

文章编号: 1003-2053(2013)08-1198-09

我国科研机构知识生产效率研究

白俊红

(南京师范大学商学院, 江苏南京 210023)

摘要: 利用我国分地区科研机构数据, 采用三阶段 DEA 方法, 分析我国科研机构的知识生产效率状况。研究发现, 我国地区科研机构知识生产的技术效率整体较低, 且规模效率不高是制约其有效发展的主要因素; 地区经济发展水平、企业与科研机构的合作对科研机构的知识生产效率有显著的正向影响, 而地区人力资本、政府与国外对科研机构的资助对科研机构的知识生产效率产生显著的负向影响。本文结论为我国地区科研机构的知识生产效率提升提供启示。

关键词: 科研机构; 知识生产; 效率; 三阶段 DEA

中图分类号: F270; F127

文献标识码: A

科研机构作为我国知识生产与传播的重要载体, 在我国创新型国家建设过程中扮演着重要的角色。截至目前, 我国共有各类科研机构 3696 个。2010 年, 这些科研机构共承担了 67050 项课题, 研发经费达 681.5 亿元, 发表论文 140818 篇, 专利授权达到 8698 件。科研机构在促进我国科技进步、经济发展中发挥着越来越重要的作用。

近年来, 我国科研机构研发资源(经费、人员等)的使用情况备受社会所关注, 如何科学、有效地使用这些资源, 创造更多的知识产出(专利、论文、专著等)也成为目前政府和学界关注的一个重要议题。我们将科研机构投入一定研发资源进行知识生产, 从而获得知识产出的过程视为知识生产过程, 而将这一过程中投入产出的转化率定义为知识生产效率。目前, 已有较多文献关注企业^[1-6]、高校^[7-11]等研发主体的知识生产效率, 但有关科研机构知识生产效率的研究却较为匮乏, 这与科研机构在我国创新系统中的重要地位和作用极不相称。

在仅有的几篇文章中, 申红芳等^[12]利用数据包络分析方法(Data Envelopment Analysis, DEA)分析了四川省农业科研机构的知识生产效率; 雷彦斌等^[13]亦利用 DEA 方法分析了我国中央级转制科研机构的知识生产效率。这两篇文章的共同点是均采

用了传统的 DEA 方法^[14]。此方法采用线性规划技术构建前沿面, 优点是操作简便, 受约束条件较少, 但其缺点也是显而易见的。该方法假设决策单元与前沿面的差距均是由管理无效引起的, 忽视了环境因素和随机误差的影响。事实上, 不同的科研机构, 由于其处于不同的环境条件, 也会造成其效率差异。比如, 北京与青海的科研机构, 由于地理区位、经济发展水平等的差异, 可能造成这两个地区科研机构在研发经费、研发人员等方面的投入差异, 进而也可能造成其产出效率的差异。如果在建模时忽视了这些差异, 其结果的可靠性显然值得质疑。

为了克服这一不足, Fried 等^[15]提出了三阶段 DEA 方法。该方法首先利用传统的 DEA 方法核算决策单元的效率值, 并测算出决策单元的投入冗余, 然后利用随机前沿模型(Stochastic Frontier Analysis, SFA)对投入进行修正, 使各个决策单元处于相同的环境当中, 最后将修正后的投入数据重新利用 DEA 方法核算效率值。该效率值是剥离了环境因素和随机误差后的效率值, 因而也更接近真实水平。

本文即利用三阶段 DEA 方法测算我国科研机构的知识生产效率。与以往研究相比, 本文不仅在研究方法上更为先进, 可以更为准确地描述目前我国科研机构的知识生产效率状况, 更为重要的是, 我们还将对影响效率的因素进行分析, 并剖析其关键影响因素及方向, 为政府科学决策提供参考。

收稿日期: 2012-12-04; 修回日期: 2013-06-20

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71203097); 教育部人文社科基金(11YJA790126, 11YJC790150)

作者简介: 白俊红(1982-), 男, 山西太原人, 副教授, 博士, 研究方向为技术创新与管理。

1 数据与变量

本文数据来源于2011年《中国科技统计年鉴》及《中国统计年鉴》。《中国科技统计年鉴》报告了2010年我国31个省、市、自治区科研机构的知识生产的数据。由于青海和西藏一些数据不全,我们在分析中将其略去。同时,为了研究的需要,我们将剩余的29个省市划分为东、中、西部三个地区。其中,东部包括北京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东、海南11个省区;中部包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南9个省区;西部包括广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、宁夏、新疆9个省区。

对于知识生产的投入,我们不失一般性,依据以往的研究,选择R&D经费和R&D人员两项投入^{[4][16]}。其中,R&D经费是科研机构R&D支出内部经费和外部经费之和,而R&D人员用R&D人员全时当量来表征,其值是R&D全时人员工作量与非全时人员按实际工作时间折算的工作量之和。而对于知识生产的产出,结合以往文献^{[9][12]},并考虑数据的可得性,我们选择专利申请数、发表论文数和出版科技专著数三项指标。这里需要说明的是,《中国科技统计年鉴》中报告了专利申请数和专利授权数两项指标,我们之所以选择了专利申请数作为本文的产出指标,其原因有两点:一是各地区专利授权数存在着较多的缺失,这将直接影响我们的样本容量水平;另一方面,我国存在着较为严格的专利审查程序和制度,一项专利从申请到批准需要较长的时间,这样专利授权数并不能反映当年的知识产出,与研发投入存在着较长的时间滞后。当然,由于并不是所有的专利申请都能够获得批准,运用专利申请数可能在一定程度上高估了地区科研机构的知识

