

# 我国R&D投入与专利产出的关系研究

陶 冶<sup>1</sup>, 许 龙<sup>2</sup>

(1.江苏大学 财经学院; 2.江苏大学 工商管理学院, 江苏 镇江 212013)

**摘 要:** 运用统计方法研究了我国的R&D投入与专利产出之间的关系, 发现: R&D的人力和资金投入对专利产出存在滞后作用、R&D活动中的人力资源总体上呈现出同质型特征、在宏观层次上市场需求已经成为我国技术创新的重要动力来源、专利产出存在地区差异的根本原因是经济发展水平的差距, 进而提出了通过加强R&D投入增加专利产出的建议。

**关键词:** R&D投入; 专利产出; 技术创新

中图分类号: G31

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2007) 03- 0007- 04

## 0 前 言

专利是保护技术创新的重要手段, 专利产出在不少国家和地区都被作为技术创新活动的晴雨表, 在不同层面上反映技术创新活动的状况与水平。R&D与技术创新的关系非常密切, 在绝大多数技术创新过程中 R&D 发挥着重要和关键的作用, 但是 R&D 活动并不一定能够产生专利, 取得专利的技术创新也未必经过 R&D, R&D 与专利之间的关系看上去简单, 其实很复杂, 直接涉及到“技术创新为什么发生、如何发生”这个根本问题。

最近 20 多年来, 一些学者从分析 R&D 投入与专利产出之间的关系入手来探讨这个问题, 取得了有价值的成果: Hausman, Hall 和 Griliches 通过分析 1968~1975 年美国 121 个公司的专利和 R&D 数据, 肯定了 R&D 的人力投入和资金投入与专利产出之间存在显著的因果数量联系, 而且 R&D 投入对专利产出的作用表现出滞后特点——某年的 R&D 投入不仅导致当年的专利产出, 而且作用于以后 4~5 年的专利产出<sup>[1]</sup>。此后, 更多学者开展了类似研究, 比较突出的是 Ernst 和 Popp, 他们虽然没有发现 R&D 投入对专利产出的滞后作用, 但是同样肯定了 R&D 投入与专利产出之间的定量关系, 只是具体形式彼此不同, 不过都没有超出已知的传统物质生产领域的生产函数形式的范围<sup>[2,3]</sup>。这其实不难理解, 因为包括 R&D、专利在内的技术创新本来就是科技人员努力地思索、试验, 并且运用了必要的经费以取得知识成果的生产过程。

本文将在相关研究的基础上, 探讨我国的 R&D 投入与专利产出之间的关系, 从中得出一些有意义的结论。

## 1 建立模型

本文采用下式作为反映我国 R&D 投入与专利产出之间关系的基本模型:

$$\ln Y = b_0 + b_1 \ln L + b_2 \ln K + \varepsilon \quad (1)$$

其中, Y 是国内 3 种专利(发明、实用新型和外观设计)申请授权数(单位是件), 不用发明专利授权数作因变量的原因是考虑到我国的实情: 相比其它两种专利, 发明专利申请费用高、取得授权难, 因此许多发明创造申请了实用新型专利和外观设计专利并且获得授权, 其中一些的技术水平和技术含量还相当高<sup>[4]</sup>, L 是 R&D 人员全时当量(单位是万人年), K 是 R&D 经费支出(单位是万元),  $\varepsilon$  为随机干扰项。下面分别利用时间序列数据和截面数据来估计(1)式, 使用的软件是 Eviews3.1。

### 1.1 时间序列数据估计结果

用时间序列数据估计(1)式, 目的是在一个足够长的时期内发现 R&D 投入与专利产出之间的数量关系。本文使用 1991~2003 年的全国资料作样本, 在我国官方 R&D 统计资料中, 这是起点最早的。全部数据从《2004 中国科技统计年鉴》和科技部网站获得。估计结果如下:

$$\ln Y = (-4.595) + 0.428 \ln L + 0.485 \ln K \quad (2)$$

$$t \quad -5.211 \quad 2.402 \quad 3.073$$

$$R^2 = 0.884 \quad d = 1.617 \quad F = 106.740$$

拟合效果不错, 说明 R&D 投入与专利产出之间存在显著的因果数量联系, 但是由于样本容量有限, 不能直接用(1)式分析 R&D 对于专利产出的滞后作用。不过可以单独分析 R&D 人力投入和资金投入对专利产出的滞后作

