

# 民营科技企业科技创新绩效与其影响因素的协整分析

李 虎,樊 宏,区健芬

(五邑大学 管理学院,广东 江门 529020)

**摘 要:**基于1992—2006年我国民营科技企业时间序列数据,利用协整理论对民营科技企业科技创新绩效及其影响因素进行了实证分析,发现民营科技企业科技创新绩效分别对R&D资本存量、企业规模、科学家与工程师人数和体制的弹性系数依次为0.754、0.334、0.298和0.165,R&D资本存量对科技创新绩效的贡献最大。但是,只有企业规模才是影响民营科技企业科技创新绩效的直接原因,其它因素通过企业规模作为传导变量,形成规模经济来发挥作用,目前民营科技企业的科技创新存在规模收益递增状况。

**关键词:**民营科技企业;创新绩效;协整分析;R&D资本存量

中图分类号:F276.5

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2010)02-0109-04

## 1 目前我国民营科技企业的科技创新绩效分析

### 1.1 民营科技企业总量增长放缓,资产总额保持高速增长

2006年全国民营科技企业数量为150 595家,比2005年增加4.59%,民营科技企业资产总额达到75 667亿元,比2005年增长了19.88%;2005年企业数量为143 991家,比2004年增加1.87%,资产总额达到63 120亿元,比2004年增长了19.09%;2004年企业数量为141 353家,比2003年增加了13.14%,资产总额达到53 003亿元,比2003年增长了18.61%。

### 1.2 民营科技企业总收入增幅放缓,净利润增长较快

2006年全国民营科技企业全年总收入达到76 267亿元,比2005年增长24.58%,实现净利润4 040亿元,比2005年增长26.57%;2005年总收入达到61 218亿元,比2004年增长27.32%,实现净利润3 192亿元,比2004年增长12.99%;2004年总收入达到48 083亿元,比2003年增长29.59%,实现净利润2 825亿元,比2003年增长23.09%。

### 1.3 民营科技企业从业人员总数稳步增长,科技活动经费和技术性收入增速明显提高

2006年全国民营科技企业长期职工总数达到1 389万人,较2006年增长14.60%;2005年长期职工总数达到1 212万人,较2004年增长7.26%;2004年长期职工总数达到1 130万人,较2003年增长17.59%。

2006年全国民营科技企业科技活动经费为1 640亿元,比2005年增长33.33%,技术性收入3 514亿元,比2005年增长27.46%;2005年全国民营科技企业科技活动经费为1 230亿元,比2004年增长24.62%,技术性收入2 757亿元,比2004年增长16.58%;2004年全国民营科技企业科技活动经费为987亿元,比2003年增长24.62%,占全年总收入的2.05%,技术性收入2 365亿元,比2003年增长37.58%。

### 1.4 民营科技企业科技创新模式从模仿创新逐步向合作创新过渡

民营科技企业通过创业阶段,大多数已初步完成原始资本积累,具有一定的技术储备能力和抵御风险能力;拥有的科技成果资源不断丰富,人力资源队伍不断壮大,基本可以支撑企业实现突破性的技术创新。因此合作创新模式逐渐取代模仿创新模式,成为民营科技企业的最佳选择<sup>[1]</sup>。

## 2 研究方法 with 指标选取

### 2.1 协整分析方法

协整分析(co-integration analysis)是用于非平稳时间序列变量组成的关系中长期均衡参数估计的技术,是用于动态模型的设定、估计和检验的计量方法<sup>[2]</sup>。在实际分析研究时,首先对时间序列变量及其差分序列的平稳性进行检验;其次检验变量间的协整关系;然后建立协整变量与均衡之间的误差修正方程;最后再对具有协整关系的时间

收稿日期:2008-12-30

基金项目:广东省软科学研究计划项目(2007B070900012)

作者简介:李虎(1977-),男,山东费县人,五邑大学管理学院,硕士研究生,研究方向为企业管理;樊宏(1957-),男,山西定襄人,五邑大学管理学院教授、硕士生导师,研究方向为管理科学与工程;区健芬(1984-),广东江门人,五邑大学管理学院硕士研究生,研究方向为现代企业运作管理。

