

# 研发存量、研发经费来源与知识生产效率

周密\*

**摘要:** 技术创新的原动力来源于知识生产,本文通过估计劳动和资本的存量来研究和比较知识生产效率,并比较政府的科技研发政策对知识生产产出的差异性影响。利用 2001—2010 年中国各省区市各类型专利技术申请数、资本存量、人力资本存量、研发经费来源数据进行 GMM 动态面板估计,分析研发各要素存量对知识产出弹性的作用,并比较研发经费来源对各类型专利技术申请量的影响,结果显示:研发人力资本存量和固定资本存量对知识产出存在显著性作用,其中研发人力资本存量的影响更大;以研发经费为主的政府支持政策对知识的产出作用也较为明显。

**关键词:** 知识生产效率 研发存量 研发经费来源 GMM 动态估计

## 一、前言

中国经济经过三十多年的高速发展,经济总量已位列全球第二,经济增长成就举世瞩目。但是我国经济的增长绝大部分仅局限于经济总量的增加,经济总量的增加依托于丰富的资源总量和巨大的劳动力存量,这种经济增长方式带来了严重的后遗症:资源配置效率低、环境污染严重、技术在经济增长中的贡献度不高,作为世界“代工厂”的优势逐渐被东南亚其他国家所取代;出口贸易处于顺差的优势,但是进出口产品的结构严重失衡,出口产品技术含量不高。虽然自从“科技是第一生产力”的指导思想提出以后,我国研发(R&D)投入每年都有较大程度的提高,R&D 投入占国内生产总值(GDP)的比重也由 2002 年的 1.23% 上升到 2010 年的 1.76%,但是与其他经济发达国家的发展经历相比,仍有较大差距。因此,如何转变经济发展方式,调整经济结构,实现自主创新,建设资源节约型、环境友好型社会,值得我们深入思考。

20 世纪初期,经济学家们在研究中发现了“残值”,即我们所采用的生产要素(资本和劳动)只能解释小部分产出,巨大的残值说明在研究中经济学家们忽视了一些重要的因素变量,各种计量模型中  $R^2$  值的大小在某种程度上就是支持这种观点的有力证明。随后很多学者对其进行研究。Solow(1957)提出技术是促进经济增长的因素之一,从那时起,技术进步就被当作经济增长的关键因素。但是 Solow 的研究存在不足,其研究认为技术进步是一种外生变量,这样使得技术进步、资本和劳动在一起仍然不能解释地区之间的经济增长差异。在 Solow 模型的基础上,Rivera-Batiz 和 Romer(1990)、Grossman 和 Helpman(1991)、Aghion 和 Howitt(1990)将技术内生化,提出经济增长的内生模型,内生增长理论的核心内容是技术进步在促进经济增长过程中起重要作用。此后,经济学者也多从知识、人力资本积累、技术创新等方面来解释长期的经济增长。Griliches(1988)认为创新投入是由知识生产活动中 R&D 产生的新技术知识,与其相对应的创新成果(产出)是技术知识所产生的专利创新。由创新活动的投入与产出的关系得到 R&D 投入——新知识——专利创新的演化过程。同时,Foray 和 Lundvall(1996)也指出,在所有的衡量知识产出的指标中,专利是衡量知识产出

\* 周密,南京大学经济学院,邮政编码:210093,电子信箱:zhoumi@smail.nju.edu.cn。

本文受到国家自然科学基金项目“增强自主创新能力提升经济增长质量”(71073076)、国家社会科学基金项目“贯彻落实科学发展观与加快转变经济发展方式的研究”(07&ZD009)、江苏省普通高校研究生科研创新计划项目“市场结构、自主创新与经济增长”(CXZZ11\_0004)的资助。作者感谢匿名审稿专家的修改意见,当然文责自负。

的最直接指标<sup>①</sup>。已有研究显示,R&D 投入与产出之间存在显著的正相关关系。Scherer ( 1965) 运用财富杂志上美国前 500 强中 448 家大中型工业企业的微观数据进行回归分析,发现 R&D 人数与专利授予数之间趋近线性关系,并且存在 4 年的滞后。Schmookler ( 1966) 指出 科学家和工程师的数量与专利数量有相同的变化趋势,同时工业产业中的专利数量与 R&D 支出之间有密切的联系。吴和成( 2008) 利用 2005 年中国各省区市的截面数据测算科技经费和科技人员对专利的影响程度,结果显示科技人员是科技产出的主要决定因素。

Schmookler ( 1966) 的研究还发现,不同产业在专利数量上的差异有 85% 来自 R&D 支出的差异。Mueller ( 1966) 将 23 个产业分成六大类,同时将研究分成基础研究、应用研究、试验研究,以 1958 – 1960 年三大研究的 R&D 经费支出、研发人员为解释变量,以 1962 – 1964 年专利数量为被解释变量,回归分析显示 R&D 投入对专利数量显著的正向影响。朱月仙和方曙( 2007) 研究显示 PCT( Patent Cooperation Treaty ,专利合作条约) 专利申请量与 R&D 经费支出之间显著相关,其中研发大国的专利申请量与应用研究和试验发展经费支出存在显著的正线性相关关系,而研发弱国的专利申请量则与应用研究和试验发展经费之和存在显著的二次或三次函数关系。

