

基于 DEA 的城市创新系统创新效率评价分析

孙红兵, 向 刚

(昆明理工大学 管理与经济学院, 云南 昆明 650093)

摘要:城市创新系统对促进城市创新活动的开展具有重要作用,对城市创新活动的创新效率进行评价具有重要现实意义。选取6个创新投入及产出的指标和30个省会城市及直辖市作为决策单元,利用DEA方法对30个城市的创新总体效率、技术效率、规模效率和饱和度作出评价,通过差额变量分析对4个非DEA有效的典型城市提出了对应的调整方案,并分地区对4种有效性进行了分析,最后提出了相应建议。

关键词:DEA方法;城市创新系统;创新效率评价

DOI:10.3969/j.issn.1001-7348.2011.12.029

中图分类号:F290

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2011)12-0130-06

0 引言

城市创新系统的绩效反映了城市创新系统运行的业绩与效率。城市创新系统的绩效取决于特定城市的创新资源状况,以及组织、配置创新资源形成创新的过程。近年来,随着国家、区域和城市对科技创新资源投入的不断加大,创新效率成为一个突出的问题。如何对我国城市创新资源的投入产出效率作出科学合理的评价,提出对应的改进方向进而实现创新资源的高效配置,成为当前的研究热点,国内很多学者对其进行了有益的探讨。

1 国内外研究现状

国外许多文献对DEA方法进行了研究, Cook及Seiford^[1]对近30年DEA方法的主要研究进展进行了回顾,国内学者魏权龄^[2]、胡永宏^[3]、朱乔等^[4]也做了大量有关DEA方法的研究工作。国内一些学者对区域创新系统的创新绩效评价进行了初步研究,官建成、刘顺忠等^[5-6]提出了区域创新系统测度的研究框架,并对我国区域创新系统的创新效率和创新能力进行了评价,认为区域创新绩效就是通过区域创新系统内部各要素之间的相互作用,将创新投入转化为创新产出的效率;杨开忠、谢燮^[7]采用DEA方法对我国直辖市和省会城市的投入产出效率进行了评价;薛娜和赵曙东^[8]利用DEA方法对江苏省五大高技术产业的创新

效率和规模效益进行了评价和比较;时鹏将等^[9]引入投入-产出型的DEA模型,对省域R&D投入产出效率进行了实证分析;李婧、白俊红和谭清美^[10]应用DEA方法对我国省域创新效率进行了实证测评,并讨论了其收敛性;张海洋^[11]运用DEA-Tobit两步法对我国各地区大中型工业的R&D生产效率和影响因素进行了分析;罗亚非、李敦响^[12]运用DEA方法对中部六省和京、沪、粤区域技术创新绩效进行了分析。但总体来看,对城市创新系统创新效率进行全面研究的较少。本文运用DEA方法对我国省会城市创新系统的创新效率进行评价,对其整体有效性、技术有效性、规模有效性及饱和度进行详细的分析和研究,对其中19个非DEA有效的城市进行效率分解,对创新生产的技术、规模和资源配置结构等进行分析。

2 DEA的3种模型

DEA即数据包络分析方法,是以相对效率为基础,根据多指标投入和多指标产出对相同类型的单位(部门或企业)进行相对有效性或效益评价的一种方法,其分为投入导向与产出导向两种模式。本文选取DEA投入导向模式,是因为在城市创新系统创新效率评价中,投入比产出更容易得到控制。下面着重从应用的角度介绍由查恩斯、库伯等提出的 C^2R 模型、 C^2GS^2 模型和朱乔^[4]提出的饱和性有效模型。

2.1 模型1: C^2R 模型

假设有 n 个决策单元DMU,每个DMU都有 m 种

收稿日期:2011-03-14

基金项目:国家自然科学基金项目(70862002);云南省教育厅科研基金项目(08Y254F);昆明市社科规划重点课题项目(KSGH0825)

作者简介:孙红兵(1966—),女,云南宣威人,昆明理工大学管理与经济学院博士研究生,副教授,研究方向为创新管理和区域经济等;向刚(1948—),男,云南大理人,博士,昆明理工大学管理与经济学院教授,研究方向为创新管理、项目管理等。

