

网络环境下基于 BSC-ANP 的企业技术创新能力评价*

曹 萍, 陈福集

(福州大学 公共管理学院, 福建 福州 350108)

摘 要 网络环境下企业技术创新能力不仅受到企业自身的影响, 而且与企业 and 外界持续进行信息的交流与沟通能力有关。根据网络环境下企业技术创新的特点, 将平衡计分卡(BSC)方法引入到企业技术创新能力的分析和评价中, 构建了网络环境下企业技术创新能力的评价指标体系, 使指标体系中因素易于获取和量化; 并应用网络层次分析(ANP)法解决了评价指标之间的复杂相关性。基于 BSC-ANP 方法建立企业技术创新评价的模型并进行评估, 提高了评价的准确性。

关键词 技术创新; 评价; 平衡记分卡; 网络层次分析法

中图分类号: C 931.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-3456(2011)06-0096-07

对企业技术创新能力进行分析和评价一直是学者们关注的问题。企业技术创新能力评价是一项复杂的系统工程, 涉及到技术创新能力各要素的诸多方面, 可以说与企业生产经营活动的全过程都相关。近年来, 关于企业技术创新能力指标体系与评价的研究日趋丰富, 如经济合作与发展组织国家将反映企业技术创新能力的指标确定为企业发展战略、创新成果的扩散、企业创新的信息源和创新障碍、企业创新的投入、政府在创新中的作用、企业创新的产出 6 个方面。

国内学者将技术创新能力分解为六大创新能力要素: 即资源投入能力、管理能力、创新倾向、研究开发能力、制造能力和营销能力。研究者们使用了多种方法评价企业的技术创新能力, 如层次分析(analytic hierarchy process, AHP)法、灰色评估法、弱视指标倍数法、密切值法、注意比较法、模糊评价法等^[1-5]。

现有的大多数研究没有考虑到网络环境下企业技术创新的特征。网络环境下区域技术创新能力呈现出新的特征, 不仅受到企业自身的影响, 而且与企业 and 外界持续进行信息的交流与沟通能力有关, 因此传统的用于评价企业技术创新的评价指标体系在网络环境下不再适用。本文根据网络环境下企业技术创新能力的特征, 同时考虑到企业技术创新能力受多因素影响的特性和指标间各因素之间相互影响

的特征, 建立基于 BSC-ANP(balanced score card-analytic network process, BSC-ANP)的企业技术创新评价的模型并进行评估。

平衡计分卡(balanced score card, BSC)是根据企业的战略需求而设计的一系列相互联系的指标体系, 它打破了传统的单一使用财务指标来衡量业绩的方法。它主要以财务指标来考核企业的竞争优势, 同时为了弥补财务指标的不足, 又引入了客户、内部业务流程、学习与成长 3 个维度的指标对其进行补充。通过 4 个方面指标之间相互驱动的因果来了解企业获得长期竞争优势的驱动因素^[6]。BSC 作为一种先进的管理工具, 已得到了广泛的应用和研究, 但在技术创新领域的应用研究相对较少。基于 BSC-ANP 方法建立企业技术创新评价的模型并进行了评估, 以提高评价的准确性。

一、基于 BSC 的科技型企业技术创新能力评价体系

1. 构建基于 BSC 的指标体系

网络环境中的企业技术创新作为一种构建在网络技术和信息技术基础上的技术创新形式, 不同于传统的技术创新, 也不同于一般的合作技术创新。网络环境下企业技术创新过程呈现出新的特征, 信息成为这一过程中最为重要的创新要素。网络环境

