

Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.jy.2019.06.003

欢迎按以下格式引用:苏荟,刘奥运.“双一流”建设背景下我国省际高校科研效率及影响因素研究——基于 DEA-Tobit 模型[J].重庆大学学报(社会科学版),2020(1):107-118.DoI:10.11835/j.issn.1008-5831.jy.2019.06.003.

Citation Format: SU Hui, LIU Aoyun. A study on the efficiency and influencing factors of scientific research in inter-provincial universities under “Double First-Class” construction: Based on DEA-Tobit model[J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2020(1): 107-118. DoI: 10.11835/j.issn.1008-5831.jy.2019.06.003.

“双一流”建设背景下我国省际高校 科研效率及影响因素研究 ——基于 DEA-Tobit 模型

苏 荟, 刘奥运

(石河子大学 师范学院, 新疆 石河子 832003)

摘要:基于我国 2015—2017 年 31 个省、市、自治区的面板数据,运用 DEA 模型测算我国省际高校的科研效率,研究表明:各地区高校科研效率普遍较低,“双一流”建设背景下,高校科研总体效率呈增长趋势。其中,西部地区高校科研效率总体相对较高,其次是中部、东部地区。运用 Tobit 模型进一步对影响高校科研效率的因素进行回归分析,发现我国高校人力资本投资总体处于“稀缺”状态,以经费为代表的物质资本投入处于“冗余”阶段,科学研究机构存在“重量短质”等问题。我国高校内涵式发展应将重点转向对人力资本的积累,相对减少物质资本的过度投入,同时,进一步加强国际交流与合作,努力推进“双一流”高校建设,不断提升我国高校科研效率,增强我国高校国际话语权。

关键词:“双一流”建设;省际高校;科研效率;DEA;Tobit 回归;科研评价

中图分类号:G644

文献标志码:A

文章编号:1008-5831(2020)01-0107-12

一、研究背景及文献分析

自 20 世纪 90 年代开始,我国先后推出“211”“985”工程建设方案,此后又推出“2011”计划,其目的在于通过优质资源的重点整合,逐步建设和推动我国一批重点高校、重点学科快速发展。但是,其间存在的问题也正在逐步显现,如高校身份固化、竞争缺失、科研效率低下等,这些问题在一定程度上阻碍着我国高等教育的协调、可持续发展。鉴于此,2015 年 10 月国务院印发《统筹推进世

修回日期:2019-04-17

作者简介:苏荟(1974—),男,江苏海安人,博士,新疆石河子大学师范学院副教授,硕士研究生导师,主要从事区域经济与教育研究,Email: 482485151@qq.com。

界一流大学和一流学科建设总体方案》,提出了2016年进行“双一流”建设的任务要求;2016年2月,教育部印发《教育部2016年工作要点》,提出了制定“双一流”实施办法的要求。由此,“双一流”建设方案逐步开始实施。2017年9月20日,教育部、财政部和国家发改委联合下发了旨在通过优质资源整合,逐步推动我国建设一批重点高校、一批重点学科的《关于公布世界一流大学和一流学科建设高校及建设学科名单的通知》。显然,国务院的《总体方案》和三部委的“通知”都紧紧围绕了“中国特色,世界一流”的核心要求,其中建设一流师资队伍,培养拔尖创新人才,提升科学研究水平,着力推进成果转化等任务,对我国高校的科研创新提出了更高的要求,高校作为我国科学研究的重要力量,在经济社会发展中扮演着人才培养、科学研究、服务社会等重要角色,使高等教育既成为重要的“智库”阵地,也成为经济发展、科技创新、社会进步的“助推器”。

在“双一流”建设的大背景下,学术界对高校科研效率的研究逐渐成为热点。从现有文献来看,其主要成果体现为以下三方面:(1)高校科研效率评价理论、指标体系构建研究。如:胡咏梅将效率与生产率的分析方法引入高校科研评估,为我国高校科研效率的评价提供了方法论参考^[1];程娟娟基于大数据的评估技术,通过采集、导入和预处理、统计、分析和数据挖掘方式,提出更加科学的提高科学研究成果转化效率的方法^[2];白玉基于扎根理论,深入分析高校科技创新能力的内涵与外延,制定全面但有侧重的评价模型,为高校科研创新提供有意义的参考^[3];章熙春基于层次分析法构建了6个一级指标、22个二级指标和77个三级指标的高校科研创新能力评价体系^[4];孙燕在调研基础上建立了3个一级指标和14个二级指标的高校科研创新能力的评价体系^[5]。(2)高校科研效率的实证研究。如:陈立泰基于DEA模型,认为西部地区省部共建“211”高校科研效率绝大多数处于规模递减阶段^[6];崔维军运用数据包络分析方法,认为江苏高校科研效率波动较大,科研效率普遍不高,且各院校科研效率差距较大^[7];姜彤彤对36所“985”高校进行科研效率测算,认为高校科研整体效率较为理想,但区域差异明显,东部高校高于中西部高校^[8];任初明对我国28所省属“211”工程高校科研发展水平进行分析,认为高校科研发展存在不平衡、地域差异等问题,西部高校科研水平差距变小,中东部高校科研水平差距拉大,且自然科学与人文科学领域发展趋势不同^[9];陈俊生以江苏两所高校15个人文社会科学学院为对象,构建二次相对效率和超效率模型,研究认为科研技术效率与管理效率不存在明显关系^[10];邱冷坪基于DEA-Malmquist模型,研究我国32所高等农业院校科研生产效率,认为科研效率整体偏低,普遍存在研究与发展人员投入冗余,科研产出不足,技术效率差异大等问题^[11]。(3)高校科研效率的影响因素研究。如:段庆峰认为,我国“985”工程建设高校科研产出增长主要来自于科研资源的投入,尤其是科研经费的投入^[12];梁文艳认为,地区研究性大学自然学科生产效率差异较大,大学国际交流合作、学术声誉、集群效应、经济发展水平对科研效率影响不显著,教师人力资本水平、科技进步水平对生产效率有显著影响^[13]。

