

# 考虑环境因素的区域创新效率研究

——基于三阶段 DEA 方法\*

白俊红 蒋伏心

**内容提要:**以往研究在测算区域创新的效率时并未考虑环境因素的影响。本文以中国省级数据为基础,应用三阶段 DEA 方法,在控制环境因素的基础上考察了我国区域创新的效率问题。研究表明,我国区域创新的效率较低,且其原因主要是由于规模效率不高所致;与经典 DEA 方法相比,三阶段 DEA 方法的测算结果更符合经济现实,更能客观地反映各地区的创新效率水平。本文结论为我国创新型国家建设的效率改进提供了启示。

**关键词:**区域创新 三阶段 DEA 效率

**作者简介:**白俊红,南京师范大学商学院讲师、博士,210046;

蒋伏心,南京师范大学商学院院长、教授、博士生导师,210046。

**中图分类号:**F270 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2011)10-0104-09

## 一、引言

近年来,如何加快提升自主创新能力,建立创新型国家,进而增强国家竞争优势成为我国学界和政界讨论的一项重要问题。也正是得益于政府的高度关注以及我国企业创新意识的不断增强,我国的创新投入持续攀升。然而,需要注意,在我国创新型国家建设的进程中,除了加大创新的投入力度外,区域创新的效率问题亦不容忽视。特别是在我国创新资源相对有限的情况下,尽可能地利用较少的创新投入获得较多的创新产出,提高创新资源的利用效率,对于有效缓解我国创新资源不足的局面,进一步提升国家创新能力具有重要意义。

如果将区域创新系统看作一个投入一定创新资源进行创新生产并获得创新产出的系统,那么区域创新效率即可理解为是这一系统投入产出的转化率。多数学者也遵从了这一思路,通过选择区域创新的投入、产出指标来评测我国区域创新的效率。比如,刘顺忠和官建成(2002)选用 R&D 经费支出和 R&D 科学家、工程师数作为创新的投入指标,采用发明专利授权量、国外三系统(SCI, EI 和 ISTP)收录科技论文数量、新产品产值率、亿元投资新增 GDP 和万元 GDP 综合能耗作为创新的产出指标,运用数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法评测区域创新的效率;刘树和张玲(2006)选用 R&D 经费支出、R&D 人员等指标作为创新的投入指标,专利数为创新的产出指标,运用 DEA 方法测算我国各省区的创新效率;白俊红等(2010)选用 R&D 资本和 R&D 人员投入作为创新的投入指标,发明专利授权量作为创新的产出指标,应用 DEA 方法分析了我国区域创新的效率情况。这些成果为本文研究的展开奠定了基础,但是必须指出,上述学者们在评测区域创新系统的效率时,仅仅将区域创新系统看作一个封闭的投入产出系统,并没有考虑系统外部环境因素的影响。区域创新系统理论告诉我们,区域创新系统的绩效不仅受到系统本身的影响,系统外部环境因素也会产生重要的作用。如果不考虑环境因素,而仅仅将视角局限于系统本身,仅通

\* 本文得到教育部人文社科基金(10YJC790005)的资助。

过选择系统的投入与产出来评测区域创新的效率,其结果势必存在偏误,这无疑也会影响到政府的科学决策。

事实上,造成以往研究没有充分考虑环境因素影响的原因,除了与作者的研究视角有关外,研究方法的局限也是其重要原因之一。目前文献在评测区域创新系统的效率时广泛采用 Chames 等(1978)、Banker 等(1984)提出的数据包络分析方法。但是,这些经典的 DEA 方法并没有考虑环境因素的影响。此后,Fare 等(1989)曾提出解决环境问题的一阶段 DEA 方法,其思想是将环境因素视为投入和产出变量带入经典 DEA 模型。显然,这一处理方式将环境因素等同于系统的投入产出,与实际并不相符。另一种处理方法是 Coelli 等(1998)提出的 DEA-Tobit 分析技术,又称两阶段 DEA 法,该方法在第一阶段利用经典 DEA 方法测算决策单元的效率值,然后在第二阶段以此效率值为因变量,以环境因素为自变量建立 Tobit 回归模型来考察环境因素的影响。此方法可以利用回归技术确定环境因素对效率的影响强度和方向,但其作用并不是在测算效率时将环境因素剥离,因而并没有改变经典方法测算的效率值水平。

得益于 Fried 等(2002)的贡献,考虑环境因素的 DEA 技术得到极大改进。由于 Fried 等(2002)提出的 DEA 法由三个基本步骤组成,又称三阶段 DEA 法。该方法的第一阶段是利用经典 DEA 方法计算决策单元的效率值;第二阶段将投入松弛视为决策单元的机会成本,考虑环境因素和随机误差的影响,利用随机前沿模型(Stochastic Frontier Analysis, SFA)对第一阶段测算的投入松弛进行修正,并重新调整投入量;第三阶段将调整后的投入量重新代入经典 DEA 模型核算效率。由于该效率有效剥离了环境因素和随机误差的影响,更能反映决策单元的实际效率水平。

