

# 产品生命周期的模糊识别模型

陈新辉 乔 忠

(中国农业大学管理工程学院)

**摘 要** 将产品销售量、利润率和市场占有率作为研究指标,构建了产品生命周期的模糊识别模型。实例分析结果表明,该模型是判断产品所处生命周期阶段的一种有效的量化方法。

**关键词** 产品生命周期; 模糊集合; 模糊识别

**中图分类号** F 405

## Fuzzy Identification Model on Product Life Cycle

Chen Xinhui Qiao Zhong

(College of Management Engineering, CAU)

**Abstract** Based on the study of three indexes including product sale amount, profit margin and market share, a fuzzy identification model on product life cycle is created. It is tested with an example, the result shows that this model is an effectively method by which a product life cycle can be identified quantitatively.

**Key words** product life cycle; fuzzy set; fuzzy identification

产品生命周期是指产品的市场生命周期,即从产品进入市场到退出市场的全过程,包括产品的投入、成长、成熟和衰退 4 个阶段<sup>[1]</sup>。经营者只有正确判断本企业产品所处生命周期的不同阶段,才能保证新产品及时开发,确保企业持续、稳定地发展。以往人们主要依据销售额或销售量随时间的变化对产品生命周期进行判别,可是在对产品生命周期进行不同阶段划分时,尤其是在相邻两阶段的交界处,很难判断产品处于哪个阶段,无法定量地描述产品生命周期划分的模糊性。

实践中经常采用类推的方法,即比照已经走完生命周期全过程的其他产品,来分析判断类似产品的生命周期。有的学者利用时间函数来进行产品生命周期曲线的拟合<sup>[2,3]</sup>,还有一些学者引用 Compertz 曲线进行拟合。笔者认为,对产品生命周期不同阶段的判断不应该仅采用销售量一个指标,因为产品生命周期各阶段往往受多方面的因素影响。因此,本文中选取产品销售量、销售利润率和市场占有率 3 个指标,建立产品生命周期的模糊识别模型<sup>[4]</sup>。该模型可以用于分析企业经营的一个产品大类,一种产品形式或一种产品项目。

## 1 模型建立

设产品生命周期的特征值向量为  $X = (x_1, x_2, x_3)$ , 其中  $x_1$  为产品销售量,  $x_2$  为产品利润

收稿日期: 2000-10-18

国家自然科学基金资助项目

陈新辉,北京清华东路 17 号 中国农业大学(东校区)211 信箱, 100083

率,  $x_3$  为产品市场占有率。指标  $x_1$  反映了企业产品的销售情况,  $x_2$  反映了企业产品的赢利水平,  $x_3$  反映了企业产品的市场竞争力。将产品的销售量、赢利水平和竞争力都分成 4 个状态, 根据经验和市场营销理论, 针对每一种状态构建模糊集合, 并采用分段函数来定义隶属函数。

表示“产品销售量小”的模糊集  $\tilde{S}_1$  定义为

$$\tilde{S}_1(x_1) = \begin{cases} 1 & 0 < x_1 < a_1 \\ \frac{a_2 - x_1}{a_2 - a_1} & a_1 < x_1 < a_2 \\ 0 & x_1 > a_2 \end{cases}$$

其中:  $a_1$  表示盈亏平衡点,  $a_2$  是由决策者给定的某个大于  $a_1$  的常数。表示“产品销售量较小”的模糊集  $\tilde{S}_2$  定义为

$$\tilde{S}_2(x_1) = \begin{cases} 0 & 0 < x_1 < a_3 \\ \frac{x_1 - a_3}{a_4 - a_3} & a_3 < x_1 < a_4 \\ 1 & a_4 < x_1 < a_5 \\ \frac{a_6 - x_1}{a_6 - a_5} & a_5 < x_1 < a_6 \\ 0 & x_1 > a_6 \end{cases}$$

其中:  $a_3 = (a_1 + a_2)/2$ ,  $a_4$  和  $a_5$  是决策者给定的参数, 且  $a_2 < a_4 < a_5$ ,  $a_6 = a_5 + (a_4 - a_3)$ 。表示“产品销售量大”的模糊集  $\tilde{S}_3$  定义为

$$\tilde{S}_3(x_1) = \begin{cases} 0 & 0 < x_1 < a_7 \\ \frac{x_1 - a_7}{a_8 - a_7} & a_7 < x_1 < a_8 \\ 1 & a_8 < x_1 < a_9 \\ \frac{a_{10} - x_1}{a_{10} - a_9} & a_9 < x_1 < a_{10} \\ 0 & x_1 > a_{10} \end{cases}$$

