

两类创新激励政策、企业研发能力差异与创新产出

——数量和质量机制检验

曹思未 叶静怡 胡涛

内容提要：地方政府的一次性和持续性专利补贴政策具有不同的激励内涵，本文研究这两类创新激励政策对企业创新能力的影响。首先基于1985-2010年企业发明专利数据，构建分别以专利引用、权利要求、有效时长和专利族加权的发明专利数量，作为企业创新能力的测度，运用双重差分模型进行估计。研究结果显示，政策促进了企业三个维度的创新产出水平，在总体上提升了企业创新能力；两类政策呈现互补性，一次性补贴主要对研发积累和能力相对弱的企业产生积极影响，持续性补贴则主要对研发积累和能力相对强的企业产生积极影响。然后建立理论模型，刻画不同类型企业在两类政策冲击下的创新行为，并对数量和质量影响机制进行检验。数量机制检验表明，两种政策同样存在互补，一次性补贴主要激励了更多企业进行专利技术活动，推动“万众创新”，持续性补贴主要推动了创新积累和能力较强的企业发明专利数量增长；质量机制检验表明，一次性补贴对能力相对弱企业专利引用有促进作用，持续性补贴对能力相对强企业专利质量大部分维度提升有积极影响。两类政策对企业专利族这一质量维度都产生了负面影响，反映出政策改变了企业专利申请策略，如何将代表国际竞争力的专利族列入创新激励政策设计和实践，推动企业技术创新国际竞争力的提升，是相关政策调整的可能方向。

关键词：专利激励；一次性补贴；持续性补贴；企业创新能力

中图分类号：F420

一、引言

技术进步是现代经济增长的重要源泉（Solow, 1957）。技术进步不是企业的孤立行为，政府与企业相互作用是国家实现技术创新和经济增长目标的重要力量，这些基本结论得到新古典经济学技术知识外溢性和研发投入不确定性理论、演化经济学政府在国家创新系统中的中心协调角色等视角或理论的支持（Arrow, 1962；Romer, 1986；Stiglitz, 1988；Griliches, 1979, Soete et al, 2010）。上个世纪九十年代，我国对经济建设必须依靠科学技术达成共识，在法律上确立了科教兴国战略和建设创新型国家目标，强调依靠科技进步和自主创新加速国民经济增长从外延型向效益型的战略转变，推动我国经济增长模式从资源驱动向创新驱动转型。^①地方政府根据国家部署，相继出台创新产出激励政策，以鼓励企业进行研发创新活动，提升企业的创新能力和创新产出水平，为创新驱动经济增长筑造微观基础。创新产出激励政策是否达到了预期目标？政策是如何影响企业创新行为的？不同类型政策是否存在激励互补效应？这些问题关系政府干预创新活动政策设计和实践的有效性，有必要进行深入研究和评估。

本文围绕上述问题，针对地方政府两类创新产出激励政策，研究它们对不同研发积累企业创新能力提升和创新产出的影响，探究政策之间是否存在互补激励效应。两类政策分别指专利申请费等补贴和专利激励，前者指对专利申请和维持费用等给予补贴，后者指给予专利持有人基于专利技术转化的产品收益税收抵免等补贴（龙小宁、王俊；2015）。两种政策激励内涵不尽相同，申请费等补贴具有一次性特征，鼓励专利申请，专利持有和转化补贴具有持续性特征，既鼓励专利申请也鼓励专利质量提升。更多企业进入创新行列以形成万众创新态势，是科技创新成为经济发展核心要素的微观基础，为研究两类政策对不同研发积累企业的作用效果，本文参照寇宗来和刘学悦（2020）把企业划分为在位企业和新进入企业。

本文以质量加权的发明专利量衡量企业创新能力和创新产出。企业发明专利质量，包括专利维持率、权利要求数、引用率和专利族，从不同维度展现了专利技术的价值、影响力和国际竞争力，是企业创新能力的重要体现（Schankerman & Pakes, 1986；Tong & Frame 1994；Jaffe et al, 1993；Putnam, 1996）。同时，发明专利数量是包含创新质量信息的指标，发明专利各维度的质量都以专利授权作为前提，在审核标准给定下，发明专利授权量代表着创新能力和创新产出水平，是业界和

^① 见1993年第八届全国人民代表大会常务委员会第二次会议通过的《中华人民共和国科技进步法》和1995年中共中央、国务院颁布的《关于加速科学技术进步的决定》。

学界广泛认同的技术创新能力测度 (Dosi et al, 2006; Hall & Harhoff, 2012; 龙小宁、王俊, 2015; 黎文靖、郑曼妮, 2016; 张杰, 2019; 寇宗来、刘学悦, 2020), 发明专利数量增长不仅对于企业自身, 而且对整个国家的自主创新能力提升具有决定性作用 (Hu & Jefferson, 2009)。据此, 为考察创新产出激励政策对企业创新能力和创新产出的影响, 并避免忽略发明专利数量中体现创新能力的质量信息, 本文以质量加权的发明专利数量作为企业创新能力和创新产出的测度。

本文探讨的主题属于我国专利激励政策效应研究领域, 已有丰富的文献为本研究提供有益借鉴。首先, 相关文献大多以专利数量与质量两分测度作为政策评价指标, 分别研究了专利激励政策的数量和质量效应。研究显示, 一次性专利申请费等补贴政策, 仅对企业发明专利申请量产生积极作用 (Li, 2012; 龙小宁、王俊, 2015; 张杰、郑文平, 2018; Long & Wang, 2019), 而对发明专利质量影响存在差异, 对一些维度呈现中性 (龙小宁、王俊, 2015)、对另一些维度呈现负面影响 (Long & Wang, 2019; Dang & Motohashi, 2015; 张杰、郑文平, 2018); 基于专利技术转化的产品收益税收抵免等持续性补贴政策, 同样促进了企业发明专利申请量和授权量, 而质量影响方面也呈现中性 (龙小宁、王俊, 2015) 或负向效应 (Long & Wang, 2019) 的差别。由于发明专利数量是企业创新能力的重要标志, 在发明专利数量与质量两分框架下, 当政策对发明专利数量和质量呈现不同方向作用时, 就难以就政策对企业创新能力和创新产出的影响得出一致性评价。

其次, 相关研究对专利质量的测度, 大多采用授权率、撤回率、维持率和引用率等学界广泛认同的测度指标, 还有的研究引入“权利要求宽度”和“知识宽度”新测度。如前所述, 研究发现创新产出激励政策对不同质量维度的影响并不相同, 有的是中性的, 有的是负面的 (Li, 2012; 龙小宁、王俊, 2015; 张杰、郑文平, 2018; Dang & Motohashi, 2015; Long & Wang, 2019; Lin et al, 2021)。然而, 为什么政府政策对企业专利不同质量维度的影响不同? 这些质量维度之间存在什么样的关系? 进一步地, 政府政策如何影响企业创新决策行为并进而对专利质量不同维度产生差异化影响? 目前还鲜有文献开展较为系统的理论分析。

最后, 企业异质性是理解我国税收补贴和科技发展政策作用效果的一个重要机制 (杨洋等, 2015; 刘诗源等, 2020; 寇宗来、刘学悦, 2020), 而创新产出激励政策研究鲜有这方面的关注, 这可能是因为该政策针对产出进行补贴, 不存在行业、企业规模、所有制等的事先限制。本文认为创新产出激励政策实施效果受制于企业自身研发积累水平, 是政策产生异质性效果的一个来源, 也是不同政策形成互补的重要基础。从企业研发积累这一视角研究政策异质性影响, 对深入理解政策功能发挥机理很有帮助。

本文在既有研究的基础上, 借鉴文献构建分别以专利引用、权利要求、有效时长和专利族加权发明专利量, 作为企业创新能力和创新产出测度 (Lanjouw et al, 1998; Tong & Frame, 1994; Lanjouw & Schankerman, 2004; Thompson, 2016; Trajtenberg, 1990; Stuart, 2000; Qian, 2007; Abrams, 2009; Qian, 2010; Park & Sonenshine, 2012; Lampe & Moser, 2010; Agrawal et al, 2017; 叶静怡等, 2019; 寇宗来、刘学悦, 2020), 研究一次性与持续性补贴两类政策对企业创新能力和创新产出的影响。在此基础上, 构建理论模型, 阐释研发能力异质企业在两种政策作用下的专利数量和质量行为, 并对这些作用机制进行检验。本文研究表明, 地方政府创新产出激励政策与企业创新行为总体上形成了良性互动, 提高了在位企业和新进入企业三个维度的创新产出水平, 推动企业创新能力的提升; 一次性补贴与持续性补贴政策有很强的互补性, 前者主要对新进入企业、后者则主要对在位企业形成积极影响。因此, 地方政府专利激励政策达到了提升本地区企业创新能力和创新产出的预期目标。基于理论模型命题, 数量机制检验表明, 两种政策同样存在激励互补, 一次性补贴主要激励了更多企业进行专利技术创新活动, 推动“万众创新”, 持续性补贴主要激励了有创新积累和能力较强的在位企业; 质量机制检验表明, 一次性补贴对新进入企业专利引用有促进作用, 持续性补贴对在位企业专利质量大部分维度的提升有积极影响。两类政策对两类企业的专利族均有负面影响效应, 反映出政策改变了企业专利申请策略, 对企业参与国际市场竞争形成潜在影响, 这是政策调整和完善需要考虑的主要方向。