产出。

一些文献还运用新产品销售收入来表征知识生产的最终产出^[17],但由于我们关注的科研机构,《中国科技统计年鉴》并未报告该项数据,这也使得其在本文研究中并不可行。当然,由于我们主要考察的是科研机构的知识生产效率,重点在于科研机构知识生产所产生的新发明、新知识和新技术,而新产品销售收入作为新发明、新知识和新技术通过科技转化,进入市场后的效益水平,并不是本文关注的主要内容。而且,由于当前我国产学研合作并不理想,科技成果平均转化率尚不足10%,这样新产品销售可能只占到科研机构创新产出的很小部分,对其进行忽略,可能并不会对整体结果造成明显影响。

表1是一个关于我国地区科研机构研发投入与产出的均值统计。从表1来看,2010年我国地区科研机构论文、专利、科技专著的平均产出分别为1948篇、106.241项和67.103种,其中,东部三项产出分别达到2548.091篇、171.273项和91.727种,明显高于中、西部地区。从科研机构的投入来看,全国R&D人员、R&D经费投入分别为10085.241人年和42.282亿元,其中东部的两项投入分别为15113.091人年、70.751亿元,中部的两项投入分别为6693.222人年、17.511亿元,西部的两项投入分别为733.211人年和32.257亿元。可以看出,东部地区的研发投入显著高于中、西部地区,而西部地区又高于中部地区。西部高于中部的原因,主要是在考察样本中,西部包括陕西和四川两个科教资源投入大省,显著提高了西部地区的研发投入水平。当然,由于陕西和四川两个省科研机构的研发投入明显高于西部其它地区,这也造成了该地区研发投入的离差较大,我们还并不能根据目前指标而草率判断西部地区的研发投入就高于其它地区,必须借助严格的计量分析来得出更为精确的结论。

表1 投入产出数据的均值统计

指标	全国均值	东部均值	中部均值	西部均值	
产出	论文(篇)	1948.000	2548.091	1674.556	1488.000
	专利(项)	106.241	171.273	66.111	66.889
	科技论著(种)	67.103	91.727	61.000	43.111
投入	R&D人员(人年)	10085.241	15113.091	6693.222	7332.111
	R&D经费(亿元)	42.282	70.751	17.511	32.257

我们分别用论文、专利、科技专著三项产出与 R&D 人员、R&D 经费两项投入的比值来初步衡量

单项投入产出的效率状况。表 2 报告了这一结果。

表 2 单项投入产出的效率状况

指标	全国均值	东部均值	中部均值	西部均值
论文/ R&D 人员(篇/人年)	0.346	0.325	0.263	0.443
专利/ R&D 人员(项/人年)	0.021	0.022	0.010	0.030
科技论著/ R&D 人员(种/人年)	0.010	0.010	0.009	0.010
论文/ R&D 经费(篇/亿元)	148.099	101.376	116.912	236.391
专利/ R&D 经费(项/亿元)	9.266	6.746	4.319	17.292
科技论著/ R&D 经费(种/亿元)	3.946	3.103	4.152	4.769

从表 2 来看,全国 R&D 人员的产出效率分别为 0.346 篇/人年、0.021 项/人年和 0.010 种/人年,其中,西部地区的论文、专利 R&D 人员产出效率要高于东、中部地区,而科技论著 R&D 人员产出效率三个地区基本持平。在 R&D 经费的产出效率方面,三项产出的效率均值分别为 148.099 篇/亿元、9.266 项/亿元和 3.946 种/亿元,东、中、西三大地区的比较亦呈现西部高于东、中部的态势。当然,正如我们上文指出的,由于西部地区科研机构研发投入产出的分布比较离散,稳健、可靠的结论还需建立严格的计量模型来分析。

为了更加准确地衡量核算我国科研机构的知识生产效率,我们还将对环境因素进行控制。这里,环境因素是指除投入产出指标外,可能对地区科研机构知识生产产生影响的外在因素。本文主要从区域创新系统理论及相关数据的可获得性角度来对其进行选择。

从区域创新系统角度来讲,本文主要考察区域创新系统内部科研机构与其它创新主体之间的联结关系对科研机构知识生产的影响。根据 Cooke 和 Schienstock^[18]、官建成和刘顺忠^[19] 等人的研究,区域创新系统的创新主体主要包括科研机构、高校、企业及政府等部门。科研机构与其它部门的有效衔接合作对其知识生产效率的提高具有重要影响。这里,由于缺乏科研机构与高校之间联结关系的相关数据,我们主要考察其与政府及企业之间的联结合作。还需要说明的是,科研机构与政府及企业之间的联结合作可能是多方面的,比如政府、企业对科研机构进行资金支持、联合创办实验室及共享信息与服务等,同样也由于我们无法获得所有数据信息,本文将只考察它们在资金往来方面的联结关系。我们

