

管理博弈教程

M Game in
anagement:
a Coursebook

◎ 孙绍荣 刘宇熹 孙 娜 / 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

管理博弈教程

M Game in
anagement:
a Coursebook

◎ 孙绍荣 刘宇熹 孙娜 / 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

管理博弈教程 / 孙绍荣, 孙娜, 刘宇熹著. —北京:
中国经济出版社, 2017.12

ISBN 978-7-5136-4854-7

I. ①管… II. ①孙… ②孙… ③刘… III. ①管理学
—教材 IV. ①C93

中国版本图书馆CIP数据核字 (2017) 第222806号

责任编辑 杨莹
文字编辑 郑潇伟
责任印制 巢新强
封面设计 华子设计

出版发行 中国经济出版社
印刷者 北京力信诚印刷有限公司
经销者 各地新华书店
开本 710mm × 1000mm 1/16
印张 12.5
字数 183千字
版次 2017年12月第1版
印次 2017年12月第1次
定价 48.00元

广告经营许可证 京西工商广字第8179号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街3号 邮编 100037
本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010-68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010-68355416 010-68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390)

服务热线: 010-88386794

编写说明

我们生活在一个彼此关联的世界中，随着科技发展与技术普及，这种相关性表现得日益突出。正如在游戏中，每个参与者个体的预期行为和实际行为都会对所有参与者的收益产生影响一样，现实世界中的很多情形也具有类似的效应。表面上不同的相互作用可能本质上具有相似的激励结构，它们可能是同一种局势的抽象，这就是博弈论。

博弈论是研究博弈行为中斗争各方是否存在着最合理的行为方案，以及如何找到这个合理的行为方案的一整套理论和方法。这种策略性的行为和决策环境普遍存在于我们的日常工作和生活中，从日常的人际交往到企业间的市场竞争、拍卖与招投标、商业谈判，以及政府间的政策交互都可以用博弈理论的框架予以分析。

不同学科都试图将博弈思想从各自学科的架构来解释，例如经济学家从市场和商业视角分析博弈论，数学家从定理和性质的视角完善博弈理论内容，生物学家使用博弈论来理解和预测进化论的某些结果（由此衍生出了演化博弈论的分支），计算机控制专家应用博弈理论为机器人的 AI 算法提供依据。本教程落脚于各种管理情景，兼容博弈的数学模型与其中内含的管理启示，例如下棋时，你必须先预测对手的棋招，然后才决定自己的落子；在管理情境中也如此，你必须猜测对手的意图，才能决定自己的管理决策。力求将博弈论从纯粹的理论计算、抽象简单的游戏局势中剥离出来，结合每个管理案例分析其中的博弈内涵与哲理，这也是博弈用于管理策略中的关键环节。

《管理博弈教程》比较全面地介绍了博弈论的主要内容，包括非合作博弈、合作博弈、演化博弈。博弈论（Game Theory），又译为对策论、赛局理论。它是应用数学的一个分支，但基于管理学视角对博弈论的研究又明显不同于原有的数学视角。管理博弈打破了传统博弈论的分类方式，从管理中涉



及的问题出发去理解博弈论，内容涵盖博弈论基础、非合作博弈的低效益、搭便车与道德风险、先动优势与后动优势、可信承诺与威胁、联盟博弈、谈判的底线与解、演化博弈与稳定等。《管理博弈教程》适用于大学经管类专业高年级本科生或者研究生，也可以作为广大博弈论研究者的参考书。

然而，一本优秀的教材需要时间和教学实践的检验，管理博弈的这本教程仅仅是小荷才露的尝试和探索，限于作者本人的学识和能力，绝无可能做到尽善尽美。因此，在后续的工作中我们将对其不断审视、不断修改、不断完善，对于它的任何意见我们都非常期盼，希望与全国的同行共勉，以使其逐步成为精品。

孙绍荣 刘宇熹 孙 娜

2017年5月23日

目 录

第一章 博弈论基础

1.1 博弈论简介	3
1.2 非合作博弈的三要素	8
1.3 非合作博弈的模型形式	10
1.4 最优策略与最劣策略	15
1.5 上策均衡与纳什均衡	17
1.6 静态博弈的纳什均衡的寻找方法	21
1.7 动态博弈纳什均衡的逆向归纳求解	33
1.8 多重纳什均衡结果的讨论	36

