

【国民经济】

# 区域技术创新能力影响因素的实证分析

——基于全国30个省市区的面板数据

张宗和, 彭昌奇

(浙江工商大学经济学院, 浙江 杭州 310018)

**[摘要]** 区域技术创新能力的影响因素是理论界尚未系统深入探讨的问题。本文在阐明技术创新机理的基础上,运用经过改进的格瑞里茨和杰菲的知识生产函数模型,对2005—2007年我国30个省市三大技术创新主体投入产出面板数据进行技术创新能力影响因素的实证分析,并把市场化因素首次设为虚拟变量引入模型考察其作用。分析结果表明,中国区域技术创新二次产出存在多样化差异,R&D在技术创新主体之间和内部的配置,以及创新主体内外制度性因素对技术创新的绩效有重要影响。因此,提高区域技术创新能力需要优化R&D配置和进行技术创新主体的体制机制创新。

**[关键词]** 技术创新; 知识生产函数模型; 市场化; 创新绩效

**[中图分类号]**F062.4 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2009)11-0035-10

## 一、问题提出

自熊彼特(1912)提出创新理论以来,学术界就极为关注技术创新。诺贝尔奖得主索洛(1951)首次提出技术创新的“两步论”,而 Christophe Freeman(1982)关于技术创新的定义和四形态分析模型(1987),<sup>①</sup>进一步概括了技术创新的基本内容和特性。关于技术创新能力的影响因素,国内外学者至今已提出十几种要素。熊彼特(1912)认为企业家是决定技术创新成功与否的关键因素;Frankel N. (1955)强调企业垂直一体化有利于系统性技术创新的实现;Jacob Schmookler(1966)提出市场需求和潜在市场需求是技术创新的影响因素;弗里曼(1972)强调国家创新系统的作用;不少学者用近年技术创新的经验论证大学、工业企业和研究机构(Acs et al.,1992;Anselin et al.,1997;Blind et al.,1999;Bode,2004)是技术创新的主体。国内学者在吸收国外观点的基础上,提出创新文化(张华胜,2006;李金生等,2009)、专利保护程度(白秀君,2007)、FDI(李晓钟,张小蒂,2007)、集群式创新模式(疏礼兵,2007)、企业所有权结构(夏冬,2008)等因素也对技术创新有重要影响。一些学者,如张华胜(2006)、郭国峰等(2007)、郭新力(2007)等,还运用综例数据随机效应模型或知识生产函数模型分析了一些影响技术创新的因素,试图对技术创新能力的区域性差异做出解释。

**[收稿日期]** 2009-10-27

**[基金项目]** 浙江省社会科学重点研究基地“浙商研究中心”重点课题(浙江省2007年度哲学社会科学基金重点项目)“全面提升浙商竞争力研究”(批准号07JDZS05Z)。

**[作者简介]** 张宗和(1953—),男,山东聊城人,浙江工商大学经济学院教授,浙江工商大学浙江社会经济发展研究中心副主任;彭昌奇(1985—),男,安徽安庆人,浙江工商大学经济学院硕士研究生。

<sup>①</sup> 中国目前的技术创新主要是根据需求导向产生的以专利形式存在的渐进式创新。

以上关于技术创新影响因素的研究文献虽较深刻地揭示了技术创新与某些影响因素之间的相关性,但仅从个别要素进行认识存在局限性,不足以阐明技术创新与影响因素之间的复杂关系,因此,未能对我国区域技术创新能力的差异做出令人信服的说明。本文在阐明技术创新机理的基础上,区分了影响技术创新能力的直接因素和间接因素、技术创新的初始绩效和最终绩效,对格里茨和杰菲的知识生产函数模型进行了合理改进,用改进后的模型对全国30个<sup>①</sup>省市2005—2007年的三大创新主体的投入产出面板数据进行区域技术创新能力影响因素实证分析,并把市场化因素设为虚拟变量引入模型,分析其对技术创新绩效的影响,最后提出一些对策建议。

## 二、技术创新的机理考察和若干假说

技术创新的实质,是人类主要运用智力改进产品制作从而更有效和高质地满足自身需求的过程。现有对技术创新能力的测度忽视了这一能力有四种存在形态:潜在形态、流动形态、凝结形态和实现形态<sup>②</sup>。潜在的技术创新能力是指可用于技术创新的主体性资源和客体性资源的总和,主体性资源即人的智力资源,包括专业知识存量和技术创新思维能力;客体性资源是技术创新所必需的材料和工具设备;流动的技术创新能力是指已投入技术创新的所有资源;凝结的技术创新能力是指新知识的形成,表现为专利、论文和专著等形态;实现的技术创新能力是通过技术创新而产生的新产品商业价值。因此,以往文献单纯以专利数来测度区域技术创新能力是不全面的。就一个区域而言,区域所拥有的潜在的技术创新能力决定流动的技术创新能力的上限,前者到后者的转换率取决于企业、政府 and 个人的环境压力及其对技术创新的利益预期;流动的技术创新能力决定凝结的技术创新能力的上限,前者到后者的转换率主要取决于创新者“精神资本”的质量和研究方向;凝结的技术创新能力决定实现的技术创新能力的上限,前者到后者的转换率取决于企业生产、销售新产品的能力和市场需求。每一后者一般都小于前者,由此形成一个四层同心圆。潜在的技术创新能力理论上可以用智力资源、财力资源等测度,但目前缺乏准确的统计数据,流动的技术创新能力可用R&D近似测度,凝结的技术创新能力可用专利数近似测度,实现的技术创新能力可用新产品商业价值近似测度。考虑可计量性,本文对潜在的技术创新能力存而不论,以后三者为分析对象。