收稿日期: 2010-08-22

* 国家社会科学基金项目“软件外包中承包商风险规避决策与产业安全研究”(10CGL005)。

作者简介: 曹 萍(1971-), 女, 副教授, 博士; 研究方向: 系统建模与决策技术。E-mail: caoping330@sina.com

下企业的技术创新不仅受到企业自身的影响,而且与相关企业、用户等持续进行信息的交流与沟通有关。因此,企业技术创新过程受到企业内部网络和外部网络的共同影响。

依据 BSC 的思想和方法,同时依据指标体系构建的科学性原则与可操作性原则,本文提出网络环

境下企业技术创新能力评价体系,该指标体系分别从财务、客户、内部经营管理过程和员工的学习与成长 4 个维度对企业技术创新能力进行考核。在此基础上,充分考虑了网络环境的特点,选取了有代表性的 18 项二级指标,指标之间存在相关性。网络环境下企业技术创新能力评价体系如表 1 所示。

表 1 企业技术创新评价指标体系

指标类别	指标名称	指标内涵
财务维度(B ₁)	主营收入增长率(C ₁)	本期主营业务收入/上期主营业务收入-1
	营销费用比例(C ₂)	营销费用/销售总额
	研发投入资金比例(C ₃)	研发费用/销售总额
	人均研发经费(C ₄)	研发费用/员工人数
客户维度(B ₂)	时间适应性(C ₅)	企业的客户需求的时间反应
	数量适应性(C ₆)	企业对客户要求数量反应
	客户流失率(C ₇)	流失客户/总的客户数
	连接度(C ₈)	伙伴企业数目
内部业务流程维度(B ₃)	信息流强度(C ₉)	与同行其它企业之间的互动及沟通等活动
	研发人员比重(C ₁₀)	研发人员数量/员工总数
	研发人员素质(C ₁₁)	企业研发能力的直观体现
	人均专利数(C ₁₂)	企业在研发方面的实力
	生产设备水平(C ₁₃)	生产设备的先进程度
	产品合格率(C ₁₄)	企业产品质量的反映
学习与成长维度(B ₄)	技术人员比例(C ₁₅)	技术工人数量/生产工人总数
	员工培训率(C ₁₆)	参加培训人数/员工总人数
	研发经费年增长率(C ₁₇)	企业创新能力的成长潜力
	产品创新率(C ₁₈)	新产品种类数/全部产品种类总数

2. 指标体系的说明

(1)财务维度指标。这方面的指标目的在于衡量企业技术创新能力水平的持续和提升。企业技术创新能力的高低以及企业是否取得持续的发展,并不仅仅取决于当前盈利水平,而是更多地取决于有没有足够的现金投入能力。

主营收入增长率反映了企业的盈利水平及发展趋势,计算公式见表 1。研发投入资金比例是指企业在一定时期内投入的研发费用占企业销售总额的比例。人均研发费用反映企业在技术创新、研究开发方面投入的强度。营销费用比例反映企业在市场研究及产品营销方面所做的努力,可作为衡量企业技术创新能力的一个间接指标。

(2)客户维度指标。客户是企业实现持续技术创新的源泉,只有更好地满足客户需要,才能开拓更大的市场,提升企业的技术创新能力。在网络环境下,企业的技术创新不仅受到企业自身的影响,而且会与相关企业、用户等进行信息的交流与沟通有关。本文分别从时间适应性、数量适应性、客户流失率、与其它企业的沟通程度方面来设计指标。

时间适应能力主要由客户要求的交货时间的变

化引起^[7]。反映了待评价企业对客户交货时间变化的应变能力及意外订单的适应能力。假设生产产品由 n 项工作组成,则时间适应能力的计算公式为:

$$\text{时间适应能力} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_{Ti} - E_{Ti})}{\text{总交货时间}} \quad (1)$$

其中, L_{Ti} 为完成工作 i 需要的最长时间; E_{Ti} 为完成工作 i 需要的最短时间。

数量适应能力由客户数量需求的不确定引起,反映了企业对顾客需求数量变化的适应能力,该指标可以采用能够由企业满足的需求占总需求的百分比来表示。设顾客的需求 D 服从概率分布,数量适应能力的计算公式可表示为:

$$\text{数量适应能力} = p \left[\frac{f_{\min} - \bar{D}}{\delta} \leq D \leq \frac{f_{\max} - \bar{D}}{\delta} \right] \quad (2)$$

