

我国重点高校技术转移效率变化的影响因素研究

——基于面板随机前沿分析方法

胡欣悦,任紫娟,汤勇力

(暨南大学 管理学院,广州 510632)

摘要:为研究制约我国重点高校技术转移效率提升的影响因素,本研究基于随机前沿分析的超越对数函数测算了我国91所高校2007—2016年的技术转移效率的动态变化,探究了外部区域市场和高校自身异质性因素对技术转移效率的影响程度。研究发现:市场需求对技术转移效率的拉动作用是有限的,过大的市场需求可能抑制技术转移效率的提升;而高技术产业的聚集和与市场联系的增强可以有效提升技术转移效率。此外,就技术转移效率动态变化模式的研究发现,高校技术转移效率增长模式在不同学科结构和区域之间存在显著差异。最后,就研究结论对高校和政府提升技术转移效率提出了相应的政策建议。

关键词:高校技术转移效率;市场需求;市场结构;关系强度;随机前沿分析

中图分类号:G644;G311 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2020)7—0200—09

据2018年上海交大公布的世界大学学术排名(ARWU)中我国进入全球前500名的高校有46所,且呈逐年增多的趋势,这表明近年来我国高校的科研实力在不断增强,具有世界竞争力水平的高校越来越多。高校在国家创新发展战略中积极承担人才培养、科学研究和服务社会的三大使命,在促进科技创新、经济发展和国家综合竞争力方面发挥着越来越重要的作用。随着政府、高校、企业形成的“三螺旋”结构的形成和知识经济时代的到来,高校的技术转移活动成为高校促进经济发展、服务社会使命中重要的一环^[1-2],以高校为主体的政产学研合作、技术转移、学术创业和创业型大学的相关研究逐渐升温。在以往研究中学者多关注高校资源投入、管理制度和社会环境对高校产出绩效的影响,但高校发展的动力不仅来自于资源的增加,还有对资源利用率的提高。作为发展中国家,面对教育资源的紧缺和区域间资源分布不均的现状,更应该关注高校对有限资源的开发和利用能力。而技术转移效率的测量可以直接或间接反映了高校对于资源的管理、开发和利用水平,对技术转移效率的影响因素的研究有利于提高高校资源利用率、增强技术转移能力。

现有研究普遍认为技术转移效率低是制约我国技术转移快速发展的重要原因^[3],并且不同高校的技术转移效率存在显著差异。学者们对技术转移效率的研究按照不同的研究目的主要可以分为两种类型:一类是测算并对比规模效率、纯技术效率和综合效率的差异,发现不同类型高校技术转移效率与投入、产出之间的关系,进而针对不同高校进行资源投入的调整,实现资源投入与规模的匹配来达到综合效率最优的局面^[4]。这一类研究多基于数据包络分析(DEA)方法,根据决策单元输入和输出的数据形成生产前沿面,通过衡量每个决策单元距离此前沿面的远近判断投入产出的合理性,即决策单元的技术效率。但这一方法对于数据的要求过于严格、假定技术无效率因素不存在且无法比较技术有效单元之间的效率差异。

另一类对于高校技术转移效率的研究主要是关注非效率影响因素的研究。在现实生产中,生产单元的对资源的转化和利用往往受到外部因素的影响而无法实现技术生产效率最优,其中区域的经济水平、高

收稿日期:2019—12—18

基金项目:国家自然科学基金“区域创新网络中产学研知识互动多元化对企业创新绩效的影响”(71401063);国家自然科学基金“产业技术路线图的知识框架结构、知识互动过程及其定制化方法”(71571088);广东省软科学“跨国、跨区域专利技术引进对广东自主创新的影响研究”(2017A070706013);广东省软科学“广东省跨区域多元化产学研互动的连接障碍及其对策研究”(2018A070712023);广东省自然科学基金“粤港澳大湾区跨边界产学研连接对广东省企业创新绩效的影响:制度差异化与多元化知识互动渠道的作用”(2019A1515011662);广东省软科学“粤港澳产学研协同创新的跨边界制度差异障碍及其对策:基于多元化创新要素流动渠道的研究”(2019A101002024);暨大科研团队专项育题“粤港澳休闲湾区构筑与可持续发展研究”(88019247)

作者简介:胡欣悦(1976—),女,辽宁鞍山人,博士,暨南大学管理学院副教授;研究方向:产学研、技术管理与创新系统;任紫娟(1994—)女,河南南阳人,暨南大学管理学院硕士研究生,研究方向:产学研、技术创新;汤勇力(1973—),男,山东青岛人,博士,暨南大学管理学院副教授;研究方向:技术管理与创新系统。

校的资源投入、区域创新环境、产业吸收能力、市场需求和高校声誉等因素被证实对高校的技术转移存在显著影响^[5],但并没有形成统一的观点。学者范柏乃和余钧^[6]研究指出高校的资源投入、区域经济发展水平以及区域内产业的吸收能力对技术转移效率存在显著影响。学者金杰等^[7]实证验证了良好的市场环境对产学研联动效应起到了显著的推动和保障作用。姜彦钊和赵旭^[8]认为位于经济发展水平高的高校可以借助地区的经济活力,激发其潜在可转化的创新成果,并提出市场和产业因素可能对技术转移存在显著影响,但并未具体就区域异质性原因深入讨论。学者原长弘等^[9-10]却研究发现本地市场需求对技术转移效率存在显著负向影响,对专利申请没有正向拉动作用,政府的支持有助于抵消市场需求不确定带来的消极影响。而国外学者 Friedman^[11]则认为市场需求决定着高校技术的商业机遇和活力前景,高技术企业密集的区域对技术创新具有较高的需求,相应地,在高技术产业聚集的区域技术转移合同数量较多。学者廖述梅和徐升华^[12]指出高校技术转移普遍较低的原因在于科技服务人员的数量、科研成果的质量和校企之间信息不对称。学者 Lee 和 Win^[13]发现高校与企业之间的联合研发项目是提高高校技术转移意愿和转移概率的主要原因。

