

文章编号:1000-582X(2006)05-0001-04

# 汽车备件供应中整车厂与特约维修站的博弈\*

陈凤<sup>1</sup>,宋豫川<sup>1</sup>,尹家绪<sup>1,2</sup>,刘飞<sup>1</sup>

(1.重庆大学机械工程学院重庆400030;2.长安汽车(集团)有限责任公司,重庆400023)

**摘要:**运用博弈分析方法对备件供应中整车厂与特约维修站之间的策略进行了分析,通过建立单阶段和多阶段博弈模型,揭示了现实生活中特约维修站的违规现象是不可避免的,它的存在是博弈均衡的必然结果,并给出了均衡结果.同时,分析了整车厂对特约维修站的经济惩罚额度及监控成本等关键因素对均衡结果的影响.

**关键词:**汽车备件监管;纳什均衡;收益矩阵;博弈

**中图分类号:**F274

**文献标识码:**A

汽车备件是整车厂在售出产品后,为了实现售后服务承诺,向汽车后市场(指汽车销售后围绕消费者在使用过程中的各种需求所体现出来的服务)提供的汽车原厂配件,是售后服务的物质保证.整车厂一般通过直接投资的4S店(即“四位一体”销售专卖店(简称4S店),是指集整车销售(sale)、零配件(spare part)、售后服务(service)和信息反馈(survey)于一体的销售服务店)或委托特约维修站向消费者供应备件,以保证备件的数量、质量和价格<sup>[1]</sup>.由于4S店投资大,大多数整车厂采用特约维修站为顾客提供服务以及供应原厂备件,这也更符合我国车型多样化,特定车型的市场容量有限的国情.但由于特约维修站产权独立,与整车厂没有行政上的隶属关系.因此,整车厂对特约维修站的监管机制十分复杂,涉及到多个部门的配合、复杂的利害关系,监管难度相当大.笔者运用博弈论的分析方法,对备件监管过程中整车厂与特约维修站之间的策略进行了剖析,进而探讨一些减少特约维修站违规的对策方法.

## 1 整车厂与特约维修站之间的博弈分析

根据经济学中的“理性经济人”假设,整车厂和特约维修站参与市场活动的目的都是为了获取利润,是以实现利润最大化为根本宗旨;并在这一根本宗旨的指导下组织各种经济活动<sup>[2]</sup>.对于整车厂来说,在售出产品后,为了实现售后服务承诺,必须维持备件以提供服务

保证期内的服务,它参与备件经营的首要目的是满足售后服务的需要,巩固和开拓市场,促进整车产品销售,树立和宣传企业形象;其次才是以备件让利形式,通过支持其服务站开展备件经营,取得效益,以促进售后服务网络的运转和发展.而对于特约维修站来说,受汽车厂家的委托为顾客提供服务.同时,特约维修站作为一个市场主体,以尽可能低的成本去获得一定量的利润是其理性选择.当销售假冒伪劣备件的利润大于正品利润时,特约维修站必然选择销售劣品.假冒伪劣配件不仅侵害广大消费者的利益,损害企业形象,而且扰乱正常的市场秩序,影响我国汽车工业的健康发展.因此,必须对特约维修站的备件质量进行监管.

整车厂与特约维修站之间的这种委托与代理、监管与被监管的过程就表现为一个动态博弈的过程.

## 2 博弈理论分析模型

### 2.1 模型基本假设

假设1 博弈参与者为:特约维修站和整车厂.

假设2 博弈参与者都是理性的,只考虑利益因素.

假设3 博弈参与者都是风险中性的.整车厂不会无事生非去彻底清查特约维修站是否违规(即有质量欺骗行为),而特约维修站也不会因为有彻底清查的风险而放弃违规所带来的收益机会.

假设4 博弈的策略集为{整车厂M[彻底清查,

\* 收稿日期:2005-12-10

基金项目:国家863项目(20004AA414060)

作者简介:陈凤(1981-),女,四川广安人,重庆大学硕士研究生,主要从事物流与供应链管理的研究.

例行检查}], {特约维修站  $S$  [违规, 不违规]}.

