

第十三章

转型时期中国高技术产业 创新能力实证研究

赵志耘 杨朝峰*

摘要：本研究应用随机前沿知识生产函数模型对转型时期中国高技术产业创新能力进行了实证分析。研究结果结论表明，2005~2010年：相对于R&D经费和人员投入，知识存量对我国高技术产业创新的作用不突出；国外技术引进对我国高技术产业创新能力的影响不明显；国内技术引进对我国高技术产业R&D产出起到了明显的促进作用，但经济效益不明显；我国高技术产业中企业规模对创新能力有负面的影响。

关键词：高技术产业 创新能力 转型时期 随机前沿生产函数

一 引言

改革开放以来，中国经济增长模式的两个基本特征是，经济增长过度依赖投资和出口，过度依赖低成本资源和要素的高强度投入。这种模式在中国经济总量占世界比重较小，发展比较落后的情况下具有一定的合理性，但随着中国经济的不断增长，这种增长模式所付出的代价也越来越大：资源枯

* 赵志耘、杨朝峰，中国科学技术信息研究所。

竭、环境破坏、贫富差距逐步扩大、社会矛盾明显增多、国际贸易摩擦越来越频繁……国际金融危机及其引发的世界经济自“二战”以来最严重的衰退，终结了20世纪80年代以来特别是21世纪以来世界经济较快增长的趋势，引发全球经济的深度调整，使我国发展的外部环境发生广泛而深刻的变化，对我国经济转型提出了迫切要求，即要求我国尽快实现从传统的资源、资本、劳动力驱动的经济增长方式转变为以创新为主要驱动力的经济发展方式。

高技术产业具有高成长性、高带动性、高附加值的特点，它是国民经济的战略性先导产业，对产业结构调整和经济发展方式转变发挥着重要作用。2010年中国高技术产业总产值达到74708.9亿元，占当年规模以上工业总产值的10.56%。中国已成为世界上重要的高技术产品生产制造基地，在国际高技术产业分工中占据重要地位。但在发展过程中，我国高技术产业还存在创新能力不强、技术密集度不高、经济效益欠佳等问题。如何提高我国高新技术产业的创新能力，使之在经济转型中发挥更大的作用，是产业界和学术界面临的亟待解决的问题。

近几年，已经有一些学者从区域和产业角度对我国的创新绩效进行了实证研究。从区域角度对我国创新效率问题进行研究的主要有：史修松等（2007）运用随机前沿函数分析方法，以省级区域为样本，测算并分析了中国区域创新效率及其空间差异^①；李习保（2007）以职务发明专利申请量和授权量作为创新产出的指标，实证分析影响我国区域创新能力差异的效率因素^②；郭国峰等（2007）通过构建知识生产函数模型，对我国中部六省技术创新能力的影响因素展开了分析^③；杨晔（2008）采用因子分析法研究了各地区的企业技术创新能力并进行了综合性评价^④。从产业角度对我国创新效率问题进行研究的主要有：张国强和冯涛（2007）通过对中国高新技术产业28个行业

① 史修松、赵曙东、吴福象：《中国区域创新效率及其空间差异研究》，《数量经济技术经济研究》2009年第3期，第45~55页。

② 李习保：《中国区域创新能力变迁的实证分析：基于创新系统的观点》，《管理世界》2007年第12期，第18~30页。

③ 郭国峰、温军伟、孙保营：《技术创新能力的影响因素分析——基于中部六省面板数据的实证研》，《数量经济技术经济研究》2007年第9期，第134~143页。

④ 杨晔：《我国各省市企业自主创新能力的综合评价——基于投入产出绩效视角的实证研究》，《财经研究》2008年第6期。

的面板数据分析,探讨了在具有不同行业特征条件下市场结构、R&D投资与经济绩效三者之间的相互关系^①;支燕(2009)利用随机前沿方法对我国电子信息业的技术创新绩效进行分析^②;韩晶(2010)应用随机前沿函数对中国高技术产业创新效率进行了实证分析^③。毋庸置疑,这些研究取得了一定的成果,为提升我国的创新能力提出了很多很好的建议。但是,这些研究普遍存在以下三个方面的不足:第一,在对创新产出的指标选择上,多数学者选择了新产品销售收入和专利申请数量作为产出指标进行研究。尽管学者普遍认为专利数量能够较好地反映创新产出,而且专利数据相对容易获得,统计也较方便。但专利在衡量创新产出时也有诸多缺陷,因为不是所有的创新都会注册为专利,申请专利的倾向也因企业规模的不同而存在较大差异。大企业通常依靠市场和技术的垄断地位来保护创新,而小企业更愿意申请专利以免其创新成果被拥有更多资源的企业侵犯(Comanor and Scherer, 1969)^④。这是未来研究中需要解决的问题。第二,在对创新投入的指标的选择上,多数学者没有考虑到知识存量,新知识的产生不仅依赖于研发经费和人员的投入,而且还高度依赖于现有的知识存量。第三,在对影响创新效率的因素的选择上,多数学者考虑的是市场结构、政府对创新活动的支持等因素的影响,这些因素对于考察不同国家的创新能力很重要,但对于同一个国家的不同产业来说,这些指标的差别已经不大。对于中国这样一个转型经济体来说,还需根据转型时期区域或者产业发展的特点来确定影响创新效率的因素。