技术创新是一个多主体参与的系统。纵观技术创新史不难看到,早期的技术创新主体以个人为主,在现代社会,技术创新的个人行为大都被组织行为所取代,企业、研究机构 and 大学等组织成为现代技术创新的主体,非组织的爱迪生式的个人技术创新成为补充。现代创新主体的形成,产生了技术创新活动的合作与协调问题,一系列组织和制度因素成为影响技术创新的新因素。技术创新资源的投入和使用效率不仅要受个人的能力、利益、偏好和责任心的制约,还要受组织内部制度、组织内外制度的衔接匹配、不同组织之间的关系和组织与政府的关系的影响;技术创新资源不仅有市场配置,还有政府配置、技术创新主体配置和技术创新主体联合体配置<sup>③</sup>。

技术创新是一个多要素互动的过程。对技术创新的各种投入、研发人员的学习能力、研发的基础设施、市场需求、制度、文化等,以及影响这些因素的变量,都会对技术创新发生作用。我们认为,与技术创新能力相关的因素有无限之多,对此要进行划分和取舍。我们把所有因素区分为直接因素和间接因素。划分的根据是,技术创新的基本条件是研发人员和研发资料,凡是直接对技术创新的基本条件发生作用的因素就是直接因素,此外就是间接因素。例如,三大创新主体对技术创新的资金和劳动的投入即R&D,能迅速使技术创新的研发人员增加和物质条件改善,就是直接因素,而制

① 西藏相关数据不全,本文未采用。

② 弗里曼提出的技术创新的渐进式创新、突变式创新、新技术体系和新技术范式四类型是基于空间角度的横向分类,本文提出的技术创新能力的四形态是基于时间角度的纵向分类。

③ 技术创新主体联合体有两种类型,一种是同类创新主体如企业通过纵向和横向一体化而形成的联合体,另一种是异类创新主体联合形成的联合体,如产学研联合体。前者的形成能节约资源配置的交易成本。

度性因素就是间接因素,因为后者必须通过技术创新主体发挥作用,对研发人员的创新劳动的质和量产生影响。社会需求是技术创新的前提和实现的条件,也是通过影响技术创新主体的投入和产出来体现其作用。有些因素之间存在多重间接关系,如制度与竞争,竞争与创新;按其作用程度,还可区分为强、中、弱作用因素;方式因素与强度因素之间存在复杂的重合和组合关系。为了研究的需要,对于那些对技术创新作用小,作用过程过于曲折和主观性强无法计量的因素,在定量分析时就要舍象,有些因素包含或能反映其他因素的作用,就要避免重复计算。<sup>①</sup>

市场化程度对技术创新有影响,但其作用方式与创新主体不同。市场化程度并不直接影响技术创新,而是要通过市场竞争等使创新主体调整创新投入和改变激励制度,来影响技术创新的条件和产出。如果创新主体对市场竞争不敏感或关联度不强,对市场化程度就会做出不同反应,市场化对技术创新的影响程度就会不同。因此,不能把市场化因素与三大创新主体并列来比较它们对技术创新影响的程度,在计量分析时要进行特殊处理。至于产权制度、企业所有权结构、激励机制、专利保护和创新文化等因素,都可以归结为制度范畴,它们对技术创新的投入和产出有作用,但显然与创新主体的 R&D 投入的作用方式和作用程度不尽相同。产权制度、企业所有权结构和激励机制属于企业的内部制度,专利保护制度是企业的外部制度,创新文化是非正式制度,内外兼而有之。这些因素对技术创新的影响包含在市场化程度之内<sup>②</sup>,并且最终要通过影响投入反映出来,在间接因素层次上可以不重复考察。企业规模对技术创新的影响也要通过对技术创新的投入反映出来才有意义,因此,可以归入 R&D 一类。

在实际考察各影响因素对技术创新的贡献时,必须进行技术创新投入和产出的定量比较,否则得不到准确的结果。对于技术创新实体要素的投入,可以用创新主体的 R&D 投入来表示,这样虽然不能准确反映技术人员实际的脑力投入,但能近似地反映;对于制度因素的投入,则用市场化程度来表示。考察技术创新的产出要困难得多。根据索洛和弗里曼关于技术创新的思想,我们把技术创新产出分为初始产出和最终产出,初始产出是指新知识的产出,最终产出是指新知识的商业化。对于初始产出的测度,国际上常用的替代计量办法是把专利数作为衡量新知识产出的指标;对于最终产出的测度,我们用大中型工业企业新产品的销售收入来近似表示。