序列变量的Granger因果关系进行进一步检验分析。

## 2.2 变量与数据

由于影响科技创新的因素很多,如科技的投入产出、工艺变革、管理创新、文化创新、组织变革、经济和政治的变化等等。根据数据的可得性,本文选取的变量为科技创新绩效Y,其影响因素为R&D资本存量K,科学家和工程师人数L,企业规模S和体制T。

Scheirer, W、Stokey, N.L、Griliches, Z等以专利数量作为科技创新绩效的度量指标; R.C.M.Yam用企业过去3年中实现商业化的新产品占其产品总数的比例来衡量科技创新绩效; Vittorio和马宁, 官建成用R&D投入来衡量科技创新绩效; 杨勇等以新产品销售收入作为科技创新绩效的度量指标; OECD组织和欧盟提出的两个创新绩效指标是创新产品所占销售比例和产品生命周期各个阶段的企业收入<sup>[3]</sup>。

由此可见,要全面综合地、定量地评价企业的科技创新绩效是比较困难的。学者们从不同的角度,使用不同的方法对企业科技创新绩效进行了评价研究。基于数据的完整性,本文选择技术性收入作为民营科技企业科技创新绩效的代理变量。技术性收入主要指转让新技术、出售专利所获得的收入。

科学家和工程师人数L反映民营科技企业人力资本投入状况; 企业规模S参照张鹏、胡炜的方法,用总收入超过1亿元的企业数占企业总数比重来表示; 体制T用股份制企业数量占企业总数的比重来表示。

R&D资本存量K,国际上一般用永续存盘法(PIM)进行估算<sup>[4]</sup>。根据Griliches and Mairesse, Coe and Helpman和王玲基期R&D资本存量 $K_0$ 和 $t$ 期R&D存量 $K_t$ 可分别写成:

$$K_0 = E_0 / (g + \delta) \quad (1)$$

$$K_t = E_t + (1 - \delta)R_{t-1} \quad (2)$$

其中, $g$ 是 $K$ 的增长率,这里效仿Griliches的计算方法,即 $g$ 为1992—2006年R&D经费投入增长率对数的年平均值; $\delta$ 为折旧率,这里效仿Griliches等众多的研究,设定 $\delta$ 为15%<sup>[5]</sup>。

进行R&D存量的估算,首先构建R&D价格指数,把名义R&D支出缩减为真实R&D支出。对于R&D价格指数的构建,文献中有很多方法,这里参考王玲的算法,设定R&D价格指数(PR)为:

$$PR = 0.5 \times P + 0.5 \times W \quad (3)$$

其中, $P$ 是固定资产投资价格指数, $W$ 为消费者价格指数(CPI)。

由于我国民营科技企业比较完整的统计数据是从1997年开始的,所以样本区间选为1992—2006年。原始数据除特别说明,全部来源于科学技术部发布的1992—2001年全国民营科技企业统计情况报告和科技部政策法规与体制改革司发布的2003—2006年度全国民营科技企业统计汇总分析以及中国统计年鉴(2007)。技术性收入用商品零售价格指数 $P(1978=100)$ 换算为真实值。由于数据的自

然对数变换不改变原来的协整关系,并能使其趋势线性化,消除异方差现象,所以对所有变量进行自然对数变换<sup>[6,7]</sup>,分别用LNY、LNK、LNL、LNS和LNT表示自然对数的科技创新绩效、R&D资本存量、科学家与工程师人数、企业规模和体制。根据以上设计,计算整理得到民营科技企业科技创新绩效相关数据,见表1。

## 3 实证分析

表1 民营科技企业科技创新绩效相关数据

年份	LNY	LNK	LNL	LNS	LNT
1992	2.843	3.74	2.29	0.48	1.16
1993	3.471	4.62	2.86	0.17	1.95
1994	3.712	5.34	3.58	-0.27	2.35
1995	3.955	5.79	3.74	0.05	2.20
1996	4.084	6.14	3.85	0.37	2.37
1997	4.465	6.41	4.09	0.29	2.65
1998	4.732	6.75	4.24	0.51	3.10
1999	5.033	7.06	4.36	0.71	3.26
2000	5.424	7.24	4.49	1.18	3.62
2001	5.524	7.42	4.62	0.96	3.76
2002	5.971	7.58	5.15	1.22	3.83
2003	6.206	7.80	4.99	1.42	3.90
2004	6.498	8.01	5.06	1.51	3.65
2005	6.643	8.24	5.22	1.68	3.55
2006	6.876	8.47	5.73	1.85	3.56

