

高新技术企业技术创新融资效率研究

宋献中(博士生导师) 刘振

(暨南大学管理学院 广州 510630)

【摘要】 本文运用DEA模型和面板数据计量模型,对我国高新技术企业技术创新融资效率进行探索性研究。研究表明,负债融资、权益融资和政府补贴资金与自主创新能力之间显著正相关;权益融资、政府补贴资金与技术转化能力之间显著正相关,而负债融资与技术转化能力之间显著负相关。

【关键词】 高新技术企业 技术创新 融资效率 DEA模型 面板数据

目前,我国高新技术企业技术创新资金的来源主要有:①政府补贴资金,从1995年的11.75亿元上升到2005年的33.88亿元,增长1.9倍;②企业权益资金,从1995年的41.88亿元上升到2005年的548.31亿元,增长12.1倍;③银行贷款资金,从1995年的9.28亿元上升到2005年的35.55亿元,增长2.8倍。从我国高新技术企业技术创新成果来看:①新产品销售额,从1995年的538.4亿元上升到2005年的6 915亿元,增长11.8倍;②专利申请数,从1995年的612项上升到2005年的16 823项,增长26.5倍;③从技术创新成果增长趋势来看,1995~2005年,新产品销售额和专利申请数增长幅度较快,尤其是2001年以后,增长幅度呈现递增态势。从浅层次来看,我国高新技术企业技术创新融资来源和创新成果不断增多。从深层次来看,三大融资来源对高新技术企业技术创新的贡献程度如何、是否存在投入冗余问题、是否存在产出不足问题等仍有待研究。因此,必须加强对我国高新技术企业技术创新融资效率的研究,为进一步完善我国高新技术企业技术创新融资环境提供理论支撑和政策指导。

从现有的研究成果来看,关于研究高新技术企业技术创新融资来源的文献不少,但是对高新技术企业技术创新融资来源效率问题的研究却被学术界忽视,基于此,本文运用DEA模型和面板数据计量分析,对我国高新技术企业技术创新融资效率进行探索性研究。

一、技术创新融资效率DEA模型设计及实证分析

(一)DEA模型设计

数据包络分析(DEA),是效率测度方法中前沿分析法的非参数方法,是由著名运筹学家A.Charnes和Cooper等学者在相对效率评价概念基础上发展起来的。DEA分析方法是一个“多输入—多输出”的有效综合评价方法,它克服了其他单输出方法的局限性。因此本文运用基于DEA方法的C²R模型对我国高新技术企业融资效率进行评价。

对已知的N个决策单元DMU_i,可用DEA方法来判断各个单元投入产出的相对合理性和有效性。对于某个选定的DMU_i,判断其有效性的C²R模型的对偶规划可表示为D₀。

为使上述模型能用单纯形法求解并且简便易行,笔者在模型中引进非阿基米德无穷小量 ϵ ,模型成为D₁。

$$\begin{aligned} \min \theta & & \min \theta - \epsilon (\sum S_j^- + \sum S_k^+) \\ \text{s.t. } \sum \lambda_i x_i + S_j^- &= \theta x_0 & \text{s.t. } \sum \lambda_i x_i + S_j^- = \theta x_0 \\ (D_0) \quad \sum \lambda_i y_i - S_k^+ &= y_0 & (D_1) \quad \sum \lambda_i y_i - S_k^+ = y_0 \\ \lambda_i \geq 0, i=1, 2, \dots, n & & \lambda_i \geq 0, i=1, 2, \dots, n \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0 & & S^- \geq 0, S^+ \geq 0 \end{aligned}$$

(二)C²R模型有效性判定定理

本文采用对偶规划的D₁来评价决策单元DMU_{j₀}的DEA有效性,其判定定理如下。

1. 判定定理一:设 ϵ 为非阿基米德无穷小量,对偶规划D₁的最优解为 θ^* 、 λ^* 、 S_j^{*-} 、 S_k^{*+} 。

(1) $\theta^*=1$,且 $S_j^{*-}=0$, $S_k^{*+}=0$,则决策单元DMU_{j₀}为DEA有效(C²R)。经济学含义:决策单元(DMU_{j₀})的效率同时达到技术有效和规模有效。即DMU_{j₀}在原投入X₀的基础上所获得的产出Y₀达到最优,并且可以证明被评价单元DEA有效同Pareto最优是等价的。

