

知识密集型企业技术创新能力评价实证研究

孙细明¹, 赵敏¹, 陈京松²

(1. 武汉工程大学管理学院, 湖北 武汉 430205; 2. 华中科技大学管理学院, 湖北 武汉 430074)

摘要:运用模糊综合评价方法,从创新资源投入、人员结构、创新产出3个方面,用16个指标对某电力设计院的技术创新能力进行评价,并对评价结果进行分析。最后在综合评价的基础上,提出提高企业技术创新能力的对策。

关键词:某电力设计院;指标体系;综合评价

中图分类号:O193

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2010.02.001

0 引言

在市场经济条件下,知识密集型企业参与国内、国际间的市场竞争,技术创新日益成为其成功因素中的重要内容之一。但由于目前我国知识密集型企业技术创新的内在动力不足,企业负担沉重,创新投入不足,企业技术创新不能与产业变化相适应等问题的存在,使企业的技术创新难以得到有效地开展。与其他国家相比,我国知识密集型企业的技术与生产率均处于较低的水平上,这已严重影响了我国知识密集型企业的发展后劲。对知识密集型企业进行技术创新能力评价,不仅有利于国家从宏观上把握企业技术创新状态,而且从微观上为知识密集型企业提供决策依据,有利于知识密集型企业改善生产经营管理,提高生产效率,制定竞争战略,推动技术进步,从而增强自身创新能力,提高技术创新效率^[1]。

1 某电力设计院经营及技术创新现状

某电力设计院属于知识密集型企业,技术力量雄厚、专业门类齐全、工程设备先进。现有职工1065人,其中教授级高工50人及高工335人,工程师350人,各种注册师115人,获工程总承包项目经理证书29人。具有全国最高等级的电力行业工程设计、勘察综合、工程咨询、造价咨询、工程总承包、工程监理、环境影响评价、建筑工程设计、消防专项工程设计、智能建筑系统工程设计、编制开发建设项目水土保持方案、地质灾害防治工程等资格,具有对外经济合作经营资格证书和进出口企业资格证书,于同行中遥遥领先。

2 某电力设计院创新能力的评价指标及模型

2.1 评价指标设计

知识密集型企业技术创新能力是企业综合素质的反映,它直接决定着企业创新动机的产生和创新活动的成功率。影响知识密集型企业技术创新能力的因素是多方面的,既有定性的作用因素,又有定量的指标反映,经综合分析研究,确定知识密集型企业技术创新能力指标体系,具体见表1^[2]。

表1 知识密集型企业技术创新能力
指标体系权重及专家评分表

一级指标	二级指标	权重	评分
技 术 创 新 能 力 B	年科研人数 B ₁₁	0.25	4 4 1 1 0
	年科研资金投入 B ₁₂	0.28	3 3 4 0 0
	科技投入 0.33B ₁	0.18	2 5 1 2 0
	企业消化吸收经费与技术引进经费比例 B ₁₃	0.29	2 3 4 1 0
	年科研活动经费支出总额 B ₁₄	0.20	9 1 0 0 0
	大学以上学历比重 B ₂₁	0.17	8 2 0 0 0
	平均受教育年限 B ₂₂	0.18	5 3 2 0 0
	人员结构 0.32B ₂	0.22	7 3 0 0 0
	专业技术人员数比重 B ₂₄	0.23	3 4 2 1 0
	就业人员专利申请量 B ₂₅	0.10	2 3 3 2 0
	R&D活动人员科技论文数 B ₃₁	0.13	1 2 3 3 1
	就业人员发明科技论文数 B ₃₂	0.12	1 2 2 4 1
	技术成果成交额 B ₃₃	0.18	4 5 1 0 0
	科技产出 0.35B ₃	0.20	3 4 3 0 0
	高技术产业增加值占产业增加值比重 B ₃₄	0.08	5 4 1 0 0
	高技术产品出口额占商品出口额比重 B ₃₅	0.19	3 5 2 0 0
	就业人员劳动生产率 B ₃₆		
	新产品销售收入占产品销售收入比重 B ₃₇		

