

高新技术产业产业化筛选评估模型研究

马慧民,叶春明,张 爽

(上海理工大学 管理学院,上海 200093)

摘 要:针对高新技术产业化过程中的筛选评估问题,构建了高新技术产业化筛选评估指标体系,设计了高新技术产业化决策模型,并运用模糊综合评价理论和模糊优选理论分别建立了高新技术产业化模糊综合评价模型和模糊优选模型。并用 VB6.0 为模型编写了程序,为筛选评估提供了方便。

关键词:高新技术产业化;指标体系;层次分析法;模糊综合评价;模糊优选

中图分类号:F276.44

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2005)06-0072-03

1 高新技术产业化筛选评估指标体系的构建

对高新技术产业化进行综合筛选评估,最重要的一步就是建立科学、客观、公正的评价指标体系。本文通过广泛的国内外文献调研,重点考察国内外专家在进行此类评价时所使用的指标,对那些在众多文献中被普遍使用的指标给予了特别的关注^[1]。根据构建高新技术产业化筛选评估指标体系应遵循的原则,通过对多位专家的咨询,初步建立了高新技术产业化筛选评估指标体系。见表 1。

对高新技术项目产业化进行综合评价,指标体系的建立是重要的一步。由于各个指标以及各构成要素在评价系统中的重要性和发挥作用不同,所以综合评价指标体系的指标权重决定也尤为重要。本文高新技术产业化筛选评估指标权重的确定方法,采用层次分析法和专家咨询相结合的方法。层次分析法的计算步骤^[2]:①建立层次结构模型(本文如表 1);②构造两两比较判断矩阵;③计算各判断矩阵的权重并作一致性检验;④计算组合权重,即得各指标的相对权重。本文中的判断矩阵根据专家咨询得到,矩阵计算采用层次分析法软件得出。通过计算,得出

表 1 高新技术产业化筛选评估指标体系

一级指标	二级指标
技术因素 Q_1	技术先进性 Q_{11}
	技术成熟性 Q_{12}
	技术标准 Q_{13}
	技术适用性 Q_{14}
	技术的不可替代性 Q_{15}
	技术的不易模仿性 Q_{16}
	技术受知识产权保护程度 Q_{17}
经济因素 Q_2	成本回收速度 Q_{21}
	内部收益率(%) Q_{22}
	年总创汇(万美元) Q_{23}
	项目投产后年总产值(万元) Q_{24}
	投资利润率 Q_{25}
市场因素 Q_3	国内外市场需求份额 Q_{31}
	新产品导入频率 Q_{32}
	市场进入障碍 Q_{33}
	有关法律法规对此市场的影响 Q_{34}
	竞争情况 Q_{35}
社会因素 Q_4	创造就业机会 Q_{41}
	对科技进步的推动 Q_{42}
	对社会和经济发展的促进作用 Q_{43}
	对自然和生态环境的影响程度 Q_{44}
	劳动条件和劳动强度的改善程度 Q_{45}

指标的各个权重为:

$$\text{一级指标权重为: } W=(w_1, w_2, w_3, w_4)=(0.273, 0.372, 0.253, 0.102)$$

$$\text{二级指标权重为: } W_1=(w_{11}, w_{12}, w_{13}, w_{14}, w_{15}, w_{16}, w_{17})=(0.194, 0.159, 0.142, 0.243, 0.074, 0.059, 0.129)$$

$$W_2=(w_{21}, w_{22}, w_{23}, w_{24}, w_{25})=(0.186, 0.254, 0.110, 0.119, 0.331)$$

$$W_3=(w_{31}, w_{32}, w_{33}, w_{34}, w_{35})=(0.435, 0.071, 0.174, 0.132, 0.188)$$

$$W_4=(w_{41}, w_{42}, w_{43}, w_{44}, w_{45})=(0.159, 0.210, 0.325, 0.221, 0.085)$$

2 高新技术项目产业化决策模型的建立

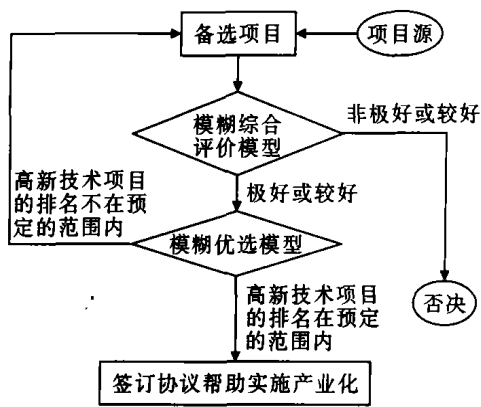
英国著名的科技中介公司 BTG(英国技术集团)每年在世界范围内从公司、大学和研究机构等机构预选 400 项技术和专利,然后从中筛选和评估出 100 项具有较大市场价值的技术项目,帮助实施专利申请或专利授权。本文在借鉴 BTG 成功经验的基础上,根据本课题的特点,建立了高新技术项目产业化决策模型见附图。