资料来源:根据科学技术部发布的1992—2001年全国民营科技企业统计情况报告和科技部政策法规与体制改革司发布的2003—2006年度全国民营科技企业统计汇总分析以及中国统计年鉴(2007)计算得出。

### 3.1 平稳性检验

在对时间序列数据进行协整分析时,首先要对各变量进行平稳性检验。本文利用Eviews5.1软件,采用ADF检验方法对各变量进行单位根检验,检验结果见表2。由表2可以看出,时间序列LNY、LNK、LNL、LNS和LNT经过一阶差分平稳,所以是一阶单整序列。

### 3.2 协整检验

采用Johansen协整检验的方法,选用AIC和SC准则来确定最佳滞后期<sup>[8,9]</sup>,检验民营科技企业科技创新绩效与其影响因素之间的协整关系,检验结果见表3。检验结果表明:在5%显著水平存在协整关系,且标准化协整向量为(1.000, -0.754, -0.298, -0.334, -0.165, 2.039)。可得长期均衡方程:

$$LNY = -0.754LNK + 0.298LNL + 0.334LNS + 0.165LNT - 2.039 \quad (4)$$

(0.140 5)      (0.163 2)      (0.075 9)      (0.078 5)

式(4)下面括号内数字为渐进标准误差。协整系数的实际意义就是民营科技企业科技创新绩效分别对R&D资本存量、科学家与工程师人数、企业规模和体制的弹性系数。方程(4)表明:①各因素弹性系数之和大于1,即从总体而言,目前民营科技企业科技创新存在规模报酬递增的状况,增加R&D经费和人员,扩大企业规模、建立现代企业制度均可提高科技创新绩效,这也证明民营科技企业处于高

表2 平稳性检验结果

变量	ADF 检验值	检验类型 (c,t,k)	1%临界值	结论
LNY	-4.716 2	c,t,0	-4.800 1	非平稳
LNK	-2.933 7	c,t,3	-5.124 9	非平稳
LNL	-3.106 2	c,t,2	-4.992 3	非平稳
LNS	-4.401 0	c,t,0	-4.800 1	非平稳
LNT	-1.370 4	c,t,0	-4.800 1	非平稳
DLNY	-6.513 5	c,0,0	-4.057 9	平稳
DLNK	-4.749 2	c,0,0	-4.057 9	平稳
DLNL	-4.739 2	c,0,5	-4.582 6	平稳
DLNS	-6.064 2	c,0,1	-4.122 0	平稳
DLNT	-3.268 1	0,0,0	-2.755 0	平稳

注:检验类型(c,t,k)分别表示ADF检验中是否有常数项、时间趋势项以及滞后阶数。

速发展阶段;②R&D资本存量对民营科技企业科技创新绩效的影响最大,其余为企业规模、科学家与工程师人数和体制。具体而言,在其它要素不变的前提下,R&D资本存量每增加1%,科技创新绩效就会增加0.754%。

利用长期均衡方程(4)建立误差修正模型:

$$D(LNY_t) = 0.566D(LNK_t) + 0.190D(LNL_t) + 0.163D(LNS_t) + 0.203D(LNT_t) - 0.233ecm_{t-1} \quad (5)$$

上式中 $ecm_{t-1}$ 表示(4)式误差修正项的滞后一期值,方程(5)表明在短期内R&D资本存量、科学家与工程师人数、企业规模和体制对民营科技企业科技创新绩效的影响程度,其中R&D资本存量仍然是最大的影响因素。方程(5)中的误差修正项系数为-0.233,说明误差修正速度为23.3%,误差修正能力较弱。符号为负数说明这种修正是反向的,符合误差修正原理。

表3 Johansen协整检验结果

协整关系个数的原假设	特征值	迹统计量	5%临界值
没有*	0.976 2	98.469 1	69.818 9
至多一个	0.870 0	46.164 3	47.856 1

