Management Science and Engineering 管理科学与工程, 2016, 5(3), 139-148
Published Online September 2016 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/mse
http://dx.doi.org/10.12677/mse.2016.53015

Research on the Selection Mechanism of the Manufacturer for Upstream Suppliers

Jie Lian, Jie Su

School of Management Science and Engineering, Central University of Finance and Economics, Beijing
Email: lianjiedf11@sina.com, sujiesu@126.com

Received: Aug. 15th, 2016; accepted: Sep. 1st, 2016; published: Sep. 7th, 2016

Abstract

In the market, while competing with rivals, the manufacture not only needs to comply with the requirements of the Cournot game, but also needs to take into account the supplier's supplement parameters. This paper studies how the manufactures choose the suppliers in the Cournot game framework and proposes a concept of equilibrium purchase strategy, researches the selection mechanism of manufacturers for upstream suppliers and discusses the concrete selection process based on maximum benefit principle and yield matrix. Found in the presence of upstream suppliers, the equilibria purchase strategy of a manufacture is not only related to the market demand curve, but also to the supplier's supplyment parameters, and there does not necessarily exist pure strategy Nash equilibrium, there may exist a mixed strategy Nash equilibrium.

Keywords

Cournot Game, Selecting Supplier, Equilibria Purchase Strateg

寡头生产商对上游供货商的选择机制研究

连　捷，宿　洁

中央财经大学管理科学与工程学院，北京
Email: lianjiedf11@sina.com, sujiesu@126.com

收稿日期：2016年8月15日；录用日期：2016年9月1日；发布日期：2016年9月7日

文章引用：连捷，宿洁．寡头生产商对上游供货商的选择机制研究[J]．管理科学与工程, 2016, 5(3): 139-148.
http://dx.doi.org/10.12677/mse.2016.53015

摘　要

在市场中寡头生产商的决策不仅要遵从Cournot博弈要求，往往还要考虑上游供货商的供货参数。本文针对Cournot博弈框架下寡头生产商对上游供货商的选择问题，提出均衡采购策略的概念，并根据收益最大化原则和收益矩阵，研究了寡头生产商对上游供货商的选择机制并讨论了具体的选择过程。发现在存在上游供货商的情况下，生产商的均衡采购策略不仅与市场需求曲线有关，还与供货商的供货参数有关，并且不一定出现纯战略纳什均衡，有可能出现混合战略纳什均衡。

关键词

Cournot博弈，供货商选择，均衡采购策略

1. 引言

Cournot 模型自法国经济学家 Cournot 提出后便广泛应用于进入壁垒高、技术含量高以及生产规模大的寡头垄断行业，比如石油、钢铁、电力、稀土等[1] [2]。在这类行业中，寡头企业往往有少数的上游供货商，以石油行业为例，中石油、中石化、中海油在国内石油行业属于寡头，而这三大寡头的进口来源为 OPEC、俄罗斯、苏丹、哈萨克斯坦等少数石油输出方。在这样的行业中，寡头在博弈的过程中不仅要考虑其他寡头的策略，还要考虑采购成本。寡头的采购成本由固定成本和可变成本构成，不能简单地作为一个参数处理，然而经典古诺模型假设寡头的成本为一个与售价无关的固定参数，即默认生产商只有一家供货商可供选择或者所有供货商的供货参数相同，忽视了生产商对供货商的选择问题。因此，在现实市场中，考虑其他寡头策略的同时合理选择供货商、控制采购成本便成为寡头实现收益最大化的基础。