根据上述考察,我们提出:假说 1:R&D 在技术创新主体之间和在技术创新主体内部的配置对区域技术创新的绩效有重要影响;假说 2:市场化程度对三大技术创新主体技术创新能力的影响因各主体内部制度的不同而不同。

### 三、模型设定及其变量选取

#### 1. 基本模型的确定

知识生产函数的基本假设是将创新过程的产出看做是研发资本或研发人员投入的函数,用柯布道格拉斯生产函数表述,可以表述为: $R\&D(output)=a(R\&Dinput)^b$

杰菲(Jaffe A.B.,1989)认为技术创新最重要的产出是新经济知识,企业追求新经济知识并将其投入生产过程,而技术创新的投入变量则包括研究经费投入和人力资源投入。杰菲知识生产函数模型的一般形式为:

$$Q_i = AK_i^{\beta_1} L_i^{\beta_2} \varepsilon_i \quad (1)$$

其中  $Q$  表示知识产出, $K$  和  $L$  分别表示研发经费和研发人员的投入, $\beta_1, \beta_2$  分别为研发资本投入和研发人员投入的知识产出弹性, $\varepsilon$  为误差项, $i$  为观测单元。杰菲的知识生产函数为研究地方化

① 研发的基础设施对技术创新的作用相对较小,研发人员学习能力的可计量程度较低,本文均未选取。

② 本文采用的市场化指数通过下述五个方面的总分指标加权计算得出:政府与市场的关系;非国有经济的发展;产品市场的发育程度;要素市场的发育程度;市场中中介组织发育和法律制度环境。

知识流动的特性及其对区域创新能力的影响提供了有效的经验模型框架,这已为不少欧美学者的经验研究所证明(Audrestch, Feldman, 1996; Valdemar Smith et al., 2000; Lydia Greunz, 2004)。

本文把各省市市场化程度设为虚拟变量  $D$ , 并以乘法形式把该变量引入知识生产函数模型, 从而确定不同的市场化程度对投入要素  $K$  和  $L$  技术创新绩效的影响, 基本模型如下:

$$Q_i = AK_i^{\beta_1 + D\alpha_1} L_i^{\beta_2 + D\alpha_2} \varepsilon_i \quad (2)$$

$$(2) \text{ 式两边取对数得: } \log Q_i = \alpha + \beta_1 \log K_i + \beta_2 \log L_i + \alpha_1 D \log K_i + \alpha_2 D \log L_i \quad (3)$$

其中系数  $\alpha_1, \alpha_2$  分别表示不同的市场化程度对于研发人员和研发经费技术创新绩效的影响系数。 $A$  表示影响知识生产过程绩效和效果的其他因素。

## 2. 变量的选取

本文选取的变量为各省市区的三大创新主体的 R&D 投入、产出以及设为虚拟变量的各省市的市场化程度, 以计量市场化程度对三大创新主体投入要素创新绩效的影响。虚拟变量的具体设定依据《中国市场化指数——各省区市场化相对进程 2006 年度报告》中各省市区的市场化指数<sup>①</sup>。根据该指数, 我们把市场化程度设为高、中、低三等, 市场化指数在 6—8 之间的地区设为中等市场化程度, 市场化指数小于 6 的地区设为低市场化程度, 市场化指数大于 8 的地区设为高市场化程度, 引入两个虚拟变量  $D1, D2$ , 如表 1。

$$D1 = \begin{cases} 1 & \text{市场化程度高的地区} \\ 0 & \text{其他地区} \end{cases} \quad D2 = \begin{cases} 1 & \text{市场化程度中等地区} \\ 0 & \text{其他地区} \end{cases}$$

表 1 各地区虚拟变量的设定

地区	北京	天津	河北	山西	内蒙古	辽宁	吉林	黑龙江	上海	江苏
市场化指数	8.619	8.342	6.405	5.262	5.521	7.835	5.890	5.260	10.407	9.065
$D1$	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
$D2$	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
地区	浙江	安徽	福建	江西	山东	河南	湖北	湖南	广东	广西
市场化指数	9.896	6.556	8.624	6.225	8.21	6.198	6.652	6.546	10.057	5.818
$D1$	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
$D2$	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0
地区	海南	重庆	四川	贵州	云南	陕西	甘肃	青海	宁夏	新疆
市场化指数	5.542	7.234	6.860	4.572	5.153	4.797	4.445	3.838	4.850	5.024
$D1$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$D2$	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

考虑到数据的可得性, 用 R&D 内部经费的投入代表 R&D 资金的投入, 并分解为大中型企业 (缺乏小型企业数据, 故省略)、大学、研究机构三部分; 用每年从事 R&D 人员的全时当量代表 R&D 人力资本的投入, 也分解为大中型企业、大学、研究机构三部分。

