

高校科研投入产出滞后性及效率研究

李 平,杨凯丽

(山东科技大学 经济管理学院,山东 青岛 266590)

摘要:通过面板自回归分布滞后模型(PADL)探究高校科研投入的产出滞后性,选取山东省 25 所普通本科高校为研究样本,收集其 2010—2020 年的数据,分析得出高校科研产出的一般滞后期;基于投入产出滞后效应,通过 DEA-BCC 模型和 DEA-Malmquist 指数对样本高校的静态科研效率和动态科研效率进行测算。研究发现:高校科研产出的一般滞后期为 1 年;2020 年多数样本高校为非 DEA 有效,整体科研效率水平较低;2011—2020 年样本高校全要素生产率整体呈现上升趋势,但技术效率和技术进步效率的波动较大,技术效率、规模效率和纯技术效率水平均不高。未来应进一步提升高校科研效率评价的科学性,注重技术进步效率对整体科研效率的影响,同时避免盲目的规模扩张,强化监督与评估管理。

关键词:高校科研;投入产出;滞后性;效率

中图分类号:G647

文献标识码:A

文章编号:1008-7699(2023)01-0108-11

一、引言

党的十九届五中全会提出,深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,完善国家创新体系。高校具有知识和人才方面的独特优势,是国家创新系统的重要行为主体,承担着在基础研究和前沿技术领域取得原创性突破、提升国家原始创新能力、培养创新型人才、服务国家经济社会发展的重要使命。近年来,党中央、国务院高度重视高校的科研工作,出台一系列改革举措,制定多种政策计划支持高校科技创新高质量发展。据国家统计局、科学技术部、财政部联合发布的全国科技经费投入统计公报显示,2014—2020 年我国高校科研经费的财政投入整体呈现平稳增长趋势,2016 年我国高校科研经费的财政投入首次突破 1 000 亿元大关,2020 年财政投入 1 882.5 亿元,同比增长 4.8%。由此可见,国家对高校科研投入强度持续提高,特别是 2017 年以来增幅较大。但是,投入增长后的产出效率如何?如何相对准确地测量高校科研效率?解决这些问题对于提升高校自主创新能力、实现科技创新高质量发展至关重要,不仅可以为政府优化科研资源配置提供支撑,还可以引导高校完善科研管理并建立起服务经济社会发展的科研创新体系。

纵观国内外关于高校科研效率的相关研究,不难发现企业生产效率的测算思路和方法已被引入到高校科研管理研究领域,学者们从理论和实证方面分析高校科研投入产出效率,主要研究高校科研效率的测算维度、测算方法、实证分析三个方面,为高校科研管理提供科学依据和方法。

在高校科研效率测算维度方面,国外学者多注重科研成果的经济社会价值、同行专家认可度等,如麻省理工学院出版的《技术评价》主要采用当前技术创新发展在经济社会中的应用及影响方面的文章;荷兰琳堡大学、意大利国家科技政策研究委员会、英国大学政策研究所、加拿大技术合作研究所等均注重科研活动的过程和成果转化调查。有学者认为,应该重视对研究人员在科研活动中所花费时间的精确测量,并普遍认可科研成果数量、科研支撑、科研组织形式、学校重视程度、保障措施等测度指标。^[1]由此可见,

收稿日期:2022-02-16

基金项目:山东省教育科学规划重大招标课题(2020VZ001)

作者简介:李 平(1962—),女,重庆人,山东科技大学经济管理学院教授、硕士生导师,博士。

国外研究强调定量与定性相结合。国内学者普遍从人力投入和财力投入两个维度来描述高校的科研投入,如赵杨、陈光慧选取教学与科研人员、科研人员高级职称占比、科研课题总数和科研经费投入总额作为投入指标;^[2]在产出方面,主要通过论文数量、专著数量、鉴定成果数量和科研成果转化收入等方面对科研产出进行描述,如张宝生和王天琳通过学术论文数量、科技著作数量、专利授权数以及技术转让收入金额等测算科研产出水平,^[3]廖帅等通过科研课题数量、专利所有权转让收入、科技论文和科技著作数量,以及形成国家或行业标准数等测算高校科研产出水平^[4]。还有学者从学术论文、课题数量、技术转让收入、成果授奖数量、专著数量等方面描述高校科研产出,且近年对论文的关注度极高,普遍赋予论文较大权重。^[5]^[14]

在高校科研效率测算方法方面,国外学者最早应用的是投入产出法,后来采用成本函数法,近20年主要运用DEA方法,如Agasisti、Belfield采用DEA模型测量了意大利公立大学的科技创新效率,^[6]Duan基于DEA模型对36所澳大利亚大学2011—2015年的科研效率进行测算^[7]。国内学者采用的测算方法较多,近年有DEA方法及其扩展模型、层次分析法、灰色关联聚类法、随机前沿分析等,如刘娟娟把灰色关联聚类法应用于高校科研绩效评价中;^[8]韩晓明等将熵值法与主成分分析法结合使用,对100余所“211”及省部共建高校的科技创新效率进行测算;^[9]闫平等利用DEA模型与Malmquist生产率指数模型对教育部直属48所高校的科研静态效率和动态效率进行综合评价;^[10]王树乔等采用非径向DEA-SBM模型对江苏省高校的科研效率进行测算,并在此基础上分析地域差异对高校科研效率的影响^[11]。

