

· 管理纵横 ·

# 科研劳务费对创新贡献的门槛效应研究： 以高技术产业为例

俞立平<sup>1</sup> 宋夏云<sup>2</sup> 蔡绍洪<sup>3\*</sup>

(1. 浙江工商大学管理工程与电子商务学院, 杭州 310018; 2. 浙江财经大学会计学院, 杭州 310018;  
3. 贵州财经大学中国西部绿色发展战略研究院, 贵阳 550025)

**[摘要]** 为了研究科研劳务费的作用特点与作用规律,本文以高技术产业为例,基于面板数据模型与面板门槛回归模型,对科研劳务费的平均弹性进行估计,并系统分析了科研劳务费自身的门槛效应、创新成果门槛效应、仪器设备费门槛效应、其他研发经费门槛效应、研发人员门槛效应、时间门槛效应。研究表明,高技术产业科研劳务费绩效良好,弹性系数显著;低创新规模下劳务费的贡献不显著,高创新规模下劳务费的绩效显著;我国劳务费的绩效随着时间推延总体上不断提高。

**[关键词]** 科研劳务费;高技术产业;面板门槛回归模型;绩效

科研劳务费作为科研直接费用的重要组成部分,主要用于参加科研项目的没有工资性收入的成员激励,以及其他相关辅助人员的支出,本质上是对项目科研人员不足的必要补充,对于科技创新无疑发挥着重要作用。高技术产业是我国国民经济与社会发展的主导产业,也是我国科技创新的重要依托力量。科研劳务费作为研发投入的重要组成部分,一直处于较快的上升状态,1997年高技术产业劳务费投入15.02亿元,2014年增长到834.51亿元,平均每年增长26.66%;从劳务费的比重看,也处于稳步上升态势,1997年劳务费占R&D经费内部支出的比例为20.13%,2014年上升到36.69%(图1),超过三分之一。研究劳务费对创新贡献的弹性,分析不同创新产出、不同创新投入、不同时间门槛下劳务费弹性变化规律,不仅可以丰富技术创新的相关理论,而且可以有效地对劳务费绩效进行评估,发现其中存在的问题,便于政府及高技术企业采取必要的措施,因此具有非常重要的意义。

## 1 有关科研劳务费的研究现状

劳务费作为科研经费的重要组成部分,研究其作用与绩效本质是科研经费绩效问题。Bloch等通

过研究科研经费中政府拨款规模的作用发现,随着科研经费投入强度的增大,科研经费配置结构可能对科研绩效产生消极影响<sup>[1]</sup>。Magnus等研究了非财政拨款和大学科研工作者学术产出之间的关系,研究发现前者对后者有促进作用,但是学术成果对企业的生产力促进效率不显著<sup>[2]</sup>。Muscio等证明了政府对高校的科研经费拨款能够补偿高校科研经费的不足,且对加强高校与企业间联系、促进科技成果转化有重要作用<sup>[3]</sup>。Abbott等运用非参数方法对大学科技经费的技术效率和规模效率进行了计量,研究发现,不论投入和产出指标如何进行组合设置,澳大利亚所有大学的总体效率最高,而单独来看,某些大学的效率还存在提升空间<sup>[4]</sup>。Johnes利用DEA方法对英国130所高校教学与科研整体效率进行了评价<sup>[5]</sup>。Worthington等采用经典CCR和BCC模型分析了澳大利亚高校的教育和科研竞争力<sup>[6]</sup>。

关于科研经费的非线性关系与影响因素,Geuna等认为,与复杂的评估相比,科研经费增长缓慢,科研绩效呈现规模报酬递减态势<sup>[7]</sup>。Cherchye等针对经济管理类科研经费投入的效率进行了研究,得出高校的学术环境、专业规模、科研基金的财政支持程度与科研效率有着显著的正向关系<sup>[8]</sup>。马京伟