技术的进步取决于创新活动,经济学家们一直都尝试采用各种各样的方法来评价科技研究对经济增长的贡献,包括使用历史案例的经验分析和科技研发变量生产模型的计量分析。Griliches ( 1988 ,1998) 通过具体的创新案例研究,分析 R&D 要素的生产率以及产出弹性;熊彼特( 1950) 提出市场力量通过影响 R&D 投入和 R&D 产出来促进创新发展的假说,西方经济发达国家经济学者的研究主要集中在对该假设的验证。另一方面学者们研究知识生产函数和知识生产效率,但是绝大多数文献将 R&D 投入和 R&D 人数作为解释变量来构建知识生产函数,或者在生产函数中纳入滞后期的 R&D 投入来衡量创新过程中的投入,并没有在 R&D 存量的基础上探讨知识生产的性质( 吴延兵 2006)。事实上,R&D 活动对知识生产的影响不仅反映在当期,对以后的知识生产活动也产生影响。吴延兵( 2006) 、张翼( 2010) 的研究均表明,采用 R&D 存量来构建知识生产函数,测算出来的结果更符合实际情况。

本文主要借鉴 Griliches( 1979) 的知识生产模型,从 R&D 投入存量的视角,分析专利技术产出类型的差异化现象,同时国家的创新研发行为离不开国家政策的宏观支持,在已有研究基础上分析政府支持政策对专利形成所带来的差异化影响。由此本文其余部分研究内容如下:第二部分简要说明知识生产效率的理论模型;第三部分利用《中国科技统计年鉴( 2001 – 2011) 》的数据进行实证检验,具体分析基于 R&D 资本存量、R&D 人力资本存量的知识生产模型,测算解释变量对被解释变量的产出弹性,同时从政策支持角度量化其对知识产出的影响;第四部分是结论。

## 二、理论模型与变量说明

### (一) 基本模型

知识生产的理论模型最早源于 Griliches( 1979) 研究 R&D 及知识溢出的影响时提出的知识生产函数( Knolwedge Production Function)。他提出不可观察的知识资本和可观察的变量,如 R&D、专利以及其他相关因素之间的因果关系,尽管在这个分析框架中,Griliches 评价其充其量是一个非常粗糙的简化形式模型,还有待进行进一步的探讨,但是这个分析框架为实证分析提供了较为详细的理论基础。随后 Crepon、Duguet 和 Mairessec( 1998) 介绍了一个类似 Griliches( 1979) 但更为详细的计量模型,该计量模型分成三个部分:研发努力程度衡量、基于创新成果代理变量的创新产出方程、基于创新专利等相关的 C – D 生产函数。但是这组计量模型的研究主体是具体的部门企业,不能对地区整体的研发实力进行评价。知识资本主要的问题在于难以观察,因此许多研究都将 R&D 支出作为替代变量,然后再通过标准的生产函数进行讨论。Musolesi 和 Huiban( 2010) 认为知识生产效率的衡量需要考虑企业的 R&D 投资能够带来多少新的技术和新的发明,具体的生产函数形式采用 C – D 生产函数更为准确。

在实际的测算过程中知识产出采用地区 R&D 投入所获得的专利申请数量。Griliches( 1979) 知识生产函数模型的基本思想是将创新的产出视为 R&D 投入的函数,若采用 C – D 形式的产出函数,则可以得到如

<sup>①</sup>Foray, D. ,and B. A. Lundvall. 1996. *The Knowledge – based Economy*. Paris: OECD.

下公式:

$$R&D_{output_t} = \alpha (R&D_{input_{t-1}})^\beta \quad (1)$$

Jaffe( 1989) 扩展了 Griliches( 1979) 的模型 ,认为创新活动过程中产生的新经济知识是整个过程中最重要的产品 ,并强调了新知识在生产生活中的作用 ,但是上面的表达式不仅包括科研资金的投入 ,还应该包括人力资本的投入。Brandt 和 Rawski( 2008) 在研究中国经济转型时指出 ,在资金投入和人力资本投入之外 ,创新的努力程度也非常重要。以此为基础 (1) 式可写成:

$$Q_{it} = A_{i,t-1} K_{i,t-1}^\alpha L_{i,t-1}^\beta \varepsilon_{i,t-1} \quad (2)$$

这里  $Q$  为创新的产出 ,在统计指标上反映为获得的专利;  $A$  为知识水平  $K$  为研究的经费投入或者物质资本投入  $L$  为研发的人力资本投入  $\alpha$ 、 $\beta$  分别为物质投入和人力资本投入的产出弹性  $\varepsilon_{i,t-1}$  为误差项。将式(2) 两边同时取对数 ,有:

$$\ln Q_{it} = \ln A_{i,t-1} + \alpha \ln K_{i,t-1} + \beta \ln L_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t-1} \quad (3)$$

