

突破性技术创新识别的灰色模糊综合评价模型

孙圣兰

(广东药学院 医药商学院,广东 广州 510006)

摘 要:综合考虑突破性技术创新识别评价过程中信息的不完全性以及评判者思维的模糊性,根据灰色模糊数学基础理论和常用的灰色模糊评判方法,建立了识别突破性技术创新的灰色模糊综合评判模型,为企业识别突破性技术创新提供科学的依据与方法。

关键词:突破性技术创新;灰色模糊综合评判;创新模式

中图分类号:F091.354

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2009)07-0127-03

0 引言

日本科学技术与经济会对日本典型的技术创新样本进行的统计显示,如果把一个研发项目从设想到立项开始,样本企业产品创新在这一阶段的成功率为1.7%,失败率高达98.3%^[1]。出现这种现象的原因在于技术创新的高度不确定性。由于突破性技术创新以潜在用户为突破口,因而与渐进性技术创新相比较,具有更高的不确定性。大量研究表明,突破性创新从设想到立项这一阶段的失败率可能高达99.9%。长期从事突破性技术创新研究的Alison Seiffer教授指出,由于突破性技术创新能够产生巨大的收益,因而大多数公司都竭尽全力寻求这种机会,问题的关键是如何识别突破性技术创新。对突破性技术创新进行识别是一项重大的工程。陈劲等对突破性技术创新评估体系及管理模式进行了研究,提出了突破性技术创新识别的模糊综合评价方法。一般来说,评价是建立在评价者的知识水平、认识能力、个人偏好等基础之上的。因此,难以排除由于评价者个人因素而带来的偏差,并且多数指标是无法从统计资料中获得的,而灰色系统理论可以广泛运用于机制复杂、层次较多的系统研究之中。在这种情况下,本文根据灰色模糊数学基础理论和常用的灰色模糊评判方法,建立识别突破性技术创新的灰色模糊综合评价模型,为企业识别突破性技术创新提供科学的依据与方法。

1 突破性技术创新识别的评价指标体系

指标体系的建立是一个相当复杂的问题,这里不再对识别突破性技术创新的指标体系加以研究。根据建立评价指标体系的科学性、宏观性和简便性原则,本文基于陈劲^[2]

等(2002)的相关研究成果,构建突破性技术创新识别的评价指标体系,如图1所示。这些指标包括3个层面:市场管理层面、产品管理层面和技术管理层面,每个层面分别用不同的指标来衡量。

(1)市场指标体系。包括创新指向市场的清晰程度、创新指向市场的规模大小、创新指向市场与主流市场的吻合度和主流市场对现有产品性能的满意程度。创新指向市场是指创新产品的未来市场、主要目标客户等;清晰程度是指创新指向市场是明确的,还是尚待进一步探索的;规模是指未来市场的大小,主要是和现有市场相比较;吻合度是指创新指向市场与主流市场的关系;主流市场用户的满意度是指用户对现有产品性能的满意程度,其实质是性能是否过剩,竞争基础是否需要转移。

(2)产品指标体系。主要包括主流市场用户对关注的创新产品的性能满意度、创新产品是否有其它突出性能,以及创新产品的其它突出性能指标是否被主流市场重视、其它突出性能在未来受重视的可能性。创新产品的其它突出性能指标是否被主流市场重视,是指创新产品的其它突出性能是否对现有主流用户有价值。

(3)技术指标体系。主要针对创新技术本身而言,创新是属于结构性创新还是部件层次的创新。用市场要求性能改进速度与创新未来能够提供的性能改进速度相比较。其中,市场要求性能改进速度和未来能够提供的速度是针对主流市场、主流用户所关注的性能指标而言的。

2 突破性技术创新识别的灰色模糊综合评价方法

在现实生活中,除了确定性现象外,还存在着大量信息不完全和不确定的现象,而且往往在一个信息不完全的

问题中又存在许多模糊因素,或是具有模糊因素的一个问题不具备完全充分的信息,即在一个问题中既存在模糊性,又具有灰色性。这就要在综合评判中,同时考虑模糊性和灰色性两个方面的影响,采用灰色模糊综合评判方法。从图1所示的突破性创新项目立项评估指标体系K,我们可以看出,指标的评价是建立在评价者的知识水平、认识能力、个人偏好等基础之上的,因此难以排除由于评价者个人因素而带来的偏差,并且多数指标是无法从统计资料中获得的,而灰色系统理论可以广泛运用于机制复杂、层次较多的系统研究之中。此外,灰色系统理论的数学方法是非统计方法,在系统数据较少、信息不确定和条件不满足统计要求的情况下,可应用这种方法对已有的信息进行量化处理和综合评价。因此,本文提出了突破性技术创新识别的灰色模糊综合评价模型。