目前关于成本对 Cournot 博弈影响的研究已经较为深入，Mayer (2000)将运输成本引入 Cournot 模型，研究了寡头位置对均衡的影响，并探讨了生产成本在不同分布下的均衡产出[3]；Ryu 和 Kim (2011)提出了一种不确定成本下的 Cournot 双寡头模型并研究了不同风险水平下的均衡产出[4]；Askar (2014)在 Cournot 模型中引入了随机成本函数，得到了模型的均衡解并研究了其动力学特性，最后对理论结果进行了验证数值模拟[5]。关于供货商选择方面的研究，尤建新(2003)利用交易成本经济学理论和博弈论,对基于供应链的生产商和供应商之间的交易成本进行了分析[6]；张毕西(2007)等基于作业成本方法，研究了生产商的成本结构，建立起生产商的利润优化模型[7]；Partha Gangopadhyay 提出了一个扩展的双寡头古诺线性需求，两个寡头形成联盟，其中成本是联盟规模的函数[8]；Toshihiro M 等研究了在一个圆形分布市场中，运输成本对古诺均衡的影响[9]；Subir K 研究了成本对无限次重复博弈古诺寡头均衡的影响[10]；王强等在成本信息不完全条件下研究了具有替代性产品的古诺竞争问题，并对完全信息与不完全信息两种情形下的均衡结果做了比较，研究表明，在不完全信息下，成本函数的概率值以及低成本识别因子对成本信息优势厂商和劣势厂商的均衡产量大小和均衡利润高低均有影响，但对各厂商间的均衡价格高低无影响[11]；许淑君等指出供应链是一种能够减少企业间交易成本的新的组织模式；其次，分析了供应链企业间的总成本、机会成本、交易成本与生产成本，最后论述了供应链企业间交易成本的组成和影响交易成本的因素[12]。

本文针对 Cournot 博弈框架下寡头生产商对上游供货商的选择问题，研究了寡头生产商对上游供货商的选择机制并讨论了具体的选择过程。首先运用 Cournot 模型求出每种采购策略下寡头生产商的初始

最优售价；然后判断初始最优售价与收益最大化原则的吻合性；最后运用收益矩阵找出均衡售价策略并同时确定均衡采购策略。发现在存在上游供货商的情况下，生产商的初始最优售价不一定为均衡售价，生产商的均衡采购策略不仅与市场需求曲线有关，还与供货商的供货参数有关，并且不一定出现纯战略纳什均衡，有可能出现混合战略纳什均衡。本文所研究的选择机制可广泛应用于普遍存在的寡头生产商对上游供货商的选择问题，对于下游生产商科学合理选择上游供货商提供参考，实现收益最大化具有一定意义。

2. 研究假设及参数

本节对存在上游供货商(下文简记为供货商)情况下的寡头生产商(下文简记为生产商)市场做出若干假设并对参数进行说明。

2.1. 研究假设

1) 完全信息市场中有两个生产商生产同质性产品，每个生产商各自有两家供货商可供选择，并且可以根据收益自由地选择向其中的一个供货商采购，因此有四种可能的采购策略。

2) 生产商的采购成本由可变成本和固定成本构成，可变成本为货物单价和数量的乘积。

3) 生产商上游的两家供货商代表了市场中的所有供货商。第一家供货商供货单价小，但是生产商在采购时付出的固定成本高；第二家供货商供货单价高，但是生产商在采购时付出的固定成本低。因此，当生产商的采购量较大时，单价是影响采购成本的主要因素，生产商会选择第一类供货商；当生产商的采购量较小时，固定成本是影响采购成本的主要因素，生产商会选择第二类供货商。

4) 收益最大化原则：存在一个售价临界值使生产商向任意一个供货商采购的收益相等，当生产商售价不等于该临界值时，生产商向其中一个供货商采购的收益绝对大于向另外一个供货商采购的收益(图 1)。

2.2. 参数说明

1) 两个生产商为 A_1, A_2。A_1 的供货商为 M_1, M_2，A_2 的供货商为 N_1, N_2，C 为消费者；

2) A_1 向 M_i 采购的单价和固定成本分别为 w_{i1}, c_{i1}，$i = 1,2, w_{11} > w_{21}, c_{11} < c_{21}$；

3) A_2 向 N_j 采购的单价和固定成本分别为 w_{j2}, c_{j2}，$j = 1,2, w_{12} > w_{22}, c_{12} < c_{22}$；

4) p_1, p_2 分别为 A_1 和 A_2 的售价，Q_1, Q_2 分别为 A_1 和 A_2 的销量。

5) A_1 的市场需求曲线为 $Q_1 = K - ap_1 + bp_2$，A_2 的市场需求曲线为 $Q_2 = K - ap_2 + bp_1$，$a > 0$，$b > 0$，$K \gg a$，$K \gg b$。

6) 采购策略：两个生产商可以根据收益最大化原则自由地选择向其中的一个供货商采购，因此有四种可能的采购策略，(M_i, N_j) 表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_i 和 N_j 采购。

