

基于随机前沿生产函数的我国主要省市人力资本与 R &D 投资效率实证检验

傅强, 靳娜

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘要:人力资本和 R &D 投资一方面促进了经济增长, 另一方面又增强了科研主体对外部技术的吸收能力, 推动了知识与技术的扩散。本文基于随机前沿生产函数, 利用 1998—2007 年中国 29 个省市共 290 个观测数据, 通过引入人力资本和 R &D 投资两个参数, 分析人力资本和 R &D 投资对生产力的直接影响和通过提高技术吸收能力对技术效率的间接影响。结果表明: 人力资本在诠释地区间效率差异中扮演着极其重要的角色, 它不仅直接影响生产力的提高, 而且还通过提高技术吸收能力从而间接影响技术效率; R &D 投资对技术效率有重要影响, 而对生产力的直接影响并不强。

关键词:人力资本; R &D; 吸收能力; 随机前沿生产函数; 技术效率

中图分类号:F062.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)06-0005-06

1 文献回顾

技术吸收能力的概念是柯恩 (Cohen) 和莱文塞尔 (Levinthal) 在分析企业研发的作用时首先提出来的, 认为吸收能力是企业识别新的、外部的 (技术) 信息的价值, 吸收并使其商业化的能力^[1]。吸收能力的不同决定了地区间技术效率的差异。两种因素决定了吸收能力: 人力资本^[2]和本国的创新能力^[3-4]。

人力资本一方面作为生产要素之一, 可直接促进经济增长; 另一方面, 人力资本是技术创新与进步的重要源泉, 是技术扩散与应用的必要条件和基础, 可以促进东道国的吸收能力。R &D 投资一方面促进科技创新的发展, 通过推动技术创新和知识积累来转变经济增长方式, 促进经济增长; 另一方面, R &D 投资是经济增长内在推动力, 它增强了科研主体对外部技术的吸收能力, 也有利于知识与技术的扩散。因此, 研究人力资本与 R &D 投资的效率问题就显得很有意义。

国内外学者关于人力资本和 R &D 投资的实证研究很多。国外学者 Bils 和 Klenow 利用入学率作为人力资本的替代指标, 发现人力资本对经济增长有显著作用^[5]。Maria 利用 72 个国家 1960—1990 年的数据, 得出产出水平对人力资本积累的过程有正的显著影响的重要结论^[6]。Yang Wang 等对中国 1978—1999 年间人力资本存量进行度量, 结果表明中国人力资本积累十分迅速, 对经济增长和福利

改善有很大贡献^[7]。Narula 指出, 东道国吸收能力的一个重要组成部分就是人力资本水平。东道国获得技术外溢效应的必要条件之一就是东道国拥有经过良好训练的人力资本^[8]。Xu 对以人力资本衡量的吸收能力“阈值”效应进行了检验, 发现随着样本的人力资本存量值增加, FDI 的技术外溢效应越来越明显^[9]。我国学者杨建芳等用一个包含教育与健康的内生增长模型对我国人力资本与经济增长的关系进行测算, 分析表明我国人力资本对经济增长存在巨大影响^[10]。陈文静和何刚利用 VECM 动态模型分析人力资本、科研投入对经济增长的短期动态变化和长期影响机制, 研究发现人力资本存量和政府科研投入对经济增长有很大的正向促进作用^[11]。靳卫东和张柏良通过检验人力资本与经济增长之间的因果关系, 利用协整性检验分析两者之间的数量关系, 表明人力资本投资在长期和短期内都可以促进经济的增长^[12]。王剑武和李宗植通过构建资本品种类扩张型的内生增长模型, 证实了人力资本对 FDI 吸收能力的决定作用^[13]。刘厚俊和刘正良利用中国地区数据, 检验我国的 FDI 吸收效应的最低人力资本门槛, 研究表明高于这个门槛的地区才能吸收到 FDI 效应, 在低人力资本水平地区, 中等人才对 FDI 效应的吸收比较有利, 而在高人力资本水平地区, 高层次人才的影响更大^[14]。