对文献进一步梳理发现,对高校科研效率的研究中:指标体系构建研究颇多,实证研究中对影响高校科研效率的因素关注相对较少,研究对象多以某一省份、某类学科、某所高水平大学为主,缺少以各地区高校为视角的研究。为此,笔者基于“双一流”建设背景,以全国省际高校为研究对象,主要运用DEA-Tobit的实证模型。首先,对我国31个省、市、自治区、直辖市的高校科研效率进行评价,研究假设认为高校科研效率中可能普遍存在效率不高、区域差异等问题;其次,通过建立Tobit受限回归模型,进一步实证分析我国高校科研效率的影响因素,假设认为高校教学与科研人员、研究与发展支出经费、教学与研究机构、对外开放程度、时间虚拟变量等因素均对高校科研效率有重

要影响,各因素对高校科研效率的影响程度有所不同;最后,针对我国省际高校科研效率存在的问题并结合影响因素,提出提高高校科研效率的对策建议。

二、省际高校科研效率评价

(一) 模型方法选择

数据包络分析法(Data Envelopment Analysis)是美国著名运筹学家 A.Charnes 等人,于 1978 年创立的旨在保持决策单元(DMU)的一种测度多投入、多产出下综合效率的方法,通过比较各个决策单元与生产前沿面的偏离程度来衡量其是否有效。数据包络分析的优点在于构建模型时,无需对数据进行标准化处理,指标选取上不用考虑对其进行权重赋权及函数形式的设置,效率的评价较其他方法具有客观性^[14]。考虑到高效科研效率的规模报酬可变(VRS),因此本文采用经典的 DEA-BCC 模型处理决策单元的有效性。

DEA(BCC)模型具体形式如下:

$$\begin{cases} \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^a V_i X_{ij} - V_{j0} \leq 0 \\ \text{Min} z_{j0} = \sum_{i=1}^a V_i X_{ij0} + V_{j0} \\ \text{s.t.} \sum_{r=1}^s U_r Y_{rj0} = 1 \\ V_i \geq 0, U_r \geq 0, r = 1, 2, \dots, s; i = 1, 2, \dots, a; j = 1, 2, \dots, n \end{cases}$$

式中, a 代表多种投入, s 为多种产出; Y_{rj} 为第 j 个DMU的第 r 项产出; X_{ij} 为第 j 个DMU的第 i 项投入; U_r 为第 r 个产出项权重; V_i 为第 i 个投入项权重; V_{j0} 为规模报酬指标^[15]。在测算我国省际高校科研效率值后,本文将进一步分析高校科研效率的影响因素。由于DEA模型测算出的科研效率值介于0和1之间,若以普通最小二乘法(OLS)进行参数估计,将可能导致不一致。因此,以31个省、自治区、直辖市每一年为一个样本,3年共有93个样本,采用Tobit模型来进行估计。标准的Tobit模型为:

$$Y_i^* = X_i \beta_i + \varepsilon_i$$

式中, Y_i^* 为观测到的因变量, X_i 为解释变量向量, β_i 为解释变量系数, ε_i 服从 $(0, \sigma)$ 分布, $i = 1, 2, \dots, n$ 。

(二) 变量选取及说明

根据经典的Griliches-Jaffe知识生产函数模型,科研创新视为知识生产过程物质资本与人力资本的产物。因此,以知识生产函数模型为基础,总结前人对高校科研效率的研究指标,结合数据的可获得性、连续性与代表性,选取我国31个分地区高校的研究与发展全时人员(Y1)、科技经费(Y2千元)作为投入变量;采用科技专著与论文数(X1)、发明专利申请授权项(X2)衡量高校科研产出指标。以上数据均来自于2015—2017年《高等学校科技统计资料汇编》,相关数据通过笔者整理与计算而得。

基于Charnes理论,利用DEA模型测算高校科研效率时,需满足投入与产出的“同向性”。可用Pearson相关系数方法,对投入与产出进行相关性检测(表1),三个年份指标均在1%的显著性水平

上相关,即科研创新产出与要素投入之间构成了稳定均衡关系,说明各投入产出要素之间存在“同向性”,满足DEA模型中对各个变量的需求,由变量间相关系数可得,基于本文数据所得到的DEA模型是有效的,因此可认为本模型选取的投入产出指标总体比较科学、合理,在此基础上可进一步开展效率评价研究。