本文对既有文献的潜在贡献: 第一, 与既有相关研究把专利数量和质量作为两个独立的维度加以观察不同, 本文以专利质量加权的发明专利数量作为企业创新能力和企业创新产出的代理变量, 避免了对发明专利数量本身内含质量信息的忽略, 从而就政策对企业创新能力和创新产出水平的影响给出

了一致评价。第二，尝试构建不同研发能力企业与政府政策互动关系的分析框架，阐释企业在两种政策作用下的专利数量和质量行为，为政策影响企业专利行为的微观机制提供了一种理解，对创新产出激励政策对不同维度专利质量的差异化影响进行了较为系统性的解释。第三，既有相关文献鲜有关注专利激励政策对不同研发积累水平企业的异质性影响，本文分别考察两种专利产出激励政策对在位企业与新进入企业的影响效应，为理解政策的影响机制提供了新视角。第四，本文首次在创新产出激励政策研究中引入专利族测度，为更全面地观察政策对企业创新行为影响提供了新的参考。专利族是世界知识产权局衡量各国创新质量的重要维度^①，是指同一项技术在两个以上不同国家或地区专利局获得授权的情况，企业专利族数体现企业创新质量和创新技术在国际市场上的竞争力。

本文以下部分的安排是：第二部分是数据、样本构建和主要变量的描述性统计，第三部分是模型设定和经验分析，第四部分是政策作用机理分析和检验，第五部分是结论和启示。

二、数据、样本构建和主要变量的描述性统计

（一）数据和样本构建

基准研究使用中国专利局与北京合享智慧科技公司（Beijing Incopat Corporation）专利数据库匹配得到 1985-2010 年企业专利数据，稳健性检验使用企业专利数据与工业企业数据库（1998-2010）匹配的样本。根据研究需要对数据和样本做了如下处理：

第一，选用样本期间的企业发明专利。基于创新产出激励政策的主要目标是企业，本文将专利样本限定在国内企业作为专利权人的专利数据范围内；本文以发明专利作为创新能力测度，其他两种类型专利不在本文的考察范围内。

第二，为考察创新产出激励政策对企业创新产出行为的影响，本文以样本期内至少拥有 1 项授权专利作为构建企业样本的标准，并把满足标准的企业分为三类，第一类是“在位企业”（incumbent firm），即在政策实施前后均有发明专利授权的企业，这类企业有较强的研发能力和较多的创新积累；第二类是“新进入企业”（new firm），即仅在政策实施后才有发明专利授权的企业，这类企业的研发能力和创新积累相对于在位企业要弱一些；第三类是退出企业（exit firm），即在政策实施后没有获得发明专利授权的企业。本文运用双重差分方法，通过对比政策实施前后的企业发明专利来识别政策对处理组的因果关系，因此退出企业不在本文考察范围内。

第三，本文所考察的创新产出激励政策包括一次性补贴（One-time）和持续性补贴（Persistent）。根据政策梳理，各省份政策是否实施^②、两类政策实施的具体时间都不同（详见附录表 A1 和 A2）。本文针对每一类政策，根据省政策实施时间构造该省内对应于该项政策的在位企业样本和新企业样本。

第四，根据专利自申请公开日起允许被引用，本文以 2010 年作为专利申请年份的最后一年，以保证所有样本专利都有 4 年半或以上的有效公开和引用的时间（引用截止至 2016 年底），以排除由于专利有效时长不同带来的数据截断误差。

第五，本研究使用的专利族信息来源于北京合享智慧科技有限公司提供的有关每个在中国申请的发明专利在国外申请专利的目标国和时间信息。

（二）主要变量的描述统计

1. 被解释变量。主要被解释变量是企业创新产出，其代理变量是分别以申请后 6 年内的专利引用、权利要求、有效时长^③和专利族四个质量维度加权的发明专利数量。在机制检验部分，被解释变量包括发明专利数量、企业数量和四个维度的质量。

2. 关键解释变量。关键解释变量是持续性政策和一次性政策。

3. 基准回归中的控制变量。为估计政策对企业群中占比很高的中小企业的影 响，本文在基准回归使用 1985-2010 年期间至少获得一项发明专利授权的企业专利样本，由于样本中占比很高的企业并没有可获得的公开财务和其他信息，因此基准回归无法控制企业层面相关变量，本文在稳健性检验部分

^① 见 2013-2020 年世界知识产权局发布的全球创新指数。

^② 我们对同一个省内两种政策是否实施的相关性进行了分析，发现在本研究所使用的样本中，存在补贴政策的省份并没有比不存在补贴政策的省份更容易实施专利激励政策。

^③ 有效时长定义以年为统计单位。

使用工企子样本，对企业层面变量加以控制，以观察基准回归中企业层面控制变量遗漏是否存在严重的计量偏误。同时，考虑到政策是省级层面变量，很可能存在省级水平的遗漏变量使计量产生偏误，因此我们借鉴龙小宁和王俊（2015），对企业所属省份的人均 GDP 对数、人口对数和人均 FDI 对数进行控制。

4. 主要变量的描述性统计。表 1 给出了被解释变量的描述性统计，以政策作为事件节点区分在位企业和新企业。

以持续性政策作为事件节点。首先，样本期内约有 2.3 万家国内企业获得 14 万余项发明专利，其中在位企业 2947 家共有 33569 个专利，新进入企业 23725 家共 114066 个专利，新进入企业规模非常大。其次，从企业层面看，在位企业以专利引用加权的专利均值为 16.58 个，以权利要求加权的专利均值为 112.38 个，以有效时间加权专利均值为 38.84 个，以专利族加权专利均值为 5.41 个；新进入企业相应的四项均值分别为 5.21 个、25.11 个、6.69 个和 0.52 个。最后，从专利层面看，在位企业专利申请后前六年所获得的专利引用均值为 2.95 次，权利要求均值为 10.54 个，5 年续期比例为 66%，专利族数均值为 0.66 个；新进入企业相应的四项均值分别为 0.95 次、8.00 个、0.48 和 0.18 个。综上，在位企业无论是平均拥有的专利数量，还是专利的平均质量，都要大于新进入企业，因此，在位企业平均创新能力和创新产出水平都远超新进入企业。以一次性政策作为事件节点的描述统计分析也可得出类似结论。

表 1 企业创新产出、发明专利数量和质量的描述性统计

以持续性专利补贴政策为事件				
节点:				
企业(26672 家)	在位企业 (2947 家)		新企业 (23725 家)	
	均值	标准差	均值	标准差
创新产出				
专利引用加权专利数	16.58	194.40	5.21	42.34
权利要求加权专利数	112.38	1843.34	25.11	343.86
专利族加权专利数	5.41	12.66	0.52	22.55
有效时间加权专利数	38.84	494.37	6.69	79.18
专利数量 (147635 个)	在位企业 (33569 个)		新企业 (114066 个)	
专利质量				
申请后前 6 年专利引用	2.95	2.31	0.95	2.56
权利要求	10.54	8.04	8.00	6.21
5 年续期率	0.566	0.47	0.48	0.49
专利族数	0.51	1.36	0.18	1.11
以一次性专利补贴政策为事件				
节点:				
企业(49648 家)	在位企业 (1360 家)		新企业 (48288 家)	
	均值	标准差	均值	标准差

创新产出				
专利引用加权专利数	10.05	33.29	6.01	91.92
权利要求加权专利数	55.86	304.00	38.34	743.29
专利族加权专利数	2.09	12.79	0.25	50.97
有效时间加权专利数	16.74	72.67	9.30	188.91
专利数量 (238270 个)	在位企业 (61581 个)		新企业 (176689 个)	
专利质量				
申请后前 6 年专利引用	2.87	2.35	0.97	2.55
权利要求	9.35	7.09	9.17	7.00
5 年续期率	0.55	0.49	0.51	0.49
专利族数	0.35	1.43	0.19	0.82

三、模型设定和经验分析

(一) 基准模型

以企业为观测单位，分别以专利引用、权利要求、有效时长和专利族数加权的专利数^①构建企业创新产出的代理变量，构建如下双重差分模型进行估计：

$$Y_{ijt} = \beta_1 Policy_{jt} + X'_{jt}\gamma + \eta_t + \sigma_i + \epsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中， Y 包括以专利引用加权、权利要求加权、有效时长加权和专利族加权的专利数， i 代表企业， j 代表省份， t 代表专利申请年份； $Policy$ 代表持续性或一次性政策； X_{jt} 代表省级水平随时间变化的控制变量，包括人均 GDP 对数、人口对数和人均 FDI 对数。模型中加入了企业和申请年份的固定效应。 ϵ_{ijt} 是误差项。标准误在省份水平进行聚类。

