

MANAGERIAL GAME THEORY

侯光明 李存金 / 著

管理 博弈论

DB64



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

C931.1/4

管理

博弈论

MANAGERIAL GAME THEORY

侯光明 李存金 / 著

R80 52/13



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

管理博弈论/侯光明,李存金著. —北京:北京理工大学出版社,
2005.2

ISBN 7-5640-0398-7

I. 管… II. ①侯… ②李… III. 对策论-应用-管理学
IV. C931.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第137781号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(办公室) 68944990(发行部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱/chiefedit@bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/14.5

插 页/2

字 数/326千字

版 次/2005年2月第1版 2005年2月第1次印刷

印 数/1~2000册

责任校对/陈玉梅

定 价/35.00元

责任印制/吴皓云



“211 工程”拉开了中国高等教育研究型大学的建设序幕，“985 工程”的实施则表明，中国研究型大学的建设已进入新一轮的快速发展阶段。研究型大学的发展是我国新世纪科教兴国、全面建设小康社会的重要推动力，也是我国高等教育跨入世界先进水平的一项战略性举措。

高水平研究型大学以高层次人才培养为核心。几年来，加入研究型大学建设行列的重点大学都将研究生，特别是博士生培养作为重点工作。凭借“985 工程”基金及其他基金资助，在支持重点学科建设、发展优势学科、扶持特色学科和鼓励交叉学科方面取得了良好效果。同时在研究生教育改革、创新团队培养方面，也积累了初步经验。在看到成绩和发展的基础上，我们也深刻认识到，科学技术的快速进步、社会发展的日新月异、学科发展的丰富多彩，又不断向高等教育提出了新的挑战。

在广大高校教师共同努力的基础上，一大批前沿学科理论被列入研究生学位课程。其中，博弈论、非对称信息博弈论作为管理类、经济类学科研究生、博士生培养的学位课或必修课，日益受到人们的重视。同时，在广大研究人员的辛勤努力下，其理论与应用研究也始终在不断深化。但是，博弈论在管理领域的应用方面还鲜见系统性的研究成果，对其进行理论总结并形成学科体系，已成为管理研究人员的重要任务。

管理博弈论，又称激励与约束机制设计的理论，是现代管理学与博弈论交叉融合发展的结晶，其实质内容是博弈论、非对称信息博弈论在管理中的应用与发展。现代管理以人为中心，激励与约束已成为现代管理的核心职能，如何通过建立有效的管理激励与约束机制，来引导和规范组织活动和人的行为，始终是管理学者探求的热点问题之一。经济学

对机制的研究已有一系列成果（如委托—代理理论），但其研究面侧重于具体的单要素、单目标问题，忽略了系统中复杂的诸多管理因素和环境变化，而最终管理目标的实现恰恰是系统内多要素相互联系、综合作用的结果，并不是系统中各部分目标的简单叠加。管理博弈论基于组织的系统思维来研究和探索组织管理系统中的博弈规律和方法，强调采用系统博弈观和定性定量相结合的分析方法，来指导激励与约束机制的设计。

本书是在作者近年来研究成果和教学经验积累基础上，吸收本领域最新成果并进行归纳、创新，精炼而成的。1999 年我们出版了专著《管理激励与约束》，并从 2000 年开始在北京理工大学管理与经济类博士生课堂开设“信息经济学”课程。作为对博弈论在管理中应用的系统总结和凝练，2001 年我们首次提出了管理博弈论的理论体系，并于 2001 年出版了《管理博弈论导论》，2002 年出版了《现代管理激励与约束机制》。作为为管理类博士生撰写的一部教材，本书力图简单而系统地介绍博弈论的基本理论、非对称信息博弈论的基本内容，在此基础上进一步系统阐述管理博弈论的基本理论与方法。对书中的不足之处，希望专家学者真诚赐教。作为一个年轻的新兴学科领域，我们坚信管理博弈论有着广阔的发展前景与应用需求。

非常感谢几年来那些参与本课程学习与讨论的同学们，因为正是师生间的教学相长使我们的一些方法和案例不断得到完善和深化。还要特别感谢北京理工大学管理与经济学院的甘仞初教授、李金林教授、韩伯棠教授、吴祈宗教授，他们对本课程的建设和本书的出版给予了热情支持。感谢北京理工大学现代组织管理研究中心的各位老师和同学们给予的帮助。最后，谨向本书所引用文献的作者致以深深的谢意。