关于 R &D 投资研究方面, 国外学者 Griffith 和 Cameron 等分别从国家层面和行业层面研究 R &D 投资对生产力的影响, 研究表明 R &D 投资促进了

收稿日期: 2009-04-17

作者简介:傅强 (1963—), 男, 重庆人, 重庆大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师, 主要研究方向: 技术创新、宏微观经济学、金融工程等; 靳娜 (1981—), 女, 山西人, 重庆大学经济与工商管理学院博士研究生, 主要研究方向: 国际技术转移。

生产力的提高^[15-16]。Eaton 和 Kortun、Frantzen、Jaffe 和 Trajtenberg、Keller 等检验了跨越国界、地区和行业间的 R &D 知识溢出,研究表明 R &D 投资对增强吸收能力起到非常重要的作用^[17-20]。我国学者邵建春和李霞基于 VaR 模型研究我国 R &D 投资和经济增长之间的定量关系,研究表明 R &D 投资和经济增长之间存在长期稳定均衡关系,且 R &D 投资对经济增长有促进作用^[21]。吴林海和杜文献根据时间序列动态均衡分析方法,通过对中国 1991—2005 年间 R &D 投资与经济增长的有关数据变量进行协整分析与因果关系检验,并建立二者之间的误差修正模型,证实了中国经济增长与 R &D 投资存在着某种长期的均衡关系,但现阶段两者不存在双向的影响关系^[22]。张海洋通过构建 R &D 吸收能力和外资扩散的分析框架,检验了中国工业部门 R &D 创新能力、吸收能力和外资技术扩散对行业技术进步的影响,研究表明 R &D 投资和外资活动都推动了内资工业部门的技术进步^[23]。

Griffith 等首次在模型中合并研究了 R &D 投资对创新和吸收能力的影响,研究表明 R &D 投资一方面促进了科技创新的发展,另一方面又增强了科研主体对外部技术的吸收能力。Kneller 利用 OECD 行业数据研究表明,人力资本与 R &D 投资相比,对吸收能力的提高显得更加重要^[24]。但是 Griffith 和 Kneller 都是利用某个地区的最高生产力水平作为标准测量其他地区的相对生产力,此方法有两个局限:假设参考国家位于技术前沿,而且技术前沿地区始终位于前沿,只有前沿地区进行技术创新;没有考虑时间维度。在分析了 Griffith 和 Kneller 研究缺陷的基础上,Kneller 和 Stevens 利用 OECD 国家的数据基于随机前沿分析研究了人力资本和 R &D 投资的无效性,研究表明生产无效性存在,无效性依赖于人力资本的水平^[25]。

纵观这些实证研究,不难发现,研究者主要是单方面研究人力资本或 R &D 投资对经济增长的影响,或者是单方面分析人力资本或 R &D 投资对吸收能力的影响,没有在一个模型中同时引入两种变量并同时讨论其对经济增长和吸收能力的影响。

在同一模型中实证检验人力资本和 R &D 投资对经济增长和吸收能力的影响方面的相关文献在我国基本没有。因此本文基于 Kneller 和 Stevens 模型,利用随机前沿分析方法,引入人力资本和 R &D 投资两个参数,实证检验我国人力资本和 R &D 投资对经济增长和吸收能力的影响。

本文利用中国 29 个省份 1998—2007 年共 290 个观测数据研究人力资本和 R &D 投资的效率及其

影响作用,分析人力资本和 R &D 投资的双重作用性,研究人力资本和 R &D 投资在我国生产力提高和技术吸收能力提高中起到的作用,从中寻找制约经济发展的障碍,并且运用随机生产前沿技术测量各地区的技术效率,分析各地区的技术差距,并分析形成这种差距的原因。