在上述回归模型中，分别对每一种补贴政策构建两个子样本：一个是政策实施前后均有专利的“在位企业”样本，另一是政策实施后有专利的“在位企业+新企业”样本。这种计量处理便于我们分析政策对两类企业的不同影响。第一个子样本回归结果直接反映政策对“在位企业”的创新效应；第二个子样本回归结果反映政策对两类企业的加总创新效应，对比这两个回归的结果将间接地获得政策对新企业创新效应的影响，从而分析政策对两类企业创新影响的差异^②，这一研究思路与寇宗来和刘学悦（2020）类似。

(二) 基准分析

表 2 展示了基准回归估计结果^③。首先，持续性政策对在位企业平均引用、权利要求数和有效时长加权的创新产出都有积极作用，对专利族加权的创新产出的影响为正，但不显著。而对于全样本企业

^① 对于第 j 个省第 i 个企业在第 t 年的前向引用加权的专利数的计算方法如下：收集所有该企业在第 t 年申请并最终获得授权的发明专利，假设一共有 N 个，每个专利用 $n(i, j, t)$ 表示，每个专利在公开日期起到授权后前五年的时间内会获得后续专利的引用次数，设第 k 个专利引用次数为 n_k ，那么该企业在第 t 年的前向引用加权专利数为：

$$Y_{ijt} = \sum_{n=1}^N n_k(i, j, t)$$

将 n_k 的定义替换为第 n 个专利的权利要求数、有效时长和专利族，得到其余被解释变量。

^② 本文还采用交互项方法估计政策对在位企业和新企业影响进行估计，其结果与基准回归结果在定性意义上一致。

^③ 我们还考虑了退出企业的可能影响，将“退出企业”样本分别加入“在位企业”样本和“在位+新进入企业”样本进行回归，其结果与基准回归结果在定性上保持一致。需要了解更详细信息的读者，请联系本文通讯作者。

（在位+新进入），持续性政策对创新产出的影响均不显著，说明该政策对企业创新产出的积极影响主要体现在在位企业上，对新进入企业的积极影响很小。

其次，一次性政策对全样本企业（在位+新进入）平均引用加权、权利要求加权和有效时长加权的创新产出，有显著正向影响，对专利族加权的创新产出的影响为正，但不显著。而去掉新进入企业，单独考察在位企业样本的影响时，一次性政策对平均引用加权、权利要求加权和有效时长加权的创新产出的影响都变得不显著了，对专利族加权的创新产出产生了显著负向影响，说明一次性政策对创新产出的积极影响主要体现在新进入企业上，对在位企业的积极影响较小。

综上，持续性和一次性补贴政策对企业创新产出提升均起到了积极作用，两类政策对不同类型的企业的激励效果不同，前者主要对在位企业，后者则对新进入企业形成积极影响^①。

表 2 两种政策对“在位企业”、“在位企业+新企业”真实创新产出的影响

	面板 A 专利引用加权专利数				面板 B 权利要求加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	26.707** (10.793)	9.040 (6.317)			99.409** (45.843)	28.487 (40.549)		
One-time			-0.755 (2.761)	15.793*** (4.183)			5.810 (10.114)	75.067** (33.715)
	面板 C 有效时长加权专利数				面板 D 专利族加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	86.732** (37.671)	25.871 (18.447)			5.052 (4.566)	2.157 (2.621)		
One-time			2.085 (7.488)	41.845** (17.288)			-0.792** (0.339)	2.041 (2.213)
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	9,996	36,901	5,476	65,196	9,996	36,901	5,476	65,196

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在 1%、5%、10%的置信水平下显著，，面板 A、B、C 和 D 的控制变量和观测值相同。

（三）稳健性检验

为了检验基准模型回归结果的可靠性，我们从以下四个方面进行稳健性检验。

第一，基于专利数据与工企数据匹配样本的回归。考虑到基准回归使用样本和工业企业数据样本时间跨度不一致，选择将 1998-2010 年的专利和企业数据进行匹配，以最大化匹配数据的规模。参照寇宗来和刘学悦（2020）的做法，回归在基准模型（1）的基础上进一步加入企业的规模（营业收入的对数）、进出口、资本劳动比和年龄等四个企业层面的控制变量。估计结果详见附表 2.1。工企子样本的估计结果与基准回归在定性意义上基本保持一致，显著性略有降低，这很可能是样本量大幅减小所

^① 考虑到专利数量存在的右偏问题，我们对被解释变量取对数后进行回归，结果与基准回归在定性意义上保持一致。

造成。考虑到稳健性检验中回归系数方向与基准回归一致，可以认为专利政策对权利要求加权专利数的影响总体上是稳健的。

第二，加入更多的省级水平控制变量。R&D投入量和R&D人员数量是影响专利数量和质量的重要因素，由于省级水平的R&D投入量和人员量的数据分别起始于1998年和1997年，且部分省信息在1998年之后仍有缺失，本文在基准回归中没有加以控制。现引入这些控制变量并相应地剔除1998年前的样本进行稳健性检验，回归结果在定性的意义上与基准回归一致（详见附表2.2）。

第三，剔除政策实施年份晚于2005年的省份。考虑到企业进行研发投入并申请专利需要一定时间，政策效果不会对企业创新产出产生即时影响，现剔除政策实施年份晚于2005年的省份后对基准回归进行稳健性检验，回归结果在定性的意义上与基准回归一致（详见附表2.3）。

第四，在同一回归中同时加入持续性和一次性补贴政策。考虑到有些省份实施两种政策的时间相近，在单独考察一种政策对企业创新产出的影响时，可能忽略了另一政策的潜在影响而产生估计偏差。在加入两种政策后，回归结果在定性的意义上与基准回归一致（见附表2.4）^①。

（四）平行趋势检验

渐进双重差分模型的关键前提是平行趋势假设，即在政策实施前，实验组与对照组在政策发生前保持一致的变化趋势。由于不同省份企业接受政策冲击的时间不同，所以不能简单地将某一年作为政策发生的临界点设置时间虚拟变量，而需要为各试点省份设定政策实施的相对时间值虚拟变量。由此，本文使用Li et al (2016)使用的事件研究法进行平行趋势检验，模型设定如下：

$$Y_{ijt} = \alpha + \sum_{n \leq -4}^{n=-2} \beta_n DP_{Policy}_{jt+n} + \sum_{n \geq 0}^{n=8} \beta_n DP_{Policy}_{jt+n} + X'_{jt} \gamma + \eta_t + \sigma_t + \epsilon_{ijt} \quad (2)$$

其中， DP_{Policy}_{jt+n} 是一组代表持续性政策（或者一次性政策）前后年份的哑变量，取值范围为 $\{-4^-, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8^+\}$ 。政策实施前1年被设定为基准年份。平行趋势检验结果详见附录3。附图3画出了以专利引用加权专利数为被解释变量的平行趋势检验，其中四张图分别对应两种政策对在位企业、在位企业+新企业两个子样本的平行趋势检验。结果表明，无论是持续性还是一次性政策实施前，代表政策实施前4、3、2、1年的哑变量的系数均不显著区别于0，这一结果说明平行趋势检验通过。

（五）置换检验

参考Bertrand et al (2004)，从所有样本省份中随机抽取与实施政策省份数等量的省份作为处理组。但由于多时点DID中实施政策省份的政策冲击时间存在差异，需要同时随机生成伪处理组和伪政策冲击，即为每个样本对象随机抽取样本期作为其政策实施时间。基于此，为进一步观察估计结果的稳健性，本文构造伪省份两种专利激励政策对31个样本省份的500次随机冲击，每次随机抽取11个城市作为实验组，且政策时间随机给出，得到500组虚拟变量。附录4展示了以专利引用加权专利数为被解释变量的结果。结果表明，基准回归中显著的结果，所对应的置换检验结果也显著；基准回归中不显著的结果，所对应的置换检验也不显著^②。

四、政策的作用机理和机制检验

前面的经验分析表明，两种政策对两类企业创新产出影响呈现明显的差异性。在本节中，我们首先根据两类政策的激励差异，以及企业研发能力存在差异的统计事实，构建一个简单的模型，阐释两种

^① 为在回归中同时加入两种政策，我们根据两种政策的实施时间对在位企业和新企业进行重新定义。具体的做法是，将每个省两种政策实施时间更早的政策称作政策A，实施较晚的另一政策称作政策B。“在位企业”定义为在政策A实施前和后、政策B实施前和后均有发明专利申请的企业；“新进入企业”定义为在政策B实施后才有发明专利申请的企业。根据这一新的分类，我们在“在位企业”和“在位企业+新进入企业”两个子样本中同时加入代表两种政策实施时间的哑变量，对基准回归进行稳健性检验。

