



FDI 技术溢出与 中国企业创新产出

范如国¹, 蔡海霞^{1,2}

1 武汉大学 经济与管理学院, 武汉 430072

2 中原工学院 经济与管理学院, 郑州 450007

摘要:采用2004年至2008年中国30个省市自治区的面板数据,运用二级三要素CES生产函数分析 FDI对中国企业技术创新溢出效应的可行性,揭示 FDI、R&D经费投入和R&D人力资本投入3个投入要素之间以及与企业创新产出之间的复杂关系。研究结果表明,要素间的固定替代弹性系数不等于1,因而证明了运用CES生产函数的可行性;FDI对中国企业创新产出产生正面的溢出效应,FDI流入量每增加1%,能使专利申请授权数增加0.18%;但是通过计算1990年至2008年FDI对企业创新的产出弹性发现,该产出弹性并没有随FDI引进量的增加而增加,反而有所下降;R&D经费投入和R&D人力资本投入是影响企业对FDI知识溢出吸收能力的关键因素,中国R&D人力资本的缺乏抑制了企业吸收FDI知识溢出的能力。

关键词: FDI; 溢出效应; 创新产出; CES生产函数

中图分类号: F124.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-0334(2012)04-0013-09

1 引言

改革开放以来,中国大力引进外商直接投资(foreign direct investment, FDI),引进的实际 FDI 从1985年的19.56亿美元上升到2009年的900.33亿美元,从1979年到2009年,累计实际利用FDI金额达到9426.46亿美元^[1]。截止到2009年底,中国连续18年成为吸收FDI最多的发展中国家。经验表明,利用FDI是发展中国家增强自主创新能力的的重要途径之一。然而,目前学术界对于FDI是否能够对中国自主创新能力产生正面的溢出效应却无定论。

2 相关研究评述

溢出通常指某项活动不仅会产生预期的效果,而且还会对活动之外的人或社会产生影响,又称外部经济。FDI对东道国经济发展产生溢出效应的研究很早就引起国内外学者们的重视。Caves^[2]最先对FDI对东道国的技术溢出效应进行计量分析,他采用澳大利亚在产业层面的相关数据,发现东道国企业的生产率与该产业内的FDI份额呈正相关关系,并认为FDI对澳大利亚制造业产生了正面的技术溢出效

应。在此之后,Kokko^[3]的研究表明,FDI对东道国存在显著的溢出效应;Lu等^[4]采用164个日本中小企业的样本数据,分析中小企业国际化,包括出口和外商直接投资对企业成长和企业赢利能力的影响,结果表明外商直接投资对企业成长产生积极的影响;Pittiglio等^[5]采用Cobb-Douglas生产函数(以下简称C-D生产函数)研究意大利企业的国际经营活动与创新产出的影响,研究发现,活跃在国际市场上的意大利企业比只从事国内市场经营的企业的创新产出更高。但也有一些学者的研究对此提出异议,Kafourous等^[6]的研究表明,引进FDI等国际化活动加大了企业通过创新提高经营绩效的可能性,但除非企业国际化水平达到一定的程度,否则企业不能通过创新来达到提高经营绩效的目的。

中国很多学者也对FDI与东道国企业创新产出的关系进行研究,相当一部分研究认为FDI对中国企业的创新产出产生正面的溢出效应。钟昌标^[7]和薄文广^[8]采用面板计量方法分析FDI对中国区域创新的溢出效应,研究结果表明,FDI对中国区域的专利申请授权数产生正面溢出效应;王红领等^[9]的研究表

收稿日期:2012-01-12 修返日期:2012-06-14

基金项目:国家自然科学基金(71073114);中央高校基本科研业务费专项资金(20110429)

作者简介:范如国(1965-),男,湖北潜江人,毕业于武汉水利电力大学,获工学博士学位,现为武汉大学经济与管理学院教授、博士生导师,研究方向:技术创新管理和中小企业集群创新等。E-mail:rgfanchina@yahoo.com.cn

明,FDI能有效提高中国企业技术创新能力;李晓钟等^[10]采用江苏和浙江两省的相关数据,运用C-D生产函数分析实际利用FDI对江苏和浙江技术创新能力的影响,研究结果表明,FDI对上述两个省的技术创新能力提升有明显的促进作用;陈建军等^[11]采用计量模型对制造业FDI在粤、苏、浙3省的技术外溢效应进行比较分析,发现FDI对江苏、浙江两省的本土制造业产生明显的技术挤出效应,对广东省产生正向技术外溢效应;陶长琪等^[12]的研究结果表明,在内外资企业技术差距不大、竞争充分的条件下,竞争机制和东道国企业的技术创新能力是决定FDI溢出效应和技术转移的有效机制;魏彦莉等^[13]的研究结果表明,FDI对本土企业创新能力具有后向关联溢出效应。然而也有部分学者对此持反面意见,认为FDI的引进不一定能对东道国企业的创新产出产生正面溢出效应。马天毅等^[14]采用中国30个省市自治区的相关面板数据,将专利申请量作为衡量区域创新能力的指标,研究结果表明,FDI对中国工业企业的研发和创新能力没有产生明显的溢出效应;陈柳等^[15]的研究表明,FDI本身产生的技术溢出对中国经济增长的作用并不显著,只有当人力资本达到一定水平时,才能达到利用FDI促进经济增长的目的;王子君^[16]的技术进步与经济增长模型表明,对发展中国家而言,技术许可比FDI带来的技术外溢更有效;Haskel等^[17]认为FDI不存在明显的正溢出效应,甚至在某些部门出现负溢出效应;李梅等^[18]运用1998年至2006年中国省际面板数据对FDI在不同地区引发的创新溢出效应进行检验,证实FDI对创新能力的溢出存在较大的地区差异。