(2) $\theta^*=1$, $S_j^{*-} \neq 0$ 或 $S_k^{*+} \neq 0$,则决策单元DMU_{j₀}为弱DEA有效(C²R)。经济学含义:决策单元(DMU_{j₀})的效率没有同时达到技术有效和规模有效。若某个 $S_j^{*-} > 0$,表明第j种投入闲置了 S_j^{*-} ;若某个 $S_k^{*+} > 0$,表明第k种产出不足为 S_k^{*+} 。即对于DMU_{j₀}的部分投入X₀可减少 S_j^{*-} 而保持原产出Y₀不变,或在投入X₀不变的情况下,可将部分产出Y₀提高 S_k^{*+} 。

(3) $\theta^* < 1$, $S_j^{*-} \neq 0$, $S_k^{*+} \neq 0$,则决策单元DMU_{j₀}为DEA无效(C²R)。经济学含义: $\theta^* < 1$,表明决策单元(DMU_{j₀})的效率既不是技术有效也不是规模有效。将决策单元中各分量的 S_j^{*-} 与对应的指标分量S_j的比值定义为投入冗余率,用 S_j^-/S_j 表示(其中,j=1,2,3),将决策单元中 S_k^{*+} 与对应的指标分量S_k的比值定义为产出不足率,用 S_k^+/S_k 表示(其中,k=1,2)。

2. 判定定理二:设对偶规划D₁的最优解为 θ^* 、 λ^* 、 S_j^{*-} 、 S_k^{*+} 。若 $k = \sum \lambda_i^* / \theta^* < 1$,则决策单元为规模效益递增;若 $k = \sum \lambda_i^* / \theta^* = 1$,则决策单元为规模效益不变;若 $k = \sum \lambda_i^* / \theta^* > 1$,则决策单元为规模效益递减。

判定定理二的经济学含义：“规模有效”是指规模收益不变，是介于规模收益递增到递减之间的最佳状态，一般来说，当生产处于规模收益递增状态时，厂商应该扩大生产规模，当生产处于规模收益递减状态时，厂商应该缩小生产规模。

(三)实证分析

本文对我国高新技术企业技术创新融资效率进行评价，选取与技术创新融资效率密切相关的3个投入指标和2个产出指标。从资金来源看，主要投入指标为：科技活动经费筹集额中金融机构贷款（反映负债融资对技术创新的支持力度）、企业资金（反映权益融资主要是内源融资对技术创新的支持力度）和政府资金（反映政府补贴对技术创新的支持力度）。从技术创新成果来看，主要产出指标为新产品销售收入（能够反映企业技术成果转化能力）和专利申请数（能够反映企业自主创新能力）。本文数据主要来自《中国高技术产业统计年鉴》（2000~2006年）。本文运用DEAP2.1软件，以年份作为决策单元(DMU_i)，对1995~2005年进行C²R模型的DEA分析。

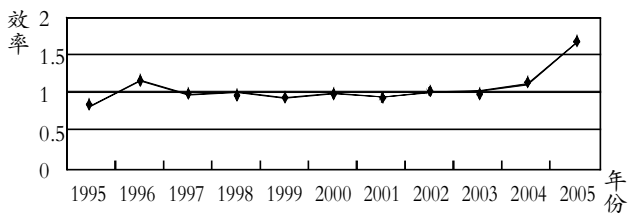
1. 效率与规模分析。

表1 融资效率与规模有效性判断

DMU	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
θ	0.818	1	0.958	0.958	0.923	0.976	0.936	0.958	0.997	1	1
λ_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_2	0.500	1	0.868	1.022	0.818	0.385	0.263	1.104	0.204	0	0
$\lambda_3 \sim \lambda_9$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_{10}	0.031	0	0.033	0.081	0.156	0.363	0.441	0.379	0.065	1	0
λ_{11}	0	0	0	0	0	0	0	0.048	0.059	0	1
$\sum \lambda_i$	0.531	1	0.901	1.103	0.974	0.748	0.704	1.531	0.913	1	1
K	0.649	1	0.941	1.151	1.055	0.766	0.752	1.598	0.916	1	1
规模性	递增	不变	递增	递减	递减	递增	递增	递减	递增	不变	不变

注： $k = \sum \lambda_i / \theta$ 表示规模有效性值。

从表1可以看出：① $\theta=1$ 且 $K=1$ 的年份为1996年、2004年和2005年，说明这三年DEA有效，不仅规模收益最佳，而且技术效率最佳。② $\theta < 1$ 且 $K < 1$ 的年份为1995年、1997年、2000年、2001年和2003年，说明这5年DEA无效，并且规模收益递增。③ $\theta < 1$ 且 $K > 1$ 的年份为1998年、1999年和2002年，说明这三年DEA无效，并且规模收益递减。④为了更好地反映技术创新融资效率的变化趋势，本文运用DEA超效率分析求出 θ_i 值，然后将 θ_i 值绘制成下图，可以直观地看出，技术创新融资效率从2001年开始逐年提高，2004年和2005年融资效率达到最优。