用科研机构研发经费中的政府资金和企业资金来分别表征科研机构与政府(Gov)、企业(Fir) 的这一联接。另外,《中国科技统计年鉴》还报告了各地区研发经费中的外国资金数额,我们用其来表示各地区研发机构与外国部门的合作(For),同时这一指标也代表了各地区科研机构的国际化水平。2010 年,我国地区科研机构研发经费中政府、企业、国外资金分别达到 1035.09 亿元、34.21 亿元和 3.29 亿元。

除了考虑区域创新系统内部的联结关系外,本文还将对区域创新系统外部的一些宏观因素进行控制,主要包括地区的经济发展水平(Eco) 及人力资本水平(Hum) 等,这两项因素也是以往研究在控制环境因素时重点考察的两个变量^{[20][21]}。其中,地区经济发展水平用地区 GDP 来表征,而地区人力资本水平用地区在校大学生数来表征^[21]。考察期间,GDP 最低的地区是宁夏,为 1689.65 亿元;最高的是广东,达到 46013.06 亿元,是宁夏的 27 倍之多。我国在校大学生最多的地区是江苏,约 164.94 万人,最少的为宁夏,只有约 8.02 万人。

2 模型设定

三阶段 DEA 由三个基本步骤构成。首先,利用传统 DEA 核算技术效率并测算投入冗余;再次,利用随机前沿模型对投入进行修正;最后,将修正后的投入重新代入 DEA 模型进行测算。接下来,我们即依照此步骤构造本文的研究模型。

我们首先利用传统 DEA 核算科研机构知识生产的技术效率。传统 DEA 模型分为 CCR 和 BCC 模型两种模型,前者为规模报酬不变条件下的 DEA 模型,而后者为规模报酬可变条件下的 DEA 模型。我

们利用 CCR 模型核算规模报酬不变条件下的技术效率, 然后利用 BCC 模型核算规模报酬可变条件下的技术效率, 又称为纯技术效率, 最后利用规模效率 = 技术效率 / 纯技术效率, 核算规模报酬可变条件下的规模效率。

本文的研究样本由 29 个省份组成, 这也构成了 DEA 模型中的 29 个决策单元。我们假设 i 为第 i 个决策单元。论文、专利、科技论著三项产出分别用 y_1, y_2, y_3 表示, 而 R&D 人员和 R&D 经费两项投入分别用 x_1, x_2 表示。据此, 我们可以构成如下的科研机构知识生产技术效率核算模型。

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u,v} h_o(u,v) &= \frac{u_1 y_{o1} + u_2 y_{o2} + u_3 y_{o3}}{v_1 x_{o1} + v_2 x_{o2}} \\ \text{S. T.} \begin{cases} \frac{u_1 y_{i1} + u_2 y_{i2} + u_3 y_{i3}}{v_1 x_{i1} + v_2 x_{i2}} \leq 1 \\ u, v \geq 0; i = 1, 2, \dots, 29 \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

式(1)中, u, v 分别为产出与投入的权重, $h_o(u, v)$ 为决策单元 o 的技术效率。

为了求解简便, 利用 Charnes - Cooper 变化, 得到式(1)的对偶形式:

$$\begin{aligned} \min \theta \\ \text{S. T.} \begin{cases} \sum_{i=1}^{29} \lambda_i X_i + s^- = \theta x_o \\ \sum_{i=1}^{29} \lambda_i Y_i - s^+ = y_o \\ s^- \geq 0, s^+ \geq 0, \lambda_i \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)中, $X = (x_1, x_2), Y = (y_1, y_2, y_3)$ 分别表示投入、产出向量; λ_i 为权重, i 为第 i 个省份; $s^- = (s_1^-, s_2^-), s^+ = (s_1^+, s_2^+, s_3^+)$ 分别为投入与产出松弛向量, θ 即为决策单元的技术效率。

式(2)核算的技术效率又称为规模报酬不变条件下的技术效率。在式(2)的基础上, 加入约束条件 $\sum_{i=1}^{29} \lambda_i = 1$, 即可核算规模报酬可变条件下的纯技术效率, 并进一步可核算规模效率。

Fried 等^[15]认为式(2)中的投入松弛 s^- 由管理无效率、环境因素和随机误差三项因素引起的。接下来, 我们将通过构造相似 SFA 模型, 将环境效应和随机误差剥离, 从而获得仅由管理无效所造成的投入冗余。

分别以 R&D 人员、R&D 经费的投入松弛为因变量, 地区经济发展水平 (Eco)、地区人力资本水平 (Hum)、科研机构与政府的合作 (Gov)、科研机构与

企业的合作 (Fir) 及科研机构与国外的合作 (For) 为自变量, 构造相似 SFA 模型, 如式(3)所示。

$$s_{ki}^- = c_k + Eco_i \beta_{1k} + Hum_i \beta_{2k} + Gov_i \beta_{3k} + Fir_i \beta_{4k} + For_i \beta_{5k} + v_{ki} + u_{ki} \quad k = 1, 2; i = 1, 2, \dots, 29 \quad (3)$$

