

文章编号: 1001-0920(2005)02-0165-05

不对称竞争条件下的集团转移定价决策

慕银平, 唐小我, 马永开

(电子科技大学 管理学院, 四川 成都 610054)

摘要: 分析了不对称竞争条件下企业集团的转移定价决策问题, 得出存在上游竞争的条件下, 转移价格大于边际成本; 存在下游竞争的条件下, 转移价格的大小取决于各下游企业最终产品的相互替代程度

关键词: 不对称竞争; 企业集团; 转移价格; 中间产品

中图分类号: F202; F224.0

文献标识码: A

Firm transfer pricing decision under asymmetric competition

MU Yin-ping, TANG Xiao-wu, MA Yong-kai

(School of Management, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China)

Correspondent: MU Yin-ping, E-mail: muyingping@uestc.edu.cn

Abstract: The problems of transfer pricing strategy of firms under asymmetric competition are analyzed. It is proved that the transfer price is marginal cost plus while existing upstream competition, and the transfer price is concerned with substitution degree of final products while existing downstream competition.

Key words: asymmetric competition; firm; transfer price; intermediate product

1 引言

关于中间产品的转移定价问题, 在国内外的会计和管理文献中进行过大量的研究^[1-13]。然而, 这些研究大都是在孤立的企业环境下考虑转移定价问题, 没有考虑现实企业存在的竞争性环境对转移定价决策的影响。文献[14]提出了战略转移定价的思想, 指出转移定价的制定不只是孤立的价格选择, 而是在充分考虑竞争对手策略的基础上作出的一种战略决策。他们研究了最终产品具备线性需求的条件下, 价格竞争的双头垄断企业, 最优转移价格应大于中间产品的边际成本。文献[15]在文献[14]的基础上研究了最终产品为一般需求函数的条件下, 价格竞争的双头垄断企业, 当双方信息完全时最优转移价格应大于中间产品的边际成本。

文献[14, 15]的结论是在对称性竞争的条件下降得出的, 即竞争双方都为实力均等、结构相似的企业

集团参与竞争。而现实市场上除了对称性竞争之外, 还存在大量结构差别很大的企业之间的竞争, 即不对称竞争。例如, 企业集团的上游子公司与外部生产相同或相似中间产品的独立公司之间的竞争, 或者企业集团的下游子公司与外部生产相同或相似最终产品的独立公司之间的竞争。这些竞争对手不是一体化的, 它们只生产中间产品或最终产品, 并且直接或间接地依赖于企业集团。在这种竞争条件下, 企业集团应如何进行转移定价决策。

本文分别从下游子公司和上游子公司均存在独立的外部公司竞争两方面出发, 分析了不对称竞争市场结构下企业集团的最优转移定价决策。

假设市场存在一垂直一体化企业集团, 由上游子公司U和下游子公司D组成。上游子公司生产一种中间产品, 提供给下游子公司进一步加工成最终产品, 销往外部市场。企业集团为部分非中心化结

收稿日期: 2004-04-19; 修回日期: 2004-08-09

基金项目: 高等学校博士学科点专项科研基金课题(20030614011); 国家杰出青年科学基金项目(79725002); 电子科技大学青年科技基金项目

作者简介: 慕银平(1976—), 男, 甘肃镇原人, 讲师, 博士生, 从事定价决策的研究; 唐小我(1955—), 男, 四川彭州人, 教授, 博士生导师, 从事管理经济分析、供应链管理等研究

构,中间产品的转移价格由集团总部决定,最终产品的价格由下游子公司决定.假设集团下游子公司由一个风险中性的经理来经营,经理的绩效以该子公司的利润为基础,因此下游子公司追求利润最大化

2 下游子公司存在外部竞争

假设企业集团在最终产品市场存在一竞争公司R,该公司的产品与集团的最终产品具有不完全替代性.公司R生产过程中所必需的中间产品需要向集团的上游子公司购买.假定上游子公司具有足够的生产能力以满足下游子公司和公司R的需要