鉴于此,本研究将力争在上述几个方面有所突破,建立分析模型对中国高技术产业创新能力进行评价,并对创新能力的影响因素进行探讨。文章的结构安排如下:第一部分是引言;第二部分简要分析转型时期中国高技术产业发展的特点;第三部分是模型设定和变量选择;第四部分是实证分析;最后是研究结论和政策建议。

① 张国强、冯涛:《市场结构、R&D投资与经济绩效关系的经验研究——以我国高新技术产业为例》,《科技管理研究》2007年第12期,第42~47页。

② 支燕:《创新能力、技术转化与创新绩效——来自我国电子信息业上市公司的实证》,《科学学与科学技术管理》2009年第3期,第96~99、131页。

③ 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》,《科学学研究》2010年第3期,第467~472页。

④ Comanor, W. S., Scherer, F. M., 1969. "Patent Statistics as a Measure of Technical Change". *Journal of Political Economy*, 77: 392-398.

二 转型时期中国高技术产业发展的特点

加入 WTO 以来，我国通过积极参与经济全球化进程，高技术产业得到快速发展，规模跻身世界前列，但中国同发达国家不同，正处于经济体制转型期，是历史上的特殊时期，其高技术产业的发展与同时期发达国家高技术产业相比，有着明显的不同。

（一）研发活动明显加强

近几年，我国高技术产业 R&D 经费和人员投入增长迅猛，其中 R&D 经费从 2005 年的 362.5 亿元，迅速增加到 2010 年的 967.8 亿元，6 年增长了 1.7 倍，其中 R&D 人员从 2005 年的 17.3 万人（全时当量），快速增加到 2010 年的 39.9 万人，6 年增长了 1.3 倍（见图 13-1）。

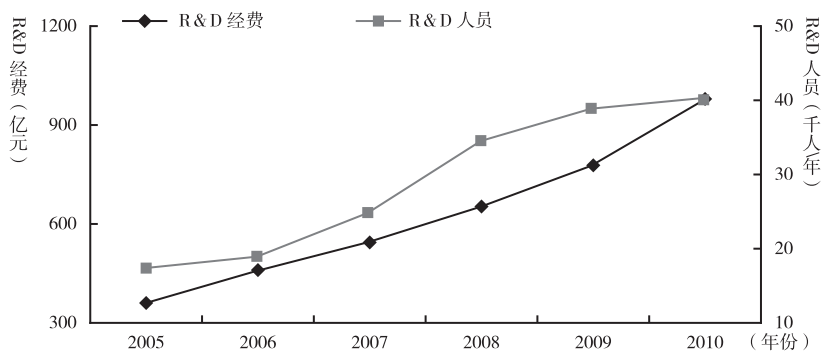


图 13-1 我国高技术产业 R&D 投入变化趋势 (2005 ~ 2010 年)

在这些投入的带动下，我国高技术产业的 R&D 产出也增长迅速。从发明专利的申请数来看，2005 年，我国高技术产业发明专利的申请数还不足 1 万件，而到 2010 年，已经达到 3.5 万件，年均增长 29.7%。这种增长速度在发达国家也是绝无仅有的。与此同时，我国高技术产业拥有的有效专利数也直线上升，到 2010 年超过 5 万件（见图 13-2）。

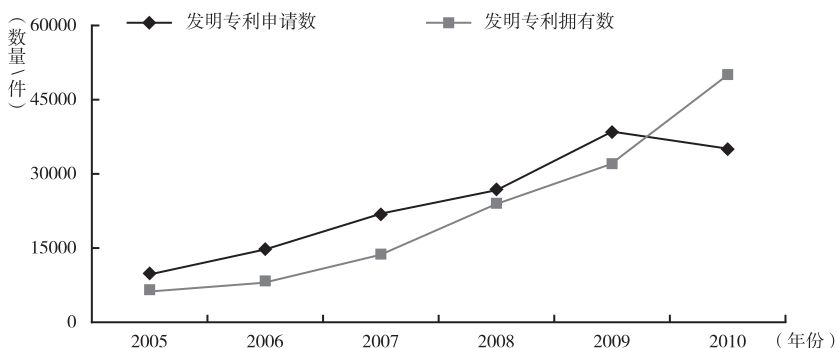


图 13-2 我国高技术产业发明专利申请数和拥有数变化趋势 (2005~2010 年)

(二) 高技术产业的 R&D 强度较低，发展的效率仍然不高

技术密集度高是国际上对高技术产业进行界定的一个基本标准，技术密集度明显高于或数倍高于全部制造业平均值的那些行业才被界定为高技术产业。R&D 经费强度是反映技术密集程度的一个重要指标，美国、德国、法国、英国等发达国家高技术产业 R&D 强度均为制造业平均水平的 3 倍或 4 倍以上，相比之下，2010 年我国高技术产业 R&D 强度 (1.3%) 只有制造业 (0.62%) 的 2 倍左右，远远低于上述国家 (见图 13-3)。这表明我国高技术产业技术密集程度很低，企业的创新能力仍然处在较低水平。