创新资源的投入和 s 种创新产出, X_j, Y_j 表示第 j 个 DMU 的投入与产出向量, 在满足生产可能性公理的基础上, 构建生产可能性集 T_1 :

$$T_1 = \{(X, Y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq X, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n\} \quad (1)$$

基于 T_1 可构造 C^2R 模型:

$$\begin{cases} \min \theta = CRS \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{kj} + s_k^- = \theta x_{kj0} \quad k = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{lj} - s_l^+ = y_{lj0} \quad l = 1, 2, \dots, n \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ s_k^- \geq 0, s_l^+ \geq 0, j = 1, 2, \dots, m; l = 1, 2, \dots, s \end{cases} \quad (2)$$

2.2 模型 2: C^2GS^2 模型

当生产可能集 T_1 不满足生产可能集公理中的锥型要求时, 生产可能集 T_2 为凸集, 即:

$$T_2 = \{(X, Y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq X, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n\} \quad (3)$$

基于 T_2 可建立 C^2GS^2 模型:

$$\begin{cases} \min \theta = VRS \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{kj} + S_k^- = \theta x_{kj0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{lj} - S_k^+ = y_{lj0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m \\ l = 1, 2, \dots, s; S_k^- \geq 0, S_k^+ \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

2.3 模型 3: 饱和性有效模型

在 T_2 中, 在各输入量成比例增加就不会引起输出量减少的假设下, 建立生产可能集 T_3 :

$$T_3 = \{(X, Y) \mid \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j = \delta X, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, \delta \in (0, 1], j = 1, 2, \dots, n\} \quad (5)$$

其中, δ 为保持输出等量面的参数, 基于 T_3 可建立评价饱和和有效性的模型 3:

$$\begin{cases} \min \theta = PTE \\ s. t. \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{kj} + s_k^- = \theta y_{kj} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{rj} = \delta x_r \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ 0 < \delta \leq 1, k = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s \end{cases} \quad (6)$$

2.4 3 个模型的经济含义

模型 1 的生产可能集 T_1 是由 n 个 DMU 的输入和

输出观察值构成的一个满足规模收益不变的前沿生产可能集, T_1 的边界构成了这 n 个 DMU 的有效生产前沿面。图 1 为单输入、输出的情况, 这时模型 1 所形成的有效生产前沿面为射线 OB, 对于 A 点, $CRS = x_A^* / x_A$, 它判断 A 点总体有效的情况, 且给出 A 点输入 x_B 与最优输入 x_B^* 之间的距离, 即 A 点离有效生产前沿面 OB 的距离。模型 2 的生产可能集 T_2 是由 n 个 DMU 的输入和输出观察值构成的一个满足规模报酬变动假设的生产可能集, T_2 的边界构成了这 n 个 DMU 的有效生产前沿面, 即图 1 中的 ABC。AB 为规模收益递增, B 为规模收益不变, BC 为规模收益递减。

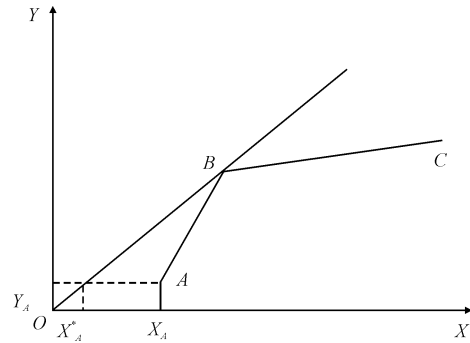


图 1 有效生产前沿面

下面对技术有效性作进一步的研究, 观察一个双输入、单产出的问题。图 2 给出了一个基于 T_3 由输入组成的等量面 PQS(这时固定输出为一定值), 对于 QS 段, 当 x_2 增大而 x_1 保持不变时, 只能产出 y_0 。但当输入等量面为 PQL 时, QS 向前弯曲成为 QL, 这时在 QL 段上, 只有当 x_1, x_2 同时按比例增大时, 才能保证输出不减少, 否则, 如果 x_2 增加但 x_1 保持不变, 则输出量将减少, 或者如果减少 x_2 的量, 输出量反而增加, 称 QL 上的点为饱和点, 即发生了输入饱和现象, 此时 DMU 的生产活动位于非经济域内。

