

文章编号: 1003-2053(2017)02-0206-11

科技投入结构、改制对科技产出的影响研究 ——基于中国研究所大样本数据的分析

蒋仁爱¹, 玄兆辉²

(1. 西安交通大学经济与金融学院, 陕西西安 710061; 2. 中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

摘 要: 专利和论文是研究机构的重要科研产出。基于 1995-2012 年中国研究机构的非均衡面板数据, 采用 NB 和 ZINB 计数模型以控制专利和论文存在“过度散布”和“过量零值”可能产生偏误的基础上, 本文首次深入分析了中国研究机构的科技投入结构、改制对专利和论文产出的影响, 研究发现: (1) 研究生学历科技人员对我国研究所的专利和论文产出的影响最大, 其次是非研究生科技人员, 科研业务费和科研设备费对科技产出的影响非常有限; (2) 改制对研究所的科技产出有重要影响。与未改制的研究所相比, 科技型企业申请更多的专利, 论文产出相应减少, 而 NPR 专注于基础研究, 论文产出显著增加。本文结合研究结论对研究所的科技资源优化及分类管理提出相应的政策建议。

关键词: 研究所; 专利; 论文; 计数模型

中图分类号: F062.4

文献标识码: A

DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2017.02.007

研究机构是 R&D 活动的重要力量。从 20 世纪 90 年代中期开始, 研究机构的 R&D 支出上升很快, 由 1995 年 147 亿元, 增加到 2012 年的 1549 亿元, 增长了 9 倍。然而, 大量的科技投入并没有产生与之相称的科技产出。2013 年研究机构的 R&D 支出占全国总 R&D 支出的比重为 15%, 但是, 2013 年研究所发表的中文科技论文在全国总论文中的份额为 10.6%, 研究所申请和授权职务发明专利在全国该类专利的份额为 6.4% 和 9.6%^[1]。由此可见, 与高校和企业相比较, 我国研究机构的科技投入与技术创新产出的比例并不匹配。同时, 1999 年研究机构逐渐改制为三种类型: 科技型企业、非盈利研究型研究所(NPR) 和非盈利非研究型研究所(NPNR), 改制对不同类型机构的利润收入有显著影响^[2], 政府对研究机构的制度安排必然也会对技术创新产出产生重要影响。

国外学者围绕科技投入和科技产出的关系进行了较为深入的分析。Arrow^[3] 和 Romer^[4] 的研究揭示了 R&D 投资与知识创新的关系。Griliches^[5] 提出了知识生产函数, 研究了美国 1953-1987 年的科研投入对专利数量的影响。Rousseau 等^[6] 以学术

出版物和专利作为科研产出, GDP、R&D 人员和经费作为科研投入, 评估了各国的科研投入产出效率。Inonu^[7] 依据人均学术出版物数量和人均 GDP 对国家进行了分类, 描述了经济发展水平和文化因素对科研产出的影响。Gantman^[8] 分析了经济、语言和政治因素对不同学科科技论文产出的影响, 结果显示, 语言对社科、医学和农业科学有显著影响, 集权程度仅对部分学科有显著影响, 而经济发展水平显著促进了所有学科的论文产出。针对中国的科技投入产出效率也出现了一些研究成果。Hu 和 Jefferson^[9] 利用我国工业企业的数据分析了专利法修改、R&D 强度、FDI、产业结构转变、企业改制对专利产出的影响; 俞立平^[10] 采用 TOPSIS 方法综合测度了各省的科技产出, 分析了不同来源科研经费投入对产出的影响; 漆艳茹等^[11] 建立创新能力评价指标体系分析了我国的区域创新能力; 符银丹等^[12] 对 37 所“985”工程高校的科技投入产出效率分析发现, 规模不当是我国高校效率不高的主要制约因素; 柳卸林和赵捷^[13] 以 SCI 论文发表数量前十的高校和研究所为研究对象分析了影响中国 SCI 论文数量和质量的因素, 发现研究经费和期刊影响因子是决定

收稿日期: 2016-04-07; 修回日期: 2016-07-09

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(71302147); 国家自然科学基金面上项目(71272137)

作者简介: 蒋仁爱(1981-), 男, 广东连州人, 副教授, 博士, 研究方向为技术创新与科技政策。E-mail: jiangrenai@xjtu.edu.cn.

玄兆辉(1977-), 男, 黑龙江宾县人, 研究员, 博士, 研究方向为科技指标与科技统计。

我国 SCI 论文数量的核心因素; 蒋殿春和王晓尧^[1-4]

基于省市的面板数据分析了不同执行部门和类型的 R&D 投入对全要素生产率的影响, 结果显示, 较之研究机构 and 高等学院, 工业企业的促进作用更强, 较之基础研究和应用研究, 试验发展的作用最显著。

然而, 针对科技投入产出的关系研究主要集中在区域和高校, 均未涉及到研究机构。我国研究机构有很强的研发力量, R&D 强度远远高于工业企业, 由于研究所微观数据的获取非常困难, 因而迄今为止国内尚缺乏深入分析研究机构科技产出影响因素的相关研究成果。本文利用从研究所总体中随机抽取的 1995 - 2012 年的大样本数据, 估计了中国研究机构科技投入对专利和论文产出的影响。具体而言, 本研究主要关注以下两个问题: (1) 不同科技投入要素对专利和论文产出的相对贡献是怎么样的? (2) 1999 年进行的科研院所改制是否对专利和论文产出有显著影响? 本文的结论对优化研究机构的科技投入结构和进一步的研究机构分类改革有重要的政策意义。