关于FDI与东道国企业创新产出的研究在不同程度上分析和解释了FDI与企业创新产出之间的关系,但这些研究存在两个问题。第一,大多数实证分析均采用C-D生产函数,如牛泽东等^[19]和蔡海霞等^[20]的研究。C-D生产函数依赖于一个重要假定,即生产要素之间的替代弹性恒为1,而且规模报酬不变。但是在实际的生产经济系统中,当增加生产投入、生产规模扩大后,可能使内部分工更加精细,管理费用比例减少,从而导致整个经济系统的功能发生改变,产出对投入的比率增大或减小,即发生规模报酬递减和规模报酬递增现象。显然,生产要素之间的替代弹性恒为1或规模报酬不变的假定与现实的生产经济活动不吻合,因此应该寻求更加理想和合乎实际的生产函数模型,即CES生产函数。CES生产函数突破了C-D生产函数中替代弹性为1的限制,而且C-D生产函数、Leontief生产函数和线性生产函数都是它的特例,因此CES生产函数具有更为一般的性质和较好的兼容性,与实际情况更吻合。

第二,企业提高技术创新能力的途径有两条,即内部R&D(研发)投入和外部的技术引进,内部R&D投入通常包括R&D经费投入和R&D人力资本投入,外部的技术转移主要是通过FDI的方式进行。然而,大多数研究都只是单独研究FDI对于企业创新能力

的影响,没有同时考虑企业内部R&D投入。内部R&D投入可以增强企业吸收现有知识和信息的能力,提高企业利用FDI知识溢出的能力,进而提高自主创新能力。

根据以上文献回顾和理论分析,本研究提出假设。

H₁ CES生产函数比C-D生产函数更适用于分析FDI对企业创新产出的溢出效应。

H₂ FDI对中国企业的创新产出存在正向的溢出效应。

H₃ R&D经费投入和R&D人力资本投入是影响FDI溢出效应的关键因素。

考虑到以往研究的局限性,本研究以更具一般性的CES生产函数为数理模型,同时引进FDI、R&D经费投入和R&D人力资本投入,构建FDI对企业创新产出的数理模型,对中国30个省市自治区的面板数据进行计量分析,揭示FDI、R&D经费投入和R&D人力资本投入3个投入要素之间以及对企业创新产出之间的关系。

3 理论模型和变量设定

3.1 理论模型的确定

不变要素替代弹性生产函数,简称CES生产函数,其基本形式为

$$Y = A(aK^{-\rho} + bL^{-\rho})^{-\frac{m}{\rho}} \quad (1)$$

其中, Y 为产出; A 为希克斯中性技术进步参数; K 为R&D经费投入; L 为R&D人力资本投入; a 为 K 的分配系数, $0 < a < 1$; b 为 L 的分配系数, $0 < b < 1$; $a + b = 1$; m 为规模报酬参数; ρ 为要素替代参数,根据要素替代参数可以计算出资本-劳动替代弹性系数 ξ , $\xi = \frac{1}{1+\rho}$ 。

还有学者尝试在两要素CES生产函数基础上将其推广,1976年Sato^[21]构造了 n 个投入要素下保持CES性质的一级多要素CES生产函数,其标准形式为

$$Y = A \left[\sum_{i=1}^n a_i (\lambda_i X_i)^{-\rho} \right]^{-\frac{m}{\rho}} \quad (2)$$

其中, X_i 为第 i 个投入要素, λ_i 为第 i 个投入要素的份额参数。创新是一个利用各种资源(科技人员、设备、资金等)创造出一种新知识的过程,本研究运用CES生产函数研究FDI对企业创新产出的影响,需要同时讨论 K 、 L 和 FDI 3个投入要素之间以及与企业创新产出之间的关系。但是在实际情况中, K 、 L 和 FDI 之间的替代弹性不同,一级CES生产函数不能描述要素之间的这种替代性质。为此,Kemfert^[22]以一级多要素生产函数模型为基础,提出三要素的二级嵌套生产函数模型,并认为该模型在理论上存在3种不同的嵌套形式,即

$$Y_1 = A \{ b [aK^{-\rho_1} + (1-a)FDI^{-\rho_1}]_{\rho_1}^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1-b)L^{-\rho} \}^{-\frac{m}{\rho}} \quad (3)$$

$$Y_2 = A \{ b [aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}]_{\rho_1}^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1-b)K^{-\rho} \}^{-\frac{m}{\rho}} \quad (4)$$

$$Y_3 = A \{ b [aL^{-\rho_1} + (1-a)K^{-\rho_1}]_{\rho_1}^{\frac{\rho}{\rho_1}} + (1-b)FDI^{-\rho} \}^{-\frac{m}{\rho}} \quad (5)$$

其中, Y 为企业的创新产出。以(3)式为例,(3)式表明

K 和 FDI 的聚合要素与 L 再进行组合形成CES生产函数, ρ_1 为 K 与 FDI 之间的要素替代参数, ρ 为 K - FDI 聚合与劳动力之间的要素替代参数, 且 $-1 < \rho_1 < +\infty$, $-1 < \rho < +\infty$, 通过 ρ 或者 ρ_1 可以计算要素间的固定替代弹性系数。 K 与 FDI 的固定替代弹性系数(组内)为 ξ_1 , $\xi_1 = \frac{1}{1+\rho_1}$ 。 K 和 FDI 的聚合要素与 L 的固定替代弹性系数(组间)为 ξ , $\xi = \frac{1}{1+\rho}$ 。 m 为企业创新投入产出的规模报酬参数, 当 $m = 1$ 时, 表示企业创新的投入产出是规模报酬不变, 当 $m > 1$ 或者 $m < 1$ 时分别表示规模报酬递增或递减。 a 和 b 表示企业对某个投入要素的重视程度。由于所研究问题背景的差异性, 理论上没有表明哪一种嵌套模式更为合理, 必须根据实际的参数估计结果来确定哪一种模式更符合研究对象的实际情况。