本文即选择三阶段 DEA 方法研究我国区域创新的效率问题。与以往研究相比,本文拓展了区域创新效率测评的研究视角,不仅考虑区域创新过程的投入产出,而且将环境因素纳入其分析框架,以期对我国区域创新的效率进行更为准确的评估。我们的研究发现,采用三阶段 DEA 方法,控制各地区的环境差异以后,效率评估结果更接近经济现实,更能客观地反映各地区的效率水平。

## 二、方法与变量

### (一)研究方法

根据 Fried 等(2002),三阶段 DEA 的构建过程如下:

第一阶段:利用经典的 DEA 模型核算效率值。经典的 DEA 模型可分为 CCR 和 BBC 两种。前者假设规模报酬不变,而后者放宽了这一限制,可以处理规模报酬变动条件下的效率问题,而且 BCC 模型可以进一步将技术效率分解为纯技术效率和规模效率,这也有益于我们判别当前我国区域创新效率是受纯技术因素影响,还是受规模因素影响。基于此,本文选择 BCC 模型作为三阶段 DEA 评测的基础模型。由于 BCC 模型已较为成熟,本文此处就不再赘述,具体可参见 Banker 等(1984)。

第二阶段:构造相似 SFA 模型。Fried 等(2002)认为第一阶段的投入松弛是由管理无效率、环境效应和随机误差等三项因素造成的。通过构建相似 SFA 模型,可以观察出这三项因素的影响,并将环境效应和随机误差剔除,从而仅保留管理无效所造成的投入松弛。

以投入松弛为因变量,环境因素为自变量,构造相似 SFA 模型,如式(1)所示:

$$s_{nk}^- = f^n(z_k; \beta^n) + v_{nk} + u_{nk}, \quad n = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, K \quad (1)$$

其中,  $s_{nk}^-$  为投入松弛变量,  $f^n(z_k; \beta^n)$  为随机前沿函数,一般取线性形式,表示环境因素对投入松弛的影响,  $z_k$  为环境影响因素向量,  $\beta^n$  为相应因素的系数;  $v_{nk} + u_{nk}$  为混合误差,  $v_{nk}$  表示随机扰动,服从  $N(0, \sigma_v^2)$  分布,  $u_{nk}$  为管理非效率项,服从非负断尾正态分布,即  $u_{nk}$  服从  $N^+(u, \sigma_u^2)$ ,  $v_{nk}$  和  $u_{nk}$  不相关。

进一步,为了衡量随机扰动的影响,需利用 SFA 模型的回归结果估计值  $(\hat{\beta}^n, \hat{u}^n, \hat{\sigma}_{uk}^2, \hat{\sigma}_{nk}^2)$  和管

理无效率的条件估计  $\hat{E}[u_{nk}/(v_{nk} + u_{nk})]$ , 将随机扰动从管理非效率中分离出来, 其方法是:

$$\hat{E}[u_{nk}/(v_{nk} + u_{nk})] = s_{nk}^- - z_k \hat{\beta}^n - \hat{E}[u_{nk}/(v_{nk} + u_{nk})] \quad (2)$$

为了剥离环境因素和随机扰动的影响, 需要对投入量进行调整。调整的思想是: 将处于不同环境的决策单元调整至相同环境。我们选择环境较差的决策单元进行调整, 调整的方法是:

$$x_{nk}^A = x_{nk} + [Max_k(z_k \hat{\beta}^n) - z_k \hat{\beta}^n] + [Max_k(\hat{v}_{nk}) - \hat{v}_{nk}]$$

$$n = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, K \quad (3)$$

其中,  $x_{nk}^A$ 、 $x_{nk}$  分别为调整后与调整前的投入量。等式右边第一个括号是将所有决策单元调至相同的环境, 即所有样本中最差的状态; 第二个括号是将所有决策单元调至相同的自然状态, 即样本中最不幸的状态。

第三阶段: 调整后的 DEA 模型。将按上述步骤调整后的投入数据重新代入 BBC 模型进行效率核算。由于此时的投入数据剥离了环境因素和随机扰动的影响, 能够更为客观地反映决策单元的技术效率状况。

## (二) 变量选择

运用三阶段 DEA 模型核算区域创新的效率时, 需要适当选择投入、产出及环境因素变量。接下来, 我们便对这些变量作简要说明。

### 1. 投入变量

资本和劳动力是经济投入产出系统研究中的两个基本投入。对区域创新系统而言, 其投入亦可从这两个方面来衡量。区域创新系统的投入主要包括 R&D 经费支出和 R&D 人员投入, 这也是先前研究通常采用的两个指标 (Pavitt 和 Wald, 1971; Bound 等, 1984; 刘树、张玲, 2006; 吴延兵, 2008; 白俊红等, 2010)。