## (二) 变量说明

### 1. 研发固定资产存量

R&D 存量主要是投入到 R&D 过程中的要素 ,本文将 R&D 投入要素归纳为两类: 固定资产和人力资本。对 R&D 中固定资产存量的估算一般采用永续存盘法 ,人力资本采用当量。

考虑到固定资产的高折旧率以及研发过程中的重要性 ,固定资产折旧采用的是黄勇峰和任若恩( 2002) 的结果 ,将折旧率设定为 17%。而本文根据 1996 – 2010 年数据测算的研发固定资产支出年均增长率为 28.96% ,故设定目前的研发固定资产年均增长率为 30%<sup>①</sup>。具体的测算公式如下:

$$K_{it}^R = E_{it}^R + (1 - \delta) K_{i,t-1}^R \quad (4)$$

$K_{it}^R$  为时期  $t$  的 R&D 资本存量  $E_{it}^R$  为时期  $t$  的 R&D 支出  $\delta$  为折旧系数 , $K_{i,t-1}^R$  为  $t-1$  期的资本存量。此处资本存量采用科技活动经费的内部支出数据作为地区当年的 R&D 支出<sup>②</sup>。R&D 资本的支出主要是研发的设备、仪器等资本支出项目 2001 – 2010 年设备、仪器购置在 R&D 资本支出中所占的比重平均为 26.07% 左右。在已有研究基础上 本文采用张翼( 2010) 的 R&D 资本折旧率 即设定地区研发的 R&D 资本的折旧率为 20%<sup>③</sup>。在测算的时候还需要得到 R&D 存量的基期存量 ,在这里假设基期前所有时期的 R&D 平均增长率为固定值  $g$  则基期的 R&D 存量表达式为:

$$K_{i1}^R = \frac{(1+g) E_{i1}^R}{(g+\delta)} \quad (5)$$

根据《中国科技统计年鉴( 2001 – 2011) 》,本文测算得到 2001 – 2010 年我国 R&D 内部支出的平均增长速度为 35.42% ,在张翼( 2010) 中设定之前的 R&D 支出平均增长速度为 10%。在此处采用的是张翼( 2010) 中的 R&D 内部支出增长速度值。

### 2. 研发人力资本存量

这里采用 R&D 人员全时当量<sup>④</sup>作为当期 R&D 人员的存量。Chueng 和 Lin ( 2004) 利用中国省级面板数据对人力资本的投入与创新产出之间的关系进行研究 ,结果显示人力资本的投入与创新产出之间存在正向的相关性。

### 3. 研发产出

虽然创新是经济增长的一个关键问题 ,但是如何衡量创新目前并没有定论。关于创新衡量的中心问题

<sup>①</sup>根据《中国科技统计年鉴( 2001 – 2011) 》计算得到。

<sup>②</sup>《中国科技统计年鉴》中给出了科技活动经费筹集额和科技活动经费的内部支出数据,其中科技活动经费筹集额为当年筹集到的 R&D 数量,但是当年筹集的科技活动经费不一定全部支出,因此将科技活动经费的内部支出数据作为地区当年的 R&D 支出。

<sup>③</sup>对 R&D 资本的折旧率一般采用的是 15% ,但是吴延兵( 2006) 在测算我国资本存量的时候设定的折旧率分别是 15% 和 25% ,张翼( 2010) 中采用的是 20%。笔者根据数据测算的结果比较接近张翼的结果,故将 R&D 资本折旧率设定为 20%。

<sup>④</sup>R&D 人员全时当量: R&D 人员分为全时人员和非全时人员,全时人员是指报告年内从事 R&D 活动的时间占全年工作时间 90% 及以上的人员,非全时人员是指报告年内从事 R&D 活动的时间占全年工作时间 10% ~ 90% 的人员,R&D 人员全时当量就是全时人员数加上非全时人员按工作量折算为全时人员数的总和。

是如何测量在经济上有用的新知识——产品、工艺和破坏性技术的变化主要通过三个方面进行衡量：创新投入（R&D 花费）、创新的中间产品（专利的授权）或者是更为直接的创新产出。有学者指出，采用专利来衡量创新产出有一定的缺陷，即创新只有部分以专利的形式出现，并且不同类型的专利对经济发展的作用不一致。Kuznets (1962) 也指出技术创新对经济作用最大的障碍就是学者无法对其进行明确的衡量，但是 Acs 等（1989-2002）研究显示，专利在产业化水平的情况下是衡量创新活动的可信工具变量。本文选用滞后一期的专利申请数衡量研发创新的产出。

#### 4. 其他变量

科技活动经费筹集额按照来源分为政府资金、企业资金和来自金融机构的贷款。使用科技活动经费构成数据主要用来考察不同来源的收入对创新绩效的不同影响。

$$R&D \text{ 强度} = (\text{科技活动经费内部支出额}/GDP) \times 100\%.$$

各主要变量及含义见表 1。

表 1 主要变量以及含义

变量	含义	变量	含义
<i>rd_int</i>	研发强度	<i>tpa</i>	专利技术申请数
<i>tpa_i</i>	发明型专利申请数	<i>tpa_a</i>	实用新型专利申请数
<i>tpa_d</i>	外观设计型专利申请数	<i>trdss</i>	研发人员当量
<i>trfund_g</i>	研发经费筹集中的政府资金	<i>rdcs</i>	研发资本存量（以 2001 年为基期）
<i>trfund_fl</i>	研发经费筹集中的金融机构贷款资金		

