

# 高校科技投入与 产出动态关系及效率演进

汪树坤

(厦门大学, 福建 厦门 361005)

**摘要:**运用面板向量自回归(PVAR)模型和超效率SBM模型,选取2007—2017年30所研究型大学和53所非研究型大学科技投入与产出的数据,使用PVAR模型分析两类大学科技投入与产出的动态关系并运用超效率SBM模型对其投入与产出效率进行测算。研究发现,研究型大学与非研究型大学的货币资本投入与产出存在正向影响,但这种影响并不具有持续性,高校科技产出主要依赖货币资本的投入,最大促进作用分别存在1年和2年的滞后期,且只在短期内显著。引入滞后期测度出的科技投入与产出效率表明,高校科技投入与产出效率整体水平较低,研究型大学明显高于非研究型大学。研究为科学认识高校科技投入与产出规律和进一步提高高校科技投入与产出效率提供新的参考视角。

**关键词:**高校科技投入与产出;PVAR模型;超效率SBM模型;动态演进

**中图分类号:**G40-054

**文献标志码:**A

**文章编号:**1003-2614(2025)02-0054-08

**DOI:**10.19903/j.cnki.cn23-1074/g.2025.02.020

当前学界对科技投入的数量或科技发展的成就是高校科技活动研究关注的焦点,针对不同类型高校科技投入与产出的质量和效率以及高校科技资源优化配置的研究有待进一步深入。对高校科技问题的研究实质是高校科技投入与产出的关系问题,不仅从投入或产出方面来衡量,对科技投入与产出效率的衡量是更为核心的方面。高校科技投入与产出是一个复杂的问题,其中明确和解决投入与产出滞后期这一难以确定的问题,是精准评价高校科技投入与产出效率的前提。本文从研究型大学和非研究型大学科技投入与产出的滞后问题出发,揭示两种类型大学科技投入与产出动态关系以及通过引入滞后期对比分析其效率的演进特征。

## 一、文献综述

### 1. 高校科技投入与产出效率的测量及预测研究

部分国内学者着力开展高校科技创新效率研究。许敏等人对“十二五”到“十三五”期间我国世界一流大学建设高校的科技整体和分阶段效率进行测算分析,采用两阶段DEA模型,结果显示我国世界一流大学建设高校间效率水平差异明显,且整体科技创新效率较低,但知识转移阶段的效率值提升幅度高于知识创造阶段,不同类型高校科技创新阶段效率提升不均衡<sup>[1]</sup>。WANG等人在考察我国研究型大学的科技创新效率后认为,综合类和理工类高校效率相近,人文社科类高校效率水平最低<sup>[2]</sup>。吴宏超和马聪颖研究发

现,“一带一路”沿线国内省份高校效率存在明显差异<sup>[3]</sup>。Xionghe Qin和Debin Du将大学研发绩效分为效率与效果两个维度,采用网络数据包络分析法对高校研发效率进行测度,并分别采用多指数综合评价法对高校研发效果进行多阶段评价,测算了2004—2014年我国30个省份高校的综合研发绩效,研究结果表明研发绩效处于中等水平或较强水平的大学主要集中在沿海省份和中部地区<sup>[4]</sup>。王甲旬和邱均平采用我国高校人文社会科学信息网和国家统计局网站的数据,使用Bootstrap-DEA方法,分析了2009—2016年我国高校人文社会科学研究的效率问题,认为我国高校人文社会科学研究的整体技术效率处于中等偏上水平,且科研管理对科研效率的影响较大<sup>[5]</sup>。

### 2. 高校科技投入与产出指标构建及体制改革研究

合理构建指标体系是评价结果准确性的重要保证。曲雁和孙燕根据高校科技创新能力内涵,以科技创新过程视角,分析高校科技创新能力转化的物质环境和软环境影响因素,构建高校科技投入、产出和环境在内的评价指标体系<sup>[6]</sup>。吴晓波等人将科技经费作为科技外部投入,将科技论文、科技奖励、科技转化、专利的数量作为科技产出来构建高校科技竞争力指标<sup>[7]</sup>。程鹤和陈树文将R&D科技人员数和R&D经费内部支出作为投入指标,将鉴定成果数、出版专著数、鉴定成果数、发表论文数、技术转让获得的实际收入、成果获奖数作为产出指标并运用DEA方法,对各高校R&D投入产出的相对

收稿日期:2024-03-01

作者简介:汪树坤,厦门大学教育研究院博士研究生,研究方向:高等教育政策、高等教育质量评价。

有效性进行评价,并发现我国高校 R&D 投入产出综合效率 (DEA) 值较低<sup>[8]</sup>。张运华等人将研究与发展全时人员及当年科技支出经费作为科技投入变量,将科技著作、学术论文、专利授权量等三项作为产出变量,运用 DEA 模型对我国高校科技投入产出及科研成果转化效率进行分析,测算出 76.6% 的地区高校在科技投入产出阶段是有效的<sup>[9]</sup>。