注：DEA超效率方法的效率判断：如果 $\theta_i \geq 1$ ，那么DMU为有效；如果 $\theta_i < 1$ ，那么DMU为无效； θ_i 越大，效率越高。 θ_i 是第i个决策单元(DMU)的总效率。

表2 各年度投入冗余率与产出不足率

类别	投入冗余率(%)			产出不足率(%)	
	S_1^- / S_1	S_2^- / S_2	S_3^- / S_3	S_1^+ / S_1	S_2^+ / S_2
符号	负 债 冗余率	权 益 冗余率	补 贴 冗余率	技术转化 不足率	自主创新 不足率
1995	0	0	0.254 931	0	0.004 281
1996	0	0	0	0	0
1997	0	0	0.119 615	0	0.167 111
1998	0.166 192	0	0	0	0.346 032
1999	0	0	0.073 772	0	0.464 966
2000	0	0	0.123 424	0	0.876 935
2001	0.053 394	0	0	0	0.482 809
2002	0.008 54	0	0	0	0
2003	0.292 655	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0

注：投入冗余率= S_j^- / S_j ；产出不足率= S_k^+ / S_k 。

2. 投入冗余率与产出不足率分析。本文根据投入冗余率和产出不足率的概念，算出各年投入冗余率和产出不足率，计算结果见表2。

从表2可以看出我国高新技术企业技术创新融资效率主要呈现以下两个规律：①在所有年份，权益融资冗余率均为0（即 $S_2^- / S_2 = 0$ ），说明企业权益融资（主要为内源融资）利用率高，没有出现冗余现象；负债和政府补贴在有些年份出现了投入冗余。负债冗余可能是因银行对贷款项目监管不力，资金使用效率低下，或资金被挪用；政府补贴冗余可能是因部分企业对政府补贴进行政策“寻租”，导致部分资金投入冗余（浪费）。②在所有年份技术成果转化能力不足率均为零（即 $S_1^+ / S_1 = 0$ ），说明我国技术成果转化能力较高，但是自主创新能力在有些年份出现了产出不足现象，我国高新技术企业技术创新过多依赖外部技术，企业自主创新不足。

二、技术创新融资效率面板数据计量分析

1. 面板数据计量模型构建。为了进一步揭示三大融资来源（负债融资、权益融资和政府补贴资金）对我国高新技术企业技术创新成果的贡献和影响程度，本文采用面板数据计量模型加以分析，模型设计如下：

$$Y_{it}^n = \alpha_i + \beta_1 \text{BANK}_{it} + \beta_2 \text{CORP}_{it} + \beta_3 \text{GOV}_{it} + \mu_i$$

其中 $i=1, 2, \dots, N$ 代表第i个截面观察单位； $t=1, 2, \dots, T$ 代表第t个时间序列观察值； Y_{it}^n ($n=1, 2$)是因变量，分别代表技术成果转化能力和自主创新能力； BANK_{it} 、 CORP_{it} 、 GOV_{it} 是解释变量，分别代表高新技术企业技术活动投入的负债融资、权益融资额和政府补贴资金； m ($m=1, 2$)指 BANK_{it} 的指数； β_k ($k=1, 2, 3$)是解释变量系数； μ_i 是随机误差项。

2. 指标选取与数据来源。因变量为 Y_{it}^1 和 Y_{it}^2 ， Y_{it}^1 用新产品销售收入表示； Y_{it}^2 用专利申请数表示。解释变量为 BANK_{it} 、 CORP_{it} 、 GOV_{it} ， BANK_{it} 分别用科技活动经费筹集额中金融机构贷款额、企业资金和政府资金表示。本文数据选自《中国高技术产业统计年鉴》（2002~2006）；截面观察单位为：医药

制造(YY)、航空航天制造(HK)、电子通信制造(DZ)、计算机制造(JSJ)、医疗仪器制造(YL)。

3. 面板数据计量模型回归结果与分析。本文以1995~2005年的面板数据为样本,首先对模型形式设定进行协方差检验,检验结果采取变截距模型,然后利用EViews5.0计量软件,对模型进行回归分析,考虑到面板数据的异方差性和序列相关性,本文选择可行的EGLS(Cross-section SUR)回归方法, Y_{it}^1 和 Y_{it}^2 回归结果分别见表3和表4。

