

The Influence Factor of Scientific and Technological Innovation—Taking an Example of the Number of Patent Applications

Xiaotong An, Yuping Lan

International Business Faculty, Beijing Normal University (Zhuhai), Zhuhai Guangdong
Email: anxiaotong93@yahoo.com, lanyuping@bnuz.edu.cn

Received: May. 9th, 2016; accepted: May. 23rd, 2016; published: May. 31st, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Most researchers take the number of invention patent applications which accord with the international standard as a measurement to value the ability of science and technology innovation for a country, which visualizes the abstract definition into a measurable one. This paper, using the least squares principle, adopts the number of applications of invention and utility patents according to international standard classification (1995 to 2014 years), research and development spending, the quantity of research and development people at that time, and book publishing data to build an econometric analysis of relationship between the data. And the model is set up to find out the possible problems of the social reality, and to provide possible solutions to such problems. We should increase investment in scientific research funds, enhance the investment's coefficient of utilization, adjust the personnel training system and change the performance appraisal system of scientific research personnel.

Keywords

The Number of Patent Applications, Scientific and Technological Innovation, Research and Development Investment, The Number of People Dedicated to Research and Development Work, The Number of Book Publishing

科技创新之影响因素分析——以专利申请数量为例

安小桐, 蓝裕平

北京师范大学珠海分校国际商学部, 广东 珠海

Email: anxiaotong93@yahoo.com, lanyuping@bnuz.edu.cn

收稿日期: 2016年5月9日; 录用日期: 2016年5月23日; 发布日期: 2016年5月31日

摘要

对于一国科技创新能力的考量, 大部分的研究者采用了发明、实用新型专利申请数量为评价指标, 这一指标对科技创新能力的判断量化、可视化。本文就以发明、实用新型专利国际标准分类申请量为被解释变量, 研究实验发展经费支出、研究发展人员数量以及图书出版情况这三个变量为解释变量, 运用来源于国家统计局1995年至2014年的统计数据, 利用最小二乘原理建立模型, 分析了模型反映出的潜在问题, 并给出了一些促进专利申请数量和提高科技创新能力可行性建议, 例如应当继续加大科研经费的投入, 逐步提高科研经费利用率, 尽快调整高等教育下的人才培养制度, 完善科研人员的绩效考核制度等。

关键词

专利申请量, 科技创新, 科研经费投入, 科研人员数量, 图书出版

1. 文献综述

“科学技术是第一生产力”。在国家的发展战略中, 也将科学技术和创新能力作为综合国力提升的重要组成部分, 这同时也是学界(特别是宏观经济学界)重要的研究课题之一。上世纪二十年代, 数学家 Cobb 和经济学家 Douglas (1928) [1]就建立了 Cobb-Douglas 生产函数, 用以计算技术进步对新增产值所产生的增值效率; 之后, Denison (1962) [2]利用库兹涅茨分析, 进而又提出了经济增长的因素分析法; 上世纪八十年代, Romer (1986)和 Lucas [3]等极具突破性的提出了适应和衡量科技进步的内生增长模型。

在实证分析方面, 科技水平的提高对经济增长所产生的积极作用同样是至关重要的。而对于科技创新的衡量标准在学界也多以专利申请状况为参考依据, 特别是发明、实用新型专利。如李晓壮(2009) [4]通过对国内外专利申请结构的比较, 认为中国专利在数量上虽发展迅速, 但本土化程度并不高, 相当一部分专利申请由外国企业提出。各项专利中, 尤其以发明专利的技术含量最高, 但我国专利申请中发明专利仅占三分之一, 而发达国家发明专利申请数量是申请总量的 80%以上。

世界银行有相关分析显示, 各国技术进步的衡量可以通过技术进步对国内生产总值的贡献率来衡量, 我国在这一方面的确有所欠缺, 据有关方面的统计数据, 中国科技成果的转化率仅为 15%左右, 技术进步对经济增长也只有不到 30%的贡献率, 而这一指标在发达国家为 60%到 80%之间(李晓壮, 2009) [4]。多数实证分析都选择了 R & D (Research and Development) 投入作为分析的角度, 用来量化科技创新水平。如 Coe 和 Helpman (1995) [5]曾采纳 22 个国家的数据, 探究 R & D 投入与全要素生产力之间的关系。研