注:\*表明在5%显著性水平下拒绝原假设。

### 3.3 Granger因果关系检验

由于变量之间存在协整关系,因此,可以进一步进行格兰杰因果关系检验,从而探讨民营科技企业科技创新绩效与各变量之间的相互作用机制。由于格兰杰因果关系检验对滞后期长度比较敏感,所以选取了2个滞后期。检验结果见表4。从表4发现:①只有企业规模是民营科技企业科技创新绩效的Granger原因,而且二者是双向的因果关系,其它因素均不是科技创新绩效的直接Granger原因;②R&D资本存量、科学家与工程师人数与企业规模存在双向因果关系,并且,R&D资本存量是科学家与工程师人数的Granger原因;③体制是企业规模的Granger原因;④科技创新绩效又构成R&D资本存量、科学家与工程师人数的Granger原因。也就是说,R&D资本存量、科学家与工程师人数和体制不是科技创新绩效提高的直接原因,而是通过企业规模作为传导变量,形成规模经济来发挥作用,这也支持熊彼特“企业规模越大,技术创新绩效越高”的观点<sup>[10]</sup>;科技

创新绩效的提高反过来又会促进R&D资本的积累和科技人员的聚集,从而形成一种良性的循环。这也与上述协整分析中“目前民营科技企业科技创新存在规模收益递增状况”的结论一致。结合协整分析和Granger因果关系分析,得出民营科技企业科技创新绩效与其影响因素之间的作用机理,如图1。

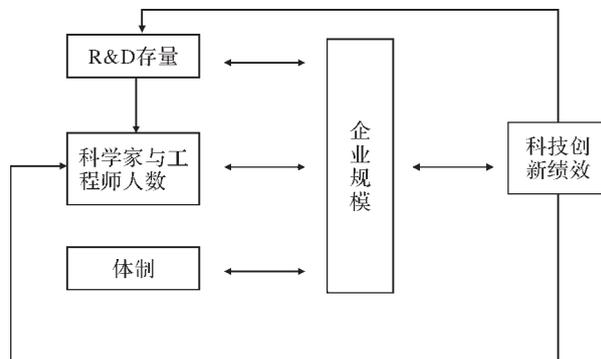


图1 民营科技企业科技创新绩效与其影响因素的作用机理

## 4 结论

利用协整理论对1992—2006年我国民营科技企业科技创新绩效及其影响因素的时间序列进行实证分析,结果表明:民营科技企业科技创新绩效分别对R&D资本存量、企业规模、科学家与工程师人数和体制的弹性系数依次为0.754、0.334、0.298和0.165,R&D资本存量对科技创新绩效的贡献最大,其余依次为企业规模、科学家与工程师人数和体制。但是,只有企业规模才是民营科技企业科技创新绩效的Granger原因,其它因素均不是科技创新绩效的直接Granger原因;科技创新绩效又构成R&D资本存量、科学家与工程师人数的Granger原因。也就是说,R&D资本存量、科学家与工程师人数的增加和体制改革不会直接提高科技创新绩效,而是通过企业规模作为传导变量,形成规模经济来发挥作用,这也说明要素的投入和体制的变革对科技创新绩效具有时滞效应;科技创新绩效的提高反过来又会促进R&D资本的积累和科技人员的聚集,从而形成一种良性循环。目前,民营科技企业的科技创新存在规模收益递增状况,这也是民营科技企业高速发展的重要原因和表现。

研究结论具有一定的政策含义,尽管民营科技企业绝大多数是中小型企业,规模有限,创新行为短期化和总体技术创新能力不强,短期内迅速扩大企业规模是不可能的。但是,民营科技企业通过创业阶段大多数已初步完成原始资本积累,具有一定的技术储备能力和抵御风险能力。在加大科技投入、人力投入力度的同时,发展集群和虚拟集群,整合各种优势资源,实现规模经济与组织协同创新,是民营科技企业提高创新绩效的理性选择。在创新模式上,作为主流的模仿创新已凸现种种弊端,随着科技体制改革的不断深入,大专院校和科研院所的科研成果也有市场化的需求,这种需求的互补性是“产学研”合作的重要基础,因此合作创新模式成为民营科技企业的最佳选择。