从表 1 可以看出,构成知识密集型企业技术创新能力指标体系包括 3 个层次:第 1 层为总指标层,反映知识密集型企业总体技术创新能力水平;第 2 层为指标组层,包括创新资源投入、人员结构和创新产出 3 个方面;第 3 层为具体指标层,包括年科研人员数,年科研资金投入等 16 个具体指标,各指标的组成及含义如下。

2.1.1 创新资源投入

知识密集型企业只有不断产生新技术,才能有不断的“新能源”产生,并提供经济发展的原动力,所以必要的科技投入是不可少的。因此,用年平均科研人员数、年科研资金投入、企业消化吸收经费与技术引进经费比例和年科技活动经费支出总额这 4 个三级指标来考察知识密集型企业的科技投入情况。(1)年科研人员数。此指标指在一年内企业从事科研的技术人员的平均数量,由于科技人员的流动,因此使用平均的技术人员数量。如果该指标比较高,说明科技活动在人员方面的投入较高。但该指标是一个适度性指标,说明技术人员并不是越多效果就越好。(2)年科研资金投入。衡量知识密集型企业在一年的科研经费投入状况,也是一个适度指标。(3)企业消化吸收经费与技术引进经费比例。此指标反映企业蕴含的创新意识和创新能力。(4)年科技活动经费支出总额。此指标反映知识密集型企业在一年的科研经费投入状况,并且该指标是一个适度指标,既能保证科技活动的足够财力支持,又可以避免资金的浪费。这需要和下面要表述的科技产业中的指标相对照,就能比较直观地观测到经费的支出是否合理。

2.1.2 人员结构

知识密集型企业是一个智能产业,因此知识密集型企业合理的人员结构是必要的。我们从大学以上学历比重、平均受教育年限、从业人员平均年限、专业技术人员数比重以及就业人员专利申请量这 5 个三级指标来考察知识密集型企业的科技投入情况。(1)大学以上学历比重。此指标指企业在职人员具有研究生或者研究生以上学历的人数占所有在职人员的比例。此指标反映出企业文化根基的深度和人才储备的丰裕度——有利于未来的发展。一般来说,知识积累的水平 and 学历呈正比例。(2)平均受教育年限。此指标指企业的在职人员平均所受的教育时间的长度。一般来讲,知识积累的水平 and 受教育的时间也是呈正比例的。(3)从业人员平均年限。此指标指企业的在职人员已经工作的时间即工作经验的长度,反

映从业人员的工作熟练度。总的来讲,行业特有的必备知识(包含产业文化和行业常识)在工作中的应用水平通常与从业的时间是呈正比例的。(4)专业技术人员数比重。此指标反映在企业的就业人员中专业技术开发人员所占的比率,反映企业前沿科技活动的投入情况。(5)就业人员专利申请量。此指标反映企业前沿科技活动投入的预期回报率情况。

2.1.3 创新产出

技术创新产出也是知识密集型企业经济实力的重要体现。R&D 活动人员科技论文数、就业人员发明专利授权量、技术成果成交额、高技术产业增加值占产业增加值比重、高技术产品出口额占商品出口额比重、就业人员劳动生产率、新产品销售收入占产品销售收入比重,这 7 个指标大体体现了知识密集型企业的科技竞争力。(1)R&D 活动人员科技论文数。反映了知识密集型企业理论研究方面的成果。(2)就业人员发明专利授权量。反映了知识密集型企业理论实践方面的成果。(3)技术成果成交额。反映了知识密集型企业理论研究转化为实际生产力的成果。(4)高技术产业增加值占产业增加值比重。反映了知识密集型企业核心竞争力的发展状况。(5)高技术产品出口额占商品出口额比重。反映了知识密集型企业的经济规模和规模经济。(6)就业人员劳动生产率。既反映了知识密集型企业平均水平下每单位人员创造的经济增加值,又反映了知识密集型企业的人均支付效用的大小。(7)新产品销售收入占产品销售收入比重。此指标反映知识密集型企业创造的新产品的新技术的经济价值的大小。

