

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2017.03.008

# 产学研合作对中国技术创新效率的影响

——基于2000—2014年省际面板数据的随机前沿分析

宋来胜, 苏楠

(湖北经济学院 经济与环境资源学院, 武汉 430205)

**摘要:** 产学研合作是被称为技术创新三大主体的企业、高等院校和科研机构, 为了实现科技成果转化、发挥各自的优势, 提供资源而进行的一项 R&D 活动。利用 2000—2014 年省际面板数据, 采用随机前沿分析方法, 研究产学研合作对我国技术创新效率的影响发现: 产学研合作对高产学研合作地区技术创新效率在 10% 水平上存在显著的正向作用, 对全国整体和低产学研合作地区技术创新效率存在不显著正向作用, 这与我国企业对学研机构 R&D 支出总额小, 且产学研合作存在许多阻碍因素, 高、低产学研合作地区企业 R&D 能力强弱、R&D 经费多寡和政府支持力度大小有关。针对性地提出了一些改善产学研合作、促使技术创新活动尽可能接近前沿面的对策建议。

**关键词:** 产学研合作; 技术创新效率; 随机前沿分析

**中图分类号:** F124.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-626X(2017)03-0060-07

## 一、引言及文献综述

自《国富论》出版以来, 学者们一直在探索什么是促进经济增长的根本动力。Cass 和 Koopmans 将家庭跨时消费理论引入到 Solow 和 Swann 模型分析后提出, 技术创新和技术进步是推动经济增长的最终源动力<sup>[1-4]</sup>。OECD 在 1988 年《科技政策摘要》中提出, 技术创新是技术进步的核心要素。傅家骥进而指出, 技术创新效应的持续发挥是经济高质量增长的源泉<sup>[5]</sup>。然而, 无论是地区层面还是产业层面, 技术创新活动都存在“高投入、高产出、低效率”的“效率悖论”。为了解决科技创新悖论, 诸多学者从不同视角提出了一些方法。例如, Chesbrough 针对封闭式创新极易导致“硅谷悖论”的弊端提出开放式创新模式, 在开放式创新情境下, 企业可以从外部获取有价值的创意和商业化路径, 通过整合外部和内部的创新资源, 降低市场以及技术的不确定性, 提升技术创新绩效<sup>[6]</sup>。

党的十八大提出创新驱动发展战略, 这意味着我国把科技创新定位为国家发展的核心。产学研合作是创新驱动发展战略的一个重要组成部分, 直接影响战略实施效果。产学研合作是被称为技术创新三大主体的企业、高等院校和科研机构, 为了实现科技成果转化、发挥各自的优势, 提供资源而进行的一项 R&D 活动。它是解决科技和经济“两张皮”问题, 国家全面发展主导产业和战略性新兴产业的关键。

在企业参与产学研合作方面, 一些学者提出, 企业参与产学研合作可以获取高校和科研机构的人力、技术、教育和设备资源, 降低交易成本, 获取知识溢出和研发规模经济效应, 降低 R&D 成本和风险, 构建创新支撑网络, 通过组织学习获取新知识, 缩短与高校和科研机构的技术差距, 提高技术创新能力<sup>[7-12]</sup>。另外, Asheim 和 Coenen、Moodysson 等指出, IT 等知识分析型行业以科学知识创新为主, 产学研合作是它们获取领域前沿知识的主渠道, 电子和制造等知识

收稿日期: 2017-03-01

作者简介: 宋来胜(1979-), 男, 湖北武汉人, 湖北经济学院讲师, 主要从事区域经济研究; 苏楠(1974-), 男, 湖北武汉人, 湖北经济学院讲师, 经济学博士, 主要从事国际经济研究。