表4 Granger因果关系检验结果

零假设	滞后1期		结论	滞后2期		结论
	F统计量	置信概率		F统计量	置信概率	
LK不是LY的Granger原因	0.287 45	0.602 53	接受	0.405 23	0.679 78	接受
LY不是LK的Granger原因	45.913 1	0.020 89	拒绝	4.485 61	0.049 37	拒绝
LL不是LY的Granger原因	1.027 89	0.332 44	接受	0.004 49	0.995 52	接受
LY不是LL的Granger原因	8.117 25	0.015 82	拒绝	10.48 76	0.005 81	拒绝
LS不是LY的Granger原因	3.495 15	0.088 38	拒绝	0.697 78	0.525 62	接受
LY不是LS的Granger原因	16.458 6	0.001 89	拒绝	21.84 31	0.000 57	拒绝
LT不是LY的Granger原因	0.046 51	0.833 19	接受	1.531 61	0.273 42	接受
LY不是LT的Granger原因	0.024 35	0.878 82	接受	0.324 59	0.731 92	接受
LL不是LK的Granger原因	0.001 83	0.966 63	接受	0.054 91	0.946 92	接受
LK不是LL的Granger原因	4.343 43	0.061 26	拒绝	5.203 73	0.035 68	拒绝
LS不是LK的Granger原因	16.012 3	0.002 08	拒绝	2.327 67	0.159 69	接受
LK不是LS的Granger原因	16.742 7	0.001 78	拒绝	25.317 6	0.000 35	拒绝
LT不是LK的Granger原因	0.033 81	0.857 46	接受	0.531 32	0.607 21	接受
LK不是LT的Granger原因	0.000 71	0.979 20	接受	3.339 94	0.088 20	拒绝
LS不是LL的Granger原因	3.766 74	0.078 33	拒绝	7.997 88	0.012 35	拒绝
LL不是LS的Granger原因	18.048 8	0.001 37	拒绝	14.090 2	0.002 39	拒绝
LT不是LL的Granger原因	0.254 38	0.623 96	接受	0.120 08	0.888 42	接受
LL不是LT的Granger原因	0.546 00	0.475 43	接受	0.369 58	0.702 23	接受
LT不是LS的Granger原因	7.787 97	0.017 56	拒绝	12.547 2	0.003 41	拒绝
LS不是LT的Granger原因	1.147 36	0.307 04	接受	0.688 70	0.529 70	接受

## 参考文献:

- [1] 杜鹃.科技型中小企业技术创新的模式与障碍[D].北京:对外经济贸易大学,2006.
- [2] 马薇.协整理论与应用[M].天津:南开大学出版社,2004.
- [3] 刘满凤.民营科技企业创新绩效分析与评价[J].科技与产业,2005(1):2.
- [4] GRILICHES ZVI,JACQUES MAIRESSE.R&D and productivity growth: comparing japanese and the u.s.manufacturing firms [M].Chicago University Press,1984:317-348.
- [5] 王玲,ADAM SZIRMAL.高技术产业技术投入和生产率增长之间关系的研究[J].经济学,2008,7(3):920-911.
- [6] 冉光和,曹跃群.资本投入、技术进步与就业促进[J].数量经济技术经济研究,2007(2):87.
- [7] 郭友群,郑承娟.研究与开发与我国高新技术产品出口关系的实证分析[J].经济经纬,2007(6):39.
- [8] 高铁梅.计量经济分析方法与建模EViews应用及实例[M].北京:清华大学出版社,2005.
- [9] 张晓峒.EViews使用指南与案例[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [10] SCHUMPETER J A. Capitalism, socialism and democracy [M].NY:Harper & Row,1950.

(责任编辑:胡俊健)

## Co-integration Analysis of Science and Technology Innovation Performance and its Influence Factors in Non-state-owned Science and Technology Enterprises

Li Hu, Fan Hong, Ou Jianfen

(School of Management, Wuyi University, Jiangmen 529020, China)

**Abstract:** Using the co-integration method, this paper discusses the dynamic equilibrium relationships between S&T innovation performance and its influence factors on non-state-owned S&T enterprises from 1992 to 2006. The result shows that there is a long-term equilibrium relationship between S&T innovation performance and its influence factors, and the elasticity coefficients of R&D capital reserve, enterprise scale, the quantity of scientist and engineer, system are 0.754, 0.334, 0.298 and 0.165, R&D capital reserve is the leading factor. However, R&D capital reserve, the quantity of scientist and engineer, system play a important role only by enterprise scale, at present, the returns to scale of S&T innovation of non-state-owned S&T enterprises is increasing.

**Key Words:** Non-State-Owned Science and Technology Enterprises; Innovating Performance; Co-Integration Analysis; R&D Capital Reserve