

文章编号:1000-2995(2013)02-009-0036

# 基于 DEA 方法的吉林省高技术企业创新效率研究

赵树宽,余海晴,巩顺龙

(吉林大学 管理学院,吉林 长春 130022)

**摘要:**首先基于创新效率评价的现有研究成果,构建高技术企业创新效率评价指标体系与模型。然后结合实地调研获取的数据,运用 DEA 方法,从效率、有效性、规模收益及投影分析四个方面,对吉林省 151 家高技术企业创新活动进行了评价与分析。结果表明,吉林省高技术企业创新综合效率偏低,不同类型企业创新效率差异较大,规模效率是导致创新综合效率偏低的主要因素;多数企业呈规模报酬递增态势,科技活动人员和科技活动经费投入过少是企业规模效率偏低的主要原因。最后提出企业创新效率改进目标、方案和相应政策建议。

**关键词:**高技术企业;创新效率;DEA;规模收益;投影分析

中图分类号:F276.44

文献标识码:A

## 1 引言

近年来,我国高技术产业发展迅猛,规模不断扩大,研发投入持续增加,但很多创新主体一味增加创新投入而忽视了效率问题,导致创新活动效率低下,弱化了创新的意义。在我国创新资源严重不足的情境下,深入研究创新效率问题,具有重要的理论与现实意义。国内外学者对此进行了一系列研究,并取得了丰富的研究成果,总结起来主要集中于以下两个方面。

一是区域创新效率研究。Erkki Kaukomaen<sup>[1]</sup>提出“区域技术创新性”这一概念,并认为其主要由研发和经济的适应性体现;OECD<sup>[2]</sup>认为要提高区域创新效率,必须将各投入要素整合,使之成为一个有机的整体;罗杰斯和拉森<sup>[3]</sup>最早运用定

性分析方法对区域创新效率进行了研究;Maria<sup>[4]</sup>将参与性评价方法运用于区域创新效率评价,并把评价结果应用到实践中;虞晓芬<sup>[5]</sup>、李晓钟<sup>[6]</sup>、白俊红<sup>[7]</sup>从不同角度对区域创新效率影响因素进行了研究;池仁勇<sup>[8]</sup>、张宗益<sup>[9]</sup>、石峰<sup>[10]</sup>运用 SFA、DEA 等定量分析方法对不同时期我国区域创新效率进行了测算。二是产业创新效率研究,Jooh Lee&Eunsup Shim<sup>[11]</sup>从实证角度分析了美、日高技术产业创新效率,研究了研发投入和企业长期绩效、市场份额的关系;Romijn<sup>[12]</sup>、Neelankavil<sup>[13]</sup>运用多元回归分析、Granger 因果关系等方法对高技术产业创新效率进行了研究;郑坚<sup>[14]</sup>、官建成<sup>[15]</sup>、韩晶<sup>[16]</sup>对我国高技术产业创新效率评价指标体系构建和测度进行了研究。此外,部分学者对企业创新效率进行了研究,夏冬<sup>[17]</sup>、俞立平<sup>[18]</sup>、冯宗宪<sup>[19]</sup>研究了企业所有权结

收稿日期:2011-09-27;修回日期:2012-06-13.

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-08-0252);吉林大学“985工程”项目。

作者简介:赵树宽(1963-),男(汉),吉林公主岭人,吉林大学管理学院院长、教授、博士生导师,主要研究方向:科技经济社会协调发展理论研究。

余海晴(1985-),男(汉),江苏邳州人,吉林大学管理学院博士研究生,主要研究方向:科技经济社会协调发展理论研究。

巩顺龙(1977-),男(汉),山西曲沃人,吉林大学管理学院副教授,硕士生导师,主要研究方向:企业战略管理、创新管理。

构、性质、政府投入和市场化程度等因素对企业创新效率的影响;刘俊杰<sup>[20]</sup>、吴翠花<sup>[21]</sup>、钱燕云<sup>[22]</sup>进行了企业创新效率评价研究。