其中, δ 是标准差。 f_{\min} 是企业获利的最小生产量, f_{\max} 是企业能够提供的最大生产量。

客户流失率反映出企业与客户的沟通与交流程度,以及顾客对企业产品及服务的满意程度。连接度和信息流强度是企业与其它企业的沟通及交流程度,是企业创新能力的外部决定因素。

(3)内部业务流程维度指标。企业的业务流程即内部经营管理过程,该指标反应了企业的管理水

平和核心竞争力。从技术创新的角度考虑,企业的内部业务流程主要包括研究开发流程,生产经营流程和销售服务流程。本文将销售服务流程纳入客户维度的指标体系中,所以本维度的指标设计只涉及研究开发流程和生产经营流程。内部业务流程维度指标由研发人员比重、研发人员素质、人均专利数、生产设备水平、产品合格率、技术工人比例 6 个指标构成。其中:研发人员的素质可以由研发人员的学历结构和职称结构反映,可用以下公式表示:

$$\text{研发人员素质} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \quad (3)$$

(3)式中, i 表示素质等级, r_i 表示第*i*级技术开发人员数, ω_i 表示第*i*级素质的人员所占的权重,素质越高,所占权重越大($0 \leq \omega_i \leq 1$)。人均专利数是指在一定时期内,企业所获得的专利总数与员工总数的比值。企业的生产设备水平也是衡量企业技术创新的重要指标之一,计算公式如下:

$$\text{生产设备水平} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \quad (4)$$

(4)式中, r_i 表示每个级别的设备数量,共有*n*个级别。 ω_i 表示*n*个级别设备所占的权重,同样有 $0 \leq \omega_i \leq 1$ 。

产品合格率直接反应了企业生产能力和质量水平,从而反应了企业的管理水平。可以用一定时期内企业生产的合格产品的数量占同期生产的产品总数的比值来衡量。计算公式为:

$$\text{产品合格率} = \sum_{i=1}^n p_i \times \text{第 } i \text{ 种产品的合格率} \quad (5)$$

P_i 是差异系数,代表不同产品的差异,反应了产品的相对价值, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ 。

技术人员比例是技术工人在员工中所占的比例,是技术工人数量与工人总数的比值,是评价企业生产能力的-一个重要指标。

(4)学习与成长维度指标。学习与成长是加强企业技术创新能力和创造未来价值的重要保证。员工是企业的内部客户,是企业一切经营活动的主体,是技术创新的支持资源。

其中研发经费年增长率是衡量企业技术创新能力的一个动态性的指标。可选取近几年中企业在研究开发经费投入上的平均增长率。可用公式(6)表示:

$$\text{研发经费年增长率} = \frac{\sum_{i=1}^n \omega_i / n}{n} \quad (6)$$

公式(6)中, ω_i 表示第*i*年的增长率,*n*表示年数。

二、基于 ANP 的企业技术创新能力评价方法

网络分析法 ANP (analytic network process, ANP) 是 Thomas^[8]在 AHP 的基础上提出的一种用于评价带反馈的多属性网络的理论和方法,与 AHP 相比,ANP 能够更准确地描述客观事物之间的关系,它充分考虑了不同层次的指标集之间以及指标集内部各指标间的具有关联或反馈的情形,比 AHP 法更贴近现实,更能够真实地反映和描述决策问题^[9-11]。由于上述构建的基于 BSC 的企业技术创新评价指标间不是独立的,而是相互间存在相互影响、相互作用的关系,因此选择 ANP 法对评价企业的技术创新能力更为合适。

1. ANP 的结构

ANP 总体上可分为控制层和网络层两部分,控制层包括待评价问题的总目标和决策的准则,其中所有的决策准则之间均被认为是彼此独立的,即相当于是一个 AHP 的递阶层次结构。网络层的各组成元素受到控制层支配,而且这些元素被认为是互相影响的,形成网络结构。ANP 的结构如图 1 所示。