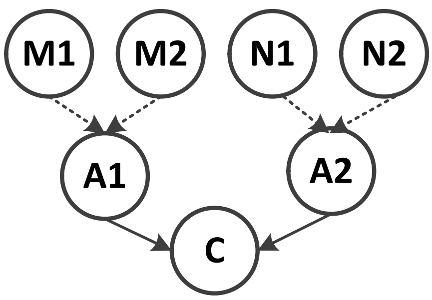

Figure 1. Supply chain structure
图 1. 供应链结构

3. 生产商的初始最优售价

本节求解生产商的初始最优售价策略，首先给出以下相关定义：

定义 1 两家生产商在选定供货商的情况下，不考虑收益最大化原则，运用 Cournot 模型求解得出的售价，称之为生产商的初始最优售价。

3.1. 售价约束

由于两个生产商的销量 Q_1, Q_2 均为正数，所以由市场需求函数可以得出双方售价的约束条件。

$$Q_1 = K - ap_1 + bp_2 > 0$$

$$Q_2 = K - ap_2 + bp_1 > 0$$

$$p_1 < \frac{b}{a}p_2 + \frac{K}{a} \tag{1}$$

$$p_2 < \frac{b}{a}p_1 + \frac{K}{a} \tag{2}$$

3.2. 收益最大化原则

3.2.1. 生产商 A_1 的收益最大化原则

以 A_1 为例，当 P_2 不变时，分析 A_1 的收益曲线。

$$\begin{aligned}\Pi_{A_1} &= f(p_1) = (p_1 - w_{i1})(K - ap_1 + bp_2) - c_{i1} \\ &= \begin{cases}(p_1 - w_{11})(K - ap_1 + bp_2) - c_{11} & \text{当 } p_1 \ge \dfrac{b}{a}p_2 + \dfrac{K-\varepsilon_1}{a} \\ (p_1 - w_{21})(K - ap_1 + bp_2) - c_{21} & \text{当 } p_1 < \dfrac{b}{a}p_2 + \dfrac{K-\varepsilon_1}{a}\end{cases} \qquad \varepsilon_1 = \frac{c_{21}-c_{11}}{w_{11}-w_{21}} \text{ 且 } 0 < \varepsilon_1 < K\end{aligned} \tag{3}$$

该式表示当 $p_1 \ge \frac{b}{a}p_2 + \frac{1}{a}(K-\varepsilon_1)$ 时，A_1 向 M_1 采购的收益大于向 M_2 采购的收益，因此 A_1 向 M_1 采购；反之则向 M_2 采购。

令 $\frac{\partial \Pi_{A_1}}{\partial P_1} = 0$，可以得出 A_1 的最优决策 $P_1 = \frac{bP_2 + aw_{i1} + K}{2a}$，由于 $K \gg a, K \gg b$，因此 $P_1 = \frac{bP_2 + aw_{i1} + K}{2a} \approx \frac{K}{2a}$，

收益曲线 $\Pi_{A_1}(M_1)$ 和 $\Pi_{A_1}(M_2)$ 的交点 $p_1 = \frac{b}{a}p_2 + \frac{K-\varepsilon_1}{a} \approx \frac{K}{a} > \frac{K}{2a}$；

收益曲线的根为 $x = \frac{K + bP_2 + aw_{i1} \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$，$\Delta = (K + bP_2 - aw_{i1})^2 - 4ac_{i1}$

由于 $K \gg a, K \gg b$，因此 $\Delta > 0$，即曲线有两个实数根，显然两个实数根均为正。因此，可得出 $\Pi_{A_1} = f(p_1)$ 如图 2。

3.2.2. 生产商 A_2 的收益最大化原则

$$\begin{aligned}\Pi_{A_2} &= f(P_2) = (p_2 - w_{j2})(K - ap_2 + bp_1) - c_{j2} \\ &= \begin{cases}(p_2 - w_{12})(K - ap_2 + bp_1) - c_{12} & \text{当 } p_2 \ge \dfrac{b}{a}p_1 + \dfrac{K-\varepsilon_2}{a} \\ (p_2 - w_{22})(K - ap_2 + bp_1) - c_{22} & \text{当 } p_2 < \dfrac{b}{a}p_1 + \dfrac{K-\varepsilon_2}{a}\end{cases} \qquad \varepsilon_2 = \frac{c_{12}-c_{22}}{w_{22}-w_{12}} \text{ 且 } 0 < \varepsilon_2 < K\end{aligned} \tag{4}$$