1 研究样本

研究机构指的是国务院各部门和有关单位及各省、自治区、直辖市、地区(市)属的具有法人地位的国有独立科学研究与技术开发机构、转制科学研究与技术开发机构及信息文献机构。本文基于《国民经济行业分类与代码》(GB/T 4754 - 2011) 将研究机构分为 4 个大类行业: 农业、工业、R&D 服务业和一般服务业, 其中农业包含行业子类的二位数代码为 01 - 05, 工业包含 06、07、13 - 45, R&D 服务业是 73, 一般服务业包含 63 - 65、74 - 75、83。这四个行业的研究机构的总数分别为: 1609、1848、589、1385, 部分研究所创建时间晚于 1995 年, 在 2012 年之前被合并或消失, 因此这是一个 1995 - 2012 年的非均衡面板数据。我们从这个总体样本中随机抽取了 4854 家研究所, 占总体的 76.9%, 共 66915 个观察值, 具有很好的代表性。研究所样本的各种描述性统计如表 1 所示。

表 1 中国研究机构样本的统计描述

	1995	1999	2003	2006	2009	2012
申请专利(均值, 件)	0.37	0.49	1.37	2.07	4.24	8.29
论文(均值, 篇)	15.5	16.4	20.9	27.0	32.3	38.1
职工总数	139.1	132.5	108.7	117.6	132.6	153.3
科技人员数(均值)	82.6	79.3	66.4	72.3	84.5	96.0
其中:						
有研究生学历的科技人员	5.4	6.1	8.3	13.1	22.7	34.1
本科及以下学历的研究生人员	77.1	73.1	58.0	59.1	61.7	61.8
科研业务费(均值, 千元, 1995 不变价)	1110	2119	1919	4919	7851	11506
科研设备费(均值, 千元, 1995 不变价)	278	1026	1527	1940	4233	5032
研究所个数	4062	3976	3759	3516	3407	3332
改制研究所	n. a.	550	1149	1244	1255	1247
其中:						
科技型企业	n. a.	486	929	879	835	770
NPR	n. a.	25	92	213	270	305
NPNR	n. a.	39	128	152	150	172
未改制研究所	4062	3426	2610	2272	2152	2085

注: 科研业务费和科研设备购置费采用 CPI 和 PPI 指数进行平减得到的 1995 年不变价。改制研究所个数是改制为科技型企业、NPR 和 NPNR 研究所的总和, 为累计个数; 未改制研究所的个数是当年没有进行改制或改制未完成的研究所数量。

数据来源: 科技部数据库。

由表 1 可知,研究所的专利产出有了大幅增长,其均值从 1995 年的 0.37 件、2003 年的 1.37 件,上升到 2012 年的 8.29 件,十年间增长了 6 倍;研究所的科技论文产出在 1995 年为 15.5 篇,2012 年上升到 38.1 篇。在科技投入方面,科技人员由 1995 年的 82.6 人下降到 2003 年的 66.4 人,此后逐步回升,2012 年达到 96 人,呈现先下降后上升的趋势。其内部构成中,本科及以下学历的科技人员与科技人员类似,1995、2004、2012 年的人数分别为 77.1、57.1 和 61.8,呈 U 型趋势。进入 2003 年以后,研究所对人员招聘的需求一般均提高到研究生学历,然而还是出现了研究机构的本科生及以下学历员工绝对数的微幅上升,主要的原因是市场化运作的科技型企业更为务实,招聘更多的本科生。研究生学历科技人员则呈现逐年上升趋势,由 1995 年的 5.4 人上升到 2012 年的 34.1 人,18 年间上升了 6.3 倍。研究机构的科研业务费和科研设备购置费均值大幅增长了 10.4 和 18 倍,2012 年达到 1150.6 万和 503.2 万元。1999 年,我国政府开始对研究机构进行了改制,目标是将部分研究所进行商业化,将技术开发类研究所改制成独立核算、自负盈亏的主体,即科技型企业,以快速应对市场的研发需求,同时,将政府的管理职能和财政支持集中于更小的范围——专注于科学研究和社会服务的研究机构。与此相对应,研究机构分为三种改制类型:科技型企业、NPR 和 NPNR。由表 1 的研究样本可知,研究所的改制是一个逐步推进的过程,1999 年有 550 家改制研究所,截止到 2012 年,累计有 1247 家改制的研究所,其中,科技型企业最多,为 770 家,其次为 NPR 和 NPNR,分别为 305 家和 172 家。未改制的研究机构为 2085 家,主要从事基础研究和产业共性技术研究,是我国研究机构的主体。

2 计量方程及估计方法

由于专利和论文均为大于等于零的整数,回归分析需要采用计数模型。计数模型主要包括 Poisson 模型、Zero-inflated Poisson (ZIP) 模型、Negative Binomial (NB) 模型和 Zero-inflated Negative Binomial (ZINB) 模型。当因变量的标准差与平均值基本相等时,可以采用 Poisson 模型;变量的标准差往往大于平均值,即存在着过度散布的情形,NB 模型允许标准差不等于平均值,与 Poisson 模型相比,其标