相关学者集中于高校科技投入产出管理体制研究。王国弘基于“外部性”与“零和博弈”等经典理论,提出了“投入产出最小化”概念,根据“投入产出最小化”现象的本质和成因,从完善科研成果转化激励机制、加强科研经费使用监管和改善科研成果转化环境等三个方面提出了系统性对策与建议<sup>[10]</sup>。邵洁针对高校科技创新能力的内涵、评价体系的构建探索,考察地方高校科技管理面临的困境,并提出转变科技评价标准,以国家政策为行动指南,做好与国家、省、市政策衔接,鼓励原始创新,营造协同创新氛围,构建成果转化机制等对策<sup>[11]</sup>。索玮岚等人认为,通过健全人才流动和激励机制、建立多元化融资科研经费体系、强化协调管理、提升高校资源配置水平等方式改革高校科技管理制度<sup>[12]</sup>。

### 3. 高校科技投入与产出影响因素研究

基于投入产出视角,宋志燕和孙百才采用面板随机前沿生产函数模型,对 2009—2018 年我国普通高校办学效率及其影响因素进行实证研究,结果显示虽然我国高校办学效率总体较高,但社会服务投入冗余、效率衰减等问题突出;省际和区域间的高校投入产出效率具有差异性,东部明显高于中西部,区域间的整体产出和社会服务效率逐年扩大;高学历和职称教师比例及经费投入等,也成为影响普通高校办学效率的重要因素<sup>[13]</sup>。陈琳和岳振兴选取 2006—2017 年我国 18 所特色高校为样本,采用面板随机前沿生产函数模型,对科技效率及影响因素开展研究,结果显示高校科研效率受城市经济发展的影响,科研人员数量少的反而在论文产出上更高<sup>[14]</sup>。Rza Mammadov 和 Ahmet Aypay 根据 2017 年的投入产出数据,测算及比较了高教协会确定的十所研究型大学与五所候选研究型大学,并确定影响这些大学效率的因素,提出必须明确大学的规章制度,采取过程导向的措施,而不是集中管理和产出导向的评价<sup>[15]</sup>。梁文艳等人构建 DEA-Tobit 两阶段模型测算,选取 2006—2010 年“211 工程”大学自然科学学科科研投入产出面板数据,测算以质量为导向的科研生产效率的影响因素分析,区域科技进步水平显著影响大学科研生产效率,经济发展水平的影响不显著;大学国际交流合作、学术声誉、集群效应均未对科研生产效率表现出积极影响,大学教师人力资本水平对以质量为导向的生产效率具有关键影响<sup>[16]</sup>。

学者们基于不同的角度和方法,针对高校科技活动投入产出效率情况开展了研究,但不同评价方法各有优缺点,适

用范围各有差异。高校科技投入产出是一个复杂的系统问题,其中的投入产出滞后性就是难以确定的因素,因此揭示高校科技投入产出活动的时序性,有助于把握高等教育科技创新活动的动态性和规律。由于高校科技投入与产出之间的见效期通常不会即时显现,可能存在一定的滞后期,因此必须认真考量所选取数据对科技投入产出的测算,仅仅对当年科技产出和投入进行分析,结果的科学性则会受到影响<sup>[17]</sup>。相比于以往有关我国高校科技投入产出的研究,本文的潜在贡献在于:从研究型和非研究型两类高校来分析科技投入与产出的动态关系,不仅可以拓展当前高校科技投入产出研究边界,提高效率测算的有效性和科学性,还能够为我国高校科技政策制定提供参考。

## 二、研究设计

### 1. 理论基础

瓦西里·里昂惕夫是最早提出投入产出理论的美国经济学家,投入产出分析是其核心内容,就是将“投入”与“产出”放在一起进行分析的经济数量分析方法<sup>[18]</sup>。该理论的提出对“投入”的效果进行了有效检验,并迅速被广泛应用于各个行业和领域。有鉴于此,高等教育领域也逐渐引入了投入产出理论,高校通过对科技投入产出比来检验科技资源的投入过程中是否得以充分发挥和利用,以此来分析和评价高校对科技资源的利用效率。高校科技投入与产出的变化存在十分密切的关系,通过调整二者的结构使其达到合理化的程度,科技活动还具有投入产出周期长、资源需要持续投入等特点,其投入与产出往往具有一定的滞后性<sup>[19]</sup>。一般而言,科技投入与产出的因果关系无法在短时间内完成,在这一过程中通常存在一定的滞后时间,即科技投入需要通过一定的时间才能完全作用于科技产出。换言之,高校科技产出不仅受到同期各种投入的影响,也受到过去某些时期各种科技投入的影响,而且不同类型高校科技投入由于作用路径和影响因素不同,其滞后时间和不同时期对科技产出的影响程度也不尽相同。

### 2. 模型构建

在不具有任何条件约束的情况下,面板向量自回归 (PVAR) 模型对变量之间的关系以及对联合内生变量的影响是可估计的,并能够较好反映变量之间复杂的变化关系,可以充分呈现研究型大学和非研究型大学科技投入产出的动态关系。因此,本文采用 PVAR 模型对研究型大学与非研究型大学劳动力资本投入、货币资本投入与科技产出等三者之间的相互关系进行研究。模型的基本表达式为:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \gamma_j \gamma_{it-j} + \alpha_i + \varphi_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $i$  为个体,即不同类型高校; $t$  表示时间,即不同的年份; $Y_{it}$  为个体  $i$  在时间  $t$  的  $n$  个可观测随机变量的  $n \times 1$  向