作 者

2004 年 10 月



第一章	博弈论概述 / 1
1.1	什么是博弈论 / 1
1.2	博弈论的产生与发展 / 2
1.3	博弈论的基本概念 / 3
1.4	博弈论的基本内容 / 5
1.5	博弈论与经济学 / 9
1.6	博弈论研究著名学者简介 / 10
第二章	合作博弈 / 14
2.1	合作博弈的含义 / 14
2.2	双人合作博弈 / 14
2.3	多人合作博弈 / 16
2.4	夏普利值 / 19
第三章	完全信息静态博弈 / 20
3.1	博弈的战略式表述 / 20
3.2	占优战略均衡 / 21
3.3	重复剔除的占优均衡 / 22
3.4	纳什均衡 / 24
3.5	库诺特寡头竞争模型 / 25
3.6	贝特兰德的双头垄断模型 / 27
3.7	混合战略纳什均衡 / 28
第四章	完全信息动态博弈 / 31
4.1	博弈的扩展式表述 / 31
4.2	扩展式表述博弈的纳什均衡 / 33
4.3	子博弈精炼纳什均衡 / 34
4.4	斯坦克尔伯格的寡头竞争模型 / 40
4.5	重复博弈 / 41
第五章	不完全信息静态博弈 / 44
5.1	不完全信息静态博弈和贝叶斯纳什均衡 / 44
5.2	不完全信息库诺特模型 / 48

5.3	一级密封价格拍卖 (招标) / 49
5.4	贝叶斯博弈与混合战略均衡 / 50
5.5	双向拍卖 / 52
5.6	显示原理 / 55
第六章	不完全信息动态博弈 / 58
6.1	精炼贝叶斯纳什均衡 / 58
6.2	信号传递博弈 / 63
6.3	不完全信息重复博弈与声誉模型 / 66
6.4	精炼贝叶斯均衡的再精炼及其他均衡概念 / 70
第七章	非对称信息博弈论概述 / 76
7.1	非对称信息博弈分类 / 76
7.2	委托—代理理论 / 77
第八章	道德风险 / 81
8.1	基准模型——对称信息合约 / 81
8.2	非对称信息合约 / 85
8.3	线性合约 / 88
8.4	隐藏知识的道德风险 / 89
8.5	团队工作问题——一个基于动态博弈的管理激励与约束机制设计 / 91
第九章	逆向选择 / 98
9.1	逆向选择问题 / 98
9.2	旧车市场的逆向选择 / 99
9.3	保险市场的逆向选择 / 104
第十章	信号传递与信息甄别 / 109
10.1	信号传递的价值 / 109
10.2	劳动市场信号博弈 / 110
10.3	信号甄别 / 115
第十一章	管理博弈论 / 119
11.1	管理博弈论的产生 / 119
11.2	管理博弈论的学科特点 / 125
11.3	管理博弈论与博弈论、非对称信息博弈论的比较 / 126
11.4	管理激励与约束的基本原理 / 127
11.5	管理激励与约束机制的基本原理 / 138
11.6	管理激励与约束机制设计的基本原理 / 142
11.7	管理博弈机制式表述 / 145
11.8	管理博弈论的前沿课题 / 147
第十二章	个体管理激励与约束机制设计 / 149
12.1	个体管理激励与约束机制设计概述 / 149
12.2	个体管理问题的管理合作博弈机制式表述 / 151

12.3	个体管理问题的管理非合作博弈机制式表述 / 154
12.4	知识员工管理激励与约束机制设计研究 / 160
第十三章	群体管理激励与约束机制设计 / 165
13.1	群体管理激励与约束机制设计概述 / 165
13.2	群体管理问题的管理合作博弈机制式表述 / 167
13.3	群体管理问题的管理非合作博弈机制式表述 / 172
13.4	信息不对称条件下团队工作绩效测评及其管理 激励与约束机制设计 / 179
第十四章	隐蔽违规行为管理激励与约束机制设计 / 184
14.1	隐蔽违规行为管理激励与约束机制设计概况 / 184
14.2	隐蔽违规管理问题的管理博弈机制式表述 / 185
14.3	资源开发中环境保护的管理激励与约束机制研究 / 193
第十五章	公共资源管理激励与约束机制设计 / 200
15.1	公共资源管理激励与约束机制设计概述 / 200
15.2	公共资源问题的管理博弈机制式表述 / 202
15.3	牲畜品种结构优化及草原资源保护的激励与约束 机制研究 / 211
15.4	内蒙古过度放牧对草地退化的影响分析 / 216
	参考文献 / 222

第一章 博弈论概述

1.1 什么是博弈论

博弈论，是研究决策者在决策主体各方相互作用情况下如何进行决策及有关这种决策的均衡问题的理论。与其他理论不同，博弈论强调决策主体各方策略的相互依存性，即任何一个决策主体必须在考虑其他局中人可能的策略选择基础上来确定自己的最优行动策略。博弈论的精髓在于博弈中的一个理性决策者必须考虑在其他局中人反应的基础之上来选择自己最理想的行动方案。所谓均衡即所有局中参与人的最优策略组合，各方博弈产生的结果是一个均衡结局，它可能不是局中各方及整体的利益最大化，但它是在已给定信息与知识条件下的一种必然结果，因为任何一方改变策略而导致均衡的变化都有可能使自己得到一个更差的结果。