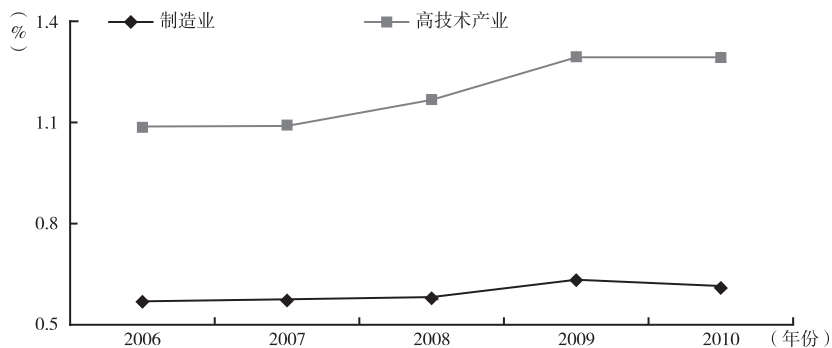


图 13-3 我国高技术产业 R&D 强度变化趋势 (2006~2010 年)

由于我国高技术企业始终没有摆脱低技术的特征，虽然生产的是高技术产品，但仍主要以加工为主，产业规模的扩大更多地依靠制造和装配环节的扩大。

2010年,制造业全员劳动生产率为人均72.64万元,比2005年提高了1倍,而高技术产业只提高了0.32倍,并且2010年高技术产业全员劳动生产率已经开始低于制造业整体水平,反映了我国高技术产业的生产效率提升缓慢(见图13-4)。

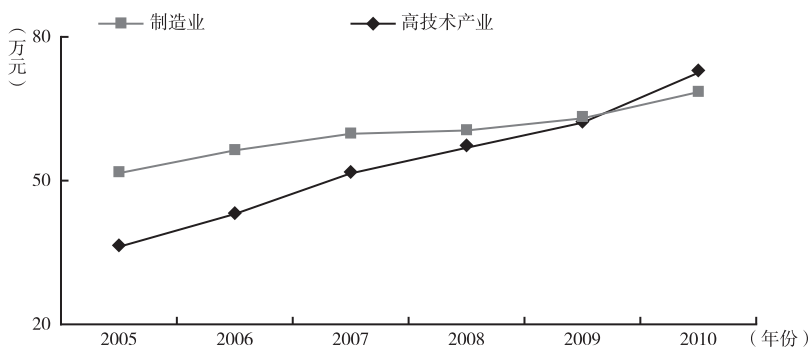


图13-4 我国高技术产业和制造业劳动生产率变化趋势(2005~2010年)

(三) 技术获取渠道逐渐向国内转移

我国高技术产业的外部技术获取渠道主要包括国外技术和购买国内技术。2005~2010年,我国高技术产业的技术引进经费经历了一个由低到高,又由高走低的过程。2007年我国高技术产业的技术引进经费达到130亿元的历史高点,随后不断降低,到2010年只有68.8亿元,几乎是2007年的一半,比2005年还低16亿元(见图13-5)。与此同时,我国高技术产业购买国内技术经费稳步上升,从2005年的9.5亿元增长到2010年的21.3亿元。这说明我国高技术产业的技术获取渠道有逐渐向国内转移的趋势。

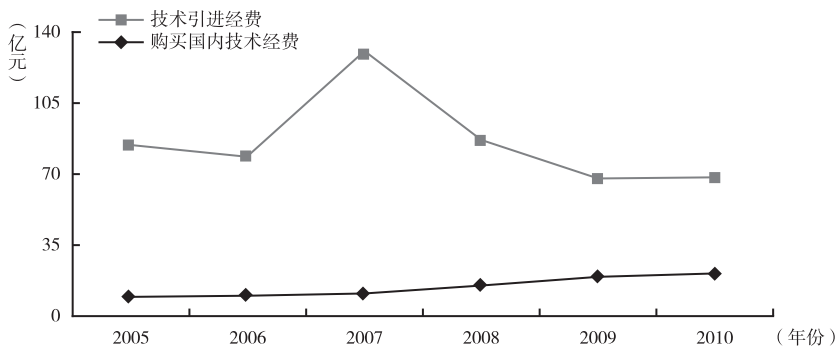


图13-5 我国高技术产业技术引进和购买国内技术经费变化趋势(2005~2010年)

三 研究方法和数据

创新是一个知识生产和商业化的过程，因此考察产业的创新能力可从知识生产函数（Knowledge Production Function, KPF）入手。知识生产函数最初是 Griliches（1979）在利用生产函数估算 R&D 对于经济增长的贡献时提出来的^①。后来经过 Jaffe（1989）完善后形成了 Griliches-Jaffe 知识生产函数模型^②。知识生产函数把创新投入和创新的产出联系起来，对知识生产函数的研究可以探明知识生产的动力、性质及其影响因素，促进知识生产和创新。大量实证研究结果发现，作为一个经验模型，知识生产函数确实存在，而且在知识和创新研究中是一个很好的统计模型，并在国家层面和产业层面为大多数经验研究所证实（Anselin 等，1997；Blind 和 Grupp，1999；Bode，2004）^③。Griliches-Jaffe 知识生产函数的柯布道格拉斯（Cobb Douglas）形式为：

$$K_i = RD_i^\alpha Z_i^\beta e_i \quad (13-1)$$

式（13-1）中， K 为创新产出， RD 为 R&D 投入， Z 为一系列影响创新产出的因素，譬如知识存量等， e 为随机扰动项， i 为决策单元（本研究为高技术产业中的各行业）。

鉴于专利数量在衡量创新产出方面的缺陷，在本研究中我们使用新产品开发项目数和新产品销售收入来衡量创新产出。根据《中国科技统计年鉴》的定义，新产品是指“采用新技术原理、新设计构思研制、生产的全新产品，或在结构、材质、工艺等某一方面比原有产品有明显改进，从而显著提

① Griliches, Z., 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics*, 10: 92-116.