在高校科研效率测算实证方面,国外选取样本较为全面,既有针对高校整体科研效率的研究,也有针对高校具体学科或学院科研效率的测算。如Guccio等分析了意大利公立高等教育机构2000—2010年期间的教学和科研绩效以及两者之间的关系,发现高校整体绩效的提升主要是由科研绩效的水平所决定,而教学绩效仅在样本期的最初几年增加;^[12]Cherchye和Abeele以荷兰8所大学的工商学院和经济学院为研究对象,研究其科研投入产出效率^[13]。国内实证研究集中在近几年,主要研究对象有三类:一是,对特定省份或区域高校的科研效率进行测算,如苏为华等以浙江省高校为样本,对其科研绩效水平和变化趋势进行分析,^[5]^[14]程肇基、张桂香对江西高校科研活动投入产出绩效进行评价,^[14]吴宏超和马聪颖基于“一带一路”沿线省份高校的面板数据,考察了高校科技创新效率水平及其影响因素;^[15]二是,对教育部直属高校、“985工程”“211工程”高校等特定类型学校的科研效率进行分析,如陈立泰等测算了西部地区23所省部共建“211工程”高校的科研投入产出效率,^[16]张婧对教育部直属64所高校的科研效率进行评估,^[17]陈琳和岳振兴研究了行业特色型高校的科研效率并分析其影响因素,^[18]宗晓华和付呈祥分析了教育部直属“双一流”建设高校2010—2015年间的科研效率水平及其变动情况;三是,对高校具体学科或者具体学院科研效率的测算,^[19]如王洪礼、贾岳对天津市15所高校重点投入的58个学科的科研效率进行测算,^[20]李瑛和任珺楠分析了110所“211工程”高校的人文社会科学科研效率现状和变化情况^[21]。

综上所述,国内外理论界对高校科研活动极其重视,研究成果丰硕,但是相关研究尚存在一些不足,特别是目前研究成果主要分析当期科研投入对当期科研产出的影响,未考虑到科研投入和产出之间的时间滞后效应。科研生产与其他生产系统不同,它需要经历复杂而漫长的过程,科研选题—研究展开—成果形成—成果转化需要时间跨度,^[22]科研的当期产出不仅受当期投入的影响,也受前期投入的影响,且不同年度影响的程度不同。因此,本文在研究高校科研效率之前,将采用面板自回归分布滞后模型分析高校的科研投入产出滞后性,确定一般滞后期,基于投入产出滞后效应研究高校科研效率,以期弥补相关研究的不足。

二、研究设计

(一)研究模型

1. 面板自回归分布滞后模型

科研生产系统需要经历复杂的过程,因此本文构建面板自回归分布滞后模型对高校科研活动的产出滞后性进行分析,确定一般的滞后阶数,提高评价过程的严谨性和评价结果的准确性。在充分考虑国内外相关研究的基础上,通过面板自回归分布滞后模型(Panel data autoregressive distributed lag model, PADL)探究高校科研投入的产出滞后性。首先进行综合处理,将处理后的投入指标作为 PADL 模型的自变量 SIput,将处理后的产出指标作为 PADL 模型的因变量 SOput,以期提升系数估计的准确度。过程如下:

$$SIput_{it} = \sum \frac{Input_{it}}{\text{mean}(Input)}, \tag{1}$$

$$SOput_{it} = \sum \frac{Output_{it}}{\text{mean}(Output)}, \tag{2}$$

其中,SIput_{it}表示高校 i 在 t 年的科研投入指数,SOput_{it}表示高校 i 在 t 年的科研产出指数,mean(Input) 表示投入指标的平均值,mean(Output) 表示产出指标的平均值。

高校科研投入产出 PADL 模型如下:

$$SOput_{it} = \mu_0 + \sum_{h=1}^H \alpha_h SOput_{it-h} + \sum_{q=0}^Q \beta_q SIput_{it-q} + \theta_{it} \tag{3}$$

公式(3)中,SOput_{it-h}为高校 i 在 t-h 期的科研产出指数,SIput_{it-q}表示高校 i 滞后 q 期的科研投入指数,H 和 Q 表示产出和投入的最大滞后期,μ₀为常数项,α_h和β_q为系数,θ_{it}为随机误差项。

2. DEA-BCC 模型

DEA 模型在处理多指标投入和多指标产出效率研究方面具有独特的优势,无须先设置好参数,其决策单元的有效性与所运用的指标量纲无关,可以避免指标权重的量纲化和主观因素的影响,提高评价结果的客观性和真实性。DEA 方法适用于分析具有相同任务和目标以及投入产出类似的研究主体,其中 DEA-BCC 模型为规模报酬可变模型,能够较好地描述高校科研投入和产出过程,因此本文选择 DEA-BCC 模型对高校科研静态效率进行研究。

