

21世纪

高等学校通识教育系列教材

博弈论

范如国 韩民春 编著

博弈论
对于人类而言，博弈论
最重要的贡献就在于它
能够促进人类思维的发展，
促进人类的相互了解与合作。

博弈论是一种关于游戏的理论，
又叫做对策论，是一门以数学为基础，
研究对抗冲突中最优解问题的学科。

博弈论在很多领域中
都有应用，在政治、军事、经
济、博弈论被用于
分析选举策略、竞争问题、
战争起因等重大事宜。

无论是合作博弈还是
非合作博弈都给我们
提供了一种系统的分析方
法，使人们在其命运
取决于他人的行为时
制定出相应的战略。



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社



21 世纪高等学校通识教育系列教材

<http://www.wdp.com.cn>

博弈论

● 范如国 韩民春 编著



武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

博弈论/范如国,韩民春编著. —武汉: 武汉大学出版社, 2006. 4
21 世纪高等学校通识教育系列教材
ISBN 7-307-04921-x

I. 博… II. ①范… ②韩… III. 对策论—高等学校—教材
IV. O225

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016353 号

责任编辑:范绪泉 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

出版发行: 武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件: wdp4@whu.edu.cn 网址: www.wdp.com.cn)

印刷: 湖北恒泰印务有限公司

开本: 880×1230 1/32 印张: 11.625 字数: 308 千字

版次: 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04921-x/O · 336 定价: 16.00 元

版权所有, 不得翻印; 凡购我社的图书, 如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请与当地图书销售部门联系调换。

21世纪

高等学校通识教育系列教材

- 简明世界史
- 简明中国史
- ▲ 大学语文
- ▲ 写作
- ▲ 演讲理论与欣赏
- 音乐欣赏
- 人文科学概论
- 伦理学
- ▲ 美学
- 逻辑学导论
- 社会心理学

- 法律理念与法律意识
- 国际法与国际组织
- ▲ 社会转型与转型社会
- ▲ 人类学基础
- ▲ 中国经济改革与发展
- 电子商务与电子政务
- 中国禁书概览
- 当代中国政治制度
- 西方政治制度
- 当代国际关系与中国外交
- 当代中国社会问题透视
- 管理学
- ▲ 大学生健康

- 数学精神与方法
- ▲ 博弈论
- 化学与社会
- 生命科学导论
- ▲ 资源环境与可持续发展
- 20世纪物理学
- ▲ 宇宙新概念
- 材料科学
- ▲ 科学技术史

- ▲ 中国文化概论
- 中国文学简史
- ▲ 外国文学名著导读
- 西方发达国家文化
- 中国哲学智慧
- 西方哲学史
- 中国美术鉴赏
- ▲ 维纳斯巡礼
- 唐诗宋词欣赏

- 创业学
- 公共关系学
- ▲ 社交礼仪
- 领导学
- 建筑美学
- 科技革命与世界发展
- ▲ 《孙子兵法》鉴赏
- ▲ 性与社会
- 书法

▲ 已出书

编审委员会

主任委员：顾海良
刘经南

委员：陶德麟
韩德培
马克昌
谭崇台
刘纲纪
朱 雷
冯天瑜
彭斐章
郭齐勇
陆耀东
杨弘远
查全性
宁津生

21世纪

高等学校通识教育系列教材

总

序

顾海良



进入新世纪，中国高等教育发展形成的共识之一，就是要着力教育创新。教育创新共识的形成，是以对时代发展的新特点的理解为基础的，以对当今世界和我国教育发展的新趋势的分析为背景的，以实现中华民族的伟大复兴和社会主义教育事业发展的历史任务为目标的，深刻地反映了高等教育确立“以人为本”新理念的必然要求。

教育创新的首要之义就在于，教育要与经济社会发展的实际相结合，要与我国社会主义现代化建设对各类高层次人才培养的需要相适应，努力造就具有创造精神和实践能力的全面

发展的人才。为了达到教育创新的这些要求，高等教育不仅要实行教育理论和理念的创新，而且还要深化教育教学改革，着力提高教育教学质量和水平。特别要注重学科与专业设置的调整和完善，形成有利于先进科学技术发展和提高国民经济发展水平的学科专业和教学内容；要注重人才培养结构的优化，形成既能适应现代化建设对各级各类高层次人才的需求，又能体现和反映高校优秀的办学特色、办学风格和办学传统的人才培养模式。教育教学创新的这些措施，必然提出怎样对传统意义上的以“学科”、“专业”为主体的教育教学结构进行整合，并使之与现代社会发展要求相适应的“通识”教育相兼容和相结合的重大问题。