合成型行业注重于整合现有知识,它们往往选择与客户和供应商进行合作<sup>[13-14]</sup>。Eom 和 Lee 指出,在知识产权制度完善的行业,企业占有创新成果创造的利润多,企业参与产学研合作的倾向明显<sup>[15]</sup>。Capron 和 Cincera 指出,政府的扶持往往会驱使企业与公共研究机构、高校和科研机构开展 R&D 合作<sup>[16]</sup>。

在学研机构参与产学研合作方面,Grant、Peters 和 Fuschfeld 提出,学研机构参与产学研合作可以筹措科研经费、获取市场信息、提高科研效率、增加科研成果、成立新产品公司、增添学生社会实践与就业机会<sup>[17-18]</sup>。但是,也有部分学者对学研机构参与产学研合作表示担忧,Crespo 和 Dridi 指出,学研机构应该以知识研究为导向,寻求高层次研究成果,如果过分注重行业具体问题,投身于短期企业咨询和 R&D 活动,往往会束缚学术自由,导致工作智力下降、教学时间减少、资源与精力分散进而削弱创造潜力<sup>[19]</sup>。Schartinger 等指出,学院规模和其参与产学研合作的频率存在正 U 型关系,即规模小和规模大的学院和企业 R&D 合作比较密切,而规模中等的学院和企业联系较少,这是因为规模小的学院渴望通过与企业 R&D 合作来增加资金收入和市场资源,因而与企业合作倾向明显;规模大的学院资源丰富,对企业有较大的吸引力<sup>[20]</sup>。Bercovitz 和 Feldman 认为,先前与企业有过合作经历的大学研究人员在合作创新的广度与频率上均超过缺乏这种经历的大学研究人员,并且,研究人员在企业知识转移过程中掌握的经验、技能和社会资本会产生路径依赖,促使他们继续沿袭以前的活动模式<sup>[21]</sup>。D'Este 和 Patel 发现,学术地位对研究人员产学研合作倾向有显著性影响,而科研经费对研究人员产学研合作倾向没有显著性影响。这是因为,学术地位高的大学研究人员可以借助他们的声望提升知识商业化成功的几率;另外,他们拥有丰富的研究资源,从而不存在对企业资助的依赖性<sup>[22]</sup>。

在产学研合作渠道方面,一些学者提出,产学研合作渠道包括:专利、许可、衍生企业、发表论文与报告、劳动力流动、特定的组织活动、非正式交流及咨询、出版物和会议等<sup>[23-24]</sup>。

在产学研合作对企业影响方面,Georgea 等认为,在产学研合作过程中,企业慢慢掌握了科技创新与专利活动的关联知识,使得以后类似业务完成得更加快捷、高效,促使申请的专利数量增加<sup>[25]</sup>。

Löf 和 Heshmati 指出,企业新产品销售收入比重和产学研合作紧密程度正向相关,因为,产学研合作可以节省企业 R&D 资金,增加企业内部知识存量,使得企业有更多资金用于项目或新产品研发<sup>[26]</sup>。Faems 等指出,R&D 导向型合作有利于利用与整合现有资源,改善现有技术;探索导向型合作通过隐性知识交流和启发式学习,有利于新产品的创新和新技术的研发<sup>[27]</sup>。

