

机电产品的再制造补贴政策^{*}

刘渤海^{1,2}, 史佩京², 徐滨士², 黄 铁³

(1. 合肥工业大学 管理学院, 合肥 230009; 2. 装甲兵工程学院 再制造技术重点实验室, 北京 100072; 3. 中国重汽集团 济南复强动力有限公司, 济南 250220)

摘 要: 中国再制造处于产业发展初级阶段, 再制造企业的盈利能力不强。合理的财政补贴政策可以提高企业的积极性, 促进再制造产业的健康发展。基于盈亏平衡图分析了单独竞争环境及混合竞争环境两种情境下的再制造企业盈利状况。结果表明, 再制造企业的利润会受到再制造产品的价格、成本以及顾客期望值的共同影响, 在此基础上研究了针对再制造企业的财政补贴政策, 给出了相应的盈利空间及补贴力度。

关键词: 再制造; 再制造企业; 补贴政策

中图分类号: TH16

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2012)04-0015-06

Subsidy Policy of Remanufacturing for Electromechanical Products

LIU Bo-hai^{1,2}, SHI Pei-jing², XU Bin-shi², HUANG Tie³

(1. Management School, Hefei University of Technology, Hefei 230009; 2. Science and Technology on Remanufacturing Laboratory, Academy of Armored Forces Engineering, Beijing 100072; 3. Sinotruk Jinan Fuqiang Power Co., Ltd., Jinan 250220)

Abstract: Remanufacturing in China is still in its early stage with a low level of profitability. A sound set of subsidy policy may push enterprises involved and promote the healthy growth of remanufacturing industry. Based on a breakeven chart, the profitability of remanufacturing enterprises was analyzed under two circumstances: single competition and mixed competition. It is found that the profitability of remanufacturing enterprises is affected by product price, production cost and customer expectation. In view of this, the paper studies the subsidy policies aimed at remanufacturing enterprises and puts forward space of profitability as well as scale of subsidy.

Key words: remanufacturing; remanufacturing enterprise; subsidy policy

0 引 言

在再制造产业发展的过程中, 市场上的再制造商的类型主要有 OEM (Original equipment manufacturer, 原始设备制造商) 再制造商、独立再制造商及承包再制造商^[1]。而企业开展再制造的目的主要有两个: 一是从战略角度出发, 维护售后市场以避免客户流失, 并顺应社会发展的潮流; 二是从盈利角度出发, 抢占暂时没有竞争者或是竞争者较少的再制造市场, 以先行者身份

引导产业发展。但获得盈利是企业开展再制造的动力。

为了促进中国再制造产业的发展, 中国发展与改革委员会及工业和信息化部先后开展了再制造的试点工作, 并给予了再制造试点企业一定的优惠及鼓励, 在一定程度上带动了再制造产业的发展, 但是其试点效果如何及试点后的产业发展方向还需要进一步的观察和分析。中国再制造产业的发展正处于初期阶段^[2], 顾客对再制造

收稿日期: 2012-06-12; **修回日期:** 2012-06-25; **基金项目:** * 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2011CB013400); 国家质检总局标准化公益性行业科研项目(201210226)

作者简介: 刘渤海(1982—), 男(汉), 安徽淮北人, 讲师, 博士; **研究方向:** 生产运作管理

网络出版日期: 2012-07-06 08:38; **网络出版地址:** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3905.TG.20120706.0838.003.html>

引文格式: 刘渤海, 史佩京, 徐滨士, 等. 机电产品的再制造补贴政策 [J]. 中国表面工程, 2012, 25(4): 15-20.

产品的认识程度较低等因素决定了再制造产业的发展动力还不能完全依靠市场,为了吸引消费者的购买行为,企业一般采取低价格的策略,但是因为再制造企业在开展再制造业务的时候会受到各种成本条件的制约,使得再制造的盈利性降低或是亏欠运营,这也就损伤了再制造企业的积极性,不利于再制造产业的发展,因此政府补贴政策的出台及实施会发挥积极的作用。国内再制造企业一直在积极呼吁相关补贴的实行,但是至今仍没有具体的补贴政策出台。