高等教育人才培养模式中的“专”、“通”关系问题，并不是现在才提出来的。至于与“专业”教育相对应的“通识”教育的思想，出现得更早些。在亚里士多德那里，就有与“自由”教育相联系的“通识”教育的思想。这里所讲的“通识”教育，通常是指对学生普遍进行的共通的文化教育，使学生具有一定广度的知识和技能，使学生的人格与学识、理智与情感、身体与心理等各方面得到自由、和谐和全面的发展。

世界高等教育的发展曾经经历过时以“通识”教育为主、时以“专业”教育为主，或者两者并举、并立的发展时期。从高等教育发展历史来看，早期的高等教育似倚重于“通识”教育。随着经济、科技和社会分工的不断发展和进步，高等教育也相应地细分为不同学科、专业，分别培养不同领域的专业人才，“专业”教育的比重不断增大。20世纪中叶以来，经济的迅猛发展、科技的飞速进步、知识的不断交叉融合，使学科之间更新频率加快，高度分化和高度综合并存，“专才”与“通识”的需求同在。但是在总体上，“通识”似更多地受到重视。这是因为，新时代高等教育培养的人才，应该

具有很强的应变能力和适应能力，应该具有更为宽厚的知识基础和相当广博的知识层面，应该具有更强的信息获取能力和多方面的交流能力。显然，仅仅依靠知识领域过窄的专业教育，是难以培养出这样的人才的。

我国大学本科教育专业一度划分过细，学生知识结构单一，素质教育薄弱，人才的社会适应性多有不足。随着国家经济体制改革的深入、产业结构调整步伐的加快和国民经济的飞速发展，国家和社会对人才需求的类型和结构发生了急剧变化，对人才的规格和质量的要求也不断提高，划分过细的专业教育易于造成人才供给的结构性短缺。经济全球化发展和我国加入 WTO，对我国高等教育人才培养提出了更为严峻的课题，继续走划分过窄、过细的专业教育之路，就可能出现一方面人才短缺、另一方面就业困难的严峻局面，将严重阻碍我国经济社会的发展，也将使我国高等教育陷于困境。我国教育界的有识之士和国家教育主管部门，已经深切地认识到这种严峻的形势。教育部前几年就在多方征求意见的基础上，推出了经大幅度修订的新的本科专业目录，使本科专业种类调整得更为宽泛些。各高等学校也在进一步加大教学改革力度，研究和修订教学计划，改革教学内容，努力使专业壁垒渐趋弱化，基础知识教育得到强化。这些都将有利于学生拓宽知识面，涉猎不同学科和专业领域，增强适应能力，全面提高综合素质。

在高等教育“通”、“专”关系的处理上，教育创新提供了解决问题的根本方法。通过教育创新，一方面能构筑高水平的通识教育的平台，另一方面也能增强专业教育的适应性，目的就是做好“因材施教”，实现“学以致用”。在这一过程中，除了要解决好选人制度即招生制度创新和教师队伍建设创新外，还要注重教学内容、教学方式和方法，以及教材建设等方面的创新。武汉大学有着坚持教育教学改革的优良传

统，在教学内容、教学方式和方法改革、教材建设等方面做出了很多有益的努力。学校投入大量的精力和经费加强名师、名课、名教材建设，其中通识教育指导选修课程建设得到全国许多高校教师的积极支持和高度赞赏。

近些年来，我们经过精心组织与策划，奉献给广大读者的这套通识教育系列教材，力图向大学生展示不同学科领域的普遍知识及新成果、新趋势或新信息，为大学生提供感受和理解不同学术领域和文化层面的基本知识、思想精髓、研究方法和理论体系，为大学生日后的长远学习提供广阔的视野。我们殷切地希望能有更多更好的通识教材面世，不仅要授学生以知识、强学生之能力，更要树学生之崇高理想、育学生之创新精神、立学生以民族振兴志向！