DEA-BCC 模型在可变规模收益情况下,技术效率的测度会受到规模效率的影响。假设有 n 个决策单元,每个决策单元 m 种投入、q 种产出,分别记为 X_j=(X_{1j}, X_{2j}, ..., X_{mj})、Y_j=(Y_{1j}, Y_{2j}, ..., Y_{qj}),决策单元的线性规划模型经过等价转换和对偶处理,即可得出公式(4),如下:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max \epsilon \\ \text{s. t. } \sum_{i=1}^n X_{ij} \lambda_j + s^+ = \epsilon X_{ik} \quad i = 1, 2, \dots \\ \sum_{r=1}^n Y_{rj} \lambda_j - s^- = \epsilon Y_{rk} \quad r = 1, 2, \dots \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots \\ \lambda_j \geq 0 \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{array} \right. \tag{4}$$

公式(4)中 ε 表示技术效率值,当 ε<1 时,表示决策单元为 DEA 非有效;当 ε=1 时,表示决策单元为 DEA 有效。

3. DEA-Malmquist 指数模型

DEA 方法与 Malmquist 指数的结合使用可以同时得到技术进步效率变化、技术效率变动和生产要素变动情况以及前两者对后者变动的的作用,该方法能够测算时间序列数据的动态效率,适用于高校科研效率研究中各个决策单元不同时期数据的动态效率分析。因此本文选择 DEA-Malmquist 指数分析方法探索高校科研动态效率,测算在不同时期内高校科研效率的动态变化。DEA-Malmquist 指数利用距离函数(E)进行运算,表示为以下形式:

$$MPI_i = \frac{E_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i(x^t, y^t)}, MPI_i^{t+1} = \frac{E_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i^{t+1}(x^t, y^t)} \quad (5)$$

考虑两个时期的技术水平,取它们的几何平均值:

$$MPI_i^G = (MPI_i MPI_i^{t+1})^{1/2} = \left[\left(\frac{E_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i(x^t, y^t)} \right) \times \left(\frac{E_i(x^{t+1}, y^{t+1})}{E_i^{t+1}(x^t, y^t)} \right) \right]^{1/2} \quad (6)$$

(二) 样本选取和指标数据说明

1. 样本选取

本文研究样本从山东省高校中选取。据教育部发展规划司最新统计,山东省现有普通本科高校 70 所,鉴于一些高校主要以本科教育为主,科研活动较少,因此本文根据《山东省人民政府办公厅关于印发山东省本科高校分类考核实施方案(试行)的通知》(鲁政办字[2019]176 号)和《2020 年省属事业单位绩效考核总体方案》(鲁事考委[2020]1 号)对山东省属高校的分类,选取 I 类高校(博士学位授予权高校)全部,II 类高校(硕士学位授予权高校)中除山东工艺美术学院、山东艺术学院、山东体育学院外的 10 所高校,及国家部属驻鲁高校 3 所为样本,样本高校共计 25 个。

2. 测算维度与数据说明

高校科研效率测算维度应反映科研投入与产出的实际情况。借鉴以往研究成果,从高校科研资源的投入和产出两个方面构建科研效率的评价指标体系,如表 1 所示。在投入方面,从科研人员和科研经费两个维度设置测算维度。具体而言,在人力投入方面,从事研究与发展、科技服务等科研工作人员和教师数量决定着科研效率,同时,高校在运营中还有大量的教学人员,他们在从事教学的同时不仅承担着科研任务,还承担着人才培养的工作,维持高校稳定而有序地运营,故本文使用教学与科研人员数量来衡量科研人力投入。在经费投入方面,科技经费是指学校从政府、企业、事业单位获得的研究经费,较为全面地反映了高校所获得的经费情况,且本文主要研究科学研究经费的实际使用情况,而非研究当年所得到的经费总额,因此,使用科技经费内部支出作为财力方面的投入指标。

在产出方面,我国高校科研活动的产出主要包括科学研究成果和科研成果转化。科研成果方面,通过论文、著作、专利等成果形式反映,学术论文的发表数量和科技著作数可以直接反映高校的基础研究产出;专利是高校科研成果应用的重要体现,且高校申请的专利不一定得到授权,因此使用专利授权数作为产出指标;科技课题数量也是高校科研水平和办学实力的体现,因此在评价指标体系中纳入课题数量指标。此外,以往科研评价指标体系在产出方面过度追求论文数量和质量,忽略了科研成果的应用性和服务功能。因此,为了使分析更具有针对性,本文在设置测算维度时对科研成果转化方面的产出指标给予了重点关注,选取技术转让当年实际收入来衡量高校科研成果转化能力。基于设置的测算维度,通过《高等学校科技统计资料汇编》《中国统计年鉴》、专业科技数据库 Web of Science、山东统计信息网、样本高校官方网站等多渠道采集样本高校 2010—2020 年的相关数据。

三、高校科研投入产出滞后效应分析

进行高校科研投入产出滞后效应分析的目的在于检验科研投入产出的一般滞后期,即高校进行科研投入后获得科研产出成果的时间跨度。根据公式(3)面板自回归分布滞后模型,代入样本高校面板数据,运用 stata15.0 对模型变量系数进行估计,得到回归模型,如表 2 所示。由于存在内生性问题,采用系统广义矩估计方法(System GMM)对公式(3)的参数进行估计。表 2 中模型(1)、(2)是同时增加科研投

表 1 高校科研效率评价指标体系

测算维度	具体指标	单位
投入维度	教学与科研人员	人
	科技经费内部支出	千元
产出维度	学术论文	篇
	专著数量	部
	课题数量	项
	技术转让实际收入	千元
	成果奖励	项

