

# 我国物流市场的博弈分析

汪 超, 王俊丽

(广东省公路勘察规划设计院, 广东 广州 510507)

**摘要:** 针对我国物流市场激烈竞争、货运企业小型化的状态, 在经典的完全信息博弈模型的基础上, 针对现代物流服务的特点, 引入服务水平变量, 建立新的博弈模型, 从而更能反映现代物流市场的企业竞争行为。论文对于我国物流市场中的企业博弈行为进行深入分析, 揭示我国目前运输企业竞争中竞相采用低价策略而不愿意提高物流管理水平和 service 水平的机理, 并指出当前物流政策的重点是培育具备高水平综合物流管理能力企业, 以整合物流产业。分析结论为政策规划的制定提供了理论上的支撑, 并可用于指导现代物流发展战略的制定。

**关键词:** 物流; 博弈; 物流政策

**中图分类号:** U492.3

**文献标识码:** A

## Game Analysis of Logistics Market in China

WANG Chao, WANG Jun-li

(Guangdong Highway Design Institute, Guangdong Guangzhou 510507, China)

**Abstract:** According to the situation of competition and small scale of transportation enterprise in China, this paper based on the classic Betterand game model, introduces the variable of service level to establish a new game model, so the model can reflect the competing behavior better. This paper analyzes the game behavior of enterprises in China logistics market, reveals the reason of price competition and small scale of transportation enterprise, and points out that the key step of logistics industry development is to cultivate the enterprise with strong integrated management capacity. And the conclusion provides basic theory for logistics policy planning and can be used to support government to making logistics policy.

**Key words:** Logistics industry; Game; Logistics policy

物流的理念和实践正在中国迅速推进, 对于物流的研究也越来越深入, 其中对于物流企业微观经济行为及其行为机理的研究是一薄弱环节。博弈论恰恰给予物流企业微观经济行为的研究提供了有力的工具。

### 1 目前我国物流市场中的博弈现象

目前我国物流市场的主体主要包括物流企业和消费者。其中物流企业包括货运企业、货代、综合物流管理企业等。物流企业之间呈现出又竞争又合作的博弈态势。其中竞争是长期的、永恒的, 这对于市场经济来说竞争是有恒的主题; 原因在于竞争是一切社会、经济关系的根本基础, 不合作是基本的, 合作是有条件的和暂时的<sup>[5]</sup>。目前物流市场中的直接表现就

是货物运输以中小企业为主体的惨烈的价格竞争。事实上, 各物流企业在决定自己的发展战略的时候, 通常也会充分考虑其竞争对手所使用的竞争策略, 而采取相应的措施, 如价格竞争和服务竞争。也就是说一个物流企业的发展前景不仅仅取决于自身的发展策略, 同时也依靠其他企业的策略。这里的策略指的是企业的发展手段, 在论文中仅限定在价格竞争和服务竞争。应该说这是一种简化, 目的是为了讨论问题简单化, 也减少了建模的难度。但这种简化是不失一般性的, 因为目前企业竞争策略主要集中于价格和服务这两个方面, 对于其他情况, 可以根据简化后的模型的更多变量的引入而进行更深入的讨论。

而对于物流市场中的博弈而言, 除了主体物流企

收稿日期: 2003-10-19

作者简介: 汪超 (1973—), 男, 安徽六安人, 工学博士, 主要研究方向为物流系统规划及 ITS. (wangchao@sina.com)

业外还有非常重要的一方——政府，它并不是市场的主体，因而也不直接参加市场中的博弈，但它的制度安排将直接影响博弈的结果。这种制度安排可以是法律、法规，也可以是政策。而本文所讨论的城市物流系统规划则必须体现这种制度安排对于企业行为的影响。

中国已经加入 WTO，国外大型物流企业进入国内市场已经迫在眉睫，因而物流市场中博弈将更显微妙。因为市场中的博弈方除了国内的物流企业，又多了一方：国际物流企业。国内物流企业在彼此竞争的同时也将同时面临国际物流企业的竞争，其竞争策略也将发生一些变化，将直接影响其发展战略。