总体来说,现有研究主要存在以下几点不足:第一,国外学者对于创新效率问题的研究主要针对发达国家,而以发达国家为研究对象的实证分析结果不一定符合中国情境;第二,现有文献对创新效率的研究主要集中于区域和产业层面,基本都属于宏观或中观角度,很少有学者从微观角度研究创新效率问题,忽视了创新主体——企业创新效率研究;第三,部分学者对企业创新效率的研究主要侧重于影响因素和评价指标体系构建等方面,鲜有学者从实证角度,运用定量方法对企业创新效率进行评价,对企业创新效率的分析也流于表面,未能深入分析影响企业创新效率的根本原因。

因此,本文以吉林省高新技术企业为研究对象,运用DEA方法对其创新效率进行综合评价与分析。首先在现有研究的基础上,构建高新技术企业创新效率评价指标体系,选择合理的评价模型;然后结合实地调研获取的数据,对吉林省高新技术企业创新效率进行测度与分析,拓宽了国内创新效率研究领域研究思路,丰富了现有研究内容,具有很强的创新价值和理论意义。通过对吉林省高新技术企业创新活动进行评价与分析,剖析企业创新现状,探究影响企业创新效率的根本原因,找出制约企业创新效率的关键因素,提出创新效率改进目标与方案,为吉林省制定高新技术企业发展策略和相关政策提供针对性建议,并为找出导致我国高新技术企业创新效率普遍低下的深层次原因做出探索性分析,具有很强的实践意义。

## 2 评价指标体系与模型构建

### 2.1 评价指标体系

企业创新效率评价指标体系包括创新投入与创新产出两个方面。在创新效率已有研究文献中,创新投入通常用R&D人员和R&D经费等指标表示<sup>[8,9,20]</sup>,创新产出通常用发明专利申请量和新产品销售收入表示<sup>[18-20]</sup>。本文在现有研究的基础上,结合高新技术企业的特点,构建高新技术企业创新效率评价指标体系。将创新投入分为人力投

入和经费投入,人力投入用科技活动人员和研发人员表示,经费投入用科技活动经费和研发经费支出表示。将创新产出分为新产品和专利产出,分别用新产品销售收入和专利申请数表示(表1)。

表1 高新技术企业创新效率评价指标体系

Table 1 The evaluation index system of innovation efficiency of high-tech enterprise

一级	二级	三级
创新投入	人力投入	科技活动人员数 $X_1$ (人)
		研发人员数 $X_2$ (人)
	经费投入	科技活动经费支出 $X_3$ (万元)
		研发经费支出 $X_4$ (万元)
创新产出	新产品产出	新产品销售收入 $Y_1$ (万元)
	专利产出	专利申请数 $Y_2$ (件)

### 2.2 评价模型

企业创新效率评价方法主要分为参数法和非参数法两类,参数法主要以随机前沿生产函数分析法(Stochastic Frontier Analysis, SFA)为代表,非参数法则以数据包络分析法(Data Envelopment Analysis, DEA)为代表。与SFA等参数法相比,DEA方法具有自如处理多投入多产出指标的复杂问题,无需知道生产函数具体形式等优点<sup>[23]</sup>。企业技术创新是一项具有多投入和多产出的复杂活动,而且很难确定其生产函数关系,因此适合运用DEA方法进行效率评价。

根据假设前提的不同,DEA方法可分为 $C^2R$ 模型和 $BC^2$ 模型,前者是DEA方法中应用最广泛的模型,主要处理“规模报酬不变”假设下的决策单元相对有效性评价问题。企业技术创新活动具有明显的知识经济特征,知识的特殊性质一定程度上抵消了传统生产要素的边际收益递减规律,造成了高新技术企业创新边际收益的不确定性,因此本文采用 $BC^2$ 模型,在“规模报酬变动”的假设下对吉林省高新技术企业创新效率进行评价,深入分析企业创新活动的有效性和规模收益情况,并通过投影分析为非DEA有效企业提出针对性的改进目标和方案。

假设有 $n$ 个待评价的决策单元,使用 $m$ 种投入要素,生产 $s$ 种产出。对于每一个决策单元

$DMU_j$  都有对应的效率评价指数:

$$h_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}, i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n$$