② Jaffe, A. B., 1989. "Real Effects of Academic Research". *American Economic Review*, 79 (5): 957-970.

③ Anselin, L., Varga, A., Acs, Z. J., 1997. "Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations". *Journal of Urban Economics*, 42: 422-448; Blind, K., Grupp, H., 1999. "Interdependencies between the Science and Technology Infrastructure and Innovation Activities in German Regions: Empirical Findings and Policy Consequences". *Research Policy*, 28 (5): 451-468; Bode, E., 2004. "The Spatial Pattern of Localized R&D Spillovers: An Empirical Investigation for Germany". *Journal of Economic Geography*, 4: 43-64.

高了产品性能或扩大了使用功能的产品”。新产品既包括那些已经申请专利的新产品，也包括那些尚未申请专利的新产品。使用新产品开发项目数可以克服各产业因专利申请趋向差异而导致的估计偏差。另外，为了弥补新产品开发项目数无法衡量创新对经济增长的直接贡献，我们还将用新产品销售收入来衡量创新产出。需要说明的是，如果只用新产品销售收入来衡量创新产出也不妥，因为不同行业的市场规模不一样，新产品销售收入大并不就一定就意味着该行业的创新能力就强。所以最好将这两个指标结合起来使用。

相对于创新产出的衡量而言，创新投入的衡量相对比较容易。针对知识生产的特点，除了常用的 R&D 经费和 R&D 人员两种创新投入外，我们还将知识存量作为知识生产的重要投入要素，这是因为知识存量反映了一个产业或一个地区的知识生产状况和技术创新的发展潜力，也是测度产业或区域创新能力的关键所在。知识存量的测算至今没有统一的标准，本研究借鉴 Acs 等（2002）的做法，用有效发明专利数来度量知识存量^①。

对于影响创新产出的因素，结合转型经济体的特征，我们 D 考虑技术引进经费、购买国内技术经费和企业规模三个因素。在发达国家，创新主要是通过 R&D 活动来实施的，而在一个转型经济体中，创新更重要的是建立在技术学习上，主要是通过对外部技术的吸收而不是自主研发努力（Gil 等，2003）^②。此外，关于企业规模对创新产出的影响，尽管不同学者有不同的见解，有的认为小企业的创新效率更高，有的认为大企业的创新效率更高，但都认为这种影响是存在的。本研究采用行业内平均每个企业的产值来衡量高技术产业中的企业规模。

运用传统回归分析方法估计知识函数的一个缺陷是假定生产都是一直在生产前沿上进行，而现实经济中大部分生产者常常偏离于最优生产计划，存在着无效率项。识别无效率项的方法通常包括两类：参数方法和非参数方法。其中非参数方法主要是数据包络分析法（data envelopment analysis），这种方法通过线性规划构建生产前沿面，使用距离函数得到生产单元的效率，

① Acs, Z. J., FitzRoy, F. R., Smith, I., 2002. "High-technology Employment and R&D in Cities: Heterogeneity vs Specialization". *The Annals of Regional Science*, 36 (3): 373 - 386.

② Gil, Y., Bong, S., Lee, J., 2003. "Integration Model of Technology Internalization Modes and Learning Strategy: Globally Late Starter Samsung's Successful Practices in South Korea". *Technovation*, 23: 333 - 347.

其优点是无须假定特定的生产函数形式，也无须对所研究样本的非效率分布做先定假设，但是它的一大缺陷是假设没有随机误差影响产出。参数方法主要是随机前沿函数法（stochastic frontier analysis），基本思路是将实际生产单元与前沿面的偏离分解为随机误差和无效率误差两项，使用计量的方法对前沿生产函数进行估计。相对而言，随机前沿函数法有更稳固的经济理论基础，可以剥离随机误差所可能造成的潜在影响，而且可以为判断模型拟合质量提供各种统计检验。因而，在本研究中我们运用随机前沿模型对知识生产函数进行估计。随机前沿模型最早由 Aigner 等（1977）、Meeusen 和 Broeck（1977）提出，后由 Jondrow、Battese 和 Coelli 等学者对其进行了不断地拓展和发展，提高了随机前沿模型的灵活性和适用性^①。根据 Battese 和 Coelli（1995）关于随机前沿生产函数的定义，我们设定如下形式的随机前沿知识生产函数模型^②：

$$y_{it} = \alpha^0 \cdot RDK_{it}^{\alpha_1} \cdot RDL_{it}^{\alpha_2} \cdot KS_{it}^{\alpha_3} \cdot \exp(v_{it} - u_{it}) \quad (13-2)$$

$$v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2) \quad (13-3)$$

$$u_{it} \sim TN(m_{it}, \sigma_u^2) \quad (13-4)$$

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_0 TIF_{it} + \delta_1 TID_{it} + \delta_2 ES_{it} \quad (13-5)$$

式中 RDK 为 R&D 经费投入， RDL 为 R&D 人员投入， KS 为知识存量，用拥有有效发明专利数来衡量， v_{it} 为随机观测误差，其分布服从正态分布，且独立于 u_{it} ， u_{it} 为无效率误差，服从均值为 m_{it} ，方差为 σ_u^2 的截尾正态分布。 m_{it} 被表示为一组影响因素的线性组合。其中， TIF 表示技术引进经费、 TID 表示购买国内技术经费， ES 表示企业规模。

由于随机前沿函数相对于传统估计方法的优势在于其对无效率项的考虑，那么如何判断随机前沿函数的有效性呢？如果模型中不存在无效率项或者无效率项不明显，则采用传统方法更为合适。根据 Battese 和 Corra（1977），可

① Aigner, D., Lovell, C. A. K., Schmidt, P., 1977. "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". *Journal of Econometrics*, 6 (1): 21 - 37; Meeusen, W., van den Broeck, J., 1977. "Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error". *International Economic Review*, 18: 435 - 444.