通过物流市场的博弈分析可以为政府规划和制定政策、以及确定物流企业的发展战略提供依据。

## 2 博弈论简介<sup>[1~9]</sup>

1994 年 3 位诺贝尔经济学奖授给了 3 位博弈论专家：纳什（Nash）、泽而腾（Selten）和海萨尼（Harsanyi）。博弈论在上世纪 80 年代以后逐渐成为主流经济学的一部分，并在众多学科中都有广泛的应用。

博弈论，英文为 game theory，即一些个人、队组或其他组织，面对一定的环境，在一定的规则下，同时或先后，一次或多次，从各自允许选择的行为或策略中进行选择并加以实施，并从中各自取得相应的过程。

博弈论中有一个重要概念“纳什均衡”。假设有  $N$  个人参与博弈，每个人选择自己的最优战略，所有参与人选择的战略一起构成一个战略组合（strategy profile）。而纳什均衡指的是在没有外在的强制力约束时，当事人按照制度安排而各自进行最优决策所构成的战略组合结果。

纳什均衡：在有  $n$  个参与者（ $n \geq 2$ ）的博弈里，记  $S_i$  为参与者  $i$  的策略空间， $\pi_i$  为其报酬函数。如果存在一组策略（ $S_1^*, S_2^*, \dots, S_n^*$ ）， $S_i^* \in S_i$  使得对每一个参与者  $i$ （ $i=1, 2, \dots, n$ ）都有

$$\pi_i(S_1^*, S_2^*, \dots, S_n^*) \geq \pi_i(S_1^*, S_2^*, \dots, S_{i-1}^*, S_i, S_{i+1}^*, \dots, S_n^*)$$

那么，（ $S_1^*, S_2^*, \dots, S_n^*$ ）便是纳什均衡。

根据这一定义，我们发现任何优势策略均衡也必定是纳什均衡。在优势策略均衡中，具有优势策略的参与者总是采取其优势策略，不管其他参与者改变或不改变他们的策略，这当然符合纳什均衡的定义。但是，纳什均衡不一定是优势策略均衡，后者是比较强

的均衡概念。

## 3 伯特兰德的寡头模型<sup>[1,3,5]</sup>

伯特兰德的寡头模型是伯特兰德（Bertrand）1883 年提出的一种形式的寡占模型，它是一种厂商选择价格为策略的博弈模型。为了简便起见，先考虑比较简单的两寡头，且产品有一定差别的伯特兰德价格博弈。在货物运输企业博弈中的产品就是运输服务。假设运输服务主要包括两种选择：一是低价格、低服务水平的物流服务；二是较高价格、较高服务水平的物流服务。前者是零散运输户经常采用的策略，也是目前市场竞争中最为常用的竞争手段——价格竞争；后者则意味着企业需要在技术装备和管理系统上增加投入，如采用 GPS 技术、条码技术和信息管理系统等，这将增加企业的经营成本，但却可以提供较高水平的物流服务。假设市场上仅有两家货运寡头企业在竞争，可供选择的竞争策略包括降价、不降价提高服务水平。

产品有一定差别是指两厂商的产品在品牌、质量等方面有所不同的同类商品，具体到物流服务主要反映在服务时间（快速、准时）上等。因此伯特兰德模型中厂商的产品之间有很强的替代性，但又不是完全可替代，即价格不同时，价格较高的不会完全销不出去。这种情况，我们可用当物流企业 1 和企业 2 价格分别为  $P_1$  和  $P_2$  时，他们各自的需求函数为  $q_1 = q_1(P_1, P_2) = a_1 - b_1 P_1 + d_1 P_2$  和  $q_2 = q_2(P_1, P_2) = a_2 - b_2 P_2 + d_2 P_1$  来表示，其中  $d_1, d_2 > 0$  表示两企业产品有一定替代性的替代系数。假设两企业无固定成本，边际生产成本为  $c_1$  和  $c_2$ 。最后，仍强调两企业是同时决策。