假设最终产品市场由集团下游子公司D和公司R共同垄断,两家企业之间进行价格竞争,则最终产品市场相当于伯川德竞争.设下游子公司D的市场需求函数为 $Q_D(p_D, p_R)$,公司R的市场需求函数为 $Q_R(p_D, p_R)$,其中 p_D 和 p_R 分别为子公司D和公司R的产品价格.假定子公司D和公司R的产品同属于一个产品大类内的不同品牌,即两家企业的产品具有一定的替代性,但一方又不能完全替代另一方.用数学表达式表示如下:

$$\frac{\partial Q_i}{\partial p_i} < 0, \frac{\partial Q_i}{\partial p_j} > 0, \frac{\partial Q_i}{\partial p_j} = \frac{\partial Q_j}{\partial p_i}, \frac{\partial Q_i}{\partial p_i} < \left| \frac{\partial Q_i}{\partial p_j} \right|, \\ i, j \in \{D, R\}, i \neq j. \quad (1)$$

式(1)中前两个不等式表示子公司D和公司R的产品替代性,即任一公司的产品需求随着自己本身价格的上升而下降,随着竞争对手价格的上升而上升.上式中的等式表示需求交叉效应的对称性,最后一个不等式表示两公司的产品具有不完全替代性,即任一企业都不能通过削价而完全垄断整个市场

企业集团的决策过程为两阶段动态博弈:第1阶段为集团总部决定提供中间产品给下游子公司D的转移价格 T 和给公司R的销售价格 p_e ;第2阶段为下游子公司D和公司R在集团总部制定的转移价格 T 和销售价格 p_e 的基础上,同时决定各自产品的市场价格 p_D 和 p_R .

设上游子公司U的中间产品生产成本为单位成本 C ,下游子公司D加工中间产品的成本为单位成本 c_D ,公司R加工中间产品的成本为单位成本 c_R .

假设下游子公司D和公司R在决定产品市场价格 p_D 和 p_R 时,完全可以观察到集团总部的决策结果 T 和 p_e (对于竞争企业R决策时不能完全观察到集团总部的转移定价决策结果的情形,将另撰文讨论),则决策过程为两阶段完美信息动态博弈,采用逆推归纳法求解均衡结果.为分析方便,假设下游子公司D和公司R生产一单位产品刚好需要上游子公司U提供一单位中间产品

首先从第2阶段开始,下游子公司D和公司R

分别根据自身利润最大化,确定最优的产品市场价格 p_D 和 p_R .

$$\max_{p_D} \pi_D = (p_D - c_D - T)Q_D(p_D, p_R), \quad (2)$$

$$\max_{p_R} \pi_R = (p_R - c_R - p_e)Q_R(p_D, p_R). \quad (3)$$

假设下游子公司D和公司R的利润函数是价格的严格凹函数,对式(2)和(3)求极值,得两公司的反应函数

$$\frac{\partial \pi_D}{\partial p_D} = Q_D(p_D, p_R) + (p_D - c_D - T) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} = 0, \quad (4)$$

$$\frac{\partial \pi_R}{\partial p_R} = Q_R(p_D, p_R) + (p_R - c_R - p_e) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} = 0 \quad (5)$$

根据式(4)和(5),可求出下游子公司D和公司R产品的最优市场价格 $p_D^*(T, p_e)$ 和 $p_R^*(T, p_e)$.可见公司D和R的产品最优市场价格与中间产品的价格 T 和 p_e 有关

然后,进入第1阶段,集团总部根据下游子公司D和公司R对中间产品价格的反应,确定达到集团利润最大化的内部转移价格 T 和外部销售价格 p_e .

$$\max_{T, p_e} \pi = (p_D^*(T, p_e) - c_D - C)Q_D(p_D^*(T, p_e), p_R^*(T, p_e)) + \\ (p_e - C)Q_R(p_D^*(T, p_e), p_R^*(T, p_e)). \quad (6)$$

令 $p_D^* = p_D^*(T, p_e)$, $p_R^* = p_R^*(T, p_e)$,对式(6)求极值,并结合式(4)和式(5)进行化简得

$$\begin{cases} \frac{\partial \pi}{\partial T} = (p_D^* - c_D - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T} + \\ (T - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T} + \\ (p_e - C) \left[\frac{\partial Q_R}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T} + \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} \frac{\partial p_R^*}{\partial T} \right] = 0, \\ \frac{\partial \pi}{\partial p_e} = (p_D^* - c_D - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_R} \frac{\partial p_R^*}{\partial p_e} + \\ (T - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial p_e} + \\ (p_e - C) \left[\frac{\partial Q_R}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial p_e} + \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} \frac{\partial p_R^*}{\partial p_e} \right] - \\ (p_R - c_R - p_e) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