^② 限于篇幅，其他估计结果的平行趋势检验和置换检验没有展示，如有需要可以联系作者。

政策对研发能力异质企业专利行为的作用方式和结果,提炼体现政策影响随企业异质性而呈现的规律性命题,然后对理论模型命题进行检验。

(一) 机制分析

1. 企业研发能力假设

基于本文研究的数据,模型假定在位企业的研发能力高于新企业。首先,在位企业在政府实施激励政策前就已经从事研发活动并获得发明专利授权,说明这些企业在没有政府补助的前提下,通过研发活动和专利申请所形成的垄断市场利润大于研发投入,进行研发活动是它们的最优选择。新企业则是在政府的奖励政策实施后才获得专利数授权的企业,在一定程度上说明在没有政府补助的情况下,不进行研发和专利申请是其最优选择。其次,在位企业已经具有一定的技术知识储备,这些积累将有效地提高在位企业未来研发投入产出的效率,而新企业缺乏相应的知识储备,研发的效率较低。图1分别提供了根据两种激励政策定义的在位企业、新进入企业和退出企业在政策前后授权发明专利随时间变化的趋势图。如图所示,无论是在持续性还是在一次性政策实施后,在位企业平均发明专利数都远超新进入企业。作为企业研发能力的重要实证测度之一,拥有更多的发明专利支持了企业拥有更强研发能力的假定。

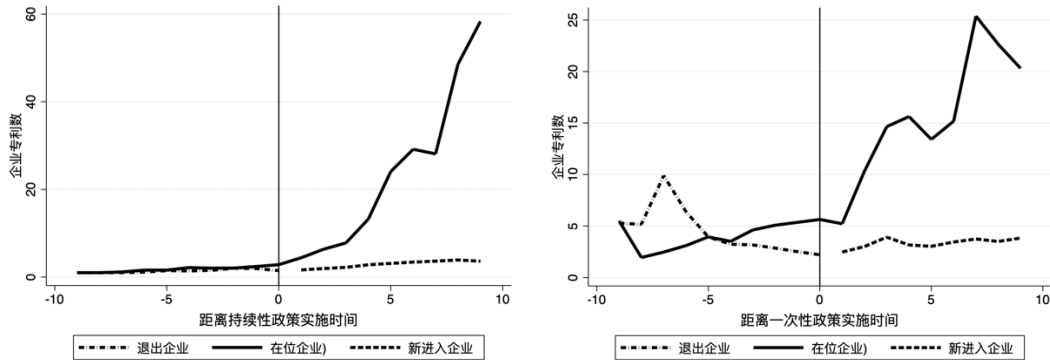


图1 在位企业、新进入企业和退出企业在政策前后授权发明专利数量变化

2. 模型设定

参照有关文献,将创新理解为具有线性特征的知识生产过程(Griliches, 1979; Cohen & Levinthal, 1989)。企业投入 n 得到产出 n ,投入的成本为 $c(n)$,满足成本函数的正则假设。对于知识产出 n ,企业可以策略性申请专利,通过选择一个专利的权利要求数 R ,确定专利的申请量为 $\frac{n}{R}$ 。对于权利要求数,假设具有下限 \underline{r} ,以表示专利局发明专利审核存在最低标准。因此,企业的权利要求数表示为 $R = \underline{r} + r$, r 是企业的权利要求策略。

企业间存在研发能力差异,以 A 表示,服从区间 $[A, \bar{A}]$ 上的分布函数 F , A 和 \bar{A} 分别表示所有企业研发能力的上下限。企业研发能力越高,专利的授权率越高;专利包含的“创新知识”越多,获得授权的概率越大。权利要求数 R 代表一个专利包含的“创新知识”,专利授权概率将受到研发能力与权利要求数的影响,记作 $w(R, A)$,所有一阶偏导大于零。企业研发投入多,从研发中获得的经验与积累也多,存在“学习效应”,记学习效应的系数为 $h(n)$,导数大于零。

综上,当企业投入 n ,企业的权利要求数是 R 时,专利的申请量为 $\frac{n}{R}$,获得的专利授权数量为 $h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R}$ 。自然的,专利的综合授权率 $h(n) \cdot w(R, A)$ 可以作为企业专利平均质量的衡量指标。借鉴有关文献的做法(如Budish et al, 2015),我们将每个授权专利在商业化后获得的市场净收益折现并标准化为1,那么企业专利收获的市场净收益为 $h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R}$,表示企业在产品市场所有存续期净收益折现的总额。设持续性专利补贴政策为 s ,表示对市场净收益的补贴,则补贴后的市场净收益总额为

$h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R} (1 + s)$ 。设一次性专利补贴为 b ，表示每个专利申请获得的一次性固定补贴额，因此总补贴为 $b \frac{n}{R}$ 。进一步地，设企业研发的固定成本为 K 。企业的优化问题是：

$$\max_{n, R} \pi = h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R} (1 + s) + b \frac{n}{R} - c(n) - K \quad (3)$$

其中 π 表示企业研发活动的利润。上式右端的第一项刻画了持续性专利补贴政策对企业研发活动利润的作用，这种作用是企业研发能力、权利要求策略以及学习效应的综合结果，第二项刻画了一次性专利补贴政策的作用，它只受到研发投入与权利要求策略的影响。

3. 比较静态分析

单调比较静态分析方法无需求解最优值，只需检验参数与内生变量之间的“增差”（increasing difference）关系。对于多个内生变量的函数，还需要检验内生变量之间的超模（supermodularity）或者次模（submodularity）关系。所有比较静态结论都可通过计算目标函数相应的交叉偏导符号来确定。根据“增差”以及超模或次模的关系是否确定，可以判断企业的内生变量的最优解随参数变化的规律。在一般意义上，确定的“增差”关系是单调比较静态结论的充分条件，由于本模型目标函数满足参数与内生变量的“可分条件”，确定的“增差”关系也是必要条件（Gans, 1996; Topkis, 1998），我们将运用这一方法，讨论两种专利政策对专利授权量 $h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R}$ 、权利要求数 R 以及技术市场价值 $h(n) \cdot w(R, A)$ 的影响，然后以此为基础比较两种政策对不同研发能力企业的差异性影响。

首先，借鉴贸易理论文献（Grossman & Maggi 2000; Mrázová & Neary 2019; Laugesen, 2017），本模型假设存在两个临界值 $\hat{A} < A^*$ ，当企业的研发能力较低时（ $A < \hat{A}$ ），内生变量 n, R 满足次模关系，有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} < 0$ ；研发能力较高（ $A > A^*$ ）时，内生变量则满足超模关系，有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} > 0$ 。这些假设对于经济学中一些常见的函数是成立的（后面有具体的函数例子）。同时，这些假设也包含合理的经济学直觉，即，相对而言，在给定研发投入 n 的前提下，研发能力较低的企业更难形成创新程度较高的技术突破，从这些创新程度不高的技术中无法获得较高的市场收益，进而无法从持续性的专利补贴政策中获得较高的政策红利。这些企业更有激励采用降低权利要求数 R ，提高专利申请数量的策略，以获取更多的一次性专利补贴政策红利，因为一次性专利补贴仅和专利数量相关，而不和专利的质量相关。与此相对，研发能力较高的企业更有可能形成创新程度较高的技术突破，从这些高质量技术中获得较高市场收益，进而从持续性专利补贴政策中获得较高的政策红利，因此，这些企业更有激励选择提高权利要求数 R 的申请策略。后面的分析将表明，两种不同的激励政策由于各自的侧重点不同，会强化企业内生选择体现出来的替代（次模）或互补（超模）关系，从而对不同研发能力的企业产生不一样的政策效果。

根据（3）求得

$$\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} = \frac{(h' \cdot n + h)(1 + s)w(e_w - 1) - b}{R^2} \quad (4)$$

其中 $e_w = \frac{w_R R}{w}$ 表示权利要求策略对授权率的弹性。保证前述假设成立的最简单条件是弹性 e_w 为 A 的增函数（比如，经济学中经常使用的常弹性函数 $w = R^A$ 满足此特性）。不妨令 \hat{A} 对应单位弹性（ $e_w = 1$ ）的研发能力。显然，当 $A < \hat{A}$ 时， $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} < 0$ 。根据（4）可知，存在 A^* ，有 $A^* > \hat{A}$ 使得（4）的分子在 $h = h(0), w = w(r, A)$ 时等于零，因此得到 $A > A^*$ 时必然有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} > 0$ 。

其次，分析两种专利政策对企业研发行为的影响，以及政策影响随企业异质性呈现出的规律性变化。

先讨论持续性政策 s 的影响。根据单调比较静态方法的基本定理（Milgrom & Shannon, 1994; Topkis, 1998），只需计算特定交叉偏导即可得到结论。由此，通过计算得到 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial s} = \frac{(h' \cdot n + h)w}{R} > 0$ ， $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial s} = hn \frac{w(e_w - 1)}{R^2}$ 。

第一，当 $A > A^*$ 时，有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} > 0$ ；根据前面计算有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial s} > 0$ ， $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial s} > 0$ 。这三个交叉偏导都大于零，说明对于研发能力强的企业， (n, R, s) 三者之间存在确定的“增差”关系，也就是 s 提高了企业研发的投入 n 和专利权利要求数 R 。因为 n, R 都提高，那么企业专利的技术市场价值 hw 一定提高。

s 对专利授权量 $hw \frac{n}{R}$ 的影响是：

$$\frac{\partial(hw\frac{n}{R})}{\partial s} = (h'n + h)\frac{w}{R}\frac{\partial n}{\partial s} + hn\frac{w(e_w-1)}{R^2}\frac{\partial R}{\partial s} \quad (5)$$

