

异质性视角下的 R&D 企业投入、 政府资助与创新绩效

——基于微观面板的计数模型实证研究

张凤兵¹ 王会宗²

(1. 山东师范大学经济学院, 山东 济南 250014; 2. 山东大学马克思主义学院, 山东 济南 250100)

[摘要] 从产权异质性视角出发,选择标准负二项回归为主的计数模型,运用山东省 906 家省级认定高新技术企业跨越 4 年的 3624 组微观非平衡面板数据,对 R&D 企业投入、政府投入与创新绩效的关系进行实证研究。结果表明:(1)企业 R&D 人员投入对专利产出存在显著的正效应,R&D 经费投入的正效应不显著但对发明专利存在显著正向影响;(2)R&D 政府资助对专利产出尤其是发明专利产出存在显著正效应,对实用新型专利和外观设计专利产出影响不显著;(3)R&D 政府资助、企业年龄和规模对创新产出存在“倒 U”型影响但都处于门槛值左侧;(4)政府激励政策强化对企业创新有显著影响,企业创新活动日趋活跃。

[关键词] 异质性;R&D 企业投入;R&D 政府资助;创新绩效;标准负二项回归

[DOI 编码] 10.13962/j.cnki.37-1486/f.2019.02.007

[中图分类号]F224.9 **[文献标识码]**A **[文章编号]**2095-3410(2019)02-0080-13

世界性金融危机的冲击及其应对重塑了人们对市场竞争力的认知,创新成为各界关注的热点,创新驱动已上升为我国的国家战略。企业是市场创新活动的主体,R&D 企业投入和政府资助共同构成企业创新资源投入的基础。然而,R&D 企业投入、政府资助对创新产出的作用方向和程度如何,是否存在偏差和不足,如何纠正?针对这一问题,学界进行了大量有益的探讨,但在结论上仍存在诸多分歧,在研究对象、样本选择和研究方法上也存在一定不足。

一、文献评述

国内外学术界对 R&D 企业投入、政府资助与企业创新绩效关系的关注日趋增多,以实证分析为主,或分析 R&D 企业投入与创新绩效,或着眼 R&D 政府资助与创新绩效,或二者兼顾,但目前仍存在三种截然不同的认识。

第一,存在显著正效应。Bart 和 Verspagen (2000)^[1]、Jefferson 等 (2006)^[2]、李婧

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“中国产业政策与竞争政策的有效性及其协调机制研究”(71473151);山东省软科学研究重大项目“促进山东省科技中介服务业发展的关键问题研究”(2015RZB01002)

[作者简介] 张凤兵(1979-),男,山东滨州人,山东师范大学经济学院讲师,博士。主要研究方向:城乡经济、科技政策。

(2013)^[3]、洪嵩(2015)^[4]、张鸿武与钟春平(2016)^[5]、蔺鹏与孟娜娜(2018)^[6]认为,R&D 企业投入对创新绩效具有显著的正效应。Czarnitzki 和 Hussinger(2004)^[7]、Czarnitzki 和 Licht(2006)^[8]、白俊红(2011)^[9]、白俊红和李婧(2011)^[10]、曹建海与邓菁(2014)^[11]、王霞等(2016)^[12]、董静等(2016)^[13]、高雨辰等(2018)^[14]、陈红等(2018)^[15]则证实,R&D 政府资助对企业创新产出存在显著的促进作用。现有多数文献认为,R&D 企业投入和政府资助对创新绩效有显著的积极作用。

第二,影响不显著甚至存在负效应。孙早与宋炜(2012)^[16]、曹建海与邓菁(2014)^[11]的实证研究认为,R&D 企业投入对专利产出的正效应不明显或无显著关系。郭兵和罗守贵(2015)^[17]、张鸿武与钟春平(2016)^[5]、张庭发(2017)^[18]的研究表明,R&D 政府资助对企业创新产出没有显著影响;邹洋等(2019)^[19]指出,政府研发补贴对企业创新产出的直接效应不显著,其影响完全通过推动企业研发投入的中介效应间接实现。洪嵩(2015)^[4]认为,政府资助对高技术产业的创新效率存在着显著负向影响;蔺鹏和孟娜娜(2018)^[6]指出,R&D 政府经费投入对企业技术知识产出具有轻微的负向作用。

第三,作用方向不确定。Bart 和 Verspagen(2000)^[1]指出,R&D 企业投入对创新绩效作用的显著程度受 R&D 溢出效应的制约;王康与周孝(2017)^[20]研究发现,R&D 企业投入对技术创新绩效产生“负向-正向-负向”的非线性影响。Guellec(2000)^[21]、Görg 和 Strobl(2005)^[22]、李平与王春晖(2010)^[23]、李瑞茜与白俊红(2013)^[24]、张信东与武俊俊(2014)^[25]、张帆与孙薇(2018)^[26]的实证分析认为,R&D 政府资助对企业创新产出存“倒 U”型影响,在某个门槛值之前,对技术创新的激励作用占主导,超过门槛值则挤出效应导致创新产出下降;王俊(2010)^[27]认为,无法明确说明 R&D 补贴是否对企业自主创新具有显著的激励作用;李婧(2013)^[3]得出结论,R&D 政府资助对国有企业和非国有企业的创新绩效存在方向完全相反的作用。