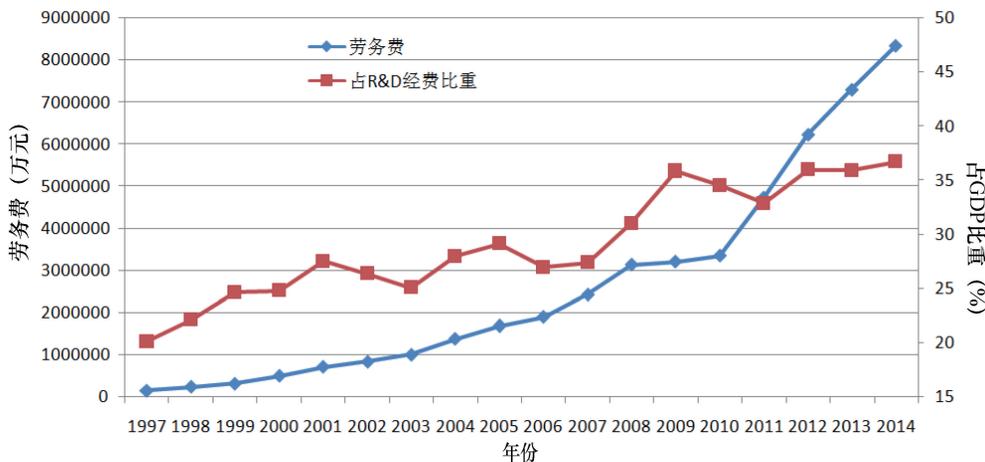


图1 1997—2014年高技术产业劳务费支出及占当年R&D比重

等研究发现,科研拨入经费与科研产出之间存在显著的非线性关系;经费投入与科研产出之间的关系存在从负向到正向的变化<sup>[9]</sup>。陶元磊等研究发现科研经费配置结构与科研绩效之间会因高校科研经费投入强度的不同而呈现出显著的区间效应,表现为投入强度较低时科研经费配置结构与科研绩效正相关但不显著,投入强度中等和较高时两者显著正相关<sup>[10]</sup>。

关于劳务费绩效自身的实证研究,目前学术界关注较少,更多注重劳务费应用中存在的问题研究。廖雯珊等认为科研经费管理存在着“经费分配低效、经费管理无序、经费使用违规”等问题,严重滞碍了科技创新发展的进度<sup>[11]</sup>。付晔等认为科研经费管理存在制度性缺陷以及监管的缺失,“劳务费”和“专家咨询费”两项酬金性支出均不允许支付给包括课题负责人在内的有工资性收入的科研团队成员,这使得在工作一线的科研人员不能获得相应的补偿<sup>[12]</sup>。徐孝民认为,在高校科研经费规模扩大的同时,相关政策制定部门对科研项目人力资本投入补偿的政策存在一定的不合理性<sup>[13]</sup>。

从目前的研究看,关于科研经费的作用机制、绩效等领域的理论与实证研究比较丰富。关于科研劳务费的研究,现有的文献更多关注科研劳务费管理以及应用中存在的问题,总体上,在以下几个方面有必要进行进一步的深入研究:

第一,科研劳务费的绩效问题,国内现有的实证研究极其缺乏,关于高技术产业科研劳务费绩效的实证研究,缺乏专门的文献报道。

第二,科研劳务费对创新贡献是否具有非线性效应?比如,科研劳务费的弹性是否具有自身的门槛效应?是否具有创新成果和其他研发投

入的门槛效应?是否具有时间门槛效应?原因是什么?

第三,从实证研究角度出发,科研劳务费应用中还存在哪些问题?原因是什么?

本文在理论研究的基础上提出假设,然后基于中国高技术产业统计年鉴面板数据,采用面板数据模型与面板门槛回归模型,对劳务费弹性的非线性关系进行全面系统的分析。

## 2 劳务费的门槛效应与基本假设

### 2.1 研究框架

本文研究框架如图2所示。研发投入分为劳务费、仪器设备、其他研发经费、研发劳动力,前三项是研发经费投入,后一项是研发人员投入。之所以对研发经费进行这样的划分,是因为可以在有限数据情况下进一步研究劳务费、仪器设备与其他研发经费的绩效,当然其他研发经费的范围较广,包括材料费、测试化验加工费、燃料动力费、会议费、差旅费、国际合作与交流费、出版/文献/信息传播/知识产权事务费等。

从研究劳务费的非线性效应角度,包括研发投入门槛、创新成果门槛与时间门槛。研发投入门槛又可以进一步分为劳务费自身的门槛与仪器设备、其他研发经费、研发人员门槛。所以从横向看,劳务费的非线性效应共有5个门槛,从纵向看,劳务费的门槛效应又可能存在时间门槛,所以一并进行研究。