从研究方法来看,对于非效率因素的研究主要分为一步法和两步法。一步法是基于随机前沿分析方法,将总的技术无效率因素分解为不可观测的随机误差和可观测的技术无效率因素两部分,并假设两部分相互独立。两步法则是基于 DEA 模型测算技术转移效率,再建立技术效率影响因素的回归方程,这一方法存在两个问题:由第一步获得的技术转移效率为生产单元之间的相对效率,并非生产单元的真实效率;其次,第一步满足的无效率因素同分步的假设在第二步中没有保持一致,这就造成了两步法对技术无效率因素的估计存在显著误差。从研究内容来看,学者们从高校自身、政府、企业等主体特征可能产生的影响进行了详尽的研究,并指出高校技术转移效率存在着显著的区域性差异,但对区域间的异质性特征产生的影响缺乏系统的研究和讨论,其中最重要的是技术创新成果作为技术市场交易的商品,受到技术市场结构、市场需求和高校与市场的联系等因素的影响。基于此,提出了本研究的主要研究目标:探究区域市场和高校自身异质性因素对高校技术转移效率的影响。为避免两步法对模型估计的误差,本文采用一步法,将区域市场和高校的异质性因素纳入到随机前沿分析模型中,并测量高校技术转移效率的动态变化数据,进而讨论这些异质性因素对技术转移的影响和不同类型高校的技术转移效率变化模式的差异。在此基础上,提出有效提升高校技术转移效率的政策建议,以期对高校和政府技术转移政策和激励机制制定提供可参考的依据。

一、理论基础与模型假设

(一)技术市场与技术转移效率

高校作为技术的卖方,在技术市场上的成果交易应该被视为一种市场行为,而市场行为必然会受到市场结构、市场规模、市场变动和市场创新水平等外部市场因素的影响,其技术转移活动也需要遵守市场的供需规律。根据技术需求拉动理论,技术创新是由市场需求和生产需要共同激发的,来自于市场对新产品、新技术需求的变化和信息的反馈促进了技术创新的需求,进而拉动了技术创新和创新成果的转移需求^[14]。而高校作为知识创造和技术创新发源地,来自外部的技术需求增强了高校对技术创新和技术转移的动力,为技术成果的顺利转移提供了外部空间。学者李光泗和沈坤荣^[15]、杨龙志和刘霞^[16]从技术市场需求规模的角度解释了“为什么技术短缺的西部不是技术需求最大的区域”,指出市场需求规模的拉动效应是存在的;学者程鹏和李洋^[17]指出本地技术需求对技术创新产生的正向影响。对于技术市场规模较大的区域,技术需求的拉动效应也更明显,进而技术由高校和科研机构向外部市场的转移规模也相对较大。因此,市场需求拉动了高校的技术转移,对高校技术转移效率存在正向影响。

此外,高校技术成果向外部技术市场的成功转移还受到市场产业特征的影响。首先,高技术产业作为技术和创新密集的产业类型,具备较高的创新水平和创新需求,相对于其他类型企业更能促进与高校之间的技术转移^[18]。例如,Friedman^[11]学者研究指出区域内高技术企业的聚集是影响大学技术转移的关键因素,高技术产业聚集的区域技术转移合同的数量和收入都比较高。其次,大量高技术产业的聚集促进区域整体创新水平的增强,企业对于创新知识的理解、接受、吸收和转化能力也更强。Thursby 等^[19]研究证实了技术需求方的吸收能力与产业结构高度相关,产业结构越高级的企业对技术吸收能力越强,越容易促成科技成果的转化。王崇峰等^[20]认为产业聚集程度较高的区域产业结构相似度越高,而产业结构相似的区域竞争大于合作,竞争更能促进技术创新和技术转移。最后,技术转移常常发生在距离较近的区域,以及创新能力相近和

创新水平较高的区域,这都为区域内产业结构特征对技术转移的积极影响提供了可靠的证据^[21]。因此,基于以上讨论,本文提出以下假设:

区域市场技术需求对高校技术转移效率产生正向影响(H1);

区域技术产业结构对高校技术转移效率产生正向影响(H2)。

(二)与市场的关系强度对技术转移效率的影响

我国高校具有较高的技术创新积极性,专利申请量连续多年位居世界前列,但高校技术成果的转移并不理想,主要原因之一是技术转移过程中的信息不对称,高校缺乏与市场的互动,缺乏对市场需求和变动的了解^[22]。技术成果与一般的产品不同,不能直接在市场上看到技术商品的供需状况,供需双方之间存在的信
息不对称对技术转移进度和技术市场的发展产生着较大影响。首先,与企业之间的密切关系可以降低技术转移过程中的信息不对称性^[23],及时掌握市场规模的变动、市场需求的发展,及时调整研究方向以适应市场的变化,进而增大高校技术转移效率。其次,技术创新和成果转化阶段历时长久、风险较大且收益不定,高校与企业的持续交流与合作能够实现一定程度上的风险和成本的分担,弥补高校在信息和研发资金上的不足,进而能提高企业和高校技术成功转移的意愿和可能性^[13]。最后,随着高校与市场之间的边界的不断融合,具备了企业追求技术成果经济价值的基本特征,而与企业建立密切联系和建立技术转移中介则架起高校与市场之间的通道,确保市场信息获取的及时性和准确性。技术需求方与技术提供方之间的紧密关系,对企业而言能更高效的传达技术需求,对高校而言确保了更准确的研发目标和技术需求信息,提高了技术转移的效率^[24]。基于以上讨论,本文提出如下假设:

高校与技术市场的联系强度对技术转移效率产生正向影响(H3)。

(三)高校个体间异质性与技术转移效率

高校的技术转移行为不仅受到外部市场环境的影响,其自身的异质性特征也是造成高校间技术转移效率差异的主要原因。其中,我国高校在经历了大规模的合并、调整和合作之后,在学科组成结构上表现出显著的差异,大致分为综合类、理工类、医药和农林类。这些不同类型的高校在学科组成、重点学科类型以及资源分配和发展方向上存在显著差异。例如,原长弘基于资源基础观的分析视角,发现在控制了高校声誉、区域差异和人员经费投入的情况下,在理工类学科有优势的高校的技术转移量在所有高校中最大,农林和综合类高校次之、医药类院校的技术转移最小^[25]。此外,理工类和综合类同为多学科高校,农林和医药类高校属于单学科类型高校,但由于学科优势的差异导致其技术创新成果转移的难度和资源利用效率的不同^[26],综合类和理工类高校分别在在理学和工学学科具有较大优势,而理学的科研成果相对于工学方面的成果更难于商业化^[27];医学类科研成果被认为具有较高的商业化前景^[28],但医学发明面对研发周期长、资源投入和技术转化风险大的障碍。因此,不同学科结构对高校的技术转移效率的影响存在显著差异,其中理工类学科对技术转移效率存在积极影响。

高校的声誉与其自身的科研实力、社会地位和影响力相一致^[29],将技术创新成果向技术市场的转移过程中,高校的声誉对技术转移存在较大影响。在信息不确定和不准确的市场环境下,社会声誉对技术需求方而言是一种市场信号,声誉好的高校被认为能够产出更多具有较大商业价值的创新成果,在技术转移过程中技术知识的转移更高效^[30];对于技术持有方而言,声誉优势为高校吸引来大量的合作伙伴和技术需求方,一定程度上降低了高校技术转移的搜索成本^[31],同时对技术转移效率提升产生正向影响。因此,基于以上讨论,本研究认为高校的学科结构和声誉对技术转移效率存在正向影响,并提出如下假设:

高校学科结构对技术转移效率存在显著影响(H4);

高校声誉对技术转移效率产生正向影响(H5)。

二、模型构建

(一)模型选择与设定

综合前文对于研究方法的讨论,本文选用一步法来获取无效率因素对高校技术转移效率的影响,并基于 Battese 和 Coelli^[32]提出的技术效率测算的基本形式获得本研究的模型基础:

$$\ln Y_{it} = \ln f(x_{it}, \beta) + V_{it} - U_{it} \quad (1)$$

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_{it} Z_{it} + w_{it} \quad (2)$$

$$TE_{it} = \frac{E[f(X_{it}, t) \exp(V_{it} - U_{it})]}{E[f(X_{it}, t) \exp(V_{it})]} = \exp(-U_{it}) \quad (3)$$

其中： Y_{it} 表示高校*i*在第*t*年的技术转移合同的收入； $f(x_{it}, \beta)$ 表示资源投入与产出之间的函数关系（生产函数）； w_{it} 为无法观测的随机变量； $V_{it} - U_{it}$ 为技术无效率函数； V_{it} 为模型的随机误差项，具体指实际生产运作过程中外部的管理制度、社会环境等不可控制因素造成的统计误差，通常假定其独立于技术和投入的水平，且服从于 $N(0, \sigma_v^2)$ 分布； U_{it} 为高校*i*在第*t*年技术无效率影响水平，用来衡量由于管理因素或外部环境因素导致的技术无效率状况，服从非截断半正态分布，即 $N^+(\mu, \sigma_u^2) > 0$ 。技术效率公式中 TE_{it} 为实际产出期望与前沿面产出期望的比值，用来表示高校*i*第*t*年的技术效率，并且当 $U_{it} = 0$ 时，不存在技术无效率的因素的影响，技术转移效率处于生产前沿面。但这种情况在实际情况中很难实现，因为技术无效率因素是不可避免的，并对技术效率产生较大影响。

总体来看，该函数将实际生产单元与技术前沿面之间的距离分解为随机误差和技术无效率两部分，其中，技术无效率项占总体误差的比重用来衡量模型中技术无效率项对技术效率未处于前沿面的解释程度，用 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ 表示，当 γ 的值越趋近于1，技术无效率项对随机误差项的解释力度越大，同时也可以据此判断超越对数函数选择的合理性。

（二）随机前沿函数的设定

随机前沿生产函数存在两种形式：Cobb-Douglas生产函数（C-D函数）和Translog函数（超越对数生产函数）。C-D生产函数对于投入替代弹性固定为1且对技术中性的严格约束，这样严格的假设设定在现实生产中很难实现且与实际水平存在偏差。而超越对数函数放松了对以上条件的约束，更多地考虑了投入变量中资本和劳动之间的相互作用，函数形式更加灵活，更利于检验可能存在的非效率影响因素，并且对于面板数据而言，技术进步和技术中性无法提前确定。因此，本研究首先采用超越对数函数，并对函数的适用性和非效率因素的影响进行检验，具体函数形式如下：

$$\ln Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln L_{it} + \beta_3 \ln K_{it} \ln L_{it} + \beta_4 (\ln K_{it})^2 + \beta_5 (\ln L_{it})^2 + V_{it} - U_{it} \quad (4)$$