2 模型和方法

随机前沿分析是一种参数方法,前沿产出指在一定的投入水平下可能达到的最大产出。厂商要么处于前沿面上,要么位于前沿之下,这取决于其生产效率。本文定义了四种投入要素:物理资本(K);有效劳动力供应(L);人力资本存量(H);知识存量(P),其通过测量 R &D 存量获得。生产函数如式(1)所示, $\bar{Y}_{it}$ 代表 t 时 i 地区的最大产出。

$$\bar{Y}_{it} = f_i(K_{it}, L_{it}, H_{it}, P_{it}) \varepsilon_{it} \quad (1)$$

ε_{it} 服从 $N(0, \sigma^2)$ 分布,为随机误差项,包括数据误差和各种不可控因素。人力资本与物理资本有互补的作用,因此生产函数中将人力资本作为一个独立变量。在模型中,知识作为一种生产要素的投入,依赖于每个地区的 R &D 存量, R &D 存量的增长导致了技术的进步。

每个地区的实际产出为:

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, H_{it}, P_{it}) \eta_{it} \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$\eta(0 < \eta \leq 1)$ 代表了技术效率。如果 $\eta = 1$, 地区的投入要素在生产过程中是完全有效的,包括 R &D 存量也是完全有效的,反之,生产要素的吸收不足使得生产位于前沿之下。由式(2)可知, R &D 存量对于地区的效率估计是非常重要的。式(2)中的效率项也就是通常的全要素生产率(TFP), TFP 反映了地区技术水平和无效率水平。如果技术是中性的,产出可分解为生产函数和技术的组合。

$$Y_{it} = f_1(P_{it}) f_2(K_{it}, L_{it}, H_{it}) \eta_{it} \varepsilon_{it} \quad (3)$$

TFP 等于 $f_1(P_{it}) \eta_{it}$, 生产函数为 $f_2(\cdot)$, 给定要素投入量可能生产的最大产出量。生产位于前沿之内都是无效的。

由于研究框架不仅要考虑技术进步,还要考虑技术进步是否为中性,因此本文选用限制条件较少的超越对数生产函数。超越对数生产函数模型是一种易估计和包容性很强的变弹性生产函数模型,可以较好研究生产函数中投入的相互影响、各种投入技术进步的差异性。

$$\begin{aligned} \ln y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \frac{1}{2} \beta_3 (\ln K_{it})^2 + \\ & \frac{1}{2} \beta_4 (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_5 \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_6 \ln P_{it} + \beta_7 \ln H_{it} - v_{it} \end{aligned}$$

+ u_{it} 。 (4)

式(4)中, v_{it} 为地区 i 在第 t 期的生产无效率项, 为非负随机变量, 服从正半部正态分布 $N(\mu_{it}, \sigma^2)$ 。

地区 i 在 t 时的 R &D 投资和人力资本作为生产无效率的外生解释变量。人力资本之所以被包括在效率决定因素中, 是为了检验其在生产函数中的双重作用, 即直接作用(生产因素)和效率作用(对吸收能力的影响)。

$\mu_{it} = \delta_0 + \delta_1 \ln r_{it} + \delta_2 \ln H_{it}$ 。 (5)

式(5)中, r_{it} 为地区 i 在 t 时的 R &D 支出。如果人力资本和 R &D 支出的参数估计值显著为负, 则表明这两个变量对技术非效率有显著负影响, 或者说变量对技术效率有显著正影响, 促进了技术的吸收。

利用式(4)和式(5)所示的生产函数和效率决定函数来检验 R &D 投资和人力资本的双重作用, 即它们不但促进生产力的提高, 而且促进技术的吸收, 从而提高技术效率。

3 样本选取和数据采集

样本为 1998—2007 年我国 29 个省市的数据, 共 290 个观测结果, 由于海南省和西藏的数据不完整, 因此剔除海南省和西藏。我国三大经济区域按东部地区包括北京、天津、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东等 9 个省市, 中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、河北、湖北、湖南等 9 个省市, 西部地区包括重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆、广西、内蒙古等 11 个省市来划分。