根据 (2) 式, 得到模型如下:

$$P_{it}(N_{it}) = AFE_{it}^{\beta_1 + (\alpha_{11}D1 + \alpha_{12}D2)} FI_{it}^{\beta_2 + (\alpha_{21}D1 + \alpha_{22}D2)} FU_{it}^{\beta_3 + (\alpha_{31}D1 + \alpha_{32}D2)} HE_{it}^{\beta_4 + (\alpha_{41}D1 + \alpha_{42}D2)} HI_{it}^{\beta_5 + (\alpha_{51}D1 + \alpha_{52}D2)} HU_{it}^{\beta_6 + (\alpha_{61}D1 + \alpha_{62}D2)} \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, 考察初始绩效时被解释变量采用专利授权数  $P(\text{Patent})$ , 考察最终绩效时被解释变量采用大中型企业新产品销售收入  $N(\text{New Product Sales Revenue})$ ,  $FE, FI, FU$  是大中型企业 (Enterprises)、

① 该指数 (NERI) 侧重于反映各省市在市场化方面相对位次的变化, 符合本文的要求。

研究机构(Institution)、大学(University)每年的 R&D 经费投入,  $HE, HI, HU$  是大中型企业(Enterprises)、研究机构(Institution)、大学(University)每年从事 R&D 人员的全时当量,  $D1, D2$  是各地区市场化程度设为虚拟变量的值,  $A$  是常数项, 表示影响知识生产过程绩效和效果的其他因素,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  为相应的投入弹性系数,  $\alpha_{11}, \alpha_{12}, \alpha_{21}, \alpha_{22}, \alpha_{31}, \alpha_{32}, \alpha_{41}, \alpha_{42}, \alpha_{51}, \alpha_{52}, \alpha_{61}, \alpha_{62}$  分别为中、高等市场化程度对三大主体各要素投入绩效的影响大小,  $\varepsilon$  为随机误差项,  $i$  为观测单元,  $t$  是时间序列(2005—2007)。

(4)式转换为双对数线性知识生产函数模型:

$$\log P_{it} (\log N_{it}) = \alpha + \beta_1 \log FE_{it} + \beta_2 \log FI_{it} + \beta_3 \log FU_{it} + \beta_4 \log HE_{it} + \beta_5 \log HI_{it} + \beta_6 \log HU_{it} + (\alpha_{11} D1 + \alpha_{12} D2) \log FE_{it} + (\alpha_{21} D1 + \alpha_{22} D2) \log FI_{it} + (\alpha_{31} D1 + \alpha_{32} D2) \log FU_{it} + (\alpha_{41} D1 + \alpha_{42} D2) \log HE_{it} + (\alpha_{51} D1 + \alpha_{52} D2) \log HI_{it} + (\alpha_{61} D1 + \alpha_{62} D2) \log HU_{it} + \log \varepsilon_{it} \quad (5)$$

## 四、数据来源、计量结果及相关分析

### 1. 数据来源

各省市区 2005—2007 年大中型工业企业、大学和研究机构每年 R&D 人员的全时当量投入、R&D 经费的内部支出、专利授权数和 2006、2007 年大中型企业的新产品销售收入的数据均来自于《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》; (市场化程度)虚拟变量值的具体设定依据《中国市场化指数——各地区市场化相对进程 2006 年报告》中的各省市的市场化指数, 为了消除物价因素对 R&D 经费支出的影响, 本文以 2005 年为基期, 用消费价格指数对  $FE, FI, FU, N$  的数据进行了处理。

### 2. 引入市场化程度的拟和优度检验和初始产出回归结果

对引入市场化程度的拟和优度检验, 是运用 Eviews5.1 软件, 通过检验后, 本文采用随机效应变截距模型进行分析, 得出考察技术创新初始产出的三组回归结果, 这三组被解释变量均采用专利授权数。结果如表 2: (1)市场化程度未引入到模型的回归结果; (2)市场化程度高、中、低的各省投入产出数据以及设为虚拟变量的市场化程度 ( $D1, D2$ ) 均引入模型后的回归结果; (3)仅把市场化程度高、低的各省投入产出数据以及设为虚拟变量的市场化程度 ( $D1$ ) 引入模型后的回归结果, 这组回归结果是为验证第二组中把市场化程度化分为高、中、低的合理性。

通过表 2 中(1)栏与(2)、(3)栏的回归结果比较可知, 在市场化程度未引入模型时, 调整后的拟和优度  $\bar{R}^2=0.695$ ; 将市场化程度引入模型后, (2)、(3)栏调整后的拟和优度分别为  $\bar{R}^2=0.803, \bar{R}^2=0.833$ , 显然, 将市场化程度设为虚拟变量引入模型后, 模型的拟和优度明显提高, 模型中所有解释变量对被解释变量的整体解释能力提高, 说明了把市场化程度作为技术创新能力重要的间接影响因素的合理性。(2)栏和(3)栏中的回归结果基本一致证明了本文把市场化指数属于 6—8 之间的地区设为市场化程度中等地区的合理性, 在此基础之上对第(2)组回归结果进行分析。