表1 2015—2017年我国高校科研创新投入与产出变量的Pearson相关系数

年份	类型	X1	X2
2015	Y1	0.907***	0.936***
	Y2	0.754***	0.840***
2016	Y1	0.909***	0.933***
	Y2	0.720***	0.772***
2017	Y1	0.934***	0.942***
	Y2	0.776***	0.791***

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平显著。

(三) 高校科研效率实证结果分析

对我国省际高校科研效率测算,主要用DEAP2.1软件,采用投入导向(Input-Oriented)对我国2015—2017年期间31个省、自治区、直辖市的高校科研效率和规模报酬进行分析,结果参见表2。

1. 总体技术效率

总体技术效率(TE)有效是指决策单元在现有规模下,投入指标得到最有效利用,产出达到有效生产值前沿,TE取值越接近1,说明越有效,技术效率用来表示高校科研资源最小投入成本,以此衡量基于投入导向条件下高校科研资源投入是否存在冗余。

从我国高校总体科研效率值看,2015—2017年我国31个省、自治区、直辖市高校平均综合技术效率(TE)总体呈逐年增长趋势,测算期间增长率为9.63%。其中,2015—2016年增长幅度较大,2016—2017年有增长但不明显。“双一流”建设背景下我国省际高校科研综合技术效率大体呈“S型增长曲线”,可以解释为:政策实行初期,“双一流”建设总体处于探索阶段,高校科研效率主要是以“高投入-高产出”为主的推动机制。随着政策进一步推进,相对于“高质”产出,投入结构相对更为合理,“投入-产出”结构进一步优化,科研投入资源得到充分有效利用,以“结构调整”为主的内涵式发展方式逐步成为提高我国高校科研效率的主要模式。

从我国省际高校科研效率中总体技术效率和规模效率实现DEA有效省份数量来看,2015—2017年,只有河南省实现了高校科研效率技术和规模有效配置,作为教育大省,河南省仅有两所“双一流”高校,相对于高考每年招生人数,河南省优质高等教育资源存在严重“缺口”,在高校资源供给不足的情况下,衍生高校科研资源投入不足等问题。而在高校人均科研投入相对“疲软”情况下,产出效率却能够实现最优化。可见,河南省高校利用有限科研资源,创造出了科研产出的不断“增收”。从各个年份来看,2015年我国高校科研效率有效省份有浙江、河南、云南、宁夏,2016年有内蒙古、江苏、浙江、河南、新疆5个省份总体技术效率有效,2017年仅仅只有内蒙古、河南、贵州、新疆4个省份总体技术效率有效。表明我国高校科研创新效率普遍水平不高,3年内技术率和规模率平均只约占14%。从综合技术效率有效省份来看,有效省份以中西部高校为主,中西部高校积极响应“双一流”建设政策号召,尤其是西部高校在有限的资源条件下,立足于西部,不断发挥自身优势,努力创造科研产出,未来中西部高校发展方向应力争追赶东部高校,使中西部高校在科学研究中占有一席之地。

表 2 我国省际高校科研效率值

	2015 年				2016 年				2017 年			
	TE	PTE	SE		TE	PTE	SE		TE	PTE	SE	
北京	0.418	0.682	0.612	drs	0.461	0.640	0.720	drs	0.534	1.000	0.534	drs
天津	0.350	0.364	0.962	irs	0.444	0.448	0.991	irs	0.480	0.481	0.999	-
河北	0.585	0.680	0.860	drs	0.720	0.724	0.994	drs	0.708	0.810	0.874	drs
山西	0.465	0.480	0.971	drs	0.497	0.502	0.990	irs	0.585	0.593	0.987	drs
内蒙古	0.632	0.778	0.812	drs	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-
辽宁	0.371	0.563	0.658	drs	0.391	0.490	0.798	drs	0.479	0.700	0.685	drs
吉林	0.395	0.402	0.981	drs	0.464	0.537	0.865	drs	0.531	0.723	0.735	drs
黑龙江	0.640	0.707	0.906	drs	0.653	0.718	0.910	drs	0.480	0.483	0.993	drs
上海	0.440	0.688	0.639	drs	0.462	0.645	0.717	drs	0.481	0.665	0.724	drs
江苏	0.936	1.000	0.936	drs	1.000	1.000	1.000	-	0.856	1.000	0.856	drs
浙江	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-	0.961	1.000	0.961	drs
安徽	0.573	0.597	0.960	drs	0.570	0.607	0.940	drs	0.503	0.516	0.976	drs
福建	0.463	0.490	0.944	irs	0.496	0.503	0.986	irs	0.376	0.386	0.973	irs
江西	0.691	0.718	0.961	drs	0.699	0.718	0.974	irs	0.842	0.853	0.987	irs
山东	0.701	0.956	0.734	drs	0.809	1.000	0.809	drs	0.611	0.856	0.714	drs
河南	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-
湖北	0.621	1.000	0.621	drs	0.693	0.884	0.785	drs	0.805	1.000	0.805	drs
湖南	0.537	0.737	0.728	drs	0.595	0.721	0.825	drs	0.577	0.751	0.768	drs
广东	0.420	0.722	0.582	drs	0.419	0.632	0.662	drs	0.556	0.735	0.756	drs
广西	0.791	0.984	0.804	drs	0.765	0.774	0.988	irs	0.731	0.733	0.997	irs
海南	0.665	0.951	0.700	irs	0.801	0.943	0.849	irs	0.621	0.825	0.752	irs
重庆	0.658	0.672	0.979	irs	0.696	0.705	0.987	irs	0.596	0.596	0.999	irs
四川	0.512	0.895	0.572	drs	0.612	1.000	0.612	drs	0.627	1.000	0.627	drs
贵州	0.772	0.801	0.964	drs	0.964	1.000	0.964	irs	1.000	1.000	1.000	-
云南	1.000	1.000	1.000	-	0.722	0.722	1.000	-	0.773	0.777	0.994	drs
西藏	0.216	0.975	0.222	irs	0.558	1.000	0.558	irs	0.766	1.000	0.766	irs
陕西	0.797	0.821	0.971	drs	0.873	0.884	0.988	drs	0.867	0.995	0.871	drs
甘肃	0.822	0.842	0.976	drs	0.794	0.805	0.987	irs	0.860	0.866	0.993	irs
青海	0.580	1.000	0.580	irs	0.698	0.966	0.722	irs	0.977	1.000	0.977	irs
宁夏	1.000	1.000	1.000	-	0.837	0.991	0.844	irs	0.710	0.899	0.790	irs
新疆	0.907	1.000	0.907	drs	1.000	1.000	1.000	-	1.000	1.000	1.000	-
mean	0.644	0.790	0.824		0.700	0.792	0.886		0.706	0.814	0.874	