究结果证明相关国家的 R & D 支出几乎能够解释近半的 OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) 国家生产力增长。

除了 R & D 投入, 宫福满在《论科技期刊对科技创新活动的作用机制》 [6]一文中强调了科技期刊对科技创新活动的作用机制, 这些机制论证了科技类书籍是科技创新体系的重要组成部分。于是本文将这一部分纳入整体模型的分析中也是有理由的。

2. 实证分析

2.1. 模型建立方式

在此, 本文数据来源于国家统计局 1995 年至 2014 年统计数据[7], 被解释变量使用了发明、实用新型专利国际标准分类申请量, 因为: 首先, 在三大专利类型所处的不同领域或不同代表性中, 外观专利并不能较为准确的反映科技创新水平; 其次, 本文使用的数据是符合国际标准分类的, 这点意味着其较高的价值以及其相当的认可度; 最后, 本文采用了申请量, 而不是授权量, 这是由于是否授权只是一种审查的形式, 在统计上并没有显著的区别。因此, 笔者使用发明、实用新型专利国际标准分类申请量来充当被解释变量的角色实为合理之选择 (下文中用字母 Y 表示), 能够在避免统计偏误的情况下最具代表性的表示专利与科技创新之间的关系。

综上, 在解释变量的部分, 笔者采用了研究与实验发展经费支出(亿元), 这一变量以 RD 表示(research and development)在下文估计的函数关系中, 第二个变量采用了研究与发展人员当时量(万人/年)以 RDP 表示(research and development people), 第三个解释变量为图书出版情况, 这里的图书出版情况指的是多项与科技创新直接相关的图书出版之和(此处剔除了文学、历史、艺术等学科的书籍出版数量是因为相较而言此类图书与主要的专利申请领域直接相关性较弱), 其中包括自然科学总论图书出版印数(单位为亿册, 以下几类单位相同)、数理科学、化学图书出版印数、天文学、地球科学图书出版印数、生物科学图书出版印数、医学、卫生图书出版印数、农业科学图书出版印数、工业技术图书出版印数、交通运输图书出版印数、航空、航天图书出版印数以及环境科学图书出版印数, 该变量在下文中以 SN 表示(science book number)。

2.2. 数据关系

首先, 本文对相关变量进行两两比较的线性分析, 由此可以比较直观的验证各个解释变量对被解释变量是否有明显的相关关系, 并将线性关系采用图表方式进行展示。

从图 1 可以看出, 发明、实用新型专利国际标准分类申请量与研究与发展经费支出呈现十分显著的正相关关系。

图 2 显示, 发明实用新型专利(国际标准分类)申请量与研究与发展人员数量呈现明显的正相关关系, 但在近三年的相关系数似乎有所变化。

根据图 3, 看出科学类图书出版总数与专利申请量的线性相关程度不是很显著, 尽管趋势大体相同但是差值很大, 且自 2012 年的数据显示出了负相关的关系趋势, 有悖常识。此处分歧将在模型建立后给予分析。

综上, 在初步的构想中, 三个解释变量(科研经费投入, 科研人员当时量, 科技类图书的出版数量)都应当对专利申请数量有正相关的促进作用, 因而各项系数为正。

1. 描述性分析

由于在之前进行线性分析时意识到各变量的数量级不同, 因而在坐标轴中采用了双坐标的方式, 每个变量所取的 20 个观测值数值相差较大, 故为了得到其弹性的影响, 减少绝对值差距对建模造成的影响,

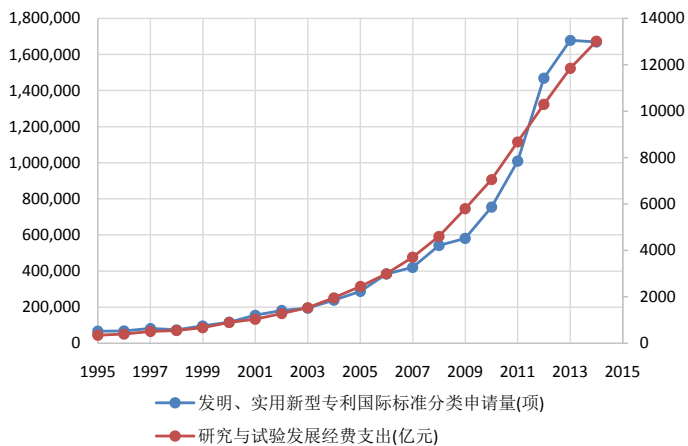


Figure 1. Linear graph of number of patent applications and R & D spending
图 1. 专利申请量与 R & D 支出线性图