假设5 整车厂只要彻底清查, 若特约维修站有违规行为则肯定能发现; 反之, 例行检查, 则不考虑其他主体的揭发情况, 违规行为就得以隐瞒.

假设6 博弈双方对彼此的特征、战略空间及收益有准确的知识(即完全信息).

假设7 特约维修站违规的额外收入为  $R$ , 被清查到有违规将处以罚款  $F$ , 并令惩罚系数  $f = F/R, f > 1$  (否则, 违规所获得的收益高于可能受到的惩罚, 监管将无任何意义); 则整车厂清查有违规行为时的收入为  $F$ , 彻底清查费用为  $C$ ; 例行检查时, 若有违规行为存在, 整车厂损失  $A$ , 若无违规行为存在, 收益为  $0$ . 特约维修站不违规的额外收入为零. 不考虑例行检查的成本. 假定整车厂以概率  $p$  选择彻底清查, 例行检查概率为  $(1-p)$ , 特约维修站以概率  $q$  选择违规行为, 不违规的概率为  $(1-q)$ .

根据上述假设, 可得博弈双方的得益矩阵, 见表1.

表1 特约维修站-整车厂的博弈得益矩阵

		整车厂	
		彻底清查( $p$ )	例行检查( $1-p$ )
特约维修站	违规( $q$ )	$R-F, F-C$	$R, -A$
	不违规( $1-q$ )	$0, -C$	$0, 0$

## 2.2 单阶段博弈

设博弈双方同时选择行动且博弈只进行一次. 从得益矩阵可看出, 该博弈没有双方都能接受的纳什均衡的纯策略组合, 也就是说, 博弈双方的利益始终都不会一致. 因此这是一个混合策略博弈问题<sup>[3]</sup>. 设整车厂以  $(p, 1-p)$  为一个混合战略, 特约维修站的混合战略为  $(q, 1-q)$  ( $0 \leq p, q \leq 1$ ). 则此时参与者的问题是如何选择混合战略, 使期望收益最大化.

对整车厂来说, 期望收益为:

$$V_1 = pq(F-C) + (1-p)q(-A) + p(1-q)(-C) = [(F+A)q-C]p - Cq, \quad (1)$$

$$\text{令 } \frac{\partial V_1}{\partial p} = 0, \text{ 得 } q^* = \frac{C}{F+A}. \quad (2)$$

对特约维修站来说, 期望收益为:

$$V_2 = qp(R-F) + (1-p)qR = [R-Fp]q, \quad (3)$$

$$\text{令 } \frac{\partial V_2}{\partial q} = 0, \text{ 得 } p^* = \frac{C}{R+F}. \quad (4)$$

因此上面的博弈模型的混合战略纳什均衡点是:

$$(p^*, q^*) = \left( \frac{R}{R+F}, \frac{C}{F+A} \right), \quad (5)$$

均衡点的期望收益为:

$$V_1^* = -\frac{C^2}{F+A}, V_2^* = 0. \quad (6)$$

对该混合均衡的一个可能解释为: 特约维修站以  $q^* = C/(F+A)$  的概率考虑从事违规, 整车厂以  $p^* = R/F$  的概率进行随机抽查. 这一均衡的另一更合理的解释是: 实际上许多特约维修站在利益的驱使下, 其中有  $C/(F+A)$  比例的特约维修站冒着被处罚的风险违规, 其他的没有违规. 整车厂为了节约成本, 只是随机地检查  $R/F$  比例的特约维修站的情况.

由以上各式得出:

1) 由式(2)可知  $q \neq 0$ , 因为现实中  $C=0$  是不可能的, 且  $(F+A)$  不够大, 所以不可能完全排除特约维修站违规的可能性. 因而违规者总有足够的概率空间存在.

2) 由式(1)可知, 整车厂的期望收益  $V_1$  随  $q$  的增加而减少, 因此, 整车厂必然会对特约维修站进行监管; 由(6)式可知, 对于特约维修站来说, 无论违规获得多大收益, 整车厂处以的罚款  $F$ 、清查成本  $C$  取何值, 特约维修站在均衡点的期望收益  $V_2$  都为零.