入指数和科研产出指数滞后阶数的结果,模型(3)、(4)、(5)是在固定科研产出指数滞后阶数为 1 年的情况下,逐步增加科研投入指数滞后阶数的回归结果。从总体结果来看,5 个模型均通过了 Hansen 过度识别检验,因此模型选择的工具变量有效,模型设定合理。

表 2 中模型(1)、(2)投入指数和产出指数的滞后阶数同步增加的回归结果显示:当年科研投入与产出的回归系数在模型(1)和模型(2)中均不显著,故当年科研投入对当年科研产出的影响有不确定性;滞后 1 年的投入变量与产出的回归系数仅在模型(2)中为正且在 10%的水平上显著,亦有不不确定性;滞后 2 年的投入变量未通过显著性检验,说明滞后 2 年的科研投入对当年科研产出无实质影响;此外,依次增加滞后 3、4、5、6、7、8 年样本高校的科研投入和产出变量,结果显示各投入变量的系数均不显著或为负,不具有实际意义,予以排除。

模型(3)、(4)、(5)产出变量滞后阶数保持不变而投入变量的滞后阶数依次增加的分析结果显示:当年科研投入变量仍然不显著,样本高校当年科研投入对科研产出不具有实质性影响;滞后 1 年的投入变量和科研产出的回归系数在模型(3)、(4)、(5)中均显著为正,说明滞后 1 年的科研投入对产出具有实质性影响,即样本高校科研投入经过 1 年才能获得产出成果;依次增加滞后 2、3、4 年的投入变量后,回归分析得到的系数均不显著,无参考价值。由此可以得出,在测算高校科研效率时采用当年投入和当年产出数据是不合理的,高校科研从投入到成果产出存在明显的时间滞后性,从回归分析的结果来看,样本高校科研投入后获得成果产出的时间跨度一般为 1 年,故本文得出高校科研投入产出的一般滞后期为 1 年,并将科研投入产出的滞后效应纳入测算模型。

表 2 样本高校科研投入产出滞后效应分析结果

	(1) Output	(2) Output	(3) Output	(4) Output	(5) Output
Output1	-0.051* (-1.92)	-0.035 (-0.10)	-0.068** (-2.49)	-0.084*** (-3.30)	-0.076** (-2.32)
Output2		0.056 (0.24)			
Input	0.784 (0.84)	2.006 (1.13)	0.172 (0.15)	0.427 (0.38)	1.021 (0.78)
Input1	1.392 (1.29)	3.672* (1.78)	3.708** (2.20)	3.552** (2.09)	3.072* (1.77)
Input2		-3.980*** (-2.83)	-1.673 (-1.18)	-2.125 (-1.60)	-2.596 (-0.94)
Input3				0.380 (0.75)	1.041 (0.56)
Input4					-0.455 (-0.66)
Cons	0.531 (1.52)	0.277 (0.38)	0.490 (1.09)	0.450 (0.94)	0.546 (0.94)
AR(1)	0.290	0.376	0.279	0.284	0.293
AR(2)	0.300	0.382	0.296	0.314	0.332
Hansen J	0.256	0.110	0.189	0.263	0.199
N	250	225	225	200	175

注:***、**、*分别表示在 1%、5%和 10%水平上显著,N 为样本观测数量,Output1 和 Output2 分别为滞后 1 年和 2 年的综合产出指数,Input1、Input2、Input3、Input4 分别为滞后 1、2、3、4 年的综合投入指数,括号中的数字为 t 值。

四、高校科研效率分析

(一) 静态效率测算

面板自回归分布滞后模型分析结果显示, 高校科研投入产出的一般滞后期为 1 年。为深入探讨高校科研效率的具体情况, 基于产出滞后效应分析结果, 采用样本高校 2019 年的投入数据和 2020 年的产出数据, 运用 DEA-BCC 模型测算 2020 年样本高校的科研效率及其分解指标, 结果如表 3 所示。

表 3 2020 年样本高校科研静态效率

学校名称	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模收益
青岛大学	0.818	0.820	0.997	递增
中国石油大学(华东)	1.000	1.000	1.000	不变
曲阜师范大学	0.967	1.000	0.967	递增
青岛农业大学	1.000	1.000	1.000	不变
山东科技大学	1.000	1.000	1.000	不变
青岛科技大学	1.000	1.000	1.000	不变
青岛理工大学	1.000	1.000	1.000	不变
山东大学	0.665	1.000	0.665	递减
中国海洋大学	0.603	0.625	0.965	递增
济南大学	0.634	0.694	0.914	递增
烟台大学	0.584	0.670	0.871	递增
山东理工大学	0.807	0.815	0.990	递减
山东财经大学	0.776	1.000	0.776	递增
山东建筑大学	1.000	1.000	1.000	不变
鲁东大学	0.775	0.908	0.853	递增
山东师范大学	1.000	1.000	1.000	不变
山东农业大学	1.000	1.000	1.000	不变
齐鲁工业大学	1.000	1.000	1.000	不变
临沂大学	0.575	0.769	0.748	递增
聊城大学	0.642	0.808	0.795	递增
山东工商学院	0.367	1.000	0.367	递增
山东中医药大学	1.000	1.000	1.000	不变
潍坊医学院	0.525	0.643	0.817	递增
山东第一医科大学	0.938	1.000	0.938	递增
滨州医学院	0.287	0.418	0.687	递增
均值	0.798	0.887	0.894	—

