

文章编号: 1000-7695 (2009) 07-0173-03

企业技术创新能力评价指标体系模型研究

田依林^{1,2}

(1. 天津大学管理学院, 天津 300072; 2. 浙江教育学院, 浙江杭州 310012)

摘要: 企业技术创新能力评价指标体系是测度企业技术创新能力的重要依据, 系统的、科学的评价指标体系才能客观地反映企业技术创新能力, 发现差距, 通过改进提高企业技术创新能力以适应激烈的市场竞争的挑战。在提出企业技术创新能力评价指标体系建构原则的基础上, 应用 Delphi 法通过集成多个专家意见设置了评价指标集, 运用 AHP 法设计了评价指标体系层次递阶图, 引用 Saaty 1—9 标度法对指标进行量化, 构造了判断矩阵并计算出各指标的相对权重值, 引用平均随机一致性指标 RI 值对判断矩阵进行了一致性检验, 建构了企业技术创新能力评价指标体系基本模型。通过对三个企业技术创新能力的测评, 实验结果证明该模型具有系统性、科学性 & 可操作性。

关键词: 技术创新能力; 评价指标体系; Delphi; AHP

中图分类号: F204

文献标识码: A

建构企业技术创新能力评价指标体系是以对企业技术创新能力的准确测度为前提, 但技术创新能力的测度是一项极其复杂的系统工程。近年来西方学者提出了许多不同的理论框架和指标体系, 如美国经济合作与发展组织 (1996) 提出了用于收集企业技术创新数据的 OSLO 手册, 其中许多指标涉及企业的技术创新能力^[1]; Chiesa 等开发了一个技术创新审计框架^[2]。近年来我国学者对技术创新能力评价也有一定的研究, 如吴显英^[3]的区域技术创新能力评价; 闫荣国^[4]、魏后凯^[5]的企业与产业技术创新能力评价; 王章豹^[6]、庞更新^[7]的高校科技创新评价等。从国内外的研究现状看, 在创新型企业的技术创新能力研究领域, 至今还没有一个能够较全面反映企业技术创新能力的评价指标体系得到广泛认可并在实践上行之有效, 因此, 本文以系统论为理论依据, 提出了应用模糊数学集成的方法建构企业技术创新能力评价指标体系。

1 企业技术创新能力评价指标体系建构原则

(1) 系统性原则

企业技术创新的过程可归结为: 创新积累→研究开发→生产制造→新产品销售, 最后实现经济效益。这一过程是一个系统工程, 因此在建构企业技术创新能力指标体系时必须结合企业技术创新的过程系统地、全面地反映企业的技术创新的实际能力。

(2) 科学性原则

在建构企业技术创新能力评价指标体系中要避免各指标间信息的重叠, 采用的方法既能解决多指标综合评价中的相关问题, 又要使各指标的设定以精确的内涵及外延相结合, 做到科学合理、界定准确。

(3) 可操作性原则

建构的企业技术创新能力评价指标体系要具有现实性, 指标数值与企业内部财务、权威机构的统计指标相一致, 做到资料易于收集, 一些复杂的计算方法可以借助计算机计算, 使其操作方便、快捷。

2 模型的建构

2.1 评价指标集的设置

Delphi 法是利用专家集体智慧来确定因素在评价指标体系中重要程度 (极重要、很重要、一般重要、不重要、不必考虑) 的选取过程, 具体方法如下:

(1) 根据评价的总目标, 将所涵盖的全部指标因素列出, 作为设计征询表的依据。

(2) 组建专家组。专家的选择是 Delphi 法应用成败的关键。专家组成员人数约 30—50 人为宜, 专家组的组成要求具有权威性, 专家代表面要广泛, 通常包括理论专家、技术专家、管理专家、高层决策人员等。

(3) 设计征询表。将评价指标所有要素设计到征询表内 (见表 1), 发到专家组成员手中认真填写。

表 1 征询表 (第一轮)

指标	极重要	很重要	一般重要	不重要	不必考虑
申请专利数					
专利拥有数					
⋮					

表 2 征询表 (第二轮)

指标	极重要	很重要	一般重要	不重要	不必考虑	均值 $\bar{E}$	方差 σ^2
申请专利数						1.6	2.08
专利拥有数						2.16	1.642
⋮						⋮	⋮

(4) 专家征询和信息反馈 (≤ 4 轮)。专家填好第一轮征询表, 通过收集、作统计处理后设计第二轮征询表 (见表 2)。专家根据第二轮征询表再做修改, 通过 3—4 轮的反反复

收稿日期: 2008-11-22, 修回日期: 2009-03-15

基金项目: 湖北省科技攻关计划项目 (2006AA401B35)

