学派已基本改写了整个产业组织理论的基本内容，其中引人注目的有：寡头竞争理论、价格歧视理论、垄断理论等。这一改进使产业组织理论走出了传统分析完全依赖数据的堆砌和归类的描述性理论阶段，而成为一个具有系统的理论框架和成熟规范的分析范式的科学理论。

博弈论近年来在经济学中最成功的应用，可以说是不完全信息条件下的委托代理理论或经济机制设计理论。委托人和代理人之间是一种典型的博弈行为，即在不完全信息条件下，委托人如何通过机制设计（或策略选择）使代理人受到监督、激励而努力工作的问题，其实质是不完全信息动态博弈的求解问题。该理论对现实经济生活的强有力的解释能力和实践指导能力引起了人们的极大关注。

在公共产品领域、公共选择理论、国家管制理论以及产权经济学的不少问题中，博弈分析也得到了广泛而成功的应用，甚至被应用到商业、管理以及军事竞争等领域。我国目前正处于向社会主义市场经济过渡时期，新体制是通过社会各阶层、各利益群体、各经济活动主体共同参与的博弈逐步确立的。所以，掌握博弈分析工具不仅有助于更好地学习和借鉴西方经济理论的新成果，而且能强化分析中国现实问题的能力。

## 1.2 博弈论革命及其学科性质

### 1.2.1 博弈论革命

在经济学界还很少有人把博弈论的发展对经济学的影响称为革命，但客观看来，博弈论带给经济学的变革不仅仅是一个“革命”所能概括的，尽管这种影响是在一种潜移默化并且漫长的过程中完成的。它平平淡淡，但远胜轰轰烈烈。自 20 世纪 90 年代以来，有 3 次诺贝尔经济学奖授予了与博弈论相关的研究领域（1994 年的博弈论，1996 年和 2001 年的信息经济学），总