技术效率是对决策单元资源配置能力、资源使用效率等的综合衡量, 纯技术效率是技术和管理等水平提升带来的效率, 规模效率是在技术和管理水平一定的前提下, 现有规模与最优规模之间的差异。规模收益反映所有投入要素的使用量按同样的比例增加对总产量的影响, 规模收益递增说明决策单元应该扩大规模。反之, 规模收益递减, 决策单元则应缩减规模。由表 3 可知, 2020 年 25 所样本高校的技术效率、纯技术效率和规模效率均值分别为 0.798、0.887、0.894, 整体科研效率水平较低, 大多数高校为非 DEA 有效, 且高校之间差距明显。DEA 有效的高校有 10 所, 占样本高校总数的 40%, 即中国石油大学

(华东)、青岛农业大学、山东科技大学、青岛科技大学等 10 所高校的科研效率及其分解指标均为 1,处于生产前沿面上,表明这些高校的科研效率处于较高水平。

曲阜师范大学、山东大学、山东财经大学、山东工商学院和山东第一医科大学的纯技术效率虽达到了 1,但受规模效率的影响,技术效率没有达到最佳状态,说明这些高校的科研活动未达到合适收益状态,导致规模无效,难以通过增加科研投入而获得相应产出。其中,山东大学处于规模收益递减状态,说明可能存在科技人员和经费投入冗余问题;其余 6 所高校处于规模收益递增状态,表明这些高校的生产规模尚未达到投入的有效状态。

其余 10 所高校的技术效率及其分解指标效率值皆不为 1,且规模效率差距较大,其中,滨州医学院技术效率值和纯技术效率值最低,仅为 0.287、0.418。山东理工大学处于规模收益递减状态,青岛大学、中国海洋大学和济南大学等 9 所高校处于规模收益递增状态。可见,这 10 所高校的规模效率和纯技术效率皆处于无效状态,需要从两个方面采取相应改善措施:一是,在纯技术效率方面主要侧重于资金和人员冗余量改进;二是,在规模效率方面需要关注高校科研生产所处的规模阶段动态变化。

(二)动态效率测算

采用 DEA-Malmquist 模型对 2011—2020 年样本高校的动态效率进行测算。Malmquist 指数即全要素生产率,可以分解为技术效率和技术进步效率,其中技术效率可进一步分解为纯技术效率和规模效率。若全要素生产率指数大于 1,说明相比前一年,该年高校科研效率值有所提高;若小于 1,则说明高校科研效率有所下降。考虑样本高校科研投入产出的一般滞后期为 1 年,故采用投入数据的时间跨度为 2010—2019 年,产出数据的时间跨度为 2011—2020 年,如表 4 和图 1 所示。

2011—2020 年样本高校全要素生产率平均值大于 1(1.003 1),整体呈现上升趋势。从时间演变角度观察到,2011—2016 年样本高校全要素生产率基本保持不变,2016—2020 年呈现波浪式升降的发展趋势。其中 2017—2018 年为历年最低,仅为 0.968 1;2016—2017 年最高,达到 1.062 0,增长了 6.20%。从分解值来看,仅技术进步效率指数大于 1,呈现了增长的趋势,对当年全要素生产率的提高发挥主要推动作用,由此可见,技术进步效率是全要素生产率的主要影响因素。从具体分解指标来看,技术效率的均值为 1.001 5,2018—2019 年最高,2019—2020 年有所下降;技术进步效率的均值为 1.002 2,整体呈上升趋势,2016—2017 年最高;纯技术效率不稳定,呈波浪式发展,2013—2014 年最高;规模效率无上升趋势,说明虽然投入规模不断提升,边际收益却没有提高。

表 4 2011—2020 年样本高校科研效率各年度 DEA-Malmquist 指数及其分解指标

年份	全要素生产率	技术效率	技术进步效率	纯技术效率	规模效率
2011—2012	0.987 0	0.993 7	0.993 3	0.993 1	1.000 7
2012—2013	1.000 5	1.006 8	0.993 9	1.000 8	1.005 9
2013—2014	0.995 2	1.002 4	0.992 7	1.015 2	0.987 2
2014—2015	0.983 7	0.991 0	0.992 5	0.992 4	0.998 4
2015—2016	0.991 2	1.007 5	0.983 8	0.999 8	1.007 8
2016—2017	1.062 0	0.990 7	1.071 2	0.992 1	0.998 1
2017—2018	0.968 1	0.939 1	1.030 4	0.960 7	0.976 3
2018—2019	1.039 0	1.083 3	0.960 3	1.055 9	1.024 4
2019—2020	1.001 1	0.999 3	1.001 5	1.000 7	0.998 4
均值	1.003 1	1.001 5	1.002 2	1.001 2	0.999 7

