企业差异化战略对价格和质量竞争博弈均衡解的影响研究

龚日朝　刘　玲*

摘要: 消费者在购买商品时不仅考虑商品价格而且还要考虑商品质量水平的需求市场,如果存在两寡头企业提供某商品,必然会导致价格和质量的竞争博弈。本文研究表明:为了达到纳什均衡状态,两企业必须采取一定的差异化策略。而且在均衡状态下,如果市场是价格敏感市场,企业的差异化程度越高,对企业和消费者都越有利;如果市场是质量敏感市场,当敏感程度相对很低时,企业的差异化程度越高,对企业和消费者也都越有利;当敏感程度一般时企业可选择适当的差异化程度使得企业和消费者同时达到最大的均衡利润;但当敏感度非常高,企业差异化程度越高对企业的均衡利润越大,可对消费者的均衡利润却越小。

关键词: 差异化策略　竞争博弈　纳什均衡

一、引言

在多寡头竞争市场,企业采取差异化战略开展生产和经营,是确保企业持续稳定发展的战略选择。对差异化战略问题的研究最早始于 Hotelling(1929)建立的空间区位博弈模型。该模型在假定产品的物质性能相同但空间位置有差异的前提下,企业依次做出决策,位置决策在先,价格决策在后,得到了两企业之间价格竞争博弈的纳什均衡。此后,在 Hotelling模型的基础上,国内外很多学者开展了大量的研究,研究成果主要集中在两个方面:一是模型的应用研究。如鲁文龙等(2004)将 Hotelling模型应用于国际贸易中企业的产品属性选择问题,在两个被贸易壁垒分离的市场分析了贸易壁垒对产品横向差异化的影响。但大部分成果都是根据实际问题,建立以产品价格为单一决策变量的博弈模型,求解博弈的均衡并分析差异化战略对均衡的影响。二是模型的推广研究。如邢明青等(2006)将 Hotelling模型中消费者在市场均匀分布的假设条件推广为非均匀分布,用动态博弈论方法求出了模型的子博弈纳什均衡,并根据均衡结果分析了几种消费者分布下双寡头企业的产品差异化策略、定位策略和定价策略。赵德余等(2006)在 Hotelling线性模型的基础上讨论了三阶 Bertrand-Stackelberg市场价格竞争与产品差异化选址策略问题,通过实例展示了产品差异化程度的提高对双寡头垄断市场的均衡价格与利润变动的影响。此外,国外有学者提出了基于价格和质量水平的两维决策变量的竞争博弈模型。如 Li等(1994)提出了两企业关于产品价格和投递速度(delivery-speed)两因素的竞争博弈模型,其中投递速度可以表现为产品质量。Banker等(1998)在假设消费者的需求是一个关于价格和质量水平的线性函数,而产品成本是关于产品质量水平的二次函数的条件下,提出了在两强垄断市场背景下的产品价格和质量两因素的竞争模型,并得到了模型的价格和质量均衡解等。这种两维博弈模型在现实中确实是存在的,如宽带互联网市场,消费者考虑的不仅是网络可接受的价格(使用费用),还包括必要的网络品质标准,如宽带内容的快速登陆(如电影、音频等)。因此,众多的互联网服务供应商(Internet

* 龚日朝,湖南科技大学商学院,邮政编码: 411201,电子信箱: grzh661205@163.com;刘玲,湖南科技大学商学院,邮政编码: 411201,电子信箱: aling7206@tom.com。

本文受国家社科基金重大招标项目“中部地区承接沿海产业转移的政策措施研究”(项目编号: 09&ZD041)和教育部人文社科规划基金项目“我国巨灾管理体系和保险机制建设研究”(项目编号: 07JA790084)资助。同时,特别感谢匿名审稿人对本文提出的宝贵修改意见,但文责自负。

Service Providers, ISPs) 为了达到自身利润的最大化，就必须确定网络的价格和品质，形成一种产品价格和质量水平的多变量竞争博弈。

根据研究发现，关于企业差异化战略对博弈均衡的影响研究，目前主要是在以价格为单一决策变量的博弈模型下开展的。然而，在将产品价格和质量同时作为决策变量的二维博弈模型下，很少有学者研究差异化战略对均衡的影响问题。我们认为主要原因是经典的 Hotelling模型通过位置的差异刻画了企业差异化战略。于是，很多学者以"产品差异"替代"位置差异"，简单地将产品差异化战略等价于企业差异化战略，衍生出了诸如产品差异化战略下企业价格竞争博弈问题。然而，对于产品价格和质量的二维博弈模型，如何刻画企业的差异化战略却成为了研究的瓶颈。基于此，本文通过消费者对两企业的产品需求函数刻画企业采取的差异化策略，在假设两企业为对称的条件下，构建产品价格和质量水平的竞争博弈模型，研究博弈均衡解{均衡价格，均衡质量水平}的存在条件，并对不同的需求市场，即价格敏感市场和质量敏感市场，研究差异化策略对博弈均衡解的影响。我们认为本文较好地解决了在消费者购买商品不仅考虑价格而且还考虑品质的需求市场，如果存在两个寡头企业提供某种同质产品，企业差异化战略对博弈均衡解的影响问题，具有非常重要的理论意义和现实意义。