询,专家意见逐步收敛。

(5) 数据处理。Delphi 法常用的统计指标, α 在等级评估中:

$$\text{均值 } E = \sum_{i=1}^N a_i \cdot n_i / (\sum_{i=1}^N n_i - 1) \quad (1)$$

$$\text{方差 } \sigma^2 = \sum_{i=1}^N (a_i - E)^2 \cdot n_i / (\sum_{i=1}^N n_i - 1) \quad (2)$$

式中 N 表示评估等级数目 ($N=5$); a_i 表示等级序号 ($1, 2, \dots, 5$), 对应极重要到不必考虑; n_i 表示评为第 i 等级的专家人数。对具体的预测数字, 用上、下四分点来表示, 通过反复征询最后得出满意的指标因素集 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 。

2.2 层次递阶图的设计

AHP 法是将复杂的系统包含的因素进行综合分析, 找出企业技术创新能力评价指标集指标之间的隶属关系, 用一个递阶层次树状结构图来直观地表示, 将所有因素按不同层次进行分类, 并标明上一层与下一层元素之间的隶属关系, 用直线表示。层次递阶图的构造是层次分析模型的关键, 在综合分析过程中应注意以下问题: (1) 每一层指标因素相关联的下一层因素一般不超过 9 个; (2) 同一层次的指标因素要保证为同类, 并对上一层层次达到满足要求。

2.3 评价指标权重的计算

(1) 构造判断矩阵

采用 Saaty 的 1—9 标度法来反映指标间的相对重要性比较, 对因素的相对重要性之比作出判断并给予量化。Saaty 法设计了范围 1—9 的比率标度, 定性区分事物的能力可用 5 个重要程度的属性表示, 当需要较高精度时, 可采用两个相邻之间的值, 这样就有 9 个数值, 即 9 标度。应注意的问题是每次至多只能对 9 个因素同时进行两两比较。

采用专家评分法通过对各层因素的两两因素进行比较, 得到判断矩阵, 其表达式为:

$$C = [C_{ij}]_{n \times n} = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

(2) 采用方根求解判断矩阵 C 的特征向量

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n C_{ij}} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (4)$$

对向量 $\bar{w} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)'$ 作正规化归一处理, 得到:

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

则 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)'$ 为对应判断矩阵的特征向量。

(3) 计算判断矩阵最大特征值

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(C \cdot W)_i}{n w_i} \quad (6)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (7)$$

(4) 一致性检验

AHP 法的主要优点是将决策者的定性思维过程定量化, 但在模型化过程中必须保持思维的一致性。在判断矩阵 C 上, 即要求各元素 C_{ij} 应满足对任意 $1 \leq k \leq n$, 有 $C_{ij} = C_{ik}/C_{jk}$, 这是对判断矩阵最大特征值的特征向量为因素权重的前提

条件。为了度量不同阶判断矩阵是否具有满意的一致性, 我们引入了平均随机一致性指标 RI , 当 $CR = \frac{CI}{RI} < 0.1$ 时, 可以判断矩阵具有满意的一致性, 否则就需要调整判断矩阵直到有满意的一致性。

3 实验分析

假设对甲、乙、丙三家企业的企业技术创新能力进行评价。

3.1 设置评价指标集

从技术创新过程分析, 创新的形式虽然多样, 规模、特征及新颖程度各异, 但创新的本质过程是相通的, 从某种意义上讲, 企业技术创新能力就是各种能力的耦合。通过对企业技术创新能力评价概念的界定提出若干个评价指标, 按照 Delphi 法的操作程序, 通过 4 轮的征询意见、数据处理、收敛最后筛选出评价指标集 (具体过程省略), 共有 24 项指标因素 (见图 1)。