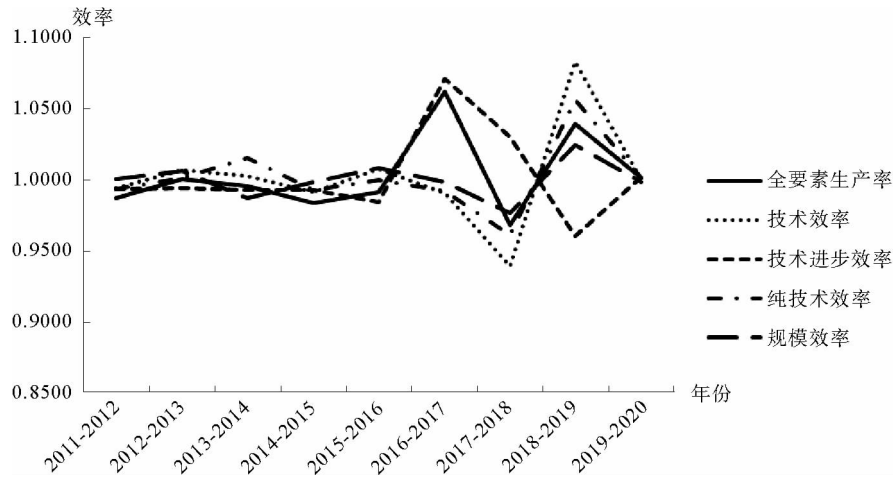


图1 2011—2020年样本高校科研效率各年度DEA-Malmquist指数及其分解指标

采用DEA-Malmquist模型测算2011—2020年度样本高校年均科研效率及其分解指标。由表5可知,样本高校的全要素生产率平均升高0.31%,其中技术进步效率平均升高0.22%,技术效率平均升高0.15%,规模效率平均降低0.03%,纯技术效率平均提高0.12%。以上分析表明,全要素生产率的增加主要由技术进步效率的增加带动,技术效率的提高主要由纯技术效率的提升带动,纯技术效率是影响高校技术效率变动的重要因素。

表5 2011—2020年样本高校年均科研效率

学校名称	全要素生产率	技术进步效率	技术效率	纯技术效率	规模效率
青岛大学	0.986 3	0.989 6	0.997 8	0.998 1	0.999 7
中国石油大学(华东)	1.004 9	1.005 3	1.000 4	1.000 0	1.000 4
曲阜师范大学	1.005 0	1.002 8	1.001 9	1.000 6	1.001 6
青岛农业大学	1.010 7	1.000 6	1.012 0	1.004 5	1.007 0
山东科技大学	0.992 8	0.992 8	1.000 0	1.000 0	1.000 0
青岛科技大学	1.003 5	1.003 5	1.001 8	1.000 8	1.000 4
青岛理工大学	1.009 0	1.002 8	1.007 1	1.007 1	1.000 6
山东大学	0.984 5	0.984 0	1.000 2	1.000 0	1.000 2
中国海洋大学	1.002 7	1.003 2	1.000 6	1.000 1	1.000 7
济南大学	0.993 8	1.001 5	0.993 2	0.996 5	0.996 5
烟台大学	1.011 1	0.997 8	1.012 7	1.005 9	1.007 5
山东理工大学	1.024 9	1.005 7	1.024 9	1.005 1	1.008 5
山东财经大学	1.017 6	1.004 4	1.008 7	1.000 0	1.008 3
山东建筑大学	1.014 7	1.010 5	1.005 1	1.003 5	1.001 3
鲁东大学	0.993 7	0.996 7	0.998 9	1.000 8	0.997 7
山东师范大学	1.024 1	1.016 5	1.008 6	1.000 0	1.008 4
山东农业大学	1.001 2	1.002 8	1.001 6	1.000 4	1.000 5
齐鲁工业大学	1.032 8	1.025 6	1.006 7	1.000 1	1.006 8
临沂大学	0.998 5	1.002 5	0.998 4	1.005 8	0.991 4
聊城大学	0.999 2	1.003 2	0.996 6	1.000 7	0.996 6
山东工商学院	0.973 0	0.996 1	0.975 9	1.000 0	0.975 9
山东中医药大学	0.971 8	0.974 7	0.997 1	1.000 0	0.997 1
潍坊医学院	0.991 5	1.000 9	0.991 1	0.997 9	0.993 0
山东第一医科大学	1.038 5	1.025 6	1.010 6	1.0055	1.003 9
滨州医学院	0.991 1	1.005 6	0.986 2	0.996 8	0.988 6
均值	1.003 1	1.002 2	1.001 5	1.001 2	0.999 7

样本高校中,有14所高校的全要素生产率较高,效率值处于1以上,占样本高校数量的56%,以山东第一医科大学为例,其全要素生产率指数在样本高校中最高,为1.0385,增长达到了3.85%,从分解值来看,山东第一医科大学的技术进步效率指数为1.0256,增长了2.56%,技术效率指数为1.0106,上升1.06%,因此,该高校的全要素生产率的增长主要得益于技术效率的增长。再从技术效率的分解值来看,纯技术效率变化指数和规模效率变化指数分别为1.0055和1.0039,增长0.55%和0.39%,两个指数的增长同时促进了山东第一医科大学技术效率的提高。14所全要素生产率大于1的高校中,9所高校得益于技术进步效率,5所高校得益于技术效率。其余11所高校的全要素生产率值低于1,技术进步效率较低,技术效率和纯技术效率也不高,这主要是产出未达到投入规模效益的原因。由于技术进步效率受最优生产边界的影响,技术效率受资源配置、管理水平及科研人员等因素的影响,技术进步效率和技术效率低说明这11所高校的科研人员和管理水平、资源配置、科研设施等方面都存在问题。