其中,  $x_{ij}$ ——决策单元  $DMU_j$  第  $i$  种要素的投入量,  $x_{ij} > 0$

$y_{rj}$ ——决策单元  $DMU_j$  第  $j$  种产出的总量,  $y_{rj} > 0$

$v_i$ ——第  $i$  种投入的权系数

$u_r$ ——第  $j$  种产出的权系数

以第  $j_0$  个决策单元的效率指数为目标, 以所有决策单元的效率指数为约束, 即可构造  $C^2R$  模型:

$$\begin{cases} \max h_{j_0} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \\ s. t. \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n \\ u \geq 0, v \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

使用 Charnes - Cooper 变换对式 (1) 进行转化, 取对偶形式, 并进一步引入松弛变量  $s^+$  和剩余变量  $s^-$ , 将不等式约束转化为等式约束, 可得:

$$\begin{cases} \min \theta \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^+ = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^- = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ \theta \text{ 无约束}, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

运用式 (2) 的最优解  $\theta^0, \lambda^0, s^{0+}, s^{0-}$ , 即可判定决策单元的有效性情况。

考虑到高技术企业创新边际收益的不确定性, 在  $C^2R$  模型中引入  $\sum \lambda_j = 1$ , 构建  $BC^2$  模型, 将综合效率分解为纯技术效率和规模效率, 进一步判断决策单元报酬是处于不变、递增还是递减状态。

当被评价单元为非 DEA 有效时, 通过投影分析构造一个新的决策单元, 使新决策单元为 DEA 有效。令  $\hat{x}_0 = \theta x_0 - s^-, \hat{y}_0 = y_0 + s^+, (\hat{x}_0, \hat{y}_0)$  是该决策单元的原始值  $(x_0, y_0)$  在前沿面上的投影, 它相对于原决策单元是 DEA 有效的。因此, 为使原决策单元变为有效, 需在原有基础上改变  $(\Delta x_0, \Delta y_0)$ , 即投入冗余量  $\Delta x_0 = (1 - \theta)x_0 - s^-, \Delta y_0 = y_0 + s^+$ 。

### 3 实证分析

#### 3.1 研究方法与数据来源

##### 3.1.1 研究方法

本文运用 DEA 方法, 从效率、有效性、规模收益及投影分析四个方面, 对吉林省高技术企业创新活动进行了评价与分析。首先运用  $BC^2$  模型对企业创新效率进行评价, 测度不同类型企业综合效率、纯技术效率以及规模效率, 比较不同类型企业创新效率高, 分析创新效率差异原因; 其次判定同一类型企业中 DEA 有效、弱 DEA 有效及非 DEA 有效企业的数量与比重, 探究不同类型企业创新有效性差异; 然后通过规模收益分析, 判断不同类型企业规模收益情况, 进一步分析影响创新效率原因; 最后运用投影分析方法, 深入分析非 DEA 有效企业投入冗余和产出不足情况, 探究影响企业创新效率的根本原因, 找出制约企业创新效率的关键因素, 提出企业创新效率改进目标与方案。

##### 3.1.2 数据来源

本文在企业创新效率评价指标体系的基础上, 对吉林省 151 家高技术企业进行了深入调研, 收集、整理并获取了企业 2009 年创新投入产出数据, 根据类型将其分为农产品深加工、汽车制造、石油化工、装备制造、医药制造、光电子六大类, 具体如表 2 所示。

#### 3.2 效率评价

运用 DEAP2.1 软件, 将各类型企业创新投入产出数据分别代入  $BC^2$  模型, 基于投入导向角度, 采用多阶段算法, 对模型进行计算, 得到吉林省高技术企业创新效率评价结果, 如表 3 所示。