式(3)中 k 表示第 k 个投入的松弛, $k=1$ 时表示 R&D 人员投入的松弛, $k=2$ 时表示 R&D 经费投入的松弛; $v_{ki} + u_{ki}$ 为混合误差项, 其中 v_{ki} 表示随机扰动项, 并服从 $N(0, \sigma_v^2)$ 分布, u_{ki} 为管理非效率项, 并服从 $N^+(u, \sigma_u^2)$, 且 u_{ki} 和 v_{ki} 不相关。

式(3)中的投入冗余究竟是随机误差占主导地位还是管理非效率占主导地位, 可以利用 $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$ 来衡量。此式表示了管理非效率方差占总方差的比例。比例趋于 1 表明管理非效率占主导地位, 趋于 0 表明随机误差占主导地位。

接下来, 我们利用式(3)的估计结果对投入量进行调整, 对那些环境较好或运气较佳的省份增加投入, 从而剥离环境因素和随机误差的影响。基于最有效的决策单元, 以投入量为基准, 对非有效决策单元进行调整, 调整的方法是:

$$\hat{x}_{ki} = x_{ki} + [Max_i \{ z_i \beta_k \} - z_i \beta_k] + [Max_i \{ \hat{v}_{ki} \} - \hat{v}_{ki}] \quad k = 1, 2; i = 1, 2, \dots, 29 \quad (4)$$

式(4)中 z 表示式(3)中的各项环境因素, 而 \hat{x}_{ki} 即为调整后第 i 个决策单元第 k 项投入的投入量, 其它变量定义与上文相同。

最后, 我们将调整后的各项投入数据以及原始的产出数据重新代入式(2)所示的传统 DEA 模型进行效率核算, 即可得到剔除了环境因素和随机误差后的效率值。

3 结果与讨论

依据上文的建模步骤, 我们亦将分三个步骤给出本文的研究结果。我们首先给出传统 DEA 模型的核算结果, 如表 3 所示。

从表 3 来看, 处于效率前沿面的省区有山西、福建、广东、广西、宁夏和新疆, 这些省区科研机构知识生产的各项效率值均为 1, 是技术效率有效的省区。其它省区科研机构知识生产均存在一定程度的技术无效, 其中, 浙江和山东科研机构知识生产技术效率在 0.9 以上, 效率水平较高, 而河北、辽宁、海南、四川及陕西等省份科研机构知识生产的技术效率均不足 0.3, 处于较低的水平。从各省区科研机构知识

生产的纯技术效率和规模效率分解效率来看,除技术有效的6个省区及山东以外,其它省区科研机构知识生产均呈现出纯技术效率低于规模效率的态势,说明纯技术效率不高是制约这些省区科研机构知识效率提升的主要因素。从各省区的规模报酬情况来看,内蒙古、辽宁、吉林、江西、河南、湖北、湖南、

海南、四川、云南、陕西科研知识的生产规模报酬递增,这些省区多数处于我国经济较为落后的中、西部地区;北京、黑龙江、上海、江苏、浙江、山东、贵州等省区科研机构知识生产的规模报酬递减,这些省区多数处于我国经济较为发达的东部地区;其它省区科研机构知识生产规模报酬不变。

表 3 传统 DEA 的测算结果

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
北京	0.102	0.111	0.920	drs	湖南	0.302	0.305	0.991	irs
天津	0.674	0.674	0.999	-	广东	1.000	1.000	1.000	-
河北	0.232	0.232	1.000	-	广西	1.000	1.000	1.000	-
山西	1.000	1.000	1.000	-	海南	0.231	0.412	0.559	irs
内蒙古	0.321	0.342	0.940	irs	重庆	0.772	0.772	1.000	-
辽宁	0.265	0.267	0.994	irs	四川	0.176	0.178	0.992	irs
吉林	0.607	0.614	0.990	irs	贵州	0.811	0.877	0.925	drs
黑龙江	0.553	0.681	0.812	drs	云南	0.536	0.542	0.989	irs
上海	0.309	0.313	0.986	drs	陕西	0.107	0.110	0.968	irs
江苏	0.362	0.503	0.720	drs	甘肃	0.454	0.454	0.999	-
浙江	0.910	0.954	0.954	drs	宁夏	1.000	1.000	1.000	-
安徽	0.333	0.333	1.000	-	新疆	1.000	1.000	1.000	-
福建	1.000	1.000	1.000	-	东部	0.552	0.588	0.920	
江西	0.490	0.503	0.975	irs	中部	0.494	0.514	0.966	
山东	0.987	1.000	0.987	drs	西部	0.651	0.659	0.986	
河南	0.515	0.517	0.997	irs	全国	0.565	0.587	0.955	
湖北	0.328	0.333	0.986	irs	均值				