在产学研合作创新效率和影响因素方面,庄涛等指出,我国高技术产业的产学研合作创新效率不高,且呈现缓慢增长态势,其中,计算机产业产学研合作创新效率比较高,航空航天产业产学研合作创新效率相对较低;大学参与程度、官产学合作密切程度、企业对技术的吸收能力对产学研合作创新效率有促进作用;政府研发投入对纯技术效率和综合效率存在抑制作用,对规模效率有促进作用<sup>[28]</sup>。张焯、孙跃提出,我国产学研合作创新效率呈现区域差异与周期性波动特征,其中,东部地区产学研合作创新效率最高,西部最低,中部居中,且中西部地区低于全国平均水平;三大地区和全国的波动趋势基本一致。在产学研合作创新效率影响因素方面,东部地区受经济发展水平、市场化程度和政府支持力度影响,中部地区受市场化程度、经济发展水平、企业科研情况和对外开放度的影响,西部地区受人口素质和市场化程度的影响,全国受经济发展水平、人口素质、对外开放度和市场化程度的影响<sup>[29]</sup>。姜彤彤采用 DEA 模型对我国产学研合作创新效率进行估算后指出,从效率值来看,纯技术效率低于规模效率,且三大效率值逐年缓慢上升;从省际来看,在多数年份中西部地区产学研合作创新效率低于东部地区<sup>[30]</sup>。肖丁丁、朱桂龙采用随机前沿模型对广东省产学研合作创新效率进行分析后发现,广东省产学研合作创新效率偏低且处于稳步提升的态势,政府资助、外部技术依赖和企业家精神对合作效率有正向影响,其中,政府资助对合作效率的积极影响具有长效性,合作模式和出口导向对合作效率有负向影响,行业属性对合作效率没有显著性影响<sup>[31]</sup>。陈光华等利用 DEA-Tobit 两步法对广东省产学研合作创新效率进行分析后发现,产学研合作创新效率总体偏低,纯技术效率偏低是主因;政府 R&D 资助和外部知识获取对合作效率有促进作用,而企业吸收能力对合作效率的影响不显著<sup>[32]</sup>。

综上所述,学者们从多个视角比较全面地研究了产学研合作,然而从产学研合作对我国技术创新效率影响的视角进行实证分析的文献却比较缺乏,因此,本文采用随机前沿分析方法,利用2000—2014年省际面板数据(由于2015年数据与2014年相比变动较小,为方便测算,本文数据引用至2014年),就产学研合作对我国技术创新效率的影响进行实证研究,以期能提出一些改善产学研合作、促使技术创新活动尽可能接近前沿面的对策建议。

## 二、模型的建立及数据说明

### (一)建立计量模型

本文重点分析产学研合作对我国技术创新效率的影响。研究采用利用面板数据、基于参数分析的随机前沿生产函数,因为它能够将随机误差项和非效率项分离开来<sup>[33]</sup>。这个参数方法的出发点是估计随机生产前沿,即:

$$Y_{it} = \exp(x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}) \quad (1)$$

式(1)中, $Y_{it}$ 是*i*地区*t*时期产出; $x_{it}$ 是*i*地区*t*时期投入量向量; $\beta$ 是待估计的未知参数; $u_{it}$ 是一个服从 $N(0, \sigma_u^2)$ 分布,截断点为零,与生产技术非效率有关的非负、独立随机变量; $v_{it}$ 是一个与 $u_{it}$ 独立的随机变量, $v_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ 。

在随机前沿模型(1)中,技术非效率效应 $u_{it}$ 为:

$$u_{it} = z_{it}\delta + w_{it} \quad (2)$$

式(2)中,随机变量 $w_{it}$ 服从均值为0,方差为 $\sigma^2$ ,截断点为 $-z_{it}\delta$ 的截断正态分布, $w_{it} > -z_{it}\delta$ 。这些假设与 $u_{it}$ 服从 $N(-z_{it}\delta, \sigma_u^2)$ 的非负截断分布是一致的。 $z_{it}$ 是与技术非效率相关的多个解释变量向量。 $\delta$ 是未知参数向量。

随机前沿估计需要一个特定的生产函数形式。实际上,我们可以找到一些不同的生产前沿函数形式,例如,利用柯布—道格拉斯函数形式估计的随机前沿生产函数。然而,许多研究表明,底层技术是灵活的,Karlaftis和Tsamboulas、Jarbouli等提出了更灵活且被广泛使用的超对数公式,并指出,超对数生产函数形式优于Cobb-Douglas的形式,用数据显示函数的实际曲线,不需要满足恒生产弹性或者投入替代弹性的假设<sup>[34-37]</sup>。因此,我们采用随机前沿模型和一个超对数生产函数形式表示,即:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln K_{it} + \alpha_2 \ln L_{it} + \alpha_3 \ln(K_{it})^2 + \alpha_4 \ln(L_{it})^2 + \alpha_5 \ln K_{it} \ln L_{it} + v_{it} - u_{it} \quad (3)$$