3.2 指标的选取

对于 FDI 的指标选取, 本研究采用中国统计年鉴中的历年实际外商投资额指标。对于创新产出的指标选取, 由于创新产出不易直接观测到, 因而需要借助于其他指标来代替企业的创新产出。为了便于收集数据, 同时不失企业创新产出的本来意义, 学术界一般采用专利申请授权数衡量企业创新产出。之所以选择这个指标, 一方面近年来中国专利保护制度和法律体系不断完善, 更多的研究成果采用申请专利的方式得到保护, 因而专利申请授权数有着较强的代表性, 它在某种程度上也是科技实力的一种度量; 另一方面, 在各种研发数据中, 专利数据较为全面也较容易取得。用R&D经费投入衡量企业对创新的资本投入; 用每年从事R&D人员的全时当量(即全时人员数加非全时人员按工作量折算为全时人员数的总和)代表企业创新的劳动力投入。

4 数据来源、参数估计和实证结果

4.1 数据来源

本研究以中国30个省市自治区(除西藏外)的大中型企业为研究对象, 收集2004年至2008年关于专利申请授权数、实际外商直接投资流入、R&D经费投入和从事R&D人员全时当量的统计数据, 数据来源于《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《中国知识产权年鉴》和国家科技部网站等。R&D经费投入指统计年度内全社会实际用于基础研究、应用研究和

试验发展的经费支出, 包括实际用于研究和试验发展活动的人员劳务费、原材料费、固定资产购建费、管理费及其他费用支出。之所以采用大中型企业的数据是因为目前中国小企业大部分为产业链末端的加工型企业, 普遍缺乏技术创新的能力, 小企业的创新成果只占有企业创新成果的很小一部分, 加上小企业创新活动统计数据的缺失, 因此本研究考虑只采用大中型企业的数据。以1978年为基期, 使用国内生产总值指数对R&D经费投入进行处理, 各个变量数据的描述性统计如表1所示。

4.2 CES生产函数的参数估计

由于CES生产函数不能简单的变为线性形式, 其估计方法较为复杂。自1961年以来, 关于其参数估计有许多研究, 主要有利用边际生产力条件的估计方法和直接估计方法。边际生产力条件的估计方法与实际情况有较大距离, 这种估计方法并不适用。直接估计方法是1967年Kmenta^[23]提出的, 通过泰勒级数展开, 取前面3项, 得到线性计量经济学方程, 然后再通过模型估计和参数检验, 求出相关的参数。这里以第一种嵌套模式, 即 K 和 FDI 的聚合要素与 L 再进行组合的模式为例来介绍, 具体方法如下。

$$\text{令 } Y_{KFDI} = [aK^{-\rho_1} + (1-a)FDI^{-\rho_1}]^{-\frac{1}{\rho_1}} \quad (6)$$

$$\text{则 } Y_1 = A[bY_{KFDI}^\rho + (1-b)L^{-\rho}]^{-\frac{m}{\rho}} \quad (7)$$

对(7)式两边取对数, 得

$$\ln Y_1 = \ln A - \frac{m}{\rho} \ln [bY_{KFDI}^\rho + (1-b)L^{-\rho}] \quad (8)$$

$$\text{令 } f(\rho) = \ln [bY_{KFDI}^\rho + (1-b)L^{-\rho}] \quad (9)$$

将(9)式对 ρ 求一阶和二阶偏导数, 并在 $\rho = 0$ 的邻域用泰勒级数展开, 进而得到(8)式的近似形式, 即

$$\ln Y_1 = \ln A + bml \ln Y_{KFDI} + (1-b)m \ln L - \frac{1}{2} \rho mb(1-b) \ln \frac{Y_{KFDI}}{L} \quad (10)$$

用同样的方法将第一级生产函数在 $\rho_1 = 0$ 处展开泰勒级数, 得到关于 Y_{KFDI} 的近似形式, 即

$$\ln Y_{KFDI} = a \ln K + (1-a) \ln FDI - \frac{1}{2} \rho_1 a(1-a) \ln \left(\frac{K}{FDI}\right)^2 \quad (11)$$

把(11)式代入(10)式中, 考虑到方程右边项数很多, 而且有很多项数之间存在极大的关联性, 有可能会引起多重共线性, 因而本研究采用逐步回归法筛选出以下线性回归方程, 即

表1 变量样本数据描述性统计
Table 1 Descriptive Statistics of Sample Data

变量名称	变量含义	平均值	最大值	最小值	标准差
Y	专利申请授权数(件)	7 480.71	62 031.00	70.00	11 274.40
FDI	实际外商直接投资流入(亿美元)	410.18	2 488.80	1.10	520.13
K	R&D经费投入(亿元人民币)	24 081.01	177 500.00	85.00	27 355.94
L	R&D人员全时当量(人年)	34.19	251.20	20.00	45.57

$$\ln Y_1 = \ln A + bma \ln K + bm(1-a) \ln FDI + (1-b)m \ln L - \frac{1}{2} \rho_1 bma(1-a) \left(\ln \frac{K}{FDI}\right)^2 - \frac{1}{2} \rho mb(1-b) \left(\ln \frac{K}{L}\right)^2 + \varepsilon \quad (12)$$

其中, ε 为回归的相应随机误差项。

用类似的方法可以得到第二种和第三种嵌套模式的线性回归方程, 即

$$\ln Y_2 = \ln A + bma \ln FDI + bm(1-a) \ln L + (1-b)m \ln K - \frac{1}{2} \rho_1 bma(1-a) \left(\ln \frac{FDI}{L}\right)^2 - \frac{1}{2} \rho mb(1-b) \left(\ln \frac{FDI}{K}\right)^2 + \varepsilon \quad (13)$$

$$\ln Y_3 = \ln A + bma \ln L + bm(1-a) \ln K + (1-b)m \ln FDI - \frac{1}{2} \rho_1 bma(1-a) \left(\ln \frac{L}{K}\right)^2 - \frac{1}{2} \rho mb(1-b) \left(\ln \frac{L}{FDI}\right)^2 + \varepsilon \quad (14)$$