用, 首先计算 lnY 与 lnL 和 lnK 各期滞后值的相关系数, 详见表 1 和表 2。

表 1 lnY 与 lnL 各期滞后值的相关系数

滞后期	相关系数	滞后期	相关系数
1	0.6438 *	6	-0.1754
2	0.3829 *	7	-0.1357
3	0.3189 *	8	-0.0286
4	0.1631	9	-0.0027
5	0.0199	10	-0.0027

表 2 lnY 与 lnK 各期滞后值的相关系数

滞后期	相关系数	滞后期	相关系数
1	0.4929 *	6	-0.1057
2	0.4744 *	7	-0.0762
3	0.0893	8	-0.1186
4	0.0902	9	-0.1186
5	0.1027	10	-0.0871

由相关系数显著程度(\* 表示 10%以上显著)可见, lnL 对 lnY 的滞后作用持续 3 期、lnK 对 lnY 的滞后作用持续 2 期, 也就是说, 当期的 R&D 投入不仅作用于当期的专利产出, 而且人力投入还作用于以后第 1、2、3 期的专利产出, 资金投入还作用于以后第 1、2 期的专利产出。通过回归分析, 能够更加准确地描述 R&D 投入对于专利产出的滞后作用, 两个回归模型分别是:

$$\ln Y_t = b_0 + b_1 \ln L_{t-1} + b_2 \ln L_{t-2} + b_3 \ln L_{t-3} + b_4 \ln K_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{和 } \ln Y_t = b_0 + b_1 \ln K_{t-1} + b_2 \ln K_{t-2} + b_3 \ln K_{t-3} + \varepsilon_t \quad (4)$$

为了提高估计效果, 采用 Almon 多项式法, 估计结果如下:

$$\ln Y_t = (-10.818) + 1.335 \ln L_{t-1} + 0.560 \ln L_{t-2} + 0.146 \ln L_{t-3} + 0.293 \ln L_{t-3} \quad (5)$$

$$t \quad -5.226 \quad 2.893 \quad 3.327 \quad 1.563 \quad 1.276$$

$$R^2=0.832 \quad d=1.423 \quad F=6.246$$

和

$$\ln Y_t = 6.125 + 1.823 \ln K_{t-1} + 0.373 \ln K_{t-1} + 0.223 \ln K_{t-2} \quad (6)$$

$$t \quad 4.113 \quad 3.902 \quad 2.983 \quad 1.772$$

$$R^2=0.851 \quad d=1.872 \quad F=11.327$$

各种检验表明两个估计效果都不错。

### 1.2 截面数据估计结果

用截面数据估计(1)式, 目的是发现在同一个时点上不同单位的 R&D 投入与专利产出之间是否也有这样的数量关系, 本文使用了 2003 年全国 31 个省份或地区的资料作样本, 全部数据从《2004 中国科技统计年鉴》中获得。由于数据比较新, 拟合结果有利于更加正确地认识 R&D 投入与专利产出之间新近的关系特点。估计结果如下:

$$\ln Y = (-4.315) + 0.512 \ln L + 0.623 \ln K \quad (7)$$

$$t \quad -3.524 \quad 0.814 \quad 2.619$$

$$R^2=0.822 \quad d=1.707 \quad F=65.146$$

估计结果总体上显著, 但是  $b_1$  没有通过显著性检验(t 检验), 进一步分析发现原因在于(1)式存在多重共线性和异方差。

引发异方差和多重共线性的根本原因之一是存在自变量的观测值。观测值的变异程度随着样本点的不同而明显改变, 继而造成了异方差, 不同自变量的观测值随着样本点的不同呈现出趋同性而又造成了多重共线性。具体到样本数据就是: 经济发达地方(如北京、上海)L 与 K 的变异程度与经济欠发达地方(如新疆、西藏)L 与 K 的变异性相差很大, 同时经济发达地方的 L 与 K 比经济欠发达地方的 L 与 K 大出的幅度相近, 从而造成(1)式既有异方差, 又有多重共线性, 可以在(1)式中引入反映不同地区的虚拟变量进行修正。以经济发展水平为基础, 依据《2004 中国科技统计年鉴》上对全国 31 个省份或地区的划分, 结合其它因素, 引入虚拟变量  $D_1$  和  $D_2$ , 得到(1)式的改进为:

$$\ln Y = b_0 + b_1 \ln L + b_2 \ln K + b_3 D_1 + b_4 D_2 + \varepsilon \quad (8)$$

$$D_1 = \begin{cases} 1 & \text{发达省份} \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad D_2 = \begin{cases} 1 & \text{中等省份} \\ 0 & \text{其它} \end{cases}$$