② Battese, G. E., Coelli T., 1995. "A Model of Technical Inefficiency Effects in Stochastic Frontier Production for Panel Data". *Empirical Economics*, 20: 325 - 332.

以用变差系数来判断前沿函数模型的有效性，变差系数定义为^①：

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}, 0 \leq \gamma \leq 1 \quad (13-6)$$

当 γ 接近于 1 时，说明无效率项在生产单元与前沿面的偏差中占主要成分，此时采用前沿函数模型就是合适的；若接近 0，说明随机误差是主要成分，此时采用传统估计方法即可。

模型通过有效性检验后，可通过下式计算出创新效率的估计值（Kumbhakar 和 Lovell，2000）^②：

$$IE_{it} = E \{ \exp(-u_{it}) | (v_{it} - u_{it}) \} \quad (13-7)$$

本研究的数据来源于《中国统计年鉴》及《中国科技统计年鉴》。根据国家统计局相关统计指标，我国高技术产业分为医药制造业、航空航天器制造业、电子及通信设备制造业、电子计算机及办公设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业 5 个大类，17 个小类。本研究采用的是各小类行业的数据，将每个小类行业视作一个决策单元。研究时间跨度为 2005 ~ 2010 年。各变量的描述统计量如表 13-1 所示。

表 13-1 变量描述性特征

	最大值	最小值	均值	标准差
新产品销售收入(万元)	42748772.60	37857.00	6742440.14	8750481.42
新产品开发项目数(万个)	9316.00	57.00	2179.94	2162.41
R&D 经费(万元)	3047068.40	14160.00	382918.57	491888.58
R&D 人员(人·年)	98637.00	341.00	16845.96	19518.94
拥有专利(件)	23979.00	2.00	1428.87	3040.46
技术引进经费(万元)	335532.00	0.00	50658.77	76498.78
购买国内技术经费(万元)	222193.00	0.00	10357.91	24574.96
企业规模(亿元/户)	64.48	0.44	4.06	9.72

① Battese, G. E., Corra, G. S., 1977. "Estimation of a Production Frontier Model: with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia". *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21 (3): 169 - 179.

② Kumbhakar, S. C., Lovell, C., 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

四 实证结果和分析

(一) 模型估计结果

本研究使用的计量分析软件是 FRONTIER 4.1, 在估计中以上所有变量均取自然对数值。这样的处理不仅可以降低离群值对估计结果的影响, 而且估计系数具有弹性系数的意义。此外, 投入产出的滞后期问题是在模型估计中必须面对的问题, 大多学者在研究 R&D 直接产出 (如专利申请数) 时, 滞后期设定为 1 年; 如果研究 R&D 投入对经济增长的贡献, 则滞后期设定为 2 年。遵从上述惯例, 本研究以新产品销售收入为创新产出指标时, 滞后期设定为 2 年, 在以新产品开发项目数作为创新产出指标时, 滞后期设定为 1 年。表 13-2 给出了不同设定条件下的估计结果。

表 13-2 模型估计结果

变量	新产品开发项目数			新产品销售收入		
	系数	标准差	T 值	系数	标准差	T 值
影响函数边界的因素						
常数项	0.57993	0.92501	0.62694	5.04503 **	2.43261	2.07392
RDK	0.40839 **	0.18123	2.25345	1.41651 *	0.25939	5.46102
RDL	0.20830 **	0.20996	1.99205	0.71739 *	0.22210	3.22998
KS	0.11571 **	0.06575	1.75985	0.02347	0.11030	0.21274
影响效率的因素						
常数项	0.97835	0.62917	1.55498	4.28012 *	1.49926	2.85482
TIF	-0.03579	0.03065	-1.16755	-0.14040	0.13325	-1.05366
TID	-0.12382 *	0.03564	-3.47410	-0.21459	0.19943	-1.07600
ES	0.34534 *	0.10922	3.16196	-0.78163 ***	0.65169	-1.29939
模型的检验及其他设定						
变差系数	0.82484	0.11044	7.46872	0.89179	0.08528	10.45677
滞后期	1			2		
样本数	85			68		