式(4)中, y_{it} 为各省市 1998—2007 年的 GDP (亿元), 并将各省市历年的 GDP 按 2000 年的价格

基准进行折算, 数据来源于《中国统计年鉴》(1999—2008)。

L_{it} 为各省市 1998—2007 年的年末就业人员数(万人), 数据来源于《中国统计年鉴》(1998—2008)。

K_{it} 为各省市 1998—2007 年的固定资本存量(亿元)。目前, 我国现行统计资料中只有历年资本形成总额数据而没有资本存量数据。本文以永续盘存法为基础进行测算, 其基本公式为: $K_t = I_t + (1 - \delta_K) K_{t-1}$ 。其中: K_t 代表 t 年的资本存量; I_t 代表固定资产投资, 利用固定资产投资价格指数进行平减; δ_K 为资本折旧。当年固定资产投资额和固定资产投资价格指数由《中国统计年鉴》查得, 资本折旧按大多数文献采取的 5 % 进行估算, 基期固定资本存量由 $K_1 = I_1 / (g_K + \delta_K)$ 得出, g_K 为年固定资产投资的平均增长率。

P_{it} 为各省市 1998—2007 年的知识存量, 通过 R &D 存量的测量获得。R &D 存量的测量同样以永续盘存法为基础进行测量, $P_t = R_t + (1 - \delta_R) P_{t-1}$ 。其中: P_t 代表 t 年的 R &D 存量; R_t 代表 t 年的 R &D 内部支出, 从《中国科技统计年鉴》获得, 利用固定资产投资价格指数和居民消费价格指数进行平减; δ_R 为折旧率, 按大多数文献采取的 15 % 进行估算。基期 R &D 存量由 $P_1 = R_1 / (g_R + \delta_R)$ 得出, g_R 为年 R &D 内部支出的平均增长率。

H_{it} 为人力资本, 本文以居民平均受教育程度衡量地区人力资本水平。指标采用 6 岁及以上人口平均受教育年数, 假定文盲半文盲、小学、初中、高中、大专以上教育程度的居民平均教育年数分别为 1 年、6 年、9 年、12 年和 16 年, 统计数据从《中国统计年鉴》和《中国人口统计年鉴》获得。

以上相关指标经过计算后, 我国经济区域各项指标的描述性统计结果如表 1 所示。

表 1 1998—2007 年全国及东、中、西 部地区相关指标的描述性统计结果

区域	指标	均值	最大值	最小值	标准差	观察值个数	横截面个数
全国	GDP	8.081	10.071	5.405	0.927	290	29
	L	7.454	8.661	5.440	0.805	290	29
	K	9.464	10.918	7.643	0.769	290	29
	R &D 存量	4.687	6.957	2.030	1.189	290	29
	R &D 支出	2.876	5.138	0.258	1.186	290	29
	受教育程度	2.064	2.409	1.669	0.116	290	29
东部	GDP	8.776	10.071	7.204	0.661	90	9
	L	7.493	8.574	5.999	0.831	90	9
	K	10.192	10.918	9.171	0.480	90	9
	R &D 存量	5.833	6.957	4.866	0.630	90	9
	R &D 支出	4.011	5.138	3.040	0.634	90	9
	受教育程度	2.145	2.409	1.918	0.120	90	9

续 表

区域	指标	均值	最大值	最小值	标准差	观察值个数	横截面个数
中部	GDP	8.298	9.355	7.280	0.503	90	9
	L	7.803	8.661	6.951	0.492	90	9
	K	9.512	10.339	8.867	0.434	90	9
	R &D 存量	4.707	5.489	3.902	0.454	90	9
	R &D 支出	2.898	3.714	2.096	0.454	90	9
	受教育程度	2.078	2.179	1.903	0.063	90	9
西部	GDP	7.337	9.084	5.405	0.849	110	11
	L	7.138	8.472	5.440	0.869	110	11
	K	8.830	10.044	7.643	0.617	110	11
	R &D 存量	3.732	5.838	2.030	1.119	110	11
	R &D 支出	1.928	4.068	0.258	1.123	110	11
	受教育程度	1.988	2.147	1.669	0.094	110	11

