

政府R&D补贴、技术创新与中国工业转型升级

——基于门槛效应的研究

张志强¹, 李涵¹, 王立志²

(1. 中国矿业大学(北京)管理学院, 北京 100083; 2. 中国标准化研究院, 北京 100191)

摘要: 利用2005—2016年省级面板数据实证分析了政府R&D补贴与技术创新、政府R&D补贴、技术创新与中国工业转型升级的关系。结果发现: 政府R&D补贴对技术创新的影响存在着基于政府R&D补贴强度的双重门槛效应, 其影响作用随着政府R&D补贴强度的增加而减少; 政府R&D补贴通过技术创新对工业转型升级产生正向影响, 政府R&D补贴对工业转型升级的间接影响存在着基于政府R&D补贴强度的双重门槛效应, 其影响大小呈现先上升后下降的趋势。基于此, 地方政府应当确定合适的政府补助强度, 使政府R&D补贴强度位于合理区间内, 以最大限度发挥政府R&D补贴的激励作用。

关键词: 政府R&D补贴; 技术创新; 工业转型升级; 门槛效应

中图分类号: F064.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2020)4—0030—09

我国目前处于由经济高速增长阶段转向经济高质量发展阶段的转型阶段, 而工业作为实体经济核心, 其发展是经济高质量发展的关键。但是, 目前我国的工业在全球价值链中仍处于低端关节阶段, 随着劳动成本上升, 劳动密集型产业已经很难在国际竞争日益激烈的环境下实现发展, 因此, 我国工业亟待转型升级, 以优化产业结构, 提高技术创新水平、实现从劳动密集型转向技术密集型、低附加值向高附加值的转变。

《中国制造2020》和《中国制造2025》体现了政府在工业制造领域以技术驱动工业向高质量发展转型的决心。近年来, 政府愈加重视工业的创新发展, 以拨款、贴息、政府采购等多种方式激励企业的技术创新, 科技资助的规模也不断增强, 根据《2018年全国科技经费投入统计公报》, 2018年中国国家财政科学技术支出为9518.2亿元, 比上年增长13.5%, 增速较上年提高5.5个百分点, 财政科学技术支出与国家财政支出之比为4.31%, 比上年提高0.18个百分点。然而在政府科技资助的政策效果上, 有人认为政府科技资助可以帮助企业减轻负担, 积极进行技术创新, 也有人认为政府科技资助对企业的研发投入存在挤出效应, 不利于产业的技术创新和转型升级。因此, 政府R&D补贴作为政府科技资助的重要内容, 会对企业技术创新有何影响? 对工业转型升级有何影响? 其影响机制如何? 不同政策强度产生的影响有何不同? 是值得关注和研究的问题。

一、文献综述

(一) 政府科技资助与技术创新

政府科技资助包括拨款、税收返还、税收优惠、政府采购等多种形式。目前关于政府科技资助与技术创新的关系研究比较多, 现有文献的观点主要有三类。一是政府科技资助有利于技术创新。Mukherjee等^[1]、石俊国等^[2]、杨晓妹等^[3]认为政府科技资助对企业创新活动有显著的激励作用。持有此观点的学者认为政府科技资助的资源属性可以降低企业创新投资的成本和风险, 还可以通过发挥信号传递缓解融资约束的问题, 进而促进企业创新^[4-5]。二是政府科技资助不利于技术创新。学者认为政府补贴对企业的研发投入有挤出效应, 且容易引起企业的寻租行为, 不利于企业技术创新绩效的提升。Marino等^[6]、唐欣等^[7]、白旭云等^[8]认为研发补贴对企业技术创新绩效有显著的挤出作用, 焦翠红和陈钰芬^[9]过定量研究发现政府补助强度高, 会引发企业在创新策略选择中发送虚假信号, 降低了政府补助效率。三是政府科技资助对技术创新的影响不确定。黄奇等^[10]通过实证分析认为政府科技资助对工业企业技术创新的影响呈现“U”型关系, 而Guel-

收稿日期: 2020—01—10

基金项目: 北京市自然科学基金“质量管理成熟性对北京市科技型企业技术创新的影响及协同策略研究”(9194029); 国家社会科学基金重大项目“推动高质量发展的质量治理体系与政策研究”(18ZDA079)

作者简介: 张志强(1984—), 男, 安徽淮北人, 博士, 中国矿业大学(北京)管理学院副教授, 研究方向: 质量管理、创新管理; 李涵(1995—), 女, 中国矿业大学(北京)管理学院硕士研究生, 研究方向: 质量管理、创新管理; 王立志(1971—), 男, 河北饶阳人, 博士, 博士后, 中国标准化研究院副研究员, 研究方向: 质量管理。

lec 等^[11]、张信东和武俊俊^[12]、叶明确和王昆晴^[13]通过定量研究发现政府 R&D 投入对高新企业创新绩效影响呈“倒 U”型,且中低的政府资助率对企业创新绩效的激励效应最为显著。

