

基于投入产出能力的综合指数技术创新绩效评价研究 ——以攀枝花钢铁集团为例

夏朴荣, 支剑峰, 和炳全

(昆明理工大学 管理与经济学院, 云南 昆明 650093)

摘要: 技术创新绩效评价是企业技术创新决策的前提, 在正确把握技术创新发展方向的前提下, 企业的技术创新工作才能沿着正确方向开展。本文首先研究技术创新绩效评价体系的构建, 然后结合攀钢实际情况进行实证分析, 最后利用层次分析法和综合指数法科学地评价攀钢的技术创新绩效。

关键词: 技术创新; 绩效评价; 层次分析法; 攀枝花钢铁集团

中图分类号: C931 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2007)05-0109-05

A Study of Comprehensive Index Performance Evaluation of Technology Innovation Based on Input-Output Ability

XIA Pu-rong, ZHI Jian-feng, HE Bing-quan

(Faculty of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract The performance evaluation of technology innovation is the precondition of the company decision-making. On the basis of efficient development of technology innovation, the technology innovation of the enterprises can be developed in a correct way. Firstly, a study is made on the system of performance evaluation of technology innovation. And then, it uses AHP (analytic hierarchy process) and comprehensive index method to estimate the performance of Panzhuo Iron and Steel (Group) Co.

Key words technology innovation; performance evaluation; AHP; Panzhuo Iron and Steel Group

0 引言

企业技术创新是企业竞争优势的根本支撑或决定因素, 对企业技术创新绩效进行系统分析和综合评价, 对于企业科学的认识自身的技术创新状态, 采取有效的技术创新战略, 保持和提高竞争优势, 获得最佳经济效益和社会效益具有特别重要的理论意义和现实意义。企业技术创新绩效评价也是一项对企业技术创新行为进行管理的制度, 这种制度在发达国家已有一定的实践, 在我国一些学者和部分企业也作了有益的探索^[1-5]。

目前国内外在评价企业技术创新绩效时, 主要采用灰色系统理论、模糊数学、DEA 模型以及层次分析法等方法。例如 2002 年胡恩华和单红梅^[6]运用综合模糊评价法来评价企业的技术创新绩效; 吴亚桃^[7] 2006 年提出利用灰色系统理论来研究企业技术创新绩效; 2005 年谯燕、刘满凤^[8]运用 DEA 分析方法来评价企业的技术创新绩效。以上方法有各自的优缺点, 但是对于企业而言都比较复杂, 因而本文在运用投入产出法的基础上, 综合运用层次分析法和综合指数法来评价企业的技术创新绩效, 以求得一种科学合理的简便方法。

1 影响企业技术创新绩效的因素

技术创新绩效受多种因素的影响, 但直接决定因素是创新投入和创新产出, 因此其他因素都可归结于

收稿日期: 2007-04-02

第一作者简介: 夏朴荣 (1976-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向: E-mail: hbq9966@sina.com

创新投入因素和创新产出因素.

1. 1 影响技术创新投入的因素

技术创新的投入是指在创新活动的整个过程中所投入的所有要素,包括资金、人员、物资、设备、信息和技术等.技术创新投入区别于其他要素投入的显著特点是其边际收益递增.从总体上看,我国企业目前在创新投入上普遍不足,制约了创新绩效的提高.

首先从资金投入,我国企业技术创新的资金多来源于企业内部积累,风险投资体制不健全,技术创新资金缺乏.

其次,从研发人员数量.我国许多企业大部分工程技术人员都忙于日常生产性技术工作或传统学科的研究,而真正参加高技术开发和应用学科研究的人员极少.

第三,从技术投入;技术创新是指把技术这种要素引入生产体系,实现技术要素和其他要素的新组合,使得技术发明得到商业应用,其核心在于技术要素和其他要素的重组,直接关系的不是技术的获取,而是技术的应用.