4.3 实证结果

本研究采用 Eviews 6.0, 将中国 30 个省市自治区

的相关面板数据分别代入到(12)式、(13)式和(14)式 3种嵌套模式中进行回归分析。在运用面板数据进行计量分析时, 主要考虑固定效应模型和随机效应模型。固定效应模型指被忽略的变量在各个时间段上对被解释变量的影响是固定的, 随机效应模型指被忽略的变量在各个时间段上对被解释变量的影响是随机的。一般通过 Hausman 检验来确定采用固定效应模型还是随机效应模型, 结果如表 2 所示。

表 2 的回归结果表明, 第一种嵌套模式和第三种嵌套模式中有几个参数没有通过显著性检验, 而第二种嵌套模式中的参数均通过显著性检验水平为 10% 的 t 检验, 而且第二种嵌套模式的拟合优度为 0.72, 稍大于其他两种模式的拟合优度, 说明先将 FDI 与劳动力进行聚合, 然后资本与 FDI 和劳动力的聚合进行组合的第二种嵌套模式相对于其他模式具有更强的解释力, 更加符合现实的经济情况。根据表 2 中的回归参数, 按照(12)式、(13)式和(14)式中对应的参数关系, 分别得到(3)式、(4)式和(5)式中对应的参数估计值, 如表 3 所示。

表 2 FDI 对企业技术创新能力影响的 3 种模式回归结果对比分析

Table 2 Comparison of Three CES Model Regression Result of FDI's Influence on Technology Innovation Ability

变量	(1) (K/FDI)/L		(2) (FDI/L)/K		(3) (L/K)/FDI	
	系数	t 值	系数	t 值	系数	t 值
ln K	1.38	0.84	0.33***	2.58	1.15	0.69
ln L	0.37***	4.52	0.45**	2.07	0.63***	3.45
ln FDI	-0.80	-0.49	0.18***	3.66	-0.83	-0.51
$\left(\ln \frac{K}{FDI}\right)^2$	0.04***	3.23				
$\left(\ln \frac{K}{L}\right)^2$	0.13***	2.66				
$\left(\ln \frac{FDI}{K}\right)^2$			0.04*	1.64		
$\left(\ln \frac{FDI}{L}\right)^2$			0.01**	2.33		
$\left(\ln \frac{L}{FDI}\right)^2$					0.04***	2.75
$\left(\ln \frac{L}{K}\right)^2$					0.08	0.42
Hausman	RE		RE		RE	
截距项	4.77		2.89		5.06	
R ²	0.71		0.72		0.70	
调整后的 R ²	0.70		0.70		0.69	
F 值	70.47		70.95		68.44	
D. W 值	1.40		1.40		1.46	

注: *为在10%水平上显著, **为在5%水平上显著, ***为在1%水平上显著; RE表示没有通过检验, 选择随机效应模型; (K/FDI)/L表示先将K与FDI进行聚合, 然后再与L组合, 其他类推。

表3 3种CES生产函数的参数估计值
Table 3 3 Parameter Evaluation of Three Types of CES Production Function

嵌套结构	参数估计值						
	<i>a</i>	<i>b</i>	ρ_1	ρ	<i>m</i>	R^2	<i>D. W</i> 值
(1)(<i>K</i> / <i>FDI</i>)/ <i>L</i>	0.79	1.84	-0.06	0.18	0.95	0.71	1.40
(2)(<i>FDI</i> / <i>L</i>)/ <i>K</i>	0.71	0.66	-0.11	-0.34	0.95	0.72	1.40
(3)(<i>L</i> / <i>K</i>)/ <i>FDI</i>	-2.59	0.34	-0.05	-0.38	0.95	0.69	1.46

进一步分析表3中3种嵌套模式估计的参数发现,嵌套模式(1)中的参数*b*为1.84,嵌套模式(3)中的参数*a*为-2.59,均不满足 $0 < a < 1$ 和 $0 < b < 1$ 的基本条件,因而只能将这两种嵌套模式舍去;嵌套模式(2)中各项参数估计值均满足模型对参数的基本要求,结合表2中参数检验的结果,可以确定嵌套模式(2)为本研究分析*FDI*对企业创新产出的分析模型,即先将*FDI*与劳动力聚合、然后再与资本组合的嵌套模式。创新生产有别于普通的实物生产,研发人员的素质、能力和知识是企业能否取得创新产出的关键因素。这种嵌套组合的方式也说明,在实际引进*FDI*中,首先要考虑当地劳动力素质和能力与*FDI*的匹配程度。将表3中模型估计的参数代入到(4)式,得到全样本条件下的CES生产函数为

$$Y_2 = 17.81 \times [0.66 \times (0.71FDI^{0.11} + 0.29L^{0.11})^{\frac{0.34}{0.11}} + 0.34K^{0.34}]^{\frac{0.95}{0.34}} \quad (15)$$

5 实证结果分析

5.1 *FDI*对企业创新产出的影响系数

在本研究中,影响企业创新产出的因素有*FDI*、*K*和*L*。从表2的回归结果看,*FDI*对企业创新产出的影响系数为0.18,说明引进*FDI*对中国企业创新产出有显著的正向溢出效应。*FDI*的流入量每增加1%,能使企业专利申请量增加0.18%,这个结论验证了本研究H₂。该数据与冼国明等^[24]的结论基本一致。如果不考虑使用生产函数不同形式的差别,那么从2005年至今*FDI*对中国企业创新产出的影响并没有显著提高。*K*和*L*的影响系数分别为0.33和0.45,均高于*FDI*的影响系数,说明相对于企业内部的R&D投入而言,*FDI*对企业创新产出的作用相对有限。而在R&D投入中,R&D经费投入的影响系数为0.33,小于R&D人力资本投入的影响系数0.45,说明目前中国企业R&D人力资本投入对创新产出影响更大。