3) 由式(5)可知, 特约维修站的违规概率取决于3个因素: 整车厂清查成本  $C$ 、罚款  $F$  以及例行检查而违规行为被隐瞒时的损失  $A$ . 清查的成本  $C$  越高, 整车厂越缺乏动力去实施监管, 特约维修站选择违规的概率就越高. 而违规被隐瞒时整车厂损失  $A$  越大, 整车厂就会加大监管力度, 同时, 违规行为被查处的罚款  $F$  越高, 特约维修站违规的概率越小. 这说明特约维修站的违规行为是依据整车厂的行动而相机选择的, 同时也说明罚款对特约维修站是具有威慑作用的. 另外, 整车厂采取清查的概率也取决于2个因素: 特约维修站违规时的额外收入  $R$ , 特约维修站违规被查处而受到的罚款  $F$ . 特约维修站违规获得额外收入越多则整车厂实施清查的概率越大; 罚款越高, 特约维修站违规得可能性减小, 清查的概率也减小, 这表明整车厂的清查行为是根据特约维修站的违规收入而相机选择的.

## 2.3 多阶段博弈

上述模型分析的是单阶段博弈, 单阶段博弈往往导致非合作的均衡解, 即通常所说的“囚徒困境”, 这是从个体理性出发所导致的集体非理性. 而现实中特约维修站与整车厂之间的合作更多体现为一种长期的合作关系. 因此, 多阶段的重复博弈更贴近实际情况. 在重复博弈过程中, 投机行为会导致其他当事人的报复, 这种报复行为或实施报复的威胁有可能抑制某些当事人的投机行为, 从而就可能得出一个合作均衡解. 由无名氏定理(Friedman, 1971)得知, 在多阶段博弈中, 存在优于单阶段情况下均衡结果的子博弈精炼纳

什均衡,即合作博弈均衡.要达到合作均衡,必须存在一个惩罚点.单阶段博弈的纳什均衡点决定的支付向量 $(V_1, V_2)$ 就是达到任何精炼均衡结果的惩罚点(或称纳什威胁点)<sup>[3]</sup>.在各阶段引入一个贴现因子 $\delta$  ( $\delta < 1$ ),作为后一阶段收益折算成前一阶段收益的贴现因子,也反映了对策双方的耐心程度. $\delta$ 越大,未来收益在总收益中占的比重就越大,当事人就越看重未来收益.惩罚点和耐心是参与者选择合作的显性条件,此外还有几个隐含的条件:要使参与者有兴趣进行合作,合作收益必须大于不合作收益;同时,惩罚还必须是可信的.所谓“可信惩罚”的含义是:给定某一参与者采取了投机行为,其他参与者的最优选择就是惩罚或报复<sup>[4]</sup>.

在重复博弈中,整车厂各阶段收益的现值之和为:

$$\Pi_1 = \sum_{i=1}^{\infty} \delta^{i-1} V_1 = \frac{1}{1-\delta} V_1, \quad (7)$$

特约维修站各阶段收益的现值之和为:

$$\Pi_2 = \sum_{i=1}^{\infty} \delta^{i-1} V_2 = \frac{1}{1-\delta} V_2, \quad (8)$$

若 $\frac{1}{1-\delta} V_1 > \frac{1}{1-\delta} V_1^*$  并且 $\frac{1}{1-\delta} V_2 > \frac{1}{1-\delta} V_2^*$ ,解得 $p, q$ 满足:

$$p < \frac{R}{F}, q < \frac{C}{F+A}. \quad (9)$$

也就是说,在多阶段博弈中,若对策双方能合作,并保持 $p \in [0, \frac{R}{F}]$ 且 $q \in (0, \frac{C}{F+A})$ ,则对策双方相应的收益均优于单阶段均衡结果的总和.即对策双方合作,将会同时增加双方的期望收益,即合作博弈比非合作博弈更有效率.根据无名氏定理,只有当 $\delta$ 足够接近于1时,帕累托均衡结果才会出现.这是因为,如果 $\delta$ 很小,从下一阶段开始的惩罚不足以阻止参与者在现阶段的投机行为.所以,当 $\delta$ 足够接近于1时,只要满足条件 $p \in [0, \frac{R}{F}]$ 且 $q \in (0, \frac{C}{F+A})$ ,则对策双方博弈的结果都优于非合作的结果.