在该博弈中两博弈方为企业 1 和企业 2；他们各自的策略空间为  $s_1 = [0, P_{1\max}]$  和  $s_2 = [0, P_{2\max}]$ ，其中  $P_{1\max}$  和  $P_{2\max}$  是企业 1 和企业 2 还能赢得客户的最高价格；两博弈方的得益就是各自的利润，即销售收益减去成本，都是双方价格的函数

$$u_1 = u_1(P_1, P_2) = P_1 q_1 - c_1 q_1 = (P_1 - c_1) q_1 = (P_1 - c_1)(a_1 - b_1 P_1 + d_1 P_2) \quad (1)$$

$$u_2 = u_2(P_1, P_2) = P_2 q_2 - c_2 q_2 = (P_2 - c_2) q_2 = (P_2 - c_2)(a_2 - b_2 P_2 + d_2 P_1) \quad (2)$$

这里用反应函数的概念解该博弈。利用上述得益函数在偏导数为 0 时有最大值很容易解得两企业对对方策略（价格）的反应函数分别为

$$P_1 = R_1(P_2) = \frac{1}{2b_1}(a_1 + b_1 c_1 + d_1 P_2) \quad (3)$$

$$\text{和 } P_2 = R_2(P_1) = \frac{1}{2b_2}(a_2 + b_2c_2 + d_2P_1) \quad (4)$$

纳什均衡  $(P_1^*, P_2^*)$  必是两反函数的交点, 即

$$\begin{cases} P_1^* = \frac{1}{2b_1}(a_1 + b_1c_1 + d_1P_2^*) \\ P_2^* = \frac{1}{2b_2}(a_2 + b_2c_2 + d_2P_1^*) \end{cases} \quad (5)$$

解此方程组, 得

$$P_1^* = \frac{d_1}{4b_1b_2 - d_1d_2}(a_2 + b_2c_2) + \frac{2b_2}{4b_1b_2 - d_1d_2}(a_1 + b_1c_1) \quad (6)$$

$$P_2^* = \frac{d_2}{4b_1b_2 - d_1d_2}(a_1 + b_1c_1) + \frac{2b_1}{4b_1b_2 - d_1d_2}(a_2 + b_2c_2) \quad (7)$$

$(P_1^*, P_2^*)$  为博弈的惟一的纳什均衡。将  $P_1^*$ ,  $P_2^*$  代入两得益函数则得到两企业的均衡得益。

如果  $a_1 = a_2 = 28$ ,  $b_1 = b_2 = 1$ ,  $d_1 = d_2 = 0.5$ ,  $c_1 = c_2 = 2$ , 则可解得  $P_1^* = P_2^* = 20$ , 且  $u_1^* = u_2^* = 324$ 。

本例中的计算结果是假设两企业的需求函数一样, 边际生产成本、替代系数均相等的情况。也就是说两种同类型的物流企业的博弈结果是采用相同的价格策略均为 20, 该结果是一纳什均衡, 说明任何一个企业都不会首先改变价格策略。也就是说没有一家企业愿意增加在技术和管理上的投资。这是因为如果增加这方面的投资, 则意味着短期内边际生产成本  $c$  将增加, 假设企业 2 采用先进的管理技术,  $c_2$  增加为 4, 代入后计算得出  $P_1^* = 22$ ,  $P_2^* = 23$ ,  $u_1^* = 350$ ,  $u_2^* = 304$ 。企业 2 因为边际生产成本增加而必须提高服务价格, 企业 1 却乘机也相应地涨价, 结果是企业 1 的得益增加而企业 2 的得益降低, 所以企业 2 不会追加技术和管理上的投入; 同样企业 1 也不会。结果是物流企业不得不在原服务水平上继续进行价格竞争。就单纯的价格竞争而言, 运输企业的小型化因为管理成本的降低而占据竞争优势, 这也是当前我国货物运输企业小型化严重的根本原因所在。

#### 4 引入服务水平的完全信息静态博弈模型<sup>[1, 3, 5, 6]</sup>

所谓完全信息静态博弈即博弈方同时决策, 且所有博弈方对博弈中的各种情况下的得益都完全了解的博弈问题。伯特兰德的寡头模型也是完全信息的静态博弈模型, 其对于物流市场的竞争博弈有着相当的解释力, 但其也有明显不符合实际的地方, 主要是模型对于产品的需求函数仅取决于价格。事实上, 消费者的产品需求不仅考虑价格因素, 而且要考虑其服务水平。