第二章 非合作博弈导致的低效益

2.1 低效率纳什均衡的博弈案例	45
2.2 双寡头的竞争与合作——再议古诺模型	47

第三章 搭便车与逆向选择和道德风险及分离均衡

3.1 搭便车问题	61
3.2 信息不对称与逆向选择 (Adverse Selection)	63
3.3 分离均衡	67
3.4 信息不对称与道德风险 (Moral Hazard)	75
3.5 解决道德风险的一些办法	76

第四章 先动优势与后动优势

4.1 先动优势 (First-Mover Advantage)	81
--	----



4.2	后动优势 (Second-Mover Advantage)	88
4.3	先动优势与后动优势可能同时存在	90
第五章 博弈中的可信承诺与可信威胁		
5.1	承诺与威胁的可信性	95
5.2	提高承诺或威胁的可信性方法	97
5.3	不同可信承诺与威胁的博弈分类	99
第六章 联盟博弈		
6.1	联盟及其特征概念	105
6.2	配置与核	110
6.3	Shapley 值	121
第七章 联盟中的利益分配		
7.1	系统效益的分配	129
7.2	地位不对称问题	130
7.3	成本套问题	133
第八章 联盟的瓦解与稳定性		
8.1	个体理性导致博弈由合作转向对抗和收益下降	141
8.2	小联盟理性导致博弈由合作转向对抗和收益下降	142
8.3	个体理性导致联盟瓦解	143
8.4	小联盟理性导致联盟瓦解	144
8.5	联盟的稳定性	146
8.6	非合作博弈中博弈行为的稳定性	149
第九章 谈判的底线与解		
9.1	谈判概述与谈判的比例模型	153
9.2	双方谈判问题的一般模型与谈判的客观底线	156
9.3	谈判成功的解集	157
9.4	谈判的纳什积解	157

第十章 演化与稳定

10.1 演化的稳定点	167
10.2 演化稳定点的数学条件	170
10.3 随大流博弈的演化均衡点与演化稳定均衡点	171
10.5 懒人博弈的演化稳定点与演化均衡点	177
部分习题参考答案	183
索引	188

第一章 博弈论基础



导入案例：田忌赛马

- 忌数与齐诸公子驰逐重射。孙子见其马足不甚相远，马有上、中、下辈。于是孙子谓田忌曰：“君弟重射，臣能令君胜。”田忌信然之，与王及诸公子逐射千金。及临质，孙子曰：“今以君之下驷彼上驷，取君上驷与彼中驷，取君中驷与彼下驷。”既驰三辈毕，而田忌一不胜而再胜，卒得王千金。

——摘自《史记·卷六十五·孙子吴起列传》

- 典型博弈特征：针对对方选择的策略性反应。
- 现在的问题：如果对方也看到这一点后，改变自己的出场次序，取同样的下、上、中的策略，结果将会如何？显然，孙臆也会看到这一点，也会改变次序，那么最后的理性结局是什么呢？

1.1 博弈论简介

博弈在中国古代最早是指下棋。现代社会中，博弈论是研究交互决策下的个体行为与激励机制，即针对竞争对手对自己的影响，选择对自己最有利的行为方案。研究博弈问题的理论被称为博弈论（Game Theory），也称为对策论。

在社会实践中，博弈问题大体可分为三大类。

第一大类是非合作博弈。这类博弈的对象事先确定，博弈问题就是在对方给定的环境下，选择对自己最有利的行为。

价格大战

在产品市场，各个企业都会努力促进自己产品的销售，挤占其他企业的同类产品的销售，这通常是通过制定较低的价格来实现的。当大家都想通过降低价格来扩大自己产品的销售时，就会出现大家竞相降价的现象，即所谓的“价格大战”。在这样的情况下，对于每一家企业来说，针对其他企业的价格，制定一个既不高于其他企业同时又使自己的企业不至于发生严重亏损的价格，就成为一个重要问题。这是一个典型非合作博弈问题。

非合作博弈还可以进一步细分为静态博弈和动态博弈。

在博弈过程中，如果每个参与人都是在不知道其他参与人所选择的策略的情况下选择自己的策略，这样的博弈被称为静态博弈。著名的囚徒困境博弈就是典型的静态博弈（这个例子会在下文进行重点分析）。儿童常玩的游戏“石头剪刀布”也是一个静态博弈的实例，这个游戏的关键规则就是参与者必须同时给出自己的手势。在企业管理领域也有静态博弈，例如某工程招投标中，投标截止时间是12月30日，A公司在19号投标，B公司在20日投标，C公司在25日投标，开标时间为12月31日，A、B、C三家公司的投标时间虽然不同但却相互无信息沟通，所以也是静态博弈。