发达省份或地区——包括北京、天津、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东;

中等省份或地区——包括山西、河北、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、四川、重庆、海南;

欠发达省份或地区——包括内蒙古、广西、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

(8) 式的估计结果为:

$$\ln Y = (-3.952) + 0.561 \ln L + 0.421 \ln K + 0.573 D_1 + 0.247 D_2 \quad (9)$$

$$t \quad -3.256 \quad 2.796 \quad 2.538 \quad 3.170 \quad 2.186$$

$$R^2=0.987 \quad d=2.170 \quad F=769.23$$

各种检验表明估计效果很好。

## 2 依据模型进行分析

### 2.1 R&D 投入对专利产出滞后作用的特点

(5) 式和(6)式表明, 我国 R&D 人力投入和资金投入对专利产出都有明显的滞后性作用, 二者既相互区别、又有共同之处。相互区别在于: 人力投入的滞后作用持续 3 期, 反映第 1、2、3 滞后期作用强度的系数分别是 0.560、0.146、0.293, 呈现“先下降、后上升”的“V”形特征; 资金投入的滞后作用持续 2 期, 反映第 1、2 滞后期作用强度的系数分别是 0.373、0.223, 呈现递减特征。共同之处在于: 当期投入的作用显著地强于各滞后期的作用, 而各滞后期的作用中又以第 1 期的作用最大。

### 2.2 R&D 人力投入对专利产出的影响作用

(1) 式实际上是 C-D 函数, 按照 C-D 函数的特性, (9) 式中 lnL 和 lnK 的系数也是 Y 对 L、Y 对 K 的弹性系数, 分别为 0.561 和 0.421, 所以人力投入对专利产出的影响作用比资金投入的作用明显, 这与进入 21 世纪之后经济竞争向以人力资源竞争为主演变趋势一致, 一定程度地反映出我国在专利活动领域已经步入知识经济时代。但是对(2)式作同样分析, 却是 R&D 资金投入对专利产出的作用比人力投入的作用明显, 这说明 1991~2003 年期间专利的产出比较多地依靠 R&D 资金投入获得。两个结论彼此

矛盾, 关键原因是估计时使用的样本不同, 不过共同地表明我国在 1991~2003 年间经历了逐渐步入知识经济的过程。

由(9)式得到人力投入的边际专利产出为:

$$dY/dL=0.015L^{-0.439}K^{0.447}\exp(0.573D_1)\exp(0.247D_2) \quad (10)$$

由(2)式得到人力投入的边际专利产出为:

$$dY/dL=0.004L^{-0.571}K^{0.485} \quad (11)$$

(10)式和(11)都是关于 L 的递减函数, 按照边际产出属性, 人力资源可以分成同质型人力资源与异质型人力资源, 凡是在某个历史阶段中边际产出递增的为异质型人力资源, 边际产出递减的为同质型人力资源<sup>⑨</sup>。所以, 到 2003 年我国专利活动领域的人力资源总体上呈现出同质型特征。

### 2.3 从 R&D 资金投入分析我国技术创新的动力来源

技术创新的动力来源是国际经济学界长期争论的热点问题之一, 对此西方学者进行了大量的研究, 提出了技术推动(technology push)、需求拉动(demand pull)、生产要素诱导(factor induced)观点。最近 10 多年来, 我国学者也进行过一些研究, 取得了一定成果, 比较一致的结论是肯定了市场需求对我国技术创新的拉动作用, 但是他们大多是纯粹理论阐述, 缺少从分析现实统计数据中寻求支撑。考虑到专利对于技术创新的代表作用, 利用本文建立的模型, 详细考查 R&D 资金投入来源的具体情况, 可以给这个结论一个经验的证明。