注 “irs”、“drs”、“-”分别表示规模报酬递增、规模报酬递减和规模报酬不变。

从表3中我国整体及东、中、西部均值来看,考察期内,我国科研机构知识生产技术效率、纯技术效率及规模效率的全国均值分别为0.565、0.587和0.955,纯技术效率远低于规模效率,纯技术效率较低严重制约了我国科研机构知识生产技术效率的整体提升。东部、中部、西部亦表现出类似的特征,纯技术效率均低于规模效率。对比三大地区的各项效率可以发现,西部地区科研机构知识生产技术效率、纯技术效率要高于东部,而东部又高于中部,这与我国地区经济发展水平并不相符。改革开放以来,我国东部地区无论是在经济发展、制度建设,还是管理水平方面均要优于中、西部地区,而表3显示的结果却与之相反。正如我们在引言中所述的,由于传统DEA并没有考虑各个地区的环境差异,因而所得结论可能与现实相悖。基于此,根据Fried等^[15],

我们将利用相似SFA模型对投入进行修正,使各个决策单元处于相同环境当中。修正过程需要首先核算各个决策单元的投入冗余,表4报告了这一结果。

从表4来看,除技术有效的山西、福建、广东、广西、宁夏和新疆外,其余省区科研机构知识生产投入均存在一定程度的冗余。全国R&D人员平均冗余6367.056人年,R&D经费平均冗余325.783亿元,其中东部的各项投入平均冗余分别为9961.789人年、55.943亿元,西部分别为4885.794人年、26.762亿元,即使是平均投入冗余最小的中部,其两项投入平均冗余也分别达到了3454.755人年和9.839亿元。如此之多投入冗余的存在,也说明提高知识生产效率的重要性所在。

接下来,我们分别以R&D人员冗余和R&D经

费冗余为因变量,建立相似 SFA 回归模型,回归估计结果如表 5 所示。

表 4 各地区的投入冗余

地区	R&D 人员冗余 (人年)	R&D 经费冗余 (亿元)	地区	R&D 人员冗余 (人年)	R&D 经费冗余 (亿元)
北京	69576.350	3986733.000	湖南	4575.532	87441.210
天津	2074.463	121866.200	广东	0.000	0.000
河北	4764.478	180765.400	广西	0.000	0.000
山西	0.000	0.000	海南	584.709	23353.400
内蒙古	1968.446	34716.570	重庆	639.103	32281.030
辽宁	8250.221	387428.900	四川	14725.750	1195917.000
吉林	2518.600	71795.360	贵州	379.520	3562.861
黑龙江	3327.316	45228.100	云南	2189.851	75606.920
上海	15967.240	849877.000	陕西	22575.550	1035311.000
江苏	8166.854	546991.500	甘肃	3462.370	65891.560
浙江	195.369	56663.180	宁夏	0.000	0.000
安徽	3705.205	163672.100	新疆	0.000	0.000
福建	0.000	0.000	东部	9961.789	55.943
江西	2036.219	50106.440	中部	3454.755	9.839
山东	0.000	0.000	西部	4885.794	26.762
河南	4735.498	124348.700	全国均值	6367.056	325.783
湖北	8225.982	308164.800			

表 5 相似 SFA 回归结果

因变量	R&D 人员冗余	R&D 经费冗余
常数项	811.810(1.278)	-6303.284***(-6303.326)
GDP	-0.220***(-3.814)	-4.097***(-3.392)
Hum	0.004*** (3.041)	0.039* (1.527)
Gov	0.017* (11.091)	1.086*** (42.193)
Fir	-0.051* (-1.619)	-1.942*** (-2.707)
For	0.839* (1.982)	21.024*** (3.050)
σ^2	3.995* 10 ⁻⁶ *** (3.419* 10 ⁻⁶)	1.726* 10 ⁻⁹ *** (1.726* 10 ⁻⁹)
γ	0.587** (2.244)	0.566*** (2.439)
Log 值	-256.478	-343.350

注: 括号内为 t 检验值, *, **, *** 分别表示显著性水平为 0.1、0.05 和 0.01。

从表 5 可看出, GDP 对两项投入冗余均有显著的负向影响, 表明地区经济发展水平越高, 越有利于地区科研机构知识生产效率的提升。值得注意的是, 地区人力资本对 R&D 人员冗余有显著的正向影响, 表明地区人力资本水平会增加 R&D 人力冗余, 这主要是因为地区在校大学生数(本文中人力资本的考核指标)越多, 可供选择和利用的人力资源也

就越多, 一定程度上造成了大学生的冗余浪费, 特别是在我国近年来大学生持续扩招的情况下, 这种冗余相应也变得更加严重; 地区人力资本对 R&D 经费冗余亦有显著的正向影响, 这可能是因为地区人力资本代表了地区劳动者的素质水平, 劳动者素质越高越易于倾向采用资本和经费节约型的生产方式, 这样在经费投入额一定的情况下, 便可能由于节约

使用而产生冗余,形成浪费。

Fir 对两项 R&D 投入冗余均有显著的负向影响,而 Gov、For 对两项投入均有显著的正向影响,表明企业的研发资助有利于减少科研机构的投入冗余,而政府和国外的研发资助却增加了科研机构的投入冗余。企业与科研机构合作,其目的是借助于科研机构的研发力量开发生产自身需要的技术、知识,目标较为明确,预算约束也较强,因而有利于科研机构知识生产效率的提升;而政府和国外的基础研发资助,主要是解决共性技术问题,目标较难细