技术无效率函数：

$$U_{it} = \delta_0 + \delta_1 Z1_{it} + \delta_2 Z2_{it} + \delta_3 Z3_{it} + \delta_4 Z4_{it} + \delta_5 Z5_{it} + \delta_6 Z6_{it} + \delta_7 Z7_{it} + w_{it} \quad (5)$$

$$V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2), U_{it} \sim N^+(\mu, \sigma_u^2) \quad (6)$$

其中： K_{it} 和 L_{it} 分别表示资金投入和人员投入； β_i 表示各投入的产出弹性。在技术无效率函数中考察了区域市场需求、产业结构和高校与市场的关系强度（ $Z1_{it} \sim Z3_{it}$ ）等因素可能对技术转移效率的影响， δ_i 为待估参数。此外，考虑到高校个体之间异质性差异的存在，本文还加入了高校学科结构和高校声誉的分类变量（ $Z4_{it} \sim Z7_{it}$ ），分别表示学科结构、高校类型和声誉。在模型估算前需要对模型的适用性做如下检验， $H0: \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$ ，即假定采用C-D函数更合理。

（三）数据样本及来源

从我国高校发展的实际情况，“211工程及省部共建”的高校承担着国家创新发展的重任，其知识创造和技术创新发展走在国家前列，并且这些高校是下阶段国家“双一流建设”的主力军，对于其资源投入、转化和环境影响的研究更具有实际意义。因此，本研究选择“211及省部共建”高校为高校技术转移效率研究的样本，其中删除掉在《高等教育科技统计年鉴》中不包含的数据（军事类院校、高校附属医院），以及连续多年没有对外公布技术转移数据的高校（中央民族大学、中国传媒大学、西藏大学、新疆大学、南昌师范大学等），最后共获取到91所高校2007—2016年的相关动态发展数据。同时，本文研究的外部环境变量来自于《中国统计年鉴》和《中国科技统计年鉴》，为保证数据的客观和可复制性，本研究相关数据均采用二手数据。

（四）变量测量

本研究主要关注高校技术转移情况，主要包括高校的专利申请转让、专利许可、合作研究等正式的技术转移以及培训、咨询等非正式的技术转移，对于这些技术转移活动没有统一的衡量标准，但通过高校组织的技术转移活动一般都会签订技术转移合同。因此，本文借鉴其他学者的处理方法选用高校所签订技术转移合同的金额来反映高校技术转移的状况^[5,10]。此外，为了避免随时间的价格变化影响，对技术转移收入进行

复利计算转换为 2016 年的不变价格放入模型中。对于高校技术转移活动资金投入和人员投入的变量都采用年鉴中提供的高校研究和发展人员的数量以及研发资金的数量,资金投入折算为 2016 年不变价格。

区域市场需求($Z1_u$)。本文借鉴学者董洁和黄付杰^[33]的处理方式用区域内每年技术市场交易额来衡量技术市场需求的大小。为消除变量之间量纲差异对结果的影响,将数据转化为以“亿元”为单位,为消除数据间的波动性并取对数处理。

区域产业结构($Z2_u$)。王斌和谭清美^[18]利用市场集中度来表征产业结构,获取产业的竞争和垄断程度。此外,第三产业的产值和高技术产业的数量从一定程度上表征区域内产业结构的特征^[11]。本研究采用区域内高技术产业数量占全国高技术产业数量的比重来衡量高校所在区域的产业竞争和产业创新水平。

与市场的关系强度($Z3_u$)。现有研究多用企业对高校研发投入的资金数量表示企业与高校之间的合作与交流关系^[34],本研究据此选择高校研发资金投入中企业资助所占取的比例来衡量高校与市场之间的关系强度^[6]。

控制变量:高校个体异质性($Z4_u \sim Z7_u$)。其中,学科结构($Z4_u$ 、 $Z5_u$ 、 $Z6_u$)为虚拟变量, $Z4_u$ 取值为 1 表示该高校属于综合类高校, $Z5_u$ 取值为 1 表示该高校属于理工类高校, $Z6_u$ 取值为 1 表示该高校属于农林和医药类高校;高校声誉($Z7_u$)也为虚拟变量,“985 高校”是我国发展世界竞争力大学的重点高校,综合实力强,研究成果在技术市场受到社会各界的认可而享有较高的声誉。因此, $Z7_u = 1$ 即为“985 工程”高校。

三、实证结果分析

(一)数据描述性分析

为突出区域间各变量之间的显著差异,对于数据的描述性分析按照东、中、西 3 个区域展开,发现高校的技术转移绩效、研发人员的投入和高技术产业的聚集度等方面表现出东、中、西的递减分布,与我国的经济水平表现出相同区域性差异。而研发资金的投入、技术需求和与市场的关系强度均表现出东、西、中递减的趋势,这可能是因为样本中缺少新疆和西藏地区的数据,以及西部近年来由于政策的倾斜,对人才的引进和产业的扶持升级促进了西部省份技术市场的活力。描述性统计结果见表 1。

表 1 2007—2016 年各指标数据分区域统计性描述

区域	指标	技术转移收入(万元)	研发资金投入(亿元)	研发人员投入(人)	市场需求(亿元)	产业聚集度(%)	与市场关系强度(%)
东部	观测量	510	510	510	510	510	510
	均值	2483.672	9.024	1611.265	772.988	0.081	0.321
	标准差	7429.271	9.031	1571.908	987.646	0.067	0.187
	最小值	0	0.099	182	1.789	0.014	0.001
	最大值	63518.52	51.684	8898	3514.329	0.219	0.843
中部	观测量	250	250	250	250	250	250
	均值	896.461	5.96	1557.228	99.01	0.021	0.242
	标准差	2620.259	6.299	1603.495	155.632	0.011	0.16
	最小值	0	0.412	194	1.165	0.003	0.001
	最大值	26076.46	30.074	11324	803.154	0.045	0.685
西部	观测量	150	150	150	150	150	150
	均值	817.828	6.447	1433.147	156.034	0.017	0.303
	标准差	1277.34	5.493	1099.023	205.042	0.011	0.184
	最小值	0	0.548	239	0.72	0.001	0.001
	最大值	4913.406	23.341	5458	734.453	0.036	0.761