### 2.2 劳务费的创新成果门槛效应

不同高技术企业的研发投入规模不同,必然会产生不同程度的创新成果。当创新成果较少时,劳务费开支也较少,有些劳务费支出对创新并没有贡献,

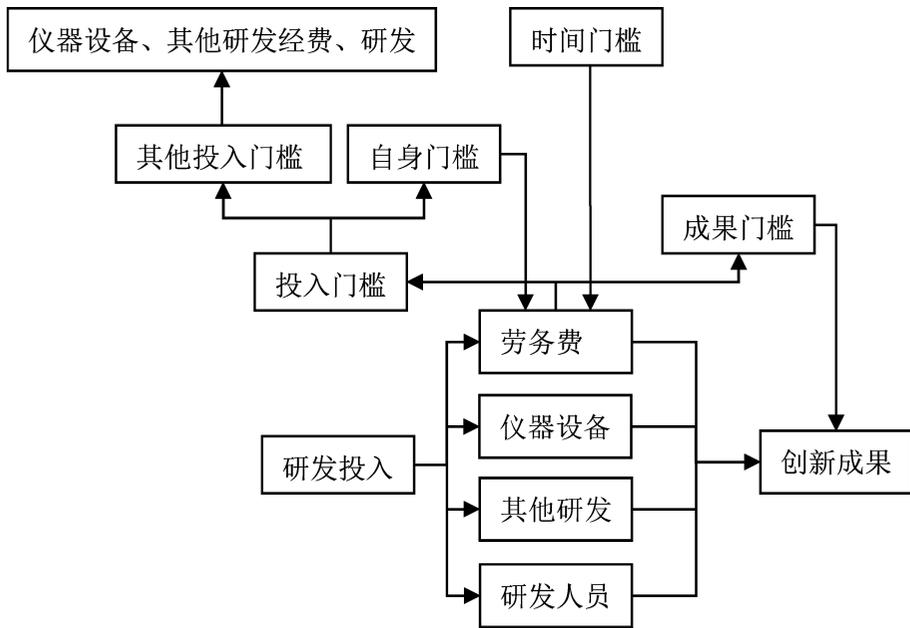


图2 研究框架

比如用于引进技术的消化吸收,或者用于设备的更新改造,劳务费的投入与创新其实并没有必然的因果关系。只有当创新成果较多时,劳务费作为弥补科技人力资源不足的一种重要方式,才会发挥应有的作用。

高技术产业是创新比较复杂和难度较大的产业,单纯依靠企业自身的力量难以保证较高的创新绩效。在这样的情况下,与科研院所、高等院校合作,进行协同创新与合作创新,进行必要的劳务费支出,才能有效提高创新水平。根据以上分析,本文提出如下假设:

H1:科研劳务费对创新成果的贡献存在创新成果的门槛效应,创新成果越大,劳务费的贡献越大。

### 2.3 劳务费自身的门槛效应

劳务费对创新成果的贡献也呈现自身的门槛效应,即当劳务费投入不足的情况下,其对创新可能没有贡献,较少的劳务费投入对创新难以发挥关键作用,充其量只能发挥一些辅助作用,只有当劳务费投入达到一定规模时,才能有效促进高技术产业创新。为此提出如下假设:

H2:科研劳务费对创新成果的贡献存在劳务费自身的门槛效应,劳务费投入越大,劳务费的贡献越大。

### 2.4 劳务费的其他投入门槛效应

企业研发投入中,仪器设备费、其他研发经费、

研发人员投入本质上都说明了投入的规模,是企业研发实力和研发能力的集中体现。当企业研发规模和能力较小时,劳务费的投入对创新的贡献总体上是较小的,有时甚至是作用不大的,这是因为研发能力弱意味着创新成果也较弱,劳务费的开支就不是必须,即使个别企业劳务费开支较大,对创新贡献效果较好,也不是长久之计,仅仅是个别企业的短期创新行为。随着企业研发能力增强,如果再辅以一定的外部研发人员力量支持,增加劳务费投入,必然会有有效帮助企业解决创新中的关键问题,发挥事半功倍的效果。为此提出以下假设:

H3:科研劳务费对创新成果的贡献具有仪器设备费门槛效应,仪器设备费投入越大,劳务费的贡献越大。

H4:科研劳务费对创新成果的贡献具有其他研发经费门槛效应,其他研发经费投入越大,劳务费的贡献越大。

H5:科研劳务费对创新成果的贡献具有研发人员门槛效应,研发人员投入越大,劳务费的贡献越大。

### 2.5 劳务费的时间门槛效应

改革开放以来,我国高技术产业创新经历了引进模仿、消化吸收再到自主创新的发展历程,随着市场化进程的发展以及我国高技术产业创新自身管理体制的进步,科研劳务费所发挥的作用应该越来越大。李燕萍等认为改革开放以来我国科研经费管理

政策体系的建设经历了摸索、建立与健全三个阶段，近年来承诺机制与信用管理机制引入管理政策体现了注重科研工作者诚信自律的价值走向，政策工具也逐步从粗放式向精细化过渡<sup>[14]</sup>。在这样的背景下，提出如下假设：

H6：科研劳务费对创新成果的贡献具有时间门槛效应，随着时间的推移，劳务费的贡献越大。

### 3 研究方法 with 数据

#### 3.1 知识生产函数与面板数据模型

Griliches 和 Jaffe 创立的知识生产函数是本文研究的基础<sup>[15,16]</sup>，本质上仍然是 Cobb-Douglas 生产函数：

$$Y = AK^\alpha L^\beta \quad (1)$$

在式(1)中， $Y$  表示创新成果， $K$  表示研发经费投入， $L$  表示研发人员投入， $\alpha, \beta$  分别为研发经费、研发人员的弹性系数， $A$  是常数项，代表知识生产函数的全要素生产率。

将研发经费投入  $K$  进一步分解为劳务费  $K_1$ 、仪器与设备费  $K_2$ 、其他研发经费  $K_3$ ，同时为了消除可能出现的异方差，对公式左右两边同时取对数，得：

$$\log(Y) = c + \alpha_1 \log(K_1) + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) \quad (2)$$