化,特别是在我国目前资助体制下,政府对科研机构的研发资助尚缺乏一个较为完善的约束、监督与考评体系,一定程度上造成了研发资助的浪费。

从上述分析可看出,环境因素对科研机构的投入冗余有显著的影响。如果不剥离这些因素的影响,就会使决策单元处于不同的环境之中而造成效率的差异,这样测算结果便不能真实反映决策单元自身的效率水平。因此,接下来我们利用模型设定部分的式(4)对投入进行修正,并重新代入 BCC 模型进行效率测算,结果如表 6 所示。

表 6 投入修正后的 DEA 测算结果

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬	地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模报酬
北京	0.954	0.979	0.974	irs	湖南	0.294	0.984	0.299	irs
天津	0.541	0.995	0.544	irs	广东	0.898	0.991	0.906	irs
河北	0.255	0.985	0.259	irs	广西	0.595	1.000	0.595	irs
山西	0.610	1.000	0.610	irs	海南	0.041	1.000	0.041	irs
内蒙古	0.124	0.991	0.125	irs	重庆	0.265	0.995	0.266	irs
辽宁	0.404	0.982	0.411	irs	四川	0.420	1.000	0.420	irs
吉林	0.505	1.000	0.505	irs	贵州	0.243	0.998	0.243	irs
黑龙江	0.585	1.000	0.585	irs	云南	0.345	1.000	0.345	irs
上海	0.880	0.990	0.889	irs	陕西	0.337	0.992	0.340	irs
江苏	0.908	0.975	0.931	irs	甘肃	0.373	0.999	0.373	irs
浙江	0.567	0.988	0.574	irs	宁夏	0.124	1.000	0.124	irs
安徽	0.264	0.996	0.266	irs	新疆	0.399	1.000	0.399	irs
福建	0.488	0.995	0.491	irs	东部	0.631	0.989	0.638	
江西	0.332	0.998	0.332	irs	中部	0.428	0.993	0.431	
山东	1.000	1.000	1.000	-	西部	0.345	0.998	0.345	
河南	0.621	0.984	0.631	irs	全国	0.479	0.993	0.483	
湖北	0.514	0.984	0.522	irs	均值				

注 “irs”、“drs”、“-”分别表示规模报酬递增、规模报酬递减和规模报酬不变。

从表 6 来看,投入修正后,我国地区科研机构知识生产的技术效率、纯技术效率和规模效率的全国均值分别为 0.479、0.993 和 0.483。与修正前相比,技术效率略有下降,纯技术效率显著上升,而规模效率显著下降,制约我国地区科研机构知识生产整体提升的原因,由之前的纯技术效率转变为修正后的规模效率。结合各省区的规模报酬情况可知,除山东规模报酬不变以外,其它省区均呈现规模报酬递增的特征,因此进一步扩大地区科研机构知识生产规模应是今后改善规模效率,进而提升整体技术效率的主要途径。从东、中、西部三大地区

来看,三大地区科研机构知识生产的技术效率分别为 0.631、0.428 和 0.345,东部高于中部,中部又高于西部,与调整前相比,调整后三大地区的技术效率特征与我国地区经济发展水平基本一致。各地区的纯技术效率均高于规模效率,规模效率不高亦是制约三大地区技术效率提升的主要原因。

从分省区的效率情况来看,投入修正后只要山东科研机构知识生产技术效率为 1,处于效率前沿面上,其它省区均存在一定程度的无效。北京和江苏科研机构知识生产技术效率在 0.9 以上,而河北、内蒙古、湖南、海南、重庆、贵州和宁夏科研机构知识

生产的技术效率均不足 0.3,效率水平极低。对比各省区的纯技术效率和规模效率亦可发现,除山东两项效率均为 1 有效外,其它省区的纯技术效率均高于规模效率,特别是海南、宁夏等省份,纯技术效率为 1,而规模效率尚不足 0.2,严重制约了该地区科研机构知识生产的效率型发展。

为了更加有效地指导各省区科研机构知识生产的实践,我们按照各省区科研机构知识生产的投入水平及技术效率情况,将 29 个省区分为“高投入高效率”、“高投入低效率”、“低投入高效率”和“低投入低效率”四种类型。分类过程中,需要首先把

R&D 投入和技术效率分别划分成“高”、“低”两类。对于 R&D 投入,分类的方法是:首先,我们应用因子分析方法将 R&D 人员投入和 R&D 经费投入两个指标合并成一个因子,并计算总的因子得分,然后将高于因子得分均值的省区划归为投入较高的省区,而将剩余的省区划归为投入较低的省区。对于技术效率,由于其只含有一个指标,分类较为简便,方法是将高于技术效率均值的省区划归为效率较高的省区,而将剩余省区划分为效率较低的省区。这样,我们就可以把所有省区科研机构的知识生产划分为四个类型,如图 1 所示。

R&D 投入高	湖北、四川、辽宁、陕西 (类型II)	北京、江苏、上海 (类型I)
R&D 投入低	新疆、甘肃、云南、江西、湖南、重庆、安徽、河北、贵州、内蒙古、宁夏、海南 (类型III)	山东、广东、河南、山西、广西、黑龙江、浙江、天津、吉林、福建 (类型IV)
	技术效率低	技术效率高