解上述方程组,得

$$p_e = C - \frac{m(p_D^* - c_D - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_R}}{(m - \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T}) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R}} + \\ \frac{(p_R^* - c_R - C) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} \cdot \frac{\partial p_R^*}{\partial T}}{(m - \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T}) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R}}, \quad (8)$$

$$T = C + \frac{(k + m)(p_D^* - c_D - C) \frac{\partial Q_D}{\partial p_R}}{(m - \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T}) \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} \cdot \frac{\partial Q_D}{\partial p_D}} +$$

$$\frac{(k+n)(p_R^* - c_R - C)\partial Q_R/\partial p_R}{(m - \partial Q_D/\partial T)\partial Q_R/\partial p_R - \partial Q_D/\partial p_D} \quad (9)$$

其中

$$m = \frac{\partial Q_R}{\partial T} \frac{\partial Q_D}{\partial p_e} - \frac{\partial Q_R}{\partial p_e} \frac{\partial Q_D}{\partial T},$$

$$n = \frac{\partial Q_R}{\partial p_D} \frac{\partial Q_D}{\partial T}, k = \frac{\partial Q_R}{\partial p_R} \frac{\partial Q_D}{\partial T}.$$

引理1 下游子企业的市场均衡价格, 随着转移价格的增加而严格递增^[15]. 即

$$\frac{\partial p_D}{\partial T} > 0, \frac{\partial p_R}{\partial p_e} > 0, \frac{\partial p_R}{\partial T} > 0, \frac{\partial p_D}{\partial p_e} > 0 \quad (10)$$

假设

$$\frac{\partial Q_D}{\partial T} > \frac{\partial Q_R}{\partial T}, \frac{\partial Q_R}{\partial p_e} > \frac{\partial Q_D}{\partial p_e} \quad (11)$$

该假设条件表示中间产品价格对最终产品价格的直接影响大于间接影响, 即中间产品的转移价格 T 的变动影响下游子公司 D 的产品价格 p_D 变动的幅度, 大于影响公司 R 的产品价格 p_R 的变动幅度; 而外部销价 p_e 的变动影响公司 R 的产品价格 p_R 变动的幅度, 大于影响下游子公司 D 的产品价格 p_D 的变动幅度

由条件(1), (10) 和(11) 可以得出, $m < 0, n > 0, k < 0$ 由式(8) 得, $p_c > C$, 即上游子公司 U 销售给竞争企业 R 的中间产品价格大于边际成本

由式(9) 可以得出:

- 1) 当 $\frac{k+n}{k+m} < -\frac{(p_D^* - c_D - C)\partial Q_D/\partial p_R}{(p_R^* - c_R - C)\partial Q_R/\partial p_R}$ 时, $T > C$;
- 2) 当 $\frac{k+n}{k+m} = -\frac{(p_D^* - c_D - C)\partial Q_D/\partial p_R}{(p_R^* - c_R - C)\partial Q_R/\partial p_R}$ 时, $T = C$;
- 3) 当 $\frac{k+n}{k+m} > -\frac{(p_D^* - c_D - C)\partial Q_D/\partial p_R}{(p_R^* - c_R - C)\partial Q_R/\partial p_R}$ 时, $T < C$.

由上述分析过程可以看出, 当下游子公司存在外部竞争时, 集团总部对竞争公司 R 的中间产品销售价格大于边际成本, 而对下游子公司 D 的最优转移价格的大小, 取决于下游子公司 D 和竞争公司 R 的产品的相互替代程度. 如果下游子公司 D 和企业 R 的产品具有很强的替代性, 则集团总部通过较低的转移价格, 使得下游子公司 D 可以降低最终产品的价格, 从而占领更大的市场份额, 增加集团的整体利润, 因此转移价格小于边际成本; 如果下游子公司 D 和企业 R 的产品具有较弱的替代性, 则集团总部通过提高转移价格, 可以从最终产品市场获得更多的利润, 因此转移价格大于边际成本. 从而可得如下结论:

结论1 当企业集团存在下游价格竞争时, 中

间产品转移价格的大小, 取决于最终产品的市场需求特征

在现实企业集团的决策应用中, 只要确定了最终产品的市场需求函数, 则中间产品的转移价格也随之确定

3 上游子公司存在外部竞争

假设企业集团的上游中间产品市场存在一竞争性公司 E , 该公司的产品与集团的中间产品具有完全替代性. 为了控制集团内部成本, 引入竞争, 集团允许下游子公司 D 在中间产品生产企业 U 和 E 中任意选购产品. 同时, 假定最终产品市场为不完全竞争结构, 即下游子公司 D 在最终产品市场存在其他企业的竞争. 因此, 独立竞争公司 E 生产的中间产品既可以销售给集团的下游子公司 D , 也可以销售给其他企业.