国外对于再制造补贴的研究已开展,但是为数不多,Supriya Mitraa^[3-4]和 Scott Webster 分析了在政府补贴情形下的再制造与新品制造行为,补贴的增加使得再制造的利润增加,但同时也应考虑对新品制造的补贴行为,以免损害新品制造的积极性。国内的朱晓曦、张潜^[5]建立了考虑政府补贴的再制造闭环供应链模型,分析对比在实施补贴前后供应链的效率变化,认为政府补贴提高了再制造的积极性,并给出了最优补贴大小。王文宾、达庆利^[6]建立了基于惩罚与补贴的再制造闭环供应链网络均衡模型,认为对再制造企业的补贴政策相对于企业未完成任务的惩罚政策更能推动再制造企业的积极性。

文中研究在认为补贴政策能鼓励再制造行为的原则下,对不同情形下的再制造补贴数量进行分析研究,前提是保证再制造企业的利润目标。

1 单独竞争环境下的再制造补贴决策

单独竞争环境是相比较于混合竞争环境而言,即市场上的产品(包括新品和再制造品)数量由顾客需求决定。

根据盈亏平衡图的要求,在销售额线性提高及价格不变的情况下,只有在时间 U_1 之后,企业才有利润发生,如图 1 所示^[7]。

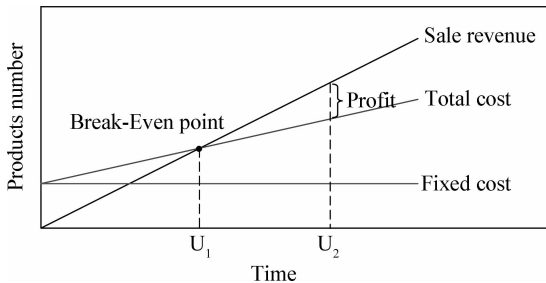


图 1 盈亏平衡图

Fig. 1 Breakeven chart

要探讨再制造产品的成本决策及政府补贴情况,需要把现实情况假设为以下两种。

情境 1: 市场上的产品销售厂家只有 1 家,而且在新品的第一个生命周期后才有再制造产品上市,如图 2 所示。

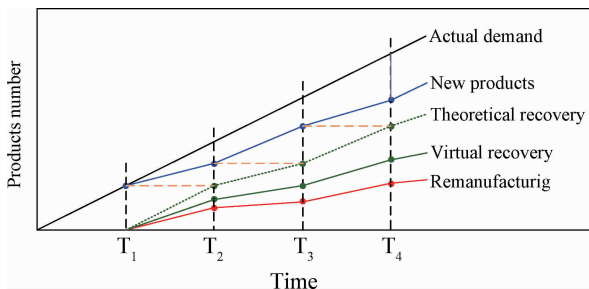


图 2 情境 1 下的产品销售状况

Fig. 2 Products sales under situation 1

在这种情况下,企业的利润为:

$$B = \int_0^{T_1} (p_m - c_m) d_0 dt + \sum_{i=1}^n \left[\int_{T_i}^{T_{i+1}} (p_m - c_m) d_{mi} dt + \int_{T_i}^{T_{i+1}} (p_r - c_r) d_{ri} dt \right] \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

式中: B 为企业的利润, T 为产品生命周期的时间, p_m 为新品的单位价格, c_m 为新品的单位成本, d_m 为新品的需求率, p_r 为再制造品的单位价格, c_r 为再制造品的单位成本, d_r 为再制造品的需求率。

在这里假设每一个生命周期内的需求都是稳定的,则上式可以变为:

$$B = (p_m - c_m) d_m T_1 + \sum_{i=1}^n \left\{ (T_{i+1} - T_i) \left[(p_m - c_m) d_{mi} + (p_r - c_r) d_{ri} \right] \right\} \quad (2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

而再制造品的产品质量要求不低于新品,因此在阶段 $[0, T_1]$, 企业的单位利润可以表示为:

$$b(0, 1) = (p_m - c_m) d_m \quad (3)$$

在阶段 $[T_1, T_2]$, 企业的单位利润为:

$$b(1, 2) = (p_m - c_m) d_{m1} + (p_r - c_r) d_{r1}, \quad d_{m1} + d_{r1} = d_m \quad (4)$$