(二)模型适用性检验以及实证检验结果

本研究基于 Froniter4.1 计量软件对模型进行了检验。对模型适用性的检验结果见表 2 模型 1 所示,假定 $\beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0$,其中单边 LR 统计值为 224.76,远大于此时模型对应的 5% 显著性水平下的混合卡方分布临界值 14.67; $\gamma = 0.982$,说明无效率影响造成的误差占总体误差的 98%。因此,拒绝模型适用性的原假设并认为生产函数选择超越对数函数是合适的。

表2 高校技术转移效率随机前沿分析函数估计结果

变量名	待估参数	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
生产函数							
常数项	β_0	-1.66** (-2.034)	21.45** (2.398)	25.792*** (3.306)	26.159*** (3.542)	23.96*** (2.783)	23.400*** (3.06)
人员投入	β_1	0.1679 (1.412)	0.727 (0.392)	1.472 (0.913)	1.364 (0.890)	1.821 (0.989)	1.947 (1.10)
资金投入	β_2	0.778*** (9.019)	-3.082* (-1.786)	-4.129*** (-2.668)	-4.1341*** (-3.039)	-4.035** (-2.404)	-4.0316*** (-2.75)
人员平方项	β_3	—	-0.185 (-1.238)	-0.242* (-1.630)	-0.236* (-1.619)	-0.277* (-1.923)	-0.26257** (-1.86)
资金平方项	β_4	—	0.1097 (1.074)	0.1460* (1.595)	0.1462* (1.696)	0.1411 (1.416)	0.148477 (1.58)
交互项	β_5	—	0.1504 (0.752)	0.158 (0.840)	0.1595 (0.830)	0.165 (0.850)	0.140682 (0.74)
无效率函数							
截距项	δ_0	-26.24* (-1.708)	-145.21 (-1.128)	-43.224 (-1.489)	-41.870* (-1.983)	-27.18* (-1.594)	-27.7365** (-2.18)
市场需求	δ_1	1.3718** (2.133)	3.385 (1.316)	2.047* (1.889)	2.252*** (2.690)	1.518* (1.765)	1.3885** (1.85)
市场结构	δ_2	-2.121* (-1.801)	—	-2.395* (-1.989)	-2.3790*** (-2.568)	-2.288* (-1.972)	-2.2623*** (-3.21)
关系强度	δ_3	-0.567 (-1.245)	—	—	-0.6023 (-1.2952)	-0.742* (-1.820)	-0.8236*** (-2.56)
综合类	δ_4	-14.10* (-1.820)	—	—	—	-13.95* (-1.630)	-14.517*** (-2.52)
理工类	δ_5	-6.111* (-1.655)	—	—	—	-6.926 (-1.567)	-6.5656* (-1.69)
其他	δ_6	-6.037 (-1.47)	—	—	—	-6.30 (-1.358)	-6.65362* (-1.68)
声誉	δ_7	2.5261*** (2.690)	—	—	—	—	1.885759 (1.29)
残差统计量	σ^2	99.75* (1.972)	318.45 (1.163)	116.77* (1.71)	114.457** (2.211)	110.15* (1.940)	111.727*** (2.87)
	γ	0.982*** (116.73)	0.995*** (234.60)	0.987*** (120.75)	0.986*** (159.94)	0.985*** (131.42)	0.986*** (173.26)
	单边 LR 检验值	224.76	197.02	230.16	230.48	234.37	234.61

注：括号中为 t 检验值；“—”表示相应变量的系数值约束为0；*表示在10%水平下显著；**表示在5%水平下显著；***表示在1%水平下显著；LR为似然比检验统计量，符合混合卡方分布。

模型的分步估计结果见表2，①模型2~模型6均显示的取值趋向于1，且通过了1%的显著性检验，说明在高校技术转移过程中，非效率因素产生了较大的影响；②研究和发展人员(β_1)的投入最终估计值为正且大于1，但在10%的统计水平上不显著；而研发资金的投入在1%统计水平上负显著。可能原因在于高校的研究和发展人员投入对技术转移效率的提高具有正向积极作用，但高校普遍不存在专门从事技术研发和转移的人员，多是兼教学、科研和发展为一体的学者，使得研发人员对技术转移效率的正向影响不显著。此外，研发资金的投入为负显著，则可能的原因在于样本变量选择高校总的研发资金的投入值，其中包含了高校基础研究、应用研究、实验与发展、技术转移与服务和管理费用等多项金额，而高校的技术转移工作没有独立的运作和费用核算机构，专门用于技术转移的资金投入不足，造成资金产出弹性较低。最后，人员投入和资金投入的交互项为正不显著，说明目前人员投入与资金投入比例并没有处于最优水平。

无效率函数的检验结果显示：

(1)市场需求(δ_1)的系数在5%统计水平下显著为正，拒绝了假设H1的提出，市场需求对高校技术转移效率没有促进作用。虽然，技术市场需求的增大可以通过拉动技术创新来拉动技术转移，但相关学者的研究认为市场需求对技术转移效率的影响是有时效的，以及有限的^[17]；另一方面市场需求的增大和变动会带来更多的信息不确定性，增大了高校技术转移的难度。