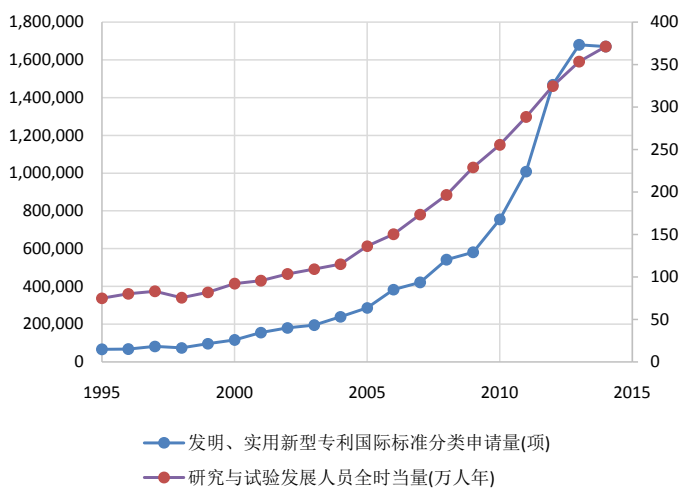


Figure 2. Linear graph of number of patent applications and R & D staff number
图 2. 专利申请量与 R & D 人员全时当量线性图

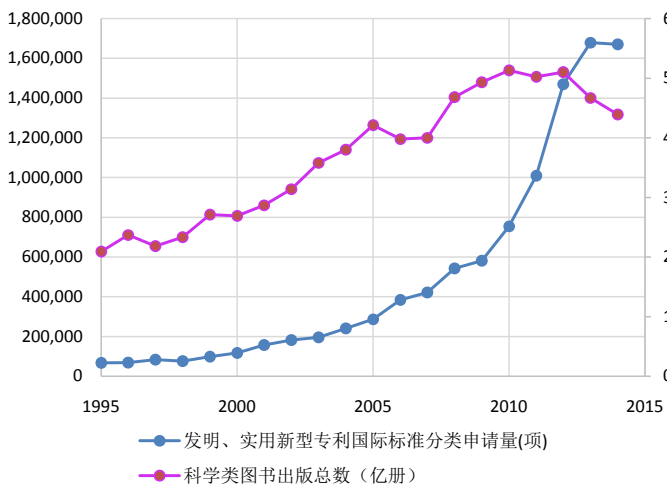


Figure 3. Linear graph of number of patent applications and number of technological books' publication
图 3. 专利申请量与科技类图书出版数量线性图

本文对各数列取了对数, 如使得 $\text{LNY} = \ln(y)$, $\text{LNRD} = \ln(\text{rd})$, $\text{LNRDP} = \ln(\text{rdp})$, $\text{LNSN} = \ln(\text{sn})$ 。得到如表 1 所示的各变量描述性统计量, 可以看到整体的数量级比较统一, 可以减少由于数量级的不同造成的模型不稳定, 另外由于离散程度等指标对时间序列模型并没有直接影响, 在此不加赘述。

2. 相关检验

由于本文意图建立时间序列模型, 通过 ADF 的单位根检验, 说明这组序列是平稳的(见表 2), 其中 LNRD (科研经费的投入)需要采用最大滞后项为两项的检验方式使得结果稳定, 可能是由于经费在当年的投入需要时间转化为专利产出, 各组数列在调整后均可以不存在单位根。在协整检验中, 也验证了这组序列的确存在着长期稳定的关系(见表 3), 也就是说在专利申请数量, 科研经费投入, 科研人员数量和科技类图书出版数量这四组序列是相对平稳的, 其关系可以被数量化衡量, 因而可以继续进行时序模型的建立。

2.3. 函数模型的估计

根据最小二乘原理, 利用 Eviews 软件, 经过计算得到以下结果:

Table 1. Descriptive analysis

表 1. 描述性分析

	LNRD	LNRDP	LNSN	LNY
平均数	4.98	4.98	1.26	12.58
中位数	4.83	4.83	1.36	12.48
最大值	5.92	5.92	1.64	14.33
最小值	4.32	4.32	0.74	11.11
标准差	0.56	0.56	0.31	1.09
偏度	0.40	0.40	-0.37	0.21
峰度	1.70	1.70	1.69	1.79
观测值	20	20	20	20

Table 2. The value of ADF test in each sequence

表 2. 各序列 ADF 检验值

序列	ADF 值	概率值
LNY	-5.21 (C,T,1)	0.001
LNRD	-2.94 (C,T,1)	0.061
LNRDP	-2.93 (C,T,1)	0.061
LNSN	-3.78 (C,T,1)	0.012

Table 3. Cointegration rank test

表 3. 协整检验

假设	特征值	轨迹统计量	0.05 临界值	概率值
None*	0.76	52.53	47.86	0.02
At most 1	0.60	26.74	29.80	0.11
At most 2	0.31	10.07	15.49	0.28
At most 3	0.17	3.37	3.84	0.07

根据最小二乘原理, 以及 Eviews 统计软件, 利用 1995 年到 2014 年的有关数据得到表 4 所示参数, 整理得到模型关系:

$$\widehat{LNY} = 4.50 + 0.79LNRD + 0.52LNRDP - 0.48LNSN \quad (1)$$

(14.75) (4.96) (2.19) (-1.76)

$$R^2 = 0.99 \quad F = 970.17$$

在统计量检定中, LNRD、LNRDP 以及常数 C 的 t 检验显著, 对解释变量的影响显著, 可以解释为科研经费投入和科研人员数量在超过 95% 的置信区间上对专利申请数量有显著影响。但 LNSN 的 t 值未能通过 0.05 的概率检验, 但是小于 0.1, 故该变量对 Y 的影响可以表达为在 90% 的置信区间上显著, 因而并不如另外两个变量那么显著。

F 值为 970.17, 很显著, 表明 LNRD、LNRDP、LNSN 的共同对 Y 作用有显著影响, 而可决系数和调整后的可决系数近似于 1 也说明模型的解释力度较强, 也就是说约有超过 99% 的专利申请量可以由 (1) 式得出。自相关方面, DW 检验值为 1.62, 证明此序列不存在一阶自相关, 模型结果是有效的。综上, 模型整体的显著水平良好, 适合进行下一步的模型解释。

2.4. 模型解释

由 Eviews 估计得出(1)式不存在序列相关, 同时该模型较好地反映出解释变量与被解释变量之间的关系, 科研经费投入和科研人员数量对专利申请数量的增长有显著的促进作用, 证明了之前的猜想, 但同时也反映出一些问题。

通过模型我们可以看出来, LNRDP 与 LNY 的相关系数和显著水平都较小, 而科技类图书的系数为负值, 也就是说科技类图书的出版数量与专利申请量呈现负相关关系, 其他变量相同的情况下, 科技类图书出版越多专利申请量越小, 这点有悖于预期。对此笔者给出了如下可能的原因分析:

1. 科研人员数量与专利申请量系数绝对值较小可能原因

1) 专利申请项目对人力资本需求较高

项目庞大而复杂可能对有关资源的需求增加, 因此每产生一单位的专利可能需要更多单位的资本投入, 其中也包括人力资本的投入, 致使从数值上看专利数量与科研人员数量呈现了较小系数。

但是系数虽小却不能以绝对值来判断是否影响小, 由于本文仅对我国的情况进行了分析, 没有横向对比其他国家的状况, 特别是一些科技强国, 难以直接衡量此处绝对值是否真的小于预期值, 因此在本文不做过多评判。

2) 科研人员的专利产出效率有待提高

由于一些制度性原因, 譬如在我国对于科研人员绩效或职称的评定标准中, 学术论文的发表是极其重要一环, 这或可导致理工科的研究人员的研究重心放在学术理论性的论文发表上而非应用型的科技创新上, 精力分散导致专利产出下降, 客观上造成了本模型体现出的较低的显著水平。

Table 4. Model estimation
表 4. 模型估计

变量	系数	标准误	t 统计量	概率
C	4.50	0.31	14.75	0.00
LNRD	0.79	0.16	4.96	0.00
LNRDP	0.52	0.24	2.19	0.04
LNSN	-0.48	0.27	-1.76	0.10