结论分歧源于研究对象、样本选择、研究方法、创新环境和发展阶段等各方面的差异。结合近年国内文献(表1),现有研究存在两点不足:(1)研究对象和样本选择多关注宏观省域统计数据或者中观行业数据,企业的异质性易被区域或行业共性所掩盖;基于微观数据的实证研究不足,且多为上市公司公开数据,基于第一手调查资料的研究寥寥无几。(2)实证研究方法多为传统的截面或面板线性 OLS 回归;然而,以专利数量衡量创新产出时,作为典型计数数据(Count Data),存在非负、离散和大量零值现象,可能导致传统 OLS 回归出现严重偏误和无效。近年以微观调查数据为基础的研究增多,样本局限在上海市和北京市;虽然出现了以计数模型为基础的实证研究,但多以宏观或中观数据为基础,同时采用第一手微观调查数据和计数模型方法的实证研究极少。

企业是市场创新活动的主体,建立在对大量企业实地调查的微观数据和异质性视角基础之上的企业创新行为研究,比基于宏观区域数据和中观行业数据的同质化分析更为可靠。基于现有研究中的两点主要不足,本文将尝试以调查所得大样本容量的微观面板数据为基础,充分考虑被解释变量非负离散计数数据的特性,选择适当的计数模型,在控制相关变量的前提下,深入分析 R&D 企业投入、政府资助对创新绩效的影响。

表1 近年来国内相关典型实证研究文献

学者	研究对象	样本数据	研究方法	主要结论
白俊红 (2011) ^[9]	大中型 工业企业	1998-2007年行 业面板数据	静态与动态面板 分析	①R&D人员对专利产出有显著正向影响, R&D存量有正向影响但统计上不显著;② R&D政府资助显著促进企业技术创新。
孙早,宋炜 (2012) ^[16]	制造业	2000-2009年行 业面板数据	动态随机效应模 型	R&D企业投入对专利产出的正效应不明显 (R&D企业投入=科技活动经费/从业人 员)
李婧 (2013) ^[3]	高技术产业	2000-2010年分 行业面板数据	面板混合效应 固定效应、随机效 应模型	①R&D经费支出对创新有显著的正向影 响;②R&D政府资助对国有企业有显著负 影响,对非国有企业有显著的正影响。
曹建海,邓菁 (2014) ^[11]	上市公司	2007-2012年153 家上市公司平衡 微观面板数据	负二项随机效应 模型	①企业研发投入(经费)对发明专利无显著 影响,对外观设计专利影响显著;②临时性 政府补贴对创新产出有显著正影响。
王霞等 (2015) ^[12]	上海市企业	2008-2012年上 海4126家企业的 微观面板数据	负二项固定效应 (面板计数模型)	政府资助能有效促进专利产出,对小型 非国有企业的促进最为显著,对大中型 国有企业则存在微小的抑制作用
郭兵,罗守贵 (2015) ^[17]	上海市企业	792家企业5年的 微观面板数据	静态与动态面板 分析	①科技人员对专利产出的重要性要高于 经费投入;②政府资助对创新产出无显著 影响。
张鸿武,钟春平 (2016) ^[5]	工业行业	1997-2011年33 个行业的面板数 据	泊松拟似然估计 与负二项回归固 定效应	①企业研发资本和人员投入显著提升了 技术创新水平,且研发资本的作用更大; ②政府补贴的技术创新的效应不明显。
董静等 (2016) ^[13]	上海市张江 高科技园区 企业	2006-2009年 2382家企业非平 衡微观面板数据	倾向值匹配法 (PSM)	政府资助对企业创新具有显著的促进作 用,且企业规模越大,正激励效应越强
王康,周孝 (2017) ^[20]	中关村海淀 科技园企业	2008-2014年有 连续观察值的627 家科技企业数据	面板门限回归模 型	企业R&D投入对技术创新绩效产生"负向 -正向-负向"的非线性影响且存在行业差 异

二、研究设计

(一)样本数据说明

本文数据来自“山东省高新技术企业创新情况调查”,调查对象为通过省级认定的高新技术企业,调查范围覆盖除青岛(独立核算)外的山东省16地市,共回收有效问卷965份,占被调查省级高新技术企业总量的89.27%。根据研究需要,剔除信息缺失和存在异常值的样本后,得到新材料、新能源及节能技术、电子信息、先进制造、生物医药、软件与外包、科技服务及其他等8大行业906家企业2010-2013年间的3624组样本观测值。山东省是中国经济的先进省份,近年来区域创新能力稳定位列全国第六;资本和技术密集的高新技术企业尤其是已通过省级认定的高新技术企业是区域内最活跃的市场创新主体,代表着微观创新的最高水平;选取山东省通过省级认定的高新技术产业多行业的微观调查数据作为研究样本,具有较强的代表性。此外,实证分析均采用STATA12.0软件进行。

(二)变量设定

1.被解释变量:专利申请量

现有研究通常用专利数量和新产品销售收入来衡量企业创新产出;为更好地体现技术创

新的水平和成果,文本选用专利数量作为创新产出的衡量指标。选择专利申请量还是专利授权量则尚存争议。然而专利授权量受滞后特性和人为因素的影响较大,难以真实反映企业当年在研发方面的努力,遵循当前国内外学界的常用做法,我们将专利申请量(papp)作为衡量企业创新产出的被解释变量;另外,将专利申请细分为发明专利申请量(invapp)、实用新型专利申请量(umapp)和外观设计专利申请量(dapp),对企业创新能力进行深入考察。

2.解释变量:R&D 企业投入与政府资助

企业的创新投资包括 R&D 企业投入和政府投入两部分,企业投入包括人才和经费两部分,政府资助有税收减免、财政拨款、后补助、融资支持等诸多方式。R&D 企业投入水平在很大程度上影响对政府资助的吸收能力,而政府资助也存在选择性,企业投入状况是政府决定资助与否的常用选择依据,二者相互促进,共同构成了企业的 R&D 投入。有的文献只考虑企业 R&D 经费投入而未将人员投入纳入模型,如曹建海、邓菁(2014)^[11],但人员投入水平在很大程度上决定着 R&D 资金的使用方向和效率;现有文献对 R&D 政府资助对创新产出作用的认识也存在“激励作用”和“挤出效应”的主导地位之争。基于以上状况,本文选择企业 R&D 人员数量(rdp)、企业 R&D 经费投入(rd)和以财政拨款为主的政府资助(govaid 与 govaid2)作为解释变量。