(2)市场结构(δ_2)的系数在1%水平上呈负向显著，即产业结构越高级对高校技术转移效率有显著的正向促进作用，有效地支持了假设H2的成立。产业结构的升级是近年来区域经济发展的重要目标，产业结构升级有助于区域整体技术创新水平的提升，大量的创新资源、高水平人才和高技术产业的聚集，提升了区域整体的创新氛围和知识水平，对高校创新成果的溢出提供了有利的现实条件。

(3)与市场之间的关系强度(δ_3)的系数在1%水平上呈负显著，即高校与市场之间的联系越紧密，越有利

于高校技术转移效率的提高,有效支持了假设 H3 的提出。

(4)学科结构的分类变量($\delta_4 \sim \delta_6$)均表现与技术转移效率之间显著负相关,说明不同学科之间的技术转移效率存在显著差异。

(5)高校声誉(δ_7)的检验结果为正向的不显著,表明高校声誉对于技术转移效率没有正向效应。这可能是因为市场对于高校所转移技术的需求更看中其实际的能解决的技术难题,以技术成果中潜在的经济价值为主。而高校的声誉主要是其学术研究领域的影响力或与其体制类型相关,市场上对某一技术的供应的选择更多依赖于高校某一顶尖学科或研究领域,受高校整体声誉的影响不大。

(三)高校技术转移效率的动态变化模式

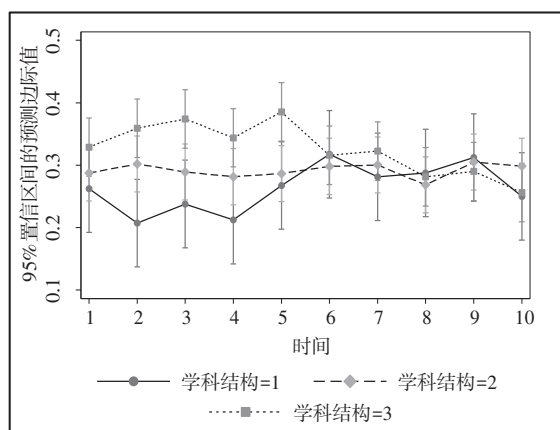
为进一步探究高校技术转移效率随时间的变化特点,本文对高校 2007—2016 年的技术转移效率进行了重复测量的方差分析,避免了一般截面数据分析不同个体间差异时对时间因素的忽略,通过区域类型、学科结构和声誉与时间的交互项检验了不同类型高校技术转移效率随时间的变化差异。此外,重复测量的方差分析数据需要满足协方差矩阵的球对称性质,需要通过调整与时间相关的 F 统计量的自由度来避免方差分析的 F 值产生误差。Stata 提供了 4 种校正系数的结果,其中 BOX 检验为最保守的检验,因此,当 4 种校正结果不一致时,以第一种 Regular 的检验结果为参考依据。具体检验结果见表 3。

表 3 技术转移效率的重复测量方差分析及校正结果

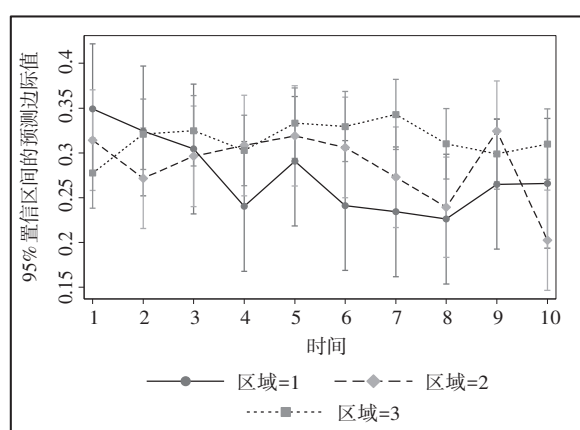
因素	平方和	自由度	均方	F	Prob>F			
					Regular	H-F	G-G	Box
时间	0.1640	9	0.0182	0.89	0.5307	0.5235	0.5012	0.3472
学科结构#时间	0.6292	18	0.0349	1.71	0.032**	0.0380**	0.0587*	0.1863
区域#时间	0.5391	18	0.030	1.47	0.0939*	0.1025	0.1297	0.2360
声誉#时间	0.1170	9	0.013	0.64	0.7656	0.7508	0.7042	0.4269
残差	15.60	765	0.020					

注: $N=910$; Adj $R^2=0.5129$; Huynh-Feldt epsilon = 0.9123; Greenhouse-Geisser epsilon = 0.6827; Box's conservative epsilon = 0.1111。

由表 3 检验的结果可见,该模型调整后拟合优度为 0.513,满足一般模型对拟合优度要求,说明放入模型中的变量可以很好解释技术转移效率的变化差异。而时间因素的 4 个检测值都没有通过 10% 显著水平下的检验,说明高校整体的技术转移效率在各个时间点间没有发生太大的变化,总体上呈缓慢变化的发展趋势。而学科结构和区域与时间的交互项通过了校正系数最大的 Regular 的检验,说明技术转移效率的发展变化在不同学科和区域之间有显著差异。高校声誉与时间的交互项的校正结果都不显著,说明“985 高校”与“非 985 高校”的技术转移效率的变化模式之间不存在显著差异,高校声誉对技术转移效率的影响有限。为了更直观展现出不同学科结构和区域之间技术转移效率随时间变化的差异,图 1 展示了不同类型高校技术效率变化的趋势分布图。