注:(1)TE、PTE、SE 分别代表综合技术效率、纯技术效率和规模效率;(2)irs、drs、-分别代表规模报酬递增、规模报酬递减和规模报酬不变。

2. 纯技术效率

纯技术效率(PET)有效是指在不考虑决策单元规模因素的条件下,投入效率位于生产前沿面上。在本文研究中,PET值越接近1,表明某省科研投入纯技术效率越有效,用以表示最大产出的最小投入,可以反映高校科研机制运行及管理水平的优良程度。

由表2可以知道,我国高校科研效率中的纯技术效率值呈逐年增长趋势,2016年较2015年,增幅较小约为0.25%,2017年较2016年增幅约为2.870%。3年纯技术效率均有效的省份有江苏、浙江、河南、新疆,仅占13%。其中,2015年纯技术效率实现DEA效率有效省份为8个,2016年、2017年分别有9个和11个。从纯技术效率有效省份来看,东部省份2015年、2016年只有江苏、浙江有效,2017年有效省份增加了北京,其余各年份主要以中西部高校为主。高校科研管理中经费、人员等普遍存在效率低下,运行机制不完善等情况,出现了“外行”管“内行”的情况,而“双一流”建设的核心要求是重点加强一流师资队伍建设,培养拔尖创新人才,提升科学研究水平,着力推进成果转化等。为保障双一流建设核心目标的实现,应努力完善科研管理机制,从而为高校科研创造良好的内外部环境。

3. 规模技术效率

规模纯技术效率(SE)是指决策单元的投入与产出之间是否达到最佳状态,用以表示区域高校科研资源所处状态是否达到最优投入规模。本文高校科研效率的SE值越接近1,表明该省份高校科研效率越接近规模有效。由表2可以知道,2015—2017年我国高校科研效率总体呈先上升后下降态势。2016年较2015年上升幅度为7.52%,2017年较2016年下降幅度为1.35%,省际高校科研规模技术效率大体呈“半M型”变化,但3年规模效率总体均值均在0.8以上,说明整体上高校科研资源规模效率良好。其中,2015年高校科研规模效率DEA有效省份为浙江、河南、云南、宁夏,2016年为内蒙古、江苏、浙江、河南、云南、新疆,2017年有内蒙古、河南、云南、新疆。其中以北京、上海为代表的东部教育强省的规模效率普遍较低,以西藏、海南为代表的欠发达省份,即教育相对落后的西部地区普遍较低,反映出未来东部高校科研效率发展仍以加强高校科研管理,西部高校不断增加科研投入为主要方式的发展模式。显然,不断满足不同省份高校科研内外部“需求”,是提高高校规模技术效率的重中之重。

从31个省份平均值看,平均规模效率(SE)在2016年有较大幅度增长,2017年出现滑落,平均纯技术效率在2016年增幅微乎其微,2017年出现一定的增长。可见,2015—2016年高校科研效率平均综合效率主要受平均规模效率的影响,2016—2017年平均纯技术效率对平均综合效率影响占主导。其中,2016年有5个省份,2015年、2017年都只有4个省份,处于技术效率和规模效率最优状况,尽管我国高校科研效率水平总体稳中有升,但最优状态的省份比例极低:两年及以上规模效率最优的省份东部以浙江为代表,西部则以内蒙古、新疆为代表。其中,中部地区以河南为代表,实现三年内连续规模最优状态,但其余省份和年份大多数仍处于规模报酬递减阶段,且主要集中在东部相对发达的省份,反映出未来可通过减少要素投入,达到产出效果最优。此外,值得注意的是,东部地区的天津、福建科研创新效率一直处于规模递增阶段,西部地区的海南、重庆、西藏、青海、宁夏处于规模递增至,表明要素投入的增长速度相对滞后于技术水平的增速,出现了显著的要素投入不足;此外,东部大多数省份处在规模递减阶段,其要素投入增长速度显著快于技术水平增速,产生了显著的冗余投入,这与近年来我国大力支持并给予东部高校过多的资源投入有直接的关系,导致要