表2 吉林省高技术企业创新投入产出数据

Table 2 Innovation input and output of high-tech enterprises in Jilin province

企业类型	指标描述	科技活动人员 (人)	研发人员 (人)	科技活动经费 (万元)	研发经费 (万元)	新产品销售收入 (万元)	专利申请数 (件)
农产品 深加工 (16家)	最小值	32	2	150	18	201	0
	最大值	2240	870	78000	62500	1040000	10
	均值	316.7	152.6	7057.6	5041.8	81559.6	2.4
汽车 (18家)	最小值	39	24	151	50	1100	0
	最大值	25603	3797	585499.4	149740	10870206	238
	均值	1596.6	334.9	34355.8	9684.3	620385.3	16.4
石油化工 (12家)	最小值	15	10	142	80	187.9	0
	最大值	944	470	50365.6	50365.6	190229.9	7
	均值	179.4	97.3	5244.4	4902.9	25848.0	2.4
装备制造 (56家)	最小值	30	12	50	12	127.2	0
	最大值	1355	950	30706.2	30706.2	590577.8	128
	均值	190.3	112.8	2624.7	1704.3	34049.4	5.4
医药制造 (35家)	最小值	13	4	310	80.4	0	0
	最大值	578	306	37964.6	26576.1	234081.4	13
	均值	115.7	68.3	2164.7	1556.1	14186.1	2.5
光电子 (14家)	最小值	33	11	160	67.3	105	0
	最大值	950	710	7286.3	6000	79479	35
	均值	208.4	159.0	1654.1	1103.8	14587.8	6.1

表3 企业创新效率评价结果

Table 3 Results of innovation efficiency evaluation of high-tech enterprises

企业类型		农产品深加工	汽车	石油加工	装备制造	医药制造	光电子	均值
创新效率	综合效率	0.739	0.624	0.676	0.482	0.629	0.555	0.618
	纯技术效率	0.913	0.853	0.829	0.682	0.792	0.724	0.799
	规模效率	0.770	0.739	0.724	0.703	0.763	0.721	0.737

由表3可知,吉林省高技术企业创新综合效率整体偏低,平均为0.618。其中,农产品深加工企业最高,为0.739,其余依次为石油加工、医药制造、汽车、光电子企业,装备制造企业创新效率相对最低,为0.482。除装备制造企业外,其他类型企业规模效率均低于纯技术效率,企业平均规模效率为0.737低于纯技术效率0.799。吉林省高技术企业创新效率偏低,主要是由规模效率偏低造成的。

根据创新效率大小将吉林省高技术企业进行分类,结果如表4所示。由表4可知,创新效率为1,即DEA有效企业共有37家,占企业总数的24.5%。创新效率在0.8以上的企业共有53家,占企业比重35.1%。创新效率一般的企业共有43家,占企业总数的28.48%。55家企业创新效率值低于0.4,占企业总数的36.42%。吉林省近2/3的高技术企业创新效率低于0.8,存在较大改进空间。

表 4 企业创新效率分类结果

Table 4 Classification of high-tech enterprises by innovation efficiency

创新效率	1	0.8-1	0.4-0.8	0.2-0.4	0.2以下
评价	好	较好	一般	较差	差
企业数量(家)	37	16	43	27	28
累计	37	53	96	123	151
比重(%)	24.50	10.60	28.48	17.88	18.54
累计	24.50	35.10	63.58	81.46	100

### 3.3 有效性分析

根据模型计算结果,结合判定决策单元技术有效和规模有效的原则,得到各类型企业创新有效性分析结果,如表5所示。

由表5可知,吉林省151家高技术企业中DEA有效企业共37家,占企业总数的24.5%,即37家企业创新活动同时达到技术有效和规模有效。其中医药制造企业最多,共10家,占所在类型企业总数的28.57%,其余依次为装备制造、农产品深加工、汽车、石油化工以及光电子,分别有8、7、6、4、2家,分别占所在类型企业总数的14.29%、43.75%、33.33%、33.33%、14.29%。

农产品深加工企业中DEA有效企业所占比重最高,装备制造和光电子企业中DEA有效企业所占比重最低。

弱DEA有效企业共27家,占企业总数的17.88%,即27家企业创新活动不是同时达到技术有效和规模有效。弱DEA有效企业中,26家企业为技术有效而规模无效,规模无效是造成企业弱DEA有效的主要原因。非DEA有效企业共87家,占企业总数比重最大,为57.62%。吉林省过半数高技术企业创新效率均存在改进空间,尤其装备制造企业,43家为非DEA有效,占所在类型企业总数的比重高达76.79%。