4 分析结果与讨论

根据上述数据,本文运用 Frontier (Version4.1)程序对上述模型进行了估计,表 2 给出了生产函数和效率函数的估计参数及相关检验的结果。由此可见,资本存量、劳动力和人力资本对生产力有显著正影响,知识存量对生产力有显著负影响。

表 2 生产函数和效率函数的估计参数值及相关检验结果

函数	估计参数	系数	标准差	t 统计值
随机前沿生产函数	β_0	2.181 **	1.642	1.328
	β_1	0.142	0.612	0.232
	β_2	0.229	0.444	0.516
	β_3	- 0.100 ***	0.071	- 1.407
	β_4	- 0.243 ***	0.077	- 3.156
	β_5	0.434 ***	0.076	5.677
	β_6	- 0.888 ***	0.050	- 17.834
	β_7	2.226 ***	0.240	9.288
	σ^2	0.049	0.004	11.577
技术效率 决定函数	γ	0.999	0.0003	3218.01
	δ_0	5.208 ***	0.597	8.726
	δ_1	- 0.784 ***	0.056	- 14.027
	δ_2	- 0.643 ***	0.257	- 2.499
对数似然函数值	39.113			
LR 检验值	46.142			

注:“***”表示显著性水平至少为 0.001,“**”表示显著性水平至少为 0.05。

表 3 全国及东、中、西部地区劳动力和资本的产出弹性

地区	产出弹性	
	劳动力	物理资本
全国	0.471	0.813
东部	0.620	0.749
中部	0.397	0.844
西部	0.411	0.808

表 3 显示了全国及东、中、西部地区的要素产出弹性。本文估计的产出弹性与赵志耘、刘晓路和吕冰洋^[26]的估计相近。就全国整体而言,资本的产出

弹性为 0.813,劳动力的产出弹性为 0.471。就东部而言,资本的产出弹性为 0.749,劳动力的产出弹性为 0.620;就中部地区而言,资本的产出弹性为 0.844,劳动力的产出弹性为 0.397;就西部地区而言,资本的产出弹性为 0.808,劳动力的产出弹性为 0.411。中部地区的资本产出弹性高于西部地区,西部地区又高于东部地区。东部地区的劳动力产出弹性高于中部地区,而中部地区低于西部地区。本文分析的数据期间为 1998—2007 年,这 10 年正是我国开始逐步实现西部大开发战略的时期。本文的研究发现,中部地区和西部地区的资本迅速积累,符合了 1999 年我国提出的实施西部大开发战略,这加快了中、西部地区的发展。

在生产函数估计中,知识存量与生产力之间存在着显著的负向关系。由估计结果可见,我国的知识存量存在着明显的不足,依赖 R &D 投资的科技创新能力不高,我国生产力提高的主要来源并非自主创新。人力资本对生产力有显著的正向影响,我国各地区 6 岁(含)以上人口平均受教育年数每增加 1%,我国生产力将提高 2.226%。由此可见,居民受教育程度对提升我国的生产力具有非常重要的作用。居民平均受教育程度越高,企业越可能雇用到人力资本水平较高的员工,越能增强企业的自主创新能力。

效率项估计结果显示,R &D 支出和人力资本的系数显著为负,表明 R &D 投资和人力资本对提高我国的技术效率都有显著影响。R &D 支出每提高 1%,生产的无效率降低 0.784%,表明我国的 R &D 支出的提升增强了科研主体对外部技术的吸收能力,有利于知识与技术的扩散。人力资本每提高 1%,生产的无效率降低 0.643%,此结论支持了 Fagerberg 的观点,人力资本的提升对于技术转移是很重要的,其促进了技术吸收。

表 4 列示出全国及东、中和西部地区的技术效

率水平。全国及东、中、西部地区的平均技术效率由 1998 年的 0.226、0.434、0.161、0.111 上升到 2007 年的 0.395、0.741、0.297、0.192,东、中、西部地区的平均技术效率水平在总体上呈现出稳步上升趋势,但是各个地区的技术效率差距很大,东部地区的技术效率明显高于中部地区和西部地区。如图 1 所示,东部地区的技术效率随时间推移提高很快,而

