

The Evaluation Research of High-Tech Enterprises Development Power Based on Matter-Element Model

Ying LIU, Hemin SONG

Economics and Management College, Shenyang Ligong University, Shenyang, China, 110159

Email: ly581211@126.com, songhemin870929@126.com

Abstract: In the current background of economic globalization, the high-tech enterprises get vigorous development on the basis of high-technology, playing an important role in the whole economic development of state. So the comprehensive evaluation of the development power generally is paid attention. The text constructs the matter-element model in original framework of high-tech enterprises index system of development power. The quantitative analysis on the entire model uses the maximum closure degree of fuzzy mathematics and correlation functions index weights of topology to enhance comprehensive understanding of high-tech enterprises self-development power and improve competitiveness in the market.

Keywords: High-Tech Enterprises; Matter-Element Model; Maximum Closure Degree

基于物元模型的高新技术企业发展力评价研究

刘 颖, 宋赫民

沈阳理工大学, 经济管理学院, 沈阳, 中国, 110159

Email: ly581211@126.com, songhemin870929@126.com

摘 要: 在当前经济全球化的背景下, 以高新技术为基础的高新技术企业蓬勃发展, 在整个国家的经济发展中逐渐占有重要的地位。继而对高新技术企业发展力综合评价的测度逐渐受到高度重视。本文在原有高新技术企业发展力指标体系的框架内, 构建物元模型, 运用模糊数学中的最大贴近度法及可拓学中关联函数指标权重确定法对整个模型进行定量分析, 加深高新技术企业对自身发展力的全面认识, 提高企业在市场中的竞争能力。

关键词: 高新技术企业; 物元模型; 最大贴近度

1 引言

1983年, 蔡文发表著名论文《可拓集合和不相容问题》, 使可拓学^[1](物元分析)逐渐受到重视。经过二十多年的发展, 可拓学已初步确立了研究范围、所属的范畴以及解决问题的手段和研究途径, 尤其在工程应用、经济管理等领域发挥其重大作用。

高新技术企业是指从事技术领域产品研究、开发、试验、生产、推广、应用的企业。在日益多变的全球背景下, 高新技术企业已经成为经济发展的助推器。高新技术企业发展力的强弱直接影响整个国家产业结构的升级。面对竞争环境多变带来的巨大不确定性, 使其面临巨大的挑战^[2]。高新技术企业为了在市场中保有一席之地, 就必须充分认清其自身的发展力并不

断提升其核心竞争力。因此, 对高新技术企业生产力综合评价测度成为当前高新技术企业迫切需要解决的问题。

2 高新技术企业发展力指标体系的构建

对于高新技术企业发展力指标体系的构建, 按照毕腾翔(2009)的分类标准, 将高新技术企业发展力作为一级指标, 分别将高新技术企业的管理要素、组织要素、制度要素、技术要素、市场要素、财务要素和人员要素作为评价的二级指标, 同时, 在这七个二级指标的基础上, 选取有代表性、有参考价值的三级指标, 组成高新技术企业发展力评价指标体系如表1所示。