3.控制变量

(1)企业性质。不同所有制企业面临的经营目标、市场环境、政策约束差异导致其创新资源、动力和行为模式的不同。根据经验,国有企业比民营企业更容易获得 R&D 政府资助或有更多的 R&D 经费筹集渠道,但创新活动趋于保守;外资企业创新活力强、研发投入活跃但在政府资助方面难以与内资企业一视同仁。以政府资助为例,表 2 的样本统计显示:国有企业获得资助的比重已不是最大,但单个企业 4 年平均资助额度依然最高;外资企业获得资助的比重仍然最低,但单个企业 4 年平均资助额度超过内资民营企业。随着市场和政府体制改革的深化,R&D 政府资助中的所有制歧视现象有所改观,但对不同性质企业的创新支持仍存在显著差异。产权异质性对创新投入和产出的影响,仍是需要认真对待的问题。本文将企业性质指标 state、private 和 foreign 作为关键性控制变量纳入模型。

表 2 企业异质性:不同所有制企业政府资助状况统计

	国有企业	民营企业	外资企业
被调查企业数量(家)	97	678	131
在样本总体中的比重(%)	10.71	74.83	14.46
获得资助企业数(家)	64	463	86
获得资助企业占本组比重(%)	65.98	68.29	65.65
单个企业 4 年平均资助额(万元)	824.81	309.82	523.54

(2)企业年龄(age)。一般认为,企业经营年限越长,对创新作用的认识越深刻,企业技术创新体系越完善,越有愿望和能力进行技术创新。

(3)企业规模(emp)。熊比特的创新假说认为,企业规模与创新之间关系密切,大企业更利于创新。样本中“大企业 R&D 投入多、得到资助多”的事实证明微观创新活动存在规模倾向。由于缺乏更为准确的企业资产规模数据,本文选取雇员数量作为企业规模的衡量指标。

(4)研发机构设立(rdi)。研发机构及其等级代表企业对研发活动的重视程度和企业创新体系的完善程度。有专门研发机构的企业倾向于引进和培养更多的研发人员,更有动力投入较多的研发经费,从而直接推动创新产出的增加。

(5)时期控制(year)。2012 年以来山东省出台科技重大专项政策加大财政对企业的自主创新能力提升激励,本文设定时间虚拟变量,考察政策加码前后企业创新产出是否存在显著差异,依此判断政企互动的效果。各变量的具体定义和描述性统计如表 3 所示。

表 3		变量定义及描述性统计					
		变量 Variable	变量描述 Variable definition	均值 Mean	标准差 Std. Dev.	最小值 Min	最大值 Max
被解释变量		papp	专利申请量(项)	5.91163	13.1181	0	234
		invapp	发明专利申请量(项)	1.61088	4.57832	0	100
		umapp	实用新型专利申请量(项)	2.83347	7.21556	0	126
		dapp	外观设计专利申请量(项)	1.17564	6.19321	0	151
解释变量		rdp	企业 R&D 人员数量(人)	77.1396	140.176	0	2360
		rd	企业 R&D 经费投入(万元)	1311.98	3989.74	0	62561
		govaid	政府直接研发资助额(万元)	66.6313	296.915	0	6790
		govaid2	政府研发资助:有=1,无=0	0.37141	0.48325	0	1
控制变量	企业性质	state	国有:是=1,否=0	0.10706	0.30923	0	1
		private	民营:是=1,否=0	0.74834	0.43402	0	1
		foreign	外资(对照组):是=1,否=0	0.14459	0.35173	0	1
	其他企业变量	age	企业年龄:经营年限(年)	8.47406	5.47898	0	54
		emp	企业规模:雇员数量(人)	510.988	1054.69	0	16824
		rdi	研发机构设立:有=1,无=0	0.94095	0.23575	0	1
	时期控制	year	年份虚拟变量:2010/2011,则=0;2012/2013,则=1	0.50000	0.50007	0	1

注:部分解释变量存在“0 值”现象,故未对其进行对数化处理。

(三)研究方法

专利申请数作为取非负整数值的离散计数数据,不满足 OLS 线性回归模型等方差和正态分布的应用前提,而计数模型则能解决这一问题。计数模型有泊松回归、负二项回归、零膨胀泊松回归(ZIP)和零膨胀负二项回归(ZINB)等几种典型形式,具体模型的选择通常会遇到两个问题:过度分散与零值因变量。泊松回归(Poisson Regression)以“均等分散”(equidispersion)为前提,即被解

释变量的期望值与方差一定相等;然而,这一特征往往与实际数据不符,实际中通常存在被解释变量的方差明显大于期望值的“过度分散”(overdispersion)现象,此时可考虑使用负二项回归(Negative Binomial Regression)。若计数数据(被解释变量)包含大量“0”值,可能导致“零膨胀”现象;同样的零值,出现原因不同,实证研究需要对“过多的零”(extra zero)和“真实的零”(true zero)进行识别,此时可采用零膨胀泊松回归(Zero-inflated Poisson Regress,ZIP)或零膨胀负二项回归(Zero-inflated Negative Binomial,ZINB)。