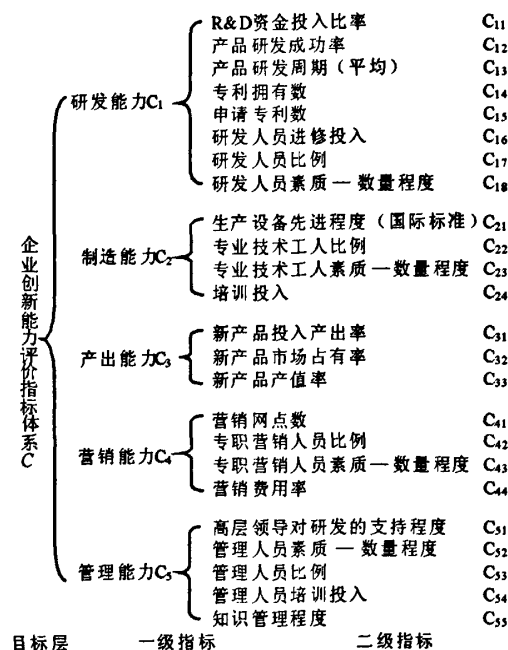


图 1 企业创新能力评价指标体系

3.2 建构层次递阶图

应用 AHP 法建构层次递阶图是建构层次分析模型的关键。把所有筛选的评价指标集进行综合分析, 找出各指标之间的隶属关系, 笔者认为企业技术创新能力评价指标体系可分为: 目标层、一级指标层、二级指标层。目标层为企业技术创新能力评价指标评价体系 C ; 一级指标层包括开发能力 C_1 、制造能力 C_2 、产出能力 C_3 、营销能力 C_4 、管理能力 C_5 等 5 项指标; 二级指标层包括 24 个指标并分别隶属一级各项指标 (见图 1)。

3.3 计算评价指标权重及一致性检验

(1) 经过专家组成员给出各级指标的 Saaty 相对重要程度, 通过对调查结果进行整理, 得到判断矩阵, 根据算式 (3)~(7) 运用权重值计算方法计算出 W 、 CR 数值, 并检验判断矩阵的一致性 (见表 3)。

(2) 根据上面所得到的判断矩阵，经过综合计算得出综合权重（见表3）。

表3 C-C_{ij}综合权重

C	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	W _i
	0.268	0.247	0.145	0.161	0.179	
C ₁₁	0.128					0.034
C ₁₂	0.196					0.049
C ₁₃	0.147					0.047
C ₁₄	0.125					0.035
C ₁₅	0.121					0.032
C ₁₆	0.081					0.026
C ₁₇	0.103					0.028
C ₁₈	0.097					0.026
C ₂₁		0.347				0.086
C ₂₂		0.182				0.045
C ₂₃		0.323				0.079
C ₂₄		0.148				0.039
C ₃₁			0.346			0.048
C ₃₂			0.429			0.058
C ₃₃			0.225			0.032
C ₄₁				0.294		0.048
C ₄₂				0.249		0.041
C ₄₃				0.283		0.046
C ₄₄				0.174		0.028
C ₅₁					0.226	0.040
C ₅₂					0.219	0.039
C ₅₃					0.219	0.038
C ₅₄					0.157	0.027
C ₅₅					0.179	0.031

3.4 三个企业技术创新能力评价

(1) 将采集的三个企业的原始数据进行整理并进行标准化处理后如表4所示。

表4 标准化数据

指标	企业	甲企业	乙企业	丙企业
C ₁₁		8.00	5.61	7.23
C ₁₂		6.51	4.89	6.32
C ₁₃		9.12	6.70	8.32
C ₁₄		5.32	3.30	8.00
C ₁₅		6.70	1.40	8.70
C ₁₆		9.00	7.01	8.03
C ₁₇		8.89	6.02	7.51
C ₂₁		8.90	7.60	8.01
C ₂₂		5.63	4.61	6.02
C ₂₃		8.72	7.53	8.30
C ₂₄		8.65	5.01	7.23
C ₃₁		8.16	6.60	5.01
C ₃₂		8.56	5.01	7.23
C ₄₁		3.91	3.90	4.50
C ₄₂		1.11	2.32	1.01
C ₄₃		9.01	8.00	8.90
C ₄₄		2.01	4.32	2.31
C ₅₁		8.90	8.70	8.23
C ₅₂		9.00	6.71	8.90
C ₅₃		3.01	6.23	5.20
C ₅₄		8.23	7.20	5.91
C ₅₅		9.01	3.05	7.51

(2) 计算3家企业一级指标矩阵及相对权重模糊综合

甲企业：C₁ = 0.42, C₂ = 0.40, C₃ = 0.41, C₄ = 0.35, C₅ = 0.37;

乙企业：C₁ = 0.26, C₂ = 0.30, C₃ = 0.29, C₄ = 0.33,

C₅ = 0.30;

丙企业：C₁ = 0.32, C₂ = 0.31, C₃ = 0.30, C₄ = 0.32, C₅ = 0.30;

综合得分：甲企业 W_甲 = 0.40

乙企业 W_乙 = 0.28

丙企业 W_丙 = 0.32

3.5 计算结果分析

从综合得分结果看三个企业技术创新能力，甲企业强于其它两个企业，丙企业强于乙企业。

从一级指标计算结果分析：(1) 甲企业创新能力较之其它两个企业在研发能力、产出能力、管理能力等方面都强；(2) 乙企业在研发能力、产出能力、制造能力及管理能力则比较差，因此使得其创新能力较差；(3) 三个企业在营销能力上相差不大，乙企业的营销能力比丙企业的营销能力虽然较强，但由于它的其它几个能力要素比较差，影响了企业技术创新能力。