第四,从企业生产设备的技术水平,我国企业在创新活动中多倾向于购买成套设备,而科研机构在提供技术的同时,不能提供企业创新所需的配套设备.另外,企业生产设备老化、落后现象严重,据一项对 2001 家企业技术创新活动的调查结果,即使是生产设备稍好的福建省的企业,仍有 1/3 以上的生产设备属 20 世纪 70 年代及以前的水平.我国大部分企业由于基础薄弱,再加上技术创新风险较大,设备更新、技术改造频率也显得相对滞后,技术开发费和折旧提取比例都在一个很低的水平,甚至一部分企业根本就不提取,也就难以涉及技术开发和创新,创新效率相对较低也就不足为怪了.

第五,进行技术创新的信息不完善.据调查,企业技术创新的信息来源中企业内部研发部门占 42%,用户企业占 30.4%,同行业其他企业占 2.9%,三者共占 75.3%,而直接来自大学与科研机构的信息仅占 2.9%,另外,11.6%的信息来源于文献资料、展览会、国外考察,7.2%来自政府部门,2.9%来源于专利与技术市场.这说明企业技术创新的信息来源主要来自企业内部和产业界,而不是来自科学界.在企业的技术创新中,被寄予厚望的产学研合作创新仅占 26.9%,其中与科研机构合作的仅占 20.2%,与高校合作的仅占 4.3%,企业间合作仅占 2.9%.信息流通渠道不畅,信息不对称性便加强,信息交易的风险性也随之加大且成本高昂.

1. 2 影响技术创新产出的因素

这里所说的技术创新产出是创新产品所实现的商业回报(或盈利).创新的产出水平主要受创新产品影响.创新产品按其有无实物形态可分为有形产品(如产品、工艺等)和无形产品(如专利、商誉、非专利技术).有形产品对创新产出的影响取决于其符合市场需要的程度、产品附加值的大小、技术创新的扩散速度和企业的营销策略;无形产出取决于科技成果的转化效率.而我国企业在创新产品的选择上缺乏科学评价,更没有庞大的市场调研机构与用户沟通,所生产的产品不仅附加值低,也常常与市场脱节,致使创新失败.另外,由于付不起开拓市场的巨额宣传费用而致使创新失败的企业也不少.企业自主开发能力是基于长期的技术积累和学习而形成的,它是企业核心能力构成的关键所在,从根本上体现了企业技术能力的强弱.

2 构建企业技术创新绩效的评价指标体系

根据企业技术创新活动的一般规律和特征,考虑到企业技术创新活动的重要方面和关键环节,力图从企业整体的角度对企业技术创新的绩效进行评价.从这一立足点出发,在高标准定位理论模型中,我们可以进一步对各类要素进行细化,设计详细的指标体系,使企业更容易评价和衡量自身的技术创新系统的完整性和有效性,使高标准定位活动能够更加系统地进行.通过设计详细的要素指标体系,找出在技术创新的核心过程和周边系统的管理上与行业中领先企业的差距,从而改进技术创新管理,提高技术创新绩效.

企业技术创新绩效评价指标体系,是一套能够充分揭示企业发展过程中内在规律,具有一定的内在联系,相互补充,能确保企业实现长远发展目标的指标群体.在这个指标群体中,设置哪些指标,如何设置,既

关系到评价结果的科学性、准确性和实用性, 更关系到企业发展方向的调整, 影响企业技术创新的进程. 因此, 设计系统的评价指标体系, 是正确评价企业技术创新绩效的前提与基础.

2.1 创新投入能力指标

技术创新投入能力分经费投入和人力投入, 可以分别从总量、结构和强度这 3 个方面来反映. 本文通过对实例的研究选取了以下指标作为创新投入能力指标:

Z_1 : 当年科技活动人员全时当量 (人/年);

Z_2 : 科技活动人员素质—数量强度: 科技活动人员素质—数量/企业职工人数 $\times 100\%$;

Z_3 : 科技活动经费占产品销售收入比重;

Z_4 : 研究和开发 (R&D) 活动经费投入占产品销售收入比重;

其中:

$$\text{科技活动人员素质—数量} = \sum_{i=1}^n W_i R_i$$

i 为人员素质等级. 人员素质等级分为 3 级, 第一级为初级研究开发人员; 第二级为中级研究开发人员; 第三级为高级研究开发人员, 包括高级职称技术人员以及专家、博士等. R_i 为第 i 级研究开发人员数; W_i 为第 i 级素质权重, 与 R_i 相对应分别为 1, 2, 3.