(二)政府科技资助与产业转型升级

关于政府科技资助与产业转型升级的文献中,以税收政策为研究对象的较多。王昀和孙晓华^[14]研究了生产性补贴对产业转型升级的作用机理,认为政府补助有助于企业通过提高研发投入进而提高技术效率,但是工业行业整体创新投入水平低限制了政府补助对产业转型升级的驱动作用。黄昌富等^[15]以定量的分析方法研究政府补助对产能过剩与产业转型升级间的调节效应,发现政府补贴的增加不利于产业淘汰落后产能,实现升级。杨得前和刘仁济^[16]研究了政府的财政政策、税收政策对行业转型升级的激励效应,认为税式支出和财政补贴在不同行业的作用大小不同。曲振涛和林新文^[17]通过定量研究发现税式支出对劳动密集型行业的技术创新具有激励作用,税式支出通过影响技术创新进而影响工业转型升级。

(三)技术创新与产业转型升级

现有文献关于技术创新与转型升级的关系研究较多。学者们对二者之间的定量关系、影响机制及如何以创新驱动转型升级均做了研究。在关系上,学者们认为技术创新是产业转型升级的关键,技术创新驱动企业从低附加值向高附加值转变,驱动产业结构合理化和高级化。Greunz^[18]、熊立等^[19]通过实证分析指出技术新对产业转型升级有正向推动作用,而 Tilman 等^[20]认为产业结构转型升级会促进产业形成新技术,反过来促进技术创新。在影响机制上,覃业霞和麦均洪^[21]研究了技术创新和技术创业的相互效应对产业转型升级的影响,发现技术创新、技术创业都是产业转型升级的重要驱动力。林春艳和孔凡超^[22]认为技术引进通过知识溢出效应促进产业转型升级。也有学者对以技术驱动产业转型升级的路径进行研究,认为通过技术驱动,可以实现工业服务化、智能化的升级。Ceccobelli 等^[23]研究了互联网技术促进产业转型升级的机制,认为互联网技术可以改变产业的技术创新效率和生产方式,促进产业结构升级。张恒梅和李南希^[24]研究了物联网技术与工业的融合,提出了工业智能化升级的路径。

总之,关于政府科技资助、技术创新与产业转型升级的研究中,在范围上多是这三者中两两因素的研究,忽视了政府补贴与技术创新的相互作用,将政府科技资助与技术创新结合,研究此二者对产业转型升级的共同作用比较少;在政府科技资助与产业转型升级的研究中,研究税收政策的较多,研究政府科技资助中的政府 R&D 补贴政策的较少。在研究方法上,学者主要研究了政府科技资助、技术创新与产业转型升级中存在的线性关系,没有对政策的强度进行研究。在结论上,政府科技资助与企业技术创新的关系、与产业转型升级的关系也存在争议。因此,本文将政府科技资助与技术创新结合,构建面板门槛模型,以政府科技资助政策中的政府 R&D 补贴政策为研究对象,研究政府 R&D 补贴与技术创新、政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级这三者间的关系,以探究政府 R&D 补贴对工业技术创新、工业转型升级产生的影响及其影响机制,并探究不同政策强度对工业转型升级的不同影响作用。

基于此,本文的创新点有:①将政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级这三者结合,研究政府 R&D 补贴与技术创新对工业转型升级的影响机制;②引入政府 R&D 补贴强度,构建面板门槛模型,将政府补贴强度划分为不同区间,研究不同区间内政府补贴、政府补贴与技术创新的协同作用与工业转型升级的非线性关系,以找出合理的政府 R&D 补贴的政策强度区间。

二、理论分析与研究假设

(一)政府 R&D 补贴与技术创新

本文研究的政府 R&D 补贴指的是政府通过拨款、税收返还的形式拨付给企业的资金。政府 R&D 补贴对企业技术创新的影响主要体现在三个方面:一是降低企业创新的成本和风险。技术创新活动本身具有投资回报率低、风险高的特征,且政府 R&D 补贴本身的资源属性可以降低企业的成本。企业在接受政府的 R&D 补贴后,需要接受政府的动态监督管理,并接受考核技术创新项目的进展情况,这驱使企业提高内部的资金合理运用及内部管理,有利于降低创新的风险。二是激励企业增加研发投入。政府 R&D 补贴自身的资源属性可以加大企业的研发投入,且政府 R&D 补贴作为一种政策,具有引导作用,获得补助的企业会增加进行创新活动的意愿。政府 R&D 补贴还具有信号传递作用,可以向社会投资者传递积极信号,提高社会投资者的认可度、信任度和投资信心,有助于企业获取投资,从而加大研发投入。三是产生挤出效应。过多的政

府 R&D 补贴会使得企业发生寻租行为,以获得政府资助为目的,用寻租行为替代创新行为,从而降低企业自身的研发投入,不利于产业的技术创新。

通过上述分析,提出如下假设:

政府 R&D 补贴与技术创新之间的关系是非线性的,二者间存在显著的门槛效应,不同政府 R&D 补贴强度下其对技术创新的影响作用不同(假设 1)。

(二) 政府 R&D 补贴与工业转型升级的影响机制

技术创新是工业转型升级的关键影响因素。技术创新活动会驱使产业进行改造和升级,提高产品质量,淘汰落后产能;新技术的发展会驱使传统工业实现服务化、智能化的升级,实现由低附加值产业向高附加值产业转变。政府 R&D 补贴对工业转型升级的影响主要体现在两个方面:一是政府 R&D 补贴可以通过对技术创新这一传导路径影响工业的转型升级。合适强度的政府 R&D 补贴会促进工业企业技术创新,提高企业的技术创新能力,进而促进整个行业的转型升级。二是随着政府 R&D 补贴强度的增加,会滋生企业的寻租行为,对企业原计划的研发投入存在挤出效应,企业研发投入减少、创新质量降低,不利于工业的转型升级。

基于此,提出如下假设:

政府 R&D 补贴通过技术创新的路径影响工业转型升级,且对工业的转型升级没有直接作用(假设 2);

政府 R&D 补贴与技术创新的共同作用与工业转型升级是非线性关系,存在着显著的门槛效应,不同政府 R&D 补贴强度下二者对对工业转型升级的影响作用不同(假设 3)。

三、政府 R&D 补贴与工业技术创新的门槛效应

(一) 面板模型构建

为了验证假设 1,本文借鉴 Hansen^[25]提出的面板门槛模型,将工业技术创新效率作为被解释变量、将政府 R&D 补贴作为核心解释变量、将政府 R&D 补贴强度作为被门槛变量构建了面板门槛模型,设定的模型如下:

$$\ln TECH_{it} = \mu_{it} + \beta_1 \ln GRD_{it} \times I(grd < \gamma_1) + \beta_2 \ln GRD_{it} \times I(\gamma_1 \leq grd < \gamma_2) + \beta_n \ln GRD_{it} \times I(\gamma_n \leq grd) + \alpha_1 HUM_{it} + \alpha_2 \ln BUZ_{it} + \alpha_3 \ln FDI_{it} + \alpha_4 OPEN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: μ 为常数; i 和 t 分别表示个体和年份; α 、 β 表示待估参数; ε 为随机扰动项; $I(\cdot)$ 为门槛示性函数; γ 为门槛值; $TECH$ 表示技术创新水平; GRD 表示政府 R&D 补贴; grd 为政府 R&D 补贴强度; HUM 为人力资本水平; BUZ 为企业内部研发投入; FDI 为外商投资水平; $OPEN$ 为对外开放水平。在模型中,对 $TECH$ 、 GRD 、 BUZ 、 FDI 这 4 个变量进行取对数处理。

(二) 变量界定与数据来源

1. 变量界定

(1)被解释变量:技术创新($TECH$)。关于技术创新的衡量,学者主要采用创新投入和创新产出这两个角度衡量。创新投入的指标有研发投入强度、科研经费支出,创新产出指标有专利申请数、专利申请受理量、新产品销售收入等指标。本文从创新产出的角度衡量技术创新的结果,由于专利申请到授权存在时滞,因此,本文选取我国各地区规模以上工业企业的每年专利申请受理量衡量工业的技术创新水平。

(2)核心解释变量与门槛变量。核心解释变量和门槛变量分别为政府 R&D 补贴(GRD)、政府 R&D 补贴强度(grd)。为了衡量政府 R&D 补贴,本文借鉴焦翠红^[9],采用规模以上工业企业 R&D 经费内部支出中政府资金作为衡量政府 R&D 补贴的指标,用规模以上工业企业 R&D 经费内部支出中政府资金占 R&D 经费内部支出的比例衡量政府 R&D 补贴强度(grd)。

(3)控制变量。工业的技术创新水平不仅受到政府 R&D 补贴的影响,还受到人力资本水平(HUM)、对外开放水平($OPEN$)、企业内部研发投入(BUZ)的影响。人力资本水平的衡量指标有平均工资水平、普通高等学校在校生比重和人均受教育年限^[26-27]。本文采用人均受教育年限作为人力资本水平,计算公式如下: $HUM = (\text{不识字或识字少} \times 0 + \text{小学学历人数} \times 6 + \text{初中学历人数} \times 9 + \text{高中学历人数} \times 12 + \text{大专及以上学历人数} \times 16) / \text{总人数}$ 。外商投资水平(FDI)用以换算成人民币价格的实际直接利用外商直接投资衡量;企业内部研发投入的指标为工业企业内部研发支出中的企业资金衡量。为了消除异方差性,政府 R&D 补贴、技术创新、外商直接投资进行对数处理。

2. 数据来源

本文样本采用 2005—2016 年中国大陆地区 30 个省的面板数据,考虑数据的可获得性,西藏数据大量缺

失,所以不予采用。专利受理量和政府 R&D 投入、企业研发投入数据均来自于《中国科技统计年鉴》,外商直接投资、人力资本水平、对外开放水平等数据来自《中国统计年鉴》《中国工业统年鉴》《新中国六十年统计资料汇编》。各变量的描述性统计如下。

(三)实证结果分析

本文利用 stata14.0 对政府 R&D 补贴与工业技术创新水平是否存在非线性关系进行门槛效应检验,分别进行了单一门槛检验、双门槛检验与三重门槛检验,检验结果见表 1 和表 2。