一般来说模糊综合评价随时都可以进行,而模糊优选是当经过了一段时间间隔后(具体时间间隔由评价者根据具体情况制定)对模糊综合评价结果为极好和较好的项目统一进行优选,模糊优选模型会给出各项

收稿日期:2004-12-01

基金项目:国家知识产权局专利战略推进工程研究项目(PS2004-011)

作者简介:马慧民(1981-),男,辽宁绥中人,上海理工大学管理学院硕士研究生,研究方向为管理科学与工程;叶春明(1964-),男,安徽宣城人,上海理工大学管理学院教授,博士生导师,研究方向为管理科学与工程;张爽(1980-),女,辽宁彰武人,上海理工大学管理学院硕士研究生,研究方向为管理科学与工程。



附图 高新技术项目产业化决策模型

目的相对优属度,以此来确定各项目的排名,根据事先确定好的选择项目数来确定各项目的取舍。模糊综合评价模型在这里起到预选的功能,而模糊优选模型完成最终的筛选。

3 模糊综合评价模型的建立

由上文可知,模糊综合评价模型的功能是对高新技术产业化项目进行初选,目的是剔除出较差的项目。本文利用模糊综合评价的相关理论建立了模糊综合评价模型。模糊综合评价一般按下列步骤进行^[4]:

(1)确定评价对象集、评价的因素集和评语集。本文用模糊综合评价对单一项目进行评价,因此对象集 $O=\{o_i\}$ 。本文共有22个评价因素,所以因素集 $U=\{u_1, u_2, \dots, u_{22}\}$ 。本文的评语集 $V=\{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5\}=\{\text{极好, 较好, 一般, 较差, 很差}\}$ 。

(2)建立 m 个评价因素的权重分配向量 A 。本文权重的计算采用层次分析法,具体结果见上文。

(3)评价矩阵 R 的确定。若共有 n 位评审专家,对第 Q_k 项指标合计有 m_{ik} 位选择等级 V_j ,那么可以认为,整个评审专家组对该高新技术产业化项目在 Q_k 项指标方面的评价为等级 V_j 的概率为 $r_{ij} = m_{ij}/n (j=1,2,3,4,5)$,这是单项指标的评价结果,根据评审专家对该项指标五个等级选择情况的概率统计数据,可以把它写成一个单项指标评价的行矩阵,即

$$R_{ik} = (r_{ik1}, r_{ik2}, r_{ik3}, r_{ik4}, r_{ik5}) = (m_{ik1}/n, m_{ik2}/n, m_{ik3}/n, m_{ik4}/n, m_{ik5}/n) \quad (1)$$

由此可得到评价矩阵:

$$R_i = \begin{bmatrix} R_{i1} \\ R_{i2} \\ \dots \\ R_{ik} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \dots & r_{i15} \\ r_{i21} & r_{i22} & \dots & r_{i25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{ik1} & r_{ik2} & \dots & r_{ik5} \end{bmatrix} \quad (i=1,2,3,4) \quad (2)$$

下标 k 为各评价指标子集中含有指标的数目。

(4)进行复合运算得到综合评价结果。应用模糊数学模型

$$A_i * R_i = B_i \quad (3)$$

得如下结果

$$(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}) \begin{bmatrix} r_{i11} & r_{i12} & \dots & r_{i15} \\ r_{i21} & r_{i22} & \dots & r_{i25} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{ik1} & r_{ik2} & \dots & r_{ik5} \end{bmatrix} = (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}, b_{i5}) \quad (4)$$

模糊子集 $B_i = (b_{i1}, b_{i2}, b_{i3}, b_{i4}, b_{i5}) (i=1,2,3,4)$ 是每个第一层次的综合评价结果,表示在各 Q_k 范围内被评价的高新技术产业化项目分别以多少百分比处于“极好”,“较好”,“一般”,“较差”,“很差”5个等级。

通过第一层次的综合评价运算,得到的评价指标子集的综合评价结果 B_1, B_2, B_3, B_4 ,构成一个总的评价矩阵 R ,即

$$R = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \end{bmatrix} \quad (5)$$