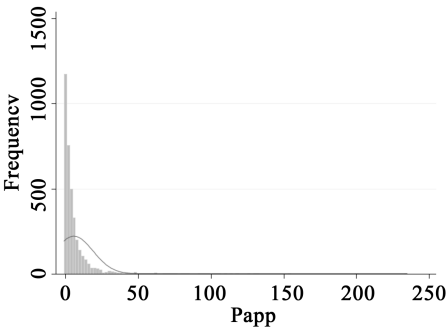


图 1 山东省被访省级高新技术企业专利申请量分布
注:细分的发明专利、实用新型专利和外观设计专利申请量也存在类似情形。

初步统计分析发现,在 3624 组高新技术企业观测样本中,专利申请量的零样本数据占 32.53%,细分的发明专利、实用新型专利和外观设计专利的零样本比重分别为 58.22%、52.93%和 82.70%,被解释变量存在大量零值;图 1 显示,专利申请总量($papp$)严重偏离正态而呈显著的偏态分布,推测可能存在零膨胀现象。企业专利申请数同样为 0,但存在两个完全不同的原因:一是部分企业在特定年份尚未成立,或虽已成立但某一年份没有从事研发活动(过多的零);二是企业进行了研发活动但未能取得成果或有成果但未能进行专利申请(真实的零)。零膨胀回归首先剔除掉“过多的零”,将“真实的零”与非零值进行复合检验。为保证实证分析的可信性,具体模型的选择需遵循相应的规则。

1. ZIP 与标准泊松回归选择

STATA 软件提供了一个“ $vuong$ 统计量”用以判断应采用标准泊松/负二项回归还是 ZIP/ZINB。若 $vuong$ 统计量很大(为正值),则选择 ZIP/ZINB;若 $vuong$ 统计量很小(为负值),则选择标准泊松/负二项回归。将所有自变量纳入 ZIP,模型整体通过显著性检验($p=0.0000$), $vuong$ 统计量为 18.86,在 0.0000 的显著性水平上拒绝“使用标准泊松回归”的原假设,二者之间 ZIP 更合适。

2. ZIP、ZINB 及标准负二项回归选择

根据表 2,样本中专利申请量的均值为 5.91163,标准差为 13.1181,方差约为均值的 29.12 倍,初步判断存在“过度分散”问题,ZIP 将导致标准误偏低,夸大参数估计的显著性。将所有自变量纳入 ZINB,模型整体检验显著($p=0.0000$); α 的 95%置信区间为[1.9889,2.2240],在 5%的显著性水平上拒绝“ $\alpha=0$ ”的原假设,即存在“过度分散”;同时 LR(似然比)检验在 0.0000 的水平上拒绝了“使用零膨胀泊松回归”的原假设,即在 ZIP 与 ZINB 之间应选择 ZINB。 $vuong$ 统计量为-0.74($p=0.7715$),难以拒绝“使用标准负二项回归”的原假设,即在 ZINB 与标准负二项回归之间,应当选择标准负二项回归。

根据以上分析,样本的专利申请量存在“过度分散”现象,零值较多,但经过综合判断,本文选择标准负二项回归最佳。虽然数据离散导致 ZIP 估计效率下降,但仍能保持一致性,可为模型的稳健性检验提供证据,因而本文实证部分选择同时报告 ZIP 估计结果。

三、实证结果与分析

(一)整体创新绩效与影响因素分析

如表 4 所示,ZIP 和标准负二项回归中各变量系数符号一致,具有较好的稳健性。本文将以标准负二项模型为主,对估计结果进行分析。

第一,企业 R&D 人员投入对创新绩效存在显著的正效应,但 R&D 经费投入的正效应不显著。模型 1-4 的 rdp 系数均为正,模型 3 和模型 4 在 1%的水平上显著;根据发生率比,企业每增加 1 名研发人员,专利申请量的期望值将提高 0.18%-0.19%;高新技术企业 R&D 研发人员投入对专利产出存在显著的推动作用,这点与现有多数文献的结论一致。模型 1-4 表明, rd 系数均为正,表明企业 R&D 经费投入对专利产出存在正向影响;然而,模型 3 和模型 4 的 rd 未通过显著性检验;企业 R&D 经费投入对创新产出仅存在微弱的正效应,与白俊红(2011)^[9]的观点一致,而与李婧(2013)^[3]和张鸿武、钟春平(2016)^[5]的结论相左。

表 4 零膨胀泊松回归 (ZIP) 与标准负二项回归 (NBREG) 估计结果

	ZIP			NBREG		
	模型 1		模型 2	模型 3		模型 4
	系数 Coef.	发生率比 IRR	发生率比 IRR	系数 Coef.	发生率比 IRR	发生率比 IRR
rdp	0.00006 (0.00005)	1.00006 (0.00005)	1.00010 ** (0.00005)	0.00180 *** (0.00051)	1.00180 (0.00051)	1.00185 *** (0.00051)
rd	0.00002 *** (8.95E-07)	1.00002 (8.95E-07)	1.00002 *** (8.82E-07)	0.00002 (0.00001)	1.00002 (0.0001)	1.00002 (0.00001)
govaid	0.00011 *** (0.00001)	1.00010 (0.00001)		0.00027 ** (0.00011)	1.00027 (0.00011)	
govaid2			1.06896 *** (0.01517)			1.19237 *** (0.08028)
state	0.31440 *** (0.02589)	1.36944 (0.03545)	1.37112 *** (0.01514)	0.31064 *** (0.11130)	1.36430 (0.15185)	1.33721 *** (0.14995)
private	0.14579 *** (0.02110)	1.15695 (0.02441)	1.14685 *** (0.02419)	0.24259 *** (0.08209)	1.27454 (0.11158)	1.25886 *** (0.11131)
age	0.00815 *** (0.00125)	1.00819 (0.00126)	1.00802 *** (0.00127)	0.01786 *** (0.00586)	1.01803 (0.00596)	1.01686 *** (0.00595)
emp	0.00013 *** (6.07E-06)	1.00016 (6.07E-06)	1.00012 *** (6.12E-06)	0.00019 *** (0.00005)	1.00019 (0.00005)	1.00019 *** (0.00005)
rdi	0.37906 *** (0.04033)	1.46090 (0.05892)	1.44551 *** (0.05871)	0.34382 ** (0.15481)	1.41033 (0.21833)	1.37381 ** (0.21829)
year	0.26604 *** (0.01458)	1.30479 (0.01902)	1.30693 *** (0.01913)	0.44465 *** (0.06893)	1.55994 (0.10753)	1.55232 *** (0.10893)
_cons	1.23836 *** (0.04502)	3.44996 (0.15533)	3.41259 *** (0.15401)	0.40520 ** (0.17669)	1.49960 (0.26497)	1.48319 ** (0.26734)