现在引入另外一个变量——服务水平。对于物流服务而言服务水平的高低取决于多种因素: 准时性、货物跟踪水平、货物完好等等方面。这里仅以时间  $t$  来代表服务水平。事实上物流服务特别是配送的准时性是衡量服务水平的最重要指标之一。因而引入服务时间  $t$  来代表服务水平既便于模型表述, 又不失一般的代表性。同样, 对于物流企业也假定为运输服务企业。

首先假定竞争限制在某一区域(一个城市), 且有  $N$  个运输企业( $i = 1, 2, \dots, N$ )提供运输服务, 设  $C_i$  为第  $i$  个运输企业的固定运输成本, 运输企业的运量与该企业的竞争策略与该企业的竞争策略有关, 用下面函数表示

$$Q_i = f(V_i) \quad (8)$$

式中,  $V_i$  为第  $i$  个运输企业对策策略集, 当采用运价和运输时间对策时,  $V_i$  可表示为  $V_i(p_i, t_i)$ 。当以运价和运输时间为竞争策略时

$$Q_i = f(p_i, t_i) \quad (9)$$

式中,  $p_i$  为第  $i$  个运输企业运输价格策略;  $t_i$  为第  $i$  个运输企业运输时间策略。

从理论上讲, 在某一地区(城市范围)一定时间内总运输量不可能无限增长, 它有一个最高值。各个运输企业只能从中获得相应的一部分。至于具体是多少, 不仅与自己的竞争策略有关, 而且也与其他运输企业的策略有关。设某个运输企业  $i$  的利润函数为

$$U_i = (V_1, V_2, \dots, V_N) \quad (10)$$

完全信息静态博弈意味着运输企业竞争时几乎是同时采取行动。即一旦某个运输企业调整运价或采用新技术缩短运输时间, 其他运输企业能够得到信息并且付诸于行动, 因此他们采取对策的时间几乎没有先后顺序。并且对于各种情况下各自博弈的得益都很清楚。每个企业的博弈目标是实现利润(受益)最大, 即

$$\max U_i(V_1, V_2, \dots, V_N) \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

它满足运输总需求量的限制

$$\sum_{i=1}^N Q_i(V_1, V_2, \dots, V_N) \leq Q_0 \quad (12)$$

第  $i$  企业的需求函数为  $Q_i = f(p_i, t_i)$ 。

假设需求函数和价格与服务时间是呈线性关系的, 即

$$Q_i = a_i - b_i p_i - e_i t_i + \sum_{j=1}^N d_i p_{j+1} (i \neq j) \quad (13)$$

式中,  $t_i \geq T_i$ ,  $T_i$  为一大于 0 的常数。表明运输时间不可能无限缩短, 而存在一个下限。对于不同的运输企

业其运输时间的下限是不一样,服务水平高的企业下限就低,反之则高。例如对于 100km 范围内的运输,企业 1 承诺 6h 送到;而企业 2 承诺 12h 送到。则在价格相同情况下顾客肯定会选择企业 1, 因为其服务水平明显高于企业 2。但实际情况是服务水平的提高通常意味着服务价格的提高,所以价格与服务水平在这个意义上是相关。但在博弈论中主要考虑的是博弈方的策略。市场竞争的情况下企业可以选择价格竞争和服务竞争两种竞争策略,因而这里不妨假设两者是相互独立的。

式(13)中的  $d_i$  为不同企业之间的替代系数,同伯特兰德模型中的含义相同。并同样假定市场中只有两个运输企业,令两企业的可变成本分别为  $\mu_1$  和  $\mu_2$ , 于是博弈模型为

$$\begin{cases} \max_1 [(p_1 - \mu_1)q_1 - C_1] \\ \text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^2 q_i \leq Q_0 \end{cases} \quad (14)$$

$$\begin{cases} \max_2 [(p_2 - \mu_2)q_2 - C_2] \\ \text{s. t.} \quad \sum_{i=1}^2 q_i \leq Q_0 \end{cases} \quad (15)$$