本文在式(2)的基础上，采用面板数据模型分析劳务费的平均弹性，并与其他投入变量进行比较。

#### 3.2 面板门槛回归模型

面板门槛回归的基本思想是，当作为门槛变量的经济变量高于或低于门槛值时，核心解释变量的弹性系数会发生改变。Hansen 对面板数据门槛模型做出了开创性贡献<sup>[17]</sup>。

##### (1) 劳务费自身的门槛、产出门槛与时间门槛

假设劳务费存在自身的门槛效应，即随着劳务费水平的不同，其弹性系数也可能发生变化。以单门槛为例，假设存在一个劳务费水平  $\tau$ ，使得对于  $K_1 \leq \tau$  和  $K_1 > \tau$  时，劳务费对创新成果贡献的弹性呈现显著差异。当  $K_1 \leq \tau$  时，劳务费对创新成果的弹性系数为  $\theta_1$ ；当  $K_1 > \tau$  时，劳务费对创新成果的弹性系数为  $\theta_2$ 。如果存在多个门槛，可以进一步引入更多的  $\tau_1, \tau_2, \dots$ ，原理类似。

$$\begin{cases} \log(Y) |_{K_1 \leq \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_1 \log(K_1) \\ \log(Y) |_{K_1 > \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_2 \log(K_1) \end{cases} \quad (3)$$

类似地，劳务费的创新成果门槛为：

$$\begin{cases} \log(Y) |_{Y \leq \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_1 \log(K_1) \\ \log(Y) |_{Y > \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_2 \log(K_1) \end{cases} \quad (4)$$

时间门槛为：

$$\begin{cases} \log(Y) |_{time \leq \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_1 \log(K_1) \\ \log(Y) |_{time > \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_2 \log(K_1) \end{cases} \quad (5)$$

##### (2) 其他投入门槛

其他研发投入包括仪器设备费、其他研发经费、研发人员，以仪器设备费为例。假设劳务费存在仪器设备费的门槛效应，即随着仪器设备费的不同，劳务费的弹性系数也可能发生变化。以单门槛为例，假设存在一个仪器设备费水平  $\tau$ ，使得对于  $K_2 \leq \tau$  和  $K_2 > \tau$  时，劳务费对创新成果贡献的弹性呈现显著差异。当  $K_2 \leq \tau$  时，劳务费对创新成果的弹性系数为  $\theta_1$ ；当  $K_2 > \tau$  时，劳务费对创新成果的弹性系数为  $\theta_2$ 。如果存在多个门槛，可以进一步引入更多的  $\tau_1, \tau_2, \dots$ ，原理类似。

$$\begin{cases} \log(Y) |_{K_2 \leq \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_1 \log(K_1) \\ \log(Y) |_{K_2 > \tau} = c + \alpha_2 \log(K_2) + \alpha_3 \log(K_3) + \beta \log(L) + \theta_2 \log(K_1) \end{cases} \quad (6)$$

对于其他研发经费门槛、研发人员门槛，原理类似，这里省略公式。

##### (3) 变量与数据

创新成果借鉴 Grilich<sup>[18]</sup> 的做法用新产品销售收入表示，另外一个原因是，授权发明专利并不是一个好的创新成果指标，存在滞后期较长、代表性不好等问题。研发经费投入中劳务费、仪器与设备费直接来自中国高技术产业统计年鉴，其他研发经费投入等于高技术产业 R&D 经费内部支出减去仪器与设备费、劳务费，研发人员采用研发人员折合全时当量表示。

本文数据来源为中国高技术产业统计年鉴，以 1997—2014 年期间省际面板数据为研究对象，这是因为重庆市 1997 年才有独立的统计数据。西藏地区因为缺失数据较多而将其删除，此外青海、新疆个别数据为 0 或缺失，所以采用赋值为 1 的方式采用了处理，这样共有 30 个省市 18 年的数据，变量的描述统计如表 1 所示。

高技术产业创新投入产出之间理论上存在一定的滞后期，综合均衡后滞后期选择 1 年，这样无论是采用面板数据模型还是面板门槛模型，均选择滞后 1 期进行处理。

表1 变量描述统计

	创新成果 (万元)Y	劳务费 (万元)K <sub>1</sub>	仪器与设备 (万元)K <sub>2</sub>	其他研发经费 (万元)K <sub>3</sub>	研发人员投入 (人年)L
均值	3 757 495.00	87 769.37	38 425.04	142 217.30	8 513.55
极大值	109 000 000.00	3 362 627.00	561 836.00	3 349 965.00	210 298.00
极小值	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
标准差	10 570 103.00	293 764.00	80 239.10	322 890.10	21 237.21
样本量	30×18=540				

表2 变量的平稳性检验

变量名称	Levin lin&Chu 检验	ADF 检验	Breitung 检验	结果
log(Y)	-2.741***	62.129	-5.072***	部分平稳
log(K <sub>1</sub> )	-4.128***	48.128	-2.347***	部分平稳
log(K <sub>2</sub> )	-7.389***	99.493***	-5.275***	平稳
log(K <sub>3</sub> )	0.111	31.774	0.447	不平稳
log(L)	-1.413*	56.465	-3.493***	部分平稳
Δlog(Y)	-20.929***	395.844***	-10.192***	平稳
Δlog(K <sub>1</sub> )	-17.358***	359.064***	-10.872***	平稳
Δlog(K <sub>2</sub> )	-21.984***	385.785***	-10.449***	平稳
Δlog(K <sub>3</sub> )	-19.183***	373.081***	-12.832***	平稳
Δlog(L)	-19.085***	368.598***	-10.167***	平稳