博弈论，英文名称为 Game Theory，刚被介绍至我国时，曾有过多种译法，如游戏理论、对策论或对策运筹论等。近年来，学术界越来越多地接受了博弈论这一名称。这除了由于“博弈”一词文言气味浓郁外，更重要的是博弈一词能更准确、全面地体现策略选择、依策略而动以及最终结果三者的统一。

Game 一词在英文中的基本意思是游戏、比赛，事实上许多游戏中蕴涵着抽象的博弈思想。比如我国传统的“石头、剪刀、布”游戏、“狼吃羊”游戏等，都是策略博弈的典型例子。众所周知的田忌赛马的故事则很好地说明了通过策略运用，可以取得以弱胜强的结局。可见游戏的背后是谋略之争。

博弈在中文中的基本意思是弈棋，博弈本身是一种游戏，但博弈更强调谋略，用博弈来反映竞争性的社会现象与经济关系往往是十分贴切的。博弈论研究人们的行为、在直接相互作用时的决策以及决策的均衡问题。博弈论预设：①人是理性的，即人人都会在给定的约束条件下最大化自身的利益；②人们在交往合作中有冲突、行为互相影响，且通常信息不对称。

现实中，博弈的结局往往是博弈各方一种博弈策略组合所产生的均衡结果，我们称之为纳什均衡（Nash equilibrium），即给定对手的策略，每个参与人选择自己的最优策略。纳什均衡是一种僵局，指其他参与人的策略一定、没有任何人有积极性偏离这样一种均衡的局面。经济学中的完全竞争均衡就是纳什均衡，因为买卖双方都是按照既定的价格进行交易量的选择，结果导致了零利润。

博弈论是深刻理解经济行为和社会问题的基础。随着博弈论的发展及其在研究上的巨大

成就,其应用领域也日益广泛。目前,博弈论的主要应用领域已涉及到经济学、政治学、军事学、演化生物学、计算机和人工智能科学、工程控制论、会计学、统计学、企业管理、社会心理学、伦理学等众多领域。

1.2 博弈论的产生与发展

1.2.1 萌芽阶段

博弈思想源远流长,博弈实践活动古而有之,对具有策略依存特点的决策问题的零星研究也可以追溯到 18 世纪初或更早。古诺(Augustin Cournot, 1838)、伯特兰德(Marianne Bertrand, 1883)、艾奇沃斯(Francis Y. Edgworth)、斯坦克尔伯格(Stackelberg)等人关于两寡头垄断产品交易行为的博弈模型研究,揭示了经济活动中蕴涵的博弈问题特征,为博弈论的产生提供了思想雏形。

1.2.2 产生阶段

1944 年诺伊曼(John Von Neumann)和摩根斯坦(Oskar Morgenstem)合著的《博弈论与经济行为》一书出版,标志着博弈论的正式诞生,该书奠定了博弈论这门学科的理论与方法基础,提出了策略型和扩展型的基本博弈模型。但诺伊曼和摩根斯坦研究的主要成就还是合作博弈论,合作博弈论也在 20 世纪 50 年代达到了研究的高峰。库克(Tucker)于 1950 年定义了“囚徒的困境”,纳什(John Nash)在 1950 年和 1951 年发表了两篇关于非合作博弈的重要文章,这两位学者的研究工作,特别是纳什的研究工作奠定了非合作博弈论的基础,所提出的纳什均衡概念,在非合作博弈论中起着核心作用。

1.2.3 发展阶段

20 世纪 60 年代,博弈论在经济领域得到推广应用,进一步推动了博弈论的研究进程。1965 年泽尔腾(R. Selten)将纳什均衡概念引入动态问题分析,提出了著名的“精炼纳什均衡”概念。海萨尼(John C. Harsanyi)在 1967—1968 年则把不完全信息引入博弈论研究,提出了不完全信息博弈和贝叶斯均衡概念以及处理不完全信息博弈的方法。这些研究成果使得博弈论在动态博弈问题和不完全信息博弈问题的研究上取得了重大突破。

1.2.4 繁荣与成熟阶段

进入 20 世纪 80 年代后期,博弈论的发展进入了前所未有的繁荣时期。克雷普斯(Kreps)、威尔逊(Wilson)、米格罗姆(J. Y. Milgrom)和罗伯茨(Roberts)在动态不完全信息博弈及信用问题研究方面取得了丰硕成果。1994 年纳什、泽尔腾、海萨尼三人因博弈论及其在经济应用方面的突出贡献而荣获诺贝尔经济学奖,1996 年诺贝尔经济学奖再度授予了在博弈论研究方面做出突出贡献的维克里(W. Vickrey)和莫里斯(Morlis)。由此,吸引了更多的学者投入到博弈论的研究当中,使得博弈论成为世界范围内的研究热点,博弈论也逐步趋于完善和成熟。2001 年,研究博弈论的学者再一次获得诺贝尔经济学奖。美国教授乔治·阿克洛夫(George A.)、迈克尔·斯彭斯(A. Michael Spence)和约瑟夫·斯蒂格利茨(Joseph