5.2 *FDI*对企业创新产出弹性的计算

为了深入分析*FDI*对企业创新产出弹性的影响,利用CES生产函数求出历年*FDI*、R&D经费投入和R&D人力资本投入对企业创新的产出弹性。*FDI*对企业创新的产出弹性推导过程为

$$\frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{FDI}{\Delta FDI} = \frac{\partial Y}{\partial FDI} \cdot \frac{FDI}{Y}$$

$$= Amab \{ [b[aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}] + (1-b)K^{-\rho}]^{-\frac{m+\rho}{\rho}} \cdot [aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}]^{\frac{\rho-\rho_1}{\rho_1}} \cdot \frac{FDI^{-\rho_1}}{Y} \quad (16)$$

同理,推导出R&D经费投入和R&D人力资本投入对企业创新产出的弹性,即

$$\frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{K}{\Delta K} = Am(1-b) \{ b[aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}] + (1-b)K^{-\rho} \}^{-\frac{m+\rho}{\rho}} \cdot \frac{K^{-\rho}}{Y} \quad (17)$$

$$\frac{\Delta Y}{Y} \cdot \frac{L}{\Delta L} = \frac{\partial Y}{\partial L} \cdot \frac{L}{Y} = Amb(1-a) \{ [b[aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}] + (1-b)K^{-\rho}]^{-\frac{m+\rho}{\rho}} \cdot [aFDI^{-\rho_1} + (1-a)L^{-\rho_1}]^{\frac{\rho-\rho_1}{\rho_1}} \cdot \frac{L^{-\rho_1}}{Y} \quad (18)$$

利用(16)式、(17)式和(18)式计算出历年*FDI*、R&D经费投入和R&D人力资本投入对企业创新的产出弹性,结果见表4,并将表4中的数据绘制成图1所示的曲线图,以更加直观地观察产出弹性的变化趋势。

(1)从1990年至2008年,*FDI*对中国企业创新的产出弹性经历了由上升到下降然后趋于平稳的过程,在1993年至1994年有较大的增长,此后1994年至1997年一直处于高位水平,1997年以后,尤其是1998年开始急速下降,到1999年下降幅度变小,趋于平稳。出现这种变化的原因可能是,在1993年以前,中国*FDI*的引进量很小,1990年和1991年*FDI*的引进量分别为34.87亿美元和43.66亿美元,到1992年才开始升至110.08亿美元^[1],因而影响力有限;1993年以后*FDI*大幅度增长,当时无论是从技术上还是管理理念上国内外都存在相当大的差距,引进*FDI*为中国企业带来先进的技术和理念,该阶段*FDI*对创新产出的弹性很大。在经过一个阶段的高速增长后,国内外技术和管理水平差距缩小,引进*FDI*的增长速度有所放缓,因而对创新的产出弹性趋于稳定。总体来看,*FDI*对于企业创新的产出弹性并没有随着*FDI*引进量的增加而增加,反而有所下降,这种变化趋势表明,将来中国引进*FDI*要从重视外资数量向重视外资质量的方向转变,一味地追求数量并不会使中国企业的创新能力提高。

表4 1990年至2008年FDI、
R&D经费投入和R&D人力资本投入
对专利申请授权数的产出弹性

Table 4 Output Elasticity Orbit of FDI,
R&D Expenses and R&D Human Resources
on Patent Application Grant from 1990 to 2008

年份	FDI 产出弹性	R&D经费 投入产出弹性	R&D人力资本 投入产出弹性
1990年	0.23	0.10	0.28
1991年	0.22	0.10	0.26
1992年	0.28	0.11	0.29
1993年	0.23	0.08	0.22
1994年	0.39	0.14	0.37
1995年	0.39	0.14	0.36
1996年	0.43	0.16	0.41
1997年	0.40	0.15	0.37
1998年	0.29	0.12	0.27
1999年	0.20	0.09	0.19
2000年	0.20	0.10	0.19
2001年	0.21	0.10	0.20
2002年	0.20	0.10	0.19
2003年	0.15	0.08	0.14
2004年	0.16	0.09	0.15
2005年	0.16	0.09	0.15
2006年	0.14	0.08	0.13
2007年	0.12	0.08	0.12
2008年	0.12	0.08	0.12

(2)R&D人力资本投入对创新的产出弹性一直与FDI的产出弹性保持同步变化,尤其是1999年以后两者趋于相等;而R&D经费投入的弹性一直没有大的变化,小于前两者的产出弹性,说明目前中国依靠引进FDI提高企业创新产出的空间更大一些。但是值得注意的是,R&D经费投入与FDI的产出弹性差距

在不断缩小。因此,企业应该在吸收FDI带来的先进技术的同时,不断提高利用自身R&D经费投入进行自主创新的能力。

5.3 规模报酬参数

虽然引进FDI能有效地提高企业的创新产出,但是从企业创新产出的规模报酬参数0.95可以看出,当前中国企业的创新产出处于规模报酬递减阶段,FDI的投入能使创新产出增加,但是增加的速率是递减的,说明单纯的FDI投入对企业创新产出所起的作用会越来越小。导致中国企业创新活动出现规模报酬递减的原因可能有以下3个。①有些地区盲目地、不加选择地引进FDI和最先进的技术,没有考虑到当地企业现实的消化能力;②企业的研发劳动力素质不高,影响到企业通过FDI吸收和消化先进技术的能力,从而制约了企业的创新产出;③企业在创新要素投入上并没有达到经济上最优和最有效的组合,使企业的创新研发活动出现瓶颈。

