

文章编号:1000-582X(2005)07-0012-03

企业技术创新多级模糊综合评价模型*

邓 蕾,王 旭,林 云,何方珍

(重庆大学机械工程学院工业工程系,重庆 400030)

摘 要:在分析影响企业技术创新各种因素的基础上,紧扣企业技术创新工作,结合管理理论创新建立了多级企业技术创新指标体系,探讨了面对多级多目标评价决策时,指标权重的计算方法,并通过模糊变换,构造了能进行模糊量化分析的企业技术创新多级评价模型.最后结合某企业现状进行了技术创新定量分析,根据计算给出了综合评判结果及改善建议.

关键词:创新指标体系;模糊变换;多级模糊评价

中图分类号:T-19;F270.7

文献标识码:A

随着经济发展的全球化,企业面临的竞争层次和竞争强度都在逐渐升高,迫使企业必须加强自身的技术创新能力^[1],全面提高其C、T、Q、F、E水平.为帮助企业全面了解和评价自身的技术创新能力,提高运营决策效率,优化资源配置,需要为企业提供一种实用的技术创新评价体系和方法.

关于企业技术创新的研究,近年来,国内外学者在此方面做了不少工作,提出了很多思路和方法^[2-4].典型的如斯切尔(Scheirer)等人对企业R&D投入与企业创新之间的线性模型研究,以及对不同创新类型进行专门研究的分类测度模型,这些模型由于假定和分类的局限,其应用缺乏普遍意义.国内不少学者根据企业技术创新的实现过程,提出了基于过程观点的企业创新评价体系,指标的设计多以资源投入能力、创新倾向、制造能力和营销能力为基础,由于缺乏企业理论的创新而显得生硬和表面化;而且最后的评价指标容易偏向于对企业综合能力的评价,而非企业技术创新的评价.作者在总结已有创新体系研究的基础上,力图给出一种系统化的、适用性强的并且紧扣企业实际技术创新体系的评价框架,在此基础上利用模糊综合评判原理对企业技术创新能力进行模糊量化,为企业创新评价提供一条可行的途径.

1 企业技术创新指标体系

对企业技术创新进行评价决策时,本着科学性、可比性、可操作性的原则,根据企业创新活动的一般规律

和特征,在对创新所涉及的规划、设计、制造、协调、市场响应等多种因素进行高度抽象和概括的基础上,考虑近年来企业管理理论上的创新和突破,提炼出知识管理指标,结合企业创新投入、人力、研发水平、创新管理共同形成企业技术创新的5段式2级指标体系(见表1).对2级指标进行细化,设立了影响2级指标评价的26个3级指标,其中3级指标可根据企业实际情况再行分解,如表中3级指标科研人员素质结构可具体再分为科研人员学历结构、职称结构、年龄结构等,由此形成多级的企业技术创新评价体系.

2 企业创新体系的评价模型

2.1 多级模糊综合评价方法

企业技术创新评价具有模糊性,因为影响企业技术创新水平的不少因素是模糊、难以量化的.利用模糊数学建立综合评价模式,将多目标状态下定性的评价决策通过模糊变换演变为定量决策^[5,6].

设2个有限论域,

$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 表示为指标集,

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$, 表示为评语集.

指标集 U 中各因素有权重分配,是 U 上的一个模糊向量,记为 $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \in F(U)$.

a_i 表示 U 中第 i 个因素的权重.

构造模糊变换:

$$T_R: F(U) \rightarrow F(V).$$

$$B = A \circ R.$$

* 收稿日期:2005-04-10

基金项目:重庆市经委企业技术创新诊断项目(渝经技术2003-44-5)

作者简介:邓蕾(1972-),女,重庆人,重庆大学讲师,博士生,主要从事现代管理与物流工程的研究.