一般来讲,上述各种指标数值越大,也就表示知识密集型企业的科技产出越大,企业的经济质量越高。上述指标均为正指标。

2.2 评价模型建立

根据知识密集型企业技术创新指标体系,结合知识密集型企业技术创新能力评价的总体思路,选择采用模糊综合评价方法来构建知识密集型企业技术创新能力评价模型。

知识密集型企业技术创新能力评价指标权重的确定取决于评估对象领域中专家的知识与经验,主要由专家作出主观判断,取各个专家赋权的平均数而得。在实际处理中,一般将权数最高和最低的值扣除后,取其余权数平均值得到,然后进行两两比较,得到评价指标相对重要性,即不同影响因素评价矩阵。在此基础上,笔者根据美国学者 Saaty 的层次分析法,建立影响因素及其评价指

标权重集 W_i , 具体见表 1^[3]。

3 某电力设计院技术创新能力评价

在评价过程中, 利用模糊综合评价模型进行综合评价。由该电力设计院不同部门、不同层次管理人员组成一个 10 人评价小组, 根据电力设计院的具体情况和相关资料, 结合各项评价指标, 对应于评语集 $V = \{\text{很强, 较强, 一般, 较差, 很差}\}$ 进行判断。评语加权系数矩阵为 $V = \{9, 7, 5, 3, 1\}$ 。判断结果见表 1 所示(右半部分)^[4]。

3.1 评价矩阵

列出各子因素的评价矩阵。

$$R_{B1} = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_{B2} = \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_{B3} = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3.2 综合评判集

根据表 3 给出的指标的权重和子因素的评价矩阵计算子因素的综合评判集, 由 $B = WR$ 计算子因素层的综合评判集。

$$B_{B1} = (0.25, 0.28, 0.18, 0.29)$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.4 & 0.4 & 0.1 & 0.1 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.4 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0.5 & 0.1 & 0.2 & 0 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.278, 0.361, 0.271, 0.09, 0)$$

$$B_{B2} = (0.2, 0.17, 0.18, 0.22, 0.23)$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.9 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.3 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.7 & 0.3 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.2 & 0.1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.629, 0.266, 0.082, 0.023, 0)$$

$$B_{B3} = (0.1, 0.13, 0.12, 0.18, 0.2, 0.08, 0.19)$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.2 & 0 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 0.2 & 0.2 & 0.4 & 0.1 \\ 0.4 & 0.5 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.4 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.5 & 0.2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$= (0.274, 0.377, 0.217, 0.107, 0.025)$$

3.3 模糊判断矩阵

以子因素的综合评判集建立因素层的模糊判断矩阵, 再根据子因素的综合评判集计算出该电力设计院的技术创新能力综合评判集。

$$B_U = (0.33, 0.32, 0.35)$$

$$\times \begin{bmatrix} 0.278 & 0.361 & 0.271 & 0.09 & 0 \\ 0.629 & 0.266 & 0.082 & 0.023 & 0 \\ 0.274 & 0.377 & 0.217 & 0.107 & 0.025 \end{bmatrix}$$

$$= (0.38892, 0.3362, 0.19162, 0.07451, 0.00875)$$

3.4 综合评价特征值

根据 $S = B_U V$, 计算出电力设计院核心竞争力的综合评价特征值。

$$S = (0.38892, 0.3362, 0.19162, 0.07451, 0.00875) \times (9, 7, 5, 3, 1)^T$$

$$= 7.04 \text{ 分}$$

由上述计算可知, 该电力设计院技术创新能力隶属于“很强”的隶属度为 38.892%, 隶属于“较强”的隶属度为 33.62%, 隶属于“一般”的隶属度为 19.162%, 隶属于“较差”的隶属度为 7.451%, 隶属于“很差”的隶属度为 0.875%^[5]。综合得分为 7.04 分, 介于 7 和 9 之间, 即技术创新能力在很强与较强之间。具体结论是: 根据最大隶属度原则, 可以认为该电力设计院具有较强的技术创新能力。