R&D 经费按其用途有内部支出和外部支出两种类型。根据《中国科技统计年鉴》的定义, 内部支出指“调查单位在报告年度用于内部开展 R&D 活动的实际支出, 包括用于 R&D 项目 (课题) 活动的直接支出, 以及间接用于 R&D 活动的管理费、服务费、与 R&D 有关的基本建设支出以及外协加工费等”, 而外部支出主要是指“报告年度调查单位委托外单位或与外单位合作进行 R&D 活动而拨给对方的经费”。可以看出, 无论是内部支出还是外部支出, 均是调查单位 R&D 活动支出的一部分, 应将其全部计入核算框架。但由于《中国科技统计年鉴》中并没有外部支出的分省区记载, 我们仅用内部支出来近似反映一个省区的全部 R&D 经费投入。显然, 这一近似可能低估了各个省的 R&D 经费投入水平。

区域创新的另一项投入 R&D 人员, 根据《中国科技统计年鉴》的解释, 指“调查单位内部从事基础研究、应用研究和试验发展三类活动的人员, 包括直接参加上述三类项目活动的人员以及这三类项目的管理人员和直接服务人员。”本文采用了国际上通用的 R&D 人员全时当量来衡量 R&D 人员的实际投入水平, 其值为报告年内 R&D 全时人员数加非全时人员按工作量折算成全时人员数的总和。

### 2. 产出变量

关于区域创新的产出, 本文选择专利作为其衡量指标。专利含有大量有关技术、发明和发明者的信息, 能够较好地表征一个地区的创新能力和水平。然而, 由于并不是所有的发明都申请专利 (Pakes 和 Griliches, 1984), 而且专利数并不能体现创新成果的质量和商业化水平 (Griliches, 1990; 吴延兵, 2008), 这也使得其在表征创新产出时存在一定的缺陷。新产品销售收入虽然能够较好地反映创新成果的市场价值, 但《中国科技统计年鉴》及相关年鉴中并未对其进行统计, 这也使得其并不可行。事实上, 虽然专利数量存在一定的缺陷, 但鉴于其易得性和通用性等特征, 研究中依然得到广泛应用 (Acs 等, 2002; Nasierowski 和 Arcelus, 2003)。本文亦将专利作为区域创新产出的考核指标。

需要说明的是,本文将专利作为考核指标时,其值为专利授权量,而非专利申请受理量。这主要是因为受理的专利申请并不一定都能获得批准,选择专利申请受理量作为考核指标无疑会夸大地方的创新产出水平。此外,中国的专利统计将专利分为发明专利、实用新型和外观设计三种类型。三种类型的专利在创新程度、技术重要性、经济价值等方面具有重大差异,采用总的专利数作为创新产出可能并不合适(李习保,2007)。一些学者,如官建成和刘顺忠(2003)、李习保(2007)、白俊红等(2009b)直接采用创新程度较高的发明专利授权量作为专利的考核指标,并没有考虑其他两种类型。本文综合考虑发明专利、实用新型和外观设计三种类型专利,并依据其创新程度的高低不同,分别赋予0.5、0.3和0.2的权重,采用加权平均值作为最终的专利考核指标。这也有助于较为全面、真实地反映各地区的专利产出水平。

### 3. 环境因素变量

从系统的角度来讲,系统绩效除了受内部组分及组分之间的联接关系影响外,还受环境因素的影响。环境因素既是系统发生作用的动力,也是系统运行的条件。结合Furman等(2002)的国家创新系统分析框架,本文主要基于创新环境的功能视角,从以下五个方面来衡量:

(1)地区基础设施。Furman等(2002)的研究表明基础设施对创新具有重要作用。区域创新系统中基础设施的功能主要是为创新提供必要的物质、交通、信息等支撑条件,这些支撑条件越完善越有利于创新的发生。结合白俊红等(2009)的研究,并考虑数据的可得性,本文用邮电业务总量占GDP的比重来近似表征地区基础设施的发展水平。

(2)地方政府的干预。地方政府在区域创新系统中的功能主要是为创新主体提供政策支持,提供公平竞争的市场环境以及通过直接资助、税收优惠等手段对创新活动予以支持。同样基于数据的可得性,本文仅考虑地方政府的研发直接资助对创新的影响,并用各地区科技经费筹集中政府资金所占的比重来表征。地方政府的研发直接资助是一把“双刃剑”。一方面,有助于缓解企业创新资金的不足,降低创新的风险(Czarnitzki和Licht,2006);但另一方面,也有可能由于干预过多而使企业丧失创新的主体地位,不利于企业的创新(Wallsten,2000)。