二、博弈模型

假设某双寡头市场有企业 1和企业 2均提供产品 A，价格分别为 p_1、$p_2\left(p_i\geqslant 0,\ i=1,\ 2\right)$，质量水平分别为 x_1、$x_2\left(x_i\geqslant 0,\ i=1,\ 2\right)$，其中 x_i 的值越大表示产品的质量越好。此外，假设消费者对购买两企业的产品 A，分别根据一个可接受价格 (perceived price) $\omega_i\equiv\alpha p_i-\beta x_i\ (i=1,\ 2)$来购买，其中 α、β都是由市场所确定的正参数，称它们为消费者参数。直观上，α、β可理解为消费者根据企业产品质量水平对企业给出的产品价格和质量的"折扣"，而 ω可理解为消费者购买产品的利润。

为了讨论企业之间差异化对均衡结果的影响，假设两个企业是对称的，而且消费者对两企业的产品 A 的需求是一个线性模型函数，其逆需求函数①模型为：

$$\begin{pmatrix}\omega_1\\ \omega_2\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}-1 & -b\\ -b & -1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}q_1\\ q_2\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}c\\ c\end{pmatrix} \tag{2.1}$$

其中 q_1、q_2 分别表示产品对企业 1和企业 2的需求量，参数 $0\leqslant b<1$，$c>0$，b 的值反映企业产品除价格和质量水平外的其他因素，如品牌、售后服务等因素产生的差异化程度，体现了企业的差异化战略。当 b 的值趋近于 0，两企业为高度差异化，说明企业采取了高度差异化战略；而当 b 的值趋近于 1，则两企业差异几乎消除，说明企业基本没有采取差异化战略。

根据这一逆需求函数可以看出：随着差异化程度 b值的降低 (即 $b\to 0$)，某企业产品的可接受价格 ω_i 受其对手的产品需求量 $q_j\left(i\neq j\right)$ 的影响越来越小。通过求解方程 (2.1)，容易得到需求函数如下：

$$\begin{pmatrix}q_1\\ q_2\end{pmatrix}=\frac{\alpha}{1-b^2}\begin{pmatrix}-1 & b\\ b & -1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}p_1\\ p_2\end{pmatrix}+\frac{\beta}{1-b^2}\begin{pmatrix}1 & -b\\ -b & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_1\\ x_2\end{pmatrix}+\frac{c}{1+b}\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix} \tag{2.2}$$

值得注意的是，上述需求函数中将差异化参数 b 与消费者参数 α和 β分离开来表示，将有助于更好地分析差异化战略对均衡的影响，这与通常的表达形式是不一样的。

本文再引用 Banker等 (1998)关于企业成本函数的如下表达式：

$$\phi_i\equiv(\varepsilon x_i+v)q_i+\Phi x_i^2\ (i=1,\ 2)$$

由于两企业是对称的，因此，假设它们有相同成本参数 $v>0$，$\varepsilon>0$，$\Phi>0$。这里可以看出，产品质量水平 x_i 不仅线性地影响企业的可变生产成本，而且以二次函数形式影响企业固定成本。事实上，人们在开展市场生产计划设计过程中经常使用这种非线性的成本函数模型 (参见 Desai, 2001; Kim and Chhajed, 2002等)。另外，为了保证在最差质量水平 $(x_1=x_2=0)$和单位成本价格 $(p_1=p_2=v)$下使得每个企业的产品需求量 $q_i(p_1,\ p_2,\ x_1,\ x_2)>0$，假设 $c-\alpha v>0$。于是，两企业的利润函数可表示为：

$$\pi_1(p_1,\ p_2,\ x_1,\ x_2)=(p_1-\varepsilon x_1-v)q_1(p_1,\ p_2,\ x_1,\ x_2)-\Phi x_1^2$$