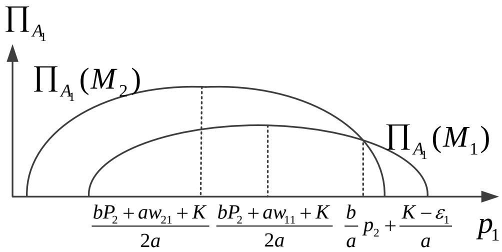

Figure 2. Yield curve of manufacturer A_1

图 2. 生产商 A_1 的收益曲线

该式表示当 $p_2 \ge \frac{b}{a}p_1+\frac{1}{a}(K-\varepsilon_2)$ 时，A_2 向 N_1 采购收益大于向 N_2 采购的收益，因此 A_2 向 N_1 采购；反之则向 N_2 采购。

对于 A_2，当 P_1 不变时，A_2 的收益曲线与上面类似，此处不再赘述。

3.3. 初始最优售价

双方的博弈模型为 Cournot 模型，因此初始最优售价分别为：

$$p'_{1(i,j)}=\frac{2aK+bK+2a^2w_{i1}+abw_{j2}}{4a^2-b^2} \tag{5}$$

$$p'_{2(i,j)}=\frac{2aK+bK+2a^2w_{j2}+abw_{i1}}{4a^2-b^2} \tag{6}$$

$p'_{1(i,j)}$ 和 $p'_{2(i,j)}$ 分别表示 A_1 向 M_i，A_2 向 N_j 采购时生产商双方的初始最优售价，定义 $\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)$ 为一个初始最优售价策略。

4. 生产商的均衡售价策略和均衡采购策略

本节通过建立完全信息静态博弈矩阵，分别讨论当 $a<b$，$a=b$ 和 $a>b$ 时的均衡售价策略和均衡采购策略。

4.1. $a<b$ 时生产商的均衡售价策略和均衡采购策略

根据(1)、(2)、(3)、(4)式可以得出满足售价约束条件的三个区域，其意义分别为：
$S_1:(M_1,N_2);S_2:(M_2,N_2);S_3:(M_2,N_1)$，

可以看出(图 3)，没有采购策略 (M_1,N_1)，下文会给出解释。

首先给出 2 个定义：

定义 2 如果初始最优售价策略 $\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)$ 满足(3)、(4)式收益最大化原则，即点 $\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)$ 位于区域 $\left(M_i,N_j\right)$，则说明 $\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)$ 为一个与选定供货商相吻合的售价策略，称为可行售价策略。

定义 3 与可行售价策略相对应的采购策略称为可行采购策略，如果 $\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)$ 为一个可行售价策略，则 $\left(M_i,N_j\right)$ 为一个可行采购策略。

下面详细分析可行售价策略和可行采购策略：

如果 $\left(P'_{1(1,2)},P'_{2(1,2)}\right)$ 位于 $S_1:(M_1,N_2)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_1 和 N_2 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(1,2)}$ 和 $P'_{2(1,2)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 (M_1,N_2) 为一个可行采购策略；

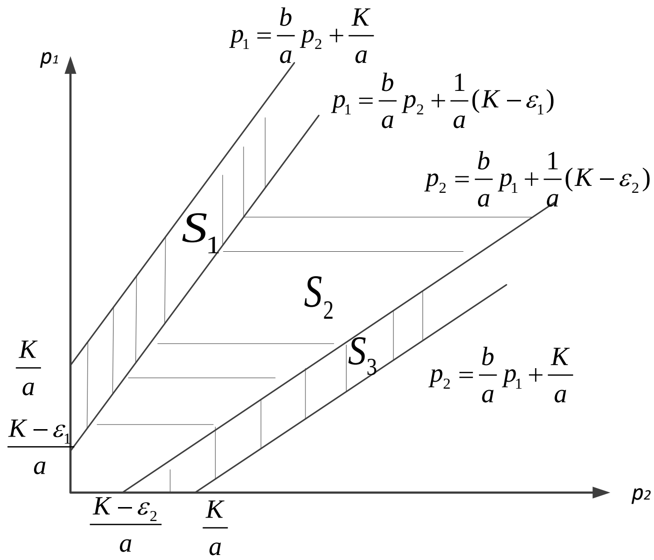

Figure 3. Manufacturer price constraint when $a < b$
图 3. $a < b$ 时的生产商售价约束

如果 $\left(P'_{1(2,2)}, P'_{2(2,2)}\right)$ 位于 $S_2:(M_2,N_2)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_2 和 N_2 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(2,2)}$ 和 $P'_{2(2,2)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 (M_2,N_2) 为一个可行采购策略；