(a) 不同学科结构高校的效率变化趋势图



(b) 不同区域高校的效率变化趋势图

注: 学科结构=3、2、1 分别表示综合类、理工类和农林医药类; 区域=3、2、1 分别表示东、中、西

图 1 与时间交互效应下技术转移效率动态变化图

由图 1(a) 可见,综合类高校的技术转移效率最高,但随时间的发展呈逐渐降低趋势,说明综合类高校对于资源的利用和转化能力逐渐降低,这可能与综合类高校规模的扩大和管理制度有关,样本中理工类高校的技术转移效率次之,随时间变化呈缓慢的增长趋势。而农林和医药类高校的技术转移效率最低,但经历了较快的增长之后与理工和综合类高校之间的差距不断减小。不同学科之间技术转移效率的差异可能与学科自身的特点有关,综合和理工类高校都属于多学科高校,资源分配和管理难度相对较大,但整体的技术转移水

平较高,对资源的整合利用能力较强;但综合类高校的技术转移效率逐渐降低的趋势可能与其规模不断扩大,资源投入增大与资源的开发利用能力不匹配有关。医药类的技术创新和转移相对难度较大,技术转移成本高、风险大、技术转移的数量较少而造成技术转移效率较低。由图 1(b)可见,区域间技术转移效率的变化也存在显著差异,其中东部省份高校的技术转移效率水平最高,整体呈缓慢增长趋势。而中部和西部区域高校表现出较大的波动且下降趋势明显,西部技术转移效率下降的幅度更大。综合前文的研究,东部区域的市场需求、市场结构和与企业的关系强度都优于中部和西部区域,经济发展水平较高的东部对于技术创新的需求较高,高技术产业的聚集效应提升了区域内产业的技术创新意识和创新知识水平,对高校而言在充沛的资源和优质的外部环境下技术转移效率损失也相应最小。而西部和中部区域在国家政策的扶持下投入大量的资源,但西部区域产业结构落后,高技术产业数量少,与高校之间的合作和交流相对较少,造成西部区域高校技术转移效率下降趋势明显。

四、研究结论与建议

本文基于超越对数函数的随机前沿分析方法测算了我国 91 所高校 2007—2016 年的技术转移效率,并识别技术市场需求、市场结构和高校与市场的关系以及高校学科结构和声誉等非效率因素对技术转移效率的影响,最后探讨了技术转移效率的变化模式在不同学科结构和区域之间的差异,得出如下结论:

(1)无效率影响因素能解释 95% 以上的技术转移无效率误差。过大的技术市场需求对技术转移效率存在负面影响,而高技术产业的聚集和与市场关系的增强可以显著促进技术转移效率的提高。

(2)高校的学科结构对技术转移效率有积极影响,高校的声誉对技术转移效率的影响不显著。

(3)理工类高校的技术转移效率小于综合类高校,呈稳定的增长趋势;而综合类高校下降趋势显著,技术转移效率高于其他类型高校的优势逐渐减少。农林医药类高校的技术转移效率则不断增加,与其他类型高校间的差距不断减小。

(4)东部区域的技术转移效率较高,随时间发展呈现稳定的增长趋势;中部和西部区域的技术转移效率存在较大波动,并呈逐年递减趋势。

结合以上结论和文中的分析,本文认为高校和政府提升技术转移效率可以从以下几个方面增强:

(1)优化资源配置。与资本投入相比,人员投入对技术转移效率的积极影响更大,因此,合理的分配投资结构、优化资源配置格外重要,既要注重基础性研发的投入,也要注重技术成果转化的投入。此外,高校的技术转移不同于学术研究,是高校与市场边界融合的过程,高校应设置独立、专业的技术转移机构,投入更多具有专业技术转移知识的人员,为研究人员的技术开发和技术转移工作提供有效支持,建立高校与外部市场沟通的桥梁。建立独立的技术转移运作和核算机构,增强对市场需求信息的获取能力,减小市场信息的变动和不确定性对技术转移的影响。

(2)加强区域间技术转移的沟通和协作。市场需求对技术转移效率的影响是不确定的,主要是由于需求规模波动和市场需求信息不确定造成的。因此,对于市场需求活跃的区域应该充分利用其区域优势,加强区域间的联动,将技术需求和技术供应建立及时的联通关系,实现区域间的资源共享和优势互补。

(3)优化市场结构。区域市场结构的优化有助于提升技术转移效率,对于中部和西部区域省份要产业结构的升级,完善政府的激励政策、提供优惠扶持政策来吸引高技术产业的聚集,提升区域内的创新环境和创新水平,进而保证技术转移的顺利进行。

参考文献

- [1] WANG Y D, HUANG J S, CHEN Y T, et al. Have Chinese universities embraced their third mission? New insight from a business perspective[J]. *Scientometrics*, 2013, 97(2): 207-222.
- [2] SENGUPTA A, RAY A S. University research and knowledge transfer: A dynamic view of ambidexterity in british universities[J]. *Research Policy*, 2017, 46(5): 881-897.
- [3] 汪良兵,洪进,赵定涛.中国技术转移体系的演化状态及协同机制研究[J].*科研管理*, 2014, 35(5): 1-8.
- [4] 肖国芳,彭术连.我国高校技术转移绩效动态变化的 Malmquist 指数及原因分析[J].*科学管理研究*, 2015, 33(3): 28-31.
- [5] SIEGEL D S, VEUGELERS R, WRIGHT M. Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: Performance and policy implications[J]. *Oxford Review of Economic Policy*, 2007, 23(4): 640-660.
- [6] 范柏乃,余钧.高校技术转移效率区域差异及影响因素研究[J].*科学学研究*, 2015, 33(12): 1805-1812.
- [7] 金杰,赵旭,赵子健.市场环境对高校基础研究向企业应用研究转化的影响力研究[J].*上海交通大学学报(哲学社会科学版)*, 2018, 26(3): 33-44.
- [8] 姜彦钊,赵旭.基于随机前沿方法的我国高校技术转移效率分析[J].*上海管理科学*, 2019, 41(5): 114-122.