如果各个参与人在选择各自策略的时候，有事先确定的先后顺序，并且

每个后行动的参与人都能够观察到所有先行动的参与人所行为的策略的话，这种博弈就是动态博弈。例如多人打牌时的轮流出牌、下棋时的轮流出招等都属于动态博弈。

在动态博弈中，如果参与人有限且各个参与人选择策略时按固定的顺序不断地循环，则这种博弈被称为重复博弈。重复博弈可以分为有限次重复和无限次重复两类。最极端的有限次就是博弈只进行一次，也就是说博弈的参与者只有一次选择博弈行为的机会，这时博弈称为单次博弈。单次博弈的典型实例包括旅游景点的购物博弈、静态的囚徒困境等，重复博弈的实例包括商业经营中的回头客以及重复购物的消费者等。同样的博弈结构在重复有限次和无限次的情况下结果可能是不同的。反之，如果各个参与人在整个博弈中选择策略时不能循环，则这种博弈称为非重复博弈。在说到非合作博弈时，如果不另加说明，一般指非重复博弈。

如果按照博弈双方收益的总和来分类，博弈论还可以分成常和博弈和非常和博弈。对于两个非合作博弈来说，如果双方在博弈过程中的得失之和为一个常数，称为常和博弈。如果该常数为0，则称为零和博弈，零和博弈的对抗性最强，双方并无合作的基础。

零和博弈在博弈论研究历史上是最早研究的问题之一，在零和属性下（如果一方得益，另一方必然损失）博弈的结果可以通过最小最大法来求得。最小最大法的思想：对方会在自己的每一种选择中，选择使他收益最大的行为。由于零和，因此，自己的每一种选择，实际得到的该选择中可能的最小收益。因此，需要找出自己的每一种选择中对方留给自己的最小收益，然后选择最小收益最大的那个策略。

表 1.1 常和博弈的理性结局

	左	右
上	<u>-3</u> , 13	4, 6
下	10, <u>0</u>	<u>6</u> , <u>4</u>

博弈的结果也和博弈双方占有信息的程度有关，如果博弈参与者都掌握

对方的所有行为集以及各参与者的不同博弈行为组合下的收益情况（即支付函数），那么成为完全信息博弈。反之，如果博弈信息对参与者而言是不完备的，则称为不完全信息博弈。例如二手车市场，对买方来说通常存在着信息不完全，因为不知买车者的价格是否虚高，高多少（即不知对方可以选择的降价空间有多大），也不知对方报价下对方可以赚多少钱（收益）。

容易与不完全信息发生混淆的是不完美信息博弈。不完美信息博弈特指在动态博弈过程中，如果有参与者不知道先行动方的行为选择，则称为不完美信息博弈，就是说参与者对于博弈进行的路径存在模糊认识。例如，求职者可以有两个行为选择：通过读书获得文凭和购买假文凭。在求职者与用人单位的博弈中，对用人单位来说，这是一个不完美信息博弈，因为用人单位无法判断求职者到底选择了什么。在企业管理领域中，企业员工先选择努力工作或不努力，企业负责人后选择奖励或者不奖励。但在许多情况下，负责人无法了解员工是努力工作了还是没有努力工作，这就形成了不完美信息博弈，因此，负责人只有对员工平分奖励，形成了“吃大锅饭”。

第二大类博弈是合作博弈。这种博弈的对象也是确定的，博弈问题是大家在寻找一个对大家合作所取得的收益或者合作中产生的成本的分配方案，使每个博弈参与者都感到参加合作比不参加合作收益更高。

收益分配

设有四个参与人 1、2、3、4 商讨是否合作开办企业。如果四个人全部都参与合作，则办成的企业年收入可达 100 万元；如果 1 与 2 合作，则所办的企业年收入为 10 万元；如果 1 与 4 合作，年收入达到 50 万元；如果 2 与 3 合作，收入为每年 30 万元；如果 3 与 1 合作，年收入为 60 万元；如果 4 与 2 合作，年收入为 0；如果 4 与 3 合作，年收入为 3 万元；如果每一个人单干，则每人的年收益都为 0。

现在，四个人想找出一个合理的收益分配方案，使每一个人都愿意参加合作，从而创造出年收益 100 万元的好成绩。显然，如果任何小于四人的小组的合作收益比这个小组在四个人的“大组”中的分配到的收益高的话，这个小组的人就不会愿意参加这个四人的“大组”。这个问题，为典型的合作博