其中:  $a_7 = (a_5 + a_6)/2$ ,  $a_8 = a_7 + (a_6 - a_5)$ ,  $a_9 = a_8 + (a_5 - a_4)$ ,  $a_{10} = a_9 + (a_8 - a_7)$ 。表示“产品销售量很大”的模糊集  $\tilde{S}_4$  定义为

$$\tilde{S}_4(x_1) = \begin{cases} 0 & 0 < x_1 < a_{11} \\ \frac{x_1 - a_{11}}{a_{12} - a_{11}} & a_{11} < x_1 < a_{12} \\ 1 & x_1 > a_{12} \end{cases}$$

其中:  $a_{11} = (a_9 + a_{10})/2$ ,  $a_{12} = a_{11} + (a_{10} - a_9)$ 。表示“产品赢利水平差”的模糊集  $\tilde{p}_1$  定义为

$$\tilde{p}_1(x_2) = \begin{cases} 1 & x_2 < b_1 \\ \frac{b_2 - x_2}{b_2 - b_1} & b_1 < x_2 < b_2 \\ 0 & x_2 > b_2 \end{cases}$$

其中:  $b_1$  表示资金成本,  $b_2$  是由决策者给定的某个大于  $b_1$  的常数。表示“产品赢利水平较好”的

模糊集  $\tilde{p}_2$  定义为

$$\tilde{p}_2(x_2) = \begin{cases} 0 & x_2 < b_3 \\ \frac{x_2 - b_3}{b_4 - b_3} & b_3 < x_2 < b_4 \\ 1 & b_4 < x_2 < b_5 \\ \frac{b_6 - x_2}{b_6 - b_5} & b_5 < x_2 < b_6 \\ 0 & x_2 > b_6 \end{cases}$$

其中:  $b_3 = (b_1 + b_2)/2$ ,  $b_4$  和  $b_5$  是决策者给定的参数, 且  $b_2 < b_4 < b_5$ ,  $b_6 = b_5 + (b_4 - b_3)$ 。表示“产品赢利水平好”的模糊集  $\tilde{p}_3$  定义为

$$\tilde{p}_3(x_2) = \begin{cases} 0 & x_2 < b_7 \\ \frac{x_2 - b_7}{b_8 - b_7} & b_7 < x_2 < b_8 \\ 1 & b_8 < x_2 < b_9 \\ \frac{b_{10} - x_2}{b_{10} - b_9} & b_9 < x_2 < b_{10} \\ 0 & x_2 > b_{10} \end{cases}$$

其中:  $b_7 = (b_5 + b_6)/2$ ,  $b_8 = b_7 + (b_6 - b_5)$ ,  $b_9 = b_8 + (b_5 - b_4)$ ,  $b_{10} = b_9 + (b_8 - b_7)$ 。表示“产品赢利水平很好”的模糊集  $\tilde{p}_4$  定义为

$$\tilde{p}_4(x_2) = \begin{cases} 0 & x_2 < b_{11} \\ \frac{x_2 - b_{11}}{b_{12} - b_{11}} & b_{11} < x_2 < b_{12} \\ 1 & x_2 > b_{12} \end{cases}$$

其中:  $b_{11} = (b_9 + b_{10})/2$ ,  $b_{12} = b_{11} + (b_{10} - b_9)$ 。表示“产品缺乏竞争力”的模糊集  $\tilde{T}_1$  定义为

$$\tilde{T}_1(x_3) = \begin{cases} 1 & 0 < x_3 < c_1 \\ \frac{c_2 - x_3}{c_2 - c_1} & c_1 < x_3 < c_2 \\ 0 & x_3 > c_2 \end{cases}$$

其中参数  $c_1$  和  $c_2$  是决策者根据以往经验给定的常数, 且满足  $c_1 < c_2$ 。表示“产品竞争力较强”的模糊集  $\tilde{T}_2$  定义为

$$\tilde{T}_2(x_3) = \begin{cases} 0 & 0 < x_3 < c_3 \\ \frac{x_3 - c_3}{c_4 - c_3} & c_3 < x_3 < c_4 \\ 1 & c_4 < x_3 < c_5 \\ \frac{c_6 - x_3}{c_6 - c_5} & c_5 < x_3 < c_6 \\ 0 & x_3 > c_6 \end{cases}$$