以上定义的变量数据均来自《中国科技统计年鉴（2001-2011）》。固定资产价值数据采用的是科研经费内部支出中的固定资产支出数据，存量数据以 2001 年为基期。在实际的计量回归中，对专利申请量以外的其他变量取对数进行分析。在分析过程中，数据采用的是地区科技研发的知识生产数据，为保证数据的可获得性，使用的均为地区统计数据。

本文采用动态面板 GMM 方法考察各解释变量对被解释变量的影响，其优点在于：（1）专利技术申请数可能较其他年度数据具有更大的惯性，更容易受到专利产生之前 R&D 存量累积的影响，而动态面板模型能够识别这种惯性；（2）专利产生和 R&D 存量之间可能是同时决定的，这些会导致解释变量的内生性问题，而动态面板 GMM 估计可以在选择合适工具的情况下有效地控制内生性问题；（3）GMM 估计通过迭代求解，因此 GMM 估计一般不定义经典的拟合优度和 F 统计量，也不定义诸如 AIC 等信息准则，而是通过 J 统计量值即目标函数迭代而达到的最小值来衡量估计参数的质量。

### 三、实证分析

#### （一）研发强度

根据研发强度的定义计算我国各省区市 2001-2010 年研发强度，图 1 显示，各省区市研发强度处于 0.16%~7.41% 之间，31 个省区市的研发强度存在时间上和区域上的差异。2001-2010 年间各省区市的研发强度增长速度非常快，尤其是 2008 年金融危机之后，绝大多数省区市的研发强度迅速上升。从图 2 各省区市的研发强度变动轨迹中看到，研发内部支出在 GDP 中的比重都在快速增长。根据研发强度以及各省区市研发强度的变动路径可以将 31 个省区市大致分成三类：以北京、上海、天津、陕西、辽宁、广东为主的高研发强度区；以吉林、江苏、浙江、安徽、山东、湖北、重庆、四川为主的中研发强度区；以及广西、西藏、新疆、云南等 17 个弱研发强度区<sup>①</sup>。根据式（2），R&D 产出的要素主要包括资本和人力资本，区域间研发强度存在差异的原因也可以归结为这两个因素。高研发强度省区市是我国高校以及研究性机构聚集的地区，这为研发提供了人力资本，同时这些地区也是我国经济高速发展、资金实力雄厚的地区，另外由于国家在经济发展中的政策支持，这些地区吸引了国内外其他地区的高尖端人才和大量的资金流入，这样形成研发的“马太效应”，也

<sup>①</sup> 研发强度平均值大于 1.5，最小值大于 1 的地区属于高研发强度区；研发强度平均值大于 1，最小值大于 0.5 的地区属于中研发强度区；研发强度平均值小于 1 的地区属于低研发强度区。

是导致我国研发内部差异巨大的重要原因;在中等研发强度省区市,资金和人力资本中具有至少一个方面的优势,通过一个研发优势来引进另一个研发要素,促进研发的发展;弱研发强度省区市则在资金和人力资本两个方面都不具备优势条件,本地区的人力资本大量外流,同时由于资金条件的不足,形成研发中的“恶性循环”,迅速拉大与另外两个研发强度高的地区的差距。