准差会更小更为准确。当因变量的零值存在“过量零值”时,无论是 Poisson 模型还是 NB 模型的估计结果均存在偏误。比如,研究所努力申请专利但是没有成功,另一种可能性是研究机构根本就没有意愿去申请专利,这两种情形都会导致研究所的专利申请为零,此前的模型会把零值的产生归因于前一种情形产生的结果,从而产生偏误。ZIP 模型同时估计两组方程,采用 Logit 模型估计“过量零值”,采用 Poisson 模型进行计数回归,从而能够控制“过量零值”对计数模型估计结果的影响。进一步地,当因变量既有“过量零值”,还存在过度散布的情形,采用 ZINB 模型能够得到更为有效的估计值和标准差^[3]。

为了分析研究机构的各种科技投入、改制类型、地域等属性对其专利和论文的产出的影响,本文采用计数模型分析各种因素对专利和论文产出的影响效果。首先,采用 NB 模型作为基准模型,以控制专利和论文存在“过度散布”的情形;第二,采用 ZINB 模型控制科技产出同时存在“过度散布”和“过量零值”的情形,分析不同因素对科技产出的影响。值得强调的是,由于样本中专利和论文可能同时存在着过度分散和“过量零值”,故优先采用 ZINB 模型的结论,当 Vuong 和 Over dispersion 检验值表明,NB 或 ZIP 模型得到的结果更为合适,我们才采用这些模型的结论。

ZINB 模型假定被解释变量 Y_i 服从以下“混合分布”:

$$\begin{cases} P(Y_i = 0 | W_i) = \theta \\ P(Y = j | X) = \frac{(1-\theta)e^{-\lambda_i}\lambda_i^j}{j! (1-e^{-\lambda_i})} (j = 1, 2, \dots) \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\lambda_i = e^{x_i'\beta_i}$, θ 和 β 均为待估计系数。 θ 的估计依赖于某些解释变量 W_i , W_i 可以与 X_i 相同,或仅为 X_i 的一部分。参数估计采用 MLE 方法。本文中, Y 代表研究所专利或论文的产出数量, X 包含两部分变量: (1) 研究所的 4 种投入要素,即研究生科技人员、本科及以下学历科技人员、科研业务费和科研设备费; (2) 研究机构的特征变量,分别为: ① 改制类型,包括科技型企业、NPNR 和 NPR,参照组是未改制研究所; ② 行业变量,设置 5 个虚拟变量,分别为工业、R&D 服务业、一般服务业,参照组为农

业; ③是否是中央直属, 参照组是地方所属; ④区域变量, 分别为中部和东部地区, 参照组是西部地区。同样, 为了考虑每年的生产率的差异, 我们将加入年份这一虚拟变量。

3 回归结果

3.1 专利方程回归结果

计数模型中, Poisson 模型假设变量的平均值与标准差相等, 一般难以得到满足。本文的样本中, 专利申请数的平均值和标准差分别是 2.15 和 10.6, 标准差是平均值的 5 倍, 存在着过度散布的情形。同时, 在 21078 个样本观察值中, 仅 8618 个观察值的专利申请数不为零, 零值的产生可能是因各种原因未能产生可申请专利的技术, 也可能是研究所根本就没有进行 R&D 投资, 因此, 样本中存在“过量零值”的情形。本文采用 NB 模型来控制“过度散步”的情形作为基准结果, 同时, 采用 ZINB 模型来控制“过度散步”和“过量零值”, 作为对照结果。如表 2 所示, NB 模型和 ZINB 模型分别包含三组回归结果。第一组回归的自变量包含研究所的 4 种投入要素, 第二组回归进一步加入了改制虚拟变量, 第三组回归结果加入了行业、区域和中央所属等特征变量。所有的回归均控制了时间固定效应, 以控制

生产率的变动和宏观政策变量对研究所的共同影响。

表 2 的检验结果显示, 研究机构的样本同时存在着“过度散步”和“过量零值”这两种情形, 增加 R&D 人员能显著减少“过量零值”的研究机构的数量。联合 Chi2 统计值表明, 控制时间固定效应是非常有必要的。2001 年以后, 大部分回归结果的时间虚拟变量是显著为正的, 由此从一个侧面反映了 2001 年专利法的修改对专利申请数量的增长有较大的影响, 这与 Hu 和 Jefferson 的研究结论非常吻合^[8]。考虑“过度散步”和“过量零值”的基础上, 同时控制了改制、区域、行业等虚拟变量的模型 6 更能提供可信的估计结果。

模型 1-6 的结果显示, 四种投入要素均显著促进了我国研究机构的专利产出, 但是产出弹性系数有较大的差异。研究生学历科技人员对专利申请的贡献最大, 产出弹性系数介于 0.346 和 0.541 之间, 显著为正, 也就是说, 研究生科技人员每增加 10%, 专利申请数相应增加 3.4% - 5.4%。科研业务费的产出弹性系数介于 0.163 和 0.204 之间, 与科研设备费的弹性系数相当, 但略大一点。本科及以下科技人员波动较大, 与 NB 模型的估计结果相比较, ZINB 模型得到的系数要小很多, 模型 6 的估计系数为 0.085, 是四种科技投入要素中最小的。