2.2 创新产出能力指标

技术创新的产出显示各行业技术创新投入要素组合的效果如何, 因此该指标是评价企业技术创新能力最直接、最重要的指标. 创新产出能力评价是对技术创新最终效果的评价, 实际上反映的是效益实现和技术进步.

科学技术最直接的产出是科技论文和专利, 但是, 技术创新活动的最终目的是实现商业化应用和新产品的市场成功, 为了反映这方面的成果, 通过对实例的研究选取了以下指标作为创新产出能力指标:

Z_5 : 当年完成新产品新技术项目数;

Z_6 : 当年授权发明专利数;

Z_7 : 产品销售收入利润率;

Z_8 : 当年自有品牌产品与技术出口创汇额占产品销售收入的比重;

Z_9 : 新产品销售收入占产品总销售收入的比重.

3 应用综合指数法与层次分析法计算评价价值

3.1 综合指数法

综合指数法的计算公式: $P_i = X_i / x_i$

式中: P_i 为第 i 项指标评价值; X_i 为第 i 项指标实际值; x_i 为第 i 项指标基准值 (本文案例取平均值).

总评价值: $P = \sum P_i S_i$, ($i = 1, 2, \dots, n$)

式中: P_i 为第 i 项指标评价值; S_i 为第 i 项指标权重, S_i 将使用层次分析法来获得. 通过综合指数法, 能够定量计算出技术创新绩效的评价值. 利用该评价值我们可以进行历年来技术创新绩效的横向比较, 也可以进行同行业不同企业之间的纵向比较. 综合指数法的优点在于计算比较简便, 应用的地方比较广泛.

3.2 利用层次分析法确定评价指标的权重 (S_i)

层次分析法 (AHP) 是将决策总是有关的元素分解成目标、准则、方案等层次, 在此基础之上进行定性和定量分析的决策方法. 该方法是美国运筹学家匹茨堡大学教授萨蒂于 20 世纪 70 年代初, 在为美国国防部研究“根据各个工业部门对国家福利的贡献大小而进行电力分配”课题时, 应用网络系统理论和多目标综合评价方法, 提出的一种层次权重决策分析方法. 这种方法的特点是在对复杂的决策问题的本质、影响因素及其内在关系等进行深入分析的基础上, 利用较少的定量信息使决策的思维过程数学化, 从而为多目标、多准则或无结构特性的复杂决策问题提供简便的决策方法.

在评价指标体系中, 各指标的重要程度是不同的, 即有各自不同的权重. 利用层次分析法 (AHP) 确定

各指标的相对权重. AHP 的基本原理: 建立指标的递阶层次结构; 用两两比较的方法构造判断矩阵, 并利用 1-9 比例尺度堆重要性程度赋值, 基本上大致分成 5 个档次进行评分, 即很重要、重要、较重要、一般、不重要, 每档次对应指标评价值为 9, 7, 5, 3, 1. 经过计算, 求得判断矩阵的最大特征根 λ_{max} 和特征向量 (即权重向量), 经过一致性检验, 得到计算结果.

$$C. I = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad C. R = C. I / R. I$$

其中: n 为指标个数, $R. I$ 可查表求得.

当 $C. R < 0.1$ 时, 说明一致性较好; 当 $C. R < 0.01$ 时, 说明一致性相当满意. 否则可对判断矩阵中的元素作适当调整, 重新计算, 使其结果通过满意的一致性检验.