E. Stiglitz) 在 20 世纪 70 年代奠定了对充满不对称信息市场进行分析的理论基础, 正是由于他们在“对充满不对称信息市场进行分析”领域所做出的重要贡献, 而分享了 2001 年诺贝尔经济学奖。

在这个阶段, 计算机技术的飞速发展使得研究复杂与涉及大规模计算的博弈模型发展起来, 博弈论在所有研究领域都取得了重大突破, 并开始对其他学科的研究产生强有力的影响。在理论上, 博弈论从基本概念到理论推演均形成了一个完整与内容丰富的体系。在应用上, 政治与经济模型有了深入研究, 非合作博弈理论应用到大批特殊的经济模型, 并向生物学、计算机科学、道德哲学等领域广泛扩展。

1.3 博弈论的基本概念

博弈论的基本概念包括: 参与人、战略(策略)、行动、信息、支付函数、结果、均衡等。其中参与人、策略、支付函数构成博弈的三个基本要素, 参与人、行动次序、结果统称为博弈规则, 而博弈分析的目的就是使用博弈规则来确定均衡。

(1) 参与人(player), 也称局中人或博弈方。是指博弈中能独立决策、独立行动并承担决策结果的个人或组织。小到一个人、大到一个跨国公司乃至一个国家, 只要能独立决策和行动, 都可视为一个博弈方。比如柯达与富士公司的竞争, 就可看作一个有两个博弈方的博弈。参与人是理性的, 他根据自己的利益来决定行动。一般说来, 博弈的参与者越多, 情况就越复杂, 结果也越难预料。

为了分析方便, 在博弈论中“自然”作为“虚拟参与人”来处理。这里, “自然”是指决定外生的随机变量的概率分布的机制。在许多实际问题中, 参与人决策的后果依赖于自然的选择(概率), 但自然作为虚拟的参与人没有自己的支付和目标函数。

(2) 策略(strategy), 是指各博弈方可选择的行动方案, 亦称战略。strategy 直译应为战略, 指参与人在给定信息集的情况下的行动规则, 它规定参与人什么时候选择什么行动。不过战略一词对大多数博弈来讲显然过于抽象和宽泛了, 所以, 在博弈论中更多地使用策略一词。每一个策略都对应一个相应的结果, 因此每个博弈方可选的策略数量越多, 博弈就越复杂。

博弈论中最基本的两个战略概念是: 纯战略(pure strategies), 指一个战略规定参与人在每一个给定的信息情况下只选择一种特定的行动; 混合战略(mixed strategies), 指一个战略规定参与人在给定信息情况下以某种概率分布随机地选择不同的行动。

每个参与人都有可供选择的多种策略, 这些策略的集合我们称之为策略空间。按策略空间划分博弈, 可分为有限策略博弈和无限策略博弈。因为每一种策略都相应地对应一个得益结果, 所以从理论上讲, 有限策略博弈的结果必然是有限的, 而无限策略博弈的结果则有无穷多种可能。

设 s_i 表示第 i 个参与人的特定战略(策略), $S_i = \{s_i\}$ 代表第 i 个参与人的所有可选择的战略的集合。如果 n 个参与人每人选择一个战略, n 维向量 $s = (s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$ 称为一个战略组合, 其中 s_i 是第 i 个参与者选择的战略。

注意, 战略是行动的规则, 而不是行动本身, 战略要说明的是在每一种可预见的情况下采取什么行动。

(3) 行动 (actions or moves), 是参与人在博弈的某个时点的决策变量。一般我们用 a_i 表示第 i 个参与人的一个特定行动, $A_i = \{a_i\}$ 表示可供第 i 个参与人选择的所有行动的集合。在 n 人博弈中, n 个参与人的行动的有序集 $a = \{a_1, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ 称为行动集合, 其中 a_i 是第 i 个参与人的行动。

相关的一个重要问题是进行博弈的行动顺序 (the order of play), 即博弈各方行动选择的先后问题。博弈中各博弈方行动的顺序对于博弈的结果是非常重要的。同样的博弈方、同样的策略空间, 先后决策并行动和同时决策行动, 其结果是大相径庭的。一般我们按行动的次序划分, 可将博弈问题分为静态博弈和动态博弈。博弈论非常强调时间和信息的重要性, 它们是影响博弈均衡的主要因素。博弈过程中, 参与主体行动选择的先后顺序和对信息的掌握程度的不同决定着最优战略的选择, 进而影响到博弈的均衡。如果参与主体同时选择行动或虽非同时选择但后行动主体并不知道先行动者采取了什么具体行动, 这种情况下的博弈称为静态博弈; 如果参与主体的行动有先后顺序, 且后行动主体能够观察到先行动者所选择的行动, 该种情况下的博弈称之为动态博弈。