表 5 企业创新有效性分析结果

Table 5 Results of innovation efficiency analysis of high-tech enterprises

企业类型		农产品深加工	汽车	石油加工	装备制造	医药制造	光电子	合计
企业数量 (家)	DEA有效	7	6	4	8	10	2	37
	弱DEA有效	5	4	3	5	6	4	27
	非DEA有效	4	8	5	43	19	8	87
	合计	16	18	12	56	35	14	151
比重 (%)	DEA有效	43.75	33.33	33.33	14.29	28.57	14.29	24.50
	弱DEA有效	31.25	22.22	25.00	8.93	17.14	28.57	17.88
	非DEA有效	25.00	44.44	41.67	76.79	54.29	57.14	57.62
	合计	100	100	100	100	100	100	100

### 3.4 规模收益分析

通过规模收益分析,判断企业的规模收益情况,进一步分析企业规模效率偏低的原因,结果如表6所示。

由表6可知,吉林省151家高技术企业中,规模收益不变的企业共38家,占企业总数的25.17%,即38家企业达到规模有效,处于最佳规模收益点。规

模收益递增的企业共91家,占企业总数的60.26%。这表明超过六成的企业在创新投入方面存在改善空间,增加适量投入会带来产出更高比例的增加,企业规模效率偏低主要是由创新投入过少造成的。尤其是装备制造企业,规模收益递增的企业共43家,占所在类型企业总数的76.79%。规模收益递减的企业较少,共22家,占企业总数的14.57%。

表6 企业创新规模收益分析结果

Table 6 Results of analysis of returns to scales of high-tech enterprises

规模收益		农产品深加工	汽车	石油化工	装备制造	医药制造	光电子	合计
企业数量 (家)	不变	7	7	4	8	10	2	38
	递增	8	9	5	43	17	9	91
	递减	1	2	3	5	8	3	22
	合计	16	18	12	56	35	14	151
比重 (%)	不变	43.75	38.89	33.33	14.29	28.57	14.29	25.17
	递增	50.00	50.00	41.67	76.79	48.57	64.29	60.26
	递减	6.25	11.11	25.00	8.93	22.86	21.43	14.57
	合计	100	100	100	100	100	100	100

### 3.5 投影分析

通过投影分析进一步探究非 DEA 有效企业投入冗余和产出不足情况,找出导致企业非 DEA 有效和创新效率偏低的根本原因,提出企业创新效率改进目标和方案,结果如表 7 所示。

由表 7 可知,87 家非 DEA 有效企业中,科技活动人员、研发人员、科技活动经费、研发经费投入冗余的企业分别有 27、64、12、72 家,非 DEA 有效企业主要由研发人员和研发经费投入冗余导致。从不同企业类型细分看,装备制造、医药制造、汽车、光电子企业中非 DEA 有效企业相对较多,且研发人员和研发经费投入冗余是导致企业非 DEA 有效的主要原因。需要说明的是,这里的研究人员和经费冗余是在企业现有创新规模水平下的相对冗余,而非绝对冗余。由规模收益分析得知目前导致吉林省高技术企业创新效率偏低的主要原因是创新投入过少,研发人员和研发经费相对冗余则意味着科技活动人员和科技活动经费过少,造成研发人员和研发经费比例不合理,进而

导致企业创新效率偏低及非 DEA 有效。

通过投影分析,指出非 DEA 有效企业创新投入冗余量和产出不足量,为企业创新效率改进提供目标和方案,如表 8 所示。

由表 8 可知,非 DEA 有效企业创新投入平均改进幅度普遍较高,均在 35% 以上。创新产出改进情况比较复杂,不同类型企业创新产出改进差异较大,而且同一类型企业不同创新产出改进差异同样较大。投入调整方面,农产品深加工非 DEA 有效企业科技活动经费和研发经费改进幅度高达 67.23%、62.65%;汽车、装备制造、医药制造以及光电子非 DEA 有效企业研发经费和研发人员投入改进幅度相对较高。产出调整方面,汽车、装备制造及医药制造非 DEA 有效企业创新产出改进幅度相对较低,多数企业改进方向集中于创新投入方面;农产品深加工非 DEA 有效企业新产品销售收入改进幅度高达 153.02%;石油化工和光电子非 DEA 有效企业专利申请数改进幅度相对较高,达 115.06% 和 130.82%。