由表 1 可知,解释变量 *GRD* 通过了单门槛和双门槛效应的检验,分别在 1% 和 5% 水平下显著,而三重门槛没有通过显著性检验,这说明政府 R&D 补贴与工业技术创新水平存在着双门槛效应,政府 R&D 补贴强度的门槛值分别为 0.0566、0.287。以政府 R&D 补贴强度为门槛变量,对各解释变量的门槛模型进行估计,门槛回归结果见表 3。

由表 3 可知,不同的政府 R&D 补贴强度下,政府 R&D 补贴始终对技术创新水平产生显著的正向影响。在第一区间内,即 $grd \leq 0.0287$ 时,其对技术创新水平的影响系数为 0.229,此时影响系数相比于其他区间而言是最大的,原因可能是,当政府 R&D 补贴强度在此区间时,政府 R&D 补贴不仅帮助企业降低创新风险和成本,还发挥了信号传递作用减少企业的融资压力,同时,由于强度不高,整个行业的寻租行为少。当政府 R&D 补贴强度门槛值增加到(0.0287, 0.0566)时,影响系数为 0.212,此时政府 R&D 补贴对技术创新的促进作用有所减弱,当政府 R&D 补贴强度门槛值增加致 0.056,此时政府 R&D 补贴对技术创新系数减至 0.184。可见,随着政府 R&D 补贴强度的提高,政府 R&D 补贴对技术创新水平的促进作用逐渐减弱,原因可能在于:当政府强度超过第一区间的临界值市时,政府 R&D 补贴在缓解融资约束问题、降低创新成本与风险的同时,政府的 R&D 投入也开始对企业的研发投入产生挤出效应,企业的研发投入减少,不利于政府 R&D 补贴对产业技术创新的激励作用的发挥,此外,企业的寻租行为也增多,使得政府 R&D 补贴的激励作用减弱。因此,假设 1 得到验证。

对于控制变量而言,人力资本水平、研发投入均对技术创新存在显著的正向影响。而外商直接投资对技术创新存在显著的负向影响,说明有些地区外商直接投资会抑制工业自身的技术创新水平的提高。

四、政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级

(一)面板模型构建

通过政府 R&D 补贴与技术创新的研究,发现政府 R&D 补贴对企业的技术创新存在激励作用,因此在构建政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级的模型时引入政府 R&D 补贴与企业技术创新的交叉变量。为了假设 2,本文首先设定了如下计量模型:

$$UP_{it} = \mu_{it} + \sigma_1 \ln GRD_{it} + \rho_2 \ln TECH_{it} + \varphi_3 \ln GRD_{it} \times \ln TECH_{it} + \delta_1 HUM_{it} + \delta_2 PGDP_{it} + \delta_3 \ln FDI_{it} + \delta_4 OPEN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中: σ 、 ρ 、 φ 、 δ 表示待估参数;*UP* 表示工业转型升级水平;*PGDP* 表示经济发展水平; $\ln GRD \times \ln TECH$ 表示政府 R&D 补贴与企业技术创新的交叉项,其他变量含义与前文相同。

若假设 2 成立,即政府 R&D 补贴不直接对工业转型升级产生作用,而是通过技术创新这一传导路径发挥作用,因此在构建门槛模型时引入政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项,并以政府 R&D 补贴与技术创新的

表 1 变量描述性统计

变量名	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>HUM</i>	8.715939	0.980634	6.37782	12.30375
$\ln FDI$	7.904497	1.396152	4.049032	10.97582
$\ln BUZ$	13.72271	1.328243	9.71269	16.60351
$\ln TECH$	8.545723	1.606049	4.369448	12.12612
$\ln GRD$	10.64342	1.356839	4.248495	12.9218
<i>grd</i>	0.043699	0.031236	0.003333	0.169254

表 2 门槛模型检验结果

门槛数	<i>F</i>	<i>P</i>	门槛值	置信区间下限	置信区间上限
单一门槛	25.17	0.0067	0.0566	0.0536	0.0567
双重门槛	23.83	0.0367	0.0287	0.0283	0.0290
三重门槛	5.16	0.81	0.016	0.0148	0.0166

表 3 政府 R&D 补贴与技术创新水平的门槛模型回归结果

解释变量	系数
<i>HUM</i>	0.801*** (11.57)
$\ln BUZ$	0.303*** (5.89)
$\ln FDI$	-0.391*** (-6.96)
$\ln GRD (grd \leq 0.0287)$	0.229*** (5.37)
$\ln GRD (0.0287 \leq grd \leq 0.0566)$	0.212*** (5.09)
$\ln GRD (0.0566 \leq grd)$	0.184*** (4.54)
常数项	-0.586*** (-0.67)
<i>N</i>	360
<i>R</i> ²	0.7520