其中权向量 $A = (a_1, a_2, a_3, a_4) = (w_1, w_2, w_3, w_4)$,利用公式(3)进行第二个层次的综合评价运算得:

$$B = (a_1, a_2, a_3, a_4) \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} & b_{15} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} & b_{25} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} & b_{45} \end{bmatrix} = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5) \quad (6)$$

这里的 $B = (b_1, b_2, b_3, b_4, b_5)$ 就是总的评价结果。按照最大隶属度原则, $b_j (j=1,2,3,4,5)$ 中数值最大者 $b_{j_{max}}$ 所对应的等级 V_j 即为该高新技术产业化项目的所处等级。

4 模糊优选模型的建立

本文运用多目标决策和模糊优选理论,建立多目标模糊优选模型,对高新技术产业化项目进行模糊优选。模糊优选法的目的在于确定每个高新技术产业化项目方案的综合评价对于模糊概念“优”的相对隶属度(简称相对优属度),根据相对优属度的大小对 n 个方案的综合评价排出优劣次序^[5,6]。

4.1 确定指标特征值矩阵

设系统有满足约束条件的 n 个方案组成方案集 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$;有 m 个指标组成

对方案集 D 的评价指标集(本文 $m=22$) $V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ 。模糊优选法的目的在于确定每个项目的综合评价对于模糊概念“优”的隶属度(简称相对优属度),根据相对优属度的大小对 n 个方案的社会评价排出优劣次序。利用指标对每个决策方案进行评价得到指标特征值矩阵。 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ (其中 x_{ij} 决策方案 j 指标 i 的特征值, $i=1,2, \dots, m; j=1,2, \dots, n$)。

4.2 指标隶属度矩阵

一般来说,不同的指标往往具有不同的量纲和量纲单位。高新技术产业化项目的优选是对各备选项目相对比较而言,具有相对性。为了消除评价项目之间的量纲、量纲单位差异所带来的不可公度性和便于优选分析,在决策前应对评价指标进行规格化处理,将绝对量转化为相对量,即相对隶属度。对越大越优指标,隶属度公式为:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j} \quad (7)$$

对越小越优指标,隶属度公式为:

$$r_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j} \quad (8)$$

其中: r_{ij} 为方案 j 指标 i 的隶属度; $\max x_j, \min x_j$ 分别为决策方案集中的决策对指标 i 的最大、最小特征值。通过上述规格化处理,指标特征值矩阵转化为指标隶属矩阵 $R = (r_{ij})_{m \times n}$ 。

4.3 决策分析

根据决策评价的相对性,优等决策的最大隶属度为:

$$g = (\max_{j=1}^n r_{1j}, \max_{j=1}^n r_{2j}, \dots, \max_{j=1}^n r_{mj})^T = (g_1, g_2, \dots, g_m)^T = (1, 1, \dots, 1)^T \quad (9)$$

劣等决策的最小隶属度为:

$$h = (\min_{j=1}^n r_{1j}, \min_{j=1}^n r_{2j}, \dots, \min_{j=1}^n r_{mj})^T = (h_1, h_2, \dots, h_m)^T = (0, 0, \dots, 0)^T \quad (10)$$

方案 j 与优等方案的距离(简称距优距离)和方案 j 与劣等方案的距离(简称距劣距离)分别为:

$$d_{jg} = \sum_{i=1}^m w_i (g_i - r_{ij}) = \sum_{i=1}^m w_i (1 - r_{ij}) = 1 - \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} \quad (11)$$

$$d_{jh} = \sum_{i=1}^m w_i (r_{ij} - h_i) = \sum_{i=1}^m w_i (r_{ij} - 0) = \sum_{i=1}^m w_i r_{ij} \quad (12)$$

其中指标权向量为 $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)^T$, $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ 。

若方案 j 对优等的相对优属度用 u_j 表示,方案 j 与优等方案的差异可用加权距优

距离来表示:

$$D_{jg} = u_j d_{jg} = u_j (1 - \sum_{i=1}^m w_{r_{ij}}) \quad (13)$$

方案 j 与劣等决策的差异可用加权距离平方来表示:

$$D_{jh} = (1 - u_j) d_{jh} = (1 - u_j) \sum_{i=1}^m w_{f_{ij}} \quad (14)$$

为求解方案 j 相对优属度的最优值,建立优化准则为:方案 j 的加权距优距离平方与加权距劣距离平方之总和最小,即目标函数为:

$$\min\{F(u_j)\} = (D_{jg}^2 + D_{jh}^2) = u_j^2 (1 - w_{r_{ij}})^2 + (1 - u_j)^2 (\sum_{i=1}^m w_{f_{ij}})^2 \quad (15)$$

$$\text{解 } \frac{dF(u_j)}{du_j} = 0 \quad (16)$$

得方案 j 的相对优属度模型为:

$$u_j = \frac{1}{1 + \left(\frac{1 - \sum_{i=1}^m w_{r_{ij}}}{\sum_{i=1}^m w_{f_{ij}}} \right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{d_{jg}}{d_{jh}} \right)^2} \quad (17)$$