4 案例分析

下面, 我们利用综合指数法和层次分析法计算攀枝花钢铁集团从 1996 年到 2005 年这 10 年的技术创新绩效. 表 1 是攀枝花钢铁集团近 10 年来技术创新的投入产出相关数据此前用 AHP 法计算出各个评价指标的权重 (S_i), 分别为: 0.091, 0.117, 0.108, 0.107, 0.124, 0.124, 0.094, 0.108, 0.126

表 1 攀枝花钢铁集团技术创新投入产出相关数据

Tab 1 Input- and- output data of technology innovation performance of PANZH HUA IRON & STEEL GROUP

年 份	投入指标				产出指标				
	Z_1 千人/年	Z_2 数量强度 %/	Z_3 科技活动 经费 %/	Z_4 研发经费 %/	Z_5 项	Z_6 项	Z_7 利润率 %/	Z_8 自有品牌 销售收入 %/	Z_9 新产品销 售收入 %/
1996	5.68	8.58	1.15	0.34	56	3	0.02	9.46	8.30
1997	5.01	8.38	1.35	0.41	95	6	0.03	10.63	9.20
1998	4.92	8.20	1.55	0.47	161	4	0.07	11.61	10.32
1999	4.81	8.28	2.30	0.53	81	3	0.08	10.60	9.54
2000	4.66	7.21	2.35	0.62	125	3	3.61	10.86	13.50
2001	6.24	12.80	2.53	0.76	158	19	4.06	5.92	14.50
2002	7.24	13.28	2.95	0.87	117	14	4.09	7.39	13.40
2003	7.47	16.39	3.13	0.94	317	24	2.94	8.71	12.43
2004	7.88	14.93	3.03	0.91	156	15	4.56	7.49	14.34
2005	8.24	17.55	2.99	0.89	171	29	3.92	8.53	19.28
均值 (x_i)	6.13	11.56	2.33	0.67	143.7	12	2.34	9.12	12.48

根据综合指数法计算得到的各年技术创新绩效评价如表 2 所示 (指标评价价值 $P_i = X_i / x_i$, 总评价价值 $P = \sum P_i S_i$):

表 2 攀枝花钢铁集团各年技术创新绩效评价

Tab 2 Values of technology innovation performance of PANZH HUA IRON & STEEL GROUP

年份	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	总评价价值 / P
1996	0.9266	0.7422	0.4936	0.5075	0.3897	0.2500	0.0085	1.0373	0.6651	0.5547
1997	0.8173	0.7249	0.5794	0.6119	0.6611	0.5000	0.0128	1.1656	0.7372	0.6512
1998	0.8026	0.7093	0.6652	0.7015	1.1204	0.3333	0.0299	1.2730	0.8269	0.7277
1999	0.7847	0.7163	0.9871	0.7910	0.5637	0.2500	0.0342	1.1623	0.7644	0.6742
2000	0.7602	0.6237	1.0086	0.9254	0.8699	0.2500	1.5427	1.1908	1.0817	0.8989
2001	1.0179	1.1073	1.0858	1.1343	1.0995	1.5833	1.7350	0.6491	1.1619	1.1731
2002	1.1811	1.1488	1.2661	1.2985	0.8142	1.1667	1.7479	0.8103	1.0737	1.1503
2003	1.2186	1.4178	1.3433	1.4030	2.2060	2.0000	1.2564	0.9550	0.9960	1.4403
2004	1.2855	1.2915	1.3004	1.3582	1.0856	1.2500	1.9487	0.8213	1.1490	1.2601
2005	1.3442	1.5182	1.2833	1.3284	1.1900	2.4167	1.6752	0.9353	1.5449	1.4810
S_i	0.091	0.117	0.108	0.107	0.124	0.124	0.094	0.108	0.126	

($i=1, \dots, 9$)

根据表 2 的数据我们绘制出攀枝花钢铁集团技术创新绩效曲线, 如图 1 所示:

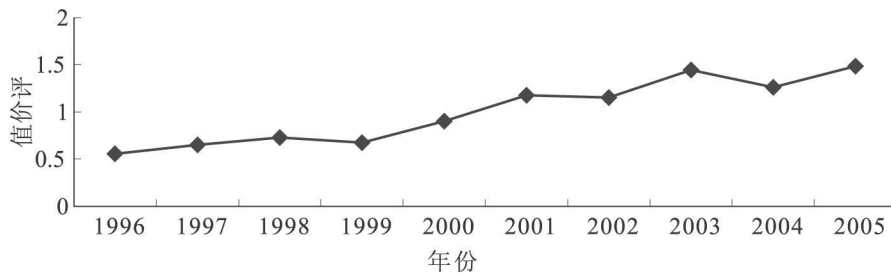


图1 攀枝花钢铁集团1996-2005年技术创新绩效曲线

Fig.1 Technology innovation performance of PANZHIHUA IRON & STEEL GROUP from 1996 - 2005

图 1 显示, 攀枝花钢铁集团近 10 年来技术创新对于企业的贡献是越来越大, 虽然在 1999 年、2002 年和 2004 年, 其绩效出现下降情况, 但是总体的趋势是向上的. 具体来看 1998 年到 2000 年这 3 年的情况, 在技术创新投入方面, 1998 年的当年科技活动人员全时当量是这 3 年中最高的; 科技活动人员素质——数量强度上 1999 年最高, 而 1998 年次之; 1999 年和 2000 年攀钢科技活动经费占产品销售收入比重基本相同而大大高于 1998 年, 研究和开发 (R&D) 经费投入占产品销售收入比重上则呈现出逐年上升的趋势. 可见, 总体而言攀钢的技术创新投入是在增加的.

而从技术创新产出方面, 1998 年完成新产品新技术项目数最多, 而 1999 年则比较低, 2000 年比 1998 年稍少; 当年授权发明专利数上, 1998 年为 4 项, 1999 和 2000 年均为 3 项; 1998 年当年自有品牌产品与技术出口创汇额占产品销售收入的比重最高, 达到 11.61%, 1999 和 2000 年基本相当; 新产品销售收入占产品总销售收入的比重上 2000 年最高达到了 13.50%, 而 1999 年最低为 9.54%. 在技术创新的产出中, 1999 年的指数大部分都低于 1998 年, 因而从 1998 年的评价价值比 1999 年高, 而 2000 年产品销售收入利润率和新产品销售收入占产品总销售收入的比重两项指标都大大高于 1998 年, 从表上反映出来 2000 年的评价价值比 1998 年高. 造成 1999 年评价价值低的原因可能在于, 1998 年企业作了较大的技术创新投入, 但是其所带来的效果还需要一定的时间才能表现出来, 所以 1999 年评价价值反而比 1998 年要低, 到 2000、2001 年这个效益就明显表现出来.

参考文献:

- [1] 傅家骥. 技术创新学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003 341-362
- [2] 张桂喜, 马立平. 预测与决策概论 [M]. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2006 206
- [3] 许皓, 严鸿和. 国企技术创新绩效不佳的分析与对策 [J]. 经济问题探求, 2000(10): 74-77
- [4] 韩新严, 吴添祖. 影响我国企业技术创新总体绩效水平的因素和对策 [J]. 科学学与科学技术管理, 2003(3): 19-23
- [5] 马宁, 官建成. 影响我国工业企业技术创新绩效的关键因素 [J]. 科学学与科学技术管理, 2000(3): 16-20
- [6] 胡恩华, 单红梅. 企业技术创新绩效的综合模糊评价及其应用 [J]. 科学学与科学技术管理, 2002(5): 13-15
- [7] 吴亚桃. 基于灰色系统理论的企业技术创新绩效评价 [J]. 价值工程, 2006(4): 36-38
- [8] 谌燕, 刘满凤. 企业技术创新绩效评价的 DEA 分析 [J]. 科技和产业, 2005(3): 1-4