### 3. 初始产出回归结果分析

分析结果一: 企业的 R&D 经费投入每增加 1%, 对市场化程度低的地区提高技术创新初始产出的作用不显著, 市场化程度高的地区技术创新初始产出增长 0.688 个百分点; 企业的 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%, 对市场化程度低的地区提高技术创新初始产出的作用不显著, 市场化程度中、高等的地区技术创新初始产出分别增长 0.886 个百分点和 0.831 个百分点, 说明企业 R&D 投入的增加对技术创新初始产出的贡献较大。市场化程度的提高对企业提高初始创新产出有重要影响, 其原因, 在于市场收益是企业技术创新的唯一评价指标, 专利的商业化程度很高, 对初始产出的反馈激励极强。

分析结果二: 大学的 R&D 经费的投入每增加 1%, 技术创新初始产出下降 0.270 个百分点; 大学的 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%, 市场化程度低的地区的技术创新初始产出增加 0.781 百分点, 市场化程度中、高等的地区技术创新初始产出分别下降 0.139 个百分点和 1.534 个百分点,

表 2 引入市场化程度的拟和优度检验和初始产出回归结果

变量	(1)		(2)		(3)	
	系数	t 值	系数	t 值	系数	t 值
LogFE	0.542***	5.597				
logFI	-0.259*	-1.963	-0.361***	-2.721	-0.330**	-2.045
LogFU			-0.270**	-2.238	-0.500***	-3.065
logHE	0.299***	2.899				
logHI	0.602***	3.361	0.927***	5.718	1.077***	5.450
logHU			0.781***	5.458	0.864***	4.888
D1×logFE			0.688**	2.466	0.562*	1.886
D2×logFE						
D1×logFI			0.428*	1.771		
D1×logFU					0.706*	1.987
D1×logHE			0.831***	3.519	0.814***	3.215
D2×logHE			0.886***	3.782		
D1×logHU			-2.315***	-4.099	-2.434***	-4.379
D2×logHU			-0.920***	-3.486		
C	-3.622		0.029		-0.068	
R <sup>2</sup>	0.695		0.803		0.833	
F	51.641		37.283		39.535	
DW	1.316		1.412		1.444	

注:表中未列举的变量表示相应模型中的该解释变量与被解释变量的相关性不强,模型回归时对应的参数t的检验的显著水平大于10%,故舍弃了这些解释变量;回归结果中的随即效应变截距项数据与本文主题不相关,故省去;\*\*\*表示通过1%水平的检验,\*\*表示通过5%水平的检验,\*表示通过10%水平的检验。

显然,大学 R&D 投入的增加对提高技术创新初始产出的作用不明显,市场化程度的提高也未能提高大学的技术创新初始产出。形成这种状况的原因:①大学科研的评价指标除了市场价值外,更重视学术价值,存在着系统内封闭性评价,从而使得市场机制难以在大学发挥其应有的效用。②缺乏把大学科研成果商业化的企业;③大学研发人员与研发资金的配比较难达到最优组合。此外,大学进行的基础性研究,其产出不采取专利形式。

分析结果三:研究机构的 R&D 资金投入每增加 1%,市场化程度低的地区的技术创新初始产出就下降 0.361 个百分点,市场化程度中等的地区,技术创新初始产出的影响不显著,市场化程度高的地区,技术创新初始产出增加了 0.428 个百分点;研究机构 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%,技术创新初始产出就增加 0.927 百分点。这一结果说明,市场化程度的提高对科研机构技术创新初始产出的提高有一定的作用,但作用小于企业。市场化对提高研究机构技术创新初始产出的作用低于企业有多种原因。①科研人员评价机制的不完善和科技成果难以有效商业化,使得以市场机制也难以在研究机构发挥其应有的效用;②与企业相比,研究机构的管理体制和管理方法比较落后,限制了人才的流动,人力资源难以达到优化配置;③研究机构一般可分为应用开发类研究机构和公益类研究机构,应用开发类研究能够与现实需求紧密联系,纯公益性研究机构承担的大都是基础性研究,其产出也不采取专利形式。

#### 4. 从最终产出视角的分析

(1)市场化程度对技术创新最终产出的影响。表 3 中回归结果的被解释变量采用大中型企业新产品销售收入,解释变量为市场化程度高、中、低的各省 R&D 投入数据,以及设为虚拟变量的市场

化程度(D1,D2)。考虑到从技术创新投入到技术创新产出的商业化存在一定的时滞,故技术创新投入采用 2005、2006 年数据,技术创新最终产出采用 2006、2007 年的数据。

表 3 技术创新最终产出回归结果

变量	系数	t 值
LogFU	0.354***	3.326
logHI	0.229*	1.834
D1×logFE	0.802***	4.318
D2×logFE	0.473**	2.339
D1×logHU	-1.003***	-3.661
D2×logHU	-0.606**	-2.092
C		-0.127
R <sup>2</sup>		0.842
F		53.360
DW		2.168