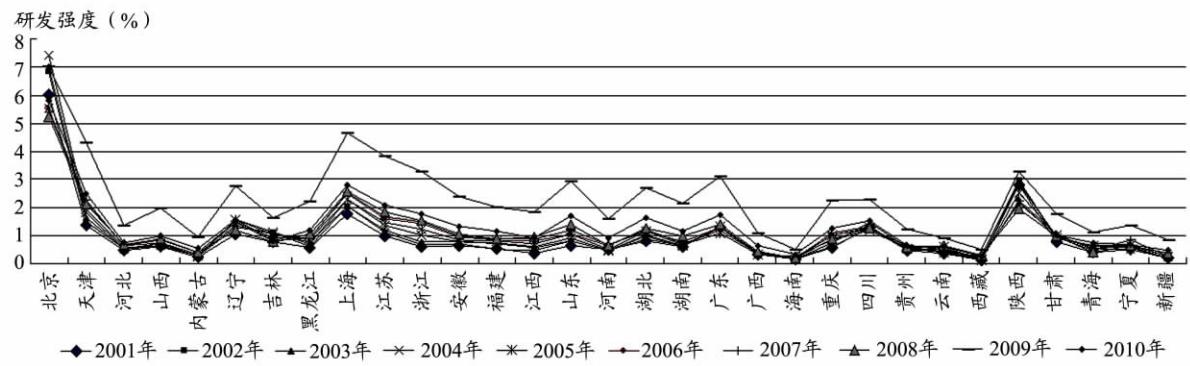


图1 2001—2010年各省区市研发强度图

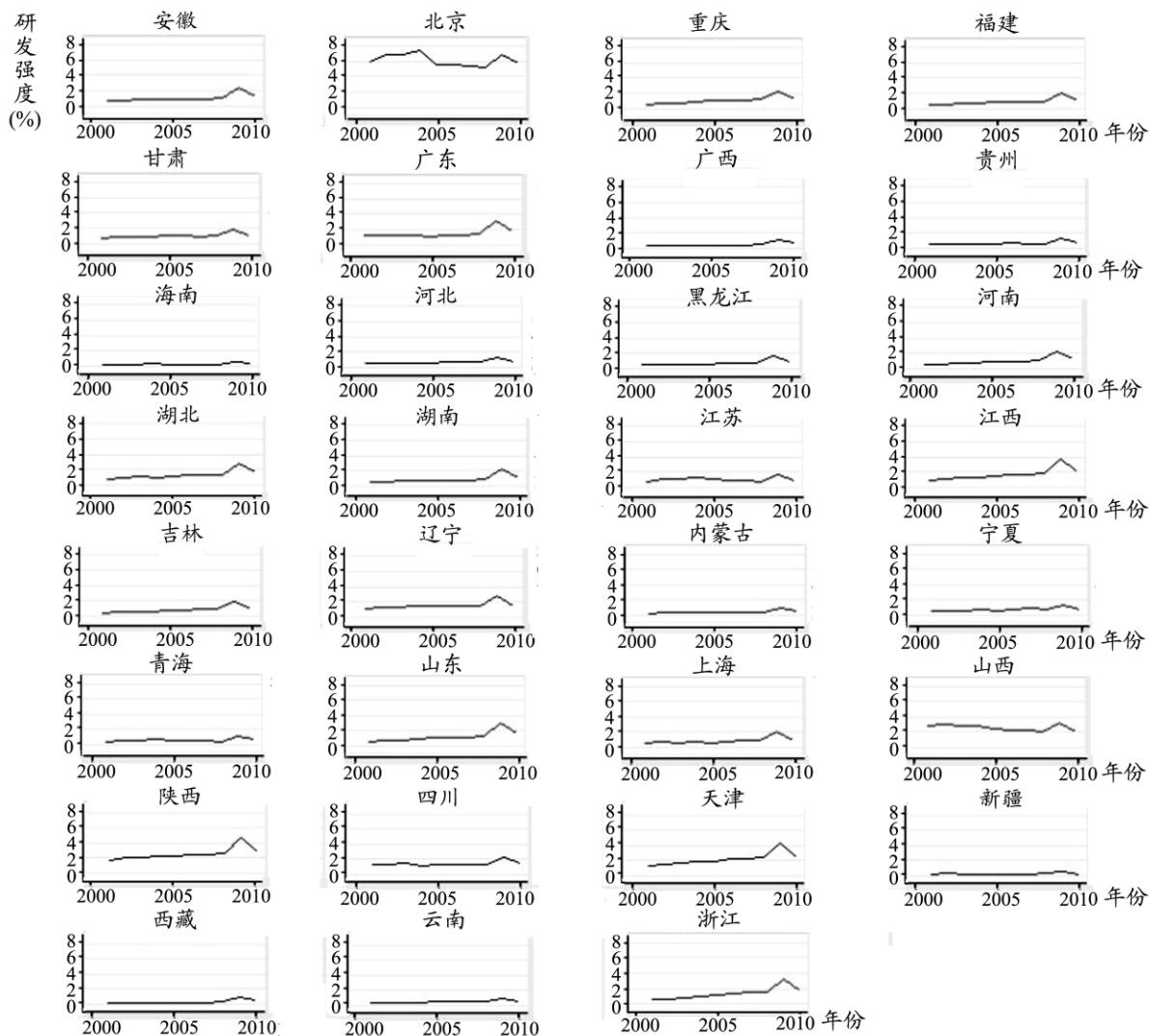


图2 2001—2010年各省区市研发强度变动轨迹图

## (二) 研发存量与知识生产效率

以根据公式(2)、公式(3)测算的R&D资本存量以及R&D人员全时当量的滞后一期当量为解释变量,分别以地区专利技术申请数、发明专利申请数、实用新型专利申请数、外观设计型专利申请数为被解释变量,估计要素的产出弹性。对公式(3)进行扩展有:

$$\ln tpa = \ln A_{1,i} + \alpha_1 \times \ln rdc{}_s{}_{i,t-1} + \beta_1 \times \ln trdss{}_{i,t-1} + \varepsilon_{1,i,t-1} \quad (6)$$

$$\ln tpa\_i = \ln A_{2,i} + \alpha_2 \times \ln rdc{}_s{}_{i,t-1} + \beta_2 \times \ln trdss{}_{i,t-1} + \varepsilon_{2,i,t-1} \quad (7)$$

$$\ln tpa\_a = \ln A_{3,i} + \alpha_3 \times \ln rdc{}_s{}_{i,t-1} + \beta_3 \times \ln trdss{}_{i,t-1} + \varepsilon_{3,i,t-1} \quad (8)$$

$$\ln tpa\_d = \ln A_{4,i} + \alpha_4 \times \ln rdc{}_s{}_{i,t-1} + \beta_4 \times \ln trdss{}_{i,t-1} + \varepsilon_{4,i,t-1} \quad (9)$$