量; $\alpha_0$  为截距项向量; $\gamma_j$  为滞后变量的  $n \times n$  系数矩阵; $\gamma_{(it-j)}$  为内生变量的  $j$  阶滞后项; $\alpha_i$  为个体固定效应项; $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项; $\varphi_t$  为时间效应项。在这一模型中可以考察三者之间的动态影响,变量之间允许互为因果的交互关系存在,研究型大学和非研究型大学劳动力资本投入、货币资本投入与科技产出可作为 3 个可观测的随机变量加入其中。另外,为了避免系数矩阵的估计偏差,在采用该模型对变量间的 Granger 因果检验、脉冲响应和预测方差分解的分析过程中,通过向前均值差分 and 组内均值差分的方式来消除个体效应项和时间效应项。

目前,大部分文献采用 DEA 模型来测算科技投入与产出效率,该方法无须事先设定生产函数和权重,运用线性规划的方法测算多个具有相同投入与产出决策单元的效率值。传统 DEA 模型的产出指标多为期望产出指标,并不适用于存在非期望产出指标的情形,同时未考虑松弛变量对效率值可能产生的影响。有鉴于此,学者提出了非径向、非角度的 SBM 模型,SBM 模型的测算结果会出现多个决策单元的效率值都有效的情形,但无法对效率值进一步排序和比较,为此又作了进一步改进,提出超效率 SBM 模型<sup>[20]</sup>。模型如下所示:

$$\left\{ \begin{array}{l} \theta^* = \min_{\lambda, s^-, s^+} \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{q} \sum_{r=1}^q \frac{s_r^+}{y_{ro}}} \\ \text{s. t. } x_{io} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- \quad i=1, 2, \dots, m; \\ y_{ro}(t+k) = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}(t+k) - s_r^+ \quad r=1, 2, \dots, q; \\ \lambda_j \geq 0 (\forall j), s_i^- \geq 0 (\forall i), s_r^+ \geq 0 (\forall r) \end{array} \right. \quad (2)$$

其中, $x_{ij}$  表示第  $j$  个决策单元的第  $i$  个投入变量, $y_{rj}$  表示第  $j$  个决策单元的第  $r$  个产出变量, $m, q$  分别表示决策单元有  $m$  种投入和  $q$  种产出, $s^+$  和  $s^-$  为剩余变量和松弛变量, $\lambda_j$  为科技投入产出指标的权重系数, $\theta$  为被评价决策单元的综合效率值, $k$  为滞后期。由于研究型大学和非研究型大学科技投入产出之间的见效期不是即时显现,因此在数据选取时必须考虑投入产出的滞后期问题,模型中滞后期  $k$  的引入较好地解决高校科技投入与产生的滞后性问题。

### 3. 数据选取

鉴于已有研究未对研究型大学的具体的定义达成一致的看法,本文所探讨的“研究型大学”是以教育部“985”计划高校名单为基础。基于数据的可获得性,选取 2007—2017 年全国 30 所研究型大学样本<sup>①</sup>和 53 所非研究型大学样本<sup>②</sup>,将 R&D 人员全时当量、科技经费总拨入(包括政府资金、企事业单位委托经费、其他经费)作为科技投入测度指标,其中选取 R&D 人员全时当量作为高校科技劳动力资本投入,科技经费总拨入作为高校科技货币资本投入,科技学术论文和科技成果转化实际收入取对数之后以等权重的方式综合为科技产出,数据来源于《高等学校科技统计资料汇编》(2008—2018 年)。为减小或消除异方差对模型的影响,所有数据均进行对数处理,模型中变量的描述性统计如表 1 所示。

## 三、实证分析

### 1. PVAR 模型实证分析

第一,平稳性检验。为了确保模型估计的准确性和防止出现伪回归,本文分别采用三种检验方法对变量进行平稳性

表 1 变量描述性统计

变量	变量名称	均值	标准差	最小值	最大值	观测数
inno	科技产出	0.574	0.164	0.003	0.999	913
lnlab	劳动力资本投入	6.474	0.859	4.043	9.112	913
lncap	货币资本投入	12.494	1.255	8.996	15.602	913

检验,检验结果见表 2。检验结果表明,研究型大学和非研究型大学模型中 inno、cap 和 lab 变量在 1% 和 5% 的显著性水平上未均拒绝存在单位根的原假设。一般而言,对变量进行两种检验就可以判定该序列是否平稳,为了保证研究的严谨性,因为向量自回归模型要求所用变量需平稳,若检验结果显示各变量在自身水平上有单位根存在,则数据是非平稳的。如表 2 检验结果表明,在对其进行一阶差分后,进行单位根检验,各个变量进行一阶差分后的统计量,其单位根检

验值均小于 1%、5% 和 10% 显著水平下的临界值,即在 1% 显著性水平下,它们通过单位根检验,说明变量通过一次差分后平稳,满足向量自回归模型要求,因此本文将所有变量进行一阶差分后建立 PVAR 模型。

第二,模型最优滞后阶数确定及 GMM 估计。PVAR 模型对滞后期的选择非常敏感。在构建 PVAR 模型进行分析时,需要确定模型的最优滞后阶数。在选择滞后阶数时,应综合考虑多种信息准则。从表 3 可以看到,在研究型大学样

表 2 各序列变量的平稳性检验

高校类型	变量	LLC 检验	IPS 检验	HT 检验	检验结论
研究型大学	Dinno	-9.480 ***	-8.104 ***	-11.373 ***	平稳
	Dlnlab	-15.486 ***	-6.021 ***	-0.107 ***	平稳
	Dlncap	-25.029 ***	-7.083 ***	-0.184 ***	平稳