注：\*表示在10%的水平下检验通过；\*\*表示在5%的水平下检验通过；\*\*\*表示在1%的水平下检验通过。

## 4 实证结果

### 4.1 变量的平稳性检验

本文面板数据时间跨度长达17年,为了防止出现伪回归问题和提高研究的稳健性,本文同时采用Levin lin&chu、ADF、Breitung三种方法进行检验,以结果一致为准,结果如表2所示,经过1阶差分后所有变量均平稳。进一步采用panel PP和panel ADF进行协整检验,发现研发投入与产出之间存在协整关系。

### 4.2 研发投入对创新成果的平均弹性

首先进行Hausman检验,其检验值为8.361,其相伴概率为0.079,拒绝原假设,采用固定效应模型进行估计,结果如表3所示。拟合优度 $R^2$ 为0.947,研发人员的回归系数为正,但没有通过统计检验外,其他所有变量均在1%的水平通过了统计检验,为了进行对比分析,本文同时还给出了混合回归与随机效应的估计结果。

表3 面板数据混合回归结果

变量	说明	混合回归	随机效应	固定效应
c	常数项	1.701*** (8.892)	1.731*** (4.989)	3.062*** (11.569)
log(K <sub>1</sub> (-1))	劳务费	0.343*** (5.078)	0.304** (2.573)	0.344*** (4.897)
log(K <sub>2</sub> (-1))	仪器设备	0.204*** (5.361)	0.335*** (5.398)	0.111*** (3.034)
log(K <sub>3</sub> (-1))	其他研发经费	0.584*** (9.539)	0.308*** (3.228)	0.545*** (8.944)
log(L(-1))	研发人员	0.045 (0.999)	0.294*** (3.948)	0.014 (0.265)
Hauseman	Hauseman 检验	8.361*	—	—
R <sup>2</sup>	拟合优度	0.913	0.839	0.947

注：\*表示在10%的水平下检验通过；\*\*表示在5%的水平下检验通过；\*\*\*表示在1%的水平下检验通过。

投入要素中,弹性系数最大的是其他研发经费,为0.545,弹性系数第二的是劳务费,为0.344,弹性系数最低的是仪器设备费,为0.111。劳务费的绩效较好,贡献比较显著,劳务费投入每增加1%,创新成果增加0.344%。

### 4.3 劳务费贡献的创新成果门槛效应

先进行单门槛检验,F检验值为222.613,相伴概率为0.000,拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验,结果F检验值为50.748,相伴概率为0.000,拒绝没有双门槛的原假设。3门槛检验虽然通过但个别阶段数据数量太少,不具有代表性,最终决定采用双门槛模型,结果如表4所示。

创新成果的两个门槛对数值分别为7.459、12.072,将创新成果分为低、中、高3个水平,数据数量分别为32个、164个、344个,三个水平下劳务费的弹性系数均通过了统计检验。对于低水平创新成果而言,劳务费的弹性为-0.403;对于中等水平创新成果而言,劳务费的弹性系数为0.308;对于高水平创新成果而言,劳务费的弹性系数为0.399。随着创新成果增加,劳务费的弹性系数逐步提高,这样

假设 H1 就得到了验证。

低水平创新成果主要是青海、新疆等西部地区，由于高技术产业不够发达，创新尚没有形成集聚，因此劳务费开支水平较低，其弹性系数甚至为负值。

#### 4.4 劳务费贡献的自身门槛效应

先进行单门槛检验， $F$  检验值为 15.108，相伴概率为 0.000，拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验，结果  $F$  检验值为 3.880，相伴概率为 0.038，拒绝没有双门槛的原假设。继续进行 3 门槛检验，检验虽然通过但是没有有一个水平的回归系数通过统计检验，最终采取双门槛模型进行回归，结果如表 5 所示。

创新成果的两个门槛对数值分别为 5.337、7.762，将劳务费投入分为低、中、高 3 个水平，数据数量分别为 34 个、84 个、422 个，以高水平投入为主。对于低水平劳务费投入而言，劳务费的弹性为 -0.049，但是没有通过统计检验；对于中等水平劳务费投入而言，劳务费的弹性系数为 0.188；对于高水平劳务费投入而言，劳务费的弹性系数为 0.234。随着创新成果增加，劳务费的弹性系数逐步提高，这样假设 H2 就得到了验证。