(4) 博弈的信息 (information), 是参与人有关博弈的知识。博弈中最重要的信息是有关对手策略以及各博弈方得益的信息, 特别是有关“自然”选择、其他参与人的特征和行动的知识。

① 完全信息 (complete information), 在博弈中各参与方都完全了解所有参与人各种情况下的支付。

② 不完全信息 (incomplete information), 在博弈中至少存在部分参与人不完全了解其他人的支付情况。

③ 完美信息 (perfect information), 在博弈中参与人对其他参与人的行动选择有准确了解的情况。

④ 不完美信息 (imperfect information), 在博弈中一个参与人对其他参与人的行动不完全准确了解的情况。

⑤ 对称信息 (symetric information), 没有参与人在行动时或在终点处有与其他参与人不同的信息。

⑥ 不对称信息 (asymetric information), 存在某个参与人在行动时或在终点处有与其他参与人不同的信息。

“知己知彼, 百战不殆。”可见信息对博弈的重要性古人早已知之。例如, 在各博弈方同时决策的博弈中, 必须保证不能让对手知道自己采取何种策略, 否则自己将永远是博弈的输家。

(5) 支付函数 (payoff), 也称得益, 是指博弈方策略实施后的效用。理性的博弈方总是选择能使自己获得最大得益的策略。

令 u_i 为第 i 个参与人的支付, $u = \{u_1, \dots, u_i, \dots, u_n\}$ 为 n 个参与人的支付组合。 $u_i = u(s_1, \dots, s_i, \dots, s_n)$ 是所有参与人的战略选择的函数。

按得益情况划分, 可分为零和博弈、常和博弈和变和博弈。一方收益必来自另一方的损失, 这样的博弈叫零和博弈, 零和博弈的博弈方始终是对立关系; 各方都会有收益, 但收益总和是一固定常数, 这样的博弈为常和博弈; 各方不同的策略组合会有不同的收益, 这样的博弈称变和博弈。显然, 零和博弈是常和博弈的特例, 常和博弈是变和博弈的特例。

(6) 结果 (outcome), 是博弈分析者所感兴趣的所有东西, 如均衡战略组合、均衡行动组合、均衡支付组合等。

(7) 均衡 (equilibrium), 均衡是所有参与人最优战略的组合。均衡与均衡结果是两个容易混淆的概念, 在博弈论中要正确区分它们。在一般均衡理论中, 均衡即指由个人最优行为导致的一组结果, 而在博弈论中, 这样一组结果不是均衡本身, 均衡是所有参与人行动规则 (策略) 的组合。

一般记为 $s_i^* = \{s_1^*, \dots, s_i^*, \dots, s_n^*\}$ 。其中, s_i^* 是第 i 个参与人在均衡情况下的最优战略, 它是第 i 个参与人的所有可能的战略中使 u_i 获得 Eu_i 最大化的战略。我们可用 $s_{-i} = \{s_1, \dots, s_{i-1}, \dots, s_{i+1}, \dots, s_n\}$ 表示由除第 i 个参与人之外所有参与人的战略组合向量, 则说 s_i^* 是给定 s_{-i} 情况下第 i 个参与人的最优战略意味着:

$$u_i(s_i^*, s_{-i}) \geq u_i(s_i', s_{-i}) \quad \forall s_i' \neq s_i^*$$

1.4 博弈论的基本内容

经济学中常见的求最优问题, 实际上是博弈的特例——单人博弈。而有两个人以上的多人博弈问题更普遍也更复杂, 而且两人以上的博弈会出现合作博弈问题。因此, 多方博弈又可分为合作博弈与非合作博弈。因为在社会与经济关系中, 竞争与非合作是基本方面, 所以当前的博弈论主要研究的是非合作博弈。博弈论最主要的应用是在经济领域, 由此形成了一个新的理论分支——非对称信息博弈论, 又称为契约理论或机制设计理论, 它是非合作博弈论在非对称信息背景下在经济学上的应用与发展。管理博弈论也即管理激励与约束机制设计理论, 则是博弈论在管理学领域的运用与发展。因此, 我们可以把博弈论的基本内容概括为合作博弈论、非合作博弈论和非对称信息博弈论、管理博弈论四大部分。

1.4.1 合作博弈论

现实中的博弈问题可以分为合作博弈和非合作博弈两类, 二者的区别主要看参与人在博弈过程中是否能达成一个具有约束力的协议。如果能, 则称为合作博弈 (Cooperative Game)。例如市场上有两家寡头生产企业 A、B, 如果它们之间能达成一个产量或价格协议, 且这种协议具有强制力, 它们就可实现联合后的最大化垄断利润, 这种博弈就属于合作博弈。