其中, $Y_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的创新产出, $K_{it}$ 为*i*

省(市、区)*t*期的研发资本投入, $L_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的研发人员投入。

与式(2)中技术非效率有关的随机变量的经验表述为:

$$u_{it} = \beta_1 \text{Size}_{it} + \beta_2 \text{Comp}_{it} + \beta_3 \text{Perf}_{it} + \beta_4 \text{State}_{it} + \beta_5 \text{Mult}_{it} + \beta_6 \text{Univ}_{it} + \beta_7 \text{Indus}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, $\text{Size}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的企业规模, $\text{Comp}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的竞争程度, $\text{Perf}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的企业经营绩效, $\text{State}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的所有制结构, $\text{Mult}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的本土企业与跨国公司合作创新, $\text{Univ}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的产学研合作, $\text{Indus}_{it}$ 为*i*省(市、区)*t*期的本土企业间研发合作。

### (二)变量说明及数据来源

创新产出变量选择省(市、区)工业企业新产品销售收入来衡量。研发资本投入选择采用永续盘存法折算出来的省(市、区)R&D经费内部支出研发资本存量来衡量(折旧率为10%)。研发人员投入选择省(市、区)研究与试验发展全时人员当量来衡量。

技术非效率因素包括企业规模、竞争程度、企业经营绩效、所有制结构、本土企业与跨国公司合作创新、产学研合作、本土企业间研发合作等7个效率因子。其中,企业规模变量选择省(市、区)大中型工业企业工业总产值除以该地区大中型工业企业数量来衡量;竞争程度指标选择省(市、区)大中型工业企业总产值占规模以上工业企业总产值的比重来衡量;企业经营绩效选择省(市、区)大中型工业企业的成本费用利润率来衡量;所有制结构指标选择省(市、区)国有控股企业工业总产值占地区规模以上工业企业总产值比重来衡量;本土企业与跨国公司合作创新选择省(市、区)选择R&D经费外部支出中对境外R&D支出总额来衡量;产学研合作选择省(市、区)选择R&D经费外部支出中对高校和科研机构R&D支出总额来衡量;本土企业间研发合作选择省(市、区)选择R&D经费外部支出中对其他企业支出R&D支出总额来衡量。

本文31个省(市、区)的面板数据来源于2001—2015年的《中国统计年鉴》、《中国科技统计年鉴》、《工业企业科技活动统计资料》和《中国工业经济统计年鉴》。

为了分析产学研合作对技术创新效率影响的地区性差异,选用产学研合作数据,运用系统聚类

法对 31 个省(市、区)进行分组,我们确定了两个地区组群。第一类地区为低产学研合作地区,包括四川、西藏、陕西、黑龙江、海南、云南、甘肃、青海、辽宁、江西、湖北、广西、贵州、宁夏、新疆、河北、山西、内蒙古、福建、河南、湖南、重庆、吉林、上海和天津;第二类地区为高产产学研合作地区,包括浙江、山东、北京、安徽、江苏和广东,具体见表 1。

表 1 两类区域的地理分布

地区组群	省(市、区)
低产学研合作地区	四川、西藏、陕西、黑龙江、海南、云南、甘肃、青海、辽宁、江西、湖北、广西、贵州、宁夏、新疆、河北、山西、内蒙古、福建、河南、湖南、重庆、吉林、上海和天津
高产产学研合作地区	浙江、山东、北京、安徽、江苏和广东