(3)金融机构的支持。区域创新系统中,金融机构可为创新活动提供资金支持,亦可为创新组织提供金融信息及咨询服务,从而有助于提高资金的营运效率。本文用各地区科技经费筹集中金融机构贷款所占的比重来表征其对创新的支持程度。与政府的研发直接资助相类似,金融机构的贷款也可能存在双重作用,即一方面有利于弥补企业研发资金的不足,另一方面,也有可能对企业自身的研发投入产生“挤出效应”,从而不利于充分发挥金融机构贷款的作用。

(4)地区经济发展水平。地区创新投入是与地区经济发展水平密切相关的。通常情况下,地区经济发展水平越高,创新投入也会越多,因而也越有能力进行创新生产活动。本文用各地区的GDP总额来表征地区经济发展水平。

(5)地区劳动者素质。地区劳动者素质对创新的作用主要体现在:首先,创新生产作为一项知识密集型活动,需要大批高素质人才,因此地区劳动者素质越高,其可提供的创新人才也就越多,越有利于创新活动的开展;其次,地区劳动者素质越高,越有利于开发新知识,也有利于吸收和利用其他地区的知识、技术,促进技术转移和扩散(Borensztein等,1998);最后,伴随着劳动者素质的提高,人们对创新也提出更高的要求,从而可以激励企业创新的积极性。本文用各地区平均受教育年限来表征地区的劳动者素质。

## 三、数据与结果

### (一)数据来源

本文的原始数据来源于《中国科技统计年鉴2009》,研究对象为中国大陆的30个省(市),西藏由于数据不全,分析中暂时不予考虑。另外,沿袭传统的东、中、西部划分,本文将中国30个省区划分为三大地区。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;中

部包括山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南；西部包括广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆。

(二) 结果分析

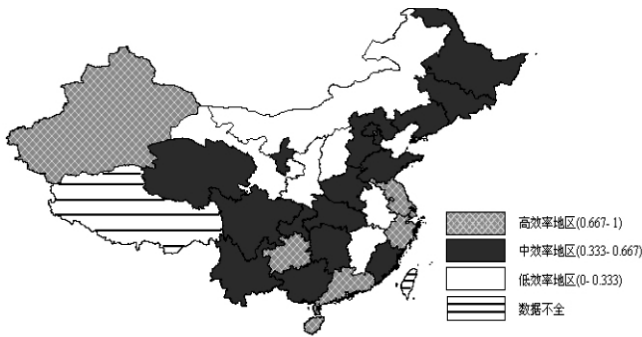
遵从三阶段 DEA 的分析步骤, 我们也将分三步给出每阶段的估计结果。其中, 第一和第三阶段使用 DEAP2.1 软件, 第二阶段使用 Frontier4.0 软件。

1. 第一阶段经典 DEA 的输出结果

表 1 经典 DEA 模型测算结果

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	地区	技术效率	纯技术效率	规模效率
北京	0.395	0.397	0.996	湖南	0.452	0.461	0.980
天津	0.545	0.555	0.984	广东	0.869	1.000	0.869
河北	0.422	0.432	0.977	广西	0.503	0.525	0.958
山西	0.299	0.311	0.963	海南	0.774	1.000	0.774
内蒙古	0.295	0.317	0.931	重庆	0.591	0.602	0.981
辽宁	0.524	0.529	0.990	四川	0.559	0.563	0.994
吉林	0.466	0.479	0.972	贵州	0.731	0.769	0.950
黑龙江	0.431	0.438	0.982	云南	0.510	0.534	0.956
上海	0.911	0.913	0.997	陕西	0.262	0.270	0.973
江苏	0.695	0.695	0.999	甘肃	0.272	0.295	0.921
浙江	1.000	1.000	1.000	青海	0.406	0.856	0.474
安徽	0.327	0.334	0.979	宁夏	0.546	0.645	0.846
福建	0.533	0.539	0.988	新疆	0.687	0.733	0.937
江西	0.282	0.299	0.940	东部	0.658	0.694	0.961
山东	0.570	0.571	0.998	中部	0.392	0.402	0.970
河南	0.531	0.536	0.991	西部	0.487	0.562	0.895
湖北	0.442	0.446	0.991	全国	0.528	0.568	0.943

经典 DEA 的输出结果如表 1 所示。从表 1 来看, 就全国整体而言, 技术效率均值为 0.528, 高效率前沿面尚有较大差距, 尚有超过 45% 的提升空间。全国纯技术效率均值为 0.568, 而规模效率均值为 0.943, 说明我国区域创新技术效率较低的原因主要是由于纯技术效率不高所致, 这与白俊红等(2010)采用经典 DEA 方法的测算结果基本一致。具体到各个省区, 浙江的区域创新技术效率为 1, 处于效率前沿面上, 其他省区均存在一定程度的技术非效率, 特别是山西、内蒙古、江西、甘肃等省份, 技术效率还不足 0.3, 效率水平较低。从东、中、西部的比较来看, 东部地区的技术效率高于西部, 西部又高于中部, 这与各地区的经济发展水平并不完全一致。三大地区的纯技术效率均小于规模效率, 纯技术效率不高亦是各地区技术效率较低的重要原因。