引入以下概念: λ 为再制造率, μ 为再制造品

与新品单位价格比, ρ 为再制品与新品成本比, 则有以下等式:

$$d_{r1} = \lambda \cdot d_m, \quad \lambda \in [0, 1] \quad (5)$$

$$d_{m1} = (1 - \lambda) \cdot d_m, \quad \lambda \in [0, 1] \quad (6)$$

$$p_r = \mu \cdot p_m, \quad \mu \in (0, 1] \quad (7)$$

$$c_r = \rho \cdot c_m, \quad \rho \in (0, 1] \quad (8)$$

首先对这两个阶段的利润进行对比, 得出:

$$\begin{aligned} F(B1) &= \frac{B(0, 1)}{B(1, 2)} \\ &= \frac{(p_m - c_m)d_m}{(p_m - c_m)d_{m1} + (p_r - c_r)d_{r1}} \\ &= \frac{p_m - c_m}{(p_m - c_m)(1 - \lambda) + (\mu p_m - \rho c_m)\lambda} \end{aligned} \quad (9)$$

令 $p_m = \frac{1}{\alpha} \cdot c_m, \alpha \in (0, 1)$, 则

$$\begin{aligned} F(B1) &= \frac{B(0, 1)}{B(1, 2)} \\ &= \frac{1 - \alpha}{(1 - \alpha)(1 - \lambda) + (\mu - \rho\alpha)\lambda} \end{aligned} \quad (10)$$

如果企业想要在引入再制造后的利润空间不改变的话, 即 $F(B1) = 1, \mu = 1 - \alpha + \rho\alpha$, 则在上述参数各自的取值范围内, 考察价格比 μ 的取值范围, 如图 3 所示。

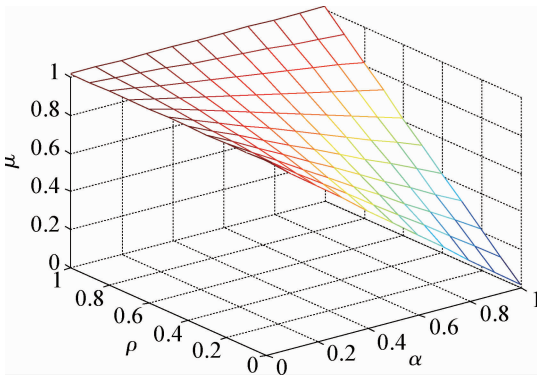


图3 企业利润不变的情况下再制造品的价格范围空间
Fig. 3 Price range space of remanufacturing products under the situation of constant profits

选择若干实际情况考察, 令 α 及 ρ 的取值为 $\alpha = (0.25, 0.50, 0.75)$, $\rho = (0.40, 0.50, 0.65)$, 则

$$\begin{aligned} \mu(\alpha, \rho) &= \begin{vmatrix} \mu(0.25, 0.40) & \mu(0.50, 0.40) & \mu(0.75, 0.40) \\ \mu(0.25, 0.50) & \mu(0.50, 0.50) & \mu(0.75, 0.50) \\ \mu(0.25, 0.65) & \mu(0.50, 0.65) & \mu(0.75, 0.65) \end{vmatrix} \\ &= \begin{vmatrix} 0.8500 & 0.7000 & 0.5500 \\ 0.8750 & 0.7500 & 0.6250 \\ 0.9125 & 0.8250 & 0.7375 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (11)$$

但同时要保证 $p_r \geq c_r$, 即 $\mu \cdot p_m \geq \rho \cdot c_m$, 可得 $\mu - \rho \cdot \alpha \geq 0$ 。

由上式可以看出, 在某些情况下, 再制造产品的定价较高, 对市场的发展不利, 因此再制造产品的价格可以采取政府补贴的形式开展。如假设消费者对再制造产品的价格期望值为 $\theta \cdot p_m$, 则再制造产品的价格应制定为:

$$p_r = \begin{cases} \mu \cdot p_m, & \mu \leq \theta \\ \theta \cdot p_m, & \mu \geq \theta \end{cases} \quad (12)$$

而政府补贴体现为:

$$c_s = \begin{cases} 0, & \mu \leq \theta \\ (\mu - \theta) \cdot p_m, & \mu \geq \theta \end{cases} \quad (13)$$

在这一过程中还没有体现出企业开展再制造所需的前期投入, 即盈亏平衡图中的固定成本部分, 政府可以以一次性补助的形式发放, 以一定比例的总投入来激励企业开展再制造。