在社会经济活动中, 合作是普遍存在的现象之一。合作博弈强调集体主义、团体理性 (Collective Rationality), 其合作的前提是效率、公平、公正。合作博弈一般可分成双人合作博弈 (Two person cooperative games) 与多人合作博弈 (n-person cooperative games) 两种情况。

1.4.2 非合作博弈论

参与人在博弈过程中如不能达成一个具有约束力的协议, 则这类博弈称为非合作博弈 (Non-Cooperative Game)。例如, 著名的“囚徒的困境”例子中, 两个囚徒如果都选择不坦白, 由于证据不足, 他们可获得最短判刑年限。但由于两个囚徒之间很难达成具有约束力的协议, 没有哪一方能够强制另一方遵守这个协议, 或者双方根本不可能联手, 每个囚徒都按自己的想法和利益选择“最优策略”——坦白, 其结果是双方得到的是策略博弈均衡条件下

的非最优结果——判刑年限比都选择不坦白要长。这种性质的博弈是非合作博弈。

博弈论，在非特指情况下，通常都是指非合作博弈。根据（1）参与博弈的人行动是否有先后顺序；（2）后行动者在自己行动之前对其他参与人的先前行为是否完全了解；（3）参与人对有关其他参与人的特征、战略空间及支付函数的知识是否完全掌握；（4）各参与人是否存在纯战略空间等四个不同的角度来划分，可以构造出两大体系至少八种不同类型的博弈问题，这就是：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、不完全信息动态博弈、完全且完美信息纯战略博弈、完全且完美信息混合战略博弈、完全但不完美信息纯战略博弈、完全但不完美信息混合战略博弈。与上述八类博弈相对应的是八个均衡概念即纳什均衡、子博弈精炼纳什均衡、贝叶斯纳什均衡、精炼贝叶斯纳什均衡、纯战略纳什均衡、混合战略纳什均衡、纯战略完美贝叶斯均衡、混合战略完美贝叶斯均衡。

（1）非合作博弈的基本内容体系 I

从行动的次序和信息两个角度出发，可把博弈问题分为四类：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静态博弈。

①完全信息静态博弈——纳什均衡（Nash equilibrium）：指的是这样一种战略组合，这种战略组合由所参与人的最优战略组成，也就是说，给定别人战略的情况下，没有任何单个人有积极性选择其他战略，从而没有任何人有积极性打破这种均衡。

②完全信息动态博弈——子博弈精炼纳什均衡（subgame perfect Nash equilibrium）：这里先交代“子博弈”的概念。子博弈指在动态博弈中，所有参与人先后都采取了一次行动后所构成的一组新的博弈，这组博弈中的每一个决策结点的后续博弈都称为“子博弈”。当且仅当参与人的战略在其子博弈的系列（第二代、第三代……）中，每一个子博弈都构成纳什均衡，就构成了子博弈精炼纳什均衡。

③不完全信息静态博弈——贝叶斯纳什均衡（Bayesian-Nash Equilibrium）：给定自己的类型和别人类型的概率分布的情况下，每个参与人的期望效用达到了最大化，也就是说，没有人有积极性选择其他战略。

④不完全信息动态博弈——精炼贝叶斯均衡（Perfect Bayesian Nash equilibrium）：给定每个人有关其他人类型的信念（主观观率）的情况下，他的战略选择是最优的；每个人有关其他人类型的信念都是使用贝叶斯法则从所观察到的行为中获得的。用数学的语言来说，精炼贝叶斯均衡是个“不动点”。

表 1-1 非合作博弈的基本内容体系 I

	静 态	动 态
完全信息	完全信息静态博弈 纳什均衡 (Nash, 1950—1951)	完全信息动态博弈 子博弈精炼纳什均衡 (Selten, 1965)
不完全信息	不完全信息静态博弈 贝叶斯纳什均衡 (Harsanyi, 1967—1968)	不完全信息动态博弈 精炼贝叶斯纳什均衡 (Selten, 1975; Kreps 和 Wilson, 1982; Fudenberg 和 Tirole, 1991)

（2）非合作博弈的基本内容体系 II

①完全且完美信息纯战略博弈——纯战略纳什均衡（pure strategies Nash equilibrium）：在具有完全且完美信息博弈中，任何参与人都不愿单独改变战略的纯战略组成的战略组合。

②完全且完美信息混合战略博弈——混合战略纳什均衡（mixed strategies Nash equilibrium）：在具有完全且完美信息的博弈中，参与人以概率分布随机选择某种战略的混合战略组成的战略组合。