我国的 R&D 经费支出主要来自科技活动经费筹集(KJ), 而科技活动经费筹集的渠道又分为政府资金(KZ)、企业资金(KQ)和金融机构贷款(KY)3 种, 2003 年全国 31 个省份或地区的科技活动经费筹集内部构成情况列在表 3。KZ 是各级政府部门用于科技活动的经费, 主要支持纳入国家计划的、政府指定或者大力扶持的科技研究活动, 比如基础科学研究, 国防技术开发, 可以归结为政府需求; 企业资金是企业从自身的积累中提取的和以相似方式从其它经济主体(不包括政府和金融机构)取得的用于科技活动的经费, 主要支持能为企业带来直接经济效益的科研活动, 比如研究与开发新的产品、工艺、流程, 在市场经济体制下, 企业要在市场竞争中生存和发展, 其基于自身投入的技术创新一般必须瞄准和跟踪市场的需求, 应市场的需求而起、随市场的需求而动, 否则得不偿失。所以, 我国技术创新的动力在多大程度上来源于市场需求还是政府需求, 可以通过分析 KQ、KZ 反映出来。

从表 3 中可以发现, 31 个省份或地区的 KQ 占 KJ 的比重平均为 56.2996, KZ 占 KJ 的比重平均为 28.05%, 前者几乎高出后者一倍, 而且只有北京、陕西、甘肃和西藏的 KQ 占 KJ 的比重小于 KZ 占 KJ 的比重, 其它的都是前者大于后者, 尤其是在市场经济优势地位明显的江苏、广东、浙江、山东、天津和福建, KQ 占 KJ 的比重远远超过 KZ。这些分析表明, 改革开放 20 多年以来, 在宏观层次上, 市场需求已经成为我国技术创新动力的重要来源, 这与已经涌

现的相关研究结论一致, 但是政府需求的作用仍然不可忽视。

表 3 2003 年全国 31 个省份或地区的科技活动经费筹集内部构成

	政府资金占 科技活动经 费筹集的比 例(%)	企业资金占 科技活动经 费筹集的比 例(%)	金融机构贷 款占科技活 动经费筹集 的比例(%)
北京	43.91	35.51	2.63
天津	18.66	67.87	7.55
河北	26.35	58.03	8.61
山西	22.95	63.28	7.50
内蒙古	34.14	60.75	1.38
辽宁	22.45	66.76	4.56
吉林	23.66	60.61	8.13
黑龙江	31.52	51.49	10.11
上海	23.06	66.09	3.51
江苏	14.69	65.39	10.12
浙江	12.98	72.57	9.38
安徽	21.74	48.72	23.37
福建	10.76	72.27	12.37
江西	24.67	64.88	3.56
山东	9.11	76.96	8.06
河南	19.69	67.42	4.98
湖北	29.78	58.61	4.39
湖南	17.65	63.32	7.50
广东	10.41	72.46	10.81
广西	22.69	56.84	10.86
海南	53.33	26.52	0.77
重庆	17.35	67.86	8.91
四川	42.04	42.38	4.87
贵州	27.45	57.26	6.42
云南	39.27	42.2	8.22
西藏	75.36	1.91	1.31
陕西	50.51	37.15	3.28
甘肃	40.85	38.81	5.95
青海	30.90	57.42	5.97
宁夏	25.64	61.82	8.22
新疆	25.84	61.86	4.66
平均	28.05	56.29	7.03

## 3 加强 R&D 投入对专利产出作用的建议

### 3.1 充分重视人的因素

投入不足被普遍地认为是造成我国技术创新水平低下的主要原因, 所以加大投入就是改进和加强我国技术创新的必然选择。本文建立的模型表明这种看法是正确的, 加大 R&D 资金和人力投入都能使专利产出增加, 而且加大人力投入效果更好。但是这并不意味着单纯增加各种科技人员的数量就行了, 因为还存在人力投入的边际产出递减的问题。知识经济时代的竞争更加重视异质型人力资源, 我国不仅需要努力提高 R&D 人力投入对专利产出的作用, 而且不能忽视人力资源素质的改善, 这样才能在国际竞争中占据有利地位。有效而现实的途径是重视 R&D 人力资本投入, 不仅要加大对普通教育和职业教育的投