注:表中未列举的变量表示相应模型中的该解释变量与被解释变量的相关性不强,模型回归时对应的参数 t 的检验的显著水平大于 10%,故舍弃了这些解释变量;回归结果中的随即效应变截距项数据与本文主题不相关,故省去;\*\*\* 表示通过 1%水平的检验,\*\* 表示通过 5%水平的检验,\* 表示通过 10%水平的检验。

由表 3 中回归结果可知,企业的 R&D 经费投入每增加 1%,对市场化程度低的地区提高技术创新最终产出的作用不显著,市场化程度中、高等的地区技术创新最终产出分别增长 0.473 个百分点和 0.802 个百分点,说明市场化程度的提高对企业提高技术创新最终产出有较大促进作用;研究机构 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%,技术创新最终产出增加 0.229 个百分点,市场化程度加深对提高研究机构技术创新最终产出作用不显著;大学的 R&D 经费的投入每增加 1%,技术创新最终产出增加 0.354 个百分点,大学的 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%,市场化程度中、高等的地区技术创新最终产出分别下降 0.606 个百分点和 1.003 个百分点。显然,市场化不能提高大学的技术创新最终产出效率。

(2)各地区技术创新最终绩效比较。为了进一步寻找造成技术创新能力区域差异的原因,我们运用因子分析法<sup>①</sup>对 2006 年各省市三大创新主体投入数据(FE、FI、FU、HE、HI、HU)进行归类,通过 SPSS16.0 软件处理后,三大创新主体的投入要素的六组数据被归并为两个主因子(大学、研究机构投入因子:FU、HU、FI、HI;企业投入因子:FE、HE)并得到单个主因子的得分,把各省市单个主因子得分乘以各自的贡献率<sup>②</sup>并求和,得到综合投入因子得分。然后通过 2006 年三大技术创新主体投入因子得分、综合投入因子得分、2007 年<sup>③</sup>技术创新最终产出(企业新产品收入)来比较各省市技术创新最终绩效的差异,最后通过各省市专利数与企业新产品销售收入的比值来比较各省市初始产出向最终产出转化比率的差异,同时,结合市场化程度和上述结论来分析造成这些差异的原因。

由表 4 综合投入因子得分与终极产出的比较可知:江苏、上海、天津、广东、山东、浙江、重庆、福建的技术创新最终绩效较高,由单个投入因子得分比较可知,江苏、广东、山东、浙江的企业的 R&D 投入较多,这些省份属于市场化程度的高中等的地区,企业的技术创新效率较高,从而使省市区域的技术创新最终绩效较高;天津、重庆、福建也属市场化程度较高的地区,但三大主体的 R&D 投入

① 因子分析是将相关性较强的几个变量归为一类,以较少的因子反映大量原始信息。  
② 为节省篇幅,用因子分析法得出的各因子特征值、贡献率和旋转后因子载荷矩阵均省略。  
③ 技术创新投入到技术创新最终产出存在时滞,故技术创新投入采用 2006 年数据,技术创新最终产出采用 2007 年的数据。

表 4 各地区的技术创新投入产出 (2006 年投入/2007 年产出)

	<i>UI</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>R</i>
江 苏	0.551	2.672	1.443	4995	6.360
广 东	-0.597	3.053	0.939	4770	11.835
上 海	1.216	0.786	1.035	4529	5.405
山 东	-0.397	1.727	0.497	4213	5.417
浙 江	-0.219	1.303	0.422	4017	10.473
北 京	4.568	-0.793	2.313	2346	6.374
天 津	-0.073	-0.127	-0.096	2143	2.606
辽 宁	0.345	0.619	0.460	1409	6.824
福 建	-0.580	-0.140	-0.395	1350	5.749
河 南	-0.327	0.121	-0.139	1113	6.288
重 庆	-0.381	-0.307	-0.350	1108	4.507
四 川	0.817	-0.084	0.438	1102	9.015
湖 北	0.352	0.036	0.219	1092	6.059
吉 林	-0.040	-0.444	-0.210	862	3.312
湖 南	-0.095	-0.183	-0.132	802	7.091
河 北	-0.264	-0.094	-0.193	797	6.723
安 徽	-0.132	-0.305	-0.205	688	4.961
山 西	-0.381	-0.149	-0.283	520	3.831
广 西	-0.341	-0.555	-0.431	502	3.799
江 西	-0.416	-0.369	-0.396	491	4.214
陕 西	0.976	-0.529	0.343	444	7.773
黑 龙 江	0.041	0.047	0.044	437	9.847
云 南	-0.304	-0.750	-0.492	335	6.385
内 蒙 古	-0.589	-0.628	-0.605	252	5.210
甘 肃	-0.462	-0.738	-0.578	226	4.535
贵 州	-0.625	-0.728	-0.668	185	9.335
新 疆	-0.601	-0.811	-0.689	83	18.482
海 南	-0.685	-0.917	-0.782	81	3.654
宁 夏	-0.678	-0.834	-0.744	47	6.298
青 海	-0.682	-0.878	-0.765	39	5.692

