

基于两阶段共同边界 DEA 的产学研协同创新效率研究

钟鸣长

(黎明职业大学 经济管理学院, 泉州 362000)

[摘要] 运用两阶段共同边界 DEA 模型,将协同创新划分为知识创新和成果转化两个前后关联的阶段,并考虑技术差距,将中国分为东部地区和中西部地区两个组群,评估了 2010—2015 年中国产学研协同创新效率。结果表明:当前产学研的协同创新具有明显的两阶段关联特征,而且成果转化阶段的效率低于知识创新阶段效率,由此导致了综合效率无效。引致整体效率无效的原因是知识创新阶段的投入冗余和成果转化阶段的产出不足。由于区域间存在不同的技术边界约束,东部地区的产学研协同创新效率要高于中西部地区。基于此,需要对不同地区、不同创新阶段进行监控,采取差异化的协同创新策略。

[关键词] 两阶段;共同边界 DEA;协同创新效率

[中图分类号] F287.6

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-6973(2018)01-0093-08

一、引言

在经济发展新常态下,要推动产业升级、科技进步、经济增长,提高抵御外来风险的能力,提升本国的国际竞争力,必须转变过去长期依赖要素和投资双轮驱动的增长模式,转向技术进步和创新驱动的发展战略。协同创新是我国新时期实施创新驱动发展战略的重要载体,是要整合社会的各类创新资源,提高创新效率的必然选择,也是构建创新型国家过程中对产学研合作主体提出的基本要求。而产学研协同创新进一步强调了创新的主体、路径和目的,着力突出企业在创新活动中的定位和功能。它是在较松散的传统产学研合作基础上的进一步提升,要求各地高校、科研院所和企业三方在知识、技术上实现深度共享和协作,确实突破科技与经济两张皮的困境,做到产学研良性持续地融合发展。自 2012 年国家提出要构建“企业为主体、市场为导向、产学研相结合”的技术创新体系后,各地政府纷纷出台相关的政策引领、驱动和激励产学研

合作,积极探索类似于校内产学研合作、双向联合体合作、多向联合体合作、中介协调型合作等各种合作模式,出现了校企共建研究所、实验室等科研平台,共建科技园区,共建合作专项基金,共同培养科技攻关人才等多种形式。产学研合作的机构、项目、规模在全国范围内正日益壮大,一派欣欣向荣的发展态势。但产学研协同创新效率如何,中西部地区和东部地区是否存在差异等问题,值得深入研究和探讨。

近年来,我国对产学研合作方面的研究也越来越多,尤其是对产学研协同创新的概念、内涵、模式、机制、问题、利益等做了较多的探讨。浙江大学的陈劲从协同创新的现实背景、理论背景、运行机制、政策体系及制度等方面系统的构建了协同创新的理论框架。^[1]何郁冰(2012)提出产学研协同创新分析的新框架:战略协同层面、知识协同层面、组织协同层面^[2]。王帮俊等(2016)从关系联结、互动行为和制度保障等三个方面构建了行业特色院校协同创新机制理论框架^[3]。近两年部分学者开始关注对产学研合作创新/协同创新效率问题,研究方

[收稿日期] 2017-06-03

[基金项目] 福建省中国特色社会主义理论体系研究中心 2016 年一般项目(FJ2016B031);黎明职业大学科研团队建设计划资助项目“东方管理与传统文化研究”(LMTD2014112)。

[作者简介] 钟鸣长(1975—),男,福建宁化县人,黎明职业大学经济管理学院副教授,博士,研究方向为区域经济。

法大都采用随机前沿分析(SFA)和数据包络分析(DEA),研究对象涉猎了区域、产业和高校视角下的合作创新效率。原长弘(2013)就利用 SFA 方法实证分析了政、产、学、研、用在高校知识创新链产出及其效率中的协同影响^[4]。刘营等(2014)运用 DEA 方法对全国 14 个政府重点投入行业的产学研协同创新效率进行了实证分析^[5]。