弈问题。

第三大类是演化博弈。与前面两种博弈的最大区别在于，这种博弈的对象是不确定的，通常是每个参与人都会在非常大的群体中以一定的概率遇到某种“类型”（指持某种博弈策略的对象）的对手。在这种情况下，每一个参与人选择不同的策略，可能会导致自己不同的收益。在这样的情况下，由于博弈对象不确定，因此每一个参与人都无法知道自己究竟持何种策略更为有利。但是，如果这种博弈过程不断地重复，则每一个参与人就会渐渐地“学习”到持何种策略取得较大收益的概率会比较高。这样，对于群体来说，大家都会通过这种学习，不断地调整自己的策略，最后使博弈群体中的不同类型参与者的比例会趋于稳定，即这个比例不再变化。这种过程，就是演化博弈的过程。演化博弈论所要研究的问题，就是要预测群体中各类型参与人的比例的变化方向及变化的终点（稳定点）在哪里。

生意场上的演化博弈

竞争性市场中存在大量的企业博弈主体，每个参与企业都以一定的概率遇到“诚信”的对手，或者“不诚信”的对手。每个企业也都可以选择“诚信”或者“不诚信”的应对策略。如果选择诚信经营的收益比选择不诚信的收益大，那么在后续的商业交易过程中，大家都倾向于选择诚信策略，否则就是所有的博弈者都向着不诚信的策略，而最后的结果就是形成不同的商业风气和氛围。

博弈作为一种人类社会生活中的现象，一直与人类社会同在。博弈论的思想萌芽很早就出现于人类社会。两千多年前，中国的《孙子兵法》中就显现了许多博弈论思想。

1712年，詹姆斯·华尔德格拉特（James Waldradre）提出了在博弈中可以用“极小极大”方法来寻找最优博弈，即如果自己的每个策略都会随着对方选择不同策略而出现多个结果，则先把自己各个策略所导致的对自己最不利的结果找出来（即自己的各个策略所可能导致的各种收益的最小值），然后比较这些最小值，选择导致其中的最大的最小值的策略。这种方法可以有效地防止策略中遭到损失的风险。

1838年,法国经济学家古诺(A. A. Cournot)针对两寡头竞争下的均衡产量这个经济管理问题,运用博弈思想进行了分析,利用“反应函数法”,通过对利润函数求导的方法找出了博弈的均衡点,即均衡产量。

在20世纪20年代,法国数学家波莱尔(Borel)提出了反映博弈过程中“不确定性出牌”现象的“混和策略”概念。

1944年,冯·诺伊曼和摩根斯坦(Morgenstern)联合出版了《博弈论和经济行为》一书,该书的出版,被人们看作为较为系统的博弈理论初步形成的标志。

到20世纪50年代,吉尔斯(Gillies)和夏普利(Shapley)提出了合作博弈中的“核”(Core)的概念,这是合作博弈理论的重要进展。

在非合作博弈方面,纳什在1950年给出了“纳什均衡”的概念和均衡存在性定理,指出,对于任何有限参与人有限策略的非合作博弈,如果考虑混合策略,则必须至少有一个均衡点。同时,图克(Tucker)于1950年提出了“囚徒困境”(Prisoners' dilemma)这个非合作博弈的著名例子。

1965年,莱因哈德·泽尔腾(Reinhard Selten)重点研究了动态博弈中的纳什均衡点问题,提出了子博弈完美纳什均衡(Subgame Perfect Nash Equilibrium)概念。

在20世纪60年代,博弈论还产生了一个非常重要的分支——演化博弈。该分支产生于对生物进化现象的解释,比如,1960年,雷威丁(Lewontin)开始用博弈理论解释生物的进化方向。

1973年,梅纳德·史密斯和普莱斯(Maynard Smith and Price)等提出了演化博弈理论中的重要基本概念——演化稳定均衡点。

1982年,约翰·梅纳德·史密斯(John Maynard Smith)出版了《演化与博弈论》,该书被认为是演化博弈论领域的经典著作。随后,泰勒和乔克(Taylor and Joker)提出了演化动态方程,使该理论日趋成熟,并且产生了大量的应用类研究。比如人们运用演化博弈来分析社会制度变迁、股市的走向、消费者对品牌的选择、社会习俗的形成过程等。