### 三、实证结果及数据分析

从表 2 可以看出,全国整体产学研合作的估计系数为-0.0893,t 值为-1.0043,这说明产学研合作对全国整体技术创新效率存在不显著正向作用。

从理论上讲,企业拥有技术、管理水平、品牌和市场洞察力等核心能力,可以引导高校与科研机构的知识成果适应市场需求;高校与科研机构拥有丰富基础资源,能够为企业科技创新提供技术支撑;产学研互补性创新资源的汇聚和融合能够发挥集成优势和协同效应,充分释放创新要素活力,提高科技创新效率和速度,拓宽高校科学研究视野,提升高校办学水平,促进科研机构成果转化,通过知识共享和知识创造的“知识螺旋”使企业获取知识优势、技术优势和竞争优势。

实证分析结果与理论分析结果存在很大差异,一个重要的原因是我国企业对学研机构 R&D 支出总额小。据统计,2014 年我国企业 R&D 经费支出达 9254.30 亿元,其中企业对学研机构 R&D 支出为 198.21 亿元,占比仅为 2.08%。

除此之外,我国产学研合作还存在许多阻碍因素。1)产学研信息不对称。企业和学研机构之间缺乏畅通的信息获取平台,因此,企业一般是在政府推动下和学研机构开展合作创新活动,事前极少有机会和高校、科研机构沟通交流,这可能导致学研机构所提供的合作产品或项目无法与企业的项目需求进行有效对接。并且,政府有时过度干预,影响了产学研三方的自主决策。2)产学研合作动力不足。第一,学研机构“重研究、重论文、重成果,轻发

明、轻技术、轻转化”思想观念根深蒂固。第二,中小企业很难获得金融贷款和融资支持。第三,政府支持力度有限,且缺乏连续性。第四,产学研分配机制不健全。第五,科技中介服务体系还处于起步阶段。3)产学研合作缺乏长效机制。如果学研机构缺乏好的产品或项目,产学研就不会形成长久、稳定的合作,一旦企业完全掌握关键技术,在我国缺乏知识产权保护的情境下,企业就会选择甩开学研机构自己单独干,从而影响产学研合作联盟的存续。

从分组回归结果来看,低产学研合作地区产学研合作的估计系数为-0.3163,t 值为-1.5026,高产产学研合作地区这一估计系数为-0.0536,t 值为-1.9091,这说明产学研合作对高产产学研合作地区技术创新效率存在在 10%水平上显著的正向作用,对低产学研合作地区技术创新效率存在不显著正向作用。

产学研合作对技术创新效率产生区域差异性影响,这是因为,高产产学研合作地区,企业自主研发能力较强,R&D 经费比较充足,在政府支持下开展了较多产学研合作创新活动,而低产学研合作地区,企业 R&D 能力薄弱,R&D 经费短缺,政府支持力度较小,不愿且无力开展产学研合作创新活动。

### 四、结论及对策建议

本文采用随机前沿分析方法,利用 2000—2014 年省际面板数据,就产学研合作对我国技术创新效率的影响进行实证研究,得出以下结论:产学研合作对高产产学研合作地区的创新效率在 10%水平上存在显著的正向作用,而对全国整体和低产学研合作地区的创新效率存在不显著正向作用,这与我国企业对学研机构 R&D 支出总额小,且产学研合作存在许多阻碍因素,高、低产学研合作地区企业 R&D 能力强弱、R&D 经费多寡和政府支持力度有关。

为了改善产学研合作,促使技术创新活动尽可能接近前沿面,本文提出以下对策建议。

第一,充分发挥政府职能。建议政府设立产学研合作专项基金,确保基金投入连续性,并通过阶段性补助、后补助、科技奖励等方式丰富产学研经费补助形式;制定税收优惠、贴息贷款、政府采购、立项奖励和人才支持等政策,激励企业增加 R&D 投入,柔性引进国外研发人才及联合学研机构开展创新活动,鼓励银行、风险投资机构、担保机构、科技保险公司参与产学研合作,满足中小企业 R&D 融资需求;加强知识产权法律制度建设,加大对违