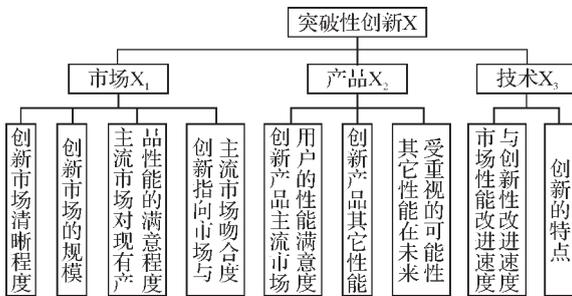


图1 突破性创新项目立项评估指标体系

灰色模糊综合评价是一种集合了层次分析法、灰色关联和模糊综合评价的定量分析与定性分析相结合的评价方法。我们可以把灰色模糊综合评价理解为,在已知信息不充分的前提下,评价具有模糊因素的事物或现象的一种方法,而不能理解为在一个问题中,一部分信息是灰色信息,另一部分信息是模糊信息。

2.1 灰色模糊理论基础^[3-4]

给定空间 $X=\{x\}, Y=\{y\}$, 若 x 与 y 对模糊关系 \tilde{R} 的隶属度 $u_R(x,y)$ 有点灰度 $v_R(x,y)$, 则称直积空间 $X \times Y$ 中的灰色模糊集合

$$R^{\otimes} = \{(x,y), u_R(x,y), v_R(x,y) | x \in X, y \in Y\}$$

为 $X \times Y$ 上的灰色模糊关系, 也可以用灰色模糊矩阵的形式表示

$$R^{\otimes} = [(u_{ij}, v_{ij})]_{n \times m} = \begin{bmatrix} (u_{11}, V_{11}) & (u_{12}, V_{12}) & \dots & (u_{1m}, V_{1m}) \\ (u_{21}, V_{21}) & (u_{22}, V_{22}) & \dots & (u_{2m}, V_{2m}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (u_{n1}, V_{n1}) & (u_{n2}, V_{n2}) & \dots & (u_{nm}, V_{nm}) \end{bmatrix}$$

用集偶可表示为 $\tilde{R} = (\tilde{R}, R)$, 其中 $\tilde{R} = \{(x,y), u_R(x,y) | x \in X, y \in Y\}$ 表示 $X \times Y$ 上的模糊关系, 即模部; $R = \{(x,y), v_R(x,y) | x \in X, y \in Y\}$ 表示 $X \times Y$ 上的灰色关系, 即灰部。

设有两个灰色模糊关系

$$A^{\otimes} = [(u_{ij}^A, v_{ij}^A)]_{n \times l}$$

$$B^{\otimes} = [(u_{ij}^B, v_{ij}^B)]_{l \times m}$$

则 \tilde{A} 与 \tilde{B} 的合成关系为:

$$A^{\otimes} \cdot B^{\otimes} = (A^{\otimes} \circ B^{\otimes}, A^{\otimes} \oplus B^{\otimes}) = \left[\left(\begin{matrix} 1 \\ +_F \end{matrix} (u_{ik}^A \cdot_F v_{ik}^B), \begin{matrix} 1 \\ +_G \end{matrix} (v_{ik}^A +_G v_{ik}^B) \right) \right]_{-n \times m}$$

其中, 模部和灰部的运算分别采用不同的算子, “ \cdot ”和“ $+_F$ ”为模部运算采用的广义“与”和广义“或”算子, 而“ \cdot ”和“ $+_G$ ”为灰部运算采用的广义“与”和广义“或”算子。常用的广义“与”算子有求下确界“ \wedge ”、代数积“ \cdot ”、有界积“ \odot ”等, 常用的广义“或”算子有求上确界“ \vee ”、代数积“ $+$ ”、有界和“ \oplus ”等。