表2是4个不同产出衡量指标产出效率的回归结果。在分析过程中,为了消除数据的异方差情况,检验个体影响与解释变量之间是否满足不相关假设,分别建立模型的固定效应模型和随机效应模型,然后进行Hausman检验,Hausman检验值均为零,说明模型可以接受个体影响与解释变量不相关的原假设,因此4个模型的个体影响均为固定效应形式,即建立知识产出效率的固定效应变截距模型。然后我们采用解释变量的一阶滞后项作为GMM动态估计的工具变量,同时采用AR(2)检验与J-statistic过度识别检验的P值来判定模型设定的合理性和工具变量的有效性。<sup>①</sup>

由表2的GMM估计结果可知,各估计结果均通过了1%的显著性水平检验,且方程整体上均通过AR(2)检验与J-statistic过度识别检验,说明模型是有效的。从R&D资本存量的产出弹性来看,除外观设计型专利的产出弹性较低外,其他三类专利的产出弹性基本一致,均在0.25以上。2001-2010年发明专利申请数的平均增长速度为36.78%,实用新型专利申请数的平均增长速度为18.09%,验证了数据模型的有效性。从人力资本的存量来看,R&D人力资本的产出弹性都显著,三类专利中发明专利的R&D人力资本投入产出弹性最高,为0.398,实用新型专利的产出弹性最低,为0.125,说明人力资本的投入对知识生产的差异化影响。在技术的研发过程中,人力资本的重要性不可忽视,人力资本的产出弹性可以解释大部分的产出,同时也说明在人力资本积累方面,还存在很大的空间。知识产出模型的解释力高还有一个原因就是选定的解释变量与知识、研发之间存在高度的一致性。

表2 基于R&D存量的知识产出弹性(2001-2010年)

模型	模型(6)	模型(7)	模型(8)	模型(9)
	FE	FE	FE	FE
被解释变量( $y$ )				
trdss	$tpa$ 0.412 ** (42.426)	$tpa\_i$ 0.398 ** (23.118)	$tpa\_a$ 0.125 ** (14.612)	$tpa\_d$ 0.360 ** (24.142)
rdcs	0.279 ** (53.385)	0.250 ** (10.555)	0.274 ** (54.027)	0.151 ** (13.394)
J-statistic	30.527	29.425	42.895	29.424
AR(2)	0.066	0.054	0.041	0.023
Obs	248	248	248	248
一阶差分方程使用的工具变量	$dyn(tpa, -2)$ , $trdss(-1)$ , $rdcs(-1)$	$dyn(tpa\_i, -2)$ , $trdss(-1)$ , $rdcs(-1)$	$dyn(tpa\_a, -2)$ , $trdss(-1)$ , $rdcs(-1)$	$dyn(tpa\_d, -2)$ , $trdss(-1)$ , $rdcs(-1)$

注:表中括号内的数字为对应系数的t统计值,\*\*表示在5%的水平上显著,\*表示在1%的水平上显著;回归模型的变量都以取对数的形式标识,FE为固定效应模型;模型(6)、(7)、(8)、(9)分别为以专利技术申请数、发明专利申请数、实用新型专利申请数、外观设计型专利申请数为被解释变量。以下的回归结果同样如此。

### (三) 筹资途径与知识生产效率

知识生产效率与国家宏观政策支持紧密相关。国家层面对科技研发的支持主要体现在资金的支持和各种税收优惠及补贴上<sup>②</sup>。政府部门资金直接来自政府对企业科技活动的资金支持,金融机构贷款则包含受到国家政策支持的科技活动优惠贷款部分。这两部分的资金来源可以在一定程度上反映国家对科技研发的政策支持。根据知识生产模型(3),可以得到:

$$\ln tpa = \ln A_{1,i} + \alpha_{11} \times \ln rtfund\_g{}_{i,t-1} + \alpha_{12} \times \ln rtfund\_fl{}_{i,t-1} + \beta_1 \times \ln trdss{}_{i,t-1} + \varepsilon_{1,i,t-1} \quad (10)$$