表1 企业创新水平指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	
创新投入 u_1	创新	R&D 经费投入比例	u_{11}
	投入	非 R&D 经费投入	u_{12}
		人均 R&D	u_{13}
人力管理 u_2	科研人员素质结构	生产工人素质	u_{21}
		培训时间与效果	u_{22}
		激励政策	u_{23}
			u_{24}
研发水平 u_3	专利拥有数	自主创新产品率	u_{31}
		研发成功数	u_{32}
		引进技术消化能力	u_{33}
		研发周期	u_{34}
		设备先进性	u_{35}
			u_{36}
创新管理 u_4	研发相关部门协作能力	企业决策层素质	u_{41}
		创新企业文化的支撑能力	u_{42}
		引进技术达产率	u_{43}
		信息采集处理能力	u_{44}
		标准化水平	u_{45}
		营销体制适应度	u_{46}
		分销网络响应能力	u_{47}
		新产品销售份额	u_{48}
			u_{49}
知识管理 u_5	技术档案服务	技术档案重用比例	u_{51}
		技术档案管理手段	u_{52}
		与高校、科研院所的合作	u_{53}
			u_{54}

技术创新指标评价体系 U

其中 R 为 U 到 V 的模糊关系矩阵 $R = (r_{ij})_{n \times m}$, 通过模糊变换 T_R , 得到关于 U 的综合评价向量 $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\} \in F(V)$.

$$B = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \circ \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix}$$

为体现所有因素对综合评价的贡献, 考虑算子“ \circ ”采用广义算子的加权平均型(\oplus, \cdot).

对于论文所设三级指标体系, 首先计算二级指标 u_i 的评价向量. u_i 中各因素的权重分配为 $A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ip}\}$, 若 R_i 为单因素评判矩阵, 可得二级指标 u_i 的评价向量:

$$B_i = A_i \circ R_i = \{b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{im}\}.$$

一级指标 B 的评价向量 $B = A \circ R$, A 为二级指标相对于一级指标的权重分配, R 由各二级指标评价向量组成.

$$R = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \dots \\ B_q \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1m} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{q1} & b_{q2} & \dots & b_{qm} \end{pmatrix}$$

经过模糊运算得到 B 的评价向量后, 可按最大隶属度或加权平均的原则确定具体综合评价值.

2.2 确定各指标权重

指标权重反映了在指标体系中, 针对上一级的某个因素与本级有关联的各因素之间相对重要性的比较, 矩阵中元素 A_{ij} 反映了当前级因素 i 相对因素 j 的重要性. 以同等重要、稍微重要、明显重要、十分重要、极为重要分别赋予数值 1、3、5、7、9 的原则, 根据德尔非法, 给出一级指标权重判断矩阵 A 为:

$$\begin{matrix} & B_1 & B_2 & B_3 & B_4 & B_5 \\ B_1 & A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} & A_{15} \\ B_2 & A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} & A_{25} \\ B_3 & A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} & A_{35} \\ B_4 & A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} & A_{45} \\ B_5 & A_{51} & A_{52} & A_{53} & A_{54} & A_{55} \end{matrix}$$

依据上述判断矩阵, 同理可构建 A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 5 个二级指标权重判断矩阵^[7].

计算权重的方法是求出权重判断矩阵的特征向量, 特征向量的各个分量在进行归一化处理得到本层各要素相对上一层要素的相对重要程度, 即权重. 衡量权重的合理性, 必须经过一致性校验, 以保证两两比较判断时思维的一致性. 否则, 需对判断矩阵重新进行修订并求解, 直至获得满意的一致性. 一级指标的权重子集表示为:

$A = (a_1, a_2, \dots, a_5)$, 并且满足,

$$\sum_{i=1}^5 a_i = 1 \quad 0 < a_i < 1.$$

针对某兵工企业的现状, 由表 1 所构建的创新体系一级指标和二级指标的权重经一致性校验后为:

$$A = (0.21, 0.23, 0.15, 0.32, 0.09),$$

$$A_1 = (0.55, 0.26, 0.19),$$

$$A_2 = (0.46, 0.14, 0.19, 0.21),$$

$$A_3 = (0.08, 0.22, 0.19, 0.18, 0.19, 0.14),$$

$$A_4 = (0.05, 0.15, 0.12, 0.08, 0.11, 0.06, 0.16, 0.14, 0.13),$$

$$A_5 = (0.13, 0.27, 0.18, 0.42).$$

2.3 企业创新模糊综合评价

根据企业创新水平指标体系(见表 1)得到因素集 $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$, 因素子集如 $u_1 = \{u_{11}, u_{12}, u_{13}\}$ 等.

假定评语集由四项等级构成, $V = (\text{优}, \text{良}, \text{中}, \text{差})$, 对应的分值集为 $(1, 0.9, 0.7, 0.5)$, 参照该评语集, 利用德尔非法确定指标体系中每个单因素对应于各种评语的隶属度.