为了更清楚地描述创新技术效率的地区分布情况, 我们将效率值按高、中、低分为三种类型, 并将各省区的效率情况用图 1 标出。图中的高效率地区, 其效率值在 0.667~1 之间; 中效率地区, 其效率值在 0.333~0.667 之间; 低效率地区, 其效率值在 0~0.333 之间。

从图中来看, 我国大部分省区属于中等效率地区, 占到了所有省区的 56.7%, 这其中包括北京、天津、山东、辽宁等我国经济发展较好的地区, 也包括宁夏、广西、云南、青海

等经济落后地区。上海、浙江、江苏、广东、海南、贵州、新疆等7个地区属于高效率地区,而安徽、山西、内蒙古、江西、甘肃、陕西属于低效率地区。可以看出,这一分布与我国经济发展的现实及我们的直观感觉并不完全一致,比如经济发展相对落后的海南、贵州、新疆等省份属于高效率地区,而北京的创新效率只有0.395,排名在全国的第24位,甚至低于青海、宁夏等省区。一些学者曾试图从效率的相对性角度来解释这一现象,认为效率是一个相对指标,经济实力较强的省份,创新产出大,但其创新投入也大,因而效率就不一定高;相反,经济落后的地区,创新产出小,但由于其投入也小,效率也就不一定低(李婧等,2008)。

这一解释似乎合理,但仔细考虑,如果创新效率水平与经济发展程度不吻合,也就意味着提高创新效率并无明显经济意义,并不能有效促进经济发展,这与经济理论相悖。同时,从现实的角度来考虑,只有经济发展,人们生活水平提高,地区才有动力与实力从事创新活动,才有能力营造良好的创新环境,进而也有积极性更好地利用创新资源,提高创新效率。经济与创新是相辅相成的。基于此,我们考虑经典DEA的测算结果可能存在偏误。

表2 SFA回归结果

	R&D经费松弛变量	R&D人员松弛变量
基础设施	-28.704***(-22.505)	-17274.296***(-8805.594)
政府干预	2.612**(2.156)	527.730*** (106.083)
金融支持	-2.531**(-2.139)	4125.568*** (2908.361)
经济水平	1.108**(2.247)	-276.757***(-11.902)
劳动者素质	-1.637***(-3.257)	-811.066***(-4.501)
常数项	-11.658(-1.635)	10055.380*** (464.856)
$\sigma^2$	6.348*** (4.027)	4869401.500*** (4869401.300)
$\gamma$	0.141261* (1.9263)	0.17627*** (7.76825)
Log值	-70.278	-273.067

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

我们猜测引起这种偏误的原因可能是由于经典DEA未考虑各地区的环境差异所致。由于我国幅员辽阔,各地区在经济水平、地理条件、文化习俗等方面存在差异,而经典DEA并没有考虑这些差异,就将各个省份视作同类型的决策单元,与现实情况不符。三阶段DEA则可有效克服这一缺陷。

接下来,我们进入第二阶段,利用SFA模型控制环境因素的影响,使各个决策单元处于相同的环境和

自然状态。

## 2. 第二阶段SFA回归结果

分别以R&D经费与R&D人员投入的松弛值为因变量,以基础设施、政府干预、金融支持、经济水平和劳动者素质为自变量建立SFA回归模型,估计结果如表2所示。

从表2来看,R&D经费与R&D人员投入松弛变量SFA模型的 $\sigma^2$ 、 $\gamma$ 值均通过了显著性检验,表明与随机误差相比,区域创新系统中环境因素的影响更为重要。从估计参数来看,各自变量对投入松弛均具有显著影响。具体而言:基础设施对R&D经费松弛和R&D人员松弛均有显著的负向影响,表明基础设施越完善,越有利于R&D经费和R&D人员的有效利用,降低浪费;政府干预对R&D经费松弛和R&D人员松弛均有显著的正向影响,表明政府干预并不利于R&D资源的有效配置,反而可能由于干预过多和不当而造成研发资源的浪费;金融支持对R&D经费松弛有显著的负向影响,对R&D人员松弛有显著的正向影响,表明我国的金融支持功能还主要集中在资金领域,金融发展有利于研发资金的配置,但却可能造成R&D人员的过剩,引起R&D人员的冗余;经济发展水平对R&D经费松弛有显著的正向影响,对R&D人员有显著的负向影响,这可能是由于经济发展水平越高的地区,研发经费投入也越多,相应地冗余浪费也会随之增多,而经济发展水平越高,对研发人员的需要也会越多,从而有利于减少研发人员的冗余;劳动者素质对R&D经费松弛和R&D人员松弛均有显著的负向影响,表明劳动者素质越高,越有利于减少R&D资金和人员的冗余,促进创新效率的提升。