由相对优属度模型(17)求得各方案的相对优属度向量 $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ 。在满足约束的决策方案集 D 中,决策相对优属度 u_j 最大的决策成为满意决策, u_j 从大到小的排列序列成为满意序列。

5 模型的软件实现

在当今信息化的时代,综合评价的实现离不开计算机的参与。高新技术产业化筛选评估模型中涉及到了大量的数学计算,为了方便对高新技术产业化项目进行评估,减少

评估人员的劳动和提高评估计算的准确性,本文用 VB6.0 程序设计语言编写了高新技术产业化筛选评估模型软件。该软件主要包括 3 个模块,分别是指标权重查看和更新模块、模糊综合评价模块和模糊优选模块。有兴趣的读者可向本文作者 (ie_hero@yahoo.com.cn) 索要该文所述的程序。

6 实证研究

本文以第三届中国合肥高新技术项目——资本对接会上的 6 个公开招标项目为例。评价指标的原始数据采用专家打分的方法得到。将每个项目的简介及一份带有评价标准的专家评定表发放给每位专家,共发放 10 份,收回 10 份。将收回的专家评定表的数据首先输入到上文所提到的软件的模糊综合评价主界面的相应位置上去,软件就会按照上文提到的算法进行计算,模糊综合评价计算结果如表 2。

由附图高新技术项目产业化决策模型可知只有模糊综合评价结果为极好和较好的项目才能进入下一轮等待模糊优选。本文中的项目一、项目四、项目五、项目六可以进入下一轮,将此 4 个项目的专家评定汇总数据按顺序输入到软件的模糊优选计算主界面中,得到结果见表 3 和表 4。

由表 4 可知,4 个项目的最优排序为:项目五、项目四、项目一、项目六,可以根据事先确定的选择项目数确定各项目的取舍。

评价结果不但证明了本文评价指标体系和综合评价方法的合理性,同时也证明了软件的可靠性。

表 2 6 个项目的模糊综合评价结果

项目	极好的隶属度	较好的隶属度	一般的隶属度	较差的隶属度	很差的隶属度	评定等级
项目一	0.302	0.279	0.129	0.221	0.069	极好
项目二	0.232	0.326	0.360	0.030	0.062	一般
项目三	0.148	0.221	0.419	0.143	0.069	一般
项目四	0.324	0.325	0.298	0.018	0.025	极好
项目五	0.404	0.299	0.219	0.054	0.025	极好
项目六	0.257	0.409	0.181	0.087	0.066	较好

表 3 各主因素相对优属度矩阵

主因素	权重	备选项目相对优属度			
		项目一	项目四	项目五	项目六
技术因素	0.273	0.206	0.851	0.869	0.065
经济因素	0.372	0.067	0.630	0.966	0.884
市场因素	0.253	0.988	0.702	0.216	0.028
社会因素	0.102	0.321	0.732	0.889	0.095

表 4 方案优属度

备选项目	项目一	项目四	项目五	项目六
优属度	0.247	0.867	0.892	0.246

参考文献:

- [1]宋逢明,陈涛涛.高技术投资项目评价指标体系的研究[J].中国软科学,1999,(1):90-94.
- [2]Richard T. Hise and John C.Groth.Assessing the Risks New Products Face[J].Research Technology Management. July-Aug,1995:37-41.
- [3]许树柏.层次分析法原理[M].天津:天津大学出版社,1988.
- [4]秦寿康.综合评价原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2003.6.
- [5]陈守煜.工程模糊集理论与应用[M].北京:国防工业出版社,1998.11.
- [6]潘杰义,刘西林.科研项目评价指标体系及模糊优选决策模型研究[J].科学与科学技术管理,2004,(1):9-11.

(责任编辑:赵贤瑶)

Research on Sieving and Evaluation Model of High-tech Industrialization

Abstract:The dissertation brings forward sieving and evaluation index system of high-tech industrialization and designs the decision model of high-tech industrialization. By the fuzzy comprehensive evaluation theory and the fuzzy optimization theory of fuzzy mathematics, the dissertation sets up a fuzzy comprehensive evaluation model and a fuzzy optimization model of high-tech industrialization and do some programming of the two models with Visual Basic.

Key words:high-tech industrialization; index system; analytic hierarchy process; fuzzy comprehensive evaluation; fuzzy optimization