如果 $\left(P'_{1(2,1)}, P'_{2(2,1)}\right)$ 位于 $S_3:(M_2,N_1)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_2 和 N_1 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(2,1)}$ 和 $P'_{2(2,1)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 (M_2,N_1) 为一个可行采购策略。

现在证明为什么不会出现 (M_1,N_1) 的情况。要出现 (M_1,N_1)，根据(3)、(4)式，必须满足：

$$p_1 \ge \frac{b}{a} p_2 + \frac{1}{a}(K-\varepsilon_1) \tag{7}$$

$$p_2 \ge \frac{b}{a} p_1 + \frac{1}{a}(K-\varepsilon_2) \tag{8}$$

由(8)得出：

$$p_1 \le \frac{a}{b} p_2 - \frac{1}{b}(K-\varepsilon_2) \tag{9}$$

由于 $a < b$，(9)显然与(7)式矛盾，因此不可能出现 A_1 向 M_1 采购，A_2 向 N_1 采购的情况。

下面讨分析均衡售价策略和均衡采购策略，首先给出 2 个定义：

定义 4 能够使两家生产商达到均衡的可行价格策略称为均衡价格策略，记为 $\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right)$。

定义 5 与均衡售价策略相对应的采购策略称为均衡采购策略，如果 $\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right)$ 为一个均衡售价策略，则 (M^*,N^*) 为一个均衡采购策略。

1) 当 1 种可行采购策略都没出现时，说明两家生产商的任意一种采购策略无法同时满足各自的收益最大化原则，这种情况下要比较 3 种采购策略下双方的收益。令 $\prod'_{A_1(i,j)}$ 和 $\prod'_{A_2(i,j)}$ 分别表示 A_1 和 A_2 选择厂商 M_i 和 N_j 时双方的收益。

这样，该博弈就可以简化为一个完全信息静态博弈。该博弈的收益矩阵如图 4。

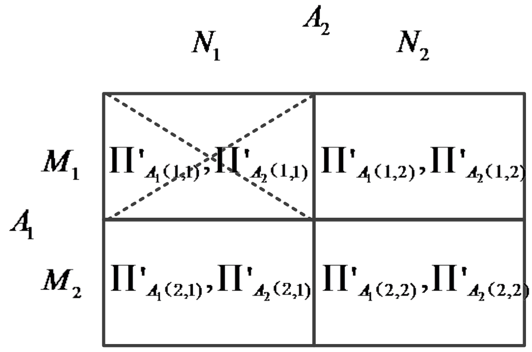

Figure 4. Manufacturer payoff matrix when $a<b$

图 4. $a<b$ 时的生产商博弈收益矩阵

- 如果存在 $\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)$，使 $\Pi'_{A_1\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_2(i,j)}$，则 $\left(P^*_{1(i,j)},P^*_{2(i,j)}\right)=\left(P'_{1\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)},P'_{2\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}\right)$，$\left(M^*,N^*\right)=\left(M_{i^{\Delta}},N_{j^{\Delta}}\right)$，即博弈结果为纯战略纳什均衡；
- 如果不存在 $\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)$，使 $\Pi'_{A_1\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_2(i,j)}$，但存在 $\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)$，使 $\Pi'_{A_1\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)}=\min\Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)}=\min\Pi'_{A_2(i,j)}$，则博弈结果为混合战略纳什均衡，混合战略组合为：$\left(P^*_{1(i,j)},P^*_{2(i,j)}\right)=\left\{\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right),\text{其中}\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)\notin(i,j)\right\}$，$\left(M^*,N^*\right)=\left\{\left(M_i,N_j\right),\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)\notin(i,j)\right\}$；
- 如果不存在 $\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)$，使 $\Pi'_{A_1\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2\left(i^{\Delta},j^{\Delta}\right)}=\max\Pi'_{A_2(i,j)}$，也不存在 $\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)$，使 $\Pi'_{A_1\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)}=\min\Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2\left(i^{\nabla},j^{\nabla}\right)}=\min\Pi'_{A_2(i,j)}$，则博弈结果为混合战略纳什均衡，混合战略组合为：$\left(P^*_{1(i,j)},P^*_{2(i,j)}\right)=\left\{\left(P'_{1(i,j)},P'_{2(i,j)}\right)\right\}$，$\left(M^*,N^*\right)=\left\{\left(M_i,N_j\right)\right\}$。