①这一逆需求函数是通过考虑二次效用函数 $u(q_1,q_2)=-(aq_1^2+2bq_1q_2+aq_2^2)/2+c(q_1+q_2)$，并最大化消费者剩余效用 $[u(q_1,q_2)-(\omega_1q_1+\omega_2q_2)]$而得到的，更详细的细节可参阅文献 Dixit(1979)和 Xavier(1988)，不失一般性，本文假设 $a=1$。

$$\pi_2(p_1, p_2, x_1, x_2) = (p_2 - \varepsilon x_2 - v)\, q_2(p_1, p_2, x_1, x_2) - \phi x_2^2$$

假设上述基本信息都是两企业的共同知识, 而且两企业同时采取决策行动, 本文构建了一个两企业基于策略(p_i, x_i)与利润 $\pi_i(i=1, 2)$的完全信息静态博弈模型。

三、纳什均衡解

显然, 博弈模型的策略组合$\{(p_1, x_1), (p_2, x_2)\}$为一个四维空间 $R_+^2 \times R_+^2$ 中的向量, 其中 $R_+ = [0, \infty)$。根据企业利润目标最大化原则, 利用多元函数极大值存在的充分条件, 如果存在点(p_i^*, x_i^*)满足如下条件:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial p_1} = 0, \frac{\partial \pi_1}{\partial x_1} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial p_2} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial x_2} = 0 \tag{3.1}$$

以及:

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial x_i^2} < 0, \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i^2} < 0, \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i^2} \cdot \frac{\partial^2 \pi_i}{\partial x_i^2} - \left(\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i \partial x_i}\right)^2 > 0, \ i = 1, 2 \tag{3.2}$$

则模型存在纳什均衡解(p_i^*, x_i^*)。

通过计算并化简方程组(3.1), 可得到如下矩阵方程:

$$\begin{pmatrix} 2\alpha & -b\alpha & -(\beta + \alpha\varepsilon) & b\beta \\ T & 0 & -\varepsilon T - 2\phi(1-b^2) & 0 \\ -b\alpha & 2\alpha & b\beta & -(\beta + \alpha\varepsilon) \\ 0 & T & 0 & -\varepsilon T - 2\phi(1-b^2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c(1-b) + \alpha v \\ vT \\ c(1-b) + \alpha v \\ vT \end{pmatrix} \tag{3.3}$$

其中 $T \equiv \beta - \alpha\varepsilon$, 表示相对于产品价格, 消费者对产品质量水平的估价, 也可以表示市场对价格和质量水平的敏感度, 本文称之为市场敏感度。如果 $T < 0$, 消费者对产品的质量水平的估价是一个负值, 可理解为消费者认为产品的质量"言过其实"。在这种情形下, 消费者就只关心产品价格, 因此表示市场是一个价格敏感市场。相反, 如果 $T > 0$, 消费者对产品的质量水平的估价是一个正值, 认为产品的质量确实是"物有所值", 于是消费者不太关心产品价格, 反而比较关心产品的质量, 因此表示市场是一个质量敏感市场。①

(1)如果 $T = 0$, 则上述方程(3.3)可得到唯一解:

$$p_1 = p_2 = \frac{(1-b)c + \alpha v}{\alpha(2-b)}, \ x_1 = x_2 = 0$$

(2)如果 $T \neq 0$, 则对方程(3.3)运用矩阵初等行变换方法可将其简化为:

$$\begin{pmatrix} T & 0 & -T\varepsilon - 2\phi(1-b^2) & 0 \\ 0 & T & 0 & -T\varepsilon - 2\phi(1-b^2) \\ 0 & 0 & bT^2 - 2b\alpha\phi(1-b^2) & -T^2 + 4\alpha\phi(1-b^2) \\ 0 & 0 & -T^2 + 4\alpha\phi(1-b^2) & bT^2 - 2b\alpha\phi(1-b^2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Tv \\ Tv \\ T(c - \alpha v)(1-b) \\ T(c - \alpha v)(1-b) \end{pmatrix} \tag{3.4}$$

我们通过该方程组最后两个方程, 很容易推导出 $p_1 = p_2, x_1 = x_2$ 的结论, 这样简化求解过程, 得到方程:

$$\left(2\alpha\phi(1+b)(2-b) - T^2\right) x_1 = T(c - \alpha v) \tag{3.5}$$

于是, 得到方程组(3.4)有唯一解:

$$\begin{cases} p_1^* = p_2^* = \dfrac{T(c\varepsilon - \beta v) + 2\phi(1+b)\{(1-b)c + \alpha v\}}{2\alpha\phi(1+b)(2-b) - T^2} \\ x_1^* = x_2^* = \dfrac{T(c - \alpha v)}{2\alpha\phi(1+b)(2-b) - T^2} \end{cases} \tag{3.6}$$

对于上述解(3.6)是否为极大点, 我们只需讨论是否在点(p_i^*, x_i^*)满足条件(3.2)式(由于对称性, 只需讨论 π_1)。事实上, 通过计算有$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial p_1^2} = -\frac{2\alpha}{1-b^2} < 0$, 而:

①在偏远的农村市场, 由于居民的经济收入相对较低, 大多数消费者对市场上的产品(农产品除外)有一种"没有什么好产品到农村来"的心理, 因此, 消费者对产品的质量估价是认为产品的质量"言过其实", 因此, 他们只关心价格; 而在大城市, 居民购买能力相对较高, 往往市场的产品确实质量好, 消费者反而对价格不敏感, 只关注产品的质量。

$$\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i^2}\cdot\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial x_i^2}-\left(\frac{\partial^2 \pi_i}{\partial p_i \partial x_i}\right)^2=\frac{1}{(1-b^2)^2}\{-T^2+4\phi\alpha(1-b^2)\},\ i=1,2$$

于是条件(3.2)等价于:

$$4\phi\alpha(1-b^2)-T^2>0 \tag{3.7}$$

这样我们就得到了上述解为极大值点的条件。

在条件(3.7)下,由于显然有 $2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2>4\phi\alpha(1-b^2)-T^2>0$,同时因为产品质量水平 x_1 不可能为负值且 $c-\alpha v>0$,故方程(3.5)当且仅当在 $T>0$的条件下存在唯一纳什均衡解(3.6)。但这里值得注意的是,如果 $T<0$,即市场是一个价格敏感市场的时候,根据方程(3.5)得到的解是一个负值,即:

$$x_1^{**}=\frac{T(c-\alpha v)}{2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2}<0$$

这是一个理论上的均衡结果,在实际中不可能出现。另外,注意到:

$$\frac{\partial^2\pi_1}{\partial x_1^2}=-2\frac{\beta\varepsilon+\phi(1-b^2)}{1-b^2}<0$$

从而$\partial\pi_1/\partial x_1$是一个关于 x_1的单调递减函数,再加上这一阶偏导在此 x_1^{**} 点的值为 0,故可推断这一阶偏导函数$\partial\pi_1/\partial x_1$在区间$(x_1^{**},¥)$恒负,这说明企业的效益随着质量水平的提高而下降。由此可得出结论:在价格敏感市场,企业不管价格如何,必将采取降低产品质量水平的策略使得自己效益最大化,这就必然导致 $x_1^*=x_2^*=0$这一均衡结果。在这一均衡结果下,企业只需要考虑价格这个单一的策略,此时需求函数变为:

$$\begin{pmatrix} q_1(p_1,p_2)\\ q_2(p_1,p_2)\end{pmatrix}=\frac{\alpha}{1-b^2}\begin{pmatrix}-1 & b\\ b & -1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}p_1\\ p_2\end{pmatrix}+\frac{c}{1+b}\begin{pmatrix}1\\ 1\end{pmatrix}$$

相应地,利润函数变为:

$$\pi_1(p_1,p_2)=(p_1-v)q_1(p_1,p_2),\ \pi_2(p_1,p_2)=(p_2-v)q_2(p_1,p_2)$$

这样,实际上就成为了一个纯粹的价格博弈问题。我们采取上述求解均衡解的同样方法,很容易得到价格均衡解为:

$$p_1^*=p_2^*=\frac{(1-b)c+\alpha v}{\alpha(2-b)}$$

此外,根据上面的分析结论,将均衡价格和均衡质量水平代入需求函数(2.2)式,相应地可以得到均衡条件下企业的均衡需求量:

$$q^*=\frac{c+\beta x_i^*-\alpha p_i^*}{1+b} \tag{3.8}$$

到此,根据上述论证过程,可得到如下的定理:

定理 1:在基于产品价格和质量水平二维决策变量的竞争博弈中,企业采取差异化战略,如果两企业差异化程度 b和市场敏感度 T满足条件:$4\phi\alpha(1-b^2)-T^2>0$,则博弈存在纯战略意义下的纳什均衡。特别地有:

(1)如果市场是一个价格敏感市场,则当且仅当两企业差异化程度 b 和市场敏感度 T 满足 $-2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}<T<0$时,存在唯一纳什均衡策略组合$\{(p_1^*,x_1^*),(p_2^*,x_2^*)\}$,其中:

$$p_1^*=p_2^*=\frac{(1-b)c+\alpha v}{\alpha(2-b)},\ x_1^*=x_2^*=0$$

相应地,企业产品的均衡需求量为:

$$q_i^*=\frac{c-\alpha v}{(1+b)(2-b)},\ i=1,2 \tag{3.9}$$

(2)如果市场是一个质量敏感市场,则当且仅当两企业差异化程度 b 和市场敏感度 T 满足 $0<T<2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}$时,存在唯一纳什均衡策略组合$\{(p_1^*,x_1^*),(p_2^*,x_2^*)\}$,其中:

$$p_1^*=p_2^*=\frac{T(c\varepsilon-\beta v)+2\phi(1+b)\{(1-b)c+\alpha v\}}{2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2}$$

$$x_1^* = x_2^* = \frac{T(c-\alpha v)}{2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2}$$