表2 产学研合作对我国技术创新效率影响的随机前沿分析结果

变量	全国整体	高产产学研合作地区	低产学研合作地区
logY			
Function 1			
常数项	4.0800 (8.0200)***	8.0200 (7.7500)***	3.5100 (6.7000)***
logK	7523.7491 (8408.8250)***	10887.6410 (12157.0830)***	7092.4793 (7926.1999)***
logL	3995.4808 (4465.5981)***	25246.7010 (27752.3450)***	786.9721 (879.4223)***
logK*logL	-0.0436 (-2.4333)**	0.0992 (1.3905)	-0.0455 (-1.3866)
log(K*K)	-3761.6277 (-8362.9540)***	-5443.9649 (-11929.0000)***	-3545.9316 (-7868.4597)***
log(L*L)	-1997.3876 (-4442.4618)***	-12623.1800 (-22658.4850)***	-393.2259 (-872.0979)***
Function 2			
Size	-0.0464 (-1.1765)	0.1003 (2.8492)***	-0.0935 (-1.9696)*
Comp	0.8061 (1.6595)*	0.5662 (0.8235)	0.0343 (0.0472)
Perf	0.0527 (3.4827)***	0.1239 (1.7680)*	0.0623 (3.5283)***
State	2.1645 (3.8461)***	0.5305 (0.4890)	2.9636 (4.7612)***
Mult	-0.1618 (-4.8977)***	-0.0993 (-2.0258)**	-0.1482 (-4.6273)***
Univ	-0.0893 (-1.0043)	-0.0536 (-1.9091)*	-0.3163 (-1.5026)
Indus	-0.1756 (-2.2861)**	-0.0214 (-0.6860)	-0.1715 (-2.0193)**
Sigma-squared	1.1259 (6.7343)***	0.4129 (5.7864)***	1.3908 (4.6668)***
Gamma	0.7519 (12.4985)***	0.3603 (3.0686)***	0.7878 (14.8504)***
Log 值	-550.24388***	-178.62234***	-455.72227***
LR 检验	109.93693***	127.82399***	179.00133***

注:括号内为t统计值,\*,\*\*,\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平上显著。

反知识产权法律行为的惩处力度,提高侵权成本;调整学研机构职称评定政策和业绩评价体系,鼓励学研机构注重科研成果学术价值、经济价值、应用价值和社会价值,树立“重发明、重技术、重转化”的思想观念,建立产学研合作项目和人员奖励机制,鼓励学研机构科研人员参与产学研合作项目;完善产学研合作信息网,定期分别向企业和学研机构征集技术难题和科技成果,促成产学研三方沟通、交流、互动。与此同时,建议政府让位于市场,确立企

业在产学研合作中的主体地位,发挥市场自身的适应性以及其对于产学研合作的促进作用。

第二,加强科技中介服务体系的建设。建议加强科技中介服务机构建设,培育、发展技术要素市场,完善科技成果评估机构,发展孵化器、科技信息中心、评估咨询机构,以及与技术、经济和法律有关的咨询服务机构;积极培养科技中介人才,并通过科技中介机构和从业人员资质认证等手段提高科技中介机构的专业化水平和服务质量。

第三, 构建产学研合作长效机制。建议企业、高等院校和科研机构围绕知识产权各个环节, 明确产学研合作各方责权利, 保障各方利益, 并通过科技成果折股、科研人员持股、股权激励、收益分成等方式完善利益分配机制, 切实形成利益共享、风险共担、长期携手合作的机制; 完善产学研合作资源共享、整合和学习机制, 实现科学研究和科技创新的高效融合; 建议科研机构强化对新兴学科、交叉学科专业人才的培养力度, 与企业共建 R&D 机构或实验室, 增加技术供给, 联合培养拥有专业知识与技能、产学研合作复合型科技人才和领军人才。