根据无名氏定理,可以证明下面的战略组合是子博弈精炼纳什均衡:在博弈刚开始的阶段,博弈双方采取混合战略 $p=0, q \in (0, \frac{C}{F+A})$ ;即特约维修站以一个小概率 $q \in (0, \frac{C}{F+A})$ 违规,整车厂只需要对特约维修站进行例行检查,即 $p=0$ .假定在特约维修站与整车厂的多阶段重复博弈中的参与者都采用触发策略.一旦有任一方改变策略,使自己的收益增加而使另一方受损,就会触发其采取惩罚或报复策略,博弈立即转向

纳什威胁点 $\{p^*, q^*\}$ ,并永远持续下去.否则,将保持混合策略 $\{p, q\}$ ,这一战略组合为子博弈精炼均衡.证明如下:

首先分析特约维修站在第一阶段的最优反应,以及前面的结果都是 $\{p, q\}$ 时,下一阶段的最优反应.若特约维修站在第 $t$  ( $t=1, 2, 3, \dots$ )阶段违规,即 $q$ 增加,而 $p$ 不变,由(3)式可知, $V_2$ 是 $q$ 的增函数,当 $q$ 增大到 $q+\Delta q$ 时, $V_2'$ 增加,即使当期收益增加,但特约维修站的这种投机行为将触发整车厂在 $t+1$ 阶段及以后,永远采取以 $p^*$ 的概率进行清查,则 $V_2^{t+1} = V_2^t + \Delta V_2 = V_2^{t+3} = L=0$ ,则第 $t$ 阶段之后, $V_2$ 总和为 $\delta^t(q+Vq)R + \delta^{t+1} \times 0 + L = \delta^t R(q+Vq)$ ;若特约维修站不违规,下一阶段还有机会进行相同的选择.则第 $t$ 阶段之后, $V_2$ 总和为 $\delta^t qR + \delta^{t+1} qR + L = \frac{\delta^t}{1-\delta} qR$ .

若 $\delta^t R(q+Vq) < \frac{\delta^t}{1-\delta} qR$ ,即 $\delta^* > \frac{Vq}{q+Vq}$ 时,在第一阶段,以及在前面结果都是 $\{p, q\}$ 的下一阶段,特约维修站的最优反应是坚持混合策略 $\{p, q\}$ .

现在假设特约维修站选择了违规,即当 $q$ 提高了 $q+Vq$ 时,若 $p$ 保持不变,整车厂今后每一阶段的收益均为 $[(F+A)(q+Vq) - C]p - C(q+Vq)$ ,若采取惩罚,则每一阶段收益为 $-\frac{C^2}{F+A}$ .因为 $q+Vq < \frac{C}{F+A}$ 且若 $p < \frac{R}{F}$ 有 $[(F+A)(q+Vq) - C]p - C(q+Vq) < -\frac{C^2}{F+A}$ 成立.所以不论 $\delta$ 为多少,整车厂都会采取触发策略,对特约维修站采取惩罚措施.上述战略是一个纳什均衡.接下来证明它是子博弈纳什均衡,即在每一子博弈上纳什均衡.

上述战略纳什均衡下,子博弈可以分为两类.类型1:没有任何参与者曾经不合作;上述战略在这类子博弈中构成纳什均衡已在上面得到证明.类型2:至少有一方曾经不合作.这种情况下,参与者只是重复单阶段博弈,上述战略自然也是整个子博弈的纳什均衡.综上,上述战略组合是子博弈精炼纳什均衡.证毕.

从上述分析可知:这一子博弈精炼纳什均衡,最终均衡结果是特约维修站以一个小概率 $q \in (0, \frac{C}{F+A})$ 违规,而整车厂只需要对特约维修站进行例行检查.当然这一结论是在可信的惩罚措施的前提下得出的,并且整车厂对特约维修站的行为是事后可观测的(假设5).