（作者系武汉大学党委书记、教授、博士生导师）

前 言

博弈论(Game Theory)是一种关于游戏的理论,又叫做对策论,是一门以数学为基础,研究对抗冲突中最优解问题的学科。事实上,博弈论也正是衍生于古老的游戏,如象棋、围棋、扑克等。

博弈论作为一门学科,是在20世纪50~60年代发展起来的,当非零和博弈理论、特别是不完全信息博弈理论获得充分发展时,开始成形。到20世纪70年代,博弈论正式成为主流经济学研究的主要方法之一。1994年诺贝尔经济学奖同时授予了纳什、泽尔腾、海萨尼三位博弈论专家。2005年诺贝尔经济学奖又授予了美国经济学家托马斯·谢林(Thomas Schelling)和以色列经济学家罗伯特·奥曼(Robert Aumann),以表彰他们在合作博弈方面的巨大贡献。

博弈论是人们深刻理解诸如经济行为和社会问题的基础。现在人们所说的博弈论,一般指非合作博弈论。非合作博弈强调的是个人理性、个人最优决策,其结果可能是有效率的,也可能是无效率的。它的特征是:人们行为相互作用时,行为入不能达成一个有约束力的协议。或者说,行为入之间的合约对于签约人没有实质性约束力。然而,在各种生活行为中,人与人之间除了竞争关系,还存在合作关系,常常是两种关系并存,合理的合作能够给双方带来共同利益。这是合作型博弈论研究的范畴。

对于人类而言,博弈论最重要的贡献就在于它能够促进人类思维的发展,促进人类的相互了解与合作。博弈论告诉人们,每个人都有自己的思想,每个个体都是理性的,所以必须了解竞争对手的思想。博弈论在很多领域中都有应用,在政治、军事学领域,博弈论被

用于分析选举策略、竞争问题、战争起因等重大事宜。

在过去二三十年中,博弈论已成为社会科学研究的一个重要方法。有人说,如果未来社会科学还有纯理论的话,那就是博弈论。无论是合作博弈还是非合作博弈都给我们提供了一种系统的分析方法,使人们在其命运取决于他人的行为时制定出相应的战略。特别是当许多相互依赖的因素共存,没有任何决策能独立于其他许多决策之外时,博弈论价值更是巨大。

最近十几年来,博弈论在经济学尤其是微观经济学中得到了广泛的运用,博弈论在许多方面改写了微观经济学的基础,经济学家们已经把研究策略相互作用的博弈论当做最合适的分析工具来分析各类经济问题,诸如公共经济、国际贸易、自然资源、企业管理等。在现代经济学里,博弈论已经成为十分标准的分析工具。除经济学以外,博弈论目前在生物学、管理学、国际关系、计算机科学、政治学、军事战略和其他很多学科都有广泛的应用。现在已经有愈来愈多的人开始关注、了解并学习博弈理论。

本书共分七章。主要介绍博弈论的基本理论、完全且完美信息静态及动态博弈理论、完全但不完美信息动态博弈、重复博弈、不完全信息静态博弈和不完全信息动态博弈等理论,这些内容选择的难度和写作结构对于博弈理论的初学者来说是比较合适的,通过对这些相关内容的了解和学习,可以把握博弈理论的主要内容。

本书在写作过程中,参阅了大量中外的专业资料、著作和论文,在此谨向作者表示深深的谢意。武汉大学教务部和武汉大学出版社的范绪泉博士对本书的写作和出版给予了大力的支持和帮助,并向他们表示感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者和同行批评指正。

编 者

2006年3月

目 录

前言	1
第一章 什么是博弈论	1
第一节 博弈论基本概念	1
第二节 博弈论几个典型的模型	6
第三节 博弈的分类	21
第四节 博弈论的产生与发展	40
第二章 完全信息静态博弈	46
第一节 静态博弈分析方法	46
第二节 纳什均衡	57
第三节 纳什均衡的应用	70
第四节 混合策略纳什均衡	82
第五节 纳什均衡的存在性	100
第六节 多重纳什均衡及其选择	103
第三章 完全且完美信息动态博弈	118
第一节 动态博弈的扩展式表示法	118
第二节 逆向归纳法	123
第三节 子博弈和子博弈精炼纳什均衡	135
第四节 动态博弈模型	143
第五节 动态博弈中的同时选择行为	153