其中:  $c_3 = (c_1 + c_2)/2$ ;  $c_4$  和  $c_5$  是决策者给定的参数, 且满足  $c_2 < c_4 < c_5$ ;  $c_6 = c_5 + (c_4 - c_3)$ 。表示

“产品竞争力强”的模糊集  $\tilde{T}_3$  定义为

$$\tilde{T}_3(x_3) = \begin{cases} 0 & x_3 < c_7 \\ \frac{x_3 - c_7}{c_8 - c_7} & c_7 < x_3 < c_8 \\ 1 & c_8 < x_3 < c_9 \\ \frac{c_{10} - x_3}{c_{10} - c_9} & c_9 < x_3 < c_{10} \\ 0 & x_3 > c_{10} \end{cases}$$

其中:  $c_7 = (c_5 + c_6)/2$ ,  $c_8 = c_7 + (c_6 - c_5)$ ,  $c_9 = c_8 + (c_5 - a_4)$ ,  $c_{10} = c_9 + (c_8 - c_7)$ 。表示“产品竞争力很强”的模糊集  $\tilde{T}_4$  定义为

$$\tilde{T}_4(x_3) = \begin{cases} 0 & x_3 < c_{11} \\ \frac{x_3 - c_{11}}{c_{12} - c_{11}} & c_{11} < x_3 < c_{12} \\ 1 & x_3 > c_{12} \end{cases}$$

其中:  $c_{11} = (c_9 + c_{10})/2$ ,  $c_{12} = c_{11} + (c_{10} - c_9)$ 。

设  $\tilde{a}$ ,  $\tilde{b}$ ,  $\tilde{c}$ ,  $\tilde{d}$  分别表示产品生命周期的各个阶段, 即投入、成长、成熟和衰退期, 根据产品生命周期不同阶段的特征, 利用上面的 12 个模糊集来定义这 4 个阶段。

投入期一般指新产品试制成功投放到市场的试销阶段。由于产品刚进入市场, 还没有被市场普遍接受, 因而占同类产品的市场份额很小, 竞争力很弱, 销售量一般达不到盈亏平衡点, 生产成本和销售费用都很高。用模糊集合表示为

$$\tilde{a} = (\tilde{S}_1 \quad \tilde{p}_1 \quad \tilde{T}_1)$$

成长期是指新产品试销成功后转入成批生产的时期。这时新产品已被市场迅速接受, 人们开始放弃过时产品转向购买新产品。产品销售量增长迅速, 占同类产品的市场份额迅猛增加, 初步显示出新产品的市场竞争力。用模糊集合表示为

$$\tilde{b} = (\tilde{S}_2 \quad \tilde{S}_3) \quad (\tilde{p}_2 \quad \tilde{p}_3 \quad \tilde{p}_4) \quad (\tilde{T}_2 \quad \tilde{T}_3 \quad \tilde{T}_4)$$

成熟期是指产品进入大批量生产的时期。许多企业(市场跟随者)开始大量生产同类产品, 市场竞争非常激烈。产品市场份额开始下降, 销售量增长缓慢或开始负增长, 产品超额利润消失, 赢利水平下降。用模糊集合表示为

$$\tilde{c} = (\tilde{S}_3 \quad \tilde{S}_4) \quad (\tilde{p}_1 \quad \tilde{p}_2) \quad (\tilde{T}_3 \quad \tilde{T}_4)$$

衰退期是指产品已逐渐老化转入更新换代的时期。这一阶段的特征是企业或本企业(市场主导者)已开始将新一代产品投放市场, 新产品正在逐步代替老产品, 老产品市场销售量日益下降, 市场占有率也迅速下降。用模糊集合表示为

$$\tilde{d} = (\tilde{S}_1 \quad \tilde{S}_2) \quad (\tilde{p}_1 \quad \tilde{p}_2) \quad (\tilde{T}_1 \quad \tilde{T}_2)$$

设  $y$  为某一产品, 其当前的销售量、利润率和市场占有率记为  $(x_1, x_2, x_3)$ , 根据生命周期 4 个阶段的模糊集合定义式, 可测算  $\tilde{a}(y)$ ,  $\tilde{b}(y)$ ,  $\tilde{c}(y)$  和  $\tilde{d}(y)$ , 然后根据最大隶属度原则, 对产品  $y$  当前所处的生命周期阶段进行判断。