### 3 博弈模型结果分析

由式(9)得出,可采取以下措施改变式(9)中的数

值,来减小  $q$  的取值范围,从而减少违规行为的发生:

1) 要减少违规现象,只能通过增大罚款  $F$ , 同时通过增加信息的透明度和提高公民的反假意识来降低监管成本  $C$  (盲目的提高监督频率的做法是不可取的,这将提高监督成本,而监督成本越高,整车厂越缺乏动力去实施监管)。但是,由于不正当经营行为难以避免,整车厂应尽量以较低的代价将其控制在一定范围内。

2) 设法减少违规经营的不正当收入  $R$ , 或从根本上根除不正当收入  $R$ . 制定相关方面的连带赔偿法案,对违规经营以巨额罚款和赔偿,使违规经营成本非常高,以致其纯利润为负,自动放弃违规行为。同时,不正当收入  $R$  存在的另一个原因,是原厂备件往往比假品价更高,有时甚至是假品的 2-3 倍。因而假品往往以价位赢得生存空间。另外,由于对原厂备件的宣传不够,消费者对原厂备件没有认知。因此,缩小原厂备件与假品间的价差,合理定价,鼓励特约维修站销售原厂备件并给予奖励;细分市场,满足不同层次需求,并加强产品质量宣传,以此挤压假品的市场生存空间,从而从根本上根除不正当收入,根除假冒伪劣备件。

3) 文中结论与笔者关于检查技术和监控成本的假设有关(即假设 5 和假设 7)。因为如果特约维修站逃避检查的手段更高,而整车厂的检查技术和能力有限,从而使特约维修站的不正当行为更难被发现;或者是监控的成本太高;考虑到这些因素,上述结论就不一定成立了。但有一点可以肯定的是,通过提高对违规者的惩罚,其违规的可能性就会降低,监管者进行实时监管的必要性就会降低。

4) 政府监管机构作为行业的监督者,打击假冒伪劣产品具有正外部性效益,同时它的行为及制定的相

应的法律规范将影响参与方的行为。由于我国市场机制还不成熟,市场机制并不能真正使社会资源达到最优配置,还必须依靠政府监管机构的强有力的打击手段才能保证消费者的权益<sup>[5-7]</sup>, 弥补市场机制对打击假劣品的无能之处。

## 4 结 语

运用博弈论的分析方法,对备件质量监管中整车厂与特约维修站之间的策略进行了分析,证明现实生活中特约维修站违规是不可避免的,它的存在是博弈均衡的必然结果。并给出了上述结论的证明和一种子博弈精炼纳什均衡的证明。同时在文中还进一步探讨了影响均衡结果的关键因素,进而针对这些因素提出了相应的政策建议。

### 参考文献:

- [1] 王海林. 发展汽车服务业提高汽车工业竞争力[J]. 汽车工业研究, 2002, (9): 27-30.
- [2] 张国方. 汽车服务工程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004. 7.
- [3] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店、上海人民出版社, 1996.
- [4] 陈瑞华. 信息经济学[M]. 天津: 南开大学出版社, 2003.
- [5] 胡芳肖. 对政府治理假冒伪劣商品问题的博弈分析[J]. 行政论坛, 2003, (2): 66-68.
- [6] 涂锦. 假冒伪劣品监控的博弈分析[J]. 电子科技大学学报, 1999, 28(6): 586-590.
- [7] 许淑君. 供应链企业间的合作与社会制度[J]. 工业工程与管理, 2001, 6(5): 29-31.

## Game of OEM and Authorized Automobile Maintenance Station in Auto Service Parts Supply

CHEN Feng<sup>1</sup>, SONG Yu-chuan<sup>1</sup>, YIN Jia-xu<sup>1,2</sup>, LIU Fei<sup>1</sup>

(1. College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China;  
2. Changan Automobile (Group) Co Ltd, Chongqing 400023, China)

**Abstract:** The strategies of OEM and authorized automobile maintenance station in auto service parts supply are analyzed by game theory. It is salmost impossible to eliminate the phenomena of immoral business behavior by constructing the models of one-stage game and multistage games. And the equilibrium strategy is deduced. Some key factors including the sum of economic punishment that the automobile manufacturer monitoring regulation punishes maintenance stations and monitoring cost are also analyzed.

**Key words:** auto service parts; monitoring; Nash Equilibrium; pay off matrix; game

(编辑 成孝义)