5.4 分配系数

分配系数代表企业对某个投入要素的重视程度。在(15)式中,FDI的分配系数为0.71,说明中国对FDI的引进非常重视。R&D人力资本投入分配系数仅为0.29,大大低于FDI的0.71,也低于R&D经费投入的分配系数0.34,说明企业对于R&D人力资本的投入不够重视。从表2中的回归结果看,R&D人力资本的贡献率为0.45,比其他两个投入要素的贡献率高。虽然R&D人力资本对企业的创新能力非常重要,但是企业对其重视力度却不够。表5给出1990年至2008年中国实际引进FDI、专利申请授权数、R&D经费投入和从事R&D人员的全时当量数据。从1990年至2008年的19年间,中国的FDI引进额从34.87亿美元上升到923.95亿美元,年平均增长率为25.53%;R&D经费投入从133.10亿元人民币增加到4616.00亿元人民币,年平均增长率为22.06%;相比之下,R&D人员的数量从77.10万人增至196.50万人,年平均增长率仅为5.65%。导致这种情况出现的原因主要有两点,一是到目前为止中国大部分企业还没有意识到R&D人力资本的重要性,或者即使企业已经意识到其重要性,但是在实际的创新活动中并没有下大

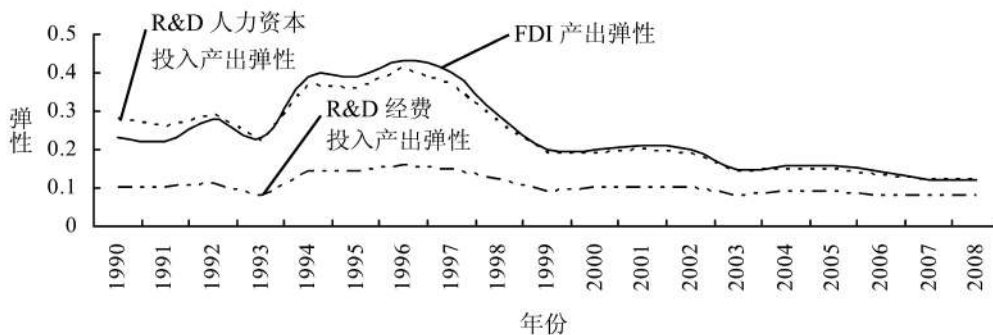


图1 FDI、R&D经费投入和R&D人力资本投入对专利申请授权数的产出弹性轨迹图

Figure 1 Output Elasticity Orbit of FDI, R&D Expenses
and R&D Human Resources on Patent Application Grant

力气进行投入;二是中国R&D人力资本的缺乏,世界银行的统计资料显示,2006年中国每百万人口中R&D人员的数量为852人,而美国同年度该数据为4651.30人,英国为2995.30人,同为亚洲国家的韩国为3756.30人,日本为5511.90人,R&D人员的缺乏抑制了企业吸收国外先进技术和进行自主创新的能力。对于分配系数的分析验证了 H_3 ,即R&D经费投入和R&D人力资本投入是影响FDI溢出效应的关键因素,而R&D人力资本投入的严重缺乏阻碍了FDI正面溢出效应的发挥。

表5 1990年至2008年FDI、
专利申请授权数、R&D经费投入
和R&D人员全时当量
Table 5 FDI, Patent Application Grant,
R&D Expenses and R&D Human
Resources from 1990 to 2008

年份	FDI (亿美元)	国内外 专利申请 授权数 (件)	R&D人员 全时当量 (万人)	R&D经费 投入 (亿元 人民币)
1990年	34.87	22 588.00	77.10	133.10
1991年	43.66	24 616.00	67.10	151.20
1992年	110.08	31 475.00	67.43	198.00
1993年	275.15	62 127.00	69.78	283.10
1994年	337.67	43 297.00	78.32	339.20
1995年	375.21	45 064.00	75.20	349.00
1996年	417.26	43 780.00	80.40	404.70
1997年	452.57	50 992.00	83.12	481.90
1998年	454.63	67 889.00	75.50	551.10
1999年	403.19	100 156.00	82.20	678.90
2000年	407.15	105 345.00	92.20	895.70
2001年	468.78	114 251.00	95.70	1 042.50
2002年	527.43	132 399.00	103.20	1 287.60
2003年	535.05	182 226.00	109.48	1 539.60
2004年	606.30	190 238.00	115.30	1 966.30
2005年	603.25	214 003.00	136.50	2 450.00
2006年	630.21	268 002.00	150.20	3 003.10
2007年	747.68	351 782.00	173.60	3 710.20
2008年	923.95	411 982.00	196.50	4 616.00

5.5 要素间的固定替代弹性系数

根据要素替代参数 ρ 的估计值,可以进一步计算出各要素之间的固定替代弹性系数 ξ 。固定替代弹性系数是对创新产出效率的度量,较大的替代弹性系数说明市场能为企业家等创新主体提供更多可供选

择的资源组合,因而使企业有能力从事更多的创新活动。一般系数大于1就可以称为富有弹性,经过计算,FDI与劳动力之间的替代弹性系数为1.12,FDI和劳动力聚合与资本之间的替代弹性系数为1.52,说明FDI、劳动力和资本之间存在较大的替代可能性,可以通过调整企业创新活动中生产要素的投入组合提高资源利用率,进而提高企业的创新产出。本研究计算出的固定替代弹性系数不等于1,而在C-D生产函数中的一个重要假设就是生产要素之间的固定替代弹性系数恒为1,这说明C-D生产函数在解释企业创新产出中有局限性,从而证明本研究采用CES生产函数的合理性,验证了 H_1 。