情境2: 市场上的需求稳定, 且由新品及再制品共同占领, 存在新品制造商及独立再制品商, 而再制造产品的来源充足, 假设消费者对价格足够敏感, 且满足 $v - p_m > \theta v - p_r$ (v 为顾客对新品的期望值), 则再制造产品市场减少, 如果满足 $v - p_m < \theta v - p_r$, 则再制造产品开始抢占新品市场, 如果再制造产品的成本及售价都很低的话, 则会出现如图4所示的状况, 即再制造产品抢占新品市场, 而更多的情况是再制造产品出现在市场之后, 新品的价格政策也会做出相应调整, 更实际的情况则如图5所示。

在这种情况下, 假设市场对产品的需求函数为 D , 则 $D \in [0, 1]$, 在 $D_m + D_r = 1$ 的情况下:

$$\frac{D_r}{D_m} = \begin{cases} (0, 1), & p_r > \theta p_m \\ \approx 1, & p_r = \theta p_m \\ (1, \infty) & p_r < \theta p_m \end{cases} \quad (14)$$

式中, D_r 为再制品需求率, D_m 为新品需求率。

因此, 定价高低决定销量及销售量, 则新品利润 B_m 和再制品利润 B_r 分别为:

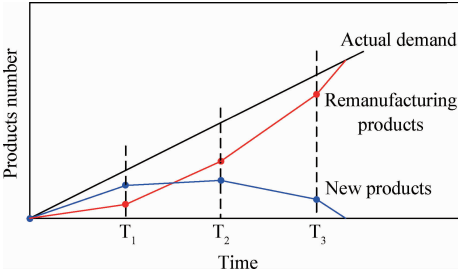


图 4 再制造产品抢占新品市场

Fig. 4 New product market preempted by remanufacturing product

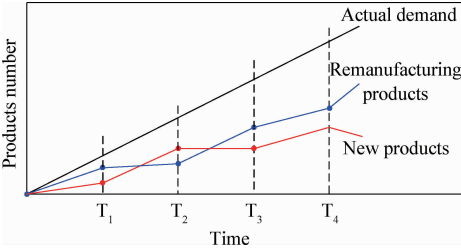
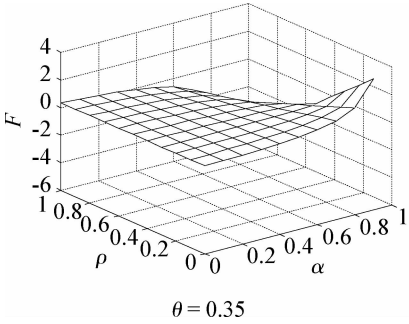
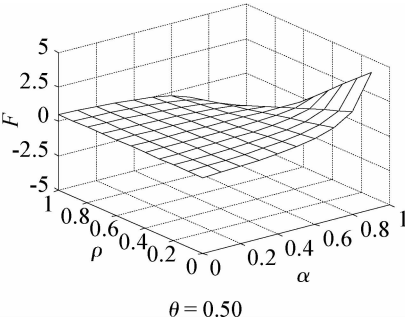


图 5 情境 2 下的产品销售状况

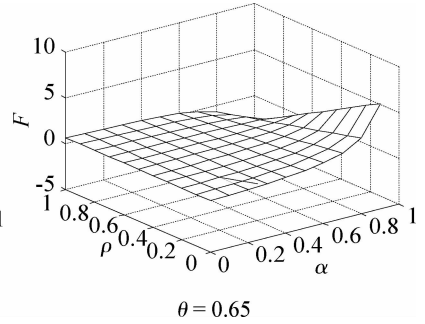
Fig. 5 Products sales situation under situation 2



$\theta = 0.35$



$\theta = 0.50$



$\theta = 0.65$

图 6 特定情境下再制造产品利润与新品利润的比率

Fig. 6 Profit ratio between remanufacturing product and new products under specific situation

$$\begin{aligned} F(B|_{\theta=0.35}) &= F_1'(\alpha, \rho) \\ &= \begin{vmatrix} 0.3333 & 0.3000 & 0.2000 \\ 0.3000 & 0.2000 & -0.1000 \\ 0.2500 & 0.0500 & -0.5500 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (18)$$