因弹性 e_w 大于单位弹性以及 $\frac{\partial n}{\partial s} > 0$, $\frac{\partial R}{\partial s} > 0$, 所以(5)式大于零。

第二、当 $A < \hat{A}$ 时, 有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} < 0$; 计算可知 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial s} < 0$, $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial s} > 0$ 。这三个交叉偏导符号呈现的规律表明 $(n, -R, s)$ 三者之间存在确定的“增差”关系, 说明 s 提高了低研发能力企业的研发投入($\frac{\partial n}{\partial s} > 0$), 降低了其权利要求数($\frac{\partial R}{\partial s} < 0$)。将 $\frac{\partial n}{\partial s} > 0$ 和 $\frac{\partial R}{\partial s} < 0$ 代入(5)式, 其结果是大于零, 说明 s 提高了这部分企业的专利授权量 $hw\frac{n}{R}$ 。

由于 s 对研发投入与权利要求数的影响方向相反, 其对专利平均质量的变化 $\frac{\partial(hw)}{\partial s} = h'w\frac{\partial n}{\partial s} + hw_R\frac{\partial R}{\partial s}$ 的影响不确定。不过, 加入一些并不违反经济直觉的假设后, 专利平均质量 hw 的符号是可以确定的。比如, 研发能力较低甚至最低的企业, 其研发投入一般是刚起步, 其研发投入的边际效果($\frac{\partial n}{\partial s}$)比较大; 而 $\frac{\partial R}{\partial s} < 0$, 说明这部分企业已经采用了降低权利要求数的策略, 继续降低权利要求数的边际效应($\frac{\partial R}{\partial s}$)不会太大。因此可以假设, $\frac{\partial n}{\partial s}$ 的绝对值大于 $\frac{\partial R}{\partial s}$ 的绝对值, 由此可得 $\frac{\partial(hw)}{\partial s} > 0$ 。

综上得到以下命题:

命题 1: 对于研发能力强的企业($A > A^*$), 持续性政策 s 全面提高企业的研发投入和产出, 即鼓励企业加大研发投入 n , 提高专利权利要求数 R , 提高专利授权数量 $hw\frac{n}{R}$, 提高专利的平均质量 hw 。对于研发能力弱的企业($A < \hat{A}$), s 鼓励企业加大研发投入 n , 提高其专利授权数量 $hw\frac{n}{R}$, 但是降低了企业专利权利要求数 R , 对企业专利的专利平均质量的影响不确定。对比而言, 持续性政策对高研发能力企业的激励效果优于低研发能力企业。

接着讨论一次性政策 b 的影响。计算可得 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial b} = \frac{1}{R} > 0$, $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial b} = -\frac{n}{R^2} < 0$ 。

第一、当 $A < \hat{A}$ 时, 有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} < 0$; 前面的计算得出 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial b} > 0$, $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial b} < 0$ 。这三个交叉偏导符号呈现的规律表明 $(n, -R, b)$ 三者之间存在确定的“增差”关系。其经济学含义是, 对于研发能力弱的企业, b 使得企业增加研发投入 n , 但是策略性的降低了专利权利要求数 R 。与之前类似, b 提高专利授权量 $hw\frac{n}{R}$, 但专利平均质量 hw 变化的符号并不确定。

第二、当 $A > A^*$ 时, 有 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial n} > 0$; 通过计算得出 $\frac{\partial^2 \pi}{\partial n \partial b} > 0$, $\frac{\partial^2 \pi}{\partial R \partial b} < 0$ 。根据单调比较静态的标准结论(Gans, 1996; Topkis, 1998), 这三个交叉偏导符号呈现的规律说明 (n, R, b) 三者之间不存在确定的“增差”关系。其经济学含义是政策 b 与企业专利投入 n 、权利要求数 R 之间没有明确的单调关系, 意味着对于研发能力强的企业, 一次性专利补贴 b 既不可能同时提高研发投入 n 和权利要求数 R , 也不可能同时降低研发投入 n 和权利要求数 R 。换言之, b 对研发投入 n 和权利要求数 R 形成的影响是相反的, 且不能确定两者中哪个为正向影响哪个为负向影响。由此可见, b 在理论上对研发能力强企业专利平均质量 hw 和专利授权量 $hw\frac{n}{R}$ 的影响并不确定。

综上得到以下命题:

命题 2: 对于研发能力弱企业($A < \hat{A}$), 一次性专利补贴政策 b 鼓励企业加大研发投入 n , 提高其专利授权数量 $hw\frac{n}{R}$, 但是降低了企业专利权利要求数 R , 对专利平均质量的影响不确定。对于研发能力强的企业($A > A^*$), b 对研发投入 n 和权利要求数 R 形成的影响正好相反, 但不能确定哪个为正向影响, 政策对专利平均质量和专利授权量的影响并不确定。对比而言, 一次性政策对低研发能力企业的激励效果优于高研发能力企业。

最后, 分析政策对企业进行研发活动选择的影响。不妨记问题 $h(n) \cdot w(R, A)\frac{n}{R}(1+s) + b\frac{n}{R} - c(n)$ 的最大值函数为 $V(A, b, s)$, 这是问题(3)除去固定成本部分的最优值。企业最优的进入决策是当 $V(A, b, s) \geq K$, 进行研发活动, 反之, 当 $V(A, b, s) < K$, 不进行研发活动。根据包络定理, 容易得到 $V(A, b, s)$ 是所有参数的增函数, 因此, 给定研发固定成本, 研发能力 A 与两个政策变量 b, s 反向变化。

不妨令值函数 $V(A, b, s) = K$ 的临界值为 $\tilde{A}_{s,b}$ ，表示临界值与政策变量相关。根据上述分析得到以下命题：

命题 3: 所有能力高于 \tilde{A} 的企业将进行研发活动，所有能力低于 \tilde{A} 的企业将不进行研发活动。研发能力门槛 \tilde{A} 与两种政策 s 和 b 负相关。当 b 从 b_1 上升到 b_2 时，将有 $F(\tilde{A}_{s,b_1}) - F(\tilde{A}_{s,b_2})$ 的新企业进入研发行列。

4. 模型拓展：企业在国外申请专利

一部分企业在国内申请专利后可能还会到其他国家进行申请^①。基于此情形，企业的优化问题可以表示为“两步决策”：先确定国内的专利申请数量 $\frac{n}{R}$ ，然后再根据国外的审查标准与发生的费用来确定是否到国外申请。简单起见，假设国外申请的固定费用为 K_F ，国外对专利的审批标准为 q ，只有质量超过此标准的专利才能通过，仍然将专利的市场净收益视为线性函数，用指标函数 I_q 表示国外的授权情况， $I_q = 1$ 是获得， $I_q = 0$ 是未获得。企业还需要权衡专利在国外的市场净收益是否大于固定费用 K_F ，也就是 $I_q \cdot \frac{n}{R} - K_F$ 是否大于零，如果大于零定义指标函数 $I_F = 1$ ，反之则有 $I_F = 0$ 。由此，企业的优化问题写为：

$$\max_{n,R} \pi = h(n) \cdot w(R, A) \frac{n}{R} (1 + s) + b \frac{n}{R} - c(n) - K + I_F (I_q \cdot \frac{n}{R} - K_F) \quad (6)$$

假设国外的授权标准以专利的权利要求数 R_F 代表， R_F 数值的高低代表不同国家审核标准的高低程度。国内专利政策对国外专利授权量 $I_q \cdot \frac{n}{R}$ 的影响由专利授权指标函数 I_q 和专利申请数量 $\frac{n}{R}$ 确定，为了讨论专利授权指标函数 I_q 的变化，我们通过比照企业在政策前的专利权利要求数与国外标准，对所有国家的专利审核标准进行分类。

先分析持续性专利补贴政策 s 的影响。对于高研发能力的企业，根据命题 1，政策激励企业提高研发投入 n 和权利要求数 R ，那么专利申请量 $\frac{n}{R}$ 的变化并不确定。将外国专利审核标准分为三类：审核标准 R_F 低于政策实施前企业的权利要求数的国家、略高于此的国家、明显高于此的国家。对于第一类国家，激励政策实际上没有改变 I_q ，那么授权量完全由专利申请量 $\frac{n}{R}$ 的变化决定， $\frac{n}{R}$ 提高则国外的专利授权量提高，反之授权量降低。对于第二类国家，激励政策实施后企业专利要求数有所提高， I_q 从 0 上升为 1，国外专利授权量必然上升。对于第三类国家，尽管激励政策实施后企业专利要求数有所提高，但仍然低于国外标准，即 I_q 依然是 0，那么国外专利授权量不会发生变化。