素投入已经超过与其技术水平相适应的最优规模阈值。可见,外延式的规模扩张并不必然促进高校科研水平的持续提升,其增加的科研资源投入未必能被有效“消化、吸收”^[16]。

从地区看(表3),我国省际高校科研效率的综合技术效率、纯技术效率和规模技术效率在2015—2017年三年平均值分别为0.683、0.799、0.863;三大区域中,西部地区高校科研纯技术效率最高,其次是中部地区,东部地区最低,纯技术效率平均值分别为0.781、0.681、0.594。由此,从综合技术效率看,三大区域较为相似,规模效率普遍偏低,尤其是东部高校,大多数省市处于规模不变或递减阶段,也印证了这一点。由此可以说明各地区高校科研效率有不同的内在特征与逻辑,高校科研在今后发展中应摆脱既定的发展思维模式,针对不足,加大自身调整力度,纯技术效率低的地区可通过加强管理理念、方法及科研制度体系的创新,规模效率不足的地区应扩大现有高校科研规模,提升整体科研规模效益^[17]。技术进步不明显的省份,主要在于加强科研人员的素养培训,改善科研物质条件;纯技术效率无效的省份应该通过制度和管理变革,提高科研人员的工作效率和科研经费的利用效率。规模收益递减的高校,应根据实际情况调整其发展战略,制定人才引进的政策,适当扩大科研规模,为高校注入雄厚的科研力量。此外,中西部地区高校科研效率主要受制于科研资源投入相对不足,可适当进行东部科研资源的转移,东部地区高校科研资源较为雄厚,但由于内部管理机制不健全导致科研资源的拥挤与堆积,是其科研资源配置效率低下的主要原因。因此,提升高校科研效率不能“一刀切”,中西部高校以适当加大科研投入为主,东部高校应以重点加强科研管理、适当缩减投入规模为主要抓手,进一步完善内部管理模式。

表3 我国高校分区域科研效率平均值

地区	2015年			2016年			2017年			三年平均		
	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE	TE	PTE	SE
东部	0.568	0.708	0.809	0.625	0.714	0.869	0.590	0.743	0.812	0.594	0.722	0.830
中部	0.648	0.755	0.874	0.676	0.739	0.919	0.719	0.786	0.921	0.681	0.760	0.905
西部	0.724	0.897	0.816	0.793	0.904	0.888	0.826	0.906	0.918	0.781	0.902	0.874
全国	0.644	0.790	0.824	0.700	0.792	0.886	0.706	0.814	0.874	0.683	0.799	0.861

三、省际高校科研效率影响因素分析

以上运用 DEA-BCC 模型对我国省际高校科研效率进行了评价研究,结果表明各地区高校科研效率有较大差别。于此,笔者主要结合以上研究,把高校科研效率的综合技术效率作为因变量,运用 Tobit 模型对高校科研效率的影响因素(自变量)进行回归分析,以下探讨影响我国高校科研效率的具体原因。值得注意的是,因变量受到限制,DEA 分析的效率值具有截段数据的特征,因此需要应用 Tobit 模型展开科研效率的影响因素分析,以下主要以 2015—2017 年的面板数据为样本设计效率影响因素模型。

(一) 指标选取及说明

根据 DEA 模型的基本思路,因素变量影响高校科研效率,但并非为主观可控范围内的因素,基于此,本研究选择人力资本、物质资本等五大变量作为研究对象。

1. 人力资本

人力资本作为高校科研创新的主体,承担着知识生产、转化、传递的任务,高校的发展很大程度

上依赖人力资本的生产能力。目前我国高校科研人员约有70万人,在各大科研队伍中人数最多,已经成为基础科学研究、应用研究及高新技术产业化转化的主力军。故此,本文采用我国31个省、市、自治区2015—2017年的“教学与科研人员”代表人力资本水平。

2.物质资本

相对于人力资本而言,物质资本更可操控与可衡量,表现为与高校科研活动相关的诸如实验室、基础设施等投入,物质资本可以测算成科研经费的投入,作为衡量高校科研投入的重要保障。本研究采用与科技活动相关的“高校研究与发展支出经费”代表物质资本的投入。

3.对外开放程度

在全球化、信息化时代,跨学科、跨地域的科研合作与交流,能够提升高校的科研产出质量及高校科研国际学术影响力,加强与国外交流与融通,是不断提升我国高校知识生产与科研创新能力的重要举措。鉴于数据的有限性及可得性,本研究选取“境外国际学术会议交流论文数(篇)+国际学术会议特邀报告(篇)”衡量高校对外联系交往程度。

4.研究与发展机构数

研究与发展机构是高校科研的“主战场”“孵化器”,在研究机构中具有一定科研水平的科研人员相互交流、思想碰撞,充分发挥着科研创新的“集聚效应”,而科研机构在一定程度上充当着高校“智库”的重要作用。本研究选取2015—2017年各省市高校的“科研与发展机构(所)”作为影响高校科研效率的重要因素指标。