表 2 科技投入、改制类型对专利产出的回归结果

	NB				ZINB	
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
研究生学历 科技人员	0.441*** (0.013)	0.541*** (0.013)	0.560*** (0.014)	0.346*** (0.014)	0.438*** (0.014)	0.451*** (0.015)
本科及以下学历 科技人员	0.327*** (0.017)	0.176*** (0.017)	0.158*** (0.018)	0.230*** (0.017)	0.098*** (0.018)	0.085*** (0.018)
科研设备费	0.194*** (0.008)	0.175*** (0.009)	0.163*** (0.008)	0.204*** (0.009)	0.192*** (0.009)	0.163*** (0.009)
科研业务费	0.142*** (0.011)	0.171*** (0.011)	0.139*** (0.011)	0.161*** (0.011)	0.188*** (0.012)	0.156*** (0.011)
科技型企业		0.931*** (0.035)	0.566*** (0.039)		0.689*** (0.036)	0.367*** (0.040)
NPR		-0.177*** (0.051)	-0.112** (0.051)		-0.345*** (0.049)	-0.207*** (0.050)
NPNR		-0.341*** (0.075)	-0.297*** (0.075)		-0.386*** (0.082)	-0.293*** (0.081)

续表 2 科技投入、改制类型对专利产出的回归结果

	NB			ZINB		
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
中央直属			0.085 ** (0.035)			0.065 * (0.037)
中部			0.030 (0.041)			0.012 (0.043)
东部			0.180 *** (0.036)			0.166 *** (0.037)
工业			0.480 *** (0.040)			0.528 *** (0.041)
R&D 服务			0.089 ** (0.044)			0.348 ** (0.046)
其它服务			-0.713 *** (0.038)			-0.492 *** (0.041)
Inflate variable						
R&D 人员				-0.703 *** (0.030)	-0.730 *** (0.035)	-0.703 *** (0.033)
Year dummy Chi2	1138.1 ***	581.0 ***	632.9 ***	960.1 ***	551.3 ***	613.9 ***
Over dispersion test	160000 ***	150000 ***	140000 ***	110000 ***	99000 ***	91000 ***
Vuong test				11.54 ***	9.59 ***	8.95 ***
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
#Obs	28891	28891	28891	21078	21078	21078
With nonzero				8618	8618	8618
LR Chi2	12516	13375	14329	9082	9622	10262
Pseudo R2	0.126	0.135	0.144			

注: *、** 和 *** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平; 研究机构的四种投入要素: 研究生学历科技人员、非研究生学历科技人员、科研业务费和科研设备费, 以及 R&D 人员均为对数值。限于篇幅, 模型 1~6 均省略了时间虚拟变量的估计结果。

改制对研究机构的专利产出有重要的影响。模型 2-3、5-6 的估计结果一致表明, 与未改制研究机构相比, 科技型企业申请更多的专利, NPR 和 NPNR 减少专利的申请。为了更好地解读虚拟变量对产出的影响, 我们通过同时控制“过度散步”和“过量零值”的模型 6 估计了研究机构特征变量的边际产出。如表 4 所示, 当别的变量取平均值时, 未改制院所平均拥有 1.39 个专利, 科技型企业显著较高, 为 2.01 个专利, 而 NPR 和 NPNR 较低, 分别为 1.13 和 1.04 个专利。

研究机构的其它特征属性也对专利产出有显著的影响。中央所属要比地方属院所申请更多的专利, 边际产出分别为 1.52 和 1.42 个专利。东部比西部院所所有更多的专利产出, 而中部与西部相当,

东、中、西部的边际产出分别为 1.56、1.33 和 1.32 个专利。与农业相比较, 工业和 R&D 服务业申请更多的专利, 而其它服务业则相反, 产出更少的专利。

3.2 论文方程回归结果

本文采用的样本中, 研究所的论文数的平均值和标准差分别是 29.1 和 51.6, 标准差要远大于平均值, 存在着过度散布的情形。同时, 在 21078 个样本观察值中, 1685 个研究所观察值的论文为零值, 零值的产生可能是由于研究所并非论文激励导向, 缺乏相应的 R&D 投入所致。与专利方程类似, 本文采用 NB 模型来作为论文方程的基准模型, 以此为基础, 采用 ZINB 模型来进一步控制“过量零值”。

表 3 的检验结果显示, 研究机构的样本确实存在着“过度散步”和“过量零值”这两种情形, 增加

R&D 人员能显著减少“过量零值”的研究机构的数量。联合 Chi2 统计值表明,控制时间固定效应也是非常必要的。在控制改制、区域、行业等研究机构特征变量的基础上,考虑“过度散步”和“过量零值”的 ZINB 模型更能提供可信的估计结果。

模型 7-12 的结果显示,四种投入要素中,科技人员显著促进了我国研究机构的论文产出,科研业务费和科研设备费对论文产出的影响很小。研究生科技人员对论文产出的贡献最大,其产出弹性系数为 0.506-0.659,即研究生科技人员每增加 10%,论文增加 5.06%-6.59%;其次是本科及以下学历科技人员,6 组回归中,5 组结果的产出弹性系数均大于 0.12,影响显著。科研业务费和科研设备费均

有 4 组结果的系数显著为正,但与科技人员的弹性相比,规模很小,其产出弹性系数介于 0.013-0.033 之间。

改制对研究院所的论文产出有显著影响,尤其是科技型企业。同样,为了更好地解读虚拟变量对产出的影响,我们通过同时控制“过度散步”和“过量零值”的模型 12 估计了研究机构特征变量的边际产出。如表 4 所示,当别的变量取平均值时,未改制院所平均发表 34.61 篇论文,科技型企业显著较少,平均发表 23.67 篇论文,而 NPR 和 NPNR 与未改制院所的论文数较为接近,分别为 37.02 和 32.83 篇论文。