注:*,**,***分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著;括号内为 *t* 统计值。

交叉项作为核心解释变量,将政府 R&D 补贴强度作为门槛变量,构建影响工业转型升级的面板门槛模型。参考 Hansen 提出的面板门槛模型,构建门槛模型如下:

$$UP_{it} = \mu_{it} + \varphi_1 \ln GRD_{it} \times \ln TECH_{it} \times I(\text{grd} < \gamma_1) + \varphi_2 \ln GRD_{it} \times \ln TECH_{it} \times I(\gamma_1 \leq \text{grd} < \gamma_2) + \dots + \varphi_n \ln GRD_{it} \times \ln TECH_{it} \times I(\gamma_n \leq \text{grd}) + \sigma \ln TECH_{it} + \delta_1 HUM_{it} + \delta_2 PGDP_{it} + \delta_3 \ln FDI_{it} + \delta_4 OPEN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中: σ 表示待估参数,其他变量含义与前文相同。

(二)变量说明

模型 2 和模型 3 中,被解释变量即工业转型升级指标 UP 借鉴李国荣和陆善勇^[28]对高技术工业升级的衡量方法,用规模升级、结构升级、效率升级这三个方面的指标衡量工业的转型升级,此外,为了全面衡量工业转型升级情况,本文还引入了绿色升级这一方面的指标衡量工业的转型升级,并用熵值法计算各指标权重。对于 m 个地区 N 年内的 α 个指标,具体方法如下。

首先,将数据标准化。正向指标、负向指标的转换函数分别为

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min}{\max - \min}, x_{ij} = \frac{\max - x_{ij}}{\max - \min} \quad (4)$$

其次,计算第 i 个地区第 j 个指标在该地区占比 f_{ij} :

$$f_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_i x_{ij}} \quad (5)$$

再次,计算信息熵值 e_j 和变异系数 g_j 及指标权重 w_j 。最后计算综合得分。具有指标及权重见表 4。

$$e_j = \frac{1}{\ln mN} \sum_{i=1}^{mN} f_{ij} \ln f_{ij}, g_j = 1 - e_j, w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^{\alpha} g_j} \quad (6)$$

其中: \max 、 \min 分别表示相应指标中的最大值和最小值; f_{ij} 表示第 i 个地区第 j 个指标在该地区占比; e_j 、 g_j 、 w_j 分别表示信息熵值、变异系数、指标权重。

解释变量中,政府 R&D 补贴(GRD)、技术创新($TECH$)的界定与前文相同, $\ln GRD \times \ln TECH$ 表示政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项。由于工业的转型升级还受到对外开放水平、经济发展水平、人力资本与外商投资的影响,因此控制变量包括:对外开放水平($OPEN$),参考石喜爱等^[29]、胡昭玲等^[30]的方法采用地区进出口总额与地区 GDP 之比衡量。经济发展水平($PGDP$)用人均 GDP 衡量,外商直接投资(FDI)、人力资本水平的衡量与上文相同。为了消除异方差性,对政府 R&D 补贴、技术创新、外商直接投资进行对数处理。各变量描述性统计如下。

表 4 工业转型升级指标权重

维度	变量	计算公式	方向	权重
规模升级	工业增加值率	工业增加值/工业总产值	(+)	0.0131
结构升级	高技术工业产值比	高技术工业销售产值/工业总销售产值	(+)	0.1480
效率升级	主营业务利润率	营业利润/主营业务收入	(+)	0.0749
	工业全要素生产率		(+)	0.523
绿色升级	单位收入能源消耗量	能源消耗总量/主营业务收入	(-)	0.241

表 5 变量描述性统计

变量名	平均值	标准差	最小值	最大值
HUM	8.715939	0.980634	6.37782	12.30375
$\ln FDI$	7.904497	1.396152	4.049032	10.97582
$\ln TECH$	8.545723	1.606049	4.369448	12.12612
$\ln GRD$	10.64342	1.356839	4.248495	12.9218
$OPEN$	0.334429	0.392428	0.032268	1.764581
$PGDP$	3.682061	2.279081	0.5052	11.8198
grd	0.043699	0.031236	0.003333	0.169254
UP	0.598971	0.214879	0.002424	0.976284

(三)实证结果分析

1. 政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级的实证检验

在计量回归之前,通过豪斯曼检验发现固定效应模型较随机效应模型更为有效。因此,本文将对固定效应模型进行分析。结果见表 6。

为了验证政府 R&D 补贴对工业转型升级的传导路径,首先单独验证政府 R&D 补贴对工业转型升级的影响,发现政府 R&D 补贴对工业转型升级有显著正向影响。将技术创新水平引入模型进行回归,回归系数还是显著为正,但系数下降,这说明政府 R&D 补贴、技术创新对工业转型升级均有影响。进一步将政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项及控制变量引入模型,发现技术创新和政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项均对转型升级有显著的正向影响,而政府 R&D 补贴对工业转型升级的影响系数不显著,说明政府 R&D 补贴不直接对工业转型升级产生作用,而是通过技术创新这一路径促进工业的转型升级。因此,将政府 R&D 补贴这一变量从模型中剔除,并引入控制变量,最终得到模型(4)。从回归结果来看,政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项对工业转型升级有显著正向影响,说明政府 R&D 补贴会影响工业的转型升级,且对工业转型的影响中,激励作用大于抑制作用,但这种影响是需要通过技术创新路径来实现。由此,假设 2 得到验证。