注: *、**、*** 分别代表参数估计值在 1%、5% 和 10% 水平上显著。

表 13-2 的倒数第三行给出了根据随机前沿模型估计结果算出的变差系数值, 可以看出, 无论在何种假设条件下, 相当一部分的方差可以归因于效

率因素。这为本研究使用随机前沿分析模型提供了一个有力的证据。

从表 13-2 还可以看出,新产品开发项目数与 R&D 经费、R&D 人员以及知识存量显著相关,但是新产品销售收入却只和 R&D 经费、R&D 人员显著相关,与知识存量的相关性不明显。造成这种差异的一个可能原因是,中国高技术产业 R&D 成果的质量不高,很多专利可以用来作为进一步开展 R&D 活动,并产出专利,但这些成果中成功实现商业的比例较小。此外,从系数的大小来看,假定其他变量不变,R&D 经费投入增加 1%,新产品开发项目数和销售收入分别增加 0.41% 和 1.42%;R&D 人员增加 1%,新产品开发项目数和销售收入分别增加 0.21% 和 0.72%。研发投入的直接产出系数高,而最终产出系数低,这在一定程度上印证了前文所提到的我国高技术产业的扩张更多的是一种低技术水平的规模扩张,经济增长的质量没有得到相应水平的提高。

在影响高技术产业创新效率的因素中,无论是以新产品开发项目数还是以新产品销售收入来衡量创新产出,技术引进经费的系数估计值均为负数,但不显著,表明在考察期内国外技术引进对我国高技术产业的创新能力的影
响不大。造成这种现象的一个可能的原因是,相比其他产业而言,发达国家对发展中国家高技术的封锁更严厉,因此国内高技术产业从国外技术引进中的获益十分有限。

在以新产品开发项目数衡量创新产出时,购买国内技术经费系数的估计值为负,并且非常显著。表明购买国内技术经费支出越高,无效率水平的均值越低,创新效率也就越高。这说明高技术产业外的国内研发机构的 R&D 成果对高技术产业 R&D 活动起到了明显的促进作用。在以新产品销售收入衡量创新产出时,购买国内技术经费的系数估计值为负,但在统计意义上并不显著,表明高技术产业引进的国内技术对其最终的创新产出没有明显的影响。这个结果也在一定程度上说明了我国高技术企业重引进,轻消化吸收和转化。

在以新产品开发项目数衡量创新产出时,企业规模系数的估计值为正,并且非常显著。表明高技术产业中企业规模对创新产出有负面的影响。在以新产品销售收入衡量创新产出时,企业规模的估计值为负,并且显著,表明高技术产业中企业规模越大,其创新产出越高。这个结果初看起来比较让人费解,但与我们的观察其实并不矛盾,国内规模大的企业对 R&D 的忽视是一个普遍的问题,但是他们可以通过其市场控制力,在少量的创新上获得更多的经济收益。

(二) 创新效率比较

根据模型的估计结果，我们可以方便地计算出 17 个行业每年创新效率的估计值（见表 13-3、表 13-4）。

表 13-3 创新效率估计值（以新产品开发项目数衡量创新产出）

行业	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	平均
化学药品制造业	0.732	0.661	0.807	0.791	0.622	0.723
中成药制造业	0.706	0.617	0.750	0.714	0.447	0.647
生物、生化制品的制造业	0.426	0.475	0.702	0.664	0.274	0.508
飞机制造及修理业	0.575	0.642	0.497	0.463	0.447	0.525
航天器制造业	0.222	0.391	0.172	0.077	0.046	0.181
通信设备制造业	0.210	0.223	0.386	0.442	0.199	0.292
雷达及配套设备制造业	0.592	0.541	0.503	0.398	0.484	0.504
广播电视设备制造业	0.711	0.270	0.570	0.487	0.185	0.445
电子器件制造业	0.534	0.707	0.746	0.706	0.392	0.617
电子元件制造业	0.898	0.724	0.827	0.763	0.594	0.761
家用视听设备制造业	0.688	0.679	0.634	0.506	0.495	0.600
其他电子设备制造业	0.374	0.321	0.808	0.474	0.272	0.450
电子计算机整机制造业	0.250	0.136	0.142	0.110	0.555	0.239
电子计算机外部设备制造业	0.235	0.247	0.324	0.279	0.372	0.291
办公设备制造业	0.152	0.310	0.293	0.307	0.180	0.248
医疗设备及器械制造业	0.314	0.357	0.685	0.619	0.227	0.440
仪器仪表制造业	0.698	0.721	0.894	0.852	0.456	0.724
平均	0.489	0.472	0.573	0.509	0.367	0.482

从表 13-3 可以看出，若以新产品开发项目数衡量创新产出，电子元件制造业、仪器仪表制造业和化学药品制造业的创新效率相对其他产业具有明显的优势，这可能与中国这些行业较早融入全球价值链，从而在全球竞争中得到历练密切相关。而航天器制造业平均创新效率是最低的，创新效率只有 0.181，与创新效率最高的电子元件制造业创新效率 0.761 相比，相差近 58%。电子计算机整机制造业的创新效率也比较低，而这些都是关乎国家产业安全的重要行业，可见，提高高技术产业创新能力仍然是任重道远。

从高技术产业创新效率的动态发展来看，2006~2010 年中国高技术产业创新效率一直在低位徘徊，2008 年高技术产业创新效率达到阶段顶点，随后又直线下降，这可能与 2008 年爆发的国际金融危机有一定的关系。整