表 3 科技投入、改制类型对论文产出的回归结果

	NB		ZINB			
	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12
研究生学历	0.659*** (0.005)	0.622*** (0.005)	0.546*** (0.006)	0.637*** (0.005)	0.593*** (0.005)	0.506*** (0.006)
科技人员						
本科及以下学历	0.127*** (0.008)	0.179*** (0.008)	0.250*** (0.008)	0.086*** (0.007)	0.139*** (0.007)	0.219*** (0.007)
科技人员						
科研设备费	0.003 (0.004)	0.016*** (0.004)	0.033*** (0.004)	-0.005 (0.003)	0.010*** (0.003)	0.020*** (0.003)
科研业务费	0.016*** (0.005)	0.013*** (0.005)	-0.001 (0.005)	0.015*** (0.005)	0.016*** (0.004)	0.002 (0.004)
科技型企业		-0.735*** (0.017)	-0.379*** (0.020)		-0.728*** (0.016)	-0.379*** (0.001)
NPR		0.029 (0.026)	0.107*** (0.025)		-0.063*** (0.021)	0.067*** (0.020)
NPNR		-0.140*** (0.034)	0.025 (0.034)		-0.187*** (0.030)	-0.052* (0.030)
中央直属			0.088*** (0.016)			0.054*** (0.014)
中部			-0.111*** (0.019)			-0.118*** (0.016)
东部			0.066*** (0.017)			-0.021 (0.015)
工业			-0.565*** (0.018)			-0.420*** (0.016)
R&D 服务			0.328*** (0.020)			0.464*** (0.017)

续表 3 科技投入、改制类型对论文产出的回归结果

	NB		ZINB			
	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10	模型 11	模型 12
其它服务			-0.241*** (0.016)			-0.044*** (0.015)
Inflate variable						
R&D 人员				-0.613*** (0.027)	-0.607*** (0.027)	-0.607*** (0.027)
Year dummy Chi2	813.9***	679.2***	437.8***	816.0***	663.4***	352.9***
Over dispersion test	770000***	700000***	620000***	550000***	49000***	43000***
Vuong test				22.51***	22.49***	23.12***
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
#Obs	28891	28891	28891	21078	21078	21078
With nonzero				19393	19393	19393
LR Chi2	20938	22530	24272	18720	20541	22474
Pseudo R2	0.078	0.084	0.090			

注: *、**和*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平; 研究机构的四种投入要素: 研究生学历科技人员、非研究生学历科技人员、科研业务费和科研设备费, 以及 R&D 人员均为对数值。限于篇幅, 模型 7~12 均省略了时间虚拟变量的估计结果。

研究机构的其它特征属性也对论文产出有显著的影响。中央所属要比地方属院所发表更少的论文, 边际产出分别为 31.62 和 33.37 篇论文。西部比中部院所更多的专利产出, 而西部与东部相当,

总体而言, 东、中、西部论文产出差距不大。与农业相比较, R&D 服务业平均多发表 10 篇论文, 而工业要少发表 11.6 篇论文。

表 4 研究所特征变量对应的专利和论文的边际产出

	边际产出	
	专利	论文
地方所属	1.42	31.62
中央所属	1.52	33.37
西部	1.32	33.57
中部	1.33	29.83
东部	1.56	32.86
农业	1.32	33.96
工业	2.23	22.30
R&D 服务	1.86	54.04
其它服务	0.80	32.49
未改制院所	1.39	34.61
科技型企业	2.01	23.67
NPR	1.13	37.02
NPNR	1.04	32.83

3.3 稳健性检验

专利和论文回归方程的检验结果显示, 在控制

区域、行业和时间等虚拟变量的基础上, ZINB 模型能够得到更为理想的结果, 因此, 我们以模型 6 和

12 为基准进行稳定性检验。首先,将科技人员代替 R&D 人员作为研究所的论文产生“过量零值”的重要因素,以检验选用不同的 R&D 指标来控制“过量零值”对结果是否有显著影响。模型 7 和 13 的结果显示,科技人员比 R&D 人员更宽泛,因此对减低“过量零值”作用更为显著。从投入要素和特征变量来看,符号和显著性均较为一致。

第二,纳入总职工数以控制研究所的规模经济遗漏可能产生的偏误。研究所在专利和论文产出方面可能存在规模效应,同时,规模较大的研究所可能是博士点或博士后流动站,博士和博士后是科研产出的重要力量,但是科研人员主要统计在编人员,难以将这部分博士和博士后纳入进去,可能会产生遗漏变量。在回归方程中控制总人员将可以控制研究所的规模效应以及可能遗漏的非在编的博士和博士后对科研产出的影响。模型 14 结果显示,加入院所总职工数以后,该变量的产出弹性系数分别为 0.108,高度显著,而本科及以下学历科技人员的系数变得趋近于零,中央直属比地方所属院所变得不显著,其它变量的系数规模、符号和显著性均保持一致。由于中央直属院所规模更大,在总职工数控制了院所的规模经济以后,两种隶属关系的研究所的专利产出差异变得很小。同时,由表 1 可以看到,本

科及以下科技人员与总职工数变动相似,呈现先下降后上升的趋势,总职工数的加入吸纳了本科及以下科技人员对专利产出的解释力度。模型 18 与模型 12 的对比结果也呈现基本一致的特征。