注:表中数据按照各省大中型企业新产品销售收入降比排列;*UI*表示大学(University)、研究机构(Institution)投入因子得分,*E*表示企业(Enterprises)投入因子得分;*S*表示综合(Sum)投入因子得分,*N*表示企业新产品(New Product)销售收入(技术创新最终产出),单位:亿元;*R*表示初始产出向最终产出转化的比值(Ration)(专利数/企业新产品销售收入)。

均较低,显然,这三省市的企业和研究机构的创新绩效比其他省份要高,从而使整个省市区域技术创新最终绩效较高。北京、四川、湖北、陕西、黑龙江、新疆、海南、宁夏、青海的技术创新最终绩效偏低,由单个投入因子之间的得分比较可知,北京、四川、湖北、陕西的大学和研究机构的 R&D 投入较多,其中北京、四川、湖北的市场化程度均较高,企业的技术创新最终绩效相应较高,显然是大学技术创新的低效率拉低了整个省市区域的技术创新最终绩效;陕西的市场化程度低,大学和研究机构的 R&D 投入较多,最终产出很低,是因为低市场化程度和现有大学、研究机构的低效科研体制共同阻碍了陕西的技术创新最终绩效的提高。黑龙江的市场化程度低,企业的 R&D 投入较多,是企业的技术创新低效率拉低了全省的技术创新最终绩效;新疆、海南、宁夏、青海四省区对三大主体的 R&D 投入都偏低,市场化程度也都低,是三大技术创新主体的低效率共同决定了全省的低绩效。

由初始产出和最终产出的比值可知,广东、浙江、黑龙江、新疆的初始产出向最终产出的转化率较高,广东、浙江的市场化程度高,有效提高了技术创新成果的商业化程度;黑龙江、新疆市场化程



度虽低,但其初始产量少,相对而言市场对新产品的需求则较大,就使得技术创新初始产品的商业化程度较高。天津、重庆、吉林、山西、广西、江西、甘肃、海南的转化率偏低,市场化程度较高的天津、重庆两市的转化率偏低主要是由于大学、研究机构现有的体制机制不利于技术创新初始产出的有效商业化,吉林、山西、广西、江西、甘肃、海南转化率偏低的原因主要是市场化程度低,企业转化技术创新成果的能力低。其他省份转化率基本处于全国平均水平。

## 五、结论与建议

技术创新能力有四种存在形态,技术创新是一个多主体参与和多要素互动的极其复杂的系统,众多间接因素通过直接因素发挥作用,影响技术创新投入的初始产出和最终产出。其中,R&D 在三大技术创新主体之间和在其内部的配置,以及各种制度因素对技术创新的绩效有重要影响。各地区技术创新能力的差异,除了由潜在的技术创新能力决定的 R&D 投入的差异外,主要是由上述两方面差异决定的。据此,提出下述建议:

### 1. 优化 R&D 的配置

企业的 R&D 投入总体效率是最高的,企业的 R&D 投入每增加 1%,市场化程度高的地区技术创新初始产出增长 0.688 个百分点;企业的 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%,市场化程度中、高等的地区技术创新初始产出分别增长 0.886 个百分点和 0.831 个百分点,因此,政府现阶段应激励各投资主体大幅度增加企业的 R&D 投入。市场化程度低的地区的大学和研究机构 R&D 人员的全时当量投入每增加 1%,技术创新初始产出分别增加 0.781 个百分点和 0.927 百分点,因此市场化程度低的地区的大学和研究机构要增加研发人员,使两要素投入量趋于最优组合,提高技术创新的初始产出能力。

### 2. 加快技术创新主体的体制机制创新

大学和研究机构要进行科研人员评价制度的创新,研发人员特别是工科类科研人员的职称评定和晋升不仅要依据其发表论文的级别和数量、课题经费的多少,还要依据其研究成果的转化程度。大学和研究机构要加强 R&D 活动的产业化导向,使研究成果与社会需求高度匹配,提高技术创新的最终绩效。企业应实施“反求工程”,通过高效的信息沟通、有效的横向合作和垂直一体化,引入系统性技术创新,提高企业技术创新的最终产出能力。政府要注重提高产学研政合作的效率,对企业、大学、研究机构和政府进行合理分工,大学、研究机构充分发挥初级产出优势,企业发挥生产和营销优势,政府发挥协调优势,形成优势互补,相互促进的合作机制,提高技术创新的最终绩效。

### 3. 根据不同地区的特点提高区域技术创新能力

黑龙江等企业技术创新绩效低的地区,应侧重于提高市场化程度;北京、四川、湖北等大学、研究机构技术创新绩效低的地区,应侧重于对大学和研究机构的科研体制机制进行创新;新疆、海南、宁夏、青海等三大技术创新主体技术创新绩效均低的地区,应当提高市场化程度与改革大学、研究机构科研体制应同时进行;云南、内蒙古、甘肃、贵州等技术创新投入和产出双低的省份,除加速市场化和科研体制机制创新外,地方政府还应加大对三大创新主体的 R&D 投入。