中、西部地区则相对较为平缓,东部与中、西部地区之间的平均技术效率水平差距在总体上呈现出逐年扩大趋势,具有比较明显的不平衡发展态势。如图 2 所示,各地区的技术效率标准差有逐年增加的趋势,说明我国的地区生产没有形成集聚现象,而是在逐年扩散,地区差异在进一步扩大。

表 4 1998—2007 年全国及东、中、西部地区的技术效率水平

地区	年 份									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
全国	0.226	0.236	0.235	0.252	0.268	0.279	0.303	0.344	0.356	0.395
东部	0.434	0.450	0.457	0.491	0.513	0.546	0.594	0.649	0.660	0.741
中部	0.161	0.171	0.167	0.180	0.194	0.195	0.214	0.254	0.271	0.297
西部	0.111	0.115	0.110	0.118	0.127	0.129	0.139	0.169	0.176	0.192

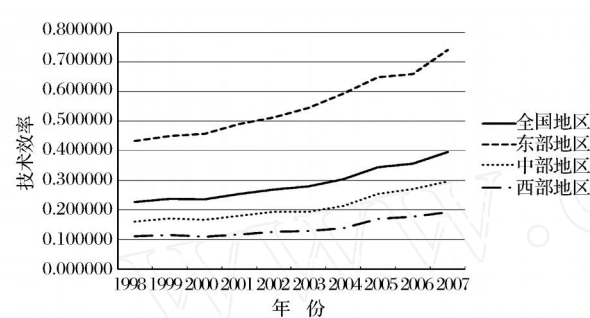


图 1 1998—2007 年全国及东、中、西部地区技术效率变化趋势图

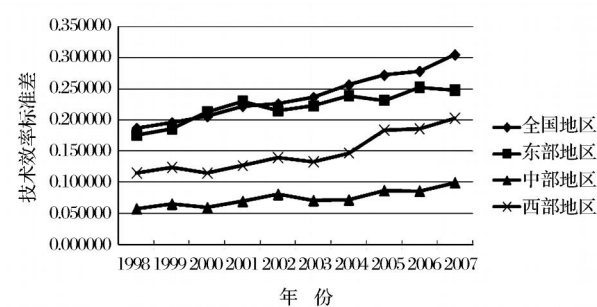


图 2 1998—2007 年全国及东、中、西部地区技术效率标准差变化趋势图

5 结论

本研究发现,吸收能力为地区间的生产力差异提供了有力解释。本文利用面板数据随机前沿方法,通过实证研究表明地区间效率差异来源于对前沿技术的利用情况。本文研究了两个重要决定因素——人力资本和 R&D 投资对地区吸收能力进而对地区技术效率的影响。研究表明,人力资本对解释地区间差异具有非常重要的作用,人力资本不仅直接影响到生产力的提高,而且还通过对技术吸收能力的影响间接影响生产力的提高。而 R&D 投资对生产力的直接影响不强,主要是通过影响技术吸

收能力间接影响生产力的提高。

参考文献

[1] COHEN W, LEVINTHAL D. Innovation and learning: two faces of R&D[J]. Economic Journal, 1989, 107: 139-149.

[2] ABROMOVITZ M. Catching up, forging ahead, and falling behind[J]. Journal of Economic History, 1986, 46: 386-406.

[3] FAGERBERG J. Technology and international difference in growth rates [J]. Journal of Economic Literature, 1994, 32: 1147-1175.

[4] VERSPAGEN B. A new empirical approach to catching up or falling behind [J]. Structural Change and Economic Dynamics, 1991, 2: 359-380.

[5] BILS M, KLENOW P J. Does schooling cause growth? [J]. American Economic Review, 2000, 90 (5): 1160-1183.

[6] MARIA J F. Human capital accumulation and economic growth [J]. Economica Letters, 2001, 55: 425-429.

[7] WANG Y, YAO Y D. Sources of China's economics growth 1952 - 1999: incorporating human capital accumulation[J]. China Economic Review, 2003, 14 (1): 32-52.