①在科技研究经费筹集途径对知识生产效率的影响研究中,采用的也是该方法来判定模型设定的合理性和工具变量的有效性。

②《中国科技统计年鉴》提供了科技活动经费筹集额的具体来源数据,分为政府资金、企业资金和金融机构贷款,2006年之后出现了国外资金(这部分资金由于数据缺失较多,在分析中不做说明,筹资结构按照政府部门资金、企业资金和金融机构贷款三个部门分类)。

$$\ln tpa\_i = \ln A_{2,i} + \alpha_{21} \times \ln trfund\_g_{i,t-1} + \alpha_{22} \times \ln trfund\_fl_{i,t-1} + \beta_2 \times \ln trdss_{i,t-1} + \varepsilon_{2,i,t-1} \quad (11)$$

$$\ln tpa\_a = \ln A_{3,i} + \alpha_{31} \times \ln trfund\_g_{i,t-1} + \alpha_{32} \times \ln trfund\_fl_{i,t-1} + \beta_3 \times \ln trdss_{i,t-1} + \varepsilon_{3,i,t-1} \quad (12)$$

$$\ln tpa\_d = \ln A_{4,i} + \alpha_{41} \times \ln trfund\_g_{i,t-1} + \alpha_{42} \times \ln trfund\_fl_{i,t-1} + \beta_4 \times \ln trdss_{i,t-1} + \varepsilon_{4,i,t-1} \quad (13)$$

表3是分别以专利技术申请数、发明专利申请数、实用新型专利申请数、外观设计型专利申请数为被解释变量的知识创新产出效率的回归结果。由表3的GMM估计结果可知 模型的工具变量集是稳健的,工具集的冗余度得到了有效的控制。各类型专利技术滞后一期的申请量对当期申请量作用显著,其中实用新型专利申请数的作用十分显著。科技活动经费中来自政府部门的经费对三类专利技术申请数的作用均显著,其中实用新型专利的政府资金产出效率最高,为0.866。与其他技术专利相比,实用新型技术专利可以更有效地满足当前人们生产生活的要求,而发明专利的产出弹性效果不如其他类专利的产出弹性明显。这也是中国每年专利的申请情况虽然位于其他国家和地区前列,但是研发创新的生产率依旧比较低的原因。来自金融机构贷款部分的研发经费对专利、发明专利、实用新型专利和外观设计型专利的作用显著,说明随着市场化进程的加快,各研发主体的科技研究创新的技术进步在逐渐形成。

表3 政策支持的知识产出途径(2001-2010年)

模型	模型(10)	模型(11)	模型(12)	模型(13)
	FE	FE	FE	FE
被解释变量( $y$ )				
$y(-1)$	$tpa$ 0.868 ** (41.095)	$tpa\_i$ 0.828 ** (51.350)	$tpa\_a$ 1.078 ** (46.394)	$tpa\_d$ 0.398 ** (27.464)
$trdss$	$0.436^{**}$ (9.794)	$0.314^{**}$ (4.229)	$-0.759^{**}$ (-14.993)	$0.319^{**}$ (3.487)
$trfund\_g$	$0.707^{**}$ (50.142)	$0.569^{**}$ (18.426)	$0.866^{**}$ (21.529)	$0.807^{**}$ (16.287)
$trfund\_fl$	$0.055^{**}$ (12.828)	$0.033^{**}$ (2.49)	$-0.160^{**}$ (-20.598)	$-0.118^*$ (-5.118)
J-statistic	19.157	28.88	28.740	27.489
AR(2)	0.369	0.101	0.256	0.035
obs	241	241	241	241
一阶差分方程使用的工具变量	$dyn(tpa, -2),$ $trdss(-1),$ $trfund\_fl(-1)$	$dyn(tpa\_i, -2),$ $trdss(-1),$ $trfund\_fl(-1)$	$dyn(tpa\_a, -2),$ $trdss(-1),$ $trfund\_fl(-1)$	$dyn(tpa\_d, -2),$ $trdss(-1),$ $trfund\_fl(-1)$

注:(1)此处采用科技活动经费筹集额代替科技活动经费的内部支出。从《中国科技统计年鉴》中可以看出这两部分数据还存在一定的差异,但是科技经费内部支出没有对科技活动经费进行来源分解,并且不同来源的科技活动经费支出的方向不同,不能按照比例折算,所以直接使用科技活动经费筹集额。(2)表中括号内的数字为对应系数的t统计值,\*\*表示在5%的水平上显著,\*表示在1%的水平上显著。

#### 四、结论

本文根据《中国科技统计年鉴(2001-2011)》分析我国知识生产效率情况。以研发内部支出占当年GDP的比重来衡量我国各省区市的研发强度,发现研发强度与当地的经济发展水平之间相互促进并实现二者之间的“良性循环”。同时,分别以专利技术申请数、发明专利申请数、实用新型专利申请数、外观设计型专利申请数为被解释变量,以研发资本存量、研发人力资本存量为解释变量构建知识生产效率模型,分析资本和劳动对知识产出的产出弹性,结果显示:首先,研发存量对知识产出作用显著,这与吴延兵(2006)利用中国工业数据测算的结果一致,中国研发投入对发明专利产出的作用大于实用型、外观型产出。其次,在知识生产的研发投入过程中,人力资本比资本做出的贡献更大,说明新知识的生产更加依赖于人力资本。但是新知识的生产不仅需要高技术的人才,同时也必须具备专业的技术知识,这些稀缺资源的限制又使得知识生产函数呈现规模报酬不变甚至递减的特征。第三,科研经费来源中的政府资金和金融机构贷款的政府政策支持对各类专利技术申请的作用显著,这表明技术专利的产生更加依赖于政府政策的支持。