体看来，中国高技术产业创新效率增长乏力，产业创新效率仍然有很大的提升空间。

表 13-4 创新效率估计值（以新产品销售收入衡量创新产出）

行业	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	平均
化学药品制造业	0.591	0.695	0.743	0.730	0.690
中成药制造业	0.387	0.444	0.507	0.563	0.475
生物、生化制品的制造业	0.381	0.627	0.573	0.312	0.473
飞机制造及修理业	0.776	0.762	0.369	0.404	0.578
航天器制造业	0.038	0.104	0.067	0.064	0.068
通信设备制造业	0.833	0.825	0.878	0.846	0.846
雷达及配套设备制造业	0.551	0.231	0.149	0.375	0.326
广播电视设备制造业	0.531	0.400	0.481	0.305	0.429
电子器件制造业	0.721	0.767	0.800	0.729	0.754
电子元件制造业	0.726	0.619	0.738	0.770	0.713
家用视听设备制造业	0.694	0.710	0.777	0.733	0.729
其他电子设备制造业	0.590	0.869	0.781	0.520	0.690
电子计算机整机制造业	0.905	0.884	0.809	0.874	0.868
电子计算机外部设备制造业	0.865	0.866	0.670	0.894	0.824
办公设备制造业	0.804	0.480	0.385	0.681	0.587
医疗设备及器械制造业	0.264	0.444	0.445	0.174	0.332
仪器仪表制造业	0.691	0.828	0.801	0.613	0.733
平均	0.609	0.621	0.587	0.564	0.595

从表 13-4 可以看出，若以新产品销售收入衡量创新产出，电子计算机整机制造业、通信设备制造业和电子计算机外部设备制造业的创新效率相对其他产业具有明显的优势，这可能与中国这些产业的巨大消费市场密切相关。航天器制造业平均创新效率是最低的，创新效率只有 0.068，与创新效率最高的电子计算机整机制造业创新效率 0.868 相比，相差近 80%。可见，我国航天器制造业研发成果的产业化还面临着巨大的障碍。

无论是以新产品销售收入衡量创新产出还是以新产品开发项目数衡量创新产出，我国高技术产业创新效率的变动轨迹是一致的。

五 结论与政策建议

高技术产业的创新能力决定着一个国家国际竞争力的高低及其在世界经

济中的分工地位，也是发展中国家实现经济转型的重要途径。本研究应用随机前沿知识生产函数模型对转型时期我国高技术产业创新效率进行了实证分析。研究结果结论表明，2005~2010年：①相对于R&D经费和人员投入，知识存量对我国高技术产业创新的作用不突出。②国外技术引进对我国高技术产业的创新能力的影响不明显。③国内技术引进对我国高技术产业R&D产出起到了明显的促进作用，但经济效益不明显。④我国高技术产业中企业规模对创新能力有负面的影响。

上述研究结论对我国高技术产业的发展有着重要的政策启示。

第一，由于发达国家的技术封锁，国外技术引进对高技术产业的促进作用远不如一般的制造业。随着中国经济的国际地位的不断提高，发达国家对中国的技术封锁将会进一步加剧，尤其在高技术产业的关键技术上。因此，在提高我国高技术产业创新能力的过程中，要以自主研发为主，技术引进为辅。这就要求国家R&D经费投入应进一步向高技术产业，尤其是战略性高技术产业的创新优势企业倾斜，以增强其创新能力和国际竞争力，使其在国际产业分工和全球经济格局中占据制高点。

第二，针对我国高技术产业发展质量偏低的问题，我国应改变那种注重以高技术产业产值来衡量地区经济转型的做法，加紧研究和制订科学的指标体系，引导地方政府更加注重高技术产业的发展质量，改变那种在推动经济转型的过程中，将高技术产业作为政府新的“政绩工程”的现象。此外，还要创新良好的市场环境，对垄断进行规制，让真正有价值的研究成果能在市场上获得相应的收益。同时，要大力培育各类中介机构，建立将重大技术推向市场转化为利润的完整商业模式，弥补我国广泛存在的技术突破后的商业缺位，提高企业进行技术创新的积极性，这样才能真正从源头上解决我国高技术产业R&D成果不高和产业发展质量偏低的问题。

第三，“国内技术引进对我国高技术产业R&D产出起到了明显的促进作用，但经济效益不明显”，这说明我国企业的技术转让与合作，确实有助于推动企业间的技术研发与应用。国内企业的技术转让由于不存在技术壁垒，因此企业可以通过技术转让与合作，真正使得企业关键技术的合作研发具有实际效率，这也进一步说明，在企业间建立产业技术创新联盟是可取的，是在政府引导下加速企业技术融合、解决制约产业和行业发展的关键共

性技术难题的一条行之有效的途径。但另一方面，经济效益不明显，说明在企业技术创新联盟的后端运营方面还存在巨大的提升空间，除了完善商业运营模式外，在行业关键共性技术研发获得突破后，如何协调不同类型的企业在行业关键共性技术的基础上分工协作开展更具商业价值的应用技术与实用研发也是很重要的。这可以保证在同一产业技术创新联盟内，企业对各自占主导地位的产品技术的定位与研发可以根据本产业的产品价值链进行合理的分工，有规划地对产品市场进行战略布局和分割。而在这一过程中，市场机制是主体决定因素，政府只起到一定的引导作用，在市场和政府之间可能发挥更大作用的也许是行业协会等中介组织，这也正是中国在未来需要大力培育和发展的推动创新的第三种力量。