注:(1)各模型均在 0.0000 的水平上通过了整体显著性检验;ZIP 模型括号内为标准误,负二项模型括号内为稳健标准误;(2)***与**分别表示系数在 1%和 5%的水平上显著;(3)模型 2 与模型 1、模型 4 与模型 3 的系数符号一致,系数与标准误仅存在数值上的细微差别,故模型 2 和模型 4 仅报告了 IRR 而未报告系数及标准误;(4)因篇幅所限,将 govaid、age、emp 等变量的平方项纳入标准负二项模型的估计结果未能报告,感兴趣的读者可向作者索取。

第二,R&D 政府资助效果显著。根据模型 1 和模型 3, govaid 系数为正并在 5%的水平上显著(模型 3);在模型 2 和模型 4 中, govaid2 系数为正且均在 5%的水平上显著。发生比率表明,R&D 政府资助每增加 1 万元,专利申请量的期望值将提高约 0.03%;与未能得到 R&D 政府资助的企业相比,得到资助的企业专利申请量的期望值高出 19.24%;也就是说,R&D 政府资助对高新技术企业的创新产出存在显著的正向作用。另外,本文尝试将 govaid 的平方项纳入标准负二项回归,模型整体通过显著性检验,与模型 3 相比,各变量的系数方向和显著性基本一致,具有较好的稳健性;估计结果表明, govaid 系数为显著为正,其平方项则显著为负,与 Guellec(2007)^[21]、李瑞茜与白俊红(2013)^[24]、张帆与孙薇(2018)^[26]等国内外研究发现类似,本文认为 R&D 政府资助对创新产出的影响存在“倒 U”变化,超过临界点后“挤出效应”将占主导,加大 R&D 政府资助会使企业创新产出减少。然而样本中某年获得资助超过 2387 万元这一门槛值的企业有 11 家,仅占样本总数的 1.21%;可以判断,目前 R&D 政府资助对高新技术企业创新产出的“激励作用”占主导。

第三,产权异质性对创新产出的影响显著。根据模型 3 和模型 4, state、private 系数均为正且在 1%的水平上显著,国有企业和民营企业的创新产出水平显著高于外资企业。从发生率比来看,国有企业和民营企业专利申请量的期望值分别比外资企业高出 33.72%–36.43%和 25.89%–27.46%;产权异质性对创新绩效的影响显著,创新产出水平由高到低排序依次为国有企业、民营企业、外资企业。Tsang et al(2008)^[28]“外国企业 R&D 投入对创新绩效的正效应高于本土企业”的观点不适用于现阶段中国的高新技术企业。根据表 2,样本企业中国有企业获得政府资助的平均额度最高,获得政府资助的民营企业数量最多而外资企业数量最少;吴延兵(2007)^[29]、安同良等(2009)^[30]认为我国 R&D 政府资助存在显著的国有企业倾向,本文发现 R&D 政府资助的所有制倾向依然存在但已有所改善。如表 5 所示,与肖兴志等(2013)^[31]的观点一致,我们发现民营企业 R&D 经费投入力度最大、创新积极性最高,外资企业 R&D 经费投入力度最小,与“外资企业创新最活跃”的传统认识相背离。

	2010	2011	2012	2013	均值
国有企业	5.82	5.73	6.16	7.23	6.23
民营企业	7.17	6.91	6.59	6.62	6.82
外资企业	4.97	5.70	5.54	5.22	5.36

第四,企业年龄、规模和设有研发机构对创新产出存在显著的正向影响。根据模型 1–4, age、emp 和 rdi 的系数均为正;模型 3 和模型 4 表明 age、emp 在 1%的水平上显著,rdi 在 5%的水平上显著;企业创立时间越长、规模越大,创新产出越多。从发生率比来看,企业每多运营 1 年,专利申请量的期望值将提高 1.67%–1.80%;企业每多增加 1 位雇员,专利申请量的期望值将提高约 0.02%;与未设立研发机构的企业相比,设有研发机构的企业专利申请量的期望值高出 37.38%–41.03%。然而,企业经营期限越长、规模越大,惰性和市场控制力可能越强,更易安于现状而不进行创新甚至为维持垄断优势而阻止创新。本文尝试分别将 age 和 emp 的平方项纳入标准负二项回归,模型整体显著,与模型 3 相比,各变量的系数方向和显著性基本一致,具有较好的稳健性;估计结果表明,age 和 emp 系数为正,各自平方项的系数均为负,且均在 1%的水平上显著,即企业年龄和规模对创新产出的影响均存在“倒 U”变化,企业经营超过 22 年、企业雇员超过 7228 人的门槛值后,惰性和市场控制力的增强将会导致企业创新产出下降。然而,在 906 个样本中,截止 2013 年经营年限和雇员规模超过临界点的企业分别仅有 14 家和 4 家;可以判断,现阶段企业年龄和规模对高新技术企业创新产出的正效应占主导,持续经营和扩大规模有利于提高创新产出。