上述结果表明,各环境要素对决策单元的影响并不完全一致。如果不控制这些环境因素,就可能使决策单元处于不同的环境之中,从而造成效率估计结果的偏差。接下来,我们应用式(2)和式

(3)对投入变量进行调整,从而剥离环境因素的影响,使各决策单元处于相同的环境之下,以提高估计结果的准确性。

3. 调整后 DEA 估计结果

表 3 调整后的 DEA 测算结果

地区	技术效率	纯技术效率	规模效率	地区	技术效率	纯技术效率	规模效率
北京	0.727	0.778	0.934	湖南	0.405	0.759	0.533
天津	0.486	0.742	0.654	广东	0.956	1.000	0.956
河北	0.373	0.749	0.498	广西	0.287	0.911	0.315
山西	0.189	0.789	0.239	海南	0.118	1.000	0.118
内蒙古	0.184	0.868	0.212	重庆	0.439	0.882	0.498
辽宁	0.495	0.719	0.688	四川	0.494	0.768	0.642
吉林	0.322	0.859	0.375	贵州	0.327	0.873	0.375
黑龙江	0.331	0.787	0.420	云南	0.297	0.916	0.324
上海	0.879	0.921	0.955	陕西	0.243	0.632	0.385
江苏	0.702	0.711	0.987	甘肃	0.153	0.871	0.175
浙江	1.000	1.000	1.000	青海	0.070	0.996	0.070
安徽	0.275	0.728	0.377	宁夏	0.152	0.982	0.155
福建	0.429	0.807	0.531	新疆	0.317	0.973	0.326
江西	0.226	0.783	0.288	东部	0.625	0.839	0.746
山东	0.711	0.806	0.882	中部	0.308	0.786	0.396
河南	0.437	0.786	0.557	西部	0.278	0.880	0.327
湖北	0.402	0.716	0.561	全国	0.414	0.837	0.501

表 3 显示了投入变量经过调整后的 DEA 模型估计结果。从此表来看,调整后,全国技术效率均值为 0.414,纯技术效率均值为 0.837,规模效率均值为 0.501。与调整前相比,技术效率略有降低,纯技术效率显著提高,规模效率显著降低,制约技术效率提升的主要原因也由之前的纯技术效率转变为之后的规模效率。对比各个省区的结果可以发现,除浙江依旧处于效率前沿面,技术效率为 1 外,其他各地区各项效率指标均有所变化。其中,北京、山东、江苏和广东四省(市)的技术效率有所上升,而其他各省的技术效率均呈现出不同程度下降的态势,特别是海南由调整前的 0.774 下降为调整后的 0.118,下降趋势尤为明显。从三大地区的比较来看,东部地区的技术效率高于中部,中部又高于西部,这也在一定程度上表明,控制了环境因素后,区域创新效率与各省区的经济现实更为接近,更符合客观实际。

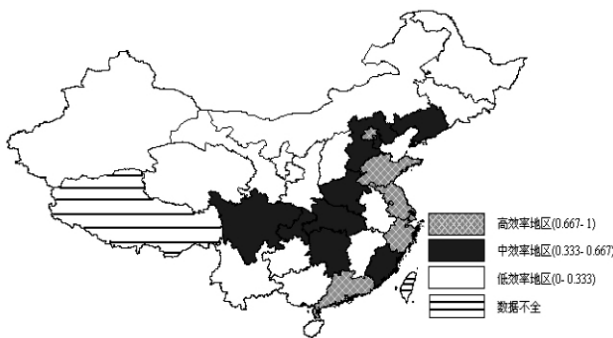


图 2 调整后 DEA 技术效率的地区分布

图 2 是利用调整后 DEA 技术效率值绘制的我国区域创新效率分布图。从图中可看出,我国区域创新的高效率地区主要分布在东南沿海,包括北京、山东、江苏、上海、浙江和广东 6 个省(市);中效率地区主要分布在我国中部,以及少数沿海城市,比如辽宁、天津和福建;低效率地区则主要分布于中西部欠发达地区。调整后 DEA 测算的结果与我国的经济现实较为吻合。

进一步,我们应用配对 t 检验 (Paired t test)考察经典 DEA 与投入调整后的 DEA 测算结果是否具有显著差异。结果表明,技术效率配对 t 检验值为 0.105,显著性概率为 0.004;纯

技术效率配对 t 检验值为 -0.270, 显著性概率为 0.000; 规模效率配对 t 检验值为 0.436, 显著性概率为 0.000, 说明各项效率值调整前后具有显著差异。这也再一次说明只有有效控制环境影响, 使各决策单元处于同等的环境和自然状态之下, 测算结果才能更为真实、有效地反映各地区的创新效率水平。