表7 非 DEA 有效企业投影分析结果

Table 7 Results of projection analysis of non DEA efficient enterprises

企业类型		农产品深加工	汽车	石油加工	装备制造	医药制造	光电子	合计	
企业数量	非 DEA 有效	4	8	5	43	19	8	87	
	投入冗余	科技活动人员	1	4	1	10	9	2	27
		研发人员	1	6	3	34	16	4	64
		科技活动经费	2	0	3	1	2	4	12
		研发经费	3	7	2	40	13	7	72
	产出不足	新产品销售收入	4	3	2	11	7	4	31
		专利申请数	0	0	3	20	3	2	28

表 8 非 DEA 有效企业创新投入产出调整表<sup>①</sup>

Table 8 Adjustment of innovation input and output of non DEA efficient enterprises

企业类型	投入产出调整	投入指标				产出指标	
		科技活动	研发人员	科技	研发经费	新产品	专利
农产品 深加工	初始值	74.8	51.3	1383.8	1160.8	1940.4	1.3
	目标值	47.7	30.9	453.4	433.5	4909.7	1.3
	改进幅度(%)	36.13	39.75	67.23	62.65	153.02	0.00
汽车	初始值	227.4	201.8	2404.4	2301.8	17392.7	1.3
	目标值	111.0	44.4	1245.0	512.4	17590.6	1.3
	改进幅度(%)	51.18	78.02	48.22	77.74	1.14	0.00
石油化工	初始值	88.0	75.4	1097.0	810.6	5991.1	1.6
	目标值	50.5	35.5	584.4	507.1	6875.3	3.4
	改进幅度(%)	42.66	52.88	46.73	37.44	14.76	115.06
装备制造	初始值	161.4	95.3	1602.5	1242.5	12001.3	2.6
	目标值	64.1	34.1	722.3	288.8	12288.5	3.6
	改进幅度(%)	60.32	64.16	54.93	76.76	2.39	36.71
医药制造	初始值	94.3	59.3	932.5	693.5	4391.9	1.0
	目标值	42.4	24.5	449.3	266.1	5149.3	1.1
	改进幅度(%)	55.02	58.58	51.82	61.63	17.25	8.94
光电子	初始值	139.8	93.9	1001.7	824.9	3531.0	4.9
	目标值	44.4	27.2	324.6	127.2	3899.6	11.3
	改进幅度(%)	68.23	71.06	67.60	84.58	10.44	130.82

#### 4 结论与政策建议

本文运用 DEA 方法对吉林省高新技术企业创新效率行了综合评价与分析,得到以下结论:

(1)从效率评价结果来看,吉林省高新技术企业创新综合效率偏低,不同类型企业创新效率差异较大,创新效率由高到低依次为:农产品深加工、石油化工、医药制造、汽车、光电子、装备制造企业。规模效率是导致企业创新综合效率偏低的主要因素。

(2)有效性分析表明,151 家高技术企业中,DEA 有效、弱 DEA 有效和非 DEA 有效企业分别有 37、27 和 87 家,分占企业总数的 24.5%、17.88% 和 57.62%。27 家弱 DEA 有效企业中,26 家为技术有效而规模无效,规模无效是造成企

业弱 DEA 有效的主要原因;87 家非 DEA 有效企业中,装备制造企业共 43 家,占装备制造企业总数的 76.79%,吉林省装备制造业创新效率亟须重点关注并采取针对性措施予以提升。

(3)规模收益分析表明,151 家高技术企业中,规模收益不变、递增和递减的企业分别有 38、91 和 22 家,分占企业总数的 25.17%、60.26% 和 14.57%。愈六成的企业表现为规模报酬递增,增加适量投入会带来产出更高比例的增加,创新投入过少是导致吉林省高新技术企业规模效率偏低的主要原因。

(4)投影分析结果表明,87 家非 DEA 有效企业中,研发人员和研发经费投入冗余的企业有 64 和 72 家,研发人员和研发经费投入的相对冗余是导致企业非 DEA 有效的主要原因。结合规模收益分析结果可知,科技活动人员和科技活动经费