即消费者对再制造品的估值低,再制造商利润低,要充分争取政府补贴来开展再制造。

$$\begin{aligned} F(B|_{\theta=0.50}) &= F_2'(\alpha, \rho) \\ &= \begin{vmatrix} 0.5333 & 0.6000 & 0.8000 \\ 0.5000 & 0.5000 & 0.5000 \\ 0.4500 & 0.3500 & 0.0500 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (19)$$

即消费者对再制造品的估值中等,再制造商的利润由低到高分布,可以争取政府补贴及开发

$$B_m = D_m(p_m - c_m) \quad (15)$$

$$B_r = D_r(p_r - c_r) = D_r(\mu p_m - \rho c_m) \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } F(B) &= \frac{B_r}{B_m} = \frac{D_r(p_r - c_r)}{D_m(p_m - c_m)} = \\ &= \frac{D_r(\mu p_m - \rho c_m)}{D_m(p_m - c_m)} \end{aligned}$$

当 $\frac{D_r}{D_m} = 1$ 时, $\mu = \theta$, 则

$$F(B) = \frac{B_r}{B_m} = \frac{\theta p_m - \rho c_m}{p_m - c_m} = \frac{\theta - \rho \alpha}{1 - \alpha} \quad (17)$$

令 $\theta = (0.35, 0.50, 0.65)$, 则在 ρ 和 α 的范围内, $F(B)$ 的取值范围如图 6 所示。由图可以看出, 在一定的情形下, 再制造产品的利润可能会出现负值, 而这时的再制造商则会采取不生产或争取政府补贴的形式。

考察以下情况: 令 $\rho = (0.40, 0.50, 0.65)$, $\alpha = (0.25, 0.50, 0.75)$, 则

市场的策略结合。

$$\begin{aligned} F(B|_{\theta=0.65}) &= F_3'(\alpha, \rho) \\ &= \begin{vmatrix} 0.7333 & 0.6000 & 1.4000 \\ 0.7000 & 0.8000 & 1.1000 \\ 0.6500 & 0.6500 & 0.5500 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (20)$$

消费者对再制造品的估值较高,再制造商的利润高,可以采取市场行为来开展再制造。

当 $\mu > \theta$ 时, 即再制造产品的定价高于消费者的预期, 则再制造企业的获利与否与销售额有较大的关系。假设市场需求为 $D, D \in [0, 1]$, 则

$$B_m = D_m(p_m - c_m) \quad (21)$$

$$B_r = D_r(p_r - c_r) = D_r(\mu p_m - \rho c_m) \quad (22)$$

在这种情况下,如要求再制造企业获利,则要求 $\mu - \rho\alpha > 0$,即图7中所示的0平面以上的部分。

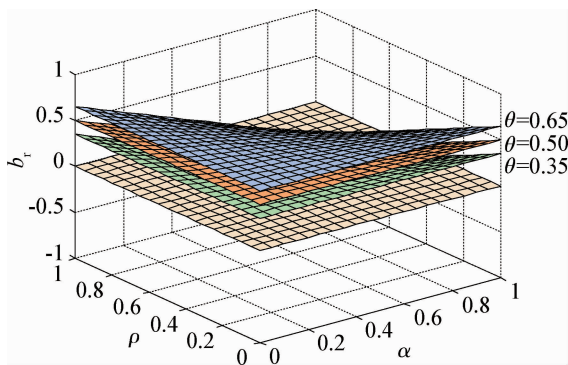


图7 再制造产品的定价高于消费者的预期时再制造商的盈利空间

Fig. 7 Profit space of remanufacturer under situation of remanufacturing product priced too high

需要指出的是,图7中只是标示了此种情形下的获利空间,具体获利情况则需要进一步的分析,而再制造企业在策略上是否要争取政府补贴及补贴的多少,也需要进一步确认,这也是下一步研究所要解决的内容。

2 混合竞争环境下的再制造产品补贴政策

另外,如果出现另外的情境,即市场上的再制造商及新品制造商各有多家,各自两两之间互有竞争,这种情景被称为混合竞争环境。则再制造产品价格策略的制定也需要进一步的分析研究,情况将比上述两种情境复杂的多。