第四，从“我国高技术产业中企业规模对创新能力有负面的影响”这一分析结论，我们初步可以得到两种判断：一是由于我国规模以上的高技术企业大多为国有大中型企业，这再一次说明了国有企业的体制障碍一直是阻碍企业创新能力发挥的一个重要因素，国有大中型企业的创新动力不足，一直是中国当前在经济转型以及体制改革中的一个突出问题。如何建立有效的激励机制激发国有企业的创新动力，是摆在当前改革和转变经济发展方式中一个非常突出的问题，需要引起有关部门的高度重视，也可以说是关系到转变发展方式成败的关键因素之一。二是进一步说明了中小高新技术企业在经济结构调整和发展方式转变过程中的地位和作用。如何保护中小高新技术企业的创新热情，提高他们的创新能力，将是未来中国经济发展方式转变是否能够成功实现的一个重要保障。我国中小企业为数众多，由于规模小，转型相对容易，转型的机会成本也相对低些。这也更加说明，当前把政策的重点放在解决中小企业融资难题、提高中小企业创新能力上的政策取向是正确的，是需要保持一定的政策持续性的。

第五，通过上述分析，我们认为，在未来相当长的时期内，还应当继续坚持和深化推动自主创新、建设创新型国家的发展战略，把提高企业自主创新能力摆在突出位置，进一步加大以企业为主体的 R&D 投入力度，推动新技术的自主研发，抓住全球技术变革的良机，抢占高技术前沿，推动中国企业向全球价值链高端迈进，通过高新技术产业创新能力的提升带动经济结构调整和经济发展方式的转变。同时，要通过政策引导，推动产学研的结合，激励技术成果向市场价值的转化，提升企业对技术成果的产业化能力和水

平。要采取多种模式加快技术孵化,创新商业运营模式提升高技术产业的市场附加值,把技术创新、金融创新、产业创新与商业模式创新紧密结合起来,形成政策合理,有效提升我国高技术产业的整体创新能力,为加快经济发展方式转变发挥好科技创新的支撑和引领作用。

最后,需要说明的是,本研究仍然存在一些有待改进的地方。在确定影响创新效率的因素时,由于数据的可得性,仅仅只考虑了国内、外技术引进和企业规模三个因素,忽略了产业的市场结构、利润率等其他方面的一些因素。从这个意义来讲,本研究的结论具有一定的限制,这些问题有待我们在未来的研究中加以克服和改进。

参考文献

- 史修松、赵曙东、吴福象:《中国区域创新效率及其空间差异研究》,《数量经济技术经济研究》2009年第3期,第45~55页。
- 李习保:《中国区域创新能力变迁的实证分析:基于创新系统的观点》,《管理世界》2007年第12期,第18~30页。
- 郭国峰、温军伟、孙保营:《技术创新能力的影响因素分析——基于中部六省面板数据的实证研》,《数量经济技术经济研究》2007年第9期,第134~143页。
- 杨晔:《我国各省市企业自主创新能力的综合评价——基于投入产出绩效视角的实证研究》,《财经研究》2008年第6期。
- 张国强、冯涛:《市场结构、R&D投资与经济绩效关系的经验研究——以我国高新技术产业为例》,《科技管理研究》2007年第12期,第42~47页。
- 支燕:《创新能力、技术转化与创新绩效——来自我国电子信息业上市公司的实证》,《科学学与科学技术管理》2009年第3期,第96~99、131页。
- 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》,《科学学研究》2010年第3期,第467~472页。
- Comanor, W. S., Scherer, F. M., 1969. "Patent Statistics as a Measure of Technical Change". *Journal of Political Economy*, 77: 392-398.
- Griliches, Z., 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics*, 10: 92-116.
- Jaffe, A. B., 1989. "Real Effects of Academic Research". *American Economic Review*, 79(5): 957-970.
- Anselin, L., Varga, A., Acs, Z. J., 1997. "Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations". *Journal of Urban Economics*, 42: 422-448.
- Blind, K., Grupp, H., 1999. "Interdependencies between the Science and Technology

Infrastructure and Innovation Activities in German Regions: Empirical Findings and Policy Consequences” . *Research Policy*, 28 (5): 451 – 468.

Bode, E. , 2004. “The Spatial Pattern of Localized R&D Spillovers: An Empirical Investigation for Germany” . *Journal of Economic Geography*, 4: 43 – 64.

Acs, Z. J. , FitzRoy, F. R. , Smith, I. , 2002. “High-technology Employment and R&D in Cities: Heterogeneity vs Specialization” . *The Annals of Regional Science*, 36 (3): 373 – 386.

Gil, Y. , Bong, S. , Lee, J. , 2003. “Integration Model of Technology Internalization Modes and Learning Strategy: Globally Late Starter Samsung’s Successful Practices in South Korea” . *Technovation*, 23: 333 – 347.

Aigner, D. , Lovell, C. A. K. , Schmidt, P. , 1977. “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models” . *Journal of Econometrics*, 6 (1): 21 – 37.

Meeusen, W. , van den Broeck, J. , 1977. “Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error” . *International Economic Review*, 18: 435 – 444.

Battese, G. E. , Coelli T. , 1995. “A Model of Technical Inefficiency Effects in Stochastic Frontier Production for Panel Data” . *Empirical Economics*, 20: 325 – 332.

Battese, G. E. , Corra, G. S. , 1977. “Estimation of a Production Frontier Model: with Application to the Pastoral Zone of Eastern Australia” . *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21 (3): 169 – 179.

Kumbhakar, S. C. , Lovell, C. , 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

(赵志耘 译)