#### 参考文献:

- [1] Cass, David. Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation[J]. *The Review of Economic Studies*, 1965, (3): 233-240.
- [2] Koopmans, Tjalling C. On the Concept of Optimal Economic Growth, in the Econometric Approach to Development Planning[M]. Amsterdam: North-Holland, 1965: 195-225.
- [3] Solow R M. A Contribution to the Theory of Economic Growth[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1956, (1): 86.
- [4] Swan T. Economic Growth and Capital Accumulation[J]. *Economic Record*, 1956, (32): 344-361.
- [5] 傅家骥. 技术创新学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1998: 76-83.
- [6] Chesbrough H W. Open Innovation, the New Imperative for Creating and Profiting from Technology[M]. Boston: Harvard Business School Press, 2003: 42-55.
- [7] Atlan T. Bring together Industry and University Engineering Schools[C]//Getting More out of R&D and Technology, the Conference Board, Research Report, 1987: 904.
- [8] Lee J, Win H N. Technology Transfer between University Research Centers and Industry in Singapore [J]. *Technovation*, 2004, (5): 433-442.
- [9] Mowery D C. The Changing Structure of the US National Innovation System: Implications for International Conflict and Cooperation in R&D Policy[J]. *Research Policy*, 1998, (6): 639-654.
- [10] Burt B A. The Changing Patterns of Systemic Fluoride Intake [J]. *Journal of Dental Research*, 1992, (5): 1228-1237.
- [11] Cohen W M, Levinthal D A. Absorptive Capacity: a New Perspective on Learning and Innovation[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990, (1): 128-152.
- [12] Teece D J, Pisano G, Shuen A. Dynamic Capabilities and Strategic Management [J]. *Strategic Management Journal*, 1997, (7): 509-533.
- [13] Asheim B T, Coenen L. Knowledge Bases and Regional Innovation Systems: Comparing Nordic Clusters [J]. *Research Policy*, 2005, (8): 1173-1190.
- [14] Moodysson J, Coenen L, Asheim B. Explaining Spatial Patterns of Innovation: Analytical and Synthetic Modes of Knowledge Creation in the Medicon Valley Life-Science Cluster[J]. *Environment and Planning A*, 2008, (5): 1040-1056.
- [15] Eom B Y, Lee K. Determinants of Industry-Academy Linkages and their Impact on Firm Performance: the Case of Korea as a Latecomer in Knowledge Industrialization[J]. *Research Policy*, 2010, (5): 625-639.
- [16] Capron H, Cincera M. Industry-University S&T Transfers: what can we Learn from Belgian CIS-2 Data? [J]. *Brussels Economic Review*, 2003, (3): 59-86.
- [17] Grant H. University Industry Research Partnerships in Australia: Extent, Benefits and Risks[J]. *Higher Education Research & Development*, 2001, (3): 245-264.
- [18] Peters L S, Fuschfeld H. University-Industry Research Relationships [J]. *National Science Foundation*, 1982, (235): 236-237.
- [19] Crespo M, Dridi H. Intensification of University-Industry Relationships and its Impact on Academic Research[J]. *Higher Education*, 2007, (1): 61-84.
- [20] Schartinger D, Schibany A, Gassler H. Interactive Relations between University and Firms: Empirical Evidence for Austria [J]. *Journal of Technology Transfer*, 2001, (3): 255-268.
- [21] Bercovitz J, M Feldman. Technology Transfer and the Academic Department: who Participates and why? [C]. *DRUID Summer Conference*, 2003, (6): 12-14.
- [22] P D'Este, P Patel. University-Industry Linkages in the UK: what are the Factors Underlying the Variety of Interactions with Industry? [J]. *Research Policy*, 2007, (9): 1295-1313.
- [23] R Bekkers, IMB Freitas. Analysing Knowledge Transfer Channels between Universities and Industry: to what Degree do Sectors also Matter? [J]. *Research Policy*, 2008, (10): 1837-1853.
- [24] D Schartinger, C Rammer, J Frohlich. Knowledge Interactions between Universities and Industry in Austria: Sectoral Patterns and Determinants [J]. *Research Policy*, 2002, (3): 303-328.
- [25] Georgea G, Zahra SA, Wood D R. The Effects of Business-University Alliances on Innovative Output and Financial Performance: a Study of Publicly Traded