相应地, 企业产品的均衡需求量为:

$$q_i^* = \frac{2\alpha\phi(c-\alpha v)}{2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2},\quad i=1,2 \tag{3.10}$$

由此定理可以看出: 均衡解存在的条件是基于两企业具有一定的差异化, 如果两企业几乎没有差异, 即 b 的值趋近于 1, 则两企业之间的博弈不存在均衡, 除非市场 $T=0$。

四、企业差异化战略对均衡的影响

前面分析了博弈均衡解存在的条件, 下面将在均衡存在的条件下进一步分析两企业采取差异化战略时, 差异化程度的变化对均衡的影响。

情形 1: 在 $-2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}<T<0$ 的情况, 市场是一个价格敏感市场。根据定理 1, 可得企业均衡利润和企业产品的均衡可接受价格分别为:

$$\pi^* = \frac{(1-b)(c-\alpha v)^2}{\alpha(1+b)(2-b)^2},\quad \omega^* \equiv \alpha p_i^* - \beta x_i^* = \frac{(1-b)c+\alpha v}{2-b}$$

于是, 可得到对一切的 $0<b<\sqrt{1-T^2/(4\alpha\phi)}$ 恒有:

$$\frac{\partial\pi^*}{\partial b} = -2\pi^*\frac{1-b+b^2}{(2-b)(1-b^2)}<0,\quad \frac{\partial\omega^*}{\partial b} = -\frac{c-\alpha v}{(2-b)^2}<0$$

这就充分说明均衡利润和均衡可接受价格都是单调递减函数。企业差异化越大, 即 b 值趋近于 0, 则它们获得的均衡利润以及产品的可接受价格都将越高。

根据(3.9)式, 很容易计算得到均衡需求量 q_i^* 的二阶导数大于 0, 在差异化程度 $b=0.5$ 时均衡需求量最小, 而 $\lim_{b\to 0}q_i^* = \lim_{b\to 1}q_i^* = (c-\alpha v)/2$ 达到最大值。由此说明: 如果两企业差异化程度越大, 即 b 值趋近于 0, 则不仅获得的均衡利润以及产品的可接受价格都将越高, 而且需求量越大。如果两企业差异化程度越小, 即 b 值趋近于 1, 则虽然需求量变大, 同样可以接近最大值 $(c-\alpha v)/2$, 但均衡利润以及产品的可接受价格都将越小。因此, 企业采取差异化策略, 尽可能地将提高差异化程度作为企业最佳战略。

情形 2: 在 $0<T<2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}$ 的情况, 市场是一个质量敏感市场。根据定理 1, 企业均衡利润和企业产品的均衡可接受价格分别为:

$$\pi^* = \frac{\phi(c-\alpha v)^2[4\alpha\phi(1-b^2)-T^2]}{[2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2]^2}$$

$$\omega^* = \frac{2\alpha\phi(1+b)[(1-b)c+\alpha v]-cT^2}{2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2} \tag{4.1}$$

类似地, 通过计算可以证明 $\frac{\partial\pi^*}{\partial b}<0$ 恒成立, 说明企业差异化越大, 即 b 值趋近于 0, 则获得的均衡利润将越高。然而, 对于企业差异化程度对均衡可接受价格 ω^* 的影响问题, 根据(4.1)式计算均衡可接受价格 ω^* 关于 b 的偏导, 得到:

$$\frac{\partial\omega^*}{\partial b} = \frac{2\alpha\phi(c-\alpha v)[T^2-2\alpha\phi(1+b)^2]}{[2\alpha\phi(1+b)(2-b)-T^2]^2} \tag{4.2}$$

显然, 根据(4.2)式, 如果只从数学的角度, $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$ 的充分必要条件是 $|T|>(1+b)\sqrt{2\alpha\phi}$。但这里考虑的是质量敏感市场, 满足条件 $0<T<2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}$, 同时注意到 $\inf_{b\in(0,1)}(1+b)\sqrt{2\alpha\phi}=\sqrt{2\alpha\phi}$, 因此, 当 $0<T<\sqrt{2\alpha\phi}$ 时, 根据(4.2)式, 对任意企业差异化程度 $b\in(0,1)$ 恒有 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$。说明均衡可接受价格是企业差异化程度 b 的严格单调递减函数, 并随着 b 趋近于 0, 均衡可接受价格达到最大值:

$$\max\omega^* = \lim_{b\to 0}\omega^* = \frac{2\alpha\phi(c+\alpha v)-cT^2}{4\alpha\phi-T^2}$$