#### 4.5 劳务费贡献的仪器设备费门槛效应

先进行单门槛检验， $F$  检验值为 7.766，相伴概率为 0.013，拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验，结果  $F$  检验值为 3.125，相伴概率为 0.087，拒绝没有双门槛的原假设。继续进行 3 门槛检验， $F$  检验值为 1.272，相伴概率为 0.233，不能拒绝原假设，但是第二阶段数据数量只有 12 个，不具有代表性。最终决定采用双门槛模型，结果如表 6 所示。

仪器设备费的两个门槛对数值分别为 5.177、8.432，将仪器设备费投入分为低、中、高 3 个水平，

表 4 劳务费的创新成果门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	0.022 (0.477)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.527*** (7.763)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	-0.050 (-0.799)	—
$\log(K_1(-1))$	$\log(Y) \leq 7.459$	-0.403*** (-4.395)	32
$\log(K_1(-1))$	$7.459 < \log(Y) \leq 12.072$	0.308*** (3.559)	164
$\log(K_1(-1))$	$\log(Y) > 12.072$	0.399*** (4.709)	344

注：\* 表示在 10% 的水平下检验通过；\*\* 表示在 5% 的水平下检验通过；\*\*\* 表示在 1% 的水平下检验通过。

数据数量分别为 34 个、160 个、346 个，低水平仪器设备费下劳务费的弹性系数没有通过了统计检验，中、高水平仪器设备费下通过了统计检验。对于低水平仪器设备费而言，弹性系数为 0.099，但没有通过统计检验；中等水平仪器设备费投入劳务费的弹性系数为 0.255；高水平仪器设备费投入劳务费的弹性系数为 0.287。随着仪器设备费投入的增加，劳务费的弹性系数也逐步提高，所以假设 H3 得到了部分验证。

低水平仪器设备费投入主要也是西部欠发达地区，由于研发力量不够，对仪器设备的利用不足，劳务费开支较少，所以对创新的贡献并不显著。

#### 4.6 劳务费贡献的其他研发经费门槛效应

先进行单门槛检验， $F$  检验值为 16.645，相伴概率为 0.000，拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验，结果  $F$  检验值为 4.245，相伴概率为

表 5 劳务费的自身门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	0.095* (1.681)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.675*** (4.407)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	0.040 (0.342)	—
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_1) \leq 5.337$	-0.049 (-0.211)	34
$\log(K_1(-1))$	$5.337 < \log(K_1) \leq 7.762$	0.188* (1.706)	84
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_1) > 7.762$	0.234** (2.241)	422

注：\* 表示在 10% 的水平下检验通过；\*\* 表示在 5% 的水平下检验通过；\*\*\* 表示在 1% 的水平下检验通过。

表 6 劳务费的仪器设备费门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	-0.007 (-0.093)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.680*** (8.085)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	0.121 (1.575)	—
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_2) \leq 5.177$	0.099 (0.882)	34
$\log(K_1(-1))$	$5.177 < \log(K_2) \leq 8.432$	0.255** (2.362)	160
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_2) > 8.432$	0.287*** (2.707)	346

注：\* 表示在 10% 的水平下检验通过；\*\* 表示在 5% 的水平下检验通过；\*\*\* 表示在 1% 的水平下检验通过。

0.046,拒绝没有双门槛的原假设。继续进行3门槛检验, $F$ 检验值为6.012,相伴概率为0.026,但是第二阶段数据数量只有11个,不具有代表性,最终决定采用双门槛模型,结果如表7所示。

其他研发经费的两个门槛对数值分别为6.372、7.541,将其他研发经费投入分为低、中、高3个水平,数据数量分别为35个、30个、475个,以高水平研发投入为主,中、高水平下劳务费的弹性系数均通过了统计检验。对于低水平其他研发经费投入而言,劳务费的弹性为0.070,但没有通过统计检验,也就是说劳务费与创新成果无关;对于中等水平其他研发经费投入而言,劳务费的弹性系数为0.291;对于高水平其他研发经费投入而言,劳务费的弹性系数为0.363,这样假设H4就得到了验证。

低水平其他研发经费投入数据主要来自西部地区,由于高技术产业不够发达,研发投入不足,相应地劳务费投入也不足,所以对创新的贡献并不显著。

#### 4.7 劳务费贡献的研发人员投入门槛效应

先进行单门槛检验, $F$ 检验值为12.354,相伴概率为0.000,拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验,结果 $F$ 检验值为3.372,相伴概率为0.058,拒绝没有双门槛的原假设。但是双门槛回归结果中,中等水平研发人员的数据数量只有14个,不具有代表性。最终决定采用单门槛模型,结果如表8所示。

研发人员的门槛对数值为3.638,将研发人员投入分为低、高2大类,数据数量分别为38和502个,以高水平研发人员投入为主。低研发人员水平下劳务费的弹性系数没有通过统计检验,高水平研发人员下通过了统计检验。对于低水平研发人员投

表7 劳务费的其他研发经费门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	0.080 (1.416)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.565*** (6.536)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	0.037 (0.469)	—
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_3) \leq 6.372$	0.070 (0.646)	35
$\log(K_1(-1))$	$6.372 < \log(K_3) \leq 7.541$	0.291*** (2.665)	30
$\log(K_1(-1))$	$\log(K_3) > 7.541$	0.363*** (3.394)	475