假设集团总部规定上游子公司 U 的中间产品只能销售给下游子公司 D . 设公司 E 和上游子公司 U 的生产成本均为单位成本 C , 下游子公司 D 加工中间产品的成本为单位成本 c_D .

决策过程为: 首先, 集团总部和公司 E 同时决定销售给下游子公司 D 的中间产品价格 T 和 p_e ; 其次, 下游子公司 D 在转移价格 T 和外部供应价格 p_e 的基础上, 决定最终产品的市场价格 p_D .

设下游子公司 D 的市场需求函数为 $Q_D(p_D, p_R)$, 其中: p_D 为子公司 D 的最终产品价格, p_R 为其他替代品的价格. 假定下游子公司 D 从上游子公司 U 和公司 E 处购买中间产品的比例分别为 ω 和 ω_2 , 其中 $\omega + \omega_2 = 1, 0 \leq \omega \leq 1, 0 \leq \omega_2 \leq 1$.

首先从第2阶段开始, 下游子公司根据自身利润最大化, 确定最优的最终产品市场价格 p_D , 即

$$\max_{p_D, \omega_1, \omega_2} \pi_D = (p_D - c_D - \omega T - \omega_2 p_e) Q_D(p_D, p_R), \quad (12)$$

$$s.t. \quad \omega + \omega_2 = 1.$$

对式(12) 求极值, 得

$$\frac{\partial \pi_D}{\partial p_D} = Q_D(p_D, p_R) + (p_D - c_D - \omega T - \omega_2 p_e) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} = 0, \quad (13)$$

$$\frac{\partial \pi_D}{\partial \omega} = Q_D(p_D, p_R) (-T + p_e) = 0 \quad (14)$$

根据式(13) 可得, 最终产品的最优市场价格 p_D^* 与中间产品的转移价格 T 和公司 E 的供给价格 p_e 有关, 即 $p_D^*(T, p_e)$. 由于企业集团的上游子公司不能向外部市场销售中间产品, 其他替代品的价格只与 p_e 有关, 即 $p_R^*(p_e)$.

在第1阶段, 集团总部根据下游子公司 D 的反

应, 决定最优的转移价格 T .

$$\max_T \pi = (p_D^*(T, p_e) - c_D - \omega C - \omega p_e) \times Q_D(p_D^*(T, p_e), p_R^*(p_e)). \quad (15)$$

令 $p_D^* = p_D^*(T, p_e)$, $p_R^* = p_R^*(p_e)$, 对式(15) 求极值, 得

$$\frac{\partial \pi}{\partial T} = \frac{\partial p_D^*}{\partial T} Q_D(p_D^*, p_R^*) + (p_D^* - c_D - \omega C - \omega p_e) \frac{\partial Q_D}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T} = 0 \quad (16)$$

将式(13) 代入式(16), 并令 $f = \frac{\partial p_D^*}{\partial p_D} \frac{\partial p_D^*}{\partial T}$, 求解转移价格 T . 由式(14) 得 $p_e = T$, 代入式(16) 得

$$p_e = T = C - \frac{(p_D^* - c_D - C)}{\omega f}. \quad (17)$$

由条件(1) 和(10) 知, $f < 0$, 根据式(17) 得 $p_e = T > C$, 即存在上游竞争的市场结构下, 中间产品的供给价格相等且大于边际成本

结论 2 存在上游竞争的条件, 中间产品的内部转移价格和外部供应价格相等, 且大于边际成本

该结论表明, 当最终产品市场为不完全垄断结构时, 竞争公司 E 的中间产品除了供给下游子公司 D 外, 还可以供给其他公司, 而上游子公司 U 只能销售给下游子公司 D, 因此公司 E 将以高于边际成本的价格销售中间产品. 中间产品价格高于边际成本, 导致其他企业的最终产品价格上升. 而对于寡头竞争的企业来说, 一方提高价格, 另一方的最优反应也是提高价格. 因此集团总部制定的转移价格必须高于边际成本, 才能使下游子公司 U 提高最终产品的价格, 从而在最终产品市场获得更多的利润, 最终达到集团的整体利润最优

4 算例分析

假定下游子公司 D 的市场需求函数为 $Q_D = a_D - p_D + d_D p_R$, 公司 R 的市场需求函数为 $Q_R = a_R - p_R + d_R p_D$. 其中: a_D, d_D, a_R, d_R 为正常数, p_D 和 p_R 为子公司 D 和公司 R 的产品价格. 设上游子公司 U 的中间产品生产单位成本为 C , 下游子公司 D 加工中间产品的成本为 c_D , 公司 R 加工中间产品的成本为 c_R .