[8] NARULA R. Understanding absorptive capacities in an innovation systems context: consequences for economic and employment growth [R]. MERIT Research Memorandum, 2004-003.

[9] XU B. Multinational enterprises, technology diffusion, and host country productivity growth[J]. Journal of Development Economics, 2000, 62: 477-493.

[10] 杨建芳, 龚六堂, 张庆华. 人力资本形成及其对经济增长的影响——一个包含教育和健康投入的内生增长模型及检验[J]. 管理世界, 2006(5): 10-18.

[11] 陈文静, 何刚. 人力资本、科研投入与经济增长的协整研究[J]. 工业技术经济, 2008(2): 29-32.

[12] 靳卫东, 张柏良. 我国人力资本投资与经济增长的实证

- 分析[J]. 当代经济管理,2008(7):53-56.
- [13] 王剑武,李宗植. 人力资本对我国外商直接投资吸收能力的影响[J]. 科学管理研究,2007(2):84-87.
- [14] 刘厚俊,刘正良. 人力资本门槛与 FDI 效应吸收——中国地区数据的实证检验[J]. 经济科学,2006(5):90-98.
- [15] GRIFFITH R, REDDING S, VAN R J. Mapping the two faces of R & D: productivity growth in a panel of OECD industries[R]. CEPR Discussion Paper, 2000, 2457.
- [16] CAMERON G, PROUDMAN J, REDDING S. Productivity convergence and international openness[M]// PROUDMAN J, REDDING S. Openness and growth. London: Bank of England, 1998.
- [17] EATON J, KORTUM S. International patenting and technology diffusion: theory and evidence[J]. International Economic Review, 1999, 40(3): 537-570.
- [18] FRANTZEN D. Human capital, and international technology spillovers: a cross-country analysis[J]. Scandinavian Journal of Economics, 2000, 102(1): 57-75.
- [19] JAFFE A, TRAJTENBERG M. International knowledge flows: evidence from patent citations[R]. NBER Working Paper, 1998, 6507.
- [20] KELLER W. Are international R & D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly-matched trade partners[J]. European Economic Review, 1997, 42(8): 1469-1481.
- [21] 邵建春,李霞. 研发投入与中国经济增长:基于 VAR 模型的研究[J]. 经济问题,2008(5):45-47.
- [22] 吴林海,杜文献. 中国 R & D 投入与经济增长的关系——基于 1991—2005 年间中国科技统计数据的协整分析[J]. 科学管理研究,2008(2):89-92.
- [23] 张海洋. 中国工业部门 R & D 吸收能力与外资技术扩散[J]. 管理世界,2005(6):82-87.
- [24] KNELLER R. Frontier technology, absorptive capacity and distance[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2005, 67: 1-24.
- [25] KNELLER R, STEVENS A. frontier technology and absorptive capacity evidence from OECD manufacturing industries[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 2006, 68: 1-22.
- [26] 赵志耘,刘晓路,吕冰洋. 中国要素产出弹性估计[J]. 经济理论与经济管理,2006(6):5-11.

Empirical Test on Efficiency of Human Capital and R & D Investment in China Based on Stochastic Frontier Production Function

Fu Qiang, Jin Na

(School of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Human capital and R & D investment not only promote economic growth, but also enhance the absorptive capacity of science research organization for external technology, and impulse the diffusion of knowledge and technology. Basing on the panel data about 29 provinces in China during 1998-2007, this paper investigates the direct effects of human capital and R & D investment on productivity and indirect effects on technical efficiency through improving absorptive capacity, in which human capital and R & D investment are introduced into the stochastic frontier production function as two parameters. The results show that: human capital plays a significant important role in explaining the difference in efficiency among regions, which not only affects the improvement of production directly, not also have indirect effects on technical efficiency through improving absorptive capacity; R & D investment has significant effect on technical efficiency, but its effects on production is not obvious.

Key words: human capital; R & D; absorptive capacity; stochastic frontier production function; technical efficiency