第三,基础研究占总 R&D 经费的比重是专利产出的重要影响因素,与研究所的行业差异、改制类型相关性较大。当在模型中引入基础研究的比重时,模型 15 和 19 的结果表明,基础研究占比越大,专利申请越少,论文发表越多,符合我们的预期,而其它投入要素和特征变量与基准结果高度一致。第四,科技投入要素对专利和论文产出的影响可能有一定的滞后性,通过分析科技投入要素对滞后一年的科技产出的影响,可以进一步检验结论的稳健性。模型 16 和 20 的结果证实了回归结果并无限制差异。我们还分析了科技投入对滞后两年的科技产出的影响,与基准模型基本一致。因此,科技投入与产出的滞后效应对本文的结果没有影响。同时,当回归系数的标准差存在异方差,采用同方差性假设会使得回归标准差产生偏误,因此,我们假设标准差是异方差,采用 heteroskedasticity_robust 对标准差进行纠偏,均得到了较为一致的结果,限于篇幅,本文没有列出这两组回归结果。

表 5 科技投入、改制类型对专利和论文产出的稳健性检验

	专利					论文			
	模型 13	模型 14	模型 15	模型 16	模型 17	模型 18	模型 19	模型 20	
研究生学历	0.511 *** (0.014)	0.439 *** (0.016)	0.465 *** (0.015)	0.449 *** (0.015)	0.502 *** (0.005)	0.477 *** (0.006)	0.498 *** (0.006)	0.498 *** (0.006)	
科技人员									
本科及以下学历	0.038 ** (0.018)	0.004 (0.033)	0.066 *** (0.019)	0.081 *** (0.019)	0.223 *** (0.007)	0.004 (0.013)	0.228 *** (0.007)	0.219 *** (0.007)	
科技人员									
科研设备费	0.149 *** (0.008)	0.159 *** (0.009)	0.167 *** (0.009)	0.173 *** (0.009)	0.027 *** (0.003)	0.009 *** (0.003)	0.020 *** (0.003)	0.027 *** (0.003)	
科研业务费	0.136 *** (0.010)	0.153 *** (0.012)	0.155 *** (0.011)	0.134 *** (0.012)	-0.005 (0.004)	-0.001 (0.004)	0.003 (0.004)	-0.003 (0.004)	
总职工数		0.108 *** (0.037)				0.279 *** (0.014)			
基础研究/R&D 经费			-0.557 *** (0.077)				0.364 *** (0.029)		
科技型企业	0.463 *** (0.038)	0.350 *** (0.040)	0.332 *** (0.040)	0.325 *** (0.040)	-0.351 *** (0.017)	-0.411 *** (0.018)	-0.355 *** (0.018)	-0.394 *** (0.018)	
NPR	-0.163 *** (0.050)	-0.202 *** (0.050)	-0.213 *** (0.050)	-0.250 *** (0.050)	0.073 *** (0.020)	0.081 *** (0.020)	0.077 *** (0.020)	0.045 ** (0.021)	
NPNR	-0.315 ** (0.075)	-0.285 *** (0.081)	-0.310 ** (0.081)	-0.340 *** (0.082)	-0.045 (0.028)	-0.049 (0.030)	-0.039 (0.030)	-0.074 ** (0.031)	

续表 5 科技投入、改制类型对专利和论文产出的稳健性检验

	专利				论文			
	模型 13	模型 14	模型 15	模型 16	模型 17	模型 18	模型 19	模型 20
中央所属	0.124 *** (0.034)	0.051 (0.034)	0.082 ** (0.037)	0.111 *** (0.037)	0.081 ** (0.013)	0.015 (0.014)	0.032 ** (0.014)	0.065 ** (0.014)
中部	0.048 (0.040)	0.001 (0.043)	0.018 (0.043)	-0.023 (0.043)	-0.087 *** (0.015)	-0.122 *** (0.016)	-0.112 *** (0.016)	-0.138 *** (0.017)
东部	0.205 *** (0.035)	0.162 *** (0.037)	0.165 *** (0.037)	0.133 *** (0.038)	-0.031 ** (0.013)	-0.022 (0.014)	-0.013 (0.015)	-0.034 ** (0.015)
工业	0.503 *** (0.039)	0.522 *** (0.041)	0.541 *** (0.041)	0.482 *** (0.042)	-0.457 *** (0.015)	-0.422 *** (0.016)	-0.421 *** (0.016)	-0.435 *** (0.017)
R&D 服务	0.311 *** (0.047)	0.346 *** (0.046)	0.431 *** (0.048)	0.317 *** (0.047)	0.442 *** (0.016)	0.464 *** (0.017)	0.385 *** (0.018)	0.439 *** (0.018)
其它服务	-0.630 *** (0.038)	-0.489 *** (0.040)	-0.464 *** (0.041)	-0.533 *** (0.041)	-0.109 *** (0.013)	-0.034 ** (0.015)	-0.059 *** (0.015)	-0.050 *** (0.015)
Inflate variable								
科技人员	-0.866 *** (0.046)				-0.740 *** (0.023)			
R&D 人员		-0.701 *** (0.033)	-0.718 *** (0.033)	-0.706 *** (0.032)		-0.602 *** (0.026)	-0.607 *** (0.027)	-0.592 *** (0.027)
Year dummy Chi2	704.0 ***	619.6 ***	580.3 ***	618.3 ***	427.6 ***	381.9 **	384.0 **	281.9 ***
Over dispersion test	96000 ***	91000 ***	88000 ***	91000 ***	510000 ***	420000 ***	430000 ***	420000 ***
Vuong test	7.27 ***	8.91 ***	9.12 ***	9.18 ***	33.5 ***	23.2 ***	23.1 ***	22.7 ***
时间固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
#Obs	28891	21078	21067	20123	28891	21078	21067	20123
With nonzero	9811	8618	8616	8386	24955	19393	19385	18541
LR Chi2	12291	10271	10308	9783	27285	22878	22623	21265