非研究型大学	Dinno	-17.581***	-11.762***	-0.300***	平稳
	Dlnlab	-15.161***	-6.632***	0.281***	平稳
	Dlncap	-12.837***	-6.256***	0.119***	平稳

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的置信水平上显著；表中数字分别代表 LLC 检验、IPS 检验和 HT 检验中相应的统计量，对所有数字保留 3 位小数；D 表示序列的一阶差分。

本中，模型滞后一阶的 MAIC、MBIC 和 MQIC 判定指标的值为最小，则可判定滞后一阶为模型的最优滞后阶数；在非研究型大学样本中，模型滞后二阶的 MAIC 和 MQIC 判定指标的值为最小，则可判定滞后二阶为模型的最优滞后阶数，根据最优组合检验结果，本研究确定了最优的滞后期。从表 4 具体结果可知，研究型大学滞后 1 期的货币资本投入对科技产出具有促进效应，非研究型大学滞后 2 期的货币资本投入对科技产出的影响显著为正，说明高校前期的货币资本投入对后期的科技产出产生正向影响，但无论是研究型大学还是非研究型大学，前期的劳动力资本投入对科技产出的作用并不显著。

表 3 模型最优滞后阶数选择

高校类型	滞后阶数	MAIC	MBIC	MQIC
研究型大学	1	-3.120*	-1.675*	-2.539*
	2	-2.921	-1.192	-2.222
	3	-2.922	-0.841	-2.079
非研究型大学	1	-0.759	0.985*	-0.083
	2	-1.009*	0.993	-0.228*
	3	-0.890	1.440	0.025

注：\* 表示根据 MAIC、MBIC、MQIC 准则选取的最优滞后阶数。

表 4 PVAR 模型估计结果

高校类型	变量	Dinno	Dlnlab	Dlncap
研究型大学	L1. Dinno	-0.333*** (0.092)	-0.078 (0.229)	-0.133 (0.216)
	L1. Dlnlab	-0.001 (0.031)	0.008 (0.093)	-0.223* (0.124)
	L1. Dlncap	0.052** (0.024)	0.081 (0.058)	-0.040 (0.090)
	L1. Dinno	-0.341*** (0.055)	0.027 (0.079)	0.189** (0.088)
	L2. Dinno	-0.129** (0.055)	0.061 (0.067)	0.139 (0.104)
	L1. Dlnlab	-0.005 (0.048)	0.743*** (0.096)	-0.088 (0.095)
非研究型大学	L2. Dlnlab	0.005 (0.026)	0.059 (0.059)	-0.010 (0.063)
	L1. Dlncap	-0.028 (0.029)	0.038 (0.045)	0.789*** (0.121)
	L2. Dlncap	0.041** (0.021)	0.002 (0.033)	0.253*** (0.087)

注：\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、5%、1% 的置信水平上显著；L1. D 表示对前向均值差分的一阶滞后，L2. D 表示对前向均值差分的二阶滞后。

接着进行 Granger 因果检验，以确定研究型大学与非研究型大学劳动力资本投入、货币资本投入与科技产出是否存在因果关系。检验结果如表 5 所示，在研究型大学样本中，在货币资本投入的提高对科技产出提升的 Granger 因果检验结果中，P 值小于 0.05 的置信值，从而拒绝原假设，认为货币资本投入是科技产出的 Granger 原因；在劳动力资本投入对货币资本投入的 Granger 因果检验结果中 P 值小于 0.1 的置信值，从而拒绝原假设，认为劳动力资本投入是货币资本投入的 Granger 原因。在非研究型大学样本中，在货币资本投入对科技产出的 Granger 因果检验结果中，P 值小于 0.05 的置信值，从而拒绝原假设，认为货币资本投入是科技产出的 Granger 原因；在科技产出对劳动力资本投入的 Granger 因果检验结果中，P 值小于 0.05 的置信值，拒绝原假设，认为科技产出是劳动力资本投入的 Granger 原因。

第三，模型稳定性检验。本文运用 PVAR 模型建立 AR

根图进行稳定性检测，验证本文所建立的模型的合理性。只要 AR 根图中有一个单位根位于圆外，即存在一个根的模的倒数大于 1，则说明所构建的模型不是稳定的，若 AR 根图的所有单位根都位于圆内，即 PVAR 模型所有根的模的倒数都小于 1，证明本文所构建的模型是稳定的。图 1 和图 2 是本文模型的稳定性检验结果，结果显示研究型大学与非研究型大学样本的所有单位根均处于圆内，可见本文建立的 PVAR 模型是稳定的。

第四，脉冲响应函数和方差分解。如图 3 和图 4 所示，时间跨度为 10 期的各组脉冲响应结果，其中，横坐标表示响应滞后期数长度为 10 期，纵坐标表示对冲击变量的响应程度，中间实线表示变量受到冲击的响应效果，上下两条虚线是 95% 的置信区间。通过脉冲响应函数可以分析模型变量受到一个标准差的冲击后，对其他变量产生的冲击作用，用以观测变量间的动态交互关系以及分析变量间的时滞特征。

表 5 Granger 因果检验

类型	原假设	X <sup>2</sup> 统计量	P 值	结论
研究型大学	货币资本投入不是科技产出的 Granger 原因	4.520	0.033	拒绝
	劳动力资本投入不是货币资本投入的 Granger 原因	3.236	0.072	拒绝
非研究型大学	货币资本投入不是科技产出的 Granger 原因	7.237	0.027	拒绝
	科技产出不是劳动力资本投入的 Granger 原因	6.507	0.039	拒绝