第六节	逆向归纳法的局限性和颤抖手均衡	165
第四章	不完美信息动态博弈	178
第一节	不完美信息动态博弈的表示	178
第二节	精炼贝叶斯均衡	182
第三节	旧货市场博弈模型	190
第四节	逆向选择与道德风险	203
第五章	重复博弈	223
第一节	重复博弈基本理论	223
第二节	有限次重复博弈	230
第三节	无限次重复博弈	250
第六章	不完全信息静态博弈	274
第一节	贝叶斯纳什均衡	274
第二节	贝叶斯博弈与混合策略均衡	286
第三节	不完全信息静态博弈模型	292
第四节	显示原理	300
第七章	不完全信息动态博弈	308
第一节	不完全信息动态博弈	308
第二节	空口声明博弈	311
第三节	信号博弈	323
第四节	不完全信息下的谈判博弈	341
第五节	有限次重复囚徒困境中的声誉模型(KMRW)	346
第六节	博弈论四种均衡概念的比较分析	354
主要参考文献		357

第一章 什么是博弈论

第一节 博弈论基本概念

一、关于博弈

“博弈论”是一种“游戏理论”，来自英文“Game Theory”。“Game”的基本意义是游戏，因此“Game Theory”就是一种“游戏理论”。

古语云：世事如棋。生活中的每个人就如同棋手一样，在一张张看不见的棋盘上布设一颗棋子，努力争胜。看一下对弈的情景，精明谨慎的棋手们相互揣摩、相互牵制，人人争赢，下出诸多精彩纷呈、变化多端的棋局。博弈论就是研究棋手们“出棋”时进行一个个策略选择时理性化、逻辑化的部分，并将其系统化为一门科学。换句话说，就是研究个体如何在错综复杂且相互影响中得出最合理的策略选择。事实上，博弈论也正是衍生于古老的游戏如象棋、围棋、扑克等。数学家们将这些具体的问题抽象化，通过建立完备的逻辑框架和体系来研究其变化及其规律。

在我国把“Game”和“Game Theory”译成“博弈”和“博弈论”，学术味很是浓郁。因为虽然“博弈”的通俗意思不过是对弈、赌胜，但它毕竟是一个不常用的带有文言色彩的词，因此给人以较强的理论色彩，甚至有点高深莫测的感觉。这又可能会使得一些博弈论的爱好者有些不敢去碰关于博弈论的书。不过，对更多的具有探讨求新

精神的读者来说,用“博弈”和“博弈论”这种学术味很浓的名称,而不是“游戏”和“游戏理论”等容易让人觉得过于平常的称呼,更可能会让他们觉得值得一读,进而去做全面的学习和了解,不至于错过掌握其精髓的机会。事实上,博弈论对于一切对策略问题严肃认真的读者,对于所有想要经商、从政、从事法律工作,或想要兴邦定国的人,也包括那些想在比赛竞技中成功取胜的人,都是非常有价值的工具,是开拓思路和提高决策理论水平的思想宝库,错过了了解它的机会是非常遗憾的。

博弈论主要研究人们的策略的相互依赖行为。博弈论认为,人是理性的,即人人都会在一一定的约束条件下最大化自身的利益,同时人们在交往合作中利益有冲突,行为互相影响,而且信息常常是不对称的。博弈论也研究人们的行为,在直接相互作用时的决策,以及决策的均衡等问题。

博弈论是人们深刻理解诸如经济行为和社会问题的基础。现在人们说的博弈论,一般指非合作博弈论。它的特征是:人们行为相互作用时,当事人不能达成一个有约束力的协议。或者说,行为人之间的合约对于签约人没有实质性约束力。例如石油卡特尔欧佩克的产量协议,对于其成员国就没有约束力。对方心里想什么自己不知道,自己也不想让对方知道自己心里想什么。因此,协议经常不能坚持到底,总有一国率先增产降价以谋求自己更高的利润。但是,如果借助纳什均衡的概念,我们就能够很好地解决这一问题。纳什均衡是一种策略组合,给定对手的策略,每个参与人选择自己的最优策略。也就是说,纳什均衡是一种僵局,其他参与人的策略一定,没有任何人有积极性偏离这种均衡的局面。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。把上述思想应用于现实经济、政治等境况,可以得出许多有启示性的结论,加深我们对于人们的社会行为的认识。