注: *、**和*** 分别表示 10%、5%、1% 的显著性水平; 研究机构的四种投入要素: 研究生学历科技人员、非研究生学历科技人员、科研业务费和科研设备费, 以及总职工数、科技人员、R&D 人员均为对数值; 模型 16 和 20 的四种科技投入要素均滞后一年; 限于篇幅, 模型 13~20 均省略了时间虚拟变量的估计结果。

3.4 结果讨论

结合研究院所的现实状况, 我们首先对四种投入要素对科技产出的影响进行比较分析。较之低学历科技人员, 高学历科技人员对专利和论文均有更为重要的促进作用。从表 1 可以看出, 研究生科技人员呈现逐年上升趋势, 18 年间增长了 6.3 倍, 尤其是 2005 年以后, 高学历成为了进入研究所的基本门槛, 其受到的科研训练也有效促进了我国研究机构的专利和论文的产出。研究生科技人员作为高素质的人力资本, 此前学者已经在区域加总和工业企业两个层面证实了其在促进技术进步和经济增长方面的贡献。赖明勇等^[4] 通过我国各省市的数据证

实了人力资本投资通过提高劳动者受教育程度、职业技能、技术熟练程度增加产出水平; 而夏良科^[5] 采用我国微观企业的数据, 发现人力资本是技术进步和 TFP 增长的重要决定因素。反观本科及以下学历科技人员, 数量不断下降, 因而它对论文的产出较小, 并难以观察到它对专利产出的影响。与此同时, 科研业务费和科研设备费对专利产出有一定的影响, 对论文产出的贡献很小。

总体而言, 四种科技投入要素中, 科技人员无论学历高低, 均对专利和论文产出有重要的影响, 科研业务费和科研设备对科技产出的贡献相对有限, 这在一定程度上反映出我国科研管理存在的一些问

题。由于研究所主要按岗位来进行科技产出的数量和质量的考核,而与科研经费的多少并不直接挂钩,因此,无论是研究生科技人员还是低学历科技人员,均需要发表与岗位相对应的论文数量,科技人员的增长能够带来显著的论文增长。然而,科研业务费和科研设备费的产出效率较为低下,部分原因是我国的科研经费管理僵化,R&D 人员在科研业务费支出还是科研设备的购买均受到较大的约束,未能释放出科研经费增长的活力。

其次,政府的改制项目对研究所的科技产出有重要的影响。与未改制的研究机构相比,科技型企业由于获得的政府资助减少^[4],因而更加重视市场的需求变化,其对应应用研究和科技成果转化的重视带来了更多的专利技术,并相应地减少了基础研究的投入和发表的论文数量。NPR 由于剥离了很多与研究不相关的业务活动,更为专注于科学研究活动,故专利产出减少,而论文产出相应地增加了。NPNR 主要提供地震、气象、海洋、测绘、科技推广和科技中介等公益类专业服务,改制以后更为专注于本职服务工作,专利产出相应减少。

最后,研究机构的特征变量对科研产出也有显著差异。中央所属研究所是国务院各部门所属的机构,规模更多,研究能力更强,比地方属研究所申请更多的专利,并发表更多论文。模型 14 和 18 的结果表明,中央所属的研究机构的规模经济性是其专利和论文更多的主要因素。由于地处市场发达地区,东部地区研究所比中西部地区研究所更容易从市场中获取相应的资源,并申请更多的专利;各地区发表的论文产出并没有过大的地区差异,这可能是信息技术的发展有效减少了不同区域的研究机构获取学术资源的能力的结果。与农业相比,工业的技术更容易产业化,能够申请更多的专利,但论文相应较少;R&D 服务业的研发投入是其它行业的两倍,出色的研发能力使其科技产出显著较多。而其它服务业的专利和论文产出均较少。农业之所以具有大量的论文产出和较少的专利,与农业研究所的定位有着很大的关系。许多农作物研究所除开展科学研究外,主要从事新品种选育工作,新品种选育的科研经费主要来自于政府资助,市场化的倾向不强,申请专利较少,而论文产出是重要的考核指标,因而产出较大。

4 结 论

基于 1995 - 2012 年中国研究所的非均衡面板数据,本文采用 NB 和 ZINB 模型控制专利和论文存在过度散布和“过量零值”可能产生偏误的基础上,系统地估计了研究所的科技投入和改制对专利和论文产出的影响。主要得到以下几点结论:(1) 研究生学历科技人员对我国研究所的专利和论文产出的影响最大,其次是非研究生科技人员,科研业务费和科研设备费对科技产出的影响非常有限;(2) 进行市场化改制以后的研究所,将更多的资源投入到满足市场需求的应用研究中,从而产生更多的专利,论文产出相应减少;NPR 由于剥离了很多与研究不相关的业务活动,更为专注于科学研究活动,故专利产出减少,而论文产出显著增加;NPNR 改制以后专利产出显著减少。