③完全但不完美信息纯战略博弈——纯战略完美贝叶斯均衡（pure strategies perfect Bayesian equilibrium）：在完全但不完美信息的动态博弈中，因为存在多节点信息集，通常是无纯战略而言的。但是在给定各参与人按贝叶斯法则形成的“判断”，他们的战略符合“序列理性”时，即此刻博弈达到了博弈完美性要求，构成了所有参与人都能准确判断其他参与人的惟一战略组合。

④完全但不完美信息混合战略博弈——混合战略完美贝叶斯均衡（mixed strategies perfect Bayesian equilibrium）：在完全但不完美信息的动态博弈中，参与人在多节点信息处，按照贝叶斯法则选择某个战略，而该战略必须使参与人的支付或期望支付最大（序列理性），由这样的混合战略组成的战略组合。

表 1-2 非合作博弈的基本内容体系 II

	纯战略	混合战略
完美信息	完全且完美信息纯战略博弈——纯战略纳什均衡	完全且完美信息混合战略博弈——混合战略纳什均衡
不完美信息	完全但不完美信息纯战略博弈——纯战略完美贝叶斯均衡	完全但不完美信息混合战略博弈——混合战略完美贝叶斯均衡

事实上，两大体系彼此之间是密切联系的。特别需要指出的是，前一体系及四个博弈类型：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、不完全信息动态博弈，及其对应地引入四个基本的均衡概念已经完全建筑起博弈论大厦的基本架构。而后一体系及四个博弈类型：完全且完美信息纯战略博弈、完全且完美信息混合战略博弈、完全但不完美信息纯战略博弈、完全但不完美信息混合战略博弈，及其对应引入的四个均衡概念，实际上可分别看作属于完全信息静态博弈和不完全信息动态博弈的范畴之内。本书将按照第一个体系介绍博弈论的基本内容。

1.4.3 非对称信息博弈论

非对称信息博弈论，又称为信息经济学，是非对称信息背景下非合作博弈论在经济学上的应用与发展。非对称信息博弈论研究的是非对称信息条件下的最优契约设计问题，故又可称为契约理论或机制设计理论。

非对称信息博弈论中的信息不对称主要是指信息非对称发生的时间与信息非对称的内容两种情况。在非对称信息博弈论中，几乎所有的模型都可以在委托人——代理人的框架下进行分析，故非对称信息博弈论的核心理论是委托—代理理论。

拥有私人信息的参与人称为“代理人”（agent），不拥有私人信息的参与人称为“委托人”（principal）。可以说，非对称信息博弈论（信息经济学）研究的核心内容是最优交易契

约的设计问题，主要的建模理论是委托—代理理论。

委托—代理理论主要研究存在“信息不对称”情况下的激励与约束机制设计问题，其机制设计的最终设计目标是追求激励和风险分担的最优替代（激励与风险分担的平衡）。依据该理论可设计出有效的激励与约束机制（报酬结构），使代理成本和效率损失被控制在可以接受的范围内。委托—代理理论关注具体的实际问题，能够用来分析某些非常具体的机制设计问题，所以可以广泛地应用在单因素激励与约束机制的设计阶段。委托—代理理论的出现极大地丰富了激励与约束机制设计的理论与方法。

1.4.4 管理博弈论

博弈论是非对称信息博弈论与管理博弈论的理论基础，非对称信息博弈论与管理博弈论都是博弈论的应用分支。非对称信息博弈论是非合作博弈论在经济学上的应用，主要研究非对称信息结构下的最优契约安排问题；管理博弈论是博弈论和非对称信息博弈论在管理学中的应用，主要研究多目标、多因素、多阶段下的管理激励与约束机制设计问题。实际上，我们可以用广义博弈论将三者统一起来（见图 1-1）。