对于低研发能力企业，根据命题 1，政策激励企业研发投入 n 提高，权利要求数 R 降低，那么专利申请量 $\frac{n}{R}$ 一定提高。国外的专利审核标准分类同上。对于第一类国家，激励政策实际上没有改变 I_q ，因为专利申请量 $\frac{n}{R}$ 提高，企业在国外的专利授权量也就提高。对第二类国家，激励政策实施后企业专利要求数降低， I_q 从 1 下降为 0，企业在国外的专利授权量必然下降。对第三类国家， I_q 依然是 0，企业国外专利授权量不会发生变化。

一次性专利补贴政策 b 的讨论类似，略。该政策虽对于研发投入 n 和权利要求数 R 影响与激励政策 s 有一定差异，但政策对企业在国外的专利授权的影响与持续性专利补贴政策没有区别。

综上，可得到以下命题：

命题 4: 两种政策 s 和 b 均改变了企业专利申请的策略，既可能提高企业在国外获得授权的专利量，也可能降低企业在国外获得的授权专利量。具体情形由不同国家的审核标准以及国内专利政策对 I_q 和 $\frac{n}{R}$ 的综合影响而定。

(二) 机制检验

^①这里暗含企业先申请国内专利，然后申请国外专利的“两步决策”假设。根据《中华人民共和国专利法》在 2008 年第三次修订之前的相关规定，即“中国单位或者个人将其在国内完成的发明创造向外国申请专利的，应当先向国务院专利行政部门申请专利”（见第二十条）。在样本中，企业在国内申请专利是初次申请的情况在全部专利族专利中的占比高达 97.3%。因此绝大部分企业专利申请满足模型“两步决策”的假设。

拓展模型（1）检验政策对企业创新产出的影响机制。具体而言，以专利为观察单位，以专利引用次数、专利权利要求数、专利的 5 年维持率和专利族作为专利质量的代理变量，构建如下三向固定效应的混合截面模型进行估计：

$$Y_{ijklt} = \beta_1 Policy_{jt} + X'_{jt}\gamma + \gamma_k + \eta_t + \sigma_l + \epsilon_{ijklt} \quad (7)$$

其中， Y 代表专利引用、权利要求数、5年维持率和专利族数。 i 代表专利， j 代表省份， k 代表4位国际专利分类代码（4-digit IPC classification）^①， l 代表企业， t 代表专利申请年份， $Policy$ 代表持续性政策或者一次性政策。 X_{jt} 代表省级水平随时间变化的控制变量，与模型（1）一致。模型中加入企业、技术领域和申请年份的固定效应。 ϵ_{ijklt} 是误差项。标准误在省份水平进行聚类。

1. 专利数量机制检验（命题 1 和 2 中数量部分）。

表 3 第（1）-（4）汇报了两种政策对企业专利数量的影响。持续性政策对在位企业发明专利数量有显著正向影响，在位企业的平均专利数量提高了 10.3 个（1%水平下），对在位企业+新进入企业专利数量没有显著影响；一次性政策对在位企业发明专利数量影响为正，但不显著，对在位企业+新进入企业的专利数量的影响显著为正（1%水平下），平均每个企业提高了 7 个。上述结果说明两种政策对企业专利数量的增加均有积极作用，持续性政策主要影响在位企业，而一次性政策主要影响新进入企业，命题 1 和命题 2 没有被证伪，即持续性政策对研发能力更强的在位企业的专利数量影响更强，一次性政策对研发能力相对弱的新进入企业影响更强。

2. 企业数量机制检验（命题 3）。

表 3 第（5）-（6）列表明，一次性政策对拥有发明专利的企业数量增加有显著影响，持续性政策对新进入企业数量的影响也是正向的，但不显著。可以说，一次性政策对促进更多企业参与创新活动，形成“万众创新”的态势发挥了积极作用。

3. 专利质量机制检验（命题 1 和 2 中质量部分，命题 4）

表 4 面板 A 展示两种政策对专利引用的回归结果。持续性政策不仅对在位企业而且对新进入企业专利引用都有显著促进作用，提升了在位企业专利平均引用 0.5 个（在 5%水平下显著），提升了在位企业和新进入企业专利平均引用 0.4 个（在 5%水平下显著），对在位企业的促进作用大于新进入企业。结合前面的数量检验结果，可以看到持续性政策对在位企业专利数量和技术影响力都有积极的促进作用。一次性政策对在位企业发明专利引用影响为正但不显著，对在位企业+新进入企业专利引用影响显著为正，提高了 0.4 个（在 5%水平下显著），说明一次性政策显著提高了新进入企业专利引用。结合前面的数量检验结果，可以看到一次性政策对我国企业创新形成三个方面的积极影响：推动更多企业从事研发和获得发明专利授权、推动新进入企业获得更多发明专利授权、推动新进入企业发明专利引用提升。综上，命题 1 和命题 2 没有被证伪，即对企业专利技术影响力的影响，持续性政策主要作用于研发能力更强的在位企业，一次性政策主要作用于研发能力相对弱的新进入企业。

面板 B 展示了政策对权利要求的影响。持续性政策对在位企业专利的权利要求的影响显著为正，平均每个专利的权利要求数提高了 0.5 个（在 5%水平显著），但对在位企业+新进入企业专利的影响显著为负，平均每个专利的权利要求数下降了 0.5 个（在 5%水平下显著），说明该政策对专利权利要求数的影响于在位企业是积极的，而于新进入企业是消极的。命题 2 没有被证伪。一次性政策对在位企业发明专利的权利要求的影响显著为负，平均每个专利的权利要求数下降了 1.7 个（在 1%水平下显著），对在位企业+新进入企业专利的权利要求的影响也显著为负，但下降幅度有所缩小，平均每个专利的权利要求数下降了 1.3 个（在 5%水平下显著）。这表明一次性政策鼓励企业策略性地拆分技术，以进行更多专利申请并获得更多补贴，引致平均每个专利的权利要求数下降，这种负面影响对在位企业的影响更大。本文支持了 Dang and Motohashi（2015）的实证结果。命题 2 没有被证伪。

面板 C 展示了政策对授权专利维持率的影响。持续性政策对在位企业专利维持率有显著正向影响，在位企业专利 5 年续期率提高了 6.5%（在 1%水平下显著），对在位企业+新进入企业专利续期率的影响为正但不显著。一次性政策无论是对在位企业还是对在位企业+新进入企业的专利续期率的影响都为负，但不显著。命题 1 和命题 2 没有被证伪。

^① IPC 定义见世界知识产权局官方网站 <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/>。

面板D展示了政策对专利族的影响。持续性政策对在位企业的专利族数具有抑制作用，平均每个专利的国际申请下降了0.21个（在5%水平下显著），对在位企业+新进入企业的专利族数的影响为负但不显著，说明持续性政策主要引起在位企业在国外专利申请下降。一次性政策无论是对在位企业还是对新进入企业专利的专利族，都有显著的抑制作用，在位企业平均每个专利的国际申请下降了0.16个（在1%水平下显著），在位企业和新进入企业平均每个专利的国际申请下降了0.12个（在1%水平下显著）。为进一步理解政策对专利族的影响，我们构建一个新的被解释变量：对于每一个专利，如果该专利除了在中国获得专利授权外也在其它国家获得了授权（即：专利族数大于等于2），该变量取值为1，否则为0。使用Probit模型进行回归，得到两项政策对企业每一个专利是否在国外获得专利保护影响的概率。结果显示，持续性专利补贴和一次性专利补贴分别使在位企业的专利族占比下降了10.8%和4.4%。综上，两种政策均抑制了企业的专利国际申请，其中对在位企业的负面影响大于新进入企业。在我们的理论模型中，持续性政策和一次性政策均会对企业专利申请策略产生影响，而对专利族的影响受到国外专利审查标准的影响，方向不确定。综上，命题4没有被证伪。

表 3 政策对企业专利数和新进入企业数的影响

	专利数				企业数	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Persistent		One-time		Persistent	One-Time
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent+new	Incumbent+new
Persistent	10.346***	3.092			179.174	
	(3.265)	(3.152)			(129.218)	
One-time			1.037	7.036***		234.438**
			(1.328)	(2.097)		(110.838)
省级控制变量	是	是	是	是	是	是
省份固定效应	否	否	否	否	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	否	否
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	9,996	36,901	5,476	65,196	324	334

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在1%、5%、10%的置信水平下显著。

表 4 政策对企业专利质量的影响

	面板 A 专利引用				面板 B 权利要求			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	0.505**	0.376**			0.533**	-0.463**		
	(0.235)	(0.175)			(0.212)	(0.182)		
One-time			0.033	0.370**			-1.707***	-1.258**
			(0.044)	(0.122)			(0.616)	(0.525)
	面板 C 5 年维持率				面板 D 专利族			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)

	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	0.065***	0.043			-0.211**	-0.064		
	(0.018)	(0.033)			(0.090)	(0.087)		
					-10.8%	-4.7%		
One-time			-0.003	-0.000			-0.168***	-0.117***
			(0.019)	(0.024)			(0.017)	(0.034)
							-4.4%	-7.5%
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	32,791	147,617	37,519	186,177	32,791	147,617	37,519	186,177