2. ANP 评价的基本过程

首先,构造 ANP 结构。这是 ANP 评价问题的首要步骤,即将待评价的问题按照 ANP 的典型结构进行构造。分为控制层(control hierarchy)和网络层,其中网络层的构造过程较为复杂,需要分析每一个元素集的网络结构及元素间的相互关系。实际决策问题中面临的情况基本都是元素集间既有内部依存关系,同时又包含循环的 ANP 结构。

其次,构造超矩阵。ANP 的超矩阵反映了复杂问题内部各因素的依赖性和反馈性。设控制层的元素为 B_1, \dots, B_N ,网络层有元素组为 C_1, C_2, \dots, C_N ,每个元素组 C_i 包括 n_i 个元素,用 $e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in_i}$ 表示。然后以控制层元素 $B_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 为准则,以 C_k 中的元素 e_{ik} 为次准则,对元素组 C_i 中的元素 e_{in_i} 相对于 e_{ik} 的重要度进行比较分析,即构造 C_i 中元素的判断矩阵如下:

$$W_{ik} = \begin{bmatrix} W_{i11}^{(k_1)} & W_{i12}^{(k_2)} & \dots & W_{i1n_i}^{(k_{n_i})} \\ W_{i21}^{(k_1)} & W_{i22}^{(k_2)} & \dots & W_{i2n_i}^{(k_{n_i})} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{in_i1}^{(k_1)} & W_{in_i2}^{(k_2)} & \dots & W_{in_in_i}^{(k_{n_i})} \end{bmatrix}$$

如果 C_k 中元素不受 C_i 中元素的影响,则 $W_{ik} = 0$ 。同理把网络层元素中所有相互影响的排序向量组合起来即得到在控制元素 B_i 下的一个非负超矩阵 W 。这样的超矩阵共有 n 个。

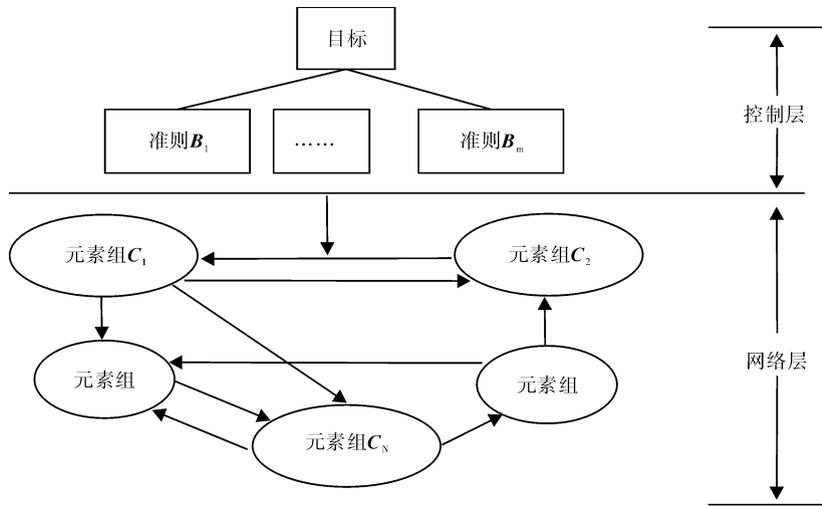


图 1 ANP 结构

$$C_1 = \{e_{11}, \dots, e_{1n}\} \quad C_2 = \{e_{21}, \dots, e_{2n}\} \dots \quad C_N = \{e_{N1}, \dots, e_{NN}\}$$

第三,构造加权超矩阵。通过上述过程得到的超矩阵中,每一个子块 W_{ik} 都是列归一化的,但整个超矩阵却不是列归一化的,因此有必要对其进行归一化。即使超矩阵中每一列元素的和均为 1。这样的超矩阵具有随机性,存在累加效应且有限。