## 〔参考文献〕

- [1]Freeman C. The Economies of Industrial Innovation[M]. Cambridge,Mass:The MIT Press,1982.
- [2]Leo Sveikauskas. The Contribution of R&D to Productivity Growth[J]. Monthly Labor Review,1986,(3).
- [3]Romer Paul M. Endogenous Technological Change[J]. Journal of Political Economy,1990,98(5).
- [4]Frankel N. Obsolescence and Technological Chang in a Maturing Economy [J]. American Economic Review, 1955,45(3).
- [5]Schmookler J. Invention and Economics Growth[M]. Cambridge,Mass:Harvard University Press,1966.
- [6]Acs, Z., Audrestch, D.B., and Feldman, M. Real Effects of Academic Research: Comment [J]. The American

- Economic Review, 1992,82(1).
- [7]Anselin, L., Varga, A., and Acs, Z. Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations[J]. Journal of Urban Economics,1997,(42).
- [8]Blind, K., and Grupp, H. Interdependencies between the Science and Technology Infrastructure and Innovation Activities in German Regions: Empirical findings and Policy Consequences[J]. Research Policy,1999,(28).
- [9]Bode, E. The Spatial Pattern of Localized R&D Spillovers: An Empirical Investigation for Germany[J]. Journal of Economic Geography, 2004,(4).
- [10]Jaffe, A.B. Reale Effects of Academic Research[J]. American Economic Review,1989,79(5).
- [11]David B., Audretsch, and Maryann P. Feldman. R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production [J]. American Economic Review,1996,86(3).
- [12]Valdemar Smith, Mogens Dilling-Hansen, Tor Eriksson, Erik Strøjer Madsen. R&D and Productivity in Danish Firms: Some Empirical Evidence[J]. Danish Institute for Studies in Research and Research Policy,2000,(9).
- [13]Lydia Greunz. Intra and Inter Regional Knowledge Spillovers across European Regions [R]. Association de Science Régionale De Langue Francaise, Université Libre de Bruxelles, 2004.
- [14][美]熊彼特. 经济发展理论(1912)[M]. 何畏, 易家祥译. 北京: 商务印书馆, 1990.
- [15][英]弗里曼. 技术政策和经济绩效(1972)[M]. 张宇轩译. 南京: 东南大学出版社, 2008.
- [16][英]科斯, 阿尔钦等. 财产权利与制度变迁——产权学派译文集[M]. 刘守英等译. 上海: 上海三联出版社, 1991.
- [17]张华胜. 中国制造业技术创新能力分析[J]. 中国软科学, 2006,(4).
- [18]李金生, 李晏墅, 周燕. 基于技术创新演进的高技术企业内生文化模型研究[J]. 中国工业经济, 2009,(5).
- [19]白秀君. 让制度创新促进技术革命[J]. 时事观察, 2007,(4).
- [20]李晓钟, 张小蒂. 浙江基于 FDI 提高区域技术创新能力的比较[J]. 中国工业经济, 2007,(12).
- [21]疏礼兵. 浙江民营中小企业集群式技术创新模式选择[J]. 科技管理研究, 2007,(1).
- [22]夏冬. 我国企业技术创新中所有权结构作用的实证研究[J]. 科技进步与对策, 2008,(11).
- [23]郭国峰, 温军伟, 孙保营. 技术创新能力的影响因素分析——基于东部六省面板数据分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2007,(9).
- [24]樊纲, 王小鲁, 朱恒鹏. 中国市场化指数——各地区市场化相对进程 2006 年报告[M]. 北京: 经济科学出版社, 2007.
- [25]中国科技战略研究小组. 中国区域创新能力报告(2008)[M]. 北京: 知识产权出版社, 2009.

## An Empirical Research of Regional Technological Innovation Ability Influence Factors——Based on 30 Provinces in China

ZHANG Zong-he, PENG Chang-qi

(School of Economics, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China)

**Abstract:** The factors of regional technological innovation capability is a issue that the theoretical is not yet systematically explored in depth. Based on clarifying the principle of technological innovation, the paper makes empirical research of influence factors of the technological innovation ability on tow steps (initial and final output) input-output panel data of the three principle technological innovation mean parts of 30 provinces (2005—2007), by use of improved Griliches and Jaffe A. B. knowledge production function model. And the paper see marketization factors as dummy variable in the model in order to find its effect. The result tells that there are diverse differences in toutput among different provinces in China, the distribution of R&D among three main bodys, the combination of R&D within the main body and institutional factor has significant influence on regional technological innovation ability. Therefore, in order to improve regional technological innovation ability, beside adjusting R&D input, we could also innovative institutional mechanisms for the main bodys.

**Key Words:** technological innovation; knowledge production function model; marketization; innovation performance

[责任编辑: 李海舰]