在 $D_m + D_r \leq 1$ 的情况下,即市场上有很多竞争者。假设市场需求服从 $D = \frac{v}{p+v}$, 则 $D_m = \frac{v}{p_m+v}$, $D_r = \frac{\theta v}{p_r+\theta v}$, 令 b_m 为新品利润, 则

$$b_m = D_m(p_m - c_m) = \frac{v}{p_m+v}(p_m - c_m) \quad (23)$$

在这种情形下,存在以下3种情况:

(1) $\begin{cases} p_m \leq v \\ \theta p_m < p_r \end{cases}$ 或 $\begin{cases} p_m \leq v \\ \theta v < p_r \end{cases}$ 时,顾客就会购买新产品。假设 $v = ap_m$, $a \in [1, \infty)$, 则

$$b_m = \frac{a(1-\alpha)}{1+a}p_m \quad (24)$$

令 $\epsilon = \frac{a(1-\alpha)}{1+a}$, 即 $b_m = \epsilon p_m$, 考察 ϵ 的变化,便可间接得知 b_m 的变化。令 a 在 $[1, 10]$ 之间变化, α 在 $[0.1, 1]$ 之间变化,可知 ϵ 的变化情形,如图8所示。

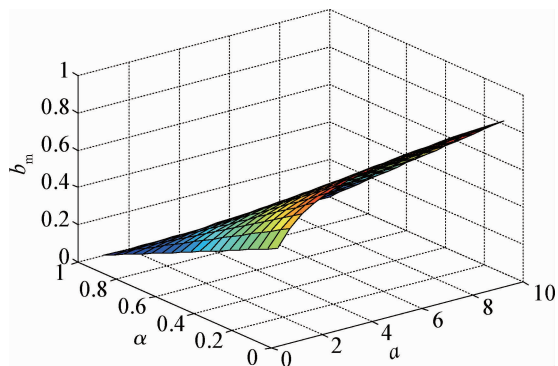


图8 情况1下的新产品盈利空间

Fig. 8 Profit space of new product under situation 1

因此,要首先了解顾客的期望值,然后在盈利的基础上进行定价。此时,再制造产品的定价过高,如要争取市场,则需要降低单价,降低的价格差则可以由政府补贴。

(2) $\begin{cases} p_m \leq v \\ p_r \approx \theta p_m \end{cases}$ 时,顾客就会在两种产品之间做出选择,理想的情况是市场份额相当。

$$b_m = D_m(p_m - c_m) = \frac{v}{p_m+v}(p_m - c_m) \quad (25)$$

$$\begin{aligned} b_r &= D_r(p_r - c_r) = D_r(\mu p_m - \rho c_m) \\ &= \frac{\theta v}{\mu p_m + \theta v}(\mu p_m - \rho c_m) \end{aligned} \quad (26)$$

上式中, b_r 为再制造品利润。

考察二者的盈利情况,令 $f(b) = \frac{b_m}{b_r}$ 。此时 $\mu = \theta$, 则

$$f(b) = \frac{\frac{v}{p_m+v}(p_m - c_m)}{\frac{\theta v}{\mu p_m + \theta v}(\mu p_m - \rho c_m)} = \frac{1-\alpha}{\theta - \rho\alpha} \quad (27)$$

令 $\theta = (0.35, 0.50, 0.65)$, 考察以下情况: $\alpha = (0.25, 0.50, 0.75)$, $\rho = (0.40, 0.50, 0.65)$, 则

$$\begin{aligned} f(b|_{\theta=0.35}) &= f_1'(\alpha, \rho) \\ &= \begin{vmatrix} f_1'(0.25, 0.40) & f_1'(0.50, 0.40) & f_1'(0.75, 0.40) \\ f_1'(0.25, 0.50) & f_1'(0.50, 0.50) & f_1'(0.75, 0.50) \\ f_1'(0.25, 0.65) & f_1'(0.50, 0.65) & f_1'(0.75, 0.65) \end{vmatrix} \end{aligned}$$

$$= \begin{vmatrix} 3.00 & 3.33 & 5.00 \\ 3.33 & 5.00 & -10.00 \\ 4.00 & 20.00 & -1.82 \end{vmatrix} \quad (28)$$