注:\*表示在10%的水平下检验通过;\*\*表示在5%的水平下检验通过;\*\*\*表示在1%的水平下检验通过。

入而言,劳务费与创新成果无关,弹性系数为0.079,但没有通过统计检验;高水平研发人员投入劳务费的弹性系数为0.271,所以假设H5得到了验证。

低水平研发人员投入主要也是西部欠发达地区,由于研发力量较弱,依靠外部研发人员只能作为必要的补充,所以劳务费与创新成果无关。

#### 4.8 劳务费贡献的时间门槛效应

先进行单门槛检验, $F$ 检验值为6.173,相伴概率为0.012,拒绝没有单门槛的原假设。继续进行双门槛检验,结果 $F$ 检验值为0.933,相伴概率为0.335,不能拒绝没有双门槛的原假设。所以采用单门槛模型进行回归,结果如表9所示。

时间门槛值为2008年,分为两个阶段,数据数量分别为360个、180个。在2008年之前,劳务费的弹性为0.161,但没有通过统计检验,即劳务费与创新成果无关;2008年以后,劳务费的弹性系数为0.192,这样假设H6就得到了验证。

随着我国高技术产业发展,国家科技管理体制和企业科技管理水平的提高,劳务费的绩效也越来越显著。

表8 劳务费的研发人员门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	0.126 (2.248)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.700*** (8.346)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	-0.012 (-0.139)	—
$\log(K_1(-1))$	$\log(L) \leq 3.638$	0.079 (0.389)	38
$\log(K_1(-1))$	$\log(L) > 3.638$	0.271*** (2.596)	502

注:\*表示在10%的水平下检验通过;\*\*表示在5%的水平下检验通过;\*\*\*表示在1%的水平下检验通过。

表9 劳务费的其他研发经费门槛

变量	说明	回归结果	数据数量
$\log(K_2(-1))$	仪器设备费	0.176*** (2.955)	—
$\log(K_3(-1))$	其他研发经费	0.639*** (7.486)	—
$\log(L(-1))$	研发人员	0.078 (1.076)	—
$\log(K_1(-1))$	Time $\leq 2008$	0.161 (1.492)	360
$\log(K_1(-1))$	Time $> 2008$	0.192* (1.821)	180

注:\*表示在10%的水平下检验通过;\*\*表示在5%的水平下检验通过;\*\*\*表示在1%的水平下检验通过。

## 5 研究结论

### 5.1 高技术产业科研劳务费绩效良好

研究表明,劳务费的平均弹性水平总体较高,仅次于包括材料费、测试化验加工费、燃料动力费、会议费、差旅费、国际合作与交流费、出版/文献/信息传播/知识产权事务费等的其他研发经费投入,但高于仪器设备费。劳务费作为弥补科技人力资源不足的必要补充,能够调动相关人员积极性,推进高技术企业与高等院校、科研院所进行协同创新,对高技术产业创新驱动发展具有重要作用。

### 5.2 低创新规模下劳务费的贡献不显著

劳务费要发挥作用,必须保证一定的创新规模。研究表明,在低水平研发投入和创新成果下,劳务费对创新成果的贡献并不显著,这是因为高技术产业研发必须依靠自身的力量,支出劳务费用于弥补人力资源不足只能作为必要的补充。企业自身研发力量不足意味自主创新能力不足,此时采用外部人力资源是不可能取得较好效果的。只有当企业创新具备一定规模后,劳务费才能发挥应有的作用。

低创新规模地区主要在西部经济欠发达地区,研究表明,这些地区高技术企业劳务费绩效偏低,难以给创新带来足够的贡献,一方面是企业研发规模和研发能力较低的客观情况,另一方面与劳务费支出的管理也有关系,需要加以改进。

### 5.3 我国劳务费的绩效随着时间推延不断提高

改革开放以来,我国高技术产业发展经历了从引进模仿为主,到消化吸收再到自主创新的发展阶段,在前两个阶段,由于创新能力不强,劳务费对创新的作用并不明显,但是到了自主创新阶段,劳务费的重要性必然日渐显著。此外,随着市场经济的发展,以及我国创新驱动发展战略的实施,加上国家和企业科研经费管理水平的不断改善,所以随着时间的推移,劳务费的绩效是不断提高的。

## 参 考 文 献

[1] Bloch C, Sørensen MP. The size of research funding: Trends and implications. *Science and Public Policy*, 2014, 42(1): 30-43.

[2] Gulbrandsen M, Smeby JC. Industry funding and university professors' research performance. *Research policy*, 2005, 34(6): 932-950.

[3] Musico A, Quaglione D, Vallanti G. Does government funding complement or substitute private research funding to universities? *Research Policy*, 2013, 42(1): 63-75.

[4] Abbott M, Doucouliagos C. The efficiency of Australian universities: a data envelopment analysis. *Economics of Education Review*, 2003, 22(1): 89-97.