但是,既有研究文献主要集中在将决策单元视为一个黑箱进行封闭式的协同创新分析,忽视了在经济系统中从初始投入到最终产出之间的某些中间过程和环节。然而,这种假设与现实情况不符,一个完整的生产系统实际上是由众多子系统或子过程有机构成的,各个子系统具备各自相应的功能,共同完成系统的某项经济活动。因此,要科学评价该类具备两(多)阶段关联特征决策单元的环境效率,需要考察系统内部子系统之间的主从和关联,并确定各子系统效率与系统整体效率的关系。正是基于此思想,Lewis (2004)将传统 DEA 的研究方法予以扩展,提出了二阶段 DEA,将生产过程分为两个子系统。这种将中间过程纳入到效率评价的 DEA 方法,能够对决策单元(DMU)的各个子系统的效率进行分析,从而能够打开传统效率评价方法存在的黑箱,探讨 DMU 各个子系统的效率,从而为管理者提供更多有用的信息^[6]。同时,以上两阶段效率模型假定了各阶段的生产行为是独立进行,不会彼此影响,因而可以单独对各阶段的生产效率进行研究。但是,Chen and Zhu(2004)以及 Kao and Hwang(2008)认为这样的假设过于简单且不太合乎实际的系统运行情况。事实上,DMU 会根据先前预计的最终产出产量来决定中间产出的产量,因此,各生产阶段并不是完全独立的,而是相互影响和制约的关系,由此,他们各自提出了将各阶段联立求解效率值的模型来检测。^[7-8]

此外,在测算协同创新的效率方面,以往文献的大多数学者都假定所有考察的决策单元(地区)面对的技术边界几乎是相同或类似的。但是,由于不同 DMU 或地区在特定时期内的自然、社会、经济、文化、法律、制度、民俗等差异,各 DMU 或地区的技术边界必定受到影响而存在一定程度上的差异,有时甚至差异巨大。在这种情况下,如果仍然沿用原先的假定条件对总体对象进行效率评估,显然是不客观、不合理的,同时,也将无法判别创新效率产生差异的原因及其来源,这就难免会带来计算偏误。因此,Battese and Rao (2002)及 O'Donnell 等(2007)分别构建了基于 DEA 方法的共同边界和

组群边界的分析框架,以考察不同技术边界下的效率评价问题。^[9-10]国内仅有少数文献将共同前沿生产率指数运用到效率测算中(王玲等,2013;冯宗宪等,2013;刘志迎等,2013;沈能等,2016)。但以上文献没有进一步分析造成创新效率无效的具体原因。^[11-14]

为了弥补以往文献研究的不足,本研究试图将两阶段 DEA 方法和共同边界效率方法纳入产学研协同创新效率的分析框架中,以充分考虑异质性技术对不同地区产学研协同创新效率评价的影响,使测算得到的效率值能够真实地反映我国不同地区协同创新绩效。

二、研究方法

(一)两阶段关联 DEA 模型

两阶段 DEA 模型的基本概念在于将 DEA 所着重的投入与产出的效率关系扩展至整个生产过程,强调在针对 DMU 进行绩效评估时,除了衡量投入与产出的效率关系之外,同时也必须将“投入至产出的中间过程”纳入绩效评估当中,如此才能使得评估结果具备完整的解释能力,而不至于产生偏误。在两阶段理论发展的初期,大多数研究将两个阶段视为彼此独立,即各个阶段的生产行为为不互相影响。但是在企业实际的生产运营过程中,各个生产阶段的活动并不是相互独立的,对此,Seiford 和 Zhu(1999)首先提出了两阶段具有相关性的 DEA 模型^[15],Chen 和 Zhu(2004)以及 Kao 和 Hwang(2008)各自提出将各阶段联立求解效率值的模型^[7-8]。在借鉴和结合 Chen 和 Kao 等前人的研究模型基础上,本文重新构建了一个对我国产学研协同创新效率评价的两阶段 DEA 模型,如图 1 所示。模型中的 X_i 和 Y_r 指的是第 i 项投入 x 和第 r 项产出 y ,中间产品 Z_p 表示决策单元(DMU) j 中子过程 1 的第 p 项产出,同时也是子过程 2 的第 p 项投入。 v_i 、 π_p 和 u_r 分别指代 X 、 Z 和 Y 的权重系数。