- [9] 原长弘, 孙会娟, 李雪梅. 地方政府科技投入强度及本地市场技术需求对研究型大学专利产出效率影响研究[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(10): 26-30.
- [10] 原长弘, 高金燕, 孙会娟. 地方政府支持与区域市场需求规模不确定性对高校技术转移效率的影响——来自中国“211工程”大学的证据[J]. 研究与发展管理, 2013, 25(3): 10-17.
- [11] FRIEDMAN J. University technology transfer: Do incentives, management, and location matter?[J]. Journal of Technology Transfer, 2003, 28(1): 17-30.
- [12] 廖述梅, 徐升华. 我国校企技术转移效率及影响因素分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(11): 52-56.
- [13] LEE J, WIN H N. Technology transfer between university research centers and industry in Singapore [J]. Technovation, 2004, 24(5): 433-442.
- [14] 刘泽政, 傅正华. 地方高校技术转移影响因素分析[J]. 科学管理研究, 2010, 28(3): 26-29.
- [15] 李光泗, 沈坤荣. 技术能力、技术进步路径与创新绩效研究[J]. 科研管理, 2013, 34(3): 1-6.
- [16] 杨龙志, 刘霞. 区域间技术转移存在“马太效应”吗? ——省际技术转移的驱动机制研究[J]. 科学学研究, 2014, 32(12): 1820-1827, 1858.
- [17] 程鹏, 李洋. 本土需求能倒逼企业创新能力的可持续成长吗?[J]. 科学学研究, 2017, 35(6): 949-960.
- [18] 王斌, 谭清美. 市场因素与高技术产业创新成果转化: 促进还是抑制?[J]. 科学学研究, 2016, 34(6): 850-859.
- [19] THURSBY J, FULLER A W, THURSBY M. US faculty patenting: Inside and outside the university [J]. Research Policy, 2009, 38(1): 14-25.
- [20] 王崇锋, 韩丰宇, 晁艺璇, 等. 多维距离视角下区域专利技术转移影响因素研究——创新环境的调节效应[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(8): 52-59.
- [21] 柳卸林, 贾蓉. 北京地区科学技术成果在中国的扩散模式——从技术市场的角度看[J]. 科学学与科学技术管理, 2007(12): 32-38.
- [22] 李应博, 何建坤, 吕春燕. 区域产业结构优化中的研究型大学技术转移[J]. 科学学研究, 2006(S1): 142-147.
- [23] KRABEL S, MUELLER P. What drives scientists to start their own company?[J]. Research Policy, 2009, 38(6): 947-956.
- [24] 刘大勇, 洪雅兰, 吕奇. 科技成果转化的市场机制与市场成熟度评价[J]. 产业经济评论, 2017(3): 61-69.
- [25] 原长弘, 贾一伟, 方坤, 等. 中国大学体制类型对高校知识转移的影响: 一个基于资源观的分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009, 30(7): 134-138.
- [26] PERKMANN M, KING Z, PAVELIN S. Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry [J]. Research Policy, 2011, 40(4): 539-552.
- [27] 杨德林, 汪青云, 孟祥清. 中国研究型大学衍生企业活动影响因素分析[J]. 科学学研究, 2007(3): 511-517.
- [28] POWERS J B, MCDUGALL P P. University start-up formation and technology licensing with firms that go public: A resource-based view of academic entrepreneurship [J]. Journal of Business Venturing, 2005, 20(3): 291-311.
- [29] ARVANITIS S, KUBLI U, WOERTER M. University-industry knowledge and technology transfer in Switzerland: What university scientists think about co-operation with private enterprises [J]. Research Policy, 2008, 37(10): 1865-1883.
- [30] 吴凡, 董正英. 高等学校技术转移能力影响因素及实证分析[J]. 科技进步与对策, 2010, 27(10): 137-140.
- [31] BRESCHI S, LISSONI F, MONTobbio F. The scientific productivity of academic inventors: New evidence from Italian data [J]. Economics of Innovation and New Technology, 2007, 16(2): 101-118.
- [32] BATTESE G E, COELLI T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data [J]. Empirical Economics, 1995, 20(2): 325-332.
- [33] 董洁, 黄付杰. 中国科技成果转化效率及其影响因素研究——基于随机前沿函数的实证分析[J]. 软科学, 2012, 26(10): 15-20.
- [34] 原长弘 孙会娟. 政产学研用协同与高校知识创新链效率[J]. 科研管理, 2013, 34(4): 60-67.

Research on the Influential Factors of the Technology Transfer Efficiency in Chinese Key Universities: Based on the Panel Stochastic Frontier Analysis

Hu Xinyue, Ren Zijuan, Tang Yongli

(School of Management, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: To analyze the factors which restrain the technology transfer efficiency in Chinese key universities, the dynamic change of technology transfer efficiency in 91 China universities from 2007 to 2016 is calculated based on the stochastic frontier analysis, and the impact of external heterogeneous factors on the efficiency of technology transfer in regional markets and universities is explored. The results show that the demanding of the market has limited stimulation on the efficiency of technology transfer. Excessive market demand may inhibit the improvement of technology transfer efficiency. The convergence of high-tech industries and the enhancement of the link with the market can highly improve technology transfer efficiency. In addition, research on the change pattern of technology transfer efficiency has demonstrated a significant difference in different subject structures and regions. Finally, corresponding policy recommendations are proposed for universities and governments to improve the efficiency of technology transfer based on the research conclusions.

Keywords: university technology transfer efficiency; market demand; market structure; tie strength; stochastic frontier analysis