为了更清晰、有效地指导各地区的创新实践, 我们以纯技术效率和规模效率值 0.8 为临近点, 将各地区归类为四种创新模式。如图 3 所示。

第一种模式为纯技术效率和规模效率均高于 0.8 的“双高”模式。此模式包括山东、上海、浙江和广东四个省(市)。此模式下的各个省份纯技术效率和规模效率均较高, 改进空间已较小, 是一种较为有效的创新模式。

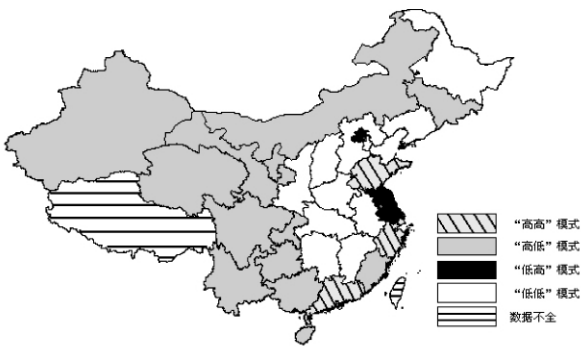


图3 创新模式分类

第二种模式为纯技术效率高于 0.8, 而规模效率低于 0.8 的“高低”模式。此模式包括内蒙古、吉林、福建、广西、海南、重庆、四川、贵州、云南、甘肃、青海、宁夏和新疆 13 个省(市)。此模式下的各省区纯技术效率的平均值为 0.900, 而规模效率均值仅为 0.299。进一步扩大创新规模以提升规模效率应该是这些地区今后发展的重点。

第三种模式为纯技术效率低于 0.8, 而规模效率高于 0.8 的“低高”模式。处于此模式的包括北京和江苏两个地区。此两省市均为

我国经济发达的地区, 创新能力较强, 创新发展也已初具规模。这些地区今后创新效率的提升应主要依靠纯技术效率的提高, 即从规模扩张向制度变革和管理创新方向转变。

第四种模式为纯技术效率和规模效率均低于 0.8 的“低低”模式。此模式包括天津、河北、山西、辽宁、黑龙江、安徽、江西、河南、湖北、湖南和陕西等 11 个省(市)。这些地区纯技术效率和规模效率都较低, 今后发展过程中两者都需有较大改进, 但由于目前该模式下纯技术效率均值为 0.745, 规模效率均值为 0.423, 因此在两者均较低的情况下首先扩大创新生产规模应该是当务之急。

#### 四、结论

自 2005 年我国提出建设创新型国家的宏伟目标以来, 我国的创新投入不断增加, 但与美、日等发达国家相比仍有较大差距。新的时期, 在创新资源投入一定的前提下, 进一步提高其利用效率, 最大程度地发挥其功效, 对于促进我国创新型国家的效率型建设, 进而促进未来经济的持续、健康发展均具有重要意义。

本文以我国省级区域为研究对象, 应用三阶段 DEA 方法, 实证考察了我国区域创新的效率问题。研究结果显示, 如果不控制环境因素的影响, 经典 DEA 测算的区域创新效率均值为 0.528, 且其原因主要是由于纯技术效率不高所致; 如果控制环境影响的因素, 三阶段 DEA 测算的我国区域创新的效率平均值降为 0.414, 规模效率较低成为制约其发展的主要原因。两种方法的测算结果不仅数值上有显著差异, 结论也存在明显差别, 但由于环境因素对投入松弛有显著的影响, 且三阶段 DEA 的测算结果更符合经济现实, 其结论也更为可靠。由于我国大部分地区规模效率较低, 由此也启示, 进一步增加创新投入, 扩大创新规模, 提高规模收益, 应该在今后我国大部分地区的创新发展过程中被重点考虑。当然, 为了更有效地指导实践, 我们将我国各地区的创新模式分为“高高”、“高低”、“低高”、“低低”4 种类型, 各地区可以根据自身所处的模式, 有针对性地选择改进策略。具体而言, “高高”模式地区纯技术效率和规模效率均较高, 此类模式较为有效, 其生产效率需改进较少; “高低”模式地区纯技术效率较高而规模效率较低, 此类地区今后发展的重点应该加大创



新投入,扩大创新规模,进一步提升其规模经济性;“低高”模式地区则应该着重进行纯技术效率的改进,提高技术管理水平;“低低”模式地区两种效率均需提高,但由于其规模效率更低,扩大创新规模应该是目前发展的重点。

本文的研究也存在着缺陷,这主要是因为区域创新的环境因素体现在多个方面。尽管本文尝试性地对其进行了控制,但依然可能遗漏了一些重要的环境变量而影响到考察结果的准确性。显然,在数据可得的情况下,进一步探索更为完善的环境分析框架是一项非常值得未来深入研究的课题。