Table 1. Evaluation index system of development power of high-tech enterprises
表 1. 高新技术企业发展力评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标及 A 公司评价		
高新技术企业发展力评价指标体系 (C)	管理要素 C ₁	管理者创新意识	C ₁₁ 0.4	
		管理者风险反映	C ₁₂ 0.5	
		管理者指挥能力	C ₁₃ 0.4	
		管理者决策能力	C ₁₄ 0.7	
		管理者激励能力	C ₁₅ 0.6	
	组织要素 C ₂	组织协调力	C ₂₁ 0.4	
		组织结构合理性	C ₂₂ 0.4	
		组织的弹性	C ₂₃ 0.4	
		组织运行效率	C ₂₄ 0.5	
	制度要素 C ₃	制度合理性	C ₃₁ 0.5	
		制度健全性	C ₃₂ 0.5	
		制度适用性	C ₃₃ 0.5	
		制度创新力	C ₃₄ 0.4	
		制度执行力	C ₃₅ 0.6	
	技术要素 C ₄	研究开发能力	C ₄₁ 0.7	
		技术转化能力	C ₄₂ 0.6	
		技术保护能力	C ₄₃ 0.5	
		技术特性	C ₄₄ 0.5	
	市场要素 C ₅	营销能力	C ₅₁ 0.5	
		市场开发能力	C ₅₂ 0.4	
		市场研究与预测	C ₅₃ 0.5	
		用户满意度	C ₅₄ 0.4	
	财务要素 C ₆	筹资能力	C ₆₁ 0.6	
		投资能力	C ₆₂ 0.5	
		获利能力	C ₆₃ 0.4	
		偿债能力	C ₆₄ 0.6	
	人员要素 C ₇	人才结构合理性	C ₇₁ 0.4	
		核心技术人才	C ₇₂ 0.5	
		团队合作精神	C ₇₃ 0.5	
			团队凝聚力	C ₇₄ 0.4

3 基于物元模型的高新技术企业发展力评价

本文对高新技术企业发展力综合评价测度基本思路如下：第一，根据高新技术企业发展力特征，将其分成低、中等、较高、高四级，并给出各等级所对应的指标的取值范围，即经典域；第二，确定各等级评价指标的所有范围，即节域；第三，确定待测物元；第四，采用简单关联函数对指标权重进行确定(多级指标进行逐级确定)；第五，对原物元模型进行规格化；第六，采用模糊数学中的最大贴近度法进行综合评价。

在模型的构建上，笔者采用物元模型。一维物元是指把物 N ，特征 C 及 N 关于 C 的量值 V 构成的有序三元组 $R = (N, C, V)$ ，将物 N ， n 个特征值 C_1, C_2, \dots, C_n 及 N 关于 $C_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 对应的量值 $V_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 所构成的阵列成为 n 维物元。

$$R = \begin{bmatrix} N, C_1, V_1 \\ C_2, V_2 \\ \dots \dots \\ C_n, V_n \end{bmatrix}$$

第一，根据以上定义及本文所要确定的高新技术

企业发展力特征构建物元模型如下，

$$R_j = \begin{bmatrix} N_j, C_1, V_{j1} \\ C_2, V_{j2} \\ \dots \dots \\ C_n, V_{jn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_j, C_1, \langle a_{j1}, b_{j1} \rangle \\ C_2, \langle a_{j2}, b_{j2} \rangle \\ \dots \dots \\ C_n, \langle a_{jn}, b_{jn} \rangle \end{bmatrix}$$

其中， N_j 代表高新技术企业发展力的第 j 个等级 ($j=1,2,3,4$)，不同的等级与不同的经典域对应。本文选取 A 公司作为研究对象，按照指标体系中的指标进行衡量。因此针对四个不同的等级选取四个经典域分别为如下的 $\langle 0, 0.2 \rangle \langle 0.2, 0.5 \rangle \langle 0.5, 0.8 \rangle \langle 0.8, 1.0 \rangle$ 。 C_i 表示等级 N_j 的第 i 个指标， V_{ji} 表示 N_j 关于 C_i 所规定的各等级的指标取值范围。其中 a_{ji} 为所属等级的上限值， b_{ji} 为所属等级的下限值 ($i = 1, 2, \dots, n$)。在这里，如果 j 等于 1，可以认为高新技术企业发展力的第一等级 N_1 (低)， $\langle a_{1i}, b_{1i} \rangle$ 即为 N_1 对应与各个指标的经典域，在这里设定所有等级中低级 N_1 的经典域均为 $\langle 0, 0.2 \rangle$ ，其余等级相对于各指标的经典域依次为 $N_2 \langle 0.2, 0.5 \rangle$ ， $N_3 \langle 0.5, 0.8 \rangle$ ， $N_4 \langle 0.8, 1.0 \rangle$ 。指标 C_i 在本文中被视为二级指标如管理要素等，且 $n = 7$ ，它还可以划分成三级指标 C_{ik} (如管理者创新意识等， k 随着不同的二级指标下三级指标的个数确定)。