表 6 政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	UP	UP	UP	UP
lnGRD	0.212*** (10.11)	0.0713*** (7.56)	0.0733 (1.69)	
lnTECH		0.126*** (12.54)	0.0128*** (5.93)	0.0388*** (3.78)
lnTECH×lnGRD			0.00209*** (4.36)	0.00244*** (2.71)
HUM				0.0830*** (4.07)
PGDP				0.0498** (3.23)
lnFDI				-0.0129 (-0.64)
OPEN				0.262** (3.20)
常数项	-1.661*** (-7.43)	-1.236*** (-16.33)	-1.251*** (-9.00)	-0.881*** (-4.68)
R ²	0.67	0.86	0.89	0.90
N	360	360	360	360

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著;括号内为 t 统计值。

2. 政府 R&D 补贴、技术创新影响工业转型升级的门槛效应分析

首先,对政府 R&D 补贴、技术创新、工业转型升级之间是否存在门槛效应进行检验。分别进行单一门槛、双重门槛与三重门槛的检验,检验结果见表 7。

表 7 门槛检验结果

门槛数	F	P	门槛值	置信区间下限	置信区间上限
单一门槛	16.4	0.0433	0.0171	0.0165	0.0175
双重门槛	12.64	0.0567	0.0559	0.0553	0.0563
三重门槛	5.16	0.85	0.0192	0.0184	0.0195

由检验结果可知,该模型通过了单一门槛和双重门槛检验,分别在 5% 和 10% 的水平上显著,而三重门槛不显著。说明政府 R&D 补贴与技术创新和工业转型升级的影响存在着显著的非线性关系,政府 R&D 补贴、技术创新的交叉项与工业转型升级存在双重门槛效应,门槛值分别为 0.0171、0.0559。

表 8 双重门槛回归结果

解释变量	系数
lnTECH	0.0362** (3.18)
PGDP	0.0508*** (8.55)
HUM	0.0805*** (4.85)
OPEN	0.243*** (6.53)
lnFDI	-0.0378** (-3.22)
lnTECH×lnGRD (grd < 0.0171)	0.00273** (3.07)
lnTECH×lnGRD (0.0171 ≤ grd < 0.0599)	0.00308*** (3.60)
lnTECH×lnGRD (0.0599 ≤ grd)	0.00264** (3.25)
常数项	-1.292*** (-8.24)
N	360
R ²	0.5697

由于存在门槛效应,对政府 R&D 补贴、技术创新与工业转型升级的双重门槛模型进行估计,结果见表 8。

由表 8 可知,不同政府 R&D 补贴强度下,技术创新、政府 R&D 补贴与技术创新的交叉项均为对工业转型升级有显著正向影响,但是影响系数不同。说明技术创新对工业转型升级有显著的激励作用。当政府 R&D 补贴强度小于 0.0171 时,政府 R&D 补贴通过技术创新对工业转型升级的影响系数为 0.00273,当政府 R&D 补贴强度增加时,其影响系数增加至 0.00308,而政府 R&D 补贴强度增加至 0.0599 时,其影响系数减少至 0.00264。由此,政府 R&D 补贴强度可以划分为 3 个区间,在第一个区间内,政府 R&D 补贴对工业转型升级有显著的间接促进作用,当政府 R&D 补贴强度跨越第一个门槛值时进入第二个区间时,政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接影响增大,当政府 R&D 补贴处于第三个区间时,

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5%、1% 水平下显著;括号内为 t 统计值。

其对工业转型升级的间接影响最小。可见,政府 R&D 补贴与工业转型升级的是非线性的,有显著的双重门槛效应,其影响通过技术创新这一路径实现。

政府 R&D 补贴与工业转型升级的是非线性的,其对工业转型升级的间接影响呈现先增加后减小的趋势。原因在于,当政府 R&D 补贴强度处于较低水平时,政府投入对企业的研发投入不存在挤出效应,且对技术创新有显著的正向影响,所以此时政府 R&D 补贴对工业转型升级有显著的促进作用。而当政府 R&D 补贴强度增加,其对工业转型升级的间接作用增加。在第二区间内政府 R&D 补贴对技术创新促进减弱,而此时政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接作用增强,原因是政府 R&D 补贴虽然没有充分发挥对技术创新的激励作用,但是此时整体技术创新水平更高,因而政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接作用更强。而当政府 R&D 补贴继续增强,位于第三个区间内,政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接促进作用减至最低,说明政府 R&D 投入对企业研发投入中存在明显的挤出效应,对技术创新的促进作用最小,但是促进效应仍然大于抑制效应,因而对工业转型升级的促进作用减小,但是仍为正向影响。

模型中控制变量的回归效果看,人力资本、经济发展、对外开放水平与工业转型升级有显著正向影响,这与预期相符。而外商直接投资对工业转型升级有负向影响,外商直接投资的系数为负原因可能在于国内企业对国外引进的先进技术过于依赖,使得自身技术水平低,抑制了企业的技术创新,从而对工业转型升级有负向影响,说明部分地区技术创新水平低,使得外商直接投资无法发挥作用。由此,假设 3 得到验证。