最后,计算极限超矩阵 $\lim_{k \rightarrow \infty} W^k$,在对元素进行分析的过程中,为了准确反映出元素之间的相互关系,需要对加权超矩阵 W 进行处理,即计算极限值: $\lim_{k \rightarrow \infty} W^k$ 。如果此极限值如收敛而且唯一,则 W 的第 k 列就是准则层下网络层中各元素对于元素 k 的最终排序,即各个网络层元素相对于总目标的权重值。

三、基于 BSC 和 ANP 的企业技术创新能力评价模型及评价结果

1. 建立 BSC-ANP 评价模型

表 1 所示的企业技术创新能力评价指标体系中各个元素之间存在相互影响、相互作用的关系。即各级指标之间的关系形成了网络关系,而非递阶层次关系。因此,利用 ANP 理论对其进行评价更为适合,也更为科学。建立网络环境下企业技术创新能力评价的 BSC-ANP 网络模型,如图 2 所示。

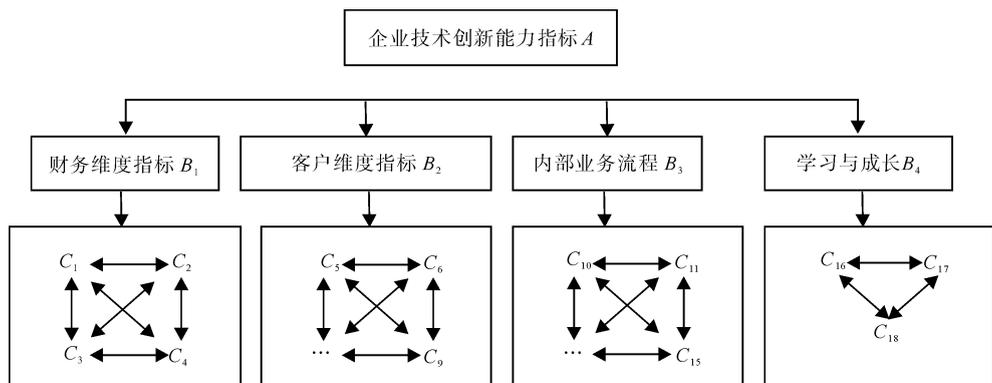


图 2 网络环境下企业技术创新能力评价的 BSC-ANP 模型

2. 指标权重的确定

(1)独立指标层的权重确定。对于内部独立的指标层权重的确定,可以如同 AHP 一样通过两两比较的方法得到指标的权重,本文的指标体系是基于 BSC 的,为体现其各个指标“平衡”的思想,可假设准则层的 4 个指标相对于目标的重要性相同,则对 4 个准则层指标赋予相同的权重,即: $B_1 = B_2 = B_3 = B_4 = 0.25$ 。

(2)内部关联元素的权重确定。对于内部相互依存的元素,为反映元素间相互影响的关系,在确定其权重时,除比较其相对于上层元素的重要程度外,还需在不同准则之间进行横向比较,比较横向指标

间的相对重要程度。例如财务维度指标(B_1)之下的 4 个指标:主营收入增长率(C_1)、营销费用比例(C_2)、研发投入资金比例(C_3)、人均研发费用(C_4)之间存在相互影响的关系。因此,需要比较这几个指标间的相对重要程度,如在主营收入增长率 C_1 下比较其余 3 个指标 C_2 、 C_3 、 C_4 的重要度,构造判断矩阵如表 2 所示。

同理可以确定其他指标间的相互影响关系。

3. 构造超矩阵并计算指标权重

通过表 2 所示计算出所有元素之间的权重后,把所有指标间的相互影响权重组成矩阵,得到如表 3 所示的超矩阵。

表 2 在研发投入资金比例 C_1 下的判断矩阵

主营收入增长率 C_1	营销费用比例 C_2	研发投入资金比例 C_3	人均研发费用 C_4	相对权重
营销费用比例 C_2	1	1/5	1/2	0.122
研发投入资金比例 C_3	5	1	3	0.648
人均研发费用 C_4	2	1/3	1	0.229