以表 1 所给出的二级指标人力管理指标 u_2 为例, 其子因素为科研人员素质结构 u_{21} , 生产工人素质 u_{22} , 培训时间与效果 u_{23} , 激励政策 u_{24} , 权重集 A_2 为:

$$A_2 = (0.46, 0.14, 0.19, 0.21).$$

人力指标 u_2 到评语集 V 的模糊评判矩阵 R_2 为:

$$R_2 = \begin{pmatrix} 0.15 & 0.28 & 0.4 & 0.17 \\ 0 & 0.2 & 0.7 & 0.1 \\ 0.12 & 0.55 & 0.33 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 \end{pmatrix}$$

人力指标的综合评价向量:

$$B_2 = A_2 \circ R_2 = (0.0918, 0.3663, 0.4497, 0.0922).$$

同理,得出其他二级指标的综合评价向量,

$$B_1 = (0.1023, 0.3432, 0.3591, 0.1954),$$

$$B_3 = (0.0976, 0.3882, 0.4635, 0.0507),$$

$$B_4 = (0.1201, 0.3211, 0.3437, 0.2151),$$

$$B_5 = (0.2132, 0.3553, 0.2678, 0.1637).$$

进一步可得到一级指标模糊综合评价向量:

$$B = A \circ B_i = (a_1, a_2, a_3, a_4, a_5) \circ \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \\ B_4 \\ B_5 \end{pmatrix} =$$

$$(0.186, 0.323, 0.389, 0.102).$$

对应评语集分值,将上述结果应用加权平均公式

$$\frac{\sum_{i=1}^n B_i^2 V_i}{\sum_{i=1}^n B_i^2},$$

得到该企业模糊综合评价分值为 0.7775,

二级指标人力管理指标评价分值为 0.68,参照评语集,可知该企业技术创新水平模糊综合评价结果为中等偏上,其中,人力资源的现状与管理滞后于企业技术创新综合水平,成为制约企业进一步发展的障碍.目前企业可以从人才引进、加强内部技术人员的培训和进修,改善考核与激励政策等方面积极加强对人力资源的管理.

3 结 语

随着经济技术的迅猛发展,大量新技术、新材料、新工艺、新产品不断涌现,产品生命周期大大缩短,社会需求不断提高且变化迅速,产品创新速度也与日俱增,技术创新成为企业生命线的重要组成部分.如何正确评价企业创新体系现状,评估与竞争对手在创新建设上的优势与不足,是企业应该及时掌握的基本信息.

对所构建的企业技术创新多级模糊评价模型进行应用,评价结果比较客观地反映了受诊企业的技术创新能力.该模型不仅可以在企业或企业部门之间进行横向量化对比分析,还可以针对某企业自身内部创新体系进行纵向量化对比,从而便于明确企业在技术创新工作中的优势和潜力,差距和不足.这对于推动与促进企业创新活动具有指导意义.

参考文献:

- [1] 傅家骥. 技术创新学[M]. 北京:清华大学出版社,1998.
- [2] 韩景元,杨忠敏等. 企业技术创新能力评价的理论、指标与方法[J]. 河北科技大学学报,2002,23(3):90-94.
- [3] 郑春东,和金生. 一种企业技术创新能力评价的新方法[J]. 科技管理研究,2000,20(3):41-44.
- [4] 王道平,李永锋. 技术创新能力与制造业竞争力评价指标构建的探讨[J]. 企业管理,1999,19(6):46-48.
- [5] 管延德,赵维双. 企业技术创新扩散影响因素的综合模糊评价研究[J]. 有色矿冶,2003,19(4):55-57.
- [6] 张慎,张向华. 传统产业企业技术创新能力模糊评价与模式选择[J]. 焦作工学院学报,2003,4(3):179-182.
- [7] 刘飞,张晓冬,杨丹. 制造系统工程[M]. 第2版. 北京:国防工业出版社,2000.

Model of Multiple Fuzzy Synthetical Evaluation for Enterprise Technology Innovation

DENG Lei, WANG Xv, LIN Yun, HE Fang-zhen

(Department of Industry Engineering, College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Based on analyzing factor of the effect of technology innovation in enterprise, the distinctive multiple technology innovation system is established. The computing method of index weight is discussed in the face of multiple objective decision making, and the authors construct the quantitative analysis model of multiple fuzzy evaluation through fuzzy transform. With the present situation of certain manufacturing enterprise, some suggestions are given in the end after quantitative analyzing.

Key words: innovation index system; fuzzy transform; multiple fuzzy evaluating