(二)核心创新能力与影响因素:基于专利细分的分析

专利存在发明专利、实用新型专利和外观设计专利之分,发明专利技术含量最高,外观设计专利技术含量最低,发明专利产出最能代表企业的创新水平。为深入考察企业的核心创新能力,本文用发明专利申请量(invapp)、实用新型专利申请量(umapp)和外观设计专利申请量(dapp)替代专利申请总量(papp)做被解释变量,采用标准负二项回归进行估计,结果如表 6 所示。

第一,企业 R&D 人员投入对发明专利和实用新型专利产出存在显著的正效应,对外观设

计专利则有显著的负效应。在模型5和模型6中,rdp系数均为正且都在1%的水平上显著;从发生率比来看,每增加1位研发人员,企业的发明专利申请量和实用新型专利申请量的期望值都将提高0.02%左右,前者略高于后者,且均优于专利申请总量。根据模型7,rdp系数为负并在1%的水平上显著,企业研发人员的增加将会导致外观设计专利申请的减少。

表6 专利细分标准负二项回归(NBREG)结果

	模型5:invapp		模型6:umapp		模型7:dapp	
	系数 Coef.	发生率比 IRR	系数 Coef.	发生率比 IRR	系数 Coef.	发生率比 IRR
rdp	0.00220 *** (0.00062)	1.00221 (0.00063)	0.00197 *** (0.00072)	1.00197 (0.00072)	-0.00193 *** (0.00063)	0.99807 (0.00064)
rd	0.00003 * (0.00002)	1.00003 (0.00002)	-1.63E-06 (0.00001)	0.99999 (0.00001)	0.00007 (0.00005)	1.00007 (0.00005)
govaid	0.00043 *** (0.00014)	1.00043 (0.00014)	0.00012 (0.00013)	1.00012 (0.00013)	0.00027 (0.00022)	1.00027 (0.00022)
state	-0.04007 (0.13331)	0.96073 (0.12807)	0.53752 *** (0.14154)	1.71177 (0.24230)	-0.36887 (0.30766)	0.69151 (0.21275)
private	-0.03988 (0.10254)	0.96090 (0.09853)	0.44528 *** (0.10471)	1.56093 (0.16344)	0.05957 (0.24873)	1.06138 (0.26400)
age	0.02131 ** (0.00835)	1.02154 (0.00853)	0.01620 *** (0.00618)	1.01633 (0.00628)	0.02575 (0.01859)	1.02608 (0.01907)
emp	0.00007 (0.00005)	1.00007 (0.00005)	0.00026 ** (0.00010)	1.00026 (0.00010)	0.00064 *** (0.00014)	1.00064 (0.00014)
rdi	0.49215 *** (0.19068)	1.63582 (0.31192)	0.37417 * (0.19895)	1.45378 (0.28923)	0.18379 (0.26870)	1.20177 (0.32292)
year	0.43561 *** (0.09443)	1.54591 (0.14599)	0.51571 *** (0.07698)	1.67484 (0.12892)	0.21288 (0.15860)	1.23723 (0.20455)
_cons	-0.79717 *** (0.21278)	0.45060 (0.09588)	-0.57058 ** (0.22805)	0.56520 (0.12889)	-0.90434 ** (0.39775)	0.40480 (0.16101)

注:(1)计数模型经过同样的选择步骤和方法,标准负二项回归最佳;(2)各模型均在0.0000的水平上通过整体显著性检验,括号内为稳健标准误;(3)***、**与*分别表示系数在1%、5%和10%的水平上显著;(4)各模型用govaid2替换govaid后,除数值上的细微差别,系数符号与显著性基本一致,具有较好的稳健性,govaid2的IRR数值分别为1.32474、1.03426和1.07271,篇幅所限,文中未明确报告,感兴趣的读者可与作者联系索取。

第二,企业R&D经费投入和R&D政府资助对发明专利产出存在显著的正效应,对实用新型专利和外观设计专利产出没有显著影响。模型5显示,rd系数为正且在10%的水平上显著,即企业R&D经费投入对发明专利产出存在显著的正效应,与曹建海、邓菁(2014)^[11]等认为“企业R&D经费投入对发明专利无显著影响”的结论不同;govaid系数为正并在1%的水平上显著,根据发生率比,与未获得资助的企业相比,获得资助企业的发明专利申请量的期望值约高出32.47%;R&D政府资助每增加1万元,发明专利申请量的期望值将提高约0.04%,政府资助对发明专利产出的正向影响大于专利产出的总体情况。在模型6和模型7中,rd、govaid系数符号有差异但均未能通过显著性检验,即企业R&D经费投入和R&D政府资助对实用新型专利和外观设计专利产出没有显著影响。

第三,产权异质性对不同专利产出的影响存在显著差异。模型5中state、private系数为负且不显著,即国有企业和民营企业发明专利产出均低于外资企业,核心创新能力由强到弱排序为外资企业、民营企业、国有企业,但差别不显著。模型6显示,state、private系数为正且在1%

的水平上显著;从发生率比分析,国有企业和民营企业实用新型专利产出的期望值分别比外资企业高出 71.18%和 56.09%,实用新型专利产出能力由强到弱排序为国有企业、民营企业和外资企业,且差异显著。模型 7 中 state 系数为负,private 系数则为正,即外观设计专利产出能力由强到弱排序为民营企业、外资企业、国有企业,但都未通过显著性检验。