2) 当出现 1 种可行采购策略时，出现的情况 $\left(P'_{1\left(i^*,j^*\right)},P'_{2\left(i^*,j^*\right)}\right)$ 即为博弈的纯战略纳什均衡，即 $\left(P^*_{1(i,j)},P^*_{2(i,j)}\right)=\left(P'_{1\left(i^*,j^*\right)},P'_{2\left(i^*,j^*\right)}\right)$，$\left(M^*,N^*\right)=\left(M_{i^*},N_{j^*}\right)$；

3) 当出现不止 1 种可行采购策略时，简单起见，假设 3 种可行采购策略都出现。这种情况与 1)的区别是两家生产商的 3 种采购策略全部满足各自的收益最大化原则。与 1)的分析过程类似，这种情况同样要比较 3 种采购策略下双方的收益，通过收益矩阵找出均衡解，此处不再赘述。

4.2. $a=b$ 时生产商的均衡售价策略和均衡采购策略

$a=b$ 时的分析过程和 $a<b$ 完全相同，此处不在赘述(图 5)。

4.3. $a>b$ 时生产商的均衡售价策略和均衡采购策略

根据(1)、(2)、(3)、(4)式可以得出满足售价约束条件的四个区域，其意义分别为：$S_1:\left(M_1,N_2\right);S_2:\left(M_2,N_2\right);S_3:\left(M_2,N_1\right);S_4:\left(M_1,N_1\right)$。

分析过程与上面 $a\le b$ 的情况类似(图 6)。具体来说：

如果 $\left(P'_{1(1,2)},P'_{2(1,2)}\right)$ 位于 $S_1:\left(M_1,N_2\right)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_1 和 N_2 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(1,2)}$ 和 $P'_{2(1,2)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 $\left(M_1,N_2\right)$ 为一个可行采购策略；

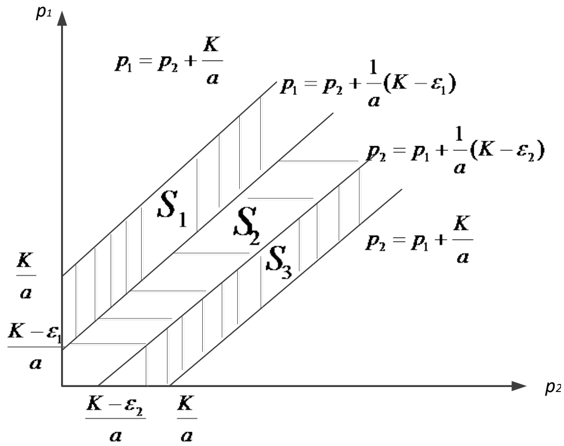

Figure 5. Manufacturer price constraint when $a = b$

图 5. $a = b$ 时的生产商售价约束

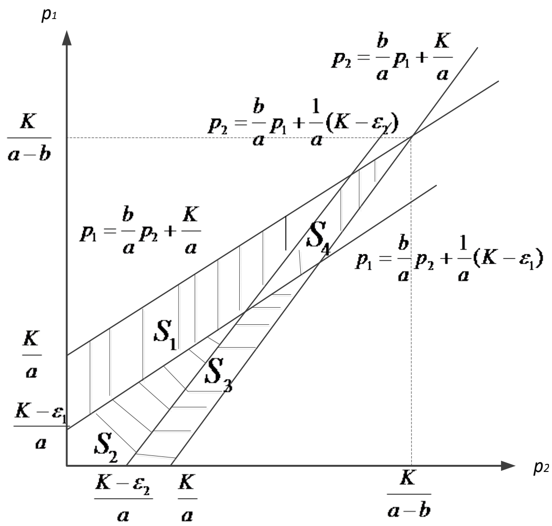

Figure 6. Manufacturer price constraint when $a > b$

图 6. $a > b$ 时的生产商售价约束

如果 $\left(P'_{1(2,2)}, P'_{2(2,2)}\right)$ 位于 $S_2:\left(M_2, N_2\right)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_2 和 N_2 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(2,2)}$ 和 $P'_{2(2,2)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 $\left(M_2, N_2\right)$ 为一个可行采购策略；