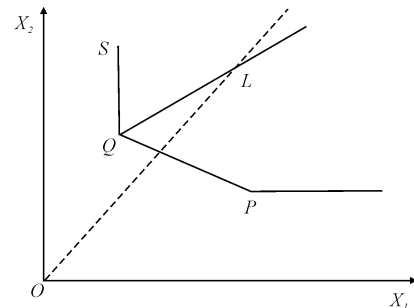


图 2 输入饱和性

2.5 有效性的判断

(1) 整体有效性: 在模型 1 (C^2R) 中, 若 $CRS = 1$, 则 DMU 为 DEA 有效, 若 $CRS \neq 1$, 则 DMU 非 DEA 有效。

(2) 规模有效性: 在模型 1 中, 当 $\lambda_{j_0} / \theta = 1$ 时, 表示规模收益不变; 当 $\lambda_{j_0} / \theta < 1$ 时, 表示规模收益递增; 当 $\lambda_{j_0} / \theta > 1$ 时, 表示规模收益递减, 其中 $\lambda_{j_0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j$ 。

(3) 技术有效性: 在模型 2 (C^2GS^2) 中, 当 $VRS = 1$

时,DMU为纯技术有效,当 $VRS \neq 1$ 时,DMU为非纯技术有效。

(4)有效性的分解:将整体效率(CRS)进一步分解为规模效率(SE)与纯技术效率的乘积,即 $CRS = SE \times VRS$,模型3计算出的效益值为PTE,定义一个检验饱和性的指标 $CE = VRS/PTE$,则 $CRS = SE \times PTE \times CE$ 。

(5)投影定理:设DMU的 (X_0, Y_0) 在生产前沿面上的投影为 (X_1, Y_1) ,且 $X_1 = \theta X_0 - S_0^-$, $Y_1 = \theta Y_0 + S_0^+$,则点 (X_1, Y_1) 为DEA有效。

3 变量和数据的选择

3.1 投入产出指标的选择

应用DEA方法测度城市创新效率,投入产出指标的选取有多种不同的方法。在创新活动的投入指标上,本文根据国内学者的相关研究,以及我国技术创新的人力资源和财力资源主要集中于企业、大学和科研院所等研究与开发机构的实际,将R&D经费内部支出、R&D人员全时当量和研发机构数作为测度城市创新生产率的3个投入指标。

在创新产出方面,本文选用发明专利申请授权量、国内外论文发表数和新产品产值作为创新产出的衡量指标。其中,发明专利申请授权量能较全面地反映城市综合创新能力和科技综合实力;国内外论文发表数,主要指科技论文和人文社会科学研究论文、国内论文和国外论文的总和,它综合体现了一个城市在基础研究、应用研究等方面取得的成果及其与外界的交流情况;新产品产值可作为检验创新是否成功、是否被市场接受的标准。因此,这三项创新产出指标能较好、较全面地反映创新产出的实际情况。

3.2 实证数据来源

本文实证数据来源于中国统计年鉴(2006—2009)、中国科技统计年鉴(2006—2009)、各省会城市国民经济和社会发展统计公报(2005—2008)、中国科学指标数据库、中经网统计数据库、国研网数据中心等。

选用全国30个省会城市和直辖市作为决策单位,其中不包括拉萨市(拉萨市的数据不全),选取创新投入和产出指标共6个。决策单位的个数(30)大于投入产出变量个数总和的3倍($3 \times 6 = 18$),符合运用DEA方法进行相对有效性评价的要求。将创新产出的延迟时间选定为一年,即投入指标选取2005—2007年的数据,产出指标选取2006—2008年的数据。