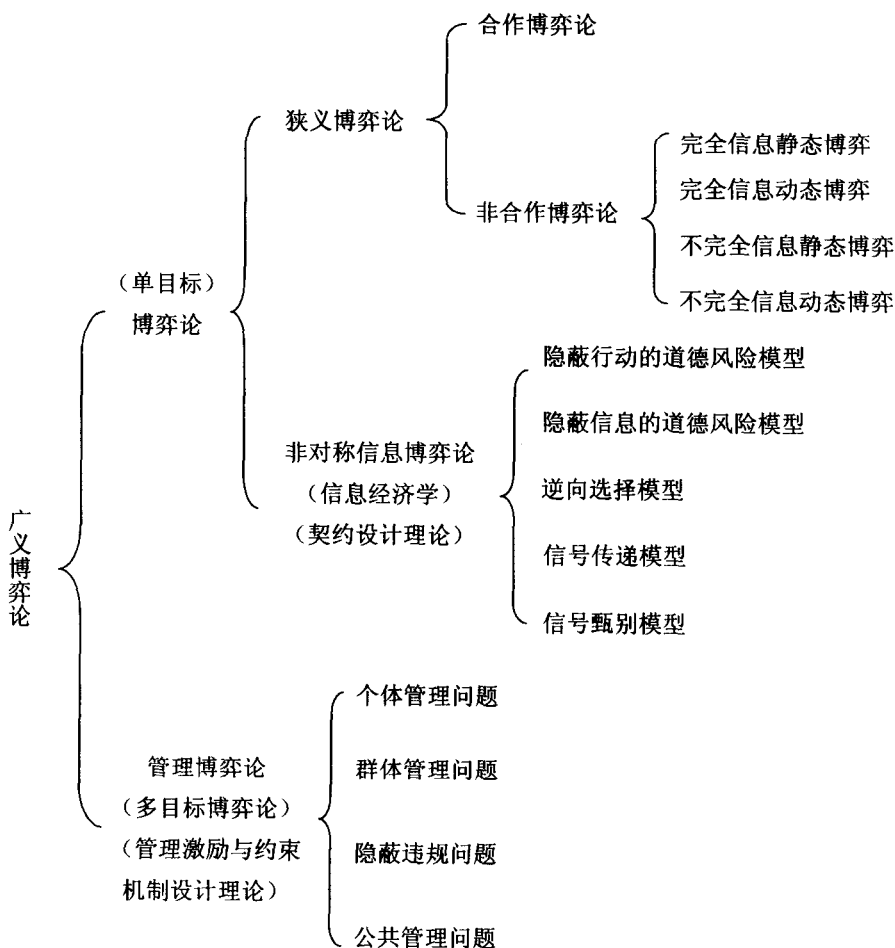


图 1-1 广义博弈论体系图示

1.5 博弈论与经济学

“博弈论”改变了传统经济分析的那种以个人孤立决策为基础的分析方法，而侧重于经济活动中多个利益主体的行为所产生的相互影响与作用的分析，从而使经济分析更能反映经济系统的本质。

由于早期从事博弈论研究的学者主要是一些数学家，而博弈论又是一门基于数学原理的方法论科学，故被许多人看成是数学的一个分支。实际上，博弈论从其诞生起就早已超越了数学的范畴，它研究的对象绝大多数都是经济问题，其应用最成功的领域也是经济学。因此，博弈论对经济学贡献最大，这也就是从事博弈论研究的学者们能够荣获诺贝尔经济学奖的根本原因。今天看来，博弈论不仅已融入经济学主流学科，而成为人们研究经济问题行之有效的方法与工具，其应用已扩展到政治、军事、外交、社会学、计算机、人工智能、生物工程和和管理等广泛领域。

“纳什均衡”首先对亚当·斯密的“看不见的手”的原理提出挑战。按照斯密的理论，在市场经济中，每一个人都从利己的目的出发，而最终全社会达到利他的效果。但从“纳什均衡”我们引出了“看不见的手”原理的一个悖论：从利己目的出发，结果损人不利己，既不利己也不利他，“囚徒的困境”就是这类问题的经典例子。从这个意义上说，“纳什均衡”提出的悖论实际上动摇了西方经济学的基石。

传统的西方主流经济学，崇尚的是自由竞争，认为以利己为动机的理性人的经济活动，可自行使经济资源得到最优配置，使消费者得到最大满足，并使生产要素的所有者按其贡献得到应得的报酬。垄断、管制、政府干预等非自由竞争现象则被视为是低效的。然而博弈论的出现，对主流经济学的一些观点提出了挑战。比如，传统的新古典经济学就是以价格制度为研究对象的。它的两个基本假定（市场参与者数量足够多从而市场是竞争性的和不存在参与者之间的信息不对称问题）在现实中一般是很难满足的，因为现实中的经济问题并不像新古典经济学研究中的前提假设那样理想化，而是存在着合作与冲突，信息不对称以及不完全竞争。因此基于传统经济学基础建立的许多理论模型是不能代表实际情况的。博弈论的研究思路恰恰弥补了传统经济学研究前提假设的不足，它在充分考虑信息完全与不完全、对称与不对称，参与者是合作还是非合作等基础上研究经济问题，其分析前提突出了博弈方之间策略的相互影响，因而它的分析结果是符合实际的，具有较高的可信度。

当然，由于博弈论与传统经济学一样都强调个人理性，也就是在给定的约束条件下追求效用最大化，这使得博弈论在解决现实经济问题时，也同样具有一定的局限性。比如现实经济问题中的很多问题：决策的先后顺序、信息的完全及对称与否等等，并不是完全像博弈模型中那样很容易发现、识别和掌握，是需要付出成本和代价，甚至根本无法获得的。但必须肯定的是，在短短数十年发展过程中，博弈论以其新颖的思路，有力的经济分析工具和完整严密的体系为经济学界带来了一股新风，使一些传统经济理论得到更合理的重新解释，也使经济学家有能力去探索某些新领域，其理论与应用价值是毋庸置疑的。