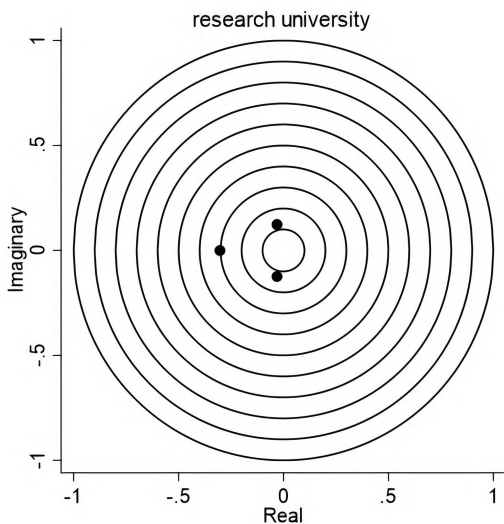


图 1 研究型大学 PVAR 模型的 AR 根图

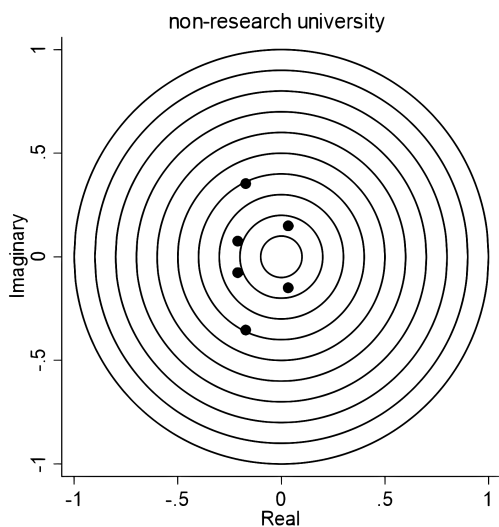


图 2 非研究型大学 PVAR 模型的 AR 根图

通过观测研究型大学与非研究型大学劳动力资本投入、货币资本投入与科技产出三者之间的动态影响关系。从图 3 和图 4 可以看出：一是研究型大学中给货币资本投入一个标准差冲击，对科技产出先产生正向影响，响应值在第一期末达到最大，在对 0~1 期的科技产出产生正向影响之后，随着时间的推移，这种正向影响会逐渐减弱，可见研究型大学货币资本投入会对科技产出效率带来较大影响，但不具有持续性。相比于研究型大学，非研究型大学中给货币资本投入一个标准差冲击，先产生负向影响，响应值在第一期末达到最小，随后 1~2 期影响程度逐渐上升，响应值在第二期之后逐渐减弱，进一步说明研究型大学和非研究型大学货币资

本投入对高校科技产出的促进作用分别存在 1 期和 2 期的滞后。二是对研究型大学劳动力资本投入施加一个标准差冲击，科技产出先出现上升的趋势随后逐渐下降，第二期之后不断减弱，非研究型大学劳动力资本投入在受到一个标准

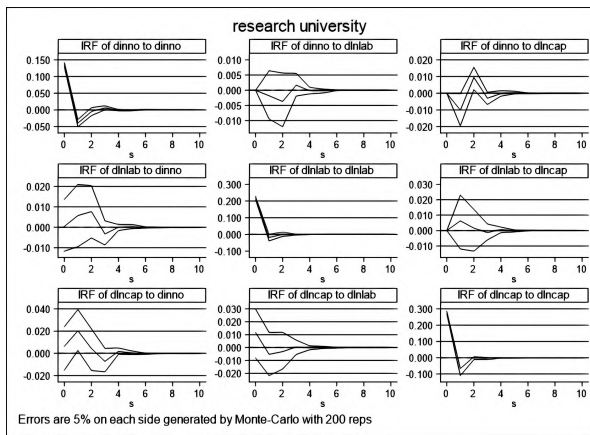


图 3 研究型大学脉冲响应图

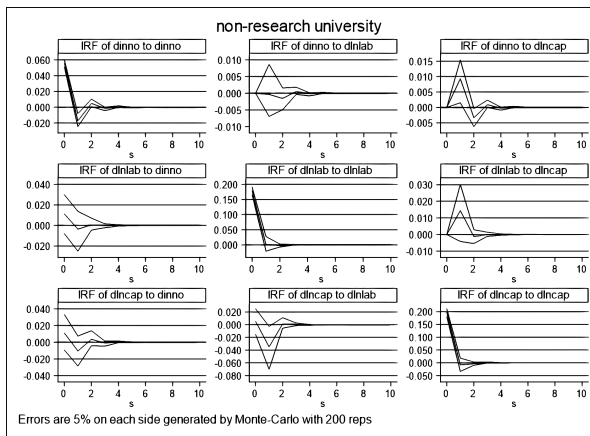


图 4 非研究型大学脉冲响应图

注：横轴表示冲击的滞后期数（年），中间曲线为脉冲响应函数曲线，其外侧两条曲线代表两倍标准差的置信区间。差的冲击之后，科技产出一直呈现下降的趋势，第二期之后影响作用不断减弱。综合所述，无论是研究型大学，还是非研究型大学，高校科技投入对科技产出具有促进作用，但科技投入的增加在短期内不会提高科技产出的提高，并且劳动力资本投入与货币资本投入对科技产出的影响也存在一定的差异，尤其是非研究型大学，货币资本投入对科技产出的影响存在较长的滞后期。