这种情况下,新品的盈利远高于再制造品,再制造商甚至会出现负盈利的情况,因此此时需申请政府补贴。

$$\begin{aligned} f(b|_{\theta=0.50}) &= f_2'(\alpha,\rho) \\ &= \begin{vmatrix} f_2'(0.25,0.40) & f_2'(0.50,0.40) & f_2'(0.75,0.40) \\ f_2'(0.25,0.50) & f_2'(0.50,0.50) & f_2'(0.75,0.50) \\ f_2'(0.25,0.65) & f_2'(0.50,0.65) & f_2'(0.75,0.65) \end{vmatrix} \\ &= \begin{vmatrix} 1.88 & 1.67 & 1.25 \\ 2.00 & 2.00 & 2.00 \\ 2.22 & 2.86 & 20.00 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (29)$$

这种情况下,新品与再制造品都会盈利,但因为成本及价格的比例原因,新品的盈利高于再制造品。

$$\begin{aligned} f(b|_{\theta=0.65}) &= f_3'(\alpha,\rho) \\ &= \begin{vmatrix} f_3'(0.25,0.40) & f_3'(0.50,0.40) & f_3'(0.75,0.40) \\ f_3'(0.25,0.50) & f_3'(0.50,0.50) & f_3'(0.75,0.50) \\ f_3'(0.25,0.65) & f_3'(0.50,0.65) & f_3'(0.75,0.65) \end{vmatrix} \\ &= \begin{vmatrix} 1.36 & 1.11 & 0.71 \\ 1.43 & 1.25 & 0.91 \\ 1.54 & 1.54 & 1.54 \end{vmatrix} \end{aligned} \quad (30)$$

这种情况下,再制造品的盈利在某种场合会高于新品,是再制造商的技术及营销改进结果。

(3) $\begin{cases} v < p_m \\ p_r \leq \theta v \end{cases}$ 或 $\begin{cases} p_m \leq v \\ p_r \leq \theta p_m \end{cases}$ 时,顾客不会购买新产品

$$b_r = D_r(p_r - c_r) = \frac{\theta v}{p_r + \theta v} (p_r - c_r) \quad (31)$$

此时,如果 $p_r > c_r$,即再制造商有能力降低成本来赢得市场,则再制造商的盈利情况与上图类似。如果 $p_r \leq c_r$,则再制造商没有盈利或通过补贴来盈利,而此时的新品制造商的积极性会受到伤害,因此政府在选取补贴对象方面要采取合适的手段。此种情况补贴的合理性则不如第一种和第二种情况。政府的工作目标应是使双方

在盈利的基础上形成竞争环境。

3 结 论

(1) 中国再制造产业获得了良好的发展,但因为发展历程较短,还面临着来自社会、产业、企业、技术层面的问题,再制造企业盈利能力较弱。要促进再制造产业的发展,需要给再制造企业一定的补贴激励。

(2) 研究基于企业盈亏平衡图,实际上再制造企业在发展过程中会处在不同的情境中,对于再制造补贴政策的研究会受到不同的竞争环境的影响,处在混合竞争环境下的再制造补贴政策及力度比单独竞争环境下的情形要复杂的多。

(3) 文中对于再制造企业的补贴政策研究受到若干假设条件的制约,研究成果尚不完善,还需要进一步的研究和分析。

参考文献

[1] 徐滨士. 基于先进表面工程技术的汽车发动机再制造工程及其产业模式 [J]. 数字制造科学, 2008, 6(2): 19-34.

[2] 徐滨士. 中国再制造工程及其进展 [J]. 中国表面工程, 2010, 23(2): 1-6.

[3] Supriya Mitraa, Scott Webster. Competition in remanufacturing and the effects of government subsidies [J]. International Journal of Production Economics, 2008, 111: 28298.

[4] Scott Webster, Supriya Mitra. Competitive strategy in remanufacturing and the impact of take-back laws [J]. Journal of Operations Management, 2007, 25: 1123-40.

[5] 朱晓曦, 张潜. 考虑政府补贴的再制造闭环供应链效率分析 [J]. 物流技术, 2010, 2: 159-161.

[6] 王文宾, 达庆利, 胡天兵, 等. 基于惩罚与补贴的再制造闭环供应链网络均衡模型 [J]. 运筹与管理, 2010, 19(1): 65-72.

[7] 杨善林. 企业管理学 [M]. 高等教育出版社, 北京: 2009.

作者地址: 安徽省合肥市屯溪路 193 号 230009
合肥工业大学管理学院工商管理系
Tel: (0551) 2919 326
E-mail: leon9991@163.com