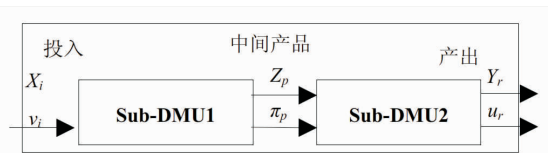


图 1 两阶段 DEA 模型

Fig. 1 Two-stage DEA model

如图 1 所示,在两阶段过程中,假设有 n 个决策单元,每个决策单元 DMU_j ($j=1,2,\dots,n$) 在第一阶段有 m 个投入 x_{ij} ($i=1,2,\dots,m$), p 个产出 z_{pj} ($p=1,2,\dots,q$),同时这些产出就是第二阶段的投入,第二阶段的产出为 y_{rj} ($r=1,2,\dots,s$)。结合 Chen

(2004)和 Kao(2008)的两阶段 DEA 的概念,对我国产学研协同创新效率进行研究,则决策单元 k 的综合效率 E_k 和子过程的效率 E_k^1 、 E_k^2 为:

$$\begin{aligned} E_k &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \leq 1 \\ E_k^1 &= \sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pk} / \sum_{i=1}^m v_i^* X_{ik} \leq 1 \\ E_k^2 &= \sum_{r=1}^s u_r^* Y_{rk} / \sum_{p=1}^q w_p^* Z_{pk} \leq 1 \end{aligned} \quad (1)$$

由式(1)可以看出:综合效率其实就是两个子过程的乘积,也即:

$$E_k = E_k^1 \times E_k^2 \quad (2)$$

第一阶段效率和综合效率计算模型分别为:

$$\begin{aligned} E_k^1 &= \max \sum_{p=1}^q w_p Z_{pk} \\ \text{s. t.} &\begin{cases} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - E_k \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 0 \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ u_r, v_i, w_p \geq \epsilon, r=1, \dots, s; i=1, \dots, m; p=1, \dots, q. \end{cases} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} E_k &= \max \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} \\ \text{s. t.} &\begin{cases} \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{p=1}^q w_p Z_{pj} \leq 0, j=1, \dots, n, \\ u_r, v_i, w_p \geq \epsilon, r=1, \dots, s; i=1, \dots, m; p=1, \dots, q. \end{cases} \end{aligned} \quad (4)$$

通过运算得到 E_k^1 值后,由于 $E_k^2 = E_k / E_k^1$,所以,第二阶段的效率值就可以根据综合效率和第一阶段的效率值计算而得。

(二) 共同边界效率函数

上述 DEA 方法对决策单元进行评价是建立在所有 DMU 都面临同质性的技术水平的假设下进行的,但是,当 DMU 为地区时,由于各地区存在资源禀赋、文化水平和产业结构等方面的巨大差异,各地区的技术边界存在异质性^[16]。如果利用全体样本数据对技术效率进行评价,各地区的技术效率值的估计结果就会产生偏差。O'Donnell et al(2008)

提出了可以准备推算出群组及共同技术效率的共同边界模型^[10]。

对于决策单元 DMU,通过投入 $x(x \in R_+^M)$ 可以得到产出 $y(y \in R_+^L)$ 。当考虑到所有决策单元时,其面对的共同技术集合为: $T^{\text{meta}} = \{(x, y) | x \geq 0; y \geq 0; x \text{ 能生产出 } y\}$,则生产可能集 P 被定义为: $P^{\text{meta}}(x) = \{y | (x, y) \in T^{\text{meta}}\}$,其上界即为共同边界(meta-frontier)。由此,基于共同技术效率的距离函数可以表示为:

$$\begin{aligned} 0 \leq D^{\text{meta}}(x, y) &= \inf_{\theta} \{\theta > 0 | (y/\theta) \in P^{\text{meta}}(x)\} \\ &= TE^{\text{meta}}(x, y) \leq 1 \end{aligned} \quad (5)$$