CR=0.005<0.1

表 3 超矩阵

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}
C_1	0.00	0.08	0.21	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_2	0.12	0.00	0.24	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_3	0.65	0.51	0.00	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_4	0.23	0.41	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.37	0.15	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.37	0.15	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.58	0.00	0.60	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.07	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.13	0.19	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C_{10}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.15	0.10	0.13	0.08	0.00	0.00	0.00
C_{11}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.27	0.15	0.22	0.15	0.00	0.00	0.00
C_{12}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.46	0.00	0.44	0.52	0.45	0.00	0.00	0.00
C_{13}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.07	0.08	0.00	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00
C_{14}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.31	0.45	0.27	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00
C_{15}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
C_{16}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.33
C_{17}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.67
C_{18}	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.80	0.00

运用 Matlab 求解,得到归一化后的权重为:

$$\omega_{B1} = (0.143, 0.165, 0.382, 0.310)$$

$$\omega_{B2} = (0.223, 0.223, 0.363, 0.057, 0.134)$$

$$\omega_{B3} = (0.116, 0.183, 0.324, 0.067, 0.265, 0.046)$$

$$\omega_{B4} = (0.214, 0.347, 0.438)$$

根据公式 $\bar{W} = a_{ij} W_{ij}, i = 1, \dots, N; j = 1, \dots,$

N 。将以上权重分别与准则层的权重相乘,即乘以 0.25),获得各个指标对总的评价目标的全局权重。 B_1, B_2, B_3, B_4 的权重,分别为(0.25, 0.25, 0.25, 0.25, 如表 4 所示:

表 4 各个二级指标对总目标的全局权重

ω_1	ω_2	ω_3	ω_4	ω_5	ω_6	ω_7	ω_8	ω_9	ω_{10}	ω_{11}	ω_{12}
0.036	0.041	0.096	0.078	0.056	0.056	0.090	0.014	0.034	0.029	0.046	0.081
ω_{13}	ω_{14}	ω_{15}	ω_{16}	ω_{17}	ω_{18}	ω_{13}					
0.017	0.067	0.012	0.054	0.087	0.110	0.017					

4. 指标的处理及评价结果

本文提出的网络环境下的企业技术创新能力指标体系中即有成本型指标,又有效益型指标。为方便计算,需要进行相应的指标无量纲化处理,其方法是将所有的指标值都转化成区间[0,1]中的数,然后就可以对不同量纲的指标进行统一运算。转换方法采用公式(7)和公式(8)。

$$r_j = \frac{\max y_j - y_j}{\max y_j - \min y_j} \quad (7)$$

$$r_j = \frac{y_j - \min y_j}{\max y_j - \min y_j} \quad (8)$$

公式(7)为成本型指标的转换,公式(8)为效益型指标的转换。若已知某企业的各项指标值如表 5 所示:

企业技术创新能力得分: $z = \sum_{i=1}^{15} \omega_i r_i$,式中 ω_i 表示第 i 个指标相对总目标的全局权重, r_i 表示第 i 个指标的无量纲化处理后的值,将表 5 中企业各项指标的原始数据按公式(7)、(8)进行无量纲化转换,得到 r_i 的值如表 6 所示:

表 5 某待评价企业的各指标的原始数据

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}
7.23%	8.8%	6.3%	498 元	82%	85%	5.6%	0.72	0.68	8.3%	0.76	3.6 件
C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{16}	C_{17}	C_{18}						
0.82	92%	36.5%	12.3%	5.6%	15.6%						

表 6 某待评价企业原始数据的无量纲化转换值

r_1	r_2	r_3	r_4	r_5	r_6	r_7	r_8	r_9	r_{10}	r_{11}	r_{12}
0.83	0.83	0.78	0.79	0.82	0.78	0.81	0.75	0.69	0.48	0.76	0.72
r_{13}	r_{14}	r_{15}	r_{16}	r_{17}	r_{18}						
0.82	0.74	0.65	0.68	0.80	0.78						