<sup>①</sup> 由于篇幅关系,本文仅列出了各类型企业创新投入产出调整的平均值,若需要具体企业创新投入产出调整目标与方案,可以与作者联系。

过少,研发人员和研发经费比例不合理,是导致吉林省高新技术企业非DEA有效和创新效率偏低的根本原因。

根据以上结论,为切实提升吉林省高新技术企业创新效率,从政府、产业和企业三个层面,提出以下政策建议:

(1)政府层面:充分发挥政府职能作用,强化政策支持。加强政府调控和引导,优化吉林省高新技术企业创新环境,制定并实施有利于高新技术企业创新的政策和措施。建立有效的科技人才引进机制,培育和完善高新技术企业风险投资机制,从人员和经费两个方面,解决吉林省高新技术企业创新投入过少的问题,提高企业创新规模效率。

(2)产业层面:打造产学研合作创新战略联盟,重点提升光电子和装备制造业创新效率。整合吉林省光电子和装备制造企业、高校和科研院所的技术资源与人才资源,创建光电子和装备制造业产学研联盟,培育和完善创新成果转化平台,加速科技成果转化,全面提升吉林省光电子和装备制造业企业创新效率。

(3)企业层面:增加企业科技活动人员和经费投入,优化企业研发人员和经费比例。吉林省高新技术企业应重点增加研发成果应用活动人员和科技培训费、科技开发奖励经费等支出,优化研发人员和研发经费比例。加大技术引进、改造和吸收费用,提高引进技术的利用率和消化吸收速度,提高技术利用率。以行业内高效率企业为参照对象,提高企业生产经营和管理水平,提升研发人员素质,优化研发资金使用效率,提升吉林省高新技术企业创新效率。

总之,高新技术企业创新效率受经济与政策环境、产业环境和企业自身三重因素的影响。为改善吉林省高新技术企业创新活动现状,全面提升企业创新效率,必须从以上三个层面着手,结合企业创新活动实际情况,采取针对性改进方案和措施,促进企业健康可持续发展。

## 参考文献:

- [1] Erkki Kaukoma. Evaluation of scientific research in Finland [A]. Organisation for Economic Co-Operation and Development(Hrsg.), The Evaluation of Scientific Research: Selected Experiences. Paris:OECD,1997. 12-25.
- [2] OECD. National Innovation System[C]. Paris:OECD,1997.
- [3] 埃弗雷德·M·罗杰斯,朱迪思·K·拉森著,范国鹰等译. 硅谷热[M]. 北京:经济科学出版社,1985.
- [4] Maria A. The evaluation of regional innovation and cluster policies; looking for new approaches [J]. In Decentralization and Evaluation,2000(4):276-315.
- [5] 李晓钟,张小蒂. 江浙区域技术创新效率比较分析[J]. 中国工业经济,2005(7):57-64.
- [6] 虞晓芬,李正卫,池仁勇,施鸣炜. 我国区域技术创新效率:现状与原因[J]. 科学学研究,2005(4):258-264.
- [7] 白俊红,江可申,李婧,李佳. 区域创新效率的环境影响因素分析-基于DEA-Tobit两步法的实证检验[J]. 研究与发展管理,2009(4):96-102.
- [8] 池仁勇,唐根年. 基于投入与绩效评价的区域技术创新效率研究[J]. 科研管理,2004(4):23-27.
- [9] 张宗益,周勇. 基于SFA模型的我国区域技术创新效率的实证研究[J]. 中国软科学,2006(2):125-128.
- [10] 石峰. 基于省际面板数据及DEA的区域创新效率研究[J]. 技术经济,2010(5):42-47.
- [11] Jooh Lee, Eunsup Shim. Moderating effects of R&D on corporate growth in U. S. and Japanese hi-tech industries: an empirical study [J]. The Journal of High Technology Management Research, 1995(6):179-191.
- [12] Romijn H, Mike A. Innovation, networking and proximity: lessons from small high technology firms in the UK[J]. Regional Studies,2002,36(1):81-86.
- [13] Neelankavil J P, Alaganar V T. Strategic resource commitment of high-technology firms an international comparison [J]. Journal of Business Research,2003(6):493-502.
- [14] 郑坚,于云龙. 高技术产业技术创新效率评价指标体系的构建[J]. 哈尔滨工业大学学报(社会科学版),2007(6):105-108.
- [15] 官建成,陈凯华. 我国高技术产业技术创新效率的测度[J]. 数量经济技术经济研究,2009(10):19-33.
- [16] 韩晶. 中国高技术产业创新效率研究-基于SFA方法的实证分析[J]. 科学学研究,2010(3):467-472.
- [17] 夏冬. 所有权结构与企业创新效率[J]. 南开管理评论,2003(3):32-36.
- [18] 俞立平. 企业性质与创新效率-基于国家大中型工业企业研究[J]. 数量经济技术经济研究,2007(5):108-115.
- [19] 冯宗宪,王青,侯晓辉. 政府投入、市场化程度与中国工业企业的技术创新效率[J]. 数量经济技术经济研究,2011(4):3-17.
- [20] 刘俊杰,傅毓维. 基于DEA方法的高新技术企业创新效率研究[J]. 科技管理研究,2008(3):28-30.
- [21] 吴翠花,万威武祁敬宇,陈庆杰. 科技型中小企业技术创新效率评价指标研究[J]. 生产力研究,2005(2):198-200.
- [22] 钱燕云. 企业技术创新效率和有效性的综合评价研究[J]. 科技管理研究,2004(1):51-53.
- [23] Charnes A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. European Journal of Operational Research. 1978(2):429-444.