式(5)中的距离函数表明了输入一定的情况下,决策单元所能够通过径向扩张得到的最大的产出,并继承了产出集合所具有的正则性质。对于观察值 (x, y) ,当且仅当其共同边界的距离函数 $D(x, y) = 1$ 时为技术有效。

将所有 DMU 依据不同的社会文化、经济环境、管理模式与生产结构等因素划分为 $k(k > 1)$ 个群组,那么第 k 个群组的技术集合为: $T^k = \{(x, y) | x \geq 0; y \geq 0; x \text{ 能生产出 } y\}$,则生产可能集被定义为: $P^k(x) = \{y | (x, y) \in T^k\}$,其上边界即为组群边界(group-frontier)。由此,基于组群技术效率的距离函数可以表示为:

$$\begin{aligned} 0 \leq D^k(x, y) &= \inf_{\theta} \{\theta > 0 | (y/\theta) \in P^k(x)\} \\ &= TE^k(x, y) \leq 1 \end{aligned} \quad (6)$$

将函数(5)、(6)进行综合处理,即可得到一个新的概念:共同技术比率(MTR),即:

$$MTR^k(x, y) = \frac{D^{\text{meta}}(x, y)}{D^k(x, y)} = \frac{TE^{\text{meta}}(x, y)}{TE^k(x, y)} \quad (7)$$

MTR^k 表示在给定的技术和要素投入水平下的一定时期,DMU 共同边界生产技术水平(TE^{meta})是在组群 k 下的生产技术水平(TE^k)的倍数。如果 MTR^k 值越高,代表共同边界生产技术水平越高,而组群边界下的生产技术水平越低,表明 DMU 所使用生产技术的水平越接近潜在的生产技术水平,反之亦然。

(三) 技术缺口比率

因为 g 个群组的生产边界会被包含在共同生产边界之内,所以在共同边界下第一阶段的知识创新效率、第二阶段的成果转化效率和综合创新效率必定要小于在群组边界下对应的第一、第二阶段效率和综合创新效率。两个边界间的比率分别为 IGR_g 、 OGR_g ,以及综合创新技术缺口比率 TGR_g ,有

$$0 \leq IGR^g = \frac{c_k^{1m}}{c_k^{1g}} \leq 1 \quad (8)$$

$$0 \leq \text{TGR}^g = \frac{e_{2g}^{1m} \times e_k^{2m}}{e_{1g}^{1g} \times e_k^{2g}} = \text{IGR}^g \times \text{OGR}^g \leq 1 \quad (10)$$

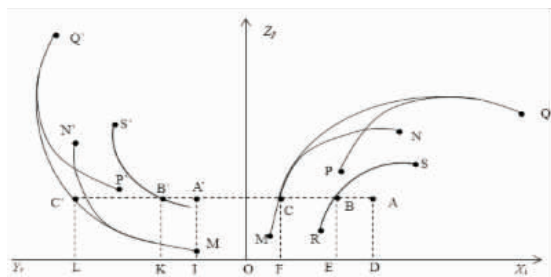


Fig. 2 Two-phase common border input-output model with three clusters

三、实证分析

产学研协同创新一般被认为包含了知识创新和成果转化这两个前后关联的子阶段。在第一阶段(知识创新阶段),协同创新的主体(高校、科研院所、企业、政府)初始投入资金、人才、设备,通过协同创新活动获得知识产出。第一阶段主要评价协同创新主体在知识创造和积累方面的能力(即知识创新效率)。第二阶段(成果转化阶段),协同创新主体再次进行协同合作,并将第一阶段的产出(知识和技术)加以利用和转化,重点评价协同创新主体在成果转化方面的能力(即成果转化效率)。通过对前后两个阶段的分析,试图打开产学研协同创新的黑箱,找出导致协同创新能力低下的具体瓶颈,从而明确不同区域提高协同创新能力的努力方向和侧重点。