样本高校技术效率主要受到纯技术效率的影响,两者的变化方向相似。曲阜师范大学、青岛农业大学、青岛科技大学等14所高校的纯技术效率小幅度上升;中国石油大学(华东)、山东科技大学、山东大学等7所高校的纯技术效率不变,其中山东科技大学的技术效率和规模效率也不变;青岛大学、济南大学、潍坊医学院、滨州医学院4所高校的纯技术效率有不同幅度下降。

五、结语与讨论

(一)研究结论

基于我国高校科研效率研究的重要性和国内现有研究的局限性,根据科研效率测量的理论基础和特点,建立以“滞后性和准确性”为主导的高校科研效率测算模式,以山东省具有硕士及以上学位授予权的25所普通本科高校为研究样本,采用面板自回归分布滞后模型对高校的科研产出滞后性进行分析,判定一般滞后期,结合科研产出滞后效应分析结果,采用DEA-BCC模型和DEA-Malmquist指数模型对高校的科研效率进行静态和动态测量分析。

研究得出如下结论:(1)样本高校的一般产出滞后期为1年,且当年投入的回归系数在大部分回归模型中均不显著,当年投入对当年产出的影响具有不确定性,这说明采用当年投入和当年产出的数据测量高校科研效率是不恰当的,高校科研从投入到成果产出存在明显的时间滞后性,应将科研投入产出的滞后效应纳入测量模型。(2)2020年样本高校的整体科研效率水平较低,DEA有效的高校10所,DEA弱有效的高校5所,DEA无效的高校10所。(3)2011—2020年样本高校全要素生产率整体呈上升趋势,发展态势较好,但技术效率和技术进步效率的波动较大,规模效率和纯技术效率变化较小,效率折线大部分位于1之下,这说明样本高校的科研效率水平不高。(4)关于样本高校的年均科研效率,有14所高校的全要素生产率较高,效率值处于1以上,其中9所高校得益于技术进步效率,5所高校得益于技术效率。其余11所高校的全要素生产率值低于1,产出未达到投入规模效益。(5)样本高校全要素生产率的增加主要由技术进步效率的增加带动,技术效率的提高主要由纯技术效率的提升带动,即纯技术效率是影响高校技术效率变动的重要因素。

(二)政策建议

根据上述研究结论,本文为政府和高校提出以下政策建议。

- 1.提升高校科研效率评价的科学性。在评价模型构建中,高校科研效率测量应考虑投入产出滞后效应问题,高校科研生产系统需要经历复杂的过程,选题—研究展开—成果形成—成果转移转化有一定的时间跨度,因此在科研效率测量时要考虑将投入产出滞后效应纳入测算模型。在评价过程中,应强化质量指标,淡化数量指标,注重科研成果的社会服务能力,采用动态与静态相结合的评价方法,提高效率测量精度,使测量结果更具科学性和相对准确性。

- 2.注重技术进步效率对整体科研效率的影响。研究结论证明,在效率提升方面很多高校得益于技术

进步效率的提升,即高校科研效率增长主要通过科学技术改进与创新来实现。因此,要重视科技创新,避免由于技术进步效率低下而阻碍高校科研发展。一方面,高校自身必须加强创新能力建设,减少技术的外部依赖,在基础理论创新和重大技术攻关方面不懈努力,着力推进自主创新;另一方面,优化高校科研资源配置,对高校现有的科研组织形式进行改革,以技术、学科、市场等因素为前提,建立跨学科、跨领域科研团队,健全重大项目、重大成果培育机制,将高校科技成果转化与企业技术创新相结合,提升技术进步效率,为国家、行业和区域创造更大的价值。

3.避免盲目的规模扩张。山东省高校科研规模的扩大并没有带来全要素生产率的提高,没有得到与规模相匹配的产出价值,带来的只是“内卷化”的“伪发展”。因此,应避免盲目进行规模扩张和片面追求“大而全”,应优化调整科研资源投入结构,构建学术全成本核算体系,对不同类型科研活动的经费预算采取动态分类管理措施,并建立多方评价机制。同时,还要优化科研规模结构,重视规模效益,充分利用现有资源,减少科研资金的浪费,使科研产出与科研投入的增长速度相适应。

4.强化监督与评估管理。政府对高校科技创新活动的重视程度越来越高,科研投入总额不断增加,政府必须健全科研资源使用情况的跟踪调查和监督机制,加强对高校科研发展情况的动态监测,开展定期评估,建立及时反馈制度。高校要深化科研管理改革,加强科研选题、立项、实施、结题、成果转移转化等各个环节的监督和管理,构建知识产权全面管理体系,建立分层分类多模式科技创新治理体系。