5.时间虚拟变量

2015年是“双一流”建设提出之年,2016年进入“双一流”筹划评定阶段,2017年正式确定一流高校、一流学科建设高校名单。“双一流”建设的推进为我国高校发展,尤其是为科研创新提供了强有力的政策与环境支撑,因此,本文以2015—2016年为“双一流”建设筹备时期,虚拟变量设为0,2017年为“双一流”建设确定并发展时期,时间虚拟变量设为1。

(二)模型设定及实证结果分析

通过以上变量选取,结合Tobit模型的标准形式,本文借鉴汪彦基于上海高校科研创新效率研究的Tobit模型,模型的基本形式为:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Z1_{it} + \beta_2 (\ln Z2_{it})^2 + \beta_3 Z3_{it} + \beta_4 Z4_{it} + \beta_5 Z5_{it} + \varepsilon_{it}$$

表4 我国高校科研技术效率回归结果

解释变量	Coef.	Std.Err	t	p 值
lnz1	0.208 840 2	0.065 191 7	3.20***	0.002
(lnz2)^2	-0.005 375 9	0.002 077 2	-2.59**	0.011
Z3	0.000 011 3	8.34E-06	1.35	0.180
Z4	-0.000 501 7	0.000 216 9	-2.31**	0.023
Z5	0.049 942 7	0.046 143 1	1.08	0.282
_cons	-0.273 456 9	0.360 833 1	-0.76	0.451
LR chi2(5)	19.02	Pseudo R ²	0.860 9	
Prob>chi2	0.001 9			

注:***、**、* 分别表示1%、5%、10%水平显著。

其中, Y_{it} 代表我国 31 个省、市、自治区高校 2015—2017 年的综合技术效率, $Z1$ 、 $Z2$ 代表高校教学与科研人员和高校研究与发展支出经费, $Z3$ 、 $Z4$ 、 $Z5$ 分别代表高校对外交流程度、科研机构(机构)和时间虚拟变量, ε_{it} 为随机扰动项, 由于变量选取的是面板数据, 模型可引入不随时间变化的 tobit 固定效应模型, 对因变量即各年份省市自治区的综合技术效率进行受限回归, 主要运用软件 Stata14.0, 回归结果见表 4。

在模型回归结果中, 由 Pseudo $R^2=0.8609$, 说明 5 个影响因素(自变量)的变化对高校科研效率综合技术效率(因变量)的变化有较好的解释力, 其中, $\text{Prob}>\chi^2=0.0019$, 表明模型回归结果中不存在多重共线性、异方差与序列相关等问题。回归结果中, 教学与科研人员($Z1$)在 1%, 高校研究与发展支出经费($Z2$)、科研机构($Z4$)在 5%显著性水平上影响高校科研效率, 其中对外交流($Z3$)与时间虚拟变量($Z5$)虽没有通过显著性检验, 但从系数上看, 一定程度上对我国高校科研效率产生正向促进作用。值得注意的是, 高校研究与发展支出经费($Z2$)的二次项对科研创新效率的影响系数为 -0.0053759 , 反映了以高校科研发展支出经费为代表的科研经费投入, 对我国高校科研创新效率产生显著的负面影响作用, 高校加大对科研经费的投入力度, 其结果是经费的过度投入、支出对科研效率产生倒“U”型的抑制作用, 出现了科研经费投入、支出拥挤等问题, 因此, 提高高校科研效率并不是一味地盲目追加科研经费, 科研经费投入过多, 会导致经费的“滥用、挪用”, 以经费为代表的“资本”投入应该在一定范围内合理扩张。从现有 DEA 规模效率来看, 在总体科研经费需要较少的情况下, 可适当增加中西部高校经费投入, 东部高校投入缩减幅度要高于中西部高校科研的经费投入幅度, 总体上实现科研经费投入上的结构性合理, 而非全部省份高校科研经费缩减。此外, 教学与科研人员($Z1$)作为推动我国高校科研效率的主要因素, 发挥着重要的促进作用。因此, 目前我国高校科研投入则表现为“人才稀缺”, 物质资本“丰裕”, 高校科研投入应更关注人才资本的积累, 这也符合 Lucas 的观点, 专业化人才资本的积累是决定技术创新水平的最主要原因。可见, 目前“人才短板”是制约高校科研效率的主要“瓶颈”。因此, 高校教学与科研人员与高校科研效率呈正相关, 且相关性极其显著, 这说明区域高校科研人才越多, 一定程度上有助于提升高校科研效率, 调动科研人才的积极性, 引导科研人员参与实践, 只有这样才能最大限度地提升科研投入产出效率。此外, 人力资本的投入中, 更应关注中西部高校, 中西部高校人才资本的投入规模可根据自身需求适当扩大。

就高校对外联系程度($Z3$)而言, 高校加强对外交流程度虽然对高校科研创新效率的显著性作用不明显, 但是从回归系数来看, 仍具有重要的推动作用, 原因在于加强国际交流与合作能够吸取国外先进的科研管理理念, 但是学习交流是长期的任务, 短期作用可能不是很明显, 因此, 我国高校科研创新方面应继续加强同外界交流与合作, 不断发挥“知识溢出”效应, 争取早日实现“双一流”目标。中西部高校限于地理位置及社会、经济等环境因素的影响, 对外交流更应予以政策上的倾斜, 加强东部、中西部高校的交流与合作也是提高中西部高校科研效率的有效途径。