第四,企业年龄、规模和是否设有研发机构对细分专利产出的影响各异。各模型中 age、rdi 系数均为正,但模型 5 和模型 6 中通过了不同水平的显著性检验,而模型 7 中均不显著,即企业年龄和设有研发机构对发明专利和实用新型专利产出存在显著的正效应,而对外观设计专利产出没有显著影响。此外,emp 系数均为正,模型 5 中未通过显著性检验,模型 6 和模型 7 中分别在 5%和 1%的水平上显著,即企业规模对发明专利创新没有显著影响,对实用新型专利和外观设计专利存在显著的正效应。

此外,综合表 4 与表 6,模型 1-4 中年份虚拟变量 year 系数均为正且在 1%的水平上显著,财政激励政策支持加大前后企业创新产出存在明显差异,政策加码后专利申请量的期望值高出 55%还强;模型 5 和模型 6 中 year 系数为正且在 1%的水平上显著,政策加码后企业发明专利和实用新型专利产出的期望值分别高 54.59%和 67.48%;模型 7 中 year 系数为正但不显著,即政策加码对外观设计专利产出的影响不显著。综合来看,政企互动效果初步呈现,企业 R&D 活动中的创新因素增强,创新成为各方的主动性、市场化行为。

四、结论与建议

本文从异质性视角出发,选择标准负二项回归为主的计数模型,运用调查所得山东省省级高新技术企业微观非平衡面板数据,对 R&D 企业投入和政府投入与创新绩效进行实证检验,根据表 7 所示的分析总结,本文得到以下几点认识。

表 7 基于标准负二项回归的结论

	专利申请量 (papp)	发明专利申 请量(invapp)	实用新型专利申 请量(umapp)	外观设计专利 申请量(dapp)
rdp	+,S	+,S	+,S	-,S
rd	+,N	+,S	-,N	+,N
govaid	+,S	+,S	+,N	+,N
govaid2	+,S	+,S	+,N	+,N
state	+,S	-,N	+,S	-,N
private	+,S	-,N	+,S	+,N
对照组:外资企业(foreign)				
age	+,S	+,S	+,S	+,N
emp	+,S	+,N	+,S	+,S
rdi	+,S	+,S	+,S	+,N
对照组:未设立研发机构的企业				
year	+,S	+,S	+,S	+,N

注:“+/-”表示存在正效应/负效应,或者优于/劣于对照组,“S/N”则表示统计上显著/不显著。

第一,R&D 人员队伍建设是快速提升企业创新水平的关键。无论对总体专利产出还是细分专利产出,R&D 人员投入有或正或负的显著影响,对代表核心创新能力的发明专利产出的影响最大。R&D 人员投入水平和结构代表着企业的研发潜力,影响 R&D 资金的使用方向和效率,也是 R&D 政府资助对象选择的重要考察指标。在经济新常态下,创新是资本和技术密

集型企业参与市场竞争的根本,人才是取胜关键,政府和企业应引进人才、培养人才,更要用好人才。

第二,加强政策引导,优化政府资助安排,鼓励企业进行开拓性创新。样本统计分析发现,在4年的观测期内,发明专利、实用新型专利和外观设计专利申请量占比分别为14.25%、56.86%和22.49%,以技术密集为特征的高新技术产业的核心创新能力依然较弱。实证表明,R&D企业经费投入专利产出的正效应不显著,即便在代表技术前沿的高新技术产业“重引进轻开发,重模仿轻创新”的状况依然存在,引进强于开发、模仿多过创新,必将导致代表核心创新能力的原创性发明专利产出低。R&D政府资助对发明专利产出有显著的正效应,政企互动效果明显,现阶段政府资助处于激励作用主导的“倒U”型路径上升阶段。政府在继续加大支持力度的同时,应优化资助结构:首先,以创新绩效为着眼点,有所侧重,加大对R&D人员队伍强大、研发设置完备、创新体系健全、吸纳能力强、有能力进行开拓性创新活动企业的资助。其次,调整政府资助方式,直接财政拨款方式容易挤出企业投入,可酌减事前研发资助,研究强化税收减免、后补助等以创新绩效为标准的事后研发资助。

第三,大力提升民营企业创新支持力度。研究表明,国有企业的整体创新能力最强,其优势在实用新型专利;民营企业整体创新能力次之,虽然实用新型专利产出仅次于国有企业,但最大优势为技术含量最低的外观设计专利;从发明专利来看,内资企业的核心创新能力依然低于外资企业。调查样本中,民营企业数量最多、创新最活跃,但政府资助力度不高,调查期未获任何政府资助的样本企业中,民营企业占73.04%;民营企业是高新技术产业群核心创新能力提升的短板,应调整R&D政府资助结构和方向,大力向民营企业倾斜。

参考文献:

- [1] Los Bart, Bart Verspagen. R&D spillovers and productivity: Evidence from U.S. manufacturing microdata [J]. Empirical Economics, 2000,25(1):127-148.
- [2] Gary H. Jefferson, Bai Huamao, Guan Xiaojing, Yu Xiaoyun. R&D performance in Chinese industry [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2006,15(4-5):345-366.
- [3] 李婧.政府R&D资助对企业技术创新的影响——一个基于国有与非国有企业的比较研究[J]. 研究与发展管理,2013,(03):18-25.
- [4] 洪嵩.政府R&D资助、企业R&D投入与高技术产业创新效率的关系研究[D]. 合肥:中国科学技术大学,2015.
- [5] 张鸿武,钟春平.知识产权保护还是R&D补贴?——提升中国工业技术创新能力的公共政策选择[J]. 东南学术,2016,(02):55-67.
- [6] 蔺鹏,孟娜娜.政府R&D经费投入与科技型中小企业技术创新效率——基于河北省新三板上市企业的经验证据[J]. 科技管理研究,2018,(06):150-156.
- [7] Dirk Czarnitzki, Katrin Hussinger. The link between R&D subsidies, R&D spending and technological performance [J]. ZEW Discussion Paper, 2004, No.04-56.
- [8] Dirk Czarnitzki, Georg Licht. Additionality of public R&D grants in a transition economy [J]. Economics of Transition, 2006,14(1):101-131.
- [9] 白俊红.中国政府的R&D资助有效吗?——来自大中型工业企业的经验证据[J]. 经济学(季刊),

2011,(04):1375-1400.