入,而且必须加强对已经从业的R&D人员的继续教育,在尽可能大的范围内提高他们的技能水平,这与新增长理论和知识经济倡导通过增大人力资本投入来加快技术进步也是一致的。另一方面,在根本上,任何技术创新都要由人来进行和完成,人的主观能动性从来都是进行技术创新不可缺少的动力来源,直接决定着技术创新的成效。从建国以后到文革以前,虽然我国基础薄弱、困难重重,在工业和农业领域却出现了许多新技术、新工艺、新品种,很大程度上应归功于创造者的工作热情和劳动积极性。因此在目前的市场经济环境下,综合协调地通过对物质利益和精神利益的追求来激励R&D活动、提高专利产出水平,仍然相当重要。

### 3.2 以市场需求为导向进行R&D和专利活动

市场需求成为技术创新的重要动力来源是我国走市场经济道路的真实反映和必然结果。市场需求诱导技术创新的方式和过程具体而又复杂,只有深刻理解其内在规律、采取行之有效的行动,才能趋利避害,使其良好地发挥作用:一是及时准确地获取市场消费信息,从中寻找着眼点,针对用户的生活资料和生产资料需求进行R&D,这样就会有适销对路的新产品、新工艺源源不断地出现;二是通过R&D应对市场竞争,在产品和工艺上比对手做得更好或形成自己的特色,这样不仅使得各方都有一定的市场份额、抑制高度垄断发生,而且避免了相互削价等低层次竞争;三是通过专利取得领先优势,正确把握科学技术发展和消费需求演变趋势,前瞻性地研制和开发市场上尚未出现的产品和工艺,及时取得知识产权,从而在竞争中一直保持战略主动,这一点对于自主创新、应对国外竞争、保护本国产业尤其重要。

### 3.3 重视并解决专利产出的地区差异

专利产出的地区差异已经成为一个突出问题<sup>[4]</sup>。本文表明这种差异的本质是地区经济发展水平的差距,从(9)式

中反映不同地区的D1与D2的系数来看,发达省份或地区集中的东部沿海地区与内陆的中西部地区之间的差异、欠发达省份或地区相对集中的西部地区与其它地区之间的差异尤其明显。正是因为经济相对落后,在一些省份或地区,一方面对于专利活动的资金投入比较少,另一方面留不住从事技术创新的人才,人力投入也少,造成专利产出水平低下。人才的长期流失也许是经济欠发达省份或地区最为不利的因素。更加严重的是,技术创新的落后又加剧了经济发展水平的落后,这与我国社会经济全面进步、人民共同富裕的目标背道而驰。要解决包括专利活动在内的技术创新的地区差异,特别是西部地区的落后问题,长远和根本上必须依靠其提高自身经济水平、减少人才流失并且吸引人才到来,短期内最现实的则是发挥政府、特别是当地政府的作用,出台一系列优惠政策进行鼓励,如对技术转让带来的收入以及利用新技术进行生产的产品免征一部分税收、设立专利补助资金等措施,使从事专利的个人和集体能够获得更多的利益回报,有更大的积极性开展专利活动。

#### 参考文献:

- [ 1 ] Hausman J, Hall B, Griliches Z. Econometric Models for Count Data with an Application to Patent Econometrics, 1984, ( 2 ): 909- 938.
- [ 2 ] Ernst, H. Industrial Research as a Source of Important Patents. Research Policy, 1998, ( 27 ): 1- 15.
- [ 3 ] D Popp. Induced Innovation and Energy Prices J. American Economic Review, 2002, ( 3 ), 160- 181.
- [ 4 ] 张平.技术创新中的知识产权保护评价[M].北京:知识产权出版社,2004.
- [ 5 ] 刘厚俊,曾向东.南京技术创新与高新技术产业发展研究[M].南京:南京出版社,2001.

(责任编辑:胡俊健)

## On the Relation Between R&D Input and Patent Output in China

Abstract: The relation between R&D input and patent output is statistically analyzed. It is found that R&D input has leg effects on patent output, human capital remains homogenous and in macro level market- demand has become a major force source of chinese technological innovation. Some advice is put forward to improve the patent output.

Key Words: R&D input; patent output; technological innovation