大学一直以来都被视为协同创新中非常重要

图 1 知识经济形成过程示意图。该图展示了知识经济形成的两个阶段。第一阶段（综合阶段）包含人力投入和财力投入，输入到知识创新效率。第二阶段包含知识产出，输入到经济转化效率，最终产生经济产出。

Fig. 3 Regional collaborative innovation and two-stage innovation process

在分析这一部分时,本文将第一阶段得到的产出指标作为第二阶段的创新投入指标。从数据的可得性和可操作性考虑,区域协同创新的经济效益产出指标选择了地区人均 GDP、工业增加值、规模以上工业企业新产品的销售收入和城镇居民人均可支配收入等四项指标。

96

和完整性考虑,本文最终选取了除台湾、西藏之外的 29 个省(直辖市、区)作为评价单元,样本期间确定为 2010—2013 年,分析所用的数据均从相应年份的《中国统计年鉴》《中国科技统计年鉴》和《中国区域经济统计年鉴》等数据库中获取。

(二)实证结果分析

1. 协同创新效率分析

在上面模型公式和数据的基础上,可以方便地计算出共同边界效率值和技术缺口比率,它们分别代表中国区域产学研协同创新效率和技术缺口情况。东部地区和中西部地区共同边界和组群边界下的创新效率值如表 1 所示。其中第一、四列和第二、五列分别表示共同边界和组群边界下的知识创新效率和成果转化效率。

表 1 我国区域产学研协同创新效率值

Tab. 1 Chinese regional industry-university-institute co-innovation efficiency value

序号	MIE (1)	GIE (2)	IGR (3)=(1)/(2)	MOE (4)	GOE (5)	OGR (6)=(4)/(5)	TGR (7)=(3)* (6)
北京	0.84345	0.84345	1.00000	0.78989	0.78989	1.00000	1.00000
天津	0.54667	0.54667	1.00000	0.36567	0.47609	0.76806	0.76806
河北	0.15765	0.18756	0.84053	0.48778	0.49767	0.96204	0.80862
辽宁	0.80870	0.84540	0.95658	0.47878	0.47878	1.00000	0.95658
上海	0.37577	0.37577	1.00000	0.58989	0.58989	1.00000	1.00000
江苏	0.87668	0.93556	0.93706	1.00000	1.00000	1.00000	0.93706
浙江	0.48778	0.48778	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
福建	1.00000	1.00000	1.00000	0.30989	0.30989	1.00000	1.00000
广东	0.54567	0.63546	0.85870	0.37788	0.42098	0.89761	0.77077
山东	0.49878	0.49878	1.00000	0.27878	0.27878	1.00000	1.00000
东部平均	0.59098	0.61345	0.96337	0.56754	0.61246	0.92665	0.89270
山西	0.15456	0.18087	0.85453	0.37677	0.37677	1.00000	0.85453
内蒙古	0.12440	0.12440	1.00000	0.69898	1.00000	0.69898	0.69898
吉林	0.29098	0.31445	0.92536	0.37678	0.42565	0.88518	0.81911
黑龙江	0.25656	0.27676	0.92701	0.58778	0.58778	1.00000	0.92701
安徽	0.79878	0.83646	0.95495	0.38987	0.40887	0.95350	0.91054
江西	0.41244	0.45566	0.90514	1.00000	1.00000	1.00000	0.90514
河南	0.43089	0.48098	0.89585	0.27878	0.29088	0.95840	0.85858
湖北	0.46576	0.49089	1.00000	0.15787	0.17088	0.92386	0.92386
广西	0.26560	0.29087	0.91312	0.19789	0.24656	0.80260	0.73287
海南	1.00000	1.00000	1.00000	0.24508	0.24508	1.00000	1.00000
重庆	0.34656	1.00000	0.34656	0.16767	0.17878	0.93785	0.32502
四川	0.26565	1.00000	0.26565	0.25466	0.28789	0.88457	0.23498
贵州	0.13435	0.15650	0.85846	0.45767	0.49245	0.92937	0.79782
云南	0.33543	1.00000	0.33543	0.19767	0.22134	0.89306	0.29955
陕西	0.16568	0.18756	0.88334	0.256465	0.29656	0.86479	0.76390
甘肃	0.14545	0.18777	0.77461	0.56766	1.00000	0.56766	0.43971
青海	0.08088	0.13454	0.60115	0.39087	0.46778	0.83558	0.50230
宁夏	0.17545	0.23545	0.74516	0.16087	0.22767	0.70659	0.52652
新疆	0.25465	0.30887	0.82445	1.00000	1.00000	1.00000	0.82445
中西部平均	0.330987	0.43433	0.76204	0.41345	0.47877	0.86356	0.65806