由于博弈论研究的问题大多是在各博弈方之间的策略对抗、竞

争,或面对一种局面时的对策选择,因此博弈论在我国也被称为“对策论”,具体的博弈问题则被称为“对策问题”。其实,用“对策”和“对策论”称呼博弈和博弈论并不是很恰当,因为“对策”在实际中常被用来表示具体的应对方案,而博弈论所研究的决策问题却是有开始、有结束、有结果的整个过程,在这种过程中常常包含多个面对一定局面的对策选择,而问题的解则常常是由一组对策构成的一个完整的行动计划。

此外,在博弈论中,虽然每一方都要最大化自己的利益,但博弈理论和优化理论也有较大的差别。优化理论可以看成是单人决策,而博弈理论可以看成是多人决策。

在优化理论的决策过程中,影响结果的所有变量都控制在决策者自己手里;而在博弈决策过程中,影响结果的变量是由多个博弈者操纵的。如企业在追求自身成本最小化、利润最大化的过程中总是假定外部的条件是不变的,这是一个优化问题,而不是博弈问题,因为除了给定的外部条件外,剩下的因素都由决策者来控制,决策者自己就能控制决策的结果;如果外部条件是可变的,有其他主体参与,这时的决策过程就变成了一个博弈过程了,因为决策的最终结果不但取决于决策者本身,而且也取决于其他决策者的决策。

而且,优化过程是一个确定的过程,因为做出决策后,确定的结果就出来了。博弈过程也有确定性,因为决策各方的决策做出后,每一方的收益就确定了;但博弈过程更多的是不确定的,因为在一方做出决策后,影响结果的变量还有众多的其他博弈者的决策,在不知道其他博弈者决策的情况下,结果就不确定。例如,在一次产品削价竞争中,某一方发起削价竞争是一个决策。如果发起削价竞争,其他企业肯定有所反应,必然会有一个确定的结果存在,这是确定性的表现,但是最后的结果如何,取决于对方企业如何应对,所以在发起削价竞争时,并不能知道确切的结局会怎样,这就是不确定性的表现。由此可以看出,因为博弈的广泛存在,使得我们在现实生活中做任何决策时,实际上都受到其他人决策的影响,并对我们做决策产生

一定影响,决策的结果除了由我们自己决定外还要受到其他决策主体的影响。

二、博弈的定义

下面我们给出博弈的定义。

博弈定义: 博弈是指一些个人、团队或其他组织,面对一定的环境条件,在一定的约束条件下,依靠所掌握的信息,同时或先后,一次或多次,从各自可能的行为或策略集合中进行选择并实施,各自从中取得相应结果或收益的过程。

博弈是一种极为普遍的现象。在经济学中,博弈论是研究当某一经济主体的决策受到其他经济主体决策的影响,同时,该经济主体的相应决策又反过来影响其他经济主体选择时的决策问题和均衡问题。

从上述定义中可以看出,一个标准的博弈应当包括参与人、行为、信息、策略、次序、收益、结果、均衡八个方面。

1. 博弈的参与人(Player),又称“局中人”,也称为“博弈方”,是指博弈中独立决策、独立承担后果,以自身利益最大化来选择行动的决策主体(可以是个人,也可以是团体,如厂商、政府、国家),局中人以最终实现自身利益最大化为目标。对我们来说,只要在一个博弈中统一决策、统一行动、统一承担结果,不管一个组织有多大,哪怕是一个国家,甚至是由许多国家组成的联合国,都可以作为博弈中的一个参加方。并且,在博弈的规则确定之后,各参加方都是平等的,大家都必须严格按照规则办事。为统一起见,本书将博弈中的每个独立参加方都称为一个“博弈方”。

2. 博弈行为(Action),是指参与人的所有可能的策略或行动的集合,如消费者效用最大化决策中的各种商品的购买量;厂商利润最大化决策中的产量、价格等。根据该集合是有限还是无限,可分为有限博弈和无限博弈,后者表现为连续对策、重复博弈和微分对策等。

3. 博弈信息(Information),是指参与人在博弈过程中所掌握的