说明企业差异化程度越大, 均衡可接受价格越高。

下面只需在条件 $\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}$ 下讨论企业差异化程度 b 对均衡可接受价格 ω^* 的影响。

首先分别讨论 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$ 和 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$ 的充分必要条件。根据(4 2)式, $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$ 的充分必要条件为:

$$\begin{cases} T>(1+b)\sqrt{2\alpha\phi} \\ \sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)} \end{cases} \tag{4 3}$$

如果要求条件(4 3)非空, 则必须满足条件 $(1+b)\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant 2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)}$, 即等价于差异化程度 $0\leqslant b\leqslant 1/3$。再注意到:

(1)当 $0<T\leqslant\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$ 时恒有 $\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1\leqslant\frac{1}{3}\leqslant\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$;

(2)当 $\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}<T\leqslant 2\sqrt{\alpha\phi}$ 时, 恒有 $\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}<\frac{1}{3}<\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1$。

于是, 条件(4 3)可转化为关于差异化程度 b 的不等式条件, 用引理表示如下:

引理 1: 在质量敏感市场, 如果 $\sqrt{2\alpha\phi}<T\leqslant\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$, 则当且仅当 $0\leqslant b<\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1$ 时 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$; 如果 $\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}<T<2\sqrt{\alpha\phi}$, 则当且仅当 $0\leqslant b<\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$ 时 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$。

类似地, 根据(4 2)式, $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$ 的充分必要条件是 $0\leqslant T<\min\left(2\sqrt{\alpha\phi(1-b^2)},\ \sqrt{2\alpha\phi}(1+b)\right)$。同样将该条件转化为关于差异化程度 b 的不等式条件, 得到:

引理 2: 在质量敏感市场, 如果 $\sqrt{2\alpha\phi}<T\leqslant\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$, 则当且仅当 $\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1<b<\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$ 时 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$。

这里值得注意的是如果 $T>2\sqrt{\alpha\phi}$ 且差异化程度 $\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}<b<1$, 则博弈不存在均衡解。到此, 我们根据引理 1和引理 2可得到在市场敏感度 $\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<2\sqrt{\alpha\phi}$ 范围内企业差异化程度 b 对均衡可接受价格的影响。

(1)考虑在市场差异化程度满足 $\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$ 的市场。根据引理 1和引理 2, 当 $0\leqslant b<\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1$ 时, $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$, 而当 $\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1<b<\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$ 时, $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$。因此, 只有当差异化程度 $b=\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1$ 时均衡可接受价格达到最大值:

$$\max\omega^*=\frac{(2c+\alpha v)\sqrt{2\alpha\phi}-2cT}{3\sqrt{2\alpha\phi}-2T}$$

(2)考虑市场差异化程度满足 $\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T\leqslant 2\sqrt{\alpha\phi}$ 的市场。由于当 $0<b<\sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$ 时恒有 $\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$, 因此, 均衡可接受价格是差异化程度 b 的严格单调递增函数。于是, 最大均衡可接受价格为:

$$\max\omega^*=\lim_{b\to 1}\omega^*=\frac{4\alpha^2\phi v-cT^2}{4\alpha\phi-T^2}$$

综合以上分析, 在一个质量敏感市场下, 如果按照市场对质量的敏感度分为低度敏感、中度敏感和高度敏感, 对应的敏感度区间分别是 $(0,\ \sqrt{2\alpha\phi})$, $(\sqrt{2\alpha\phi},\ 4\sqrt{2\alpha\phi}/3)$ 和 $(4\sqrt{2\alpha\phi}/3,\ 2\sqrt{\alpha\phi})$, 则在质量低敏感的市场, 差异化程度愈大, 即 b 越小, 均衡可接受价格越高; 在中度敏感的市场, 当差异化程度 $b=(T/\sqrt{2\alpha\phi})-1$ 时达到均衡可接受价格的最大值, 如果差异化程度继续变大, 即 b 值低于这一最大值点趋近于 0, 则均衡可接受价格反而会降低; 在质量高度敏感的市场, 差异化程度越高, 均衡可接受价格越低。

结合以上两种情形, 可以将两企业差异化战略对纳什均衡状态的影响机理概括为如下定理:

定理 2: 在基于产品价格和质量水平二维决策变量的竞争博弈中, 如果两企业采取差异化战略, 而且纳

什均衡状态存在, 则:

(1)对于价格敏感市场, 在差异化程度值范围 $0< b< \sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$内, 企业均衡利润和产品可接受价格都是关于差异化程度值 b的严格单调递减函数, 即都恒有$\frac{\partial\pi^*}{\partial b}<0$和$\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$。

(2)对于质量敏感市场, 在差异化程度值范围 $0< b< \sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$内, 均衡利润是关于差异化程度值 b的严格单调递减函数, 即恒有$\frac{\partial\pi^*}{\partial b}<0$, 而对于均衡可接受价格, 有:

①如果市场敏感度 $0< T< \sqrt{2\alpha\phi}$, 则均衡可接受价格是关于差异化程度值 b的严格单调递减函数, 即对一切差异化程度值 $0< b< 1$恒有$\frac{\partial\omega^*}{\partial b}<0$。

②如果市场敏感度 $\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$, 则均衡可接受价格是关于差异化程度值 b 的凹函数, 当 $b=\frac{T}{\sqrt{2\alpha\phi}}-1$时均衡可接受价格达到最大:

$$\max\omega^*=\frac{(2c+\alpha v)\sqrt{2\alpha\phi}-2cT}{3\sqrt{2\alpha\phi}-2T}$$

③如果市场敏感度满足$\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T\leqslant 2\sqrt{\alpha\phi}$, 则均衡可接受价格是关于差异化程度值 b的严格单调递增函数, 即对一切 $0< b< \sqrt{1-\frac{T^2}{4\alpha\phi}}$恒有$\frac{\partial\omega^*}{\partial b}>0$。

上面的分析及结论, 我们并没有考虑是否要求均衡可接受价格 $\omega^*\geqslant 0$的问题。从上面的分析可以看出, 在价格敏感市场, 均衡可接受价格是恒非负的, 但在质量敏感市场, 根据(4.1)式, 当成本参数 c足够大时, 可能使得均衡可接受价格 $\omega^*<0$, 这与常规的事实不太吻合, 通常应该要求均衡可接受价格 $\omega^*\geqslant 0$。为此, 我们接下来在要求 $\omega^*\geqslant 0$的条件下, 对质量敏感市场差异化程度的取值范围进行分析。

根据(4.1)式, 并注意到 $c-\alpha v>0$, 显然 $\omega^*\geqslant 0$的条件是:

$$0<T\leqslant\sqrt{2\alpha\phi(1+b)\left(1-b+\frac{\alpha v}{c}\right)}\text{ 或 }T>\sqrt{2\alpha\phi(1+b)(2-b)}$$

根据这一基本条件, 并结合上面的分析过程, 我们很容易得到如下结论:

(1)在市场敏感度 $0<T<\sqrt{2\alpha\phi}$的质量敏感市场, 即低度敏感市场, 对任意差异化程度 $0<b<1$, $\omega^*\geqslant 0$恒成立。

(2)在市场敏感度 $\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T<\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}$的质量敏感市场, 如果成本参数 c满足$\frac{2}{3}\leqslant\frac{\alpha v}{c}<1$, 则 $\omega^*\geqslant 0$恒成立的条件是:

$$\max\left(0,\frac{\alpha v}{2c}-\sqrt{\left(\frac{\alpha v}{2c}+1\right)^2-\frac{16}{9}}\right)\leqslant b<\min\left(1,\frac{\alpha v}{2c}+\sqrt{\left(\frac{\alpha v}{2c}+1\right)^2-\frac{16}{9}}\right)。$$

(3)在市场敏感度$\frac{4}{3}\sqrt{2\alpha\phi}\leqslant T\leqslant 2\sqrt{\alpha\phi}$的质量敏感市场, 即高度敏感市场, 如果成本参数 c满足$\frac{\sqrt{2}-1}{2}\leqslant\frac{\alpha v}{c}<1$, 则 $\omega^*\geqslant 0$恒成立的条件是:

$$\max\left(0,\frac{\alpha v}{2c}-\sqrt{\left(\frac{\alpha v}{2c}+1\right)^2-2}\right)\leqslant b<\min\left(1,\frac{\alpha v}{2c}+\sqrt{\left(\frac{\alpha v}{2c}+1\right)^2-2}\right)。$$

这一结论说明在质量中度敏感市场和高度敏感市场, 成本参数 c对均衡可接受价格具有影响作用。在假设其他参数不变的情况下, 成本参数 c如果大到一定的程度, 均衡可接受价格将变为负值。同时如果差异化程度超过相应的范围, 同样会使得均衡可接受价格为负。