就研究与发展机构数($Z4$)而言, 其数量对高校科研创新效率的影响表现为显著负相关。可见, 物质资本投入过多会对产出效率产生反向作用。可以解释为: 研究与发展机构存在虚设、滥设等问题, 虚设科研机构, 占用科研经费, 几乎无产出, 更不用说产出质量; “滥设”科研机构会导致重复设置科研院所和经费重复使用, 最后必然导致产出的重复性, 只注重数量的投入, 往往只能获得产出数量上的增加。

从时间虚拟变量($Z5$)上看, 我国高校确定与发展“双一流”, 仍处于探索阶段, 虚拟时间变量为“双

一流”建设的推进实施,对高校科研效率的作用为正,虽然显著性不明显,但是随着“双一流”建设进一步的深化、推进,作用会更加明显。“双一流”建设旨在建设一批具有国际水平的一流高校与一流学科,进而服务区域、国家、国际的发展。因此,在推动“双一流”建设中,要更加注重科研创新质量建设。

“双一流”建设为我国高校科研提出了更高的要求,既是高校的机遇也是挑战。高校科研不是数量上的增加,而是质量上要“过硬”,必须努力推进高校科研效率及管理的“结构性改革”,促进高校科研再上一个台阶,不断提高高校科研质量,这是“双一流”建设的要求,也是推进“双一流”建设进一步完善的重要举措。

四、结论与政策建议

(一)主要结论

本文运用 DEA-Tobit 两阶段方法,对 2015—2017 年我国 31 个省、自治区、直辖市高校科研效率进行研究,可以得出以下两条结论。

第一,我国高校科研效率在 2015—2017 年期间总体技术效率水平呈逐年增长趋势,其中 2016 年科研效率平均值由 2015 年的 0.644 增长到 0.700,增长率为 8.7%。但东、中、西部地区高校存在总体技术效率不均衡状态,西部地区高校科研效率相对最高,新疆高校纯技术效率 DEA 处于三年有效,其次是中部地区,作为中部教育大省,河南省高校综合效率 DEA 处于三年有效,东部整体科研效率相对较低,浙江省高校纯技术效率处于三年有效。从科研投入产出角度上看,东部地区投入过度冗余,产出比例却不尽人意,中西部地区高校科研发展水平虽不高,但总体投入产出率相对较高。大多省份处于规模递减阶段,东部地区高校尤为明显,其中天津、福建、海南、重庆、西藏、青海、宁夏处于三年规模递增。各省市及区域除了发展不平衡外,也有各自的短板,中西部高校科研创新效率低的主要原因在于科学研究资源投入严重缺乏,东部高校资源投入过于“冗余”,造成资源堆积浪费,科研资源管理不善是其效率低下的主要原因。

第二,影响我国高校科研效率主要有五大因素,即:教学与科研人员、高校研究与发展支出经费、国际交流(国际交流与特邀报告)、研究与发展机构、时间虚拟变量。其中高校教学科研对高校科研效率呈显著的正向影响,高校研究与发展支出经费、研究与发展机构对高校科研效率呈显著负相关,国际交流与时间虚拟变量对高校科研效率有一定推动作用,各因素对区域高校影响的侧重不同,提高高校科研效率的途径应追求“同中有异”。

(二)几点建议

第一,加强高校教学与科研人员的培养,完善人才引进机制,促进高校人力资本积累。各省市高校应大力加强人才队伍建设,培养先进、一流的教师队伍和科研队伍,完善人才引进制度,并为高校教学科研人员提供良好的社会环境,让更多的人有志于科研工作。针对高校教学与科研的人力资本积累问题,笔者认为短期可走国外人才引进模式,然而人才引进虽可解决“急需”的人才资源短板问题,但高校科研长期发展仍要求以立足国情“自产”“自销”科研人才,完善人才留住机制、防止人才“外溢”为解决高校科研人才缺乏的主要举措。教学科研人才培养,可以实施“定向”培养方案,尤其严重缺乏科研人才的中西部高校,可以为高校科研定向培养人才。根据各省市发展需求采取“定额”培养模式,也是防止“滥引”人才的重要措施。

第二,建立并完善科研经费监管制度,减少低效经费支出。研究与发展经费对高校科研创新具有

显著的负向作用,可见,研究与发展经费不是投入得越多越好,在产出一定的情况下应尽量减少相对支出,避免经费浪费。此外,提高科研经费的有效使用率,关键在于加大效益变化的监管力度,尽量避免人力、财力、物力的浪费。因此,应完善高校科研经费使用评价机制,建立以多方评价机制为目的的科研经费使用效率评价机构,当然科研经费应该按其所需规划配置,而不是盲目减少科研经费投入额,应根据实际需求对重点项目、重点区域予以政策倾斜。针对东中西部高校科研的现实需求,应予以相对程度投入的增加或缩减,未来科研经费投入重心应向中西部高校倾斜。