2. 科学类图书出版情况与专利申请量呈现负相关关系且影响不非常显著的可能原因

1) 知识从传播到应用时滞较长且不可预估

图书作为知识的传播媒介理论上应该对科技创新起着促进作用的, 然而知识本身从学习到应用的过程所消耗的时间往往是不太可控的, 例如近日“引力波”的发现, 源自于爱因斯坦在 1916 年的预言, 一百年的时间带来一个科学跃进的成果, 这是很难用模型准确估计的。

2) 科学类图书出版内容对发明专利不具直接的指导作用

在变量的选择中, LNSN(科学类图书出版数量)的统计数据中没有剔除相关学科的教辅材料, 往往对于专利的发明没有特别直接的作用, 因而其作用难以体现在模型中。同时, 这在一定水平上也反映出我国传统的应试教育轨制的瑕疵。

3. 建议

根据式(1)所示, 以及上文推断的可能原因, 笔者给出如下建议:

首先, 科研投入的重要性是显著的, 同时, 应提高对知识产权相关法律法规之重视, 并给予完善, 大力保护创新者的知识产权。如马希良(2012) [8]指出, 中国虽然在知识产权保护上取得了显著的进步, 但也存在很多的不足, 例如知识产权文化的缺失、自主创新能力不强、科研(R & D)投入不足。各级政府科技创新的道路上起到了指导性的作用, 具体做法可以参照深圳市的创新管理办法。深圳市专门成立了深圳市科技创新委员会, 并于 2013 年就出台了深圳经济特区的技术转移条例, 鼓励创新, 收效显著。

其次, 对科研人员的绩效考核标准应作一定的调整, 要加快专利成果的转化。这部分的问题还需要提到中国的“拜杜规则”。理论上讲, 各高校本应在这一制度下为“受益”人, 且在规则实施后专利产出的确发生了较大增长。但张军荣和袁晓东[9]在研究中利用虚拟回归分析发现, 我国总体专利产出和高校的专利产出主要受到 R & D 投入因素的影响。在排除 R & D 投入因素后, 我国“拜杜规则”的事实上没能够促进高校专利产出。因此进一步改善“拜杜规则”提供的制度激励, 以促进专利的转化利用是很必要且重要的。

最后, 图书出版内容也是由市场需求决定的, 这就涉及到社会对于图书需求的状况, 特别是在人才培养中对图书的需求量最大, 因而对于人才的培养方向应当注重实践和实验能力, 特别是对理工类专业, 应提高对于技能技术的重视, 改善对科技类图书的需求结构, 使之成为助力科技创新的重要力量。

当然, 促进科技创新并不是科技类图书出版的唯一目的, 所以上推论也许稍有偏颇, 不过至少从其中一个角度进行了说明, 即对于促进科技创新而言, 科技类图书的出版结构是需要改进的。

参考文献 (References)

- [1] Cobb, C.W. and Douglas, P.H. (1928) A Theory of Production. *American Economic Review*, **18**, 139-165.
- [2] Denison, E. and Dward, F. (1962) The Sources of Economic Growth in the United States and the Alternatives Before US. In: A Supplementary Paper of the Committee for Economic Development, New York.
- [3] Romer, P.M. (1986) Increasing Return and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, **94**, 1002-1037. <http://dx.doi.org/10.1086/261420>
- [4] 李晓壮. 中国专利申请状况的映射——关于科技创新动力的思考[J]. 科技管理研究, 2009(11): 323-325.
- [5] Coe, D. and Helpman, E. (1995) International R & D Spillovers. *European Economic Review*, **39**, 859-887.
- [6] 宫福满. 论科技期刊对科技创新活动的作用机制[J]. 编辑学报, 2012(4): 311-313.
- [7] 中国统计年鉴[EB/OL]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>, 2016-02-11.
- [8] 马希良. 从统计数据看中国知识产权保护的成效与差距[J]. 统计与信息论坛, 2008(2): 86-89.
- [9] 张军荣, 袁晓东. 中国“拜杜规则”促进高校专利产出了吗[J]. 科学学研究, 2014, 32(12): 1859-1866.