从对研究型大学科技产出的方差分解结果可以发现（见表 6），在第 10 期中，其自身、劳动力资本投入和货币资本投入的解释力分别为 89.0%、1.5% 和 9.5%；到了第 20 期，三

者的解释力分别为 88.3%、1.5% 和 10.1%。与第 10 期相比,高校科技产出自身的解释力略有下降,而货币资本投入的解释力则略有上升,随着时间的推移,这些变量对科技产出的影响力趋于稳定。从对非研究型大学科技产出的方差分解结果来看,在第 10 期中,其自身、劳动力资本投入和货币资本投入的解释力分别为 88.8%、0.4% 和 0.4%;到了第 20 期,三者的解释力分别为 55.3%、15.3% 和 29.4%,自身的影响逐期减弱,劳动力资本投入和货币资本投入逐期增

强,科技产出的提高以自身的影响为主,其次主要受到货币资本投入的影响。因此,研究型大学和非研究型大学的 PVAR 模型方差分解结果表明,科技产出主要受自身的影响并呈现逐期减弱的趋势,货币资本投入对科技产出的影响较强,两种类型高校在科技投入方差解释力度方面存在一定差异,非研究型大学随着期数的增加,科技投入的解释力度要高于研究型大学,说明非研究型大学科技产出的提高更加依赖于资源的投入。

表 6 方差分解

变量	研究型大学				非研究型大学			
	s	Dinno	Dlnlab	Dlncap	s	Dinno	Dlnlab	Dlncap
Dinno	10	0.890	0.015	0.095	10	0.888	0.004	0.004
Dlnlab	10	0.045	0.921	0.034	10	0.048	0.827	0.125
Dlncap	10	0.037	0.098	0.866	10	0.003	0.323	0.674
Dinno	20	0.883	0.015	0.101	20	0.553	0.153	0.294
Dlnlab	20	0.045	0.901	0.054	20	0.036	0.624	0.340
Dlncap	20	0.042	0.104	0.855	20	0.015	0.583	0.402

注:其中“s”表示期数。

### 2. 超效率 SBM 模型分析

为了保证测算的实际科技投入产出效率评价结果更加科学,将研究型大学和非研究型大学的科技投入产出作为算例进行分析。由于研究型大学 2007 年的科技产出根据滞后 1 期为 2008 年的科技产出,选取研究型大学 2008—2017 年科技投入产出数据,非研究型大学 2007 年的科技产出根据滞后 2 期为 2009 年的科技产出,因此选取非研究型大学 2009—2017 年科技投入产出数据。根据前文论述的超效率模型,在考虑到研究型大学科技投入对科技产出存在 1 期滞后时间,非研究型大学科技投入对科技产出存在 2 期滞后时间的情况下,本研究测算了我国两种类型大学样本期内的投入产出效率,具体结果如表 7 所示。

进一步分析可以发现,首先,在样本期内,研究型大学和非研究型大学科技投入产出效率整体小于 1,说明我国高校科技投入产出效率整体水平较低。其次,研究型大学科技投入产出效率均高于非研究型大学,这主要是由于研究型大学在科研方面的投入更大,包括资金、设备和人员等方面,此外,研究型大学通常拥有更优秀的科研团队和更高的科研水平,能够更有效地进行成果研发和转化。最后,研究型大学科技投入产出效率呈现较小幅度的提升趋势,非研究型大学科技投入产出效率并未出现明显的提升,这可能是由于多种因素导致的。对于研究型大学来说,随着高校科研投入的增加,科研规模的扩大,管理难度也相应提高,可能导致科研资源的利用效率降低。另外,研究型大学在追求高水平科研成果的过程中,可能会忽视实际应用和产业化,导致科技成果转化效率低下。对于非研究型大学来说,由于科研资源和科研水平的相对不足,科技投入产出效率可能本身就相对较低,因此非研究型大学在科技发展道路上可能缺乏明确的定位和特色,导致科技投入产出效率难以提升。整体而言,研

究型大学和非研究型大学科技投入产出效率在样本期内并未出现大幅提升。

表 7 2008—2017 年不同类型高校科技投入产出效率值

年份	研究型大学	非研究型大学
2008	0.802	-
2009	0.786	0.620
2010	0.805	0.602
2011	0.808	0.613
2012	0.793	0.612
2013	0.797	0.587
2014	0.797	0.600
2015	0.827	0.566
2016	0.820	0.574
2017	0.833	0.602

## 四、结论和启示

### 1. 结论

本文通过构建高校投入与高校科技创新产出的关系模型,分析在我国高度重视科技创新的情况下,投入对科技创新产出的影响作用,并根据 2007—2017 年我国 83 所高校的面板数据,运用 PVAR 面板向量自回归模型和超效率 SBM 模型进行了实证分析,得到以下研究结论:

第一,Granger 因果检验结果表明,在研究型大学和非研究型大学样本中,高校科技货币资本投入是科技产出的原因。最优滞后阶数结果显示,高校货币资本投入对高校科技创新产出的影响具有时滞性,研究型大学滞后期数为 1 期,非研究型大学滞后期数为 2 期。高校科技产出效率主要受自身和货币资本投入的影响,说明高校科技创新产出效率的提升更加依赖于科技经费的投入。