根据式(4) 和式(5) 计算出公司 D 和 R 的产品价格分别为

$$p_D = \frac{2(a_D + c_D + T) + d_D(a_R + c_R + p_e)}{4 - d_D d_R},$$

$$p_R = \frac{2(a_R + c_R + p_e) + d_R(a_D + c_D + T)}{4 - d_D d_R}.$$

将 p_D 和 p_R 的计算结果分别代入式(7), 解方程组得中间产品的内部转移价格 T 和外部销售价格 p_e

分别为

$$T = \frac{1}{8 - d_D^2 - 6d_D d_R - d_R^2} [3a_D d_D d_R + 2a_R + 2a_R d_D^2 + a_D d_R + c_D(d_R + 2d_D^2 d_R - 3d_D) + c_R(d_D^2 + d_D d_R - 2) + C(8 - 2d_R - 9d_D d_R + d_D d_R^2 + d_D^2 + d_D^2 d_R + 2d_D^2 d_R)],$$

$$p_e = \frac{1}{8 - d_D^2 - 6d_D d_R - d_R^2} [a_D(2d_D + 2d_R) + a_R(4 + d_D^2 - d_D d_R) + c_D(2d_R + d_D^2 d_R - d_D d_R^2 - 2d_D) + c_R(d_D^2 + 3d_D d_R - 4) + C(4 + 2d_R - 2d_D - 3d_D d_R - d_D d_R^2 - d_R^2 + d_D^2 d_R)].$$

若进一步假设模型中的参数 $a_D = a_R = 8, d_D = d_R = 0.5, c_D = c_R = 2, C = 3$, 则可以解得: 最终产品的市场价格分别为 $p_D = 11, p_R = 12$, 中间产品的转移价格为 $T = 5$, 中间产品的外部销售价格为 $p_e = 9$.

由上述计算结果可以看出, 对于存在下游竞争的情况, 企业集团的中间产品定价实际是采用了差别定价策略, 内部转移价格低于外部销售价格, 这与现实情况完全相符.

对于存在上游竞争的情况, 由于结论比较直观, 故不再进行算例分析.

5 结 语

本文分析了不对称竞争条件下企业集团的转移定价决策问题, 得出存在下游竞争的条件, 转移价格的大小取决于各下游公司的产品的相互替代程度. 如果下游公司的产品具有很强的替代性, 则转移价格小于边际成本; 如果下游公司的产品具有较弱的替代性, 则转移价格大于边际成本. 而存在上游竞争的条件, 转移价格大于边际成本. 在实际应用中, 关键是确定最终产品的市场需求函数, 只要需求函数已知, 则中间产品的价格也随之确定.

参考文献(References)

- [1] Hirshleifer J. On the economics of transfer pricing[J]. *J of Business*, 1956, 29(3): 172-184.
- [2] Solomons D. Divisional Performance, Measurement and Control[M]. Harwood L., 1965.
- [3] Horngren C. T., Foster G. Cost Accounting: A Managerial Emphasis[M]. NJ: Prentice Hall, 1987.
- [4] 唐小我. 无外部市场条件下中间产品转移价格的研究[J]. *管理科学学报*, 2002, 5(1): 12-18.
(Tang XW. Study on the transfer price of intermediate product without external market[J]. *J of Management Science in China*, 2002, 5(1): 12-18.)
- [5] 慕银平, 唐小我, 马永开. 存在外部垄断竞争市场的中间产品转移定价研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2003, 23