1.2 非合作博弈的三要素

在非合作博弈中,存在三个基本要素。

第一个基本要素是参与人 (Player),一些中文的博弈论著作中称为局中人、博弈方等。参与人是博弈的主体,具有独立的判断与决策能力。在一个博弈中,参与人至少有两个,否则就构不成博弈对局,也可以更多。在演化博弈中,参与人通常是无穷多个的。具有 2 个参与人的博弈称为双人博弈,3 个参与人的博弈称为三人博弈,等等。参与人必须是可以独立地选择策略(博弈行为)的主体,参与人是广义的,不一定是个人,也可能是机构、团体、群体、甚至是大自然。

在博弈论著作中,参与人构成了参与人集合,用 N 表示 n 个参与人组成的集合,其中, i 个参与人,通常称为“参与人 i ”。比如,对于 $n = 3$ 的情况,其中,三个参与人分别表示为参与人 1、参与人 2、参与人 3,在不会引起混淆的情况下,可以直接用 1、2、3 代替。

第二个基本要素是参与人在博弈中需要选择的策略 (Strategy) 或者行为 (Action)。其中,策略为规则性的。例如,“如果对方进攻我就反击”是一种策略,“如果对方进攻我就退让”也是一种策略。而行为则一般为单纯的对策选择,比如当对方来抢占自己企业的市场时,“通过把自己的产品降价进行反击对方”是一种行为,而“默认,不采取任何行为”也是一种行为。

在许多博弈论著作中,对策略和行为统一都用“策略”一词来表示,这是因为,可以把“行为”理解为一种简单的策略,或者说没有前提的策略。

在博弈过程中,每个参与人通常都有许多策略可以选择,因此,对于每个参与人来说,其可选择的策略称为该参与人的策略集。一般用 s_i 表示参与人 i 所选择的一个具体策略,则 S_i 为参与人 i 的策略集。所有的参与人的策略集形成的笛卡尔积 $S = \times_{i \in N} S_i$ 称为博弈的策略空间。这样,对于所有参与人来说,如果大家都选择了一个具体策略,则策略向量 $s = (s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_n)$ 为策略空间 $S = \times_{i \in N} S_i$ 中的一个点。策略空间的每一个点都代表博弈的一个对局,它是所有参与人都具体选择自己的策略之后形成的,因此,是对所有参与人的策略选择的一个描述。

在博弈论中,策略分为两类。一类是纯策略(Pure Strategy),一类是混合策略(Mixed Strategy)。

纯策略是指参与人面对可选择的各种策略时,他在自己的策略集中必选择且只选择其中的一个策略。即对于策略集中的各种策略,要么被参与人选中,要么根本没有选中。用该参与人的策略矢量来表示,即:

设参与人 i 的策略集为 $S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im_i}\}$, 其中, m_i 为策略集 $S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im_i}\}$ 中的元素数量。

再设参与人 i 在自己的策略集中选择策略时,对于策略集 $S_i = \{s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im_i}\}$ 中各个策略的采用概率所形成的矢量(简称为参与人 i 的策略概率矢量)为 $P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im_i}\}$, 如果 $P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im_i}\}$ 满足条件 $p_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{当 } s_{ij} \text{ 被采用时} \\ 0, & \text{当 } s_{ij} \text{ 不被采用时} \end{cases}$, 且 $\sum_{j=1}^{m_i} p_{ij} = 1$ 。则参与人 i 采取的策略为纯策略。

在一个博弈中,如果所有的参与人采用的都是纯策略,则该博弈称为纯策略博弈。

对于参与人 i 的策略概率矢量 $P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im_i}\}$, 如果 $P_i = \{p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{im_i}\}$, $0 \leq p_{ij} \leq 1$, 且 $\sum_{j=1}^{m_i} p_{ij} = 1$, 则参与人 i 采取的策略为混合策略。换句话说,在采用混合策略时,参与人对其策略集中的每一个元素都给予一个“介于0和1之间的采用概率(注意包括0与1)”。在这种情况下,参与人究竟采用什么策略具有一定的不确定性。

在一个博弈中,如果所有的参与人采用的都是混合策略,则该博弈称为混合策略博弈。

游戏“石头、剪子、布”就是一种混合策略博弈。对方到底会出“石头”,还是出“剪子”,还是出“布”,事先都具有很大的不确定性。

广义地理解,纯策略是混合策略的一个特例,它是混合策略的概率 p_{ij} 取端点值(0或1)时的情况。

第三个基本要素是收益(Payoff),一些中文博弈著作中也称为得益或者支付,它是指参与人在选择一定的策略或者行为后所得到的收获。需要注意