- Biotechnology Companies[J].Journal of Business Venturing,2002,(6):577-609.
- [26] Lödf H,Heshmati A.Knowledge Capital and Performance Heterogeneity:a Firm Level Innovation Study [J].International Journal of Production Economics,2002,(1):61-85.
- [27] D Faems,BV Looy,K Debackere.Interorganizational Collaboration and Innovation:toward a Portfolio Approach [J].Journal of Production Innovation Management,2005,(3):238-250.
- [28] 庄涛,吴洪,胡春.高技术产业产学研合作创新效率及其影响因素研究——基于三螺旋视角[J].财贸研究,2015,(1):55-60.
- [29] 张焯,孙跃.产学研合作网络的创新效率研究——来自中国省域产学研合作的数据证明 [J].山西财经大学学报,2014,(6):59-66.
- [30] 姜彤彤.省域范围内产学研协同创新效率评价及分析[J].学术论坛,2015,(3):168-172.
- [31] 肖丁丁,朱桂龙.产学研合作创新效率及其影响因素的实证研究[J].科研管理,2013,(1):11-18.
- [32] 陈光华,王建冬,杨国梁.产学研合作创新效率分析及其影响因素研究[J].科学管理研究,2014,(2):9-12.
- [33] Battese GE,Coelli TJ.A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data[J].Empir Econ,1995,(20):325-332.
- [34] Karlaftis MG,Tsamboulas D.Efficiency Measurement in Public Transport:are Findings Specification Sensitive?[J].Transp Res Part A,2012,(46):392-402.
- [35] Jarboui S,Forget P,Boujelbene Y.Efficiency Evaluation in Public Road Transport:a Stochastic Frontier Analysis[J].Transport,2013a,(5):1-14.
- [36] Jarboui S,Forget P,Boujelbene Y.Public Road Transport Efficiency:a Stochastic Frontier Analysis[J].J Transp Syst Eng Inf Technol,2013b,(5):64-71.
- [37] Jarboui S,Forget P,Boujelbene Y.Inefficiency of Public Road Transport and Internal Corporate Governance Mechanisms[J].Case Stud Transp Policy,2014,(3):153-167.

(责任编辑:彭晶晶)

## Influence of Industry-University-Research Cooperation on Technological Innovation Efficiency of China

—Based on 2000—2014 Provincial Panel Data from the Stochastic Frontier Analysis

SONG Lai-sheng,SU Nan

(School of Economics and Environmental Resources, Hubei University of Economics, Wuhan 430205, China)

**Abstract:** Industry-university-research cooperation is that enterprise, institutions of higher learning and scientific research institutes, called three main bodies of technology innovation, in order to realize the transformation of scientific and technological achievements, exert their respective advantages, provide resources to have a R&D activity. This paper uses stochastic frontier analysis method, adopts 2000~2014 provincial panel data, has an empirical research on influence of industry-university-research cooperation on technological innovation efficiency of China. After the research, this paper finds that: industry-university-research cooperation has significant positive effect at 10% level on the technological innovation efficiency of high industry-university-research cooperation region, has no significant positive effect on the technological innovation efficiency of whole country and low industry-university-research cooperation region, this has something to do with that R&D total expenditure of enterprise of China to research institutions is small, and industry-university-research cooperation exists many obstructive factors, in high, low industry-university-research cooperation region, enterprise R&D capability is strong or weak, R&D funding is much or few and government support strength is big or small. This paper puts forward some countermeasures to improve industry-university-research, promote technological innovation activities as close as possible to the frontier.

**Key words:** industry-university-research cooperation; technological innovation efficiency; stochastic frontier analysis