如果 $\left(P'_{1(2,1)}, P'_{2(2,1)}\right)$ 位于 $S_3:\left(M_2, N_1\right)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_2 和 N_1 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(2,1)}$ 和 $P'_{2(2,1)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 $\left(M_2, N_1\right)$ 为一个可行采购策略。

如果 $\left(P'_{1(1,1)}, P'_{2(1,1)}\right)$ 位于 $S_4:\left(M_1, N_1\right)$，则表示 A_1 和 A_2 分别选择向 M_1 和 N_1 采购，且双方的售价分别为 $P'_{1(1,1)}$ 和 $P'_{2(1,1)}$，该售价策略为可行售价策略，同时 $\left(M_1, N_1\right)$ 为一个可行采购策略。

下面详细分析均衡售价策略和均衡采购策略：

1) 当 1 种可行采购策略都没出现时，说明两家生产商的任意 1 种采购策略无法同时满足各自的收益最大化原则，这种情况下要比较 4 种采购策略下双方的收益。令 $\prod'_{A_1(i,j)}$ 和 $\prod'_{A_2(i,j)}$ 分别表示 A_1 和 A_2 选择厂商 M_i 和 N_j 时双方的收益。

这样，该博弈就可以简化为一个完全信息静态博弈。该博弈的收益矩阵如图 7。

- 如果存在 (i^{Δ}, j^{Δ})，使 $\Pi'_{A_1(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_2(i,j)}$，则 $\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right) = \left(P'_{1(i^{\Delta},j^{\Delta})}, P'_{2(i^{\Delta},j^{\Delta})}\right)$，$\left(M^*, N^*\right) = \left(M_{i^{\Delta}}, N_{j^{\Delta}}\right)$，即博弈结果为纯战略纳什均衡；
- 如果不存在 (i^{Δ}, j^{Δ})，使 $\Pi'_{A_1(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_2(i,j)}$，但存在 (i^{∇}, j^{∇})，使 $\Pi'_{A_1(i^{\nabla},j^{\nabla})} = \min \Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2(i^{\nabla},j^{\nabla})} = \min \Pi'_{A_2(i,j)}$，则博弈结果为混合战略纳什均衡，混合战略组合为：$\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right) = \left\{\left(P'_{1(i,j)}, P'_{2(i,j)}\right), 其中 \left(i^{\nabla}, j^{\nabla}\right) \notin (i,j)\right\}$，$\left(M^*, N^*\right) = \left\{\left(M_i, N_j\right), \left(i^{\nabla}, j^{\nabla}\right) \notin (i,j)\right\}$；
- 如果不存在 (i^{Δ}, j^{Δ})，使 $\Pi'_{A_1(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2(i^{\Delta},j^{\Delta})} = \max \Pi'_{A_2(i,j)}$，也不存在 (i^{∇}, j^{∇})，使 $\Pi'_{A_1(i^{\nabla},j^{\nabla})} = \min \Pi'_{A_1(i,j)}$ 且 $\Pi'_{A_2(i^{\nabla},j^{\nabla})} = \min \Pi'_{A_2(i,j)}$，则博弈结果为混合战略纳什均衡，混合战略组合为：$\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right) = \left\{\left(P'_{1(i,j)}, P'_{2(i,j)}\right)\right\}$，$\left(M^*, N^*\right) = \left\{\left(M_i, N_j\right)\right\}$。

2) 当出现 1 种可行采购策略时，出现的情况 $\left(P'_{1(i^*,j^*)}, P'_{2(i^*,j^*)}\right)$ 即为博弈的纯战略纳什均衡，即 $\left(P^*_{1(i,j)}, P^*_{2(i,j)}\right) = \left(P'_{1(i^*,j^*)}, P'_{2(i^*,j^*)}\right)$，$\left(M^*, N^*\right) = \left(M_{i^*}, N_{j^*}\right)$；