五、结语

根据定理 1的结论, 在“消费者购买商品时不仅考虑价格而且同时还考虑品质”的需求市场, 两寡头企业开展基于产品价格和品质的竞争博弈, 只有在两企业具有一定的差异化程度下才存在唯一的纳什均衡。如果市场是一个价格敏感市场, 也就是相对于产品质量 (或品质)而言, 消费者更关注产品的价格, 则在达到纳什均衡状态的市场下, 双寡头企业要达到最大化的均衡利润, 都必须采取高度差异化的策略, 形成自身非常明显的企业特色。这样, 随着差异化程度的增加, 消费者对产品的均衡可接受价格也越来越高。如果市场是一个质量敏感市场, 也就是相对于产品价格而言, 消费者更关注产品的质量 (或品质), 则在达到纳什均衡状态的市场下, 双寡头企业要达到最大化的均衡利润, 同样都必须采取高度差异化的策略, 形成自身非常明显的企业特色。在质量低度敏感市场, 差异化程度越高, 消费者对产品的均衡可接受价格也就越高; 在质量中度敏感市场, 则只有在差异化程度 $b=\left(T/\sqrt{2\alpha\phi}\right)-1$时消费者对产品的均衡可接受价格才达到最大值, 而且是唯一的; 在质量高度敏感市场, 则差异化程度越高, 消费者对产品的均衡可接受价格越低。

本文研究成果是在假设两寡头企业对称, 即假设它们有相同成本参数条件下得到的, 因此适应于存在两个实力相当的企业的市场。然而, 市场中企业的实力往往不同, 甚至实力相差很大。在这种情形下, 企业差异化战略对均衡解是否存在影响, 影响的程度到底多大, 值得进一步研究。

参考文献:

1. 鲁文龙、陈宏民、帅旭, 2004:《进入壁垒与企业产品差异化策略》,《管理工程学报》第 3期。
2. 邢明青、王来生、孙洪罡, 2006:《不同消费者分布下双寡头产品差异化策略博弈分析》,《商业研究》第 22期。
3. 赵德余、顾海英、刘晨, 2006:《双寡头垄断市场的价格竞争与产品差异化策略——一个博弈论模型及其扩展》,《管理科学学报》第 5期。
4. 许士春, 2008:《基于寡头市场产品差异化策略的研究》,《统计与决策》第 5期。
5. 顾锋、黄培清, 2007:《基于信息差异化的价格竞争模型》,《系统管理学报》第 2期。
6. Hotelling, H. 1929. “Stability in Competition.” *Economic Journal*, 39: 41–57.
7. Li, L., and Y. S. Lee. 1994. “Pricing and Delivery–Time in a Competitive Environment.” *Management Science*, 40 (5): 633–646.
8. Banker, R. D., L. Khosla, and K. K. Sinha. 1998. “Quality and Competition.” *Management Science*, 44(9): 1179–1192.
9. Dixit, A. 1979. “A Model of Duopoly Suggesting a Theory of Entry Barriers.” *Bell Journal of Economics*, 10: 20–32.
10. Xavier, V. 1998. “Efficiency of Bertrand and Cournot Equilibria with Product Differentiation.” In *Cournot Oligopoly*, ed. A. F. Daughety, 112–189. Cambridge: Cambridge University Press.
11. Desai, P. S. 2001. “Quality Segmentation in Spatial Markets: When Does Cannibalization Affect Product Line Design?” *Marketing Science*, 20(3), 265–283.
12. Kim, K., and D. Chhajed. 2002. “Product Design with Multiple Quality–type Attributes.” *Management Science*, 48 (11), 1502–1511.
13. Nobuo, M. 2007. “Price and Quality Competition: The Effect of Differentiation and Vertical Integration.” *European Journal of Operational Research*, 180: 907–921.

Effect of Firm’s Differentiation Strategy on Price and Quality Competition Game Equilibrium Solution

Gong Rizhao and Liu Ling

(School of Business, Hunan Science and Technology University)

Abstract: Under such a market as the consumers buy a commodity in consideration of not only the price but also the quality level, there must be a price and quality competition between two firms if the two firms both offer a product. In this paper we find that two firms both must adopt the differentiation strategy in order to achieve Nash equilibrium. Further, if the degree of difference is much higher, the enterprises and the consumers are more advantageous under the price sensitive market. On the other hand, in the quality sensitive market, if the market’s quality sensitive degree is relatively low, the enterprise and the consumers are more advantageous with the increasing degree of difference; While the sensitive degree is medium, the enterprises can choose the appropriate differentiation degree and will maximize their and the consumers’ profits; While the sensitive degree is very high, the higher level of the difference, the more profit the enterprises will obtain but the less equilibrium profits consumers will benefit.

Key Words: Differentiation Strategy; Game; Nash Equilibrium

JEL Classification: L11

(责任编辑: 彭爽)