(三)研究展望

虽然本文对高校的科研产出滞后性进行了分析,完善了高校科研效率的测算模型,并对样本高校的科研效率进行了较为准确的测量,但由于客观和主观因素的制约,本文还存在以下不足之处,有待后续进一步完善和拓展。第一,本文仅在山东省内选取样本,在后续研究中可扩大样本范围,从其它省选取样本,使研究具有全面性。第二,在效率测算维度方面,本文仅从科研人员和经费两个维度描述高校科研投入,从科学研究成果和科研成果转化两个维度描述科研产出,尚未考虑定性维度的问题,未来可以考虑采用定量与定性相结合的方法,进一步完善测度模型。

参考文献:

- [1]POURIS A. The national research foundation's rating system: Why scientists let their ratings lapse[J]. South African journal of science, 2007(11-12): 439-441.
- [2]赵杨, 陈光慧. 区域高校科研投入产出效率研究[J]. 中国高校科技, 2015(10): 15-17.
- [3]张宝生, 王天琳. 教育部直属“一流大学”建设高校科研效率评价及整体治理研究[J]. 科技与经济, 2021(2): 61-65.
- [4]廖帅, 葛梅, 苏雪晨, 等. 我国不同区域高校科研效率评价研究——基于分类DEA模型的实证分析[J]. 中国高校科技, 2021(Z1): 38-42.
- [5]苏为华, 罗刚飞, 曾守楨. 高等学校科研效率评价研究——以浙江省为例[J]. 科研管理, 2015(9).
- [6]AGASISTI T, BELFIELD C. Efficiency in the community college sector: Stochastic frontier analysis[J]. Tertiary education and management, 2017(3): 237-259.
- [7]DUAN S X. Measuring university efficiency: An application of data envelopment analysis and strategic group analysis to Australian universities[J]. Benchmarking: An international journal, 2019(4): 1161-1173.
- [8]刘娟娟. 灰关联聚类法在高校科研绩效评价中的应用研究[J]. 云南科技管理, 2011(5): 23-26.
- [9]韩晓明, 王金国, 石照耀. 基于主成分分析和熵值法的高校科技创新能力评价[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2015(2): 83-88+92.
- [10]闫平, 马璇璇, 王海涛. 我国高校科研效率评价——基于DEA与Malmquist指数的分析[J]. 财会月刊, 2016(32): 3-9.
- [11]王树乔, 王惠, 祖维. 江苏省高校科研效率的测算及动态演进[J]. 高教发展与评估, 2017(1): 56-66.
- [12]GUCCIO C, MARTORANA M F, MAZZA L. Efficiency assessment and convergence in teaching and research in Italian public universities[J]. Scientometrics, 2016(3): 1063-1094.

- [13] CHERCHYE L, ABEELE P V. On research efficiency: A micro-analysis of Dutch university research in economics and business management[J]. *Research policy*, 2005(4): 495-516.
- [14] 程肇基, 张桂香. 江西地方高校科研投入与产出效率评价[J]. *教师教育研究*, 2016(2): 51-58.
- [15] 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.
- [16] 陈立泰, 梁超, 饶伟. 西部地区省部共建 211 高校科研效率评价[J]. *科技管理研究*, 2012(6): 45-48.
- [17] 张婧. 基于因子分析与 DEA 模型的高校科研效率评价[J]. *统计与决策*, 2015(2): 74-77.
- [18] 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.
- [19] 宗晓华, 付呈祥. 我国研究型大学科研绩效及其影响因素——基于教育部直属高校相关数据的实证分析[J]. *高校教育管理*, 2019(5): 26-35.
- [20] 王洪礼, 贾岳. 基于 SFA 和 DEA 的高校综合投资学科的科研效率评价[J]. *天津大学学报(社会科学版)*, 2015(4): 306-309.
- [21] 李瑛, 任璐楠. 高校人文社会科学科研效率评价研究[J]. *科研管理*, 2016(S1): 571-577.
- [22] 陈洪转, 羊震, 刘思峰, 等. 基于滞后 DEA 的我国高校科研经费使用效率评价[J]. *管理评论*, 2011(8): 72-77.

On Input-Output Lag Effect and Efficiency of Scientific Research in Universities

LI Ping, YANG Kaili

(College of Economics and Management, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China)

Abstract: It is necessary to consider the input-output lag effect when measuring the efficiency of scientific research in universities. The panel autoregressive distributed lag (PADL) model is used to explore the output lag effect of scientific research input in universities. Twenty-five undergraduate universities in Shandong Province are selected as the research samples, and their data from 2010 to 2020 are collected. The regression analysis shows the general lag time of the output of scientific research in universities. This study, based on the input-output lag effect, calculates the static and dynamic research efficiency of sample universities by using DEA-BCC model and DEA-Malmquist index. The results show that the general lag time of the output of scientific research in universities is one year, and most of the sample universities in 2020 are not DEA effective, and their overall research efficiency is low. From 2011 to 2020, the total factor productivity of the sample universities shows an overall upward trend, but their technical efficiency and technological progress efficiency fluctuates significantly, and technical efficiency, scale efficiency and pure technical efficiency are not high. In the future, we should further improve the scientific evaluation of scientific research efficiency in colleges and universities and pay more attention to the impact of technological progress efficiency on the overall scientific research efficiency. Meanwhile, we are supposed to avoid blind expansion of scale, and strengthen supervision and evaluation management.

Key words: scientific research in universities; input-output; lag effect; efficiency

(责任编辑:魏 霄)