6 结论

本研究建立FDI对于企业创新产出的二级三要素CES生产函数模型,利用2004年至2008年中国30个省市自治区的面板数据对FDI如何影响企业创新产出进行实证分析。研究结果表明,要素间的固定替代弹性系数不等于1,证明运用CES生产函数的可行性。FDI对中国企业创新产出产生正面的溢出效应,FDI流入量每增加1%,能使专利申请授权数增加0.18%。但是通过计算1990年至2008年FDI对于企业创新的产出弹性发现,该产出弹性并没有随FDI引进量的增加而增加,反而有所下降。当前中国企业利用FDI的创新产出处于规模报酬递减阶段,R&D经费投入和R&D人力资本投入是影响企业对FDI知识溢出吸收能力的关键因素,而R&D人力资本的缺乏抑制了企业吸收FDI知识溢出的能力。基于本研究结论提出以下建议。

(1)避免盲目地引进外资或者引进最先进的技术,应该根据当地经济发展状况和企业的消化能力有选择地引进。通过前面的实证分析可以看到,FDI与劳动力聚合然后再与资本组合的模式更加合理,在实际引进FDI中,首先要考虑当地劳动力素质和能力与FDI的匹配程度。但是目前中国尤其是东部地区的劳动力成本不断上升,依靠传统要素优势带来的经济增长难以长久,必须寻求加快科技进步和产业结构优化等新的经济增长点。因此相关部门在制定FDI引进政策时要更加重视FDI的质量,对不同领域的FDI实行差别对待,鼓励高新技术产业、现代服务业、新能源和环保等产业的跨国公司与中国企业进行研发合作。

(2)提高R&D人力资本存量。Borensztein等^[25]的研究表明,只有当东道国达到某种最低人力资本存量的限制之后,FDI才能比国内投资有更高的生产率。中国人力资本积累过于缓慢,R&D人力资本的缺乏抑制了企业吸收FDI知识溢出的能力。一方面,努力提高中国人力资本的投资回报率。长期以来在中国受过较高教育的劳动者不能获得与其能力相称的高回报,因而导致个人缺乏人力资本投资的动机^[26]。因此,提高人力资本投资回报率会鼓励个人进行自我投资。另一方面,政策制定者应该根据各

地区的实际情况,制定吸引高层次人才的各项优惠政策,创造良好的人才引进和培养机制,吸引国内外的创新人才。

(3) 提高自主创新能力。FDI可以说是一个初始的外生变量,而内生技术创新能力才是经济持续增长的不竭动力。对于很多发展中国家而言,利用FDI是获得先进技术的重要渠道之一,一个不容忽视的事实是,有很多发展中国家在吸收FDI的同时逐渐丧失了自主创新的能力,只能成为跨国公司的加工车间。因而,利用FDI的关键是通过引进技术的消化吸收,并以此为基础进一步提升企业自主创新的能力。一方面,政府可以采取一系列政策措施,鼓励跨国公司与国内企业或者研究机构建立联合研发中心,充分利用跨国公司的先进技术提高配套企业的技术水平;另一方面,采取技术收购的形式引进技术。在国际金融危机中,有些掌握尖端技术的跨国企业面临破产,相关企业可以根据自身发展的实际情况和需要,展开对掌握先进技术的跨国企业的技术收购,通过技术收购获得核心技术并加以消化吸收再创新,以提高中国企业的自主创新能力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中国统计年鉴 2010[M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
National Bureau of Statistics of China. China Statistical Yearbook 2010 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2011. (in Chinese)
- [2] Caves R E. Multinational firms, competition, and productivity in host-country markets [J]. *Economica*, 1974, 41(162): 176-193.
- [3] Kokko A. Productivity spillovers from competition between local firms and foreign affiliates [J]. *Journal of International Development*, 1996, 8(4): 517-530.
- [4] Lu J W, Beamish P W. SME internationalization and performance: Growth vs. profitability [J]. *Journal of International Entrepreneurship*, 2006, 4(1): 27-48.
- [5] Pittiglio R, Sica E, Villa S. Innovation and internationalization: The case of Italy [J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2009, 34(6): 588-602.
- [6] Kafouros M I, Buckley P J, Sharp J A, Wang C Q. The role of internationalization in explaining innovation performance [J]. *Technovation*, 2008, 28(1/2): 63-74.
- [7] 钟昌标. 外商直接投资地区间溢出效应研究 [J]. *经济研究*, 2010, 45(1): 80-89.
Zhong Changbiao. Empirical evidence on the regional spillover effects of FDI in China [J]. *Economic Research Journal*, 2010, 45(1): 80-89. (in Chinese)
- [8] 薄文广. 外国直接投资对中国技术创新的影响: 基于地区层面的研究 [J]. *财经研究*, 2007, 33(6): 4-17.
Bo Wenguang. The effect of FDI on China's technology innovation: Analysis from regional aspect [J]. *Journal of Finance and Economics*, 2007, 33(6): 4-17. (in Chinese)
- [9] 王红领, 李稻葵, 冯俊新. FDI与自主研发: 基于行业数据的经验研究 [J]. *经济研究*, 2006, 41(2): 44-56.
Wang Hongling, Li Daokui, Feng Junxin. Does FDI facilitate or dampen indigenous R&D? [J]. *Economic Research Journal*, 2006, 41(2): 44-56. (in Chinese)
- [10] 李晓钟, 张小蒂. 江浙基于 FDI 提高区域技术创新能力的比较 [J]. *中国工业经济*, 2007(12): 102-109.
Li Xiaozhong, Zhang Xiaodi. Analysis of effect of FDI on technology innovation of Zhejiang and Jiangsu [J]. *China Industrial Economy*, 2007(12): 102-109. (in Chinese)
- [11] 陈建军, 崔春梅. 基于不同发展路径的 FDI 的技术溢出效应研究: 以我国沿海发达地区为例 [J]. *国际贸易问题*, 2009(12): 106-113.
Chen Jianjun, Cui Chunmei. Different development paths based on technology spillover effect of FDI: Taking developed coastal regions in China as an example [J]. *Journal of International Trade*, 2009(12): 106-113. (in Chinese)
- [12] 陶长琪, 齐亚伟. FDI 溢出、吸收能力与东道国 IT 产业的发展 [J]. *管理科学*, 2010, 23(4): 112-封三.
Tao Changqi, Qi Yawei. FDI spillover, absorptive capacity and development of IT industry in host country [J]. *Journal of Management Science*, 2010, 23(4): 112-inside back cover. (in Chinese)
- [13] 魏彦莉, 郭继鸣. FDI 后向关联对我国本土企业创新能力的影响 [J]. *技术经济*, 2010, 29(12): 12-16.
Wei Yanli, Guo Jiming. Impact of backward linkage of FDI on local enterprises' innovation capability [J]. *Technology Economics*, 2010, 29(12): 12-16. (in Chinese)
- [14] 马天毅, 马野青, 张二震. 外商直接投资与我国技术创新能力 [J]. *世界经济研究*, 2006(7): 4-8, 83.
Ma Tianyi, Ma Yeqing, Zhang Erzhen. Foreign direct investment and China's technology innovation ability [J]. *World Economy Study*, 2006(7): 4-8, 83. (in Chinese)
- [15] 陈柳, 刘志彪. 本土创新能力、FDI 技术外溢与经济增长 [J]. *南开经济研究*, 2006(3): 90-101.
Chen Liu, Liu Zhibiao. Local innovative capacity FDI spillover and economic growth [J]. *Nankai Economic Studies*, 2006(3): 90-101. (in Chinese)
- [16] 王子君. 外商直接投资与国家自主创新 [J]. *财经科学*, 2004(6): 78-82.