图 1 知识生产类型

图 1 中,类型 I 是 R&D 投入和技术效率均高于均值的“双高型”。此种类型包括北京、上海、江苏 3 个省区。这 3 个省区均为我国东部经济发达地区,其 R&D 投入较高,效率水平也较高,是一种较为有效的知识生产类型。

第 II 种类型为 R&D 投入高,但效率水平低的“高低型”。此种类型包括湖北、四川、辽宁、陕西四个省区。此种类型下的各个省区今后发展过程中应适当控制科研机构知识生产投入规模,同时深化科研机构知识生产机制和体制改革,加强预算约束和管理创新,在提高技术效率的同时,努力向类型 I 靠近。

第 III 种类型为 R&D 投入和技术效率均低于均值的“双低型”。此种类型包括新疆、甘肃、云南、江西、湖南、重庆、安徽、河北、贵州、内蒙古、宁夏和海南。这些省区均处于我国中、西部地区,由于其经济较为落后,对研发的投入也较低,而且可能迫于管理水平和制度条件的限制,科研机构研发创新的技术效率也较低。此种类型下的科研机构应该将有限的

R&D 资源投入于其优势环节,集中解决一些具有比较优势且预期经济效益较好的科研问题,同时科研机构自身也要认清其在知识生产制度设计和管理运作方面存在的问题,努力提高知识生产的效率水平。

第 IV 种类型为 R&D 投入低,但技术效率高的“低高型”。此种类型包括山东、广东、河南、山西、广西、黑龙江、浙江、天津、吉林、福建。此种类型下各省区科研机构 R&D 投入相对较低,但效率却较高,因此今后发展过程中应充分发挥其效率优势,继续加大知识生产的投入水平,以期获得更多的知识产出。

4 结 论

近年来,伴随着我国科研机构的研发投入不断增多,其效率问题亦引起社会的高度关注,但与之相应的,科学、规范的学术研究却较为匮乏。基于此,本文利用 2010 年我国分省区科研机构数据,应用三阶段 DEA 方法,实证测评了科研机构的知识生产效

率。主要的研究发现有:

(1) 如果不对环境因素进行控制,采用传统的 DEA 模型核算我国地区科研机构知识生产的纯技术效率和规模效率均值分别为 0.587 和 0.955,纯技术效率尚有超过 40% 的提升空间,而规模效率已接近前沿面水平,纯技术效率(主要反映在知识生产的制度安排和管理创新等方面)不高是制约我国地区科研机构知识生产技术效率整体提升的主要因素。控制环境因素后,三阶段 DEA 模型测算的纯技术效率和规模效率均值分别 0.933 和 0.483,与之前相比,规模效率(主要反映在知识生产规模扩张与缩小等方面)较低,生产规模不合理成为制约科研机构知识生产技术效率提升的主要因素。由于本文已经证明环境因素对生产效率有显著影响,因而控制环境因素的三阶段 DEA 方法可以将决策单元置于相同的环境之中,其测算结果也更为真实可靠。因此,根据三阶段 DEA 测算结果,进一步提高规模效率应是今后各地区科研机构知识生产效率型发展的重点任务。当然,由于绝大多数地区科研机构知识生产均显示规模报酬递增的特征,因此适当扩大知识生产规模将有利于规模效率的提升。

(2) 地区经济发展水平对科研机构知识生产效率有显著的正向影响,而以在校大学生数来表征的地区人力资本水平,由于我国高校扩招严重等原因,致使其无法被充分利用而对知识生产效率产生显著的负向影响。科研机构与企业的合作有利于其知识生产效率的提升,而政府和国外的资助,由于预算软约束、监管不利等原因,对科研机构的知识生产效率产生显著的负向影响。因此,加强政府对科研机构研发资助的监管力度,强化预算约束,对于改善科研机构的知识生产效率具有重要意义。

(3) 为了更加有效地指导地区科研机构的知识生产实践,我们根据各地区科研机构的研发投入水平和技术效率状况,将科研机构的知识生产划分为“高投入高效率”、“高投入低效率”、“低投入高效率”和“低投入低效率”四种类型。各地区科研机构可根据自身所处的生产类型,有针对性地进行改进,从而提升自身的知识生产效率水平。

参考文献:

- [1] Zhang A, Zhang Y, Zhao R. A study of the R&D efficiency and productivity of Chinese firms [J]. *Journal of Comparative Economics*, 2003, 31(3): 443 - 464.
- [2] 夏冬. 所有权结构与企业创新效率 [J]. *南开管理评论*, 2003, (3): 32 - 36.
- [3] 俞立平. 企业性质与创新效率——基于国家大中型工业企业的研究 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2007, (5): 108 - 115.
- [4] 沈能, 潘雄锋. 基于三阶段 DEA 模型的中国工业企业创新效率评价 [J]. *数理统计与管理*, 2011, 30(5): 846 - 855.
- [5] 张洪辉, 夏天, 王宗军. 公司治理对我国企业创新效率影响实证研究 [J]. *研究与发展管理*, 2010, 22(3): 44 - 50.
- [6] 庞瑞芝, 薛宁, 丁明磊. 中国创新型试点企业创新效率及其影响因素研究: 基于 2006 - 2010 年创新型试点企业非平衡面板数据的实证考察 [J]. *产业经济研究*, 2012, (5): 1 - 10/18.
- [7] 廖文秋, 梁樑, 宋马林. 基于 Malmquist 指数的高校科研效率的实证分析 [J]. *系统工程*, 2011, 29(7): 64 - 69.
- [8] 姜彤彤. 基于 DEA 方法的高校科研效率评价研究 [J]. *高教发展与评估*, 2011, 27(6): 26 - 32.
- [9] 陈洪转, 羊震, 刘思峰, 许静. 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, 23(8): 72 - 77.
- [10] 冯光娣, 陈珮珮, 田金方. 基于 DEA - Malmquist 方法的中国高校科研效率分析来自 30 个省际面板数据的经验研究 [J]. *现代财经*, 2012, (9): 61 - 73.
- [11] 符银丹, 陈士俊, 陈卫东. 基于 DEA 的我国“985”高校科技投入产出效率分析 [J]. *天津大学学报(社会科学版)*, 2012, 14(2): 128 - 132.
- [12] 申红芳, 廖西元, 陈金发, 肖洪安. 农业科研机构的效率评价及其影响因素分析——以四川省农业科研机构为例 [J]. *中国科技论坛*, 2008, (10): 107 - 110.
- [13] 雷彦斌, 李徽, 欧国立. 基于政府科技投入的中国转制科研机构效率评价与研究 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2010, (10): 34 - 37.
- [14] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units [J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2: 429 - 444.
- [15] Fried H O, Lovell C A K, Schmidt S S, Yaisawarng S. Accounting for environmental effects and statistical noise in data envelopment analysis [J]. *Journal of Productivity Analysis*, 2002, 17(1 - 2): 157 - 174.
- [16] 白俊红, 江可申, 李婧. 中国区域创新系统创新效率综合评价及分析 [J]. *管理评论*, 2009, 21(9): 3 - 9.

(下转第 1177 页)

- 价体系的构建[J]. 中国高等教育评估, 2011, (3): 26-34.
- [20] 邓芳, 吴春芸. 博士后考核评价工作的理性思考[J]. 清华大学教育研究, 2004, 25(4): 86-90.
- [21] 邢新主, 柳卸林, 陈颖. 跨学科制度对博士后科研创新能力的影响[J]. 科学学与科学技术管理, 2008, (11): 181-184.

The performance analysis of China postdoctoral science fund on promoting young talents growth

FAN Wei¹, LIU Wen-lan², YANG Fang-juan¹, SONG Sai-sai¹

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China;
2. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100083, China)

Abstract: The China Postdoctoral Science Fund (CPSF) has funding 27412 postdoctoral till 2011 since it was established in 1985, and the total funding reached 690 million yuan. In the past 25 years, the CPSF has trained a large number of talents for our country's S&T intelligent team. This paper focus on the performance of CPSF on promoting the growth of talented youth and carry out evaluation from the following aspects: 1. Verify the function of CPSF on stabilize the postdoctoral team, provide "first bucket of gold" and promote talents growth via funding statistical analysis and the subsequent growth condition of grantees; 2. Demonstrate the CPSF facilitate the grantees with extracting the research direction of scientist and lay the foundation for subsequent research results via the tracking of current situation and bibliometric analysis of first batch grantees.

Key words: postdoctoral science foundation; bibliometric; performance analysis

(上接第 1206 页)

- [17] 白俊红. 企业规模、市场结构与创新效率——来自高技术产业的经验证据[J]. 中国经济问题, 2011, (5): 65-78.
- [18] Cooke P, Schienstock G. Structural competitiveness and learning regions[J]. Enterprise and Innovation Management Studies, 2000, 1(3): 265-280.
- [19] 官建成, 刘顺忠. 区域创新系统测度的研究框架和内涵[J]. 中国科技论坛, 2003, (2): 24-26.
- [20] 虞晓芬, 李正卫, 池仁勇, 施鸣炜. 我国区域技术创新效率: 现状与原因[J]. 科学学研究, 2005, 23(2): 258-264.
- [21] 白俊红, 江可申, 李婧. 应用随机前沿模型评测中国区域研发创新效率[J]. 管理世界, 2009, (10): 51-61.

Research on the knowledge production efficiency of scientific research institutions in china

BAI Jun-hong

(School of Business, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Using the Data of regional research institutions in China, we analyze the knowledge production efficiency of scientific research institutions by three-stage DEA method. The main conclusions include that the knowledge production efficiency of regional research institutions is lower, and the lower scale efficiency is the main constraining factor that affect knowledge production efficiency; the regional economic development level and the cooperation between enterprise and scientific research institution have a significantly positive influence on knowledge production efficiency, while the human capital, the government and foreign subsidize have a significant negative impact on the knowledge production efficiency of research institutions. The conclusions of this paper provide revelations to the improvement of knowledge production efficiency of regional research institutions.

Key words: scientific research institution; knowledge production; efficiency; three-stage DEA