4 城市创新系统创新绩效评价的实证分析

利用数学软件MATLAB编写了计算3个DEA模

型的程序,计算出2005—2007年我国各省会城市CRS、VRS和PTE的值,如表1所示。

4.1 DEA有效性分析

从表1可看出,全国30个省会城市中,有11个城市的创新总体效率是有效的,有19个城市的创新总体效率是非有效的,其中,成都在2006年由非有效城市转化为有效城市,而乌鲁木齐在2006年由有效城市转化为非有效城市。在DEA非有效的城市中,创新总体效率的平均值是0.7273,最高值是0.9914(乌鲁木齐),最低值是0.4062(西安),标准差为0.1779。这些数据说明,全国省会城市的总体创新效率不高,创新投入与产出的配置效率还有待提高。利用2005—2007年的创新效率平均值将创新效率分为4类,即有效类($CRS = 1$)、相对高效类($0.8 \leq CRS < 1$)、相对中效类($0.6 \leq CRS < 0.8$)、相对低效类($CRS < 0.6$),在每一类中,又根据城市的发展状态分为3类,即高投入高产出、中投入中产出、低投入低产出,具体分类如表2所示。

从表2可知,全国省会城市中有11个城市为DEA有效,说明这些城市的创新制度是有效的,创新资源的配置是合理的。但是,也发现这些城市的经济发展水平差距较大,为此,将这些城市分为三类:高投入高产出的城市,如上海、南京、杭州、天津,属于经济发达城市,创新资源的配置能力较强,创新投入、产出均较高,是我国城市创新活动的高效区;中投入中产出的城市,如长沙、福州和合肥,属于经济发展中等的城市,其创新制度的设计和实施与当地创新投入产出的效率相匹配,是我国中西部城市的排头兵,对中西部其它城市实现跨越式发展具有表率作用,是创新活动的中效区;低投入低产出的城市,如海口、贵阳、南宁和重庆,创新资源的投入、产出均较低,但创新资源的配置效率较高,经济发展潜力较大。

对于非DEA有效的19个城市,本文将其分为三大类:第一类是相对高效的地区,包括乌鲁木齐、西宁、成都、郑州、济南、昆明、兰州7个城市,这类城市大都属于经济发展中等偏下的地区,对创新资源的配置能力一般,制度创新对创新资源的配置有一定的作用,但随着社会经济的发展,要实现跨越式发展就需要更多的改革和制度创新;第二类是相对中效的城市,包括银川、石家庄、广州、太原、北京和南昌6个城市,这类城市的发展水平差异较大,其中,广州、北京是我国经济发达地区,但其总体创新效率偏低,说明其创新资源的配置不合理,制度创新对创新活动有一定的阻碍作用,研发人员和研发机构的冗余现象突出,还需要在制度创新上做更多的努力;第三类是相对低效的城市,包括哈尔滨、长春、武汉、呼和浩特、沈阳和西安6个城市,

表 1 省会城市 3 个模型的效率值

DMU	2005				2006				2007			
	CRS	λ/g	VRS	PTE	CRS	λ/g	VRS	PTE	CRS	λ/g	VRS	PTE
北京	0.636	7.730	1.000	1.000	0.691	6.439	1.000	1.000	0.634	5.769	1.000	1.000
天津	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
上海	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
重庆	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
合肥	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
福州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
兰州	0.758	1.014	0.762	1.315	0.817	1.394	0.831	1.181	0.949	4.523	1.000	1.181
广州	0.847	2.560	1.000	1.000	0.734	3.329	1.000	1.000	0.673	2.599	0.945	1.000
南宁	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
贵阳	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
海口	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
石市	0.758	0.886	0.776	1.311	0.779	0.920	0.788	1.281	0.756	1.035	0.763	1.281
郑州	0.991	0.854	0.994	1.000	0.905	0.751	0.910	1.000	0.913	0.724	0.967	1.000
哈市	0.533	1.552	0.537	1.000	0.561	1.371	0.565	1.059	0.650	3.454	0.642	1.059
武汉	0.468	1.457	0.472	1.025	0.529	1.580	0.529	1.222	0.558	1.445	0.558	1.222
长沙	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
长春	0.480	1.681	0.487	1.966	0.535	1.095	0.543	1.770	0.594	1.146	0.597	1.770
南京	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
南昌	0.647	1.636	0.649	1.506	0.603	1.208	0.607	1.637	0.620	4.261	0.634	1.637
沈阳	0.506	2.799	0.513	1.703	0.524	1.779	0.525	1.456	0.504	2.749	0.517	1.456
呼市	0.526	3.445	0.560	1.705	0.526	3.140	0.542	1.706	0.493	2.674	0.510	1.706
银川	0.830	0.386	0.951	1.000	0.763	0.182	0.812	1.000	0.791	0.193	0.856	1.000
西宁	0.930	0.136	1.000	1.000	0.947	0.117	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
济南	0.701	2.233	0.715	1.188	0.959	0.491	0.963	1.000	0.949	0.460	0.950	1.000
太原	0.700	4.074	0.724	1.000	0.653	4.819	0.719	1.000	0.628	3.801	0.646	1.000
西安	0.363	1.550	0.381	2.619	0.420	1.472	0.438	2.189	0.436	1.153	0.458	2.189
成都	0.874	2.064	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
乌市	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	2.464	1.000	1.000	0.975	2.771	1.000	1.000
昆明	0.764	1.679	0.785	1.172	0.912	2.388	0.913	1.089	0.884	0.740	0.886	1.089
杭州	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