从表 1 可以发现,当考虑共同边界和组群边界时,所有省区均未能同时实现两阶段的效率最优,结果说明中国产学研协同创新效率仍然有很大的提升空间。福建、海南在知识创新阶段表现为 DEA 有效,江苏、江西、新疆在成果转化阶段表现为 DEA 有效,这表明有些地区在知识创新阶段有较好的效益,而有些地区在成果产业化阶段要更胜一筹。另外,2010—2013 年中国地区产学研协同创新效率的平均值仅为 0.4210,表明中国整体协同创新能力偏低,并且从知识创新阶段平均效率和成果转化阶段平均效率可以看出,中国整体表现为知识创新效率(0.45054)要高于成果转化效率(0.43260)。

在引入共同边界模型后,通过对共同边界和组群边界下的各个阶段的效率值的分析,可以看出其与有效前沿面的技术差距。技术缺口比率值越小,说明共同边界和组群边界效率值之间的差距越大,当技术缺口比率为 1 时,说明不存在技术差距。在知识创新阶段技术缺口比率为 1 的 DMU 有 9 个,在成果转化阶段技术缺口比率为 1 的 DMU 有 15 个。无论是知识创新阶段还是成果转化阶段,东部地区的共同边界效率与组群边界效率之间的差异

较小,而中西部地区共同边界效率与组群边界效率之间的差距较大,这说明东部地区综合协同创新能力要优于中西部地区。

综合技术缺口比率(TGR)反映的是知识创新阶段和成果转化阶段的综合技术缺口情况,东部地区的综合技术缺口比率为 0.89270,中西部地区为 0.65806。这说明从整体协同创新能力来看,东部地区更加接近创新有效的效率前沿,而中西部地区则与有效前沿的差距较大,需要的不仅仅是提高资源的利用,而是要对产学研管理模式、政策以及企业创新结构进行较大的变动,才能促进协同创新效率飞跃性地上升。

2. 分地区分析

表 2 是东部地区和中西部地区产学研协同中知识创新阶段和成果转化阶段的平均值。在共同边界下,东部地区知识创新效率(0.59098)要高于中西部地区(0.330987),并且在成果转化效率方面,东部地区(0.56754)也要高于中西部地区(0.41345)。所有地区成果转化效率值为 0.43260,要低于知识创新平均效率值 0.45054,其主要原因是中西部地区在成果转化阶段表现出的效率不足。

表 2 东部地区和中西部地区平均协同创新效率表

Tab. 2 Average efficiency of collaborative innovation in eastern and central and western regions

	MIE	GIE	IGR	MOE	GOE	OGR	TGR
	(1)	(2)	(3)=(1)/(2)	(4)	(5)	(6)=(4)/(5)	(7)=(3) * (6)
东部地区	0.59098	0.61345	0.96337	0.56754	0.61246	0.92665	0.89270
中西部地区	0.330987	0.43433	0.76204	0.41345	0.47877	0.86356	0.65806
全国平均	0.45054	0.55708	0.80875	0.43260	0.54357	0.79584	0.64365