2.2 突破性技术创新识别的灰色模糊综合评价模型

根据所建立的评价指标体系以及灰色模糊合成关系, 我们将建立多层次灰色模糊综合评价模型。首先将评价指标作为因素集 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 并按属性分成 s 个子因素集 $X_i = \{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in_i}\}, i=1, 2, \dots, s$ 。满足条件:

$$(1) \sum_{i=1}^s n_i = n;$$

$$(2) \bigcup_{i=1}^s X_i = X;$$

$$(3) X_i \cap X_j = \emptyset, i \neq j.$$

同时, 选定 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 为评判对象的评价集。

由于评价各指标好坏所用到的信息可能是不完全的, 很难用数值来衡量, 所以本文使用一些描述性的语言来对应一定的灰度范围, 如将信息多少分成以下几类: {很充分, 比较充分, 一般, 比较贫乏, 很贫乏}, 分别对应灰度值 $\{0 \sim 0.2, 0.2 \sim 0.4, 0.4 \sim 0.6, 0.6 \sim 0.8, 0.8 \sim 1.0\}$, 具体视评判者的实际情况给定。

(1) 一级评判。评判者根据所收集到的反映企业各指标的信息以及信息的完全性, 建立评判矩阵 \tilde{R}_i^{\otimes}

$$\tilde{R}_i^{\otimes} = \begin{bmatrix} (\mu_{11}, V_{11}) & (\mu_{12}, V_{12}) & \dots & (\mu_{1m}, V_{1m}) \\ (\mu_{21}, V_{21}) & (\mu_{22}, V_{22}) & \dots & (\mu_{2m}, V_{2m}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (\mu_{n1}, V_{n1}) & (\mu_{n2}, V_{n2}) & \dots & (\mu_{nm}, V_{nm}) \end{bmatrix} \quad i=1, 2, \dots, s$$

其中, $\mu_{ij}(t=1, 2, \dots, n_i; j=1, 2, \dots, m)$ 为评判者对一项新技术创新不同层面对应指标的模糊评价, v_{ij} 是评判者依据信息完全性给出的点灰度。

同时, 评判者需要根据因子因素集中各指标的相对重要性和评判的不完全性建立权重集, 可视为评判指标与其所属子因素集之间的灰色模糊关系, 表示为:

$$\tilde{A}_i^{\otimes} = \{(a_{i1}, v_{i1}), (a_{i2}, v_{i2}), \dots, (a_{in_i}, v_{in_i})\}, \quad i=1, 2, \dots, s.$$

其中 $a_{it}(t=1, 2, \dots, n_i)$ 为子因素集 X_i 中各指标的权重, 且 $\sum_{i=1}^n a_{ii} = 1, v_{ii}$ 为其相应的点灰度。

根据评判矩阵 \tilde{R}_i^{\otimes} 和权重集 \tilde{A}_i^{\otimes} , 我们可以得到一级评判向量:

$$B_i^{\otimes} = A_i^{\otimes} \cdot R_i^{\otimes} = [(b_i, v_i)]_s = \left[\left(\sum_{j=1}^m a_{ij} \cdot u_{ji}, \prod_{j=1}^m (1 \wedge (v_j + v_{ji})) \right) \right]_s$$

$$(j=1, 2, \dots, m; i=1, 2, \dots, s)$$

(2) 二级评判。将子因素集 $X_i(i=1, 2, \dots, s)$ 视为上一因素集 X 的元素, 记为:

$$X = \{X_1, X_2, \dots, X_s\},$$

则因素集 X 与评价集 Y 的灰色模糊关系 (即评判矩阵) 为:

$$R^{\%} = \begin{bmatrix} B_1^{\%} \\ \otimes \\ B_2^{\%} \\ \otimes \\ \dots \\ B_s^{\%} \\ \otimes \end{bmatrix}$$

每个 X_i 作为 X 的一部分, 反映了 X 的某种属性, 可以根据这些属性的重要性给出权重分配 \tilde{A}_i , 按照一级评判的方法求得综合评判向量:

$$\tilde{B} = \tilde{A} \circ \tilde{R} = [(b_1, v_1), (b_2, v_2), \dots, (b_m, v_m)]$$

(3) 评判结果的处理。上述得到的综合评判向量中每个分量都包括两部分, 一部分是对一项新技术创新不同层面的模糊评价, 另一部分则是对评价信息完全程度的描述。因此, 必须对这两部分进行有效的合成, 求得一个综合评判结果。这里, 我们定义一个排序向量 $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m)$, 其中:

$\beta_j = b_j + (1 - v_j), j=1, 2, \dots, m$ 是排序向量 β 中的元素, 它体现了综合隶属度越大越好, 综合点灰度越小越好的原则。由此, 我们求得 β_j , 并将 β_j 中的最大值所对应的评价作为对一项新技术评价的结果。

3 算例分析

设因素集 X 有 9 个指标, 按照管理层面的不同将 X 分为 3 个子因素集 X_1 (市场)、 X_2 (产品)、 X_3 (技术), 每个子因素集中分别包含若干评价指标:

$X_1 = \{x_{11}$ (创新市场清晰程度), x_{12} (创新市场的规模), x_{13} (主流市场对现有产品性能的满意程度), x_{14} (创新指向市场与主流市场吻合程度) $\}$;

$X_2 = \{x_{21}$ (创新产品主流市场用户的性能满意程度), x_{22} (创新产品的其它性能), x_{23} (其它性能在未来受重视的可能性) $\}$;

$X_3 = \{x_{31}$ (市场性能改进速度与创新性改进速度), x_{32} (创新的特点) $\}$;

评价集为:

$$Y = \{y_1(\text{一定是}), y_2(\text{可能是}), y_3(\text{一定不是})\}。$$

评判小组由专家、客户两类人组成, 他们根据所掌握

的信息以及信息的完全性, 得到单因素灰色模糊评判矩阵:

$$R_1^{\%} = \begin{bmatrix} (0.4, 0.2) & (0.4, 0.1) & (0.3, 0.1) \\ (0.6, 0.2) & (0.5, 0.2) & (0.2, 0.6) \\ (0.8, 0.1) & (0.5, 0.2) & (0.2, 0.1) \\ (0.8, 0.3) & (0.3, 0.4) & (0.8, 0.2) \end{bmatrix}$$

$$R_2^{\%} = \begin{bmatrix} (0.1, 0.5) & (0.6, 0.7) & (0.3, 0.4) \\ (0.3, 0.8) & (0.1, 0.6) & (0.4, 0.3) \\ (0.2, 0.5) & (0.4, 0.6) & (0.3, 0.4) \end{bmatrix}$$

$$R_3^{\%} = \begin{bmatrix} (0.6, 0.1) & (0.4, 0.2) & (0.1, 0.5) \\ (0.8, 0.1) & (0.4, 0.2) & (0.4, 0.1) \end{bmatrix}$$

同时, 评判小组根据各指标的相对重要性以及反映这些指标的信息的可信性, 确定出权重分配及相应的点灰度为:

$$\tilde{A}_1^{\%} = [(0.4, 0.3)(0.2, 0.1)(0.2, 0.4)(0.2, 0.3)]$$

$$\tilde{A}_2^{\%} = [(0.3, 0.2)(0.4, 0.2)(0.3, 0.1)]$$

$$\tilde{A}_3^{\%} = [(0.4, 0.3)(0.6, 0.2)]$$

$$\tilde{A}_4^{\%} = [(0.4, 0.2)(0.4, 0.2)(0.2, 0.1)]$$

经过一级评判和二级评判, 得到的最后结果为:

$$\tilde{B} = [(0.468, 0.0334)(0.484, 0.0529)(0.336, 0.0321)]$$

按照文中采用的评判结果的处理方法, 我们可得

$$\beta_1 = 1.4346 \quad \beta_2 = 1.4311 \quad \beta_3 = 1.3039$$

由此可得, 该项技术创新是突破性技术创新。

4 结论

基于突破性技术创新识别的灰色模糊综合评价方法, 充分考虑到评判过程中信息的不完全性以及评判者思维模糊性的特点。采用这一方法对突破性技术创新进行识别, 更贴近实际, 更符合人们的认识方式, 评判结果更加客观可信。当然, 这种方法也存在一定的缺陷, 如有时会会出现评判结果过于接近而影响决策的情况。采用这种方法, 可以缩小选择突破性技术创新项目的范围。

参考文献:

[1] 张洪石, 陈劲, 高金玉. 突破性产品创新的模糊前端管理研究[J]. 研究与发展管理, 2004(6): 49.

[2] 陈劲, 戴凌燕, 李良德. 突破性创新及其识别[J]. 科技管理研究, 2002(5): 22-28.

[3] 卜广志, 张宇文. 基于灰色模糊关系的灰色模糊综合评判[J]. 系统工程理论与实践, 2002(4): 141-144.

[4] 王清印. 灰色模糊数学基础[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1996.

(责任编辑: 高建平)