第二,脉冲响应分析和方差分解结果显示,研究型大学和非研究型大学科技货币资本投入对科技产出均具有促进作用,但只具有短期影响效应,非研究型大学科技货币资本

投入对科技产出的影响存在较长的滞后期。高校科技产出主要受自身的影响并呈现逐期减弱的趋势,货币资本投入对科技产出的影响较强,研究型大学与非研究型大学在科技投入方差解释力度方面存在一定差异,非研究型大学随着期数的增加,科技投入的解释力度要高于研究型大学,说明非研究型大学科技产出的提高更加依赖于资源的投入。

第三,超效率模型测算结果表明,研究型大学和非研究型大学科技投入与产出效率整体小于1,说明我国高校科技投入产出效率整体水平较低;研究型大学和非研究型大学科技投入产出效率在样本期内并未出现大幅提升,研究型大学科技投入与产出效率均高于非研究型大学。

## 2. 启示

基于研究型大学和非研究型大学科技投入与科技产出的动态关系及效率水平特征,为了更好促进高校科技投入与科技产出之间的动态协调,提升高校科技投入质量,本研究基于研究型大学和非研究型大学科技投入与科技产出的动态关系及效率演进特征,得出以下三点启示。

第一,注重科技经费的持续投入,建立和完善科技投入保障监督机制。根据前文分析结果,不同类型高校关于科技经费投入对科技产出的影响存在“滞后”情况,如果科研经费无法持续投入,前期研发成果就可能由于资金问题无法跟进,最终延误研发成果产出或降低研发质量。鉴于高校科技投入对高校科技产出的促进作用是一个动态积累的过程,因此政府和高校应该注意各指标对科技产出的影响周期及时补给经费投入以保证持续研究。另外,建立和完善科技投入保障监督机制,加强高校经费科技投入的内部管理和监督,进一步规范科研项目 and 课题预算制度,加强科研管理,提高科研管理水平,优化科研资源配置,确保科技投入有效地转化为科研产出。这包括减少科研资源的浪费、促进科研团队之间的合作、提供必要的科研支持和服务、提高产出的质量和影响力。

第二,优化科技投入资源配置,提高科技经费使用效能。研究型大学与非研究型大学科技投入与产出效率整体水平偏低,总体水平不高,可能主要由于高校科技成果转化效率仍偏低,因此应注重高校科技资源投入的使用价值,优化科技投入资源配置,提高科技经费使用效能。一方面,高校应优化科技投入资源配置,不同高校结合自身发展规律来强化科技资源配置,将科研人员、科研经费和科研设备等科技资源以适宜的比例在知识转化和成果转化阶段配置,保证配置结构的合理性,以便实现科技资源投入产出的良性、高效循环;另一方面,改革和完善管理体制机制,强化高校科技资源优化利用的顶层设计,保障科技资源投入的稳步增长,为研发人员创造积极创新的政策条件和团队环境,有效激发科研人员的积极性和创造性。

第三,逐步提高高校科技投入总量,缩小高校间科技投

入的不平衡。高校科技投入的增加对促进科技产出还有很大的提升空间,优化政府对高校科技经费配置,尤其是政府要加大对非研究型大学的科技经费投入,提高单位科技经费的利用率和科技产出效率。鉴于各省级政府科技投入不均衡问题,应着重提升政府资金在高校科技投入方面的优化配置,最大化利用有限的资金投入资金匮乏的地方高校,争取更高的科技产出。此外,高校应积极拓宽科技经费来源渠道,鼓励非研究型大学通过加大校企合作力度,优化校内资源的投入与分配,提高资源使用效率,保障非研究型大学科技投入的规模与质量。

## 3. 研究不足与展望

本研究实证分析了不同类型高校科技投入与产出动态关系,且科学测度了其科技投入产出效率,为我国高校科研评价制度改革提供了理论支撑,具有一定的学术价值,但还存在以下不足与局限性:一方面,本文探究了高校科技投入与产出的滞后性问题,但并未深入分析造成我国高校科技投入与产出滞后的影响因素,比如科研体制机制等因素的影响;另一方面,在创新价值链视角下,高校科技创新活动分为成果研发和转化两个阶段,本文基于数据的可获得性并未探究不同阶段高校科技投入与产出动态关系及效率变化特征,有待在未来研究中进一步完善。

## 注释:

- ①研究型大学样本:北京大学、清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、北京师范大学、南开大学、大连理工大学、东北大学、东南大学、中国科学技术大学、吉林大学、哈尔滨工业大学、复旦大学、同济大学、上海交通大学、华东师范大学、浙江大学、南京大学、厦门大学、山东大学、中国海洋大学、武汉大学、湖南大学、中山大学、华南理工大学、四川大学、电子科技大学、西安交通大学、西北工业大学、兰州大学。
- ②非研究型大学样本:安徽师范大学、福建师范大学、兰州理工大学、深圳大学、燕山大学、河南师范大学、东北石油大学、武汉工程大学、中南林业科技大学、湖南中医药大学、湖南工业大学、长春大学、长春中医药大学、长春工业大学、淮海工学院、江西中医药大学、景德镇陶瓷学院、大连工业大学、沈阳建筑大学、沈阳化工大学、辽宁科技大学、沈阳工业大学、山东建筑大学、青岛大学、烟台大学、太原科技大学、辽宁师范大学、山东农业大学、山东师范大学、上海海洋大学、上海工程技术大学、西南石油大学、天津科技大学、天津工业大学、中国计量大学、浙江农林大学、浙江师范大学、宁波大学、重庆邮电大学、重庆医科大学、河北大学、山西大学、东北林业大学、东华大学、中国药科大学、福州大学、河南大学、湘潭大学、广西大学、西南交通大学、四川农业大学、贵州大学、西北大学。