这类城市是我国东北部、西部和中部的中心城市, 近几年发展较快, 经济发展水平也处于各地区的领先地位。但由于发展较快, 创新制度的建设远远落后于经济发展的水平, 导致创新资源配置的低效率, 需要进行新一轮的制度创新和改革。

表 2 省会城市总体效率的分类

有效性	类别	城市
有效	高投入高产出	上海(东)、南京(东)、杭州(东)、天津(东)
	中投入中产出	长沙(中)、福州(中)、合肥(中)
	低投入低产出	海口(东)、贵阳(西)、南宁(西)、重庆(西)
相对高效	高投入高产出	济南(东)、郑州(中)
	中投入中产出	乌鲁木齐(西)、成都(西)
	低投入低产出	兰州(西)、昆明(西)、西宁(西)
相对中效	高投入高产出	广州(东)、北京(东)
	中投入中产出	太原(中)、南昌(中)
	低投入低产出	银川(西)、石家庄(中)
相对低效	高投入高产出	沈阳(东)、呼和浩特(西)
	中投入中产出	武汉(中)
	低投入低产出	长春(中)、哈尔滨(中)、西安(西)

4.2 技术有效性、规模收益和饱和性分析

在 DEA 非有效的城市中, 分析其产生非有效的原

因, 找出其非有效的内在机理, 对改进其创新效率具有重要的作用。下面将对其技术有效性、规模收益和饱和性 3 个方面进行详细的分析。

(1) 在技术有效性方面, 对模型 2 的技术有效性 VRS 进行分析。由表 2 可知, 从非 DEA 有效的 19 个城市 3 年平均的 VRS 效率值来看, 技术有效的城市有 4 个, 即北京、成都、乌鲁木齐、西宁; 其余 15 个城市属于技术非有效, 其中, 广州 2005、2006 年技术有效, 2007 年技术非有效, 而兰州的技术有效值一直上升, 2007 年进化为技术有效。

(2) 从创新规模效率 SE 来看, 全国各省会城市的规模效率值均较高, 总体来看, 规模效率经历了从 2005 年到 2006 年的上升阶段, 以及从 2006 年到 2007 年的下降阶段。从创新规模收益来看, 规模收益递减的城市包括北京、太原、呼和浩特、广州、兰州、沈阳、南昌、乌鲁木齐、哈尔滨、武汉、昆明、成都、西安、长春、石家庄和济南 16 个城市; 规模收益递增的城市包括郑州、西宁、银川 3 个城市; 规模报酬不变即 DEA 有效的城市有 11 个。

(3) 从创新效率饱和性来看, 连续 3 年没有出现饱和现象的城市包括: 北京、成都、西宁、乌鲁木齐 4 个城

市,其余15个城市均出现了饱和现象,这些城市增加某些创新资源的投入反而会引起创新产出的减少,从而导致创新产出的非有效性,即创新资源的投入具有结构性特点,这是在增加创新资源投入时应该特别注意的问题。