第二，确定节域。各等级对所有评价指标的范围形成节域物元。

$$R_p = \begin{bmatrix} N_p, C_1, V_{p1} \\ C_2, V_{p2} \\ \dots \dots \\ C_7, V_{p7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_p, C_1, \langle a_{p1}, b_{p1} \rangle \\ C_2, \langle a_{p2}, b_{p2} \rangle \\ \dots \dots \\ C_7, \langle a_{p7}, b_{p7} \rangle \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_p, C_1, \langle 0, 1 \rangle \\ C_2, \langle 0, 1 \rangle \\ \dots \dots \\ C_7, \langle 0, 1 \rangle \end{bmatrix}$$

其中 N_p 表示高新技术企业发展力的全体等级， $V_{pi} = \langle a_{pi}, b_{pi} \rangle$ 表示第 i 个指标允许取值的范围， $V_{ji} \subset V_{pi} (i=1, 2, \dots, 7)$ 。在本例中，A 公司评价指标范围均为 $\langle 0, 1 \rangle$ 。

第三，确定待测物元。对于选定的待评价企业，将所有因素经过分析后形成如下待评价物元 R_0 。

$$R_0 = \begin{bmatrix} N_0, C_1, V_1 \\ C_2, V_2 \\ \dots \dots \\ C_7, V_7 \end{bmatrix} \text{ 其中 } N_0 \text{ 表示待评价物元的等}$$

级， V_i 表示待评价物元第 i 个指标的评价值。在本例中，经过专家进行评价，对三级指标的评价值见表 1。

第四，确定权重。确定指标 C_i 的权重 α_i ，使得

$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ ，具体确定权重的方法这里采用可拓学中关联函数法^[3]进行确定。

$$r_{ji}(V_i, V_{ji}) = \begin{cases} \frac{2(V_i - a_{ji})}{b_{ji} - a_{ji}}, V_i \leq \frac{a_{ji} + b_{ji}}{2} \\ \frac{2(b_{ji} - V_i)}{b_{ji} - a_{ji}}, V_i \geq \frac{a_{ji} + b_{ji}}{2} \end{cases}$$

$i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m$. 本文中 $n = 7, m = 4$. 并且我们令

$$V_i \in V_{pi}, r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max}) = \text{Max}_j \{r_{ji}(V_i, V_{ji})\}$$

如果指标 C_i 数据落入的级别越大，该指标应赋予越大的权重，则我们可取：

$$r_i = \begin{cases} j_{\max} \times (1 + r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max})), \\ \quad \text{当 } r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max}) \geq -0.5 \text{ 时} \\ j_{\max} \times 0.5, \\ \quad \text{当 } r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max}) \leq -0.5 \text{ 时} \end{cases}$$

否则，如果指标 C_i 数据落入的级别越大，该指标应赋予越大的权重，则我们可取：

$$r_i = \begin{cases} (m - j_{\max} + 1) \times (1 + r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max})), \\ \quad \text{当 } r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max}) \geq -0.5 \text{ 时} \\ (m - j_{\max} + 1) \times 0.5, \\ \quad \text{当 } r_{ji \max}(V_i, V_{ji \max}) \leq -0.5 \text{ 时} \end{cases}$$

于是指标权重为 $\alpha_i = \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$ ，通过待测物元中的三

级指标(如管理者创新意识等)观测值，本文中属于多重指标体系，故可以根据以上公式计算出三级指标的权重。鉴于二级指标观测值(如管理要素等)的不可观测性，本文可以将各二级指标下三级指标的观测值加权求和，最终作除法即可得各二级指标权重 $\frac{\sum V_{jk} \alpha_i}{Q}$ ，使得 $\sum_{i=1}^n \frac{\sum V_{jk} \alpha_i}{Q} = 1$ ， Q 为所有三级指标观