五、研究结论与政策建议

本文利用 2005—2016 年的面板门槛数据进行实证分析,验证了政府 R&D 补贴与技术创新以及对工业转型升级的关系,得到结论如下。

(1) 政府 R&D 补贴促进企业的技术创新,且与技术创新之间存在着双重门槛效应,其对技术创新的促进作用随着政府 R&D 补贴强度的增强呈现不断下降的趋势。

(2) 政府 R&D 补贴通过技术创新的路径影响工业转型升级,对工业转型升级有正向影响,且对工业转型升级不存在直接作用。

(3) 政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接作用存在着双重门槛效应,其影响系数呈现先上升,后下降的趋势。当政府 R&D 补贴小于 0.0287 时,政府 R&D 补贴对技术创新的促进作用最强,当政府 R&D 补贴强度位于 0.017~0.0559,政府 R&D 补贴对工业转型升级的间接促进作用最强。因此,只要政府 R&D 强度位于合理区间时,即政府 R&D 投入位于 0.017~0.0287,政府 R&D 补贴可以充分发挥对技术创新的激励作用,提高企业技术创新水平,且最大限度地促工业的转型升级。

根据以上研究结论,提出如下政策建议。

(1) 确定合适的政府 R&D 补贴强度,充分发挥政府 R&D 补贴的作用。由于政府 R&D 政策对技术创新及工业的转型升级均有显著的激励效应,因此我国及地方政府可以适度加大对工业的 R&D 补贴。但是过多的政府 R&D 补贴可能会存在挤出效应,不能充分发挥政府 R&D 补贴对技术创新和工业转型升级的激励作用,因此地方政府应当确定适宜的政府 R&D 补贴强度,使其位于合理区间内。

(2) 为了充分发挥政府 R&D 补贴的激励效应,地方政府应该加大对政府 R&D 补贴的管控,完善监督机制,抑制企业寻租行为的发生,解决政府 R&D 补贴低效的问题。

(3) 引导工业向创新驱动发展转变。一方面,地方政府应当通过加强审查和监管发挥充分发挥其信号传递作用,鼓励社会投资者对企业进行创新投资;另一方面,地方政府还应重视人力资本在技术创新中的作用,加大教育的投资力度,强化对高技术人才的培养机制,培养高素质人才。

参考文献

- [1] MUKHERJEE A, SINGH M, ZALDOKAS A. Do corporate taxes hinder innovation?[J]. *Journal of Financial Economics*, 2017(124): 195-221.
- [2] 石俊国, 陆子群, 陈彬. 政府补助、市场势力与企业创新[J]. *软科学*, 2019, 33(11): 53-58.
- [3] 杨晓妹, 刘文龙. 财政 R&D 补贴、税收优惠激励制造业企业实质性创新了吗?——基于倾向得分匹配及样本分位数回归的研究[J]. *产经评论*, 2019, 10(3): 115-130.
- [4] KLEER R. Government R&D subsidies as a signal for private investors[J]. *Research Policy*, 2010, 39(10): 1361-1374.
- [5] 白旭云, 王砚羽, 苏欣. 研发补贴还是税收激励——政府干预对企业创新绩效和创新质量的影响[J]. *科研管理*,