根据表 2,可以发现造成协同创新过程无效率的原因是:无论是东部地区还是中西部地区,各地区都普遍存在知识创新阶段投入冗余和成果转化阶段产出不足的现象,这表现为东部地区和中西部地区各阶段技术缺口比率都不为 1。而东部地区凭借自身的经济、资源禀赋,在知识创新阶段和成果

转换阶段所表现出来的效率都要明显优于中西部地区。

3. 技术缺口分析

东部地区和中西部地区 2010—2015 年效率变动和技术缺口变动情况进行分析,实证结果如表 3 所示。

表 3 历年平均技术缺口比较

Tab. 3 Comparison of the average technical gap over the years

地区	东部地区			中西部地区		
年份	MOE	GOE	OGR	MOE	GOE	OGR
2010	0.15465	0.29876	0.51764	0.13432	0.38767	0.34648
2011	0.20988	0.25454	0.82454	0.11430	0.23244	0.49174
2012	0.21343	0.21654	0.98563	0.15654	0.35565	0.44015
2013	0.24355	0.25443	0.95723	0.17655	0.35654	0.49517
2014	0.23987	0.26589	0.90219	0.18766	0.32098	0.58464
2015	0.24098	0.25123	0.95920	0.16886	0.34176	0.49408
平均	0.21437	0.26087	0.82175	0.15124	0.34088	0.44365

从表3可以看出,东部地区的平均技术缺口比率在2010—2015年间呈现出上升的趋势,而中西部地区尽管2015年的平均技术缺口比率要高于2010年,但总体上上升趋势不明显。但与东部地区不同的是,中西部地区在组群边界下综合效率提升比较显著。

四、结论

本文运用两阶段共同边界DEA模型,一方面将产学研协同创新过程分为知识创新阶段和成果转化阶段两个前后关联的阶段,解决了传统效率评价方法在进行效率评价过程中存在的黑箱问题;另一方面,在考虑技术异质性的基础上,将中国分为东部和中西部两个技术异质性组群,并分别对这两个技术异质性组群下2010—2013年的产学研协同创新效率进行实证分析。分析结果表明:不同组群之间在技术创新水平上确实存在差异,而且经济发展水平越高的地区往往具有更高的协同创新效率。创新能力的差异导致中国产学研协同创新效率呈现“东部—中西部”递减的格局,并且东部地区平均技术缺口比率要高于中西部地区,即东部地区产学研协同创新能力都更加接近于有效的创新前沿。从东中西部协同创新比率的比较来看,中国产学研协同创新效率区域差距在未来一段时期内还将保持在一个较高的水平上,并且呈现出逐步扩大的趋势。同时,较高的知识创新效率未必就带来较高的成果转化率。某一区域的综合协同创新效率受到知识创新和成果转化两个阶段的共同影响。

以上研究结论对于实施科教兴国战略、实现创新型国家、推动制造业智能化升级和提升我国的自主创新能力,都具有重要的理论意义和实践意义。首先,要明白协同创新是由知识创新和成果转化两个方面的深度合作,需要同时加强这两个方面工作,不能偏颇。其次,要分清区域之间存在的技术创新能力的差异,根据相关要素对协同创新的作用机制和影响路径,实施差异化的协同创新能力提升战略。应该通过财政或金融手段,增加对中西部地区的资源投入,实施更加优惠的倾斜政策,进而提高当地创新产出的效率,到达资源的充分利用,发挥规模经济效益。同时,对于东部无法充分发挥作用的人力及财力资源也应该向中西部输送,这既可以合理利用稀缺资源,又可以缩小东中西协同创新效率的差距,统筹和协调协同创新能力的发展。最后,重视我国中西部地区的创新能力和技术水平的提升。如果只是一味地加大资源的投入,而忽视能力提升和技术培育,最终只能使得西部地区因吸收