[10] 白俊红,李婧. 政府 R&D 资助与企业创新——基于效率视角的实证分析[J]. 金融研究,2011,(06):181-193.

[11] 曹建海,邓菁. 补贴预期、模式选择与创新激励效果——来自战略性新兴产业的经验证据[J]. 经济管理,2014,(08):21-30.

[12] 王霞,吴小燕,郭兵,等. 异质性视角下政府科技资助与企业 R&D 产出——基于上海市企业的实证研究[J]. 工业技术经济,2015,(08):65-72.

[13] 董静,翟海燕,杨自伟. 政府科技资助对谁更有效? ——基于企业规模与所有制三维交互的研究[J]. 财经研究,2016,(07):87-98.

[14] 高雨辰,柳卸林,马永浩,等. 政府研发补贴对企业研发产出的影响机制研究——基于江苏省的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理,2018,(10):51-67.

[15] 陈红,纳超洪,雨田木子,等. 内部控制与研发补贴绩效研究[J]. 管理世界,2018,(12):149-164.

[16] 孙早,宋炜. 企业 R&D 投入对产业创新绩效的影响——来自中国制造业的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究,2012,(04):49-63,122.

[17] 郭兵,罗守贵. 地方政府财政科技资助是否激励了企业的科技创新? ——来自上海企业数据的经验研究[J]. 上海经济研究,2015,(04):70-79.

[18] 张庭发. 政府资助、研发投入与中小企业创新绩效研究——基于中小板上市公司的实证[J]. 贵州大学学报(社会科学版),2017,(06):46-50.

[19] 邹洋,叶金珍,李博文. 政府研发补贴对企业创新产出的影响——基于中介效应模型的实证分析[J]. 山西财经大学学报,2019,(01):17-26.

[20] 王康,周孝. 企业 R&D 投入对技术创新绩效的非线性影响——基于微观数据的实证分析[J]. 统计与信息论坛,2017,(12):86-93.

[21] Dominique Guellec. The impact of public R&D expenditure on the business R&D [J]. Economics of Innovation & New Technology, 2000,12(3):225-243.

[22] H Görg, E Strobl. The effect of R&D subsidies on private R&D [J]. Economica, 2005,74(294):215-234.

[23] 李平,王春晖. 政府科技资助对企业技术创新的非线性研究——基于中国 2001-2008 年省级面板数据的门槛回归分析[J]. 中国软科学,2010,(08):138-147.

[24] 李瑞茜,白俊红. 政府 R&D 资助对企业技术创新的影响——基于门槛回归的实证研究[J]. 中国经济问题,2013,(03):11-23.

[25] 张信东,武俊俊. 政府 R&D 资助强度、企业 R&D 能力与创新绩效——基于创业板上市公司的经验证据[J]. 科技进步与对策,2014,(22):7-13.

[26] 张帆,孙薇. 政府创新补贴效率的微观机理:激励效应和挤出效应的叠加效应——理论解释与检验[J]. 财政研究,2018,(04):48-60.

[27] 王俊. R&D 补贴对企业 R&D 投入及创新产出影响的实证研究[J]. 科学学研究,2010,(09):1368-1374.

[28] EWK Tsang, PSL Yip, MH Toh. The impact of R&D on value added for domestic and foreign firms in a newly industrialized economy [J]. International Business Review, 2008,17(4):423-441.

[29] 吴延兵. 市场结构产权结构与 R&D——中国制造业的实证分析[J]. 统计研究,2007,(05):67-75.

[30] 安同良,周绍东,皮建才.R&D 补贴对中国企业自主创新的激励效应[J]. 经济研究,2009,(09):87-98.

[31] 肖兴志,王伊攀,李姝. 政府激励、产权性质与企业创新——基于战略性新兴产业 260 家上市公司数据[J]. 财经问题研究,2013,(12):26-33.

(责任编辑:刘 军)

Enterprise R&D Investment, Public Grants and Innovation Performance from the Perspective of Heterogeneity: An Empirical Study Based on Micro Panel Data with Models for Count Data

ZHANG Fengbing¹, WANG Huizong²

(1. School of Economics, Shandong Normal University, Jinan 250014, China;

2. School of Marxism, Shandong University, Jinan 250100, China)

Abstract: From the perspective of property heterogeneity, taking standard negative binomial regression as the main model for count data, and using 3624 sets of micro unbalanced panel data of 906 provincial high-tech firms spanning 4 years in Shandong Province, this paper empirically study the impact of enterprise R&D investment and public R&D grants on innovation performance. The results show that: (1) R&D personnel input of enterprises plays a significantly positive role in patent output, while R&D expenditure's positive effect is not significant but remarkably promotes the firm's output of invention patents; (2) Public R&D grants impose significantly positive effect on innovation output especially invention patent, but has no obvious impact on patent for utility models or designs; (3) Public R&D grants, firm age and scale have "inverted-U" effects on innovation output but still lie at the threshold value to the left; (4) Government incentive policies have significant impact on enterprise innovation and enterprise innovation activities become more and more active.

Key Words: Heterogeneity; Enterprise R&D investment; Public R&D grants; Innovation performance; Standard negative binomial regression