[5] Johnes J. Data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education. *Economics of Education Review*, 2006 25(3): 273-288.

[6] Worthington AC, Lee BL. Efficiency, technology and productivity change in Australian universities, 1998-2003. *Economics of Education Review*, 2005, 27(3): 285-298.

[7] Geuna A, Martin BR. University Research Evaluation Funding: an international comparison. *Minerva*, 2003, 41(4): 277-304.

[8] Cherchye L, Abeele PV. On research efficiency: a micro analysis of Dutch university research in economics and business management. *Research policy*, 2005, 34(4): 495-516.

[9] 马京伟,王鹏. 中国高校科研经费投入对产出的门槛效应. *科技管理研究*, 2015, 35(23): 91-95.

[10] 陶元磊,李强. 高校科研经费配置结构与科研绩效的门槛效应. *技术经济*, 2016, 35(2): 42-48.

[11] 廖雯珊,周芝萍. 高校科研经费管理机制:问题、成因与对策. *江西师范大学学报:哲学社会科学版*, 2016, 49(2): 169-173.

[12] 付晔,杨军. 论高校科研经费使用问题产生的根源与治理. *研究与发展管理*, 2014, 4: 116-121.

[13] 徐孝民. 高校科研项目人力资本投入补偿的思考—基于科研经费开支范围的视角. *中国软科学*, 2009, 12: 32-38.

[14] 李燕萍,吴绍棠,部斐,等. 改革开放以来我国科研经费管理政策的变迁,评介与走向—基于政策文本的内容分析. *科学学研究*, 2009, 27(10): 1441-1447.

[15] Griliches Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The bell Journal of Economics*, 1979(1): 92-116.

[16] Jaffe AB. Real effects of academic research. *The American Economic Review*, 1989(5): 957-970.

[17] Hansen BE. Threshold Effects in Non-dynamic Panels: Estimation, Testing and Inference. *Journal of Econometrics*, 1999(93): 345-368.

[18] Griliches Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of economic literature*, 1990, 28(12): 1661-1707.

## Threshold effect of scientific research service fee to innovation contribution: Taking the high tech industry as an example

Yu Liping<sup>1</sup> Song Xiayun<sup>2</sup> Cai Shaohong<sup>3</sup>

(1. School of Management engineering and Electronic Business, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018;

2. School of Accounting, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou 310018;

3. Research Center of Green Development Strategy, Guizhou University of Finance and Economic, Guiyang 550025))

**Abstract** In order to study acting features and interaction of scientific research service fee, This article adopts, taking the high tech industry as an example, panel data model and panel threshold regression model to estimate average elasticity of scientific research service fee, and comprehensively estimate threshold effect of scientific research service fee, innovation outcome, instruments, other research fee, researcher and time. The research results indicate that scientific research service fee performance of high tech industry is better, and elasticity factor is significant; Contribution of service charge under small innovation scale is not significant, the performance of service charge under massive innovation scale is significant; As the elapse of time, the performance of service charge is constantly increased in our country.

**Key words** scientific research service fee; high tech industry; panel threshold regression model; performance

· 资料信息 ·

## 《中国科学基金》征稿简则

《中国科学基金》(双月刊)创刊于1987年,由国家自然科学基金委员会主管、主办,旨在成为国家自然科学基金委员会联系广大科学基金项目申请者、承担者、评审者和管理者的桥梁与纽带。

本刊已被CSCI、CSSCI等国内各主要检索系统及日本《科学技术文献速报》等国外部分重要检索系统收录。

本刊常设栏目简介:

**研究进展:**刊登有关学科的具有战略性、全局性、前瞻性的综述性和评论性文章,以促进学科间的了解、交叉与融合。

**成果快报:**报道和选登重要的、有影响的、具有代表性的科学基金资助项目的研究进展以及优秀人才和优秀群体介绍。

**管理纵横:**报道国家自然科学基金委员会制定的各种重要的政策、规定和文件通告等;探讨和交流基金申请、评审、管理等方面的经验或体会。

**科学论坛:**围绕科技界普遍关注的热点与焦点问题,如研究评价、同行评议、学术道德等,各抒己见,展开讨论。

《中国科学基金》不收取版面费,稿件一经采用,根据规定酌付稿酬,并寄送样刊2本。

文章请勿一稿两投,本刊自收到稿件之日起,1个月内将处理结果通知作者,如逾期未予答复,作者有权另行处理,但需及时通知本编辑部。

编辑部地址:北京市海淀区双清路83号(邮编:100085)

期刊网址: <http://pub.nsf.gov.cn/sficc/ch/currentissue.aspx>

投稿网址: <http://zkj.cbpt.cnki.net/WKD/WebPublication/index.aspx?mid=zkj>

电子邮箱: [weikan@nsf.gov.cn](mailto:weikan@nsf.gov.cn); [progress@nsf.gov.cn](mailto:progress@nsf.gov.cn)

联系电话:010-62326880, 62326893