利用表 4 和表 6 代入公式 $z = \sum_{i=1}^{18} \omega_i r_i$,可计算得到: $z = \sum_{i=1}^{18} \omega_i r_i = 0.745$ 。

对计算结果进行归档和分类,若设 z 的值在(0.85~1)为优秀,(0.70~0.85)为良好,(0.55~0.70)为中等,0.55 以下被认为差,则该待评价企业的技术创新能力综合评价得分为 $Z = 0.745$,介于(0.70~0.85)之间,故可认为该企业的技术创新能力良好。

四、结 语

网络环境下的企业技术创新呈现出更为开放的特性,本文应用 BSC 的思想和原则,构建了网络环境下企业技术创新能力评价的新的指标体系,该指

标体系充分考虑了网络环境下企业技术创新的特点,将其纳入指标体系中。并且遵循指标体系构建的客观性原则和可操作性原则,使得指标体系中因素易于获取和量化,避免了传统指标体系中存在较多难以量化和模糊的指标。基于 BSC-ANP 的企业技术创新能力评价模型不仅充分考虑了网络环境的特点,而且较好的解决了指标体系之间相互影响的情况,一定程度上提高了评价的准确性,具有较高的实用性和推广价值。

参 考 文 献

[1] 王青云,饶扬德.企业技术创新绩效的层次灰色综合评判模型[J].数量经济技术经济研究,2004(5):55-62.

- [2] 陈劲,陈钰芬.企业技术创新绩效评价指标体系研究[J].科学与科学技术管理,2006(3):86-91.
- [3] 毕克新,孙金花,张铁柱.基于模糊积分的区域中小企业技术创新测度与评价[J].系统工程理论与实践,2005(2):57-61.
- [4] 郑春东,和金生,陈通.企业技术创新能力评价研究[J].中国软科学,1999(10):108-110.
- [5] EVANGELISTA R. Measuring innovation in European industry[J]. International Journal of the Economics and Business, 1998(5):311-332.
- [6] ROBERT S K, DAVID P N. 平衡计分卡在中国的战略实践[M]. 北京:新华出版社,2004:131-21.
- [7] 曹萍,陈福集.基于 ANP 理论的企业技术创新能力评价模型[J]. 科学学与科学技术管理,2010(2):67-71.
- [8] THOMAS L S. The analytic network process:decision making with dependence and feedback[M]. Pittsburgh:RWS Publications,2001(6):84-136.
- [9] LEE J W, KIM S H. Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection[J]. Comput Oper Res,2000(27):367-382.
- [10] SAATY T L. Decision making the analytic hierarchy and network processes(AHP/ANP) [J]. Journal of Systems Science and Systems Engineering,2004(1):25-35.
- [11] 王莲芬.网络分析法(ANP)的理论与算法[J].系统工程理论与实践,2001(3):45-49.

Evaluation on Technological Innovation Capability of Enterprises Based on BSC-ANP Theory in Network Environment

CAO Ping, CHEN Fu-ji

(School of Public Administration, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian, 350108)

Abstract Under network environment, Technological Innovation Capability (TIC) of enterprises is influenced not only by enterprises themselves, but also by relevant ability to exchange information and communication with outside world. According to the new characteristics of enterprises TIC under network environment, the Balanced Score Card (BSC) method is introduced to analyze and evaluate the enterprise TIC, and a new enterprise evaluation index system of technological innovation is built, which conduces to acquisition and quantification of factors in the index system. Furthermore, the application of analytic network process (ANP) method works out the complex relationship between the evaluation index correlations. The model of enterprise technological innovation based on BSC-ANP method improves the accuracy of evaluation.

Key words technological innovation; evaluation; balanced score card; analytic network process

(责任编辑:陈万红)