3) 当出现不止 1 种可行采购策略时，简单起见，假设 4 种可行采购策略都出现。这种情况与 1)的区别是两家生产商的 4 种采购策略全部满足各自的收益最大化原则。与 1)的分析过程类似，这种情况同样要比较 4 种采购策略下双方的收益，通过收益矩阵找出均衡解，此处不再赘述。

5. 结论

现实市场中，生产商往往有多个供货商可供选择，然而经典 Cournot 模型假设生产商的采购成本为一个固定参数，即默认生产商只有一家供货商可供选择或者所有供货商的供货参数相同。这种假设虽然简化了运算，但是完全没有考虑到生产商对供货商的选择问题，即忽视了生产商的收益最大化原则，因而运用 Cournot 模型求解得出的初始最优售价即为均衡售价。其本质是生产商在博弈的过程中没有考虑供货商因素，这与现实市场严重不符。

本文通过引入生产商的收益最大化原则对初始最优售价进一步判断，构建了生产商对供货商的选择机制，这种选择机制能够使两家生产商在博弈中选择最优的供货商并达到售价均衡。发现在存在上游供货商的情况下，生产商的初始最优售价不一定为均衡售价，生产商的均衡采购策略不仅与市场需求曲线有关，还与供货商的供货参数有关，并且不一定出现纯战略纳什均衡，有可能出现混合战略纳什均衡。

		A_2	
		N_1	N_2
A_1	M_1	$\Pi'_{A_1(1,1)}, \Pi'_{A_2(1,1)}$	$\Pi'_{A_1(1,2)}, \Pi'_{A_2(1,2)}$
	M_2	$\Pi'_{A_1(2,1)}, \Pi'_{A_2(2,1)}$	$\Pi'_{A_1(2,2)}, \Pi'_{A_2(2,2)}$

Figure 7. Manufacturer payoff matrix when $a > b$

图 7. $a > b$ 时的生产商博弈收益矩阵

本文所研究的选择机制可广泛应用于普遍存在的寡头生产商对上游供货商的选择问题，对于下游生产商科学合理选择上游供货商提供参考，实现收益最大化具有一定意义。

参考文献 (References)

[1] 张数. 稀土产品市场的多寡头 Cournot 模型预测研究[D]. 内蒙古科技大学, 2014.

[2] 李越, 李亚楠, 孙雷. 古诺模型在发电厂商竞价博弈中的应用[J]. 通信电源技术, 2015(5): 199-201.

[3] Mayer, T. (2000) Spatial Cournot Competition and Heterogeneous Production Costs across Locations. *Regional Science & Urban Economics*, **30**, 325-352. http://dx.doi.org/10.1016/S0166-0462(99)00043-5

[4] Ryu, S. and Kim, I. (2011) Conjectures in Cournot Duopoly under Cost Uncertainty. Institute of Economic Research, Seoul National University, Seoul.

[5] Askar, S.S. (2014) The Impact of Cost Uncertainty on Cournot Oligopoly Game with Concave Demand Function. *Applied Mathematics & Computation*, **232**, 144-149. http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2014.01.097

[6] 尤建新，蔡三发，徐斌. 基于供应链的生产商和供应商交易成本分析[J]. 厦门大学学报：自然科学版，2003, 42(B10): 20-23.

[7] 张毕西，谢祥添. 基于作业成本的生产商利润优化模型[J]. 系统工程, 2007, 25(2): 51-55.

[8] Gangopadhyay, P. (2007) Modeling Equilibrium Regional Integration by Endogenising Marginal Cost in the Cournot Framework. *Review of Urban & Regional Development Studies*, **19**, 66-77. http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-940X.2007.00123.x

[9] Matsumura, T. and Shimizu, D. (2008) A Noncooperative Shipping Cournot Duopoly with Linear-Quadratic Transport Costs and Circular Space. *Japanese Economic Review*, **59**, 498-518. http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-5876.2008.00428.x

[10] Chakrabarti, S.K. (2010) Collusive Equilibrium in Cournot Oligopolies with Unknown Costs. *International Economic Review*, **51**, 1209-1238. http://dx.doi.org/10.1111/j.1468-2354.2010.00616.x

[11] 王强，陈圻. 不完全成本信息下差异产品厂商 Cournot 竞争博弈分析[J]. 运筹与管理, 2010, 19(4): 51-58.

[12] 许淑君，马士华，张日新. 供应链企业间的交易成本研究[J]. 工业工程与管理, 2001(6): 25-27.