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在1%、5%、10%的置信水平下显著，面板A、B、C、D的控制变量和观测值相同。

五、主要结论与启示

本文研究地方政府一次性和持续性专利补贴政策对企业创新能力的影 响，首先基于 1985-2010 年企业发明专利数据，构建分别以四个维度的专利质量加权发明专利数量作为企业创新能力测度，运用双重差分法进行经验分析，对基准回归结论进行了多项稳健性检验，随后构建理论模型，阐释两种政策对两类研发积累水平不同企业的创新能力和产出影响机理，并对理论命题进行了检验。主要结论和启示如下：

第一，地方政府创新产出激励政策与企业创新行为总体上形成了良性互动，推动了企业三个维度创新产出水平和创新能力提升；一次性补贴与持续性补贴政策有很强的互补性，前者主要对研发积累水平和能力相对低的新进入企业产生积极影响，后者则主要对研发积累水平和能力相对高的在位企业产生积极影响。因此，地方政府创新产出激励政策在总体上达到了提升本地区企业创新能力和创新产出的预期目标，两类政策对不同类型企业激励形成互补，不可缺一。

第二，理论模型展现了不同研发能力企业在两类创新产出政策鼓励下的创新行为，刻画了政策对企业发明专利授权数量、专利权利要求数和专利其他质量维度的影响机理，即政策对企业创新能力影响的专利数量和企业数量机制，及不同维度的专利质量机制。

第三，机制检验支持了理论命题。数量机制检验表明，两种政策同样存在激励互补，一次性补贴主要激励了更多企业进行专利技术创新活动，推动“万众创新”，持续性补贴主要推动了创新积累和能力较强在位企业发明专利数量增长；质量机制检验表明，一次性补贴对新进入企业专利引用有促进作用，持续性补贴对在位企业专利质量大部分维度的提升有积极影响。

第四，两类政策对企业专利族这一质量维度都产生了负面影响，反映出政策改变了企业专利申请策略，对企业专利技术参与国际市场竞争形成潜在影响。针对这一现象，创新产出激励政策调整和完善的一个可能方向，是如何将代表国际竞争力的专利族列入创新产出激励考量指标中，推动企业技术创新国际竞争力的提升。

参考文献：

- 黎文靖 郑曼妮，2016：《实质性创新还是策略性创新？——宏观产业政策对微观企业创新的影响》，《经济研究》第4期。
- 龙小宁 王俊，2015：《中国专利激增的动因及其质量效应》，《世界经济》第6期。
- 刘诗源 林志帆 冷志鹏，2020：《税收激励提高企业创新水平了吗？——基于企业生命周期理论的检验》，《经济研究》第6期。
- 寇宗来 刘学悦，2020：《中国企业的专利行为：特征事实以及来自创新政策的影响》，《经济研究》第2期。

- 杨洋 魏江 罗来军, 2015:《谁在利用政府补贴进行创新?——所有值和要素市场扭曲的联合调节作用》,《管理世界》第1期。
- 叶静怡 林佳 张鹏飞 曹思未, 2019:《中国国有企业的独特作用:基于知识溢出的视角》,《经济研究》第6期。
- 张杰 郑文平, 2018:《创新追赶战略抑制了中国专利质量么?》,《经济研究》第5期。
- 张杰, 2019:《中国专利增长之“谜”——来自地方政府政策激励视角的微观经验证据》,《武汉大学学报(哲学社会科学版)》第1期。
- 朱平芳 徐伟民, 2003:《政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响——上海市的实证研究》,《经济研究》第6期。
- Abrams, D.(2009), “Did trips spur innovation? an analysis of patent duration and incentives to innovate”, *University of Pennsylvania Law Review* 157(6):1613-1647.
- Agrawal, A. et al(2017), “Roads and Innovation”, *Review of Economics and Statistics* 99(3): 417-434.
- Arrow, K.(1962), “The Economic implications of Learning-by-Doing”, *Review of Economic Studies* 29(3): 155-73.
- Bertrand, M. et al(2004), “How Much Should We Trust Differences-in-Differences Estimates”, *The Quarterly Journal of Economics* 119(1): 249-275.
- Budish, E. et al(2015), “Do Firms Underinvest in Long-Term Research? Evidence from Cancer Clinical Trials”, *American Economic Review* 105(7):2044-2085.
- Cohen, W.& D. Levinthal(1989), “Innovation and learning: The two faces of R&D”, *Economic Journal* 99(397): 569-596.
- Dang, J. & K. Motohashi(2015), “Patent statistics: A good indicator for innovation in China? Patent subsidy program impacts on patent quality”, *China Economic Review* 35: 137-155.
- Dosi, G. et al(2006), “How much should society fuel the greed of innovators?: On the relations between appropriability, opportunities and rates of innovation”, *Research Policy* 35(8): 1110-1121.
- Gans, J.(1996), “Comparative static made simple:an introduction to recent advances”, *Australian Economic Papers* 35(66):81-93.
- Grossman, G. & G. Maggi(2000), “Diversity and Trade”, *American Economic Review* 90(5), 1255–1275.
- Griliches, Z.(1979), “Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth”, *Bell Journal of Economics* 10(1). 92-116.
- Hall, B. & D. Harhoff(2012), “Recent Research on the Economics of Patents”, *Annual Review of Economics* 4: 541-565.
- Hu, A. G. & G. H. Jefferson(2009), “A Great Wall of Patents: What is behind China’s Recent Patent Explosion”, *Journal of Development Economics* 90(1): 57-68.
- Jaffe A. et al(1993), “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations”, *Quarterly Journal of Economics* 108(3):577-598.
- Lampe, R. & P. Moser(2010), “Do Patent Pools Encourage Innovation? Evidence from the Nineteenth-Century Sewing Machine Industry”, *The Journal of Economic History* 70(4):898-920.
- Lanjouw, J. O. et al(1998), “How to Count Patents and Value Intellectual Property: The Uses of Patent Renewal and Application Data”, *Journal of Industrial Economics* 46(4):405-432.
- Lanjouw, J. O. & M. Schankerman(2004), “Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators”, *Economic Journal* 114(495):441-465.
- Li, X.(2012), “Behind the recent surge of Chinese patenting: An institutional view”, *Research Policy* 41(1):0-249.
- Li, . et al(2016), “Does Flattening Government Improve Economic Performance? Evidence from China”, *Journal of Development Economics* 123: 18-37.
- Lin, J et al(2021), “Could government lead the way? Evaluation of China’s patent subsidy policy on patent quality” , *China Economics Review* 69: 1-20.
- Long, X. & J. Wang(2019), “China’s patent promotion policies and its quality implications”, *Science and Public Policy* 46(1): 91-104.
- Milgrom, P. & C. Shannon(1994), “Monotone comparative statics”, *Econometrica* 62(1):157–180.
- Mrázová , M. & P. Neary(2019), “Selection Effects with Heterogeneous Firms”, *Journal of the European Economic Association* 17(4):1294-1334.
- Park, W. & R. Sonenshine(2012), “Impact of Horizontal Mergers on Research & Development and Patenting: Evidence from Merger Challenges in the U.S”, *Journal of Industry Competition & Trade* 12(1):143-167.
- Putnam, J.(1996), “The Value of International Patent Protection”, Ph.D. Thesis. Yale University.
- Qian, Y.(2007), “Do additional national patent laws stimulate domestic innovation in a global patenting environment”, *Review of Economics and Statistics* 89(3): 436–53.
- Qian, Y.(2010), “Are National Patent Laws the Blossoming Rain”, NBER Working Papers, NO.16295.
- Romer, P.(1986), “Increasing Returns and Long Run Growth” , *Journal of Political Economy*, 94(5): 1002-37.
- Schankerman, M. & A. Pakes(1986), “Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period”, *Economic Journal* 96(384):1052-1076.

Solow, R.(1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *Review of Economics and Statistics* 39(3): 312—320.

Stiglitz, J.(1988), “Technological Change, Sunk Costs, and Competition”, *Brookings Papers on Economic Activity* 3: 883-947.

Stuart, T.(2000), “Interorganizational Alliances and the Performance of Firms: A Study of Growth and Innovation Rates in a High-Technology Industry”, *Strategic Management Journal* 21(8):791-811.

Thompson, J. M.(2016), “Measuring patent quality: A claim and search report approach”, *World Patent Information* 45:47-54.

Topkis, D.(1998), *Supermodularity and Complementarity*, Princeton University Press.

Tong, X. & D. Frame(1994), “Measuring national technological performance with patent claims data”, *Research Policy* 23(2):0-141.

Trajtenberg, M.(1990), “A Penny for Your Quotes: Patent Citations and the Value of Innovations”, *Rand Journal of Economics* 21(1):172-187.