测值的加权求和求和， V_{jk} 为不同二级指标下三级指标的观测值， k 为各二级指标下三级指标的数目(各二级指标下三级指标数目不一定相同)。求出最终二级指标权重分别为 0.15, 0.11, 0.14, 0.17, 0.11, 0.15, 0.17。

第五，对原物元模型进行规格化^[4]。

令 $V'_{ji} = \frac{V_{ji}}{b_{pi}}$ ，则原物模型可以转化为如下形式：

$$R'_j = \begin{bmatrix} N_j, C_1, V'_{j1} \\ C_2, V'_{j2} \\ \dots \dots \\ C_n, V'_{jn} \end{bmatrix} \text{ 其中 } i = 1, 2, \dots, n, j = 1, 2, \dots, m.$$

本文中 $i = 7, m = 4$. 同时对待测物元模型进行规格化如下：

$$R'_0 = \begin{bmatrix} N_0, C_1, V'_1 \\ C_2, V'_2 \\ \dots \dots \\ C_7, V'_7 \end{bmatrix} \text{ 其中 } V'_i = \frac{V_i}{b_{pi}}. \text{ 在本例中, } b_{pi} \text{ 均}$$

为 1，故规格化后与原模型相同。

第六，最大贴近度法。定义

$$d_j(V'_i) = \rho(V'_i, V'_{ji}) = \left| V'_i - \frac{a'_{ji} + b'_{ji}}{2} \right| - \frac{b'_{ji} - a'_{ji}}{2}, \text{ 其中}$$

a'_{ji} 为规格化后的经典域下限， b'_{ji} 为规格化后的经典域上限。对于本文中三级指标情况下，三级指标贴近度 $d_j(q) = \sum_{i=1}^n \alpha_i d_j(V'_i)$ ， α_i 为三级指标权重，令

$$f_j(q) = \sum \frac{\sum V_{jk} \alpha_i}{Q} \times d_j(q), \quad f_j(q) \text{ 在本文中}$$

为二级指标贴近度，定义 $N_j(q) = 1 - f_j(q)$

设 $N_{j_0}(q) = \text{Max}_j N_j(q)$ ，则评定 q 属于等级 j_0 。

本例中对于 A 公司来说，经过计算，当 $j = 2$ 时， $f_j(q)$ 最小为 -0.07， $N_j(q)$ 最大为 1.07，故 A 公司发展力评价等级为中等。

4 总结

从以上的物元模型构建中对发展力的测度，我们可以从定量角度对高新技术企业发展力进行评价，具有实际的可操作性。

References (参考文献)

- [1] Cai Wen. Matter-element model and application [M]. Beijing: Science and Technology Literature Publishing House, 1998: 211-231(Ch).
蔡文. 物元模型及其应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1998: 211-231.
- [2] Cao Xing, & Li Jia. Development characteristics, influencing factors and environmental analysis of high-tech enterprises [J]. China Soft Science, 2003, 18(7): 58-63(Ch).
曹兴, 李佳. 高科技企业发展特征、影响因素及其环境分析[J].

- 中国软科学, 2003, 18(7): 58-63.
- [3] Hu Baoqing, Zhang Xuan, & Lu Zhaoming. The improvement and applied research of extension evaluation [J]. Journal of Wuhan University, 2003, 47(5): 79-84(Ch).
胡宝清, 张轩, 卢兆明. 可拓评价方法的改进及其应用研究 [J]. 武汉大学学报, 2003, 47(5): 79-84.
- [4] Cai Wen, Yang Chunyan, & Lin Chuwei. Extension engineering methods [M]. Beijing: Science Publishing House, 1997(Ch).
蔡文, 杨春燕, 林初伟. 可拓工程方法[M]. 北京: 科学出版社, 1997.