能力差而出现协同创新效率的下降,资源配置出现低效率。所以,我们必须充分意识到协同创新两阶段相互促进、相互影响的影响,要把加大资源供给和加紧技术升级两项任务同时抓,避免进一步出现知识与生产力、科技与经济脱节的“两张皮”现象,才有可能促进中西部地区产学研协同创新效率的持续上升。

参考文献

- [1] 陈劲、协同创新[M]. 杭州:浙江大学出版社,2012.11.
- [2] 何郁冰. 产学研协同创新的理论模式[J]. 科学学研究,2012(2):165—174.
- [3] 王帮俊,姚稳. 行业特色院校产学研协同创新机制研究[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版),2016(6):64—68.
- [4] 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(4):60—67.
- [5] 刘营,李存金. 我国产学研协同创新效率评价研究——基于全国十年间行业数据[J]. 科技和产业,2014(3):58.
- [6] Lewis H, Sexton T. Network DEA: Efficiency Analysis of Organizations with Complex Internal structure [J]. Computers and Operations Research, 2004(31): 1365—1410.
- [7] Chen Y, Zhu J. Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance [J]. Information Technology and Management. 2004(5):9—22.
- [8] Kao C, Shih-Nan Hwang. Efficiency Development in Two-stage Data Envelopment Analysis: An Application to Non-Life Insurance Companies in Taiwan [J]. European Journal of Operational Research, 2008, 185 (1): 418—429.
- [9] Battese G E, Rao. Technology Gap of Efficiency and a Stochastic Meta-frontier Function [J]. International Journal of Business and Economics, 2002(1): 87—93.
- [10] O'Donnell D S P, Rao, Battese G E. Meta-frontier Frame Works for the Study of Firm-Level Efficiency and Technology Ratios [J]. Empirical Economics, 2008, 34(2): 231—255.
- [11] 王玲,孟辉. 我国内河港口与沿海港口的效率对比——基于共同边界和序列SBM-DEA的研究[J]. 软科学, 2013(3): 90—95.
- [12] 冯宗宪,何欣. 基于共同边界的中国区域碳排放绩效研究 [J]. 青海社会科学, 2013(3): 9—15.
- [13] 刘志迎,郭磊,周志翔. 基于共同边界模型的中国工业行业技术创新效率[J]. 系统科学, 2013(6): 14—21.
- [14] 沈能,吴思慧. 技术异质性与大学知识创新效率评价研究——基于Meta-frontier的效率函数模型[J] 科技进

步与对策,2016(1): 148—153.

[15] Seiford L M , Zhu J. Profitability and Marketability of the Top 55 U. S. Commercial Banks[J]. Management Science, 1999,45(9):1270—1288.

[16] 沈能,周晶晶,王群伟. 考虑技术差距的中国农业环

境技术效率库兹涅茨曲线再估计:地理空间的视角
[J]. 中国农村经济,2013 (12):72—83.

(责任编辑:蒋萍)

A Study Based on Assessing the Synergistic Innovation Efficiency in China of the Two-stage Meta-Frontier DEA Approach

ZHONG Ming-chang

(School of Business and Administration, Liming Vocational University, Quanzhou 362000, China)

Abstract: This paper makes use of two-stage Meta-frontier function to calculate the synergistic efficiency in knowledge innovation stage and result transformation stage, and based on the technological gap, China is divided into the eastern region and the central and western regions and the efficiency in China during 2010-2013 is assessed as well. The result indicates that the innovation system has the characteristic of two-stage relationship, and the efficiency of the achievement transformation stage is lower than that of the knowledge innovation stage, which leads to the inefficiency of comprehensive efficiency. The main causes for the overall knowledge innovation inefficiency and result transformation inefficiency are input redundancy during the knowledge innovation process and output deficiency during the result transformation process. Due to the existence of different technical boundaries between regions, the co-innovation efficiency of production, learning and research in the eastern region is higher than that in the central and western regions. Therefore, it is necessary to differentiate the collaborative innovation strategy according to the different areas and different innovation stage.

Key words: Two-stage; Meta-Frontier DEA; Synergistic Innovation Efficiency