## 参考文献:

- [1]许敏,孙笑,王慧敏,等.两阶段视角下我国世界一流

- 大学建设高校科技创新效率研究——基于“十二五”至“十三五”期间数据观测[J]. 科技管理研究, 2022(24): 101-110.
- [2] WANG C Y, CHENG Z, ZHAO S K. Analysis of input and output efficiency of research university in China (2000 - 2015): based on the SBM of super - efficiency DEA model and global Malmquist index analysis [J]. Transformation in Business and Economics, 2017(2): 656 - 672.
- [3] 吴宏超, 马聪颖. “一带一路”沿线省份高校科技创新效率及影响因素: 基于 DEA - Malmquist - Tobit 模型的研究[J]. 重庆高教研究, 2020(6): 34 - 47.
- [4] XIONGHE QIN, DEBIN DU. Measuring universities' R & D performance in China's provinces: a multistage efficiency and effectiveness perspective [J]. Routledge, 2018(12): 1392 - 1408.
- [5] 王甲旬, 邱均平. 中国省域高校人文社会科学研究效率评价——基于 Bootstrap - DEA [J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2019(4): 113 - 125.
- [6] 曲雁, 孙燕. 高校科技创新能力转化分析与评价指标的构建[J]. 河南师范大学学报(哲学社会科学版), 2009(6): 250 - 253.
- [7] 吴晓波, 李冬琴, 李靖华. 高校科技竞争力评价指标体系之构建[J]. 高等工程教育研究, 2004(2): 37 - 40.
- [8] 程鹤, 陈树文. 基于复相关 - 灰色关联分析的高校科技创新能力指标体系的构建[J]. 科技管理研究, 2016(6): 117 - 123.
- [9] 张运华, 吴洁, 施琴芬. 高校科技投入及成果转化效率分析——价值链角度的考察[J]. 科技管理研究, 2008(8): 133 - 135.
- [10] 王国弘. 我国高校科研“投入产出最小化”现象成因与对策研究[J]. 科技进步与对策, 2017(6): 147 - 150.
- [11] 邵洁. 地方高校科技管理改革的问题与对策[J]. 中国高校科技, 2017(S2): 54 - 55.
- [12] 索玮岚, 陆桂昌, 陈锐. 高校科技资源配置效率测度研究: 基于共享投入关联网络 DEA 模型[J]. 科研管理, 2015(11): 155 - 161.
- [13] 宋志燕, 孙百才. 我国普通高校投入产出效率及其影响因素研究——基于 2009 - 2018 年省际面板数据的随机前沿分析[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2022(6): 128 - 137.
- [14] 陈琳, 岳振兴. 基于随机前沿分析理论的行业特色型大学科研效率评价研究[J]. 高校教育管理, 2018(4): 73 - 80.
- [15] RZA MAMMADOV, AHMET AYPAY. Efficiency analysis of re - search universities in Turkey [J]. International Journal of Educational Development, 2020(75): 1 - 11.
- [16] 梁文艳, 袁玉芝, 胡咏梅. 研究型大学自然科学学科科研生产效率测算及影响因素分析——基于 DEA - Tobit 两阶段模型[J]. 国家教育行政学院学报, 2014(10): 70 - 76.
- [17] 俞立平, 潘云涛, 武夷山. 基于 DEA 与 BP 神经网络的科技投入评价研究[J]. 科技管理研究, 2009(6): 143 - 146.
- [18] 张红霞, 夏明. 对投入产出模型性质的理论思考[J]. 经济理论与经济管理, 2022(5): 78 - 94.
- [19] 高璐, 仝芳妍, 邓心安. 科技基本投入对论文产出的影响研究——以中国国际论文为例[J]. 科技进步与对策, 2007(9): 25 - 28.
- [20] TONE K. A slacks - based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European journal of Operational Research, 2001(3): 498 - 509.

## Dynamic Relationship Between Scientific and Technological Input and Output and Its Efficiency Evolution in Universities

WANG Shu - kun

(Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**Abstract:** Using Panel Vector Autoregression (PVAR) and Super - Efficiency SBM models, this study analyzes the dynamic relationship between science and technology inputs and outputs at 30 research universities and 53 non - research universities from 2007 to 2017. The study employs the PVAR model to examine these dynamics and the Super - Efficiency SBM model to evaluate input - output efficiency. Findings indicate that monetary capital inputs positively affect outputs at both types of universities, though the impact is not sustained over time. The greatest promotional effects on technological outputs occur with a lag of one and two years, respectively, and are significant only in the short term. Efficiency analysis, incorporating lagged measures of technology inputs and outputs, reveals that overall university science and technology input - output efficiency is low, with research universities performing significantly better than non - research universities. This research offers new perspectives for understanding the patterns of university science and technology inputs and outputs and for enhancing efficiency.

**Key words:** university science and technology input and output; PVAR model; super - efficiency SBM model; dynamic evolution