4 某电力设计院技术创新能力评价分析结果及对策

4.1 技术创新能力评价结果

根据公式 $S = BV$ 进行该电力设计院的创新资源投入、人员结构、创新产出的评价判断, 计算结果如下:

$$\text{创新资源投入得分: } S_{B1m} = B_{B1} V = 6.654 \text{ 分}$$

$$\text{人员结构得分: } S_{B2m} = B_{B2} V = 8.002 \text{ 分}$$

$$\text{创新产出得分: } S_{B3m} = B_{B3} V = 6.536 \text{ 分}$$

从计算结果可知, 在该电力设计院的技术创新能力系统中, 其人员结构最强, 其次是创新资源投入, 创新产出最差。根据此计算结果, 我们认为该电力设计院目前技术创新的能力还是较强的,

特别是科研人员的能力较强,但创新资源的投入还有待加强,特别是要采用各种手段保证创新的产出。

4.2 对策

根据对该电力设计院的综合评价分析,对加强其技术创新能力提出以下对策。

4.2.1 加强制度创新,完善激励机制

技术创新的关键是建立有效的激励机制,使创新利益的分配有利于为技术创新做出贡献的人,把科研人员付出与经济效益挂钩,最大限度地激发科技人员进行技术创新^[6]。

4.2.2 以市场为导向,采取科学的技术创新战略规划

技术创新的路径可以分为技术导向和市场导向两种类型,前者强调技术创新的领先性,后者则围绕市场的需求,强调技术创新的适应性。市场导向的创新策略,可以使产品或改进产品迅速被市场接受,从而以较少的支出和转低的风险获得持续的发展^[7]。

4.2.3 加大技术创新的投入力度

企业需要建立全方位、多元化的投入机制。技术创新是一种高成本的经济活动^[8]。要增强企业自我投资机能,企业至少要保证从销售收入中提取 1.5%~2% 以上部分作为创新经费,并与技术成本折旧、利润留成等一起增加创新收入,还要充分利用外部资金的支持。

4.2.4 加强企业文化建设

企业文化是企业技术创新的源头。技术创新能力不可避免地发生在特定的企业文化环境中并

受其影响,良好的企业文化对其发挥导向、激励、凝聚和辐射等方面的作用。因此提高技术创新能力,需要建立一种有利于技术创新的宽松环境和文化氛围,创新者得到支持与帮助。

4.2.5 加强技术联盟,走合作创新之路

企业需要与其它相关企业建立技术联盟,包括中小企业与大企业之间的合作,不但使企业技术创新活力大大增强,而且也使其成本降至最低,实现优势互补,资源共享。企业需要建立产学研合作运行机制^[9]。

参考文献:

- [1] 蒋丽丽.核心竞争力与企业的知识管理和创新[J].情报科学,2005,23(9):1429.
- [2] 李朝鲜,李宝仁.现代服务业评价指标体系与方法研究[M].北京:中国经济出版社,2007.
- [3] 秦寿康.综合评价原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [4] 李翠娟,宣国良.基于知识资本的企业竞争力的评价及实证分析[J].工业工程与管理,2004(3):15-16.
- [5] 刘林,曹艳平.应用模糊数学[M].西安:陕西科学技术出版社,2008.
- [6] 张兴亮.企业技术创新机制的思路与对策[J].华东经济管理,2004(8):93-93.
- [7] 史江涛.市场导向对技术创新的影响机理研究[J].研究与发展管理,2007(4):56-61.
- [8] 万迪肪,朱伟民,王赞.战略杠杆、核心竞争力与企业技术创新战略[J].科研管理,2000(3):1-8.
- [9] 徐冠华.中国高新技术产业发展战略研究[J].经济界,2000(5):4-9.

Empirical research of knowledge-intensive enterprises technical innovation capability evaluation

SUN Xi-ming¹, ZHAO Min¹, CHEN Jing-song²

(1. School of Management, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430205, China;

2. Powered by College of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The article applied the fuzzy comprehensive evaluation method, used sixteen indicators from three areas which included investment of innovation resources, personnel structure and innovation output to evaluate the technological innovation capability of a Electric Power Design Institute and analyzed the evaluation results. Finally proposed the countermeasure to improve the technological innovation capability of the enterprise.

Key words: a Electric Power Design Institute; index system; comprehensive evaluation

本文编辑:吴晏佩