附录 1：两类政策梳理

对 1985–2020 年后所有省级政府出台创新激励政策进行梳理，包括实施时间、政策内涵和激励特征。除了专利持续性补贴和一次性补贴政策（龙小宁、王俊，2015）之外，有些省份还出台了另外两类创新政策，一类是政策对创新主体研发投入成本进行税收扣除、税收减免和优惠，另一类是知识产权保护制度环境建设，它们均具有持续性激励的特征。附表 1.1 给出了 1986–2009 年间实施持续性和一次性专利激励政策的省份和实施时间信息，受篇幅限制没有列出具体政策名称和激励机制，如读者需要，可向作者索取。

附表 1.1 持续性和一次性专利激励政策实施的省份和时间

持续性专利激励政策				一次性专利激励政策			
省份	实施时间	省份	实施时间	省份	实施时间	省份	实施时间
广东	1995	广西	2013	广东	2000	四川	2010
广东	2010	广西	2018	广东	2014	四川	2017
广东	2017	四川	2016	辽宁	2006	陕西	2001
辽宁	1997	陕西	2004	辽宁	2020	福建	2002
辽宁	1999	陕西	2012	湖北	2007	福建	2009
辽宁	2014	陕西	2018	吉林	2004	河南	2002
湖北	1998	福建	2013	上海	1999	贵州	2002
吉林	1999	福建	2014	北京	2000	贵州	2018
吉林	2018	河南	1995	北京	2017	内蒙古	2002
上海	2000	新疆	2012	安徽	2003	内蒙古	2016
上海	2017	山西	2001	重庆	2000	新疆	2002
北京	2005	山东	2012	江西	2002	山西	2003
北京	2019	云南	2013	江西	2009	山东	2003
安徽	2005	湖南	2011	江苏	2000	山东	2013
重庆	2007	河北	2003	江苏	2011	云南	2003

江西	2009	河北	2004	青海	2005	西藏	2003
江苏	2009	宁夏	2003	天津	2000	湖南	2004
青海	2009	甘肃	2012	天津	2017	湖南	2011
天津	2011			浙江	2001	河北	2005
天津	2017			黑龙江	2001	河北	2019
浙江	1997			广西	2001	宁夏	2011
浙江	2017			海南	2001	甘肃	2015
黑龙江	2003			四川	2001		

附录 2：稳健性检验

附表 2.1 稳健性检验 1——基于专利数据与工企数据匹配的样本（加入企业水平控制变量）

	面板 A：专利引用加权专利数				面板 B：权利要求加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	52.975*	27.359			124.145	104.830		
	(28.514)	(18.722)			(106.133)	(104.244)		
One-time			-16.754	28.383*			-63.866	111.078
			(16.805)	(14.854)			(44.119)	(104.015)
	面板 C：有效时长加权专利数				面板 D：专利族加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	161.370*	74.958			4.031	6.479		
	(84.397)	(55.029)			(20.291)	(8.599)		
One-time			-18.829	88.687*			-0.749	2.780
			(11.610)	(46.688)			(0.710)	(7.669)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	1,839	6,195	1,308	11,445	1,839	6,195	1,308	11,445

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在 1%、5%、10%的置信水平下显著，面板 A、B、C 和 D 的观测值和控制变量相同。

附表 2.2: 稳健性检验 2——加入省级水平研发投入和研发人员对数作为控制变量

	面板 A：专利引用加权专利数				面板 B：权利要求加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	30.884**	12.463			98.167**	34.721		

	(14.840)	(8.652)			(46.864)	(24.466)		
One-time			0.793	15.540***			3.836	40.477***
			(3.374)	(3.720)			(7.130)	(11.844)
	面板 C: 有效时长加权专利数				面板 D: 专利族加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	98.167**	34.721			8.924	3.876		
	(46.864)	(24.466)			(5.869)	(3.297)		
One-time			3.836	40.477***			-0.565	1.474
			(7.130)	(11.844)			(0.397)	(2.412)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	5,409	18,969	3,731	32,891	5,409	18,969	3,731	32,891

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在1%、5%、10%的置信水平下显著，面板A、B、C和D的观测值和控制变量相同。

附表 2.3: 稳健性检验 3——剔除 2005 年之后实施政策的省份

	面板 A: 专利引用加权专利数				面板 B: 权利要求加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	25.080***	8.265			86.584*	18.370		
	(7.870)	(7.207)			(44.419)	(56.797)		
One-time			-0.805	5.305**			5.588	67.910*
			(2.823)	(2.189)			(10.375)	(11.844)
	面板 C: 有效时长加权专利数				面板 D: 专利族加权专利数			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Persistent		One-time		Persistent		One-time	
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	82.234**	24.085			4.163	1.565		
	(30.654)	(20.268)			(6.120)	(3.766)		
One-time			1.940	35.270**			-0.798*	-0.431
			(7.660)	(15.831)			(0.342)	(0.224)
企业控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	5,419	11,844	3,758	29,634	5,419	11,844	3,758	29,634

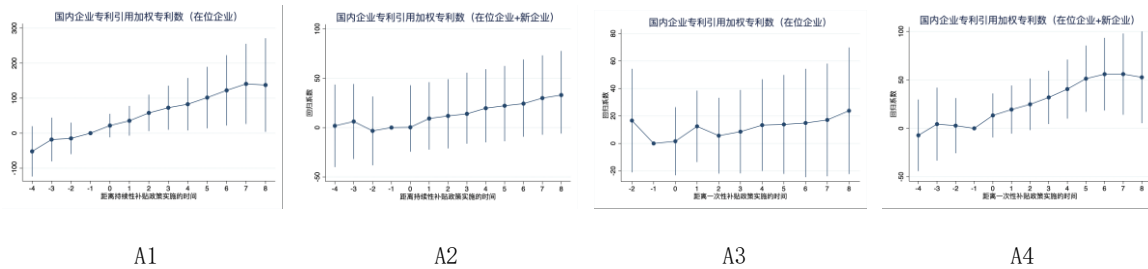
说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在1%、5%、10%的置信水平下显著，面板A、B、C和D的观测值和控制变量相同。

附表 2.4: 稳健性检验 4——同时加入两种政策哑变量

	面板 A: 专利引用加权专利数		面板 B: 权利要求加权专利数		面板 C: 有效时长加权专利数		面板 D: 专利族加权专利数	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new	Incumbent	Incumbent+new
Persistent	16.851**	9.040	58.389**	28.487	54.155*	23.240	3.758	1.858
	(8.050)	(6.304)	(27.490)	(44.916)	(30.164)	(15.943)	(3.353)	(2.548)
One-time	32.075	17.618*	196.750	101.374**	94.417	44.802**	10.704	4.904
	(21.451)	(8.975)	(122.512)	(50.860)	(62.114)	(16.976)	(7.481)	(2.895)
省级控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	2374	18,678	2374	18,678	2374	18,678	2374	18,678

说明：括号中的数值为聚类在省份水平上的稳健标准误，***、**、*分别代表在 1%、5%、10%的置信水平下显著，，面板 A、B、C 和 D 的观测值和控制变量相同。

附录 3：平行趋势检验



附图 3 平行趋势-专利引用加权专利数

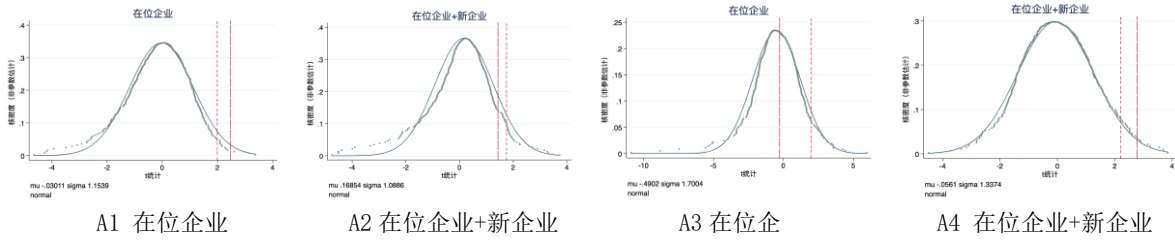
附录 4：置换检验

附表 4.1 置换检验：两种政策对企业专利引用加权专利数的异质性影响

被解释变量	专利引用加权专利数						
	t 值	平均值	标准差	95%分位数	99%分位数	是否处于 5%置信水平的拒绝区域	是否处于 1%置信水平的拒绝区域
Persistent							
Incumbent	2.47	-0.30	1.15	1.66	2.28	是	是
Incumbent+new	1.43	0.16	1.15	1.75	2.80	否	否
One-time							
Incumbent	-0.27	-0.49	1.70	1.99	3.55	否	否
Incumbent+new	2.78	-0.05	1.45	2.21	3.19	是	否

持续性专利补贴政策：

申请补贴政策：



注：图中长虚线代表以真实政策实施时间作为政策开始时间的双重差分模型中双重差分项的 t 统计量；短虚线代表以“伪政策”实施时间作为政策开始时间的双重差分模型中（500 次随机模拟）t 统计量经验分布的 5%置信水平的临界值（critical value）。

附图 4.1 两种政策对企业专利引用加权专利数的异质性影响