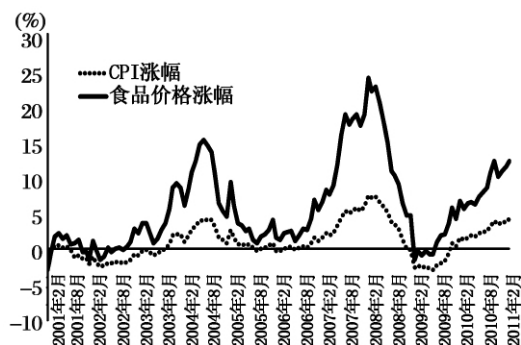
参考文献:

1. 白俊红、江可申、李婧:《中国区域创新效率的收敛性分析》,《财贸经济》2008年第9期。
2. 刘顺忠、官建成:《区域创新系统创新绩效的评价》,《中国管理科学》2002年第1期。
3. Acs, Z. J., Ansenlin, L. and Varga, A., Patents and Innovation Counts as Measures of Regional Production of New Knowledge. *Research Policy*, Vol 31, No 7, 2002, pp 1069-1085.
4. Czarnitzki, D. and Licht, G., Additionality of Public R&D Grants in a Transition Economic; the Case of Eastern Germany. *Economics of Transition*, No 1, 2006, pp 101-131.
5. Fried, H. O., Lovell, C. A. K., Schmidt, S. S. and Yaisawarnng, S., Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis. *Journal of Productivity Analysis*, Vol 17, No 1-2, 2002, pp 157-174.
6. Furman, J., Porter, M. and Stern, S., The Determinants of National Innovative Capacity. *Research Policy*, Vol 31, No 6, 2002, pp 899-933.
7. Wallsten, S. J., The Effects of Government-industry R&D Programs on Private R&D: the Case of the Small Business Innovation Research Program. *RAND Journal of Economics*, Vol 31, No 1, 2000, pp 82-100.

责任编辑:原 宏

## 更 正

本刊第9期第114页图2(2001年1月以来食品价格与CPI涨幅比较)有误,更正如下图:



特此说明。

《财贸经济》编辑部  
2011年9月16日

structures between China and major emerging countries. At the same time, the authors develop a variety of country-specific policies on the base of existing trade barriers.

**Keywords:** Emerging Countries, Trade Competitiveness Trade Complementarity

### **Theory and Policy of Outward Oriented Economy: Perspective of International Comparison**

ZENG Zheng (Institute of Economic Research, NDRC, 100038)

Japan, Korea and Taiwan have realized the transition from Outward Oriented Economy Mode in 1980s and 1990s. Before the transition, they shared such prominent economic features as expansion of trade surplus, high growth rate, high saving rate, high investment rate, low consumption rate, exchange control and undervaluation of exchange rate. By implementing exchange rate policy, structural policy and macro-economic policy, they achieved transition represented as adjustment of industrial structural and demand structure. The author concludes five policy implications for the transition of outward oriented economy in China as follows: 1) long-term and short-term policy should be coordinated; 2) exchange rate regime should be more flexible; 3) multi-level structural policy should be carried out; 4) prudent and stable macro-economic policy should be used, and 5) diverse institutional reform should be advanced.

**Keywords:** Outward Oriented Economy, Export-led Strategy, Intentional Experience

### **Paradox of OFDI of Chinese Firms —A Perspective of Micro-production Organization Control**

HONG Lianying, LIU Jielong

(Changsha University of Science & Technology, 410114)

Managerial authority is crucial to develop OFDI. The article, from the organizational control perspective, investigates the micro-mechanism of Chinese OFDI and then applies it to the practices of OETCZs. It finds out that the organization arrangement of enterprise ownership, the control over networks access and capability control of value chain decomposition are endogenous mechanism to sustainable development of OFDI. But the low hierarchy of power structure restricts Chinese firms to strategically apply these control mechanisms. This is the reason why OFDI of Chinese firms keeps increasing, while at the same time, still remains weak. Results show that government and the union of firms should build up international production networks of China to deal with this paradox with the organization control mechanism of the networks.

**Keywords:** Enterprise Power, Organization Control, OFDI, Overseas Economic and Trade Cooperative Zones(OETCZs)

### **Research on Regional Innovation Efficiency with Environment Factors: Based on Three-stage DEA Model**

BAI Junhong, JIANG Fuxin (Nanjing Normal University, 210046)

The influence of environmental factors is not considered when measuring regional innovation efficiency in previous researches. Based on 30 provinces of China, the paper measures regional innovation efficiency with controlling environmental factors using three-stage DEA method. Results show that regional innovation efficiency of China is low with the main reason of lower scale efficiency. Compared with classic DEA method, the results calculated by three stages DEA method are more corresponding to economic reality and regional innovation efficiency objectively.

**Keywords:** Regional Innovation, Three-stage DEA Model, Efficiency