由式(14)得

$$q_1 = a_1 - b_1 P_1 - e_1 t_1 + d_1 P_2 \quad (16)$$

$$q_2 = a_2 - b_2 P_2 - e_2 t_2 + d_2 P_1 \quad (17)$$

对式(14)和式(15)代入式(16)和式(17)分别求一阶导数,又因为是式(14)和式(15)中的目标函数分别与  $t_1$  和  $t_2$  的线性关系,所以  $t_1 = T_1$  和  $t_2 = T_2$  时有最大值,  $T_1$  和  $T_2$  分别是企业 1 和企业 2 的最短承诺运输时间。所以有

$$\begin{cases} \frac{\partial (P_1 - \mu_1)(a_1 - b_1 P_1 - e_1 t_1 + d_1 P_2) - C_1}{\partial P_1} = 0 \\ \frac{\partial (P_2 - \mu_2)(a_2 - b_2 P_2 - e_2 t_2 + d_2 P_1) - C_2}{\partial P_2} = 0 \\ t_1 = T_1 \\ t_2 = T_2 \end{cases} \quad (18)$$

解式(18)得企业 1 和企业 2 的反应函数为

$$\begin{cases} P_1 = \frac{a_1 - e_1 T_1 + d_1 P_2 + b_1 \mu_1}{2b_1} \\ P_2 = \frac{a_2 - e_2 T_2 + d_2 P_1 + b_2 \mu_2}{2b_2} \end{cases} \quad (19)$$

解方程组式(19)得

$$\begin{cases} P_1^* = \frac{a_2 d_1 - d_1 e_2 T_2 + b_2 d_1 \mu_2}{4b_1 b_2 - d_1 d_2} + \frac{2b_2 (a_1 - e_1 T_1 + b_1 \mu_1)}{4b_1 b_2 - d_1 d_2} \\ P_2^* = \frac{a_1 d_2 - d_2 e_1 T_1 + b_1 d_2 \mu_1}{4b_1 b_2 - d_1 d_2} + \frac{2b_1 (a_2 - e_2 T_2 + b_2 \mu_2)}{4b_1 b_2 - d_1 d_2} \end{cases}$$

(20)

这个均衡结果考虑了企业不同的服务水平对于市场瓜分的影响,这在一定程度上会影响企业的博弈策略。因为价格已经不再是决定竞争成败的惟一因素了。同样取  $a_1 = a_2 = 28$ ,  $b_1 = b_2 = 1$ ,  $d_1 = d_2 = 0.5$ ,  $\mu_1 = \mu_2 = 2$ ,  $e_1 = e_2 = 0.5$ ,  $T_1 = 12$ ,  $T_2 = 24$ , 则求出  $P_1^* = 15$ ,  $P_2^* = 12$ ,  $q_1 = 19$ ,  $q_2 = 19$ ,  $u_1^* = 247 - C_1$ ,  $u_2^* = 190 - C_2$ 。

分析:

(1) 与伯特兰德模型相比引入了服务水平这一新的博弈策略,在其他条件都相同的情况下使得博弈均衡发生了变化,企业 1 和企业 2 的博弈结果是平分市场占有率,原因是企业 2 由以低价策略抵消了企业 1 服务水平高的优势。

(2) 在不考虑固定成本或固定成本相同的情况下企业 1 的得益将大于企业 2。这意味着只要能够控制好物流成本,通过提高服务水平的策略是能够获得更多的利润的。

(3) 博弈双方到底是谁得益大,最终决定于可变成本  $\mu_1$ 、 $\mu_2$  和固定成本  $C_1$ 、 $C_2$  的控制。这里蕴藏着深刻的启示,固定成本  $C$  大的企业意味着其投资倾向于固定资产,如修建仓库、购置车辆等,这显然将在市场竞争中处于劣势。具体到政府政策和企业发展战略就是重点培育和发展无资产型的高水平的物流管理企业,利用其管理能力来整合物流产业,这才是现代物流发展的重点所在。

(4) 由于上述的例子中假设两企业的可变成本相同,这忽略了企业 1 由于增加技术和管理方面的投资而造成的成本增加。这将使得企业 1 反而在短期内处于竞争的劣势,甚至导致企业 1 不愿意致力于发展以高水平的管理和物流技术为特征的现代物流业。这时就需要政府给予适当的优惠政策以降低现代物流企业起步时候的经营成本。

## 5 结语

在市场经济条件下,企业通常在市场上进行激烈的竞争,物流企业也不例外。博弈论为分析企业竞争行为提供了有力的工具。论文对于经典的完全信息博弈模型进行改进,引入竞争水平变量,从而更能反映现代物流市场的企业竞争行为。通过博弈分析可以为政策规划的制定提供理论上的支撑,并明确的政策制定的着眼点。