-24.

- [34] Zahra S A, Neubaum D O. Environmental adversity and the entrepreneurial activities of new ventures[J]. *Journal of Developmental Entrepreneurship*, 1998, 3(2): 123 - 140.
- [35] Pekhools. The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance [J]. *Journal of Business Venturing*, 2003(18): 727 - 744.
- [36] Podolny J M, Baron J N. Resources and relationships: social networks and mobility in the workplace[J]. *American Sociological Review*, 1997, 62(5): 673 - 693.
- [37] Baker W. Market networks and corporate behavior[J]. *American Journal of Sociology*, 1990, (96): 589 - 625.

## The characteristics comparison of entrepreneurial social network evolution between college students and enterprise staffs

Peng Huatao

(School of Management, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

**Abstract:** That the characteristics of entrepreneurial social network evolution for different groups have both commonalities and differences is pointed out, and then the characteristics of strong and weak ties, structure typology, function integration, and value diversification are displayed. Moreover, the structural equation models are established and the samples are divided into groups for comparison, then the conclusions are drawn out. During the course of the entrepreneurial social network evolution for both college students and enterprise staffs, there is no positive influence of strong and weak ties on function integration or value diversification, and there is no positive influence of structure typology on function integration. There is positive influence of function integration on value diversification during the course of the entrepreneurial social network evolution of college students; meanwhile there is no positive influence of function integration on value diversification during the course of the entrepreneurial social network evolution of enterprise staffs.

**Key words:** college students; enterprise staff; entrepreneurial social network; the characteristics of evolution

(上接第 43 页)

## The innovation efficiency of hi - tech enterprises in Jilin Province based on DEA method

Zhao Shukuan, Yu Haiqing, Gong Shunlong

(School of Management, Jilin University, Changchun 130022, China)

**Abstract:** First, based on existing research, the research on the construction of evaluation index system and model for the innovation efficiency of high - tech enterprises is proceeded, and then the innovation activity of 151 high - tech enterprises in Jilin Province is evaluated and analyzed in terms of efficiency, effectiveness, returns to scale, and projection analysis by using DEA method and the data acquired though field survey. The result shows that the general level of innovation efficiency for high - tech enterprises is low, with significant discrepancy between different types of enterprises; and scale efficiency is the main factor that leads to low innovation efficiency; for most enterprises, returns to scale is increasing, and input of S&T personnel and funds is insufficient, leading on to low scale efficiency. Finally, the objective, program, and corresponding policy proposals to improve innovation efficiency of high - tech enterprises are offered on the basis of empirical analysis.

**Key words:** high - tech enterprise; innovation efficiency; DEA; return to scale; projection analysis