- 2019, 40(6): 9-18.
- [6] MARINO M, LHUILLERY S, PARROTTA P, et al. Additionality or crowding-out? An overall evaluation of public R&D subsidy on private R&D expenditure[J]. *Research Policy*, 2016, 45(9): 1715-1730.
- [7] 唐欣,王震,张立华.财政资金对企业科技研发投入的政策效应研究——基于河北省 1995—2014 年的时间序列数据分析[J]. *企业经济*, 2017, 36(2): 174-179.
- [8] 白旭云,王砚羽,苏欣.研发补贴还是税收激励——政府干预对企业创新绩效和创新质量的影响[J]. *科研管理*, 2019, 40(6): 9-18.
- [9] 焦翠红,陈钰芬.R&D 补贴、寻租与全要素生产率提升[J]. *统计研究*, 2018, 35(12): 80-91.
- [10] 黄奇,苗建军,李敬银,等.政府科技资助是否影响了中国工业企业技术创新效率[J]. *科技管理研究*, 2015, 35(20): 38-44.
- [11] GUELLEC D, VAN POTTELSBERGHE D L P B. The impact of public R&D expenditure on business[J]. *Economics of Innovation and New Technology*, 2003, 12(3): 225-243.
- [12] 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, 31(22): 7-13.
- [13] 叶明确,王昆晴.政府 R&D 投入对企业创新绩效的影响——基于上海高新企业的实证研究[J]. *科研管理*, 2019, 40(7): 78-86.
- [14] 王昀,孙晓华.政府补贴驱动工业转型升级的作用机理[J]. *中国工业经济*, 2017(10): 99-117.
- [15] 黄昌富,徐锐,张雄林.政府补贴、产能过剩与企业转型升级——基于制造业上市公司的实证研究[J]. *企业经济*, 2018, 37(3): 160-168.
- [16] 杨得前,刘仁济.税式支出、财政补贴的转型升级激励效应——来自大中型工业企业的经验证据[J]. *税务研究*, 2017(7): 87-93.
- [17] 曲振涛,林新文.税式支出、激励路径与工业转型升级[J]. *产经评论*, 2019, 10(4): 95-108.
- [18] GREUNZ L. Industrial structure and innovation-Evidence from European regions[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 2004, 14(5): 563-592.
- [19] 熊立,谢奉军,祝振兵.双元文化与创新升级——先进制造业和传统制造业的数据对比研究[J]. *软科学*, 2017, 31(5): 43-46.
- [20] TILMAN A, HUBERT S, ANDREAS S. Breakthrough? China's and India's transition from production to innovation[J]. *World Development*, 2008, 36(2): 325-344.
- [21] 覃业霞,麦均洪.技术创新、技术创业的相互效应与产业转型升级[J]. *统计与决策*, 2019, 35(16): 142-145.
- [22] 林春艳,孔凡超.技术创新、模仿创新及技术引进与产业结构转型升级——基于动态空间 Durbin 模型的研究[J]. *宏观经济研究*, 2016(5): 106-118.
- [23] CECCOBELLI M, GITTO S, MANCUSO P. ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries[J]. *Telecommunications Policy*, 2012, 36(4): 282-292.
- [24] 张恒梅,李南希.创新驱动下以物联网赋能制造业智能化转型[J]. *经济纵横*, 2019(7): 93-100.
- [25] HANSEN B E. Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. *Journal of Econometrics*, 1999.
- [26] 韩晶,陈超凡,冯科.环境规制促进产业升级了吗? ——基于产业技术复杂度的视角[J]. *北京师范大学学报(社会科学版)*, 2014(1): 148-160.
- [27] 蒋伏心,王竹君,白俊红.环境规制对技术创新影响的双重效应——基于江苏制造业动态面板数据的实证研究[J]. *中国工业经济*, 2013(7): 44-55.
- [28] 李国英,陆善勇.中国高技术工业转型升级的优势依托——基于综合优势战略论的实证分析[J]. *山西财经大学学报*, 2019, 41(11): 55-68.
- [29] 石喜爱,季良玉,程中华.“互联网+”对中国制造业转型升级影响的实证研究——中国 2003—2014 年省级面板数据检验[J]. *科技进步与对策*, 2017, 34(22): 64-71.
- [30] 胡昭玲,夏秋,孙广宇.工业服务化、技术创新与产业结构转型升级——基于 WIOD 跨国面板数据的实证研究[J]. *国际经贸探索*, 2017, 33(12): 4-21.

**Fiscal R&D Subsidies,
Technological Innovation and Industrial Transformation and Upgrade:
A Study Based on the Threshold Effect**

Zhang Zhiqiang¹, Li Han¹, Wang Lizhi²

(1. School of Management, China University of Mining & Technology(Beijing), Beijing 10083, China;

2. China National Institute of Standardization, Beijing 100191, China)

Abstract: Based on the panel data of 30 provinces in China from 2005 to 2016, the paper uses the panel threshold model to empirically analyze the impact of fiscal R&D subsidies on the technological innovation and industrial transformation and upgrading. The result shows that, the impact of fiscal R&D subsidies on technological innovation has a double threshold effect based on the intensity of fiscal R&D subsidies, and its impact decreases as the intensity of government R&D subsidies increases. Fiscal R&D subsidies have a positive impact on industrial transformation and upgrading through technological innovation. The indirect impact of fiscal R&D subsidies on industrial transformation and upgrading has a double threshold effect based on the strength of fiscal R&D subsidies. The magnitude of their impacts increases first and then decreases. Therefore, local governments should make sure that the intensity of fiscal R&D subsidies is within a reasonable range in order to maximize the incentive role of fiscal R&D.

Keywords: fiscal R&D subsidies; technological innovation; industrial transformation and upgrading; threshold effect

(上接第 29 页)

**Legitimacy Evaluation of Rural Anti-poverty Policy Innovation in Precision Governance:
Taking Filing Riser of County-level Poverty Alleviation as an Example**

Yuan Shuzhuo¹, Gao Hongwei², Peng Hui³

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110167, China;

2. Research Center of Northeast Revitalization, Northeastern University, Shenyang 110169, China;

3. School of Economics and Management, Yantai University, Yantai 264005, Shandong, China)

Abstract: In the precise governance of poverty, the legitimacy for policy innovation of rural anti-poverty is worthy of attention. By means of summarizing and extracting the literatures, we establish the framework for evaluating legitimacy in rural policy innovation. Taking filing Riser of poverty alleviation as an example, it is transformed into a framework for evaluating legitimacy of rural anti-poverty by grounded theory, and then its dimension and structure are further clarified. After that, conducting exploratory factor analysis and confirmatory factor analysis on sample data, and then testing its reliability and validity. Finally, a reliable scale is obtained, including 2 second-order factors and 8 first-order factors. This paper provides new perspective and inspiration for “gravity down” of governance in the new era.

Keywords: rural anti-poverty; policy innovation; legality evaluation; scale development