参考文献:

[1] 张维迎. 博弈论与信息经济学 [M]. 上 (下转第 138 页)

| 表 11 组合方案 3 下不同车型的收费费率影响分析 |         |       |       |       |        |        |                 |
|----------------------------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|-----------------|
| 项目                         | 1 类车    | 2 类车  | 3 类车  | 4 类车  | 5 类车   | 收费综合系数 | 综合系数× 基准费率      |
| 收费系数                       | 1       | 2.00  | 2.75  | 3.50  | 4.50   | —      | —               |
| 基准费率为 0.55                 | 收费费率    | 0.55  | 1.10  | 1.51  | 1.93   | 2.48   |                 |
|                            | 费率变化 /% | 10.0  | 10.00 | 0.83  | — 3.75 | — 8.33 | 159.73<br>87.75 |
| 基准费率为 0.60                 | 收费费率    | 0.60  | 1.20  | 1.65  | 2.10   | 2.70   |                 |
|                            | 费率变化 /% | 20.00 | 20.00 | 10.00 | 5.00   | 0.00   | 159.73<br>95.84 |

| 表 12 组合方案 4 下不同车型的收费费率影响分析 |         |       |        |        |         |        |                 |
|----------------------------|---------|-------|--------|--------|---------|--------|-----------------|
| 项目                         | 1 类车    | 2 类车  | 3 类车   | 4 类车   | 5 类车    | 收费综合系数 | 综合系数× 基准费率      |
| 收费系数                       | 1.00    | 1.80  | 2.50   | 3.20   | 4.50    | —      | —               |
| 基准费率为 0.55                 | 收费费率    | 0.55  | 0.99   | 1.38   | 1.76    | 2.48   |                 |
|                            | 费率变化 /% | 10.00 | — 1.00 | — 8.33 | — 12.00 | — 8.33 | 149.66<br>82.31 |
| 基准费率为 0.60                 | 收费费率    | 0.60  | 1.08   | 1.50   | 1.92    | 2.70   |                 |
|                            | 费率变化 /% | 20.00 | 8.00   | 0.00   | — 4.00  | 0.00   | 149.66<br>89.79 |

| 表 13 福建省高速公路不同种类车型收费系数推荐方案 |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| 车型分类                       | 1 类车 | 2 类车 | 3 类车 | 4 类车 | 5 类车 |
| 推荐方案                       | 1    | 2.0  | 2.75 | 3.5  | 4.5  |

参考文献:

[ 2 ] 2002 刘伟铭. 高速公路收费系统理论与方法 [ M ] . 北京: 人民交通出版社, 2000.

[ 1 ] 交通部公路科学研究所. 福建省高速公路收费费率研究[ R ] .

(上接第 133 页)

海: 上海人民出版社, 1996.

[ 2 ] 王颖, 孙斌栋. 运用博弈论分析和思考城市规划中的若干问题 [ J ] . 城市规划汇刊, 1999 (3) .

[ 3 ] 周惠中. 微观经济学 [ M ] . 上海: 上海人民出版社, 1997.

[ 4 ] 《运筹学》教材编写组. 《运筹学》 [ M ] . 北京: 清华大学出版社, 1990.

[ 5 ] 谢识予. 经济博弈论 [ M ] . 上海: 复旦大学出版社, 1997.

[ 6 ] 何德权, 郭耀煌. 运输对策定价模型研究 [ J ] . 西南交通大学学报, 2000 (5) .

[ 7 ] 汪超, 杨东援. 中心城市现代物流系统规划框架研究 [ J ] . 城市规划汇刊, 2001 (2) .

[ 8 ] 汪超, 杨东援. 美国货运业管制历程对我国物流市场管理的启示 [ J ] . 公路交通科技, 2002 (1) .

[ 9 ] 同济大学, 深圳市运输局. 深圳市“十五”及 2015 年现代物流业发展规划 [ R ] . 2000.

[ 10 ] 汪超, 杨东援, 徐 . 现代物流企业发展战略研究 [ J ] . 综合运输, 2001 (8) .