- Wang Zijun. Foreign direct investment and national independent innovation [J]. Finance & Economics, 2004(6):78-82. (in Chinese)
- [17] Haskel J E, Pereira S C, Slaughter M J. Does inward foreign direct investment boost the productivity of domestic firms? [J]. The Review of Economics and Statistics, 2007, 89(3):482-496.
- [18] 李梅, 谭力文. FDI对我国技术创新能力溢出的地区差异和门槛效应检验[J]. 世界经济研究, 2009(3):68-74.
Li Mei, Tan Liwen. Regional difference and threshold effects of FDI spillover on China's innovation capacity [J]. World Economy Study, 2009(3):68-74. (in Chinese)
- [19] 牛泽东, 张倩肖. FDI创新溢出与门槛效应:基于非线性面板平滑转换回归模型的分析[J]. 产业经济研究, 2011(6):53-62.
Niu Zedong, Zhang Qianxiao. FDI spillovers on China's innovation capacity and threshold effects: Empirical analysis based on nonlinear panel smooth transition regression model [J]. Industrial Economics Research, 2011(6):53-62. (in Chinese)
- [20] 蔡海霞, 范如国. FDI技术溢出、能源约束与区域创新产出分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11):50-55.
- Cai Haixia, Fan Ruguo. FDI spillover effect, energy constraints and regional innovation output analysis [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11):50-55. (in Chinese)
- [21] Sato K. A two-level constant-elasticity-of-substitution production function [J]. The Review of Economic Studies, 1967, 34(2):201-218.
- [22] Kemfert C. Estimated substitution elasticities of a nested CES production function approach for Germany [J]. Energy Economics, 1998, 20(3):249-264.
- [23] Kmenta J. On estimation of the CES production function [J]. International Economic Review, 1967, 8(2):180-189.
- [24] 洗国明, 严兵. FDI对中国创新能力的溢出效应[J]. 世界经济, 2005, 28(10):18-25.
Xian Guoming, Yan Bing. The spill-over effect of FDI on China's innovation capacity [J]. The Journal of World Economy, 2005, 28(10):18-25. (in Chinese)
- [25] Borensztein E, De Gregorio J, Lee J W. How does foreign direct investment affect economic growth? [J]. Journal of International Economics, 1998, 45(1):115-135.
- [26] Heckman J J. China's investment in human capital [J]. Economic Development and Cultural Change, 2003, 51(4):795-804.

Spillover Effect of FDI and Innovation Output of Chinese Enterprises

Fan Ruguo¹, Cai Haixia^{1,2}

1 School of Economics & Management, Wuhan University, Wuhan 430072, China

2 School of Economics & Management, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou 450007, China

Abstract: This paper uses panel data of 30 provinces and municipalities of China from 2004 to 2008 and discusses the feasibility of using a two-level nested CES production function with three input factors to analyze the spillover effect of FDI on enterprises' innovation output. This paper tries to discover the complex relationship between the innovation output and three input factors which include capital of R&D, labor R&D and FDI. The empirical result shows that the constant elasticity of substitution among factors is not equal to 1, and therefore supports the feasibility of using CES production function. The input of FDI has positive spillover effect on enterprises' innovation output. The authorized patent application will increase by 0.18 percent with every 1 percent increase in FDI inflows. However, by calculating the elasticity of FDI on innovation output between 1990 and 2008, the elasticity of FDI on innovation output is declining instead of increasing with FDI. R&D expenditure and R&D human capital investment are key factors that affect the enterprises' absorptive capacity for FDI spillovers. The lack of R&D human capital prevents the enterprises' ability to absorb knowledge spillovers from FDI.

Keywords: FDI; spillover effect; innovation output; CES production function

Received Date: January 12th, 2012 **Accepted Date:** June 14th, 2012

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71073114) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities (20110429)

Biography: Dr. Fan Ruguo, a Hubei Qianjiang native (1965 -), graduated from Wuhan University of Hydraulic and Electrical Engineering and is a professor and Ph. D. advisor in the School of Economics & Management at Wuhan University. His research interests include technology innovation management, SMEs cluster innovation, etc. E-mail: rgfanchina@yahoo.com.cn

□