- (7): 44-49
(Mu Y P, Tang X W, Ma Y K. Study on the transfer pricing of intermediate product existing external monopoly markets [J]. *Systems Engineering—Theory and Practice*, 2003, 23(7): 44-49.)
- [6] 慕银平, 唐小我, 马永开. 信息不对称条件下的企业集团转移定价研究[J]. *中国管理科学*, 2003, 11(6): 14-19
(Mu Y P, Tang X W, Ma Y K. Study on the transfer pricing of firm under asymmetric information [J]. *Chinese J. of Management Science*, 2003, 11(6): 14-19.)
- [7] Arrow K. Control in large organizations [J]. *Management Science*, 1964, 10(3): 397-408
- [8] Samuels J. Opportunity costing: An application of mathematical programming [J]. *J. of Accounting Research*, 1965, 3(2): 182-191
- [9] Benke R L Jr, Edwards J D. *Transfer Pricing: Techniques and Uses* [M]. New York: National Association of Accountants, 1980
- [10] Harris M, Kriebel C, Raviv A. Asymmetric information, incentives and intrafirm resource allocation [J]. *Management Science*, 1982, 28(6): 604-620
- [11] Amershi Amin H, Peter Cheng. Intrafirm resource allocation: The economics of transfer pricing and cost allocations in accounting [J]. *Contemporary Accounting Research*, 1990, 7(5): 61-99
- [12] Vaysman Igor. A model of cost-based transfer pricing [J]. *Review of Accounting Studies*, 1996, 1(1): 73-108
- [13] Yeom Sungsoo, Balachandan K R, Reonen J. The role of transfer price for coordination and control within a firm [J]. *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 2000, 14(9): 161-192
- [14] Alles M, Datar S. Strategic transfer pricing [J]. *Management Science*, 1998, 44(4): 451-461
- [15] Gox R F. Strategic transfer pricing, absorption costing and vertical integration [J]. *Management Accounting Research*, 2000, 11(3): 327-348
- [16] Bulow J L, Geanakoplos J D, Klemperer P D. Multimarket oligopoly: Strategic substitutes and complements [J]. *J. of Political Economy*, 1985, 93(3): 488-511

(上接第 164 页)

免疫算法通过降低某一区域内抗体浓度的方式来增加群体的多样性, 防止算法陷入局部最优。其代价是牺牲算法的一部分收敛性能, 这在优化问题规模不大、搜索空间较小的情况下, 对算法的收敛性能影响不甚显著, 如表 2 所示; 而在优化问题规模搜索空间较大时, 对算法的收敛性能影响就非常显著, 如上面对 $F8$ 的优化问题。在不采用精英交叉策略时, AIA, DBAIA 和 MDBAIA 在给定的进化代数内均不收敛; 而采用精英交叉策略时, 这 3 种免疫算法的收敛性能有了很大的改善。这充分说明了精英交叉策略对免疫算法的收敛性能有重要作用。

5 结 论

本文利用精英交叉策略和抗体相似矩阵的概念, 存储每一进化世代中目标函数的变量值以减少译码工作量, 并对 DBAIA 进行改进, 得到 MDKBAIA。仿真结果表明, 精英交叉对基于信息熵和基于欧氏距离的免疫算法的性能均有很大改善; MDKBAIA 在保持良好的收敛性能的同时, 运行速度比 DKBAIA 有极大的提高, 已接近遗传算法的运行速度。

本文给出的只是关于精英交叉策略和

MDKBAIA 的初步结果, 但这些结果是令人鼓舞的。关于精英交叉策略和 MDKBAIA 运行机理, MDKBAIA 的适应性, 算法的微观参数 (如 r) 的选取等, 是值得进一步研究的课题。

参考文献 (References)

- [1] Toyoo Fukuda, Kazuyuki Mori, Makoto Tsukiyama. Parallel search for multimodal function optimization with diversity and learning of immune algorithm [A]. *Artificial Immune Systems and Their Applications* [C]. Springer, 1998: 210-220
- [2] 郑日荣, 毛宗源, 罗欣贤. 改进人工免疫算法的分析研究 [J]. *计算机工程与应用*, 2003, 39(34): 35-37.
(Zheng R R, Mao Z Y, Luo X X. Analysis of the improved artificial immune algorithm [J]. *Computer Engineering and Applications*, 2003, 39(34): 35-37.)
- [3] 郑日荣. 基于欧氏距离和精英交叉的免疫算法研究 [D]. 广州: 华南理工大学, 2004
- [4] 李敏强, 寇纪淦, 林丹, 等. *遗传算法的基本理论与应用* [M]. 北京: 科学出版社, 2002
- [5] Digalakis J G, Margaritis K G. An experimental study of benchmarking functions for Genetic Algorithms [A]. 2000 *IEEE Int Conf on Systems, Man and Cybernetics* [C]. Nashville, 2000: 3810-3815