这些结论有助于我们系统地认识研究所的专利和论文产出的影响因素,同时具有一定的政策启示:(1) 较之其它投入要素,研究生科技人员对专利和论文产出的贡献较大。研究所应充分意识到高学历科技人才是科技竞争力的核心因素,严格人才遴选机制,辅之以相应的科技资源倾斜,以增强和培育持续的创新能力。(2) 较之科技人员,科研业务费和设备费对科技产出的影响较小。这体现了我国研究所主要按岗位进行科技成果考核的现状,同时也暴露了科研管理体制的不足,对科研经费支出的管理约束过多。应逐步提高科研业务费和设备费支出的灵活性,加强科技项目成果的考核,以充分调动 R&D 人员的创新潜力,最大限度地释放科研经费增长对科技产出的贡献。(3) 与科技部进行研究所改制的预期目标相一致,通过市场化改制以后形成的科技型企业,申请专利的数量明显增多,而 NPR 能够产生更多的论文。这能够为政府加强研究所分类管理、优化科技资源提供实证基础。政府在使 NPR 承担更多的基础研究任务的同时,可以以科研项目、政府购买产品和服务等形式支持科技型企业的應用研究,以强化其在应用研究和科技成果转化方面的优势。

参考文献:

- [1] 国家统计局,科学技术部. 2014 中国科技统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2014: 182 - 184.

- [2] 蒋仁爱, 高昌林, 成邦文. 中国研究机构的改制效果评价研究 [J]. 统计研究, 2012, 29(6): 68 ~ 75.
- [3] Arrow K J. The economic implications of learning by doing [J]. Review of Economics Studies, 1962, (29): 155 ~ 173.
- [4] Romer P M. Increasing returns and long run growth [J]. Journal of Political Economy, 1986, (94): 1002 ~ 1037.
- [5] Griliches Z. Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth [J]. Bell Journal of Economics, 1979, 10(1): 92 ~ 116.
- [6] Rousseau S, Rousseau R. Data envelopment analysis as a Tool for constructing scientometric indicators [J]. Scientometrics, 1997, 40(1): 45 ~ 56.
- [7] Inonu E. The influence of cultural factors on scientific production [J]. Scientometrics, 2003, 56(1): 137 ~ 146.
- [8] Gantman E R. Economic, linguistic, and political factors in the scientific productivity of countries [J]. Scientometrics, 2012, 93(3): 967 ~ 985.
- [9] Hu A G, Jefferson G H. A great wall of patents: What is behind China's recent patent explosion? [J]. Journal of Development Economics, 2009, 90(1): 57 ~ 68.
- [10] 俞立平. 不同科研经费投入与产出互动关系的实证研究——基于面板数据及面板 VAR 模型的估计 [J]. 科研管理, 2013, 34(10): 94 ~ 102.
- [11] 漆艳茹, 刘云, 侯媛媛. 基于专利影响因素分析的区域创新能力比较研究 [J]. 中国管理科学, 2013, 21(s): 594 ~ 599.
- [12] 符银丹, 陈士俊, 陈卫东. 基于 DEA 的我国“985”高校科技投入产出效率分析 [J]. 天津大学学报(社会科学版), 2012, (2): 128 ~ 132.
- [13] 柳卸林, 赵捷. 影响中国 SCI 论文数量与质量的因素分析 [J]. 中国软科学, 2003, (10): 87 ~ 94.
- [14] 蒋殿春, 王晓娆. 不同执行部门和类型的 R&D 投入对全要素生产率的影响 [J]. 南开经济研究, 2015, (2): 59 ~ 73.
- [15] Cameron C A, Trivedi P K. Microeconometrics: Methods and applications [M]. New York, NY: Cambridge University Press, 2005: 683 ~ 685.
- [16] 赖明勇, 等. 外商直接投资与技术外溢: 基于吸收能力的研究 [J]. 经济研究, 2005, (8): 95 ~ 105.
- [17] 夏良科. 人力资本与 R&D 如何影响全要素生产率——基于中国大中型工业企业的经验分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2010, (4): 78 ~ 94.

Impact of various factors on the output of patent and paper in China's research institutes

JIANG Ren-ai¹, XUAN Zhao-hui²

(1. School of Economics and Finance, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061, China;

2. Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038, China)

Abstract: Patent and paper are important scientific outputs for research institutes (RIs). Utilizing NB and ZINB count model to control the possible biases from the zero-inflated and over dispersion, we for the first time evaluates the impact of various of S&T inputs and characteristic variables on the output of patent and paper based on a panel dataset consisting 1813 of China's research institutes from 1998 ~ 2005. We obtain three results: (1) S&T personnel without graduate degree is not significantly promote the output of patent. Among the other three S&T inputs with the positive estimates, S&T personnel with graduate degree have a larger impact on the patent output. The impact of S&T intermediate inputs on paper is not significant. Among the other three S&T inputs with the positive estimates, high-level S&T personnel have a larger impact on the paper output. (2) Compared with the RIs supervised by local government, RIs by central government publish more papers, and apply less patent. Compared with RIs located in the eastern region, RIs in central and west region apply less patent. Paper publication is not significantly different among the three regions. RIs located in manufacture industries have more patents and less papers, and RIs in public service industry have less patents and more papers. (3) Compared with the non-converted RIs, S&T enterprises apply more patents to satisfy the demand of innovation market, however, NPR and NPNR, which focus more on basic R&D and public services, significantly increase their publication.

Key words: research institutes; patent; paper; count model