## 2 实例分析

现考察某企业由  $A, B, C$  3 种轴承构成的一个产品类。表 1 示出这 3 种产品以往的销售量、利润率和市场占有率的统计数据。

表 1 轴承  $A, B, C$  的销售量、利润率和市场占有率

年份	轴承 A			轴承 B			轴承 C		
	销售量/ 件	利润率/ %	市场占有率/ %	销售量/ 件	利润率/ %	市场占有率/ %	销售量/ 件	利润率/ %	市场占有率/ %
1992	3 000	- 6	5						
1993	8 000	- 2	8						
1994	30 000	20	15	4 000	- 5	4	12 000	2	3
1995	50 000	25	20	15 000	0	6	24 000	16	8
1996	70 000	16	30	40 000	15	10	35 000	20	15
1997	40 000	18	22	42 000	18	15	50 000	25	20
1998	25 000	15	18	50 000	25	20	65 000	28	25

为了计算方便, 对于轴承  $A, B, C$  在模糊集的隶属函数中取具有相同值的参数(表 2), 已知这 3 种产品的盈亏平衡点大约为 10 000 件, 该企业的平均资金成本为 10%。

表 2 模糊集隶属函数参数值

$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	$a_7$	$a_8$	$a_9$	$a_{10}$	$a_{11}$	$a_{12}$
10 000	2 000	15 000	25 000	35 000	45 000	40 000	50 000	60 000	70 000	65 000	75 000
$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$b_5$	$b_6$	$b_7$	$b_8$	$b_9$	$b_{10}$	$b_{11}$	$b_{12}$
10	20	15	25	30	40	35	45	50	60	55	70
$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$	$c_6$	$c_7$	$c_8$	$c_9$	$c_{10}$	$c_{11}$	$c_{12}$
5	10	7.5	12.5	15	20	17.5	22.5	25	30	27.5	35

利用所建的模糊识别模型可以判断出产品  $A, B, C$  所处的不同生命周期阶段。经过编写程序, 运算结果见表 3。

表 3 轴承  $A, B, C$  各生命周期阶段的隶属度

年份	轴承 A				轴承 B				轴承 C			
	$\tilde{a}(y)$	$\tilde{b}(y)$	$\tilde{c}(y)$	$\tilde{d}(y)$	$\tilde{a}(y)$	$\tilde{b}(y)$	$\tilde{c}(y)$	$\tilde{d}(y)$	$\tilde{a}(y)$	$\tilde{b}(y)$	$\tilde{c}(y)$	$\tilde{d}(y)$
1992	1	0	0	0								
1993	0.4	0	0	0.1								
1994	0	0.4	0	0.1	1	0	0	0	0.8	0	0	0
1995	0	0.5	0	0	0.1	0	0	0	0	0.4	0	0.1
1996	0	0	0.33	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0
1997	0	0.3	0	0.4	0	0.2	0.5	0	0	0.5	0	0
1998	0	0	0	0.4	0	0.3	0.5	0	0	0.5	0	0

上述计算结果显示, 轴承 $A$ 已进入了衰退期, 企业应该限制 $A$ 的产量, 积极研制新产品来替代 $A$ ; 轴承 $B$ 进入了成熟期, 应对 $B$ 保持原有的促销力度, 继续维持该产品的市场份额; 轴承 $C$ 处于成长期, 企业应该加大促销力度, 努力提高产品 $C$ 的市场优势。

### 3 结束语

以往研究中多仅用产品销售量作为指标分析产品生命周期的规律性, 难以定量描述其阶段划分的模糊性。本文中选取产品销售量、利润率和市场占有率3个指标建立了产品生命周期的模糊识别模型, 并对某企业的3种产品进行了生命周期阶段划分, 结果表明, 该模型是判断产品生命周期阶段的一种有效的量化方法。

### 参 考 文 献

- 1 郭国庆 市场营销管理——理论与模型 北京: 中国人民大学出版社, 1995 183~ 184
- 2 熊义杰 商品市场寿命周期的模拟研究 预测, 1996(4): 40~ 42
- 3 菲利浦 科特勒著 市场营销管理(第8版) 梅汝和等译 上海: 上海人民出版社, 1998 509~ 550
- 4 胡淑礼 模糊数学及其应用 成都: 四川大学出版社, 1994 79~ 82