对三个企业提升的技术创新能力意见：甲企业在增强营销能力上还要加大力度，这样对企业技术创新能力的提升有着促进作用；乙企业要在 R&D 资金投入比率、研发人员进修、研发人员比例上加大投入，争取提高研发能力，提高产品科技含量，提高新产品的投入产出率、市场占有率和产值率，加强企业管理能力，方能从整体上提升企业的技术创新能力；丙企业要进一步加大 R&D 资金投入比率，提高新产品的投入产出率，企业的技术创新能力会得到提升。

4 结论

企业技术创新能力评价指标体系模型的构建是一项复杂的系统工程，本文应用 Delphi、AHP 等集成的方法建构企业技术创新能力评价指标体系模型，对三家企业进行评价的结果与企业的实际情况基本相吻合，因此认为本文构建的企业技术创新能力评价指标体系模型能够客观地评价企业技术创新能力，通过评价发现问题，并通过改进不足之处提高企业技术创新的综合能力。

参考文献：

[1] ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. Proposed guidelines for collecting and integrating technological innovation data, OSLO Manual [Z]. Paris: OECD, 1996.

[2] CHIESA V, COUGHLAN P, YOSS C A. Development of a technical innovation audit [J]. IEEE Engineering Management Review, 1998 (26): 21-32.

[3] 吴显英. 区域技术创新能力评价中的因子分析 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2003 (2): 233-239.

[4] 闫荣国, 赵关雄. 甘肃企业科技创新能力的统计分析与综合评价 [J]. 兰州商学院学报, 2003 (5): 23-28.

[5] 魏后凯. 我国地区工业技术创新力评价 [J]. 中国工业经济, 2004 (5): 15-19.

[6] 王章豹, 徐枫巍. 高校科技创新能力综合评价：原则、指标、模型与方法 [J]. 中国科技论坛, 2005 (2): 55.

[7] 庞更新, 赵晓东. 高校科技创新绩效评价的技术方法 [J]. 经济论坛, 2003 (1): 64-67.

作者简介：田依林（1979-），女，汉族，湖北武汉人，天津大学在站博士后，讲师，研究方向为危机管理、评价体系理论与方法。

（本文责编：陈 夏）

作者: 田依林, [TIAN Yilin](#)
作者单位: [天津大学管理学院, 天津, 300072; 浙江教育学院, 浙江杭州, 310012](#)
刊名: [科技管理研究](#) 
英文刊名: [SCIENCE AND TECHNOLOGY MANAGEMENT RESEARCH](#)
年, 卷(期): 2009, 29 (8)
被引用次数: 1次

参考文献(7条)

1. [ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT](#) [Proposed guidelines for collecting and integrating technological innovation data](#). [OSLO Manual](#) 1996
2. [CHIESA V; COUGHLAN P; YOSS C A](#) [Development of a technical innovation audit](#) 1998 (26)
3. 吴显英 [区域技术创新能力评价中的因子分析](#) [期刊论文] - [哈尔滨工程大学学报](#) 2003 (02)
4. 闫荣国; 赵关雄 [甘肃企业科技创新能力的统计分析与综合评价](#) [期刊论文] - [兰州商学院学报](#) 2003 (05)
5. 魏后凯 [我国地区工业技术创新力评价](#) [期刊论文] - [中国工业经济](#) 2004 (05)
6. 王章豹; 徐枋巍 [高校科技创新能力综合评价: 原则、指标、模型与方法](#) [期刊论文] - [中国科技论坛](#) 2005 (02)
7. 庞更新; 赵晓东 [高校科技创新绩效评价的技术方法](#) [期刊论文] - [经济论坛](#) 2003 (01)

本文读者也读过(4条)

1. 李琪 [企业技术创新能力评价指标体系及评价模型研究](#) [期刊论文] - [科学学与科学技术管理](#) 2004, 25 (8)
2. 吴小珊. [WU Xiaoshan](#) [浅析企业技术创新能力的综合测评](#) [期刊论文] - [科技管理研究](#) 2010, 30 (7)
3. 姜炳麟, 谢廷宇 [技术创新能力评价指标体系及其多级模糊评价方法](#) [期刊论文] - [商业研究](#) 2004 (18)
4. 唐炜, 蒋日富, 鹿盟 [企业技术创新能力评价理论研究综述](#) [期刊论文] - [科技进步与对策](#) 2007, 24 (5)

引证文献(1条)

1. 吴冲, 刘妙懿, 潘明暘 [基于区间数的多企业技术创新能力比较研究](#) [期刊论文] - [科技管理研究](#) 2011 (13)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_kjglyj200908055.aspx