(1)对技术成果转化能力的分析。从表3可以看出,我国高

表3

Variable	截 距 项	BANK _{it}	CORP _{it}	GOV _{it}
Coefficient	-1 794 284 *	-0.000 44 *	17.993 34 *	160.274 5 *
t-Statistic	-3.560 1	-4.756 52	16.131 76	3.905 901
R-squared	Adjusted R-squared	F-statistic	Prob(F-statistic)	Durbin-Watson stat
0.962 47	0.960 262	435.965 2	2.52E-36	1.479 139

注:*表示在1%的水平上显著。

表4

Variable	截 距 项					BANK _{it}	CORP _{it}	GOV _{it}
	YY_C	HK_C	DZ_C	JSJ_C	YL_C			
Coefficient	-52.988 1	-324.141*	-752.339*	-187.362*	27.923 15	0.003 888*	0.001 97*	0.001 907*
t-Statistic	-0.920 46	-3.908 09	-3.493 09	-2.933 24	0.790 769	2.801 605	15.906 86	3.170 569
R-squared	Adjusted R-squared	F-statistic			Prob(F-statistic)		Durbin-Watson stat	
0.913 436	0.900 544	70.850 45			0		1.592 408	

新技术企业在技术创新过程中,在1%水平下,政府补贴资金与技术成果转化能力之间显著正相关,说明政府对高新技术企业技术创新的补贴能够有效克服外部性问题,激励企业创新,促进技术成果的转化;在1%水平下,企业权益资金与技术成果转化能力之间显著正相关,说明企业权益资金有效地克服了信息不对称难题,作为技术创新融资的首选,有利于企业技术成果转化;但是,在1%水平下,银行贷款资金与技术成果转化能力之间显著负相关,说明银行贷款资金不利于企业技术成果的转化,可能因为银行对贷款资金使用监管不力,导致技术创新贷款项目使用效率不高,或资金被挪用。

(2)对自主创新能力的分析。从表4可看出,我国高新技术企业在技术创新过程中,在1%水平下,政府补贴资金、企业权益资金和银行贷款资金与自主创新能力之间显著正相关,说明增加政府补贴资金、企业权益资金和银行贷款资金,有利于提高我国高新技术企业的自主创新能力。

三、建议

本文运用DEA模型和面板数据计量模型,对我国高新技术企业技术创新融资效率进行了探索性研究。DEA分析发现,

中国高新技术企业技术创新融资效率逐年提高;权益融资使用效率最佳,银行贷款和政府补贴在有些年份出现冗余;自主创新能力在有些年份出现产出不足。面板数据计量模型研究发现,在1%水平下,政府补贴资金、企业权益资金和银行贷款资金与自主创新能力之间显著正相关;在1%水平下,权益融资和政府补贴资金与技术转化能力存在显著的正相关关系,而负债融资与技术转化能力存在显著负相关关系。

为了进一步提高我国高新技术企业技术创新融资效率,通过上述研究分析,本文提出以下三点建议:

1. 内源融资有效地克服了信息不对称难题,减少了融资成本,并且权益融资可以大大降低企业破产风险成本,同时促进了高新技术企业技术成果转化和提高了自主创新能力,所以权益资金(尤其是内源融资)应作为高新技术企业进行技术创新融资来源的首选。

2. 政府补贴有利于企业产权的内部化,补偿了企业技术溢出成本,促进了高新技术企业技术成果转化和提高自主创新能力,但是要防止政府补贴投入冗余,主要是防止企业“寻租”行为,要提高政府补贴资金的使用效率,必须创新政府补贴方式。

3. 银行贷款有利于提高企业自主创新能力,但不利于技术创新成果转化,为了进一步提高银行贷款对技术创新成果转化的效率,一方面要不断加强对技术创新贷款项目的监管力度,防止技术创新项目贷款被挪用,另一方面要不断创新信贷融资工具。

【注】本文是广东省软科学项目“广东省高新技术企业融资机制与资本配置效率研究”(项目编号:2005B70101065)部分研究成果。

主要参考文献

1. Kamien M and N. Schwartz. Self-Financing of an R&D Project. American Economic Review, 1978; 68
2. Spence M. Investment Strategy and Growth in a New Market. Bell Journal of Economics, 1979; 10
3. Bhattacharya. S and J. Ritter. Innovation and Communication: Signalling with Partial Disclosure. Review of Economic Studies, 1985; 52
4. Hovakimian, T. Opler and S. Titman. The Debt-Equity Choice. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2001; 36