第三,减少低效科学研究机构的设置,优化研究机构的结构。科研机构对我国省际高校科研效率具有显著负向作用,因此在科研机构设置中应着重提高研究结构的“质”而非“量”,优化研究机构设置的合理性,通过对研究机构进行改组重置,淘汰“虚设”研究机构,对各类资源要素的投入进行动态评价,寻求各类要素投入规模的最优。科研机构虚设,导致资源占用是科研效率的致命问题。对于虚设的科研机构,应予以强制撤销;对于效率低下的科研机构,应进行重组与合并;对于具有特色的科研机构进行重点设置,如西部高校的冶金工程、地质工程、农学等专业可予以更多关注,并给予科研资源的重点支持。

第四,加强对外学术交流开放程度,进一步完善健康有序的国际交流环境,加大高校科研国际化战略的投入与管理。在实施过程中,除加强学术对外交流外,可建立高校科研成果共享机制,以东部高校牵头,实现东部高校对口支援中西部高校的良好局面,努力实现高校“东-中-西对话”和“一带一”,进而建立中西部高校的有效“联盟”,在整体提升高校科研创新能力的同时,实现结构上、区域上的平衡发展。此外,高校应提高对外自主开放意识,高效利用政策环境的支持,努力推进高校“双一流”建设,为高校科研创新提供良好的国际、国内环境,从而实现高效高质的科学研究。

参考文献:

- [1]胡咏梅,段鹏阳,梁文艳.效率和生产率方法在高校科研评价中的应用[J].北京大学教育评论,2012(3):57-72,189.
- [2]程娟娟.提升高等院校科研管理效率的策略研究[J].教育评论,2016(8):51-54.
- [3]白玉,郑童桐,刘辉,等.基于扎根理论的高校科技创新能力评价模型构建[J].科技管理研究,2017(5):102-108.
- [4]章熙春,马卫华,蒋兴华,等.高校科技创新能力评价体系构建及其分析[J].科技管理研究,2010(13):79-83.
- [5]孙燕,杨健安,潘鹏飞,等.高校科技创新能力评价指标体系研究[J].研究与发展管理,2011(3):125-129.
- [6]陈立泰,梁超,饶伟,等.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.
- [7]崔维军,张薇薇,张天娥.江苏省高校科研效率评价研究:1999—2007[J].科技管理研究,2012(4):73-76.
- [8]姜彤彤.“985”高校科研效率测算及区域差异对比[J].高等工程教育研究,2014(4):35-40.
- [9]任初明,张超.省属“211工程”高校科研发展水平差距的实证研究[J].现代教育管理,2015(5):71-78.
- [10]陈俊生,周平,张明妍,等.高校人文社会科学科研投入产出效率评价:基于DEA二次相对效率和超效率模型的实证分析[J].黑龙江高教研究,2015(12):44-46.
- [11]邱冷坪,郭明顺,张艳,等.基于DEA和Malmquist的高等农业院校科研效率评价[J].现代教育管理,2017(2):50-55.
- [12]段庆锋.我国“985工程”高校科研绩效的影响因素:基于DEA-Malmquist的实证研究[J].大连理工大学学报(社会科学版),2013(3):114-119.
- [13]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.
- [14]赵蓉英,王建品.中国985高校电子数据库科研效率评价研究:基于DEA分析方法[J].重庆大学学报(社会科学版),2017(5):51-59.

- [15] 杜焱强, 苏时鹏, 王育平, 等. 基于 DEA-Tobit 模型的福建用水效率及影响因素分析[J]. 资源开发与市场, 2015(1): 44-48.
- [16] 叶前林, 岳中心, 何育林, 等. “双一流”建设下我国高等教育资源配置效率研究[J]. 黑龙江高教研究, 2018(3): 22-27.
- [17] 赵蓉英, 张心源. “双一流”建设背景下中国高校人才与大学排名相关性分析——基于 RCCSE2017 年中国大学及学科专业评价报告[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2018(3): 117-127.

A study on the efficiency and influencing factors of scientific research in inter-provincial universities under “Double First-Class” construction: Based on DEA-Tobit model

SU Hui, LIU Aoyun

(Normal College, Shihezi University, Shihezi 832003, P. R. China)

Abstract: Based on the panel data of 31 provinces, municipalities and autonomous regions in China from 2015 to 2017, the DEA model is used to estimate the efficiency of scientific research in inter-provincial universities. Results show that the efficiency of scientific research in universities in different regions is generally low. Under “Double First-Class” construction, the overall efficiency of scientific research shows an increasing trend. The efficiency of scientific research in western universities is relatively high, followed by the universities in central and eastern regions. Then the Tobit model is used to analyze the factors that affecting the efficiency of scientific research in universities. It is found that the investment of human capital in universities is in a state of “scarcity” and material capital is in the state of “redundance”. Scientific research institutions have such problem as focusing on quantity but not on quality. The connotative development of universities in China should focus on the accumulation of human capital and reduce the excessive investment of material capital, strengthen international exchanges and cooperation, and make great efforts to promote the construction of “Double First-Class”, to improve the efficiency of scientific research in universities and to enhance the international discourse right of universities in China.

Key words: “Double First-Class” construction; inter-provincial universities; scientific research efficiency; DEA; Tobit regression; research evaluation

(责任编辑 彭建国)