本文的结论是:首先,政府在整个国家研发经费投入体系中的重要地位是不可取代的。因为在研发活动中存在着一些基础性研究、国家科技基础设施建设、与国家安全相关的研究以及公益性研究等,这些都需要政府投入经费予以支持。其次,从长远来看,企业毫无疑问将最终成为研发投入的主体,这也是市场经济发展的要求和必然结果,虽然在我国的研发过程中,企业的重要地位在逐渐凸显,但是目前企业整体实力仍

然很弱,因此政府在今后一段时间内仍需保持较大的投入力度。我国要真正实现自主创新,提升经济增长质量,实现经济的可持续发展,关键在于建立以企业为主体、市场为导向、产学研相结合的技术创新体系,引导和激发企业的自主创新行为。在此基础上,政府还需要利用公共支出手段,对原创性、风险大的发明型创新活动提供政策支持。

#### 参考文献:

1. 黄勇峰、任若恩 2002 《中国制造业资本存量永续盘存法估计》,《经济学(季刊)》第2期,第377—396页。
2. 吴和成 2008 《专利产出对科技投入要素的弹性研究》,《科技进步与对策》第2期,第142—144页。
3. 吴延兵 2006 《R&D存量、知识函数与生产效率》,《经济学(季刊)》第3期。
4. 张翼 2010 《市场结构、企业研发竞争与创新绩效》,复旦大学博士学位论文。
5. 朱月仙、方曙 2007 《专利申请量与R&D经费支出关系的研究》,《科学学研究》第1期。
6. Acs Z. J., L. Anselin and A. Varga. 2002. "Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge." *Research Policy* 31(7): 1069—1085.
7. Acs Z. J. and D. B. Audretsch. 1989. "Patents as a Measure of Innovative Activity." *Kyklos* 42(2): 171—180.
8. Aghion P. and P. Howitt. 1990. "A Model of Growth through Creative Destruction." NBER Working Paper 3223.
9. Brandt Loren and Thomas G. Rawski. 2008. *China's Great Economic Transformation*. UK: Cambridge University Press.
10. Chueng and Lin. 2004. "Spillover Effects of FDI on Innovation in China: Evidence from the Provincial Data." *China Economic Review* 15(1): 25—44.
11. Crepon ,B. ,E. Duguet. ,and J. Mairessec. 1998. "Research ,Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level." *Economics of Innovation and New Technology* 7(2): 115—158.
12. Griliches. Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of R&D to Productivity Growth." *Bell Journal of Economics* ,Spring , 10(1): 92—116.
13. Griliches Z. 1988. "Productivity Puzzles and R & D: Another Nonexplanation." *The Journal of Economic Perspectives* 2(4): 9—21.
14. Griliches Z. 1998. *Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth*. Chicago: University of Chicago Press.
15. Grossman ,G. M. and E. Helpman. 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge MA: The MIT Press.
16. Jaffe A. B. 1989. "Real Effects of Academic Re—search." *American Economic Review* 79(5): 957—970.
17. Kuznets S. 1962. "Inventive Activity: Problems of Definition and Measurement." NBER Working Paper 2112.
18. Mueller ,D. C. 1966. "Patents ,Research and Development ,and the Measurement of Inventive Activity." *The Journal of Industrial Economics* ,15(1): 26—37.
19. Musolesi ,A. ,and J. P. Huiban. 2010. "Innovation and Productivity in Knowledge Intensive Business Services." *Journal of Productivity Analysis* 34(1): 1—19.
20. Rivera — Batiz L. A. and P. M. Romer. 1990. "Economic Integration and Endogenous Growth." NBER Working Paper 3528.
21. Scherer F. M. 1965. "Firm Size ,Market Structure ,Opportunity ,and the Output of Patented Inventions." *The American Economic Review* 55(5): 1097—1125.
22. Schmookler J. 1966. *Invention and Economic Growth*. Cambridge MA: Harvard University Press.
23. Solow R. M. 1957. "Technical Change and the Aggregate Production Function." *The Review of Economics and Statistics* ,39(3): 312—320.

## R&D Stock ,R&D Funding Resource and Knowledge Production Efficiency

Zhou Mi

( School of Economics ,Nanjing University)

**Abstract:** The driving force for technological innovation stems from the knowledge production. This paper estimates the stocks of labor and capital to study the knowledge production efficiency, and researches the disparate impacts of government policies to support R&D on the output of the knowledge production. Using the 2001—2010 China regional panel data with GMM dynamic estimation, we find that the stocks of human and fixed capital have a significant effect on the knowledge output elasticity where R&D stock impacts more; government support policies, mainly the R&D support also have an obvious effect on knowledge production function.

**Key Words:** Knowledge Production Efficiency; R&D Stock; R&D Funding Resources; GMM Dynamic Estimation

**JEL Classification:** E22 ,E23 ,O32

(责任编辑:彭爽)