综上所述,创新产出的损失是由于纯技术非有效、规模非有效和饱和性3种因素独立地发生作用而造成的,它们引起的损失所占的比例分别是 $1-(VRS)^{-1}$ 、 $1-(SE)^{-1}$ 、 $1-(PTE)^{-1}$ 。从全国平均数来看,本文计算得出纯技术非有效、规模非有效和饱和现象引起创新产出无效所占的比例分别为14.5%、3.4%和19.9%。一般地,当纯技术非有效时,需要调整DMU过多的创新投入量;当规模非有效时,必须调整DMU的创新投入、产出规模,使其保持规模收益不变;当出现饱和现象时,应该减少创新资源的投入量,使DMU的创新活动重新回到创新生产域,同时创新产出也会相应地得到提高。通过上述优化过程,可设法将一个总体非有效的DMU优化成总体有效的DMU。

4.3 典型城市技术有效和规模有效的差额变量分析

差额变量分析的主要目的在于,对非DEA有效的城市提供当前创新资源使用的情况,并为创新资源投入和创新产出之间提供可改善的空间。本文用模型1和投影定理可计算创新投入和产出的差额,其代表长期趋势。从创新产出的角度来看,需要改善的主要项目依次是增加企业新产品产值和增加专利授权量;从创新投入的角度来看,需要减少的主要项目依次是R&D经费的投入、R&D人员全时当量和R&D机构数,3项指标差额最高的前5个城市占总差额的比例分别为85%、74%、53%以上,创新投入差值呈现出集中的趋势。

下面以2007年为例,从东部、中部、西部选取4个非DEA有效的城市——北京、武汉、郑州和西安,进行典型城市的差额变量分析。①东部发达城市北京,如果减少研发经费203.9亿元、研发人员全时当量68668人时/年、研发机构数126个,同时增加三项专利授权数8461项,就可使北京市从非DEA有效区重返DEA有效区,达到改善DEA效率的目的。因为北京是规模递减、技术有效且非饱和的城市,适当减少创新资源的投入,加大自主创新的力度,大幅提高专利的授权量,是其提高创新效率的有效途径;②中部重要城市武汉,如果减少研发经费16.8亿元、研发人员全时当量11938人时/年,就可使武汉市从非DEA有效区重返DEA有效区。因为武汉是规模递减、非技术有效且饱和的城市,适当减少创新资源的投入,加大技术引进力度,加强创新资源的合理配置,可有效提高创新产出;③中部城市郑州,如果减少研发经费1.4亿元、研发人员全时当量3138人时/年、研发机构数3个,同时增加论文数396项和新产品产值149961万元,就可使郑州

从非DEA有效区重返DEA有效区。因为郑州是规模递增、非技术有效且饱和的城市,其中规模效率不高是主要因素,适当减少创新投入,可以使其创新投入的配置更加合理,以达到从非经济区回到经济区的目的。上述数据表明,郑州要特别注意创新资源投入的比例以及配置效率,使其在经济区内运行。加强基础理论研究,加大技术引进力度,可有效提高创新产出;④西部科技发达城市西安,如果减少研发经费22.2亿元、研发人员全时当量12358人时/年、研发机构数38个,就可使西安市从非DEA有效区重返DEA有效区。因为西安是规模递减、纯技术非有效且饱和的城市,纯技术非有效是主要原因,适当减少创新资源的投入,特别是利用国家西部大开发和东部产业转移的机遇,加大技术引进的力度,可进一步提高创新产出效率。

5 结论及建议

下面将从城市总体创新效率、技术有效性、规模有效性、饱和性及创新投入产出的差额变量5个方面,利用2005—2007年各效率的平均值对我国东部、中部、西部地区的创新效率进行分析,并提出建议。

5.1 DEA有效城市分地区分析

将DEA有效的城市按东、中、西部地区分类,东部地区的城市处于高水平有效区,创新资源的配置、创新政策和制度的设计均有利于当地经济和创新的快速发展,但由于其技术已处于当地生产前沿面上,必须通过自主创新和引进国外先进技术才能突破技术创新瓶颈,获得更大的发展;中部地区的城市处于中等水平有效区,其在创新资源的配置上较为合理,创新投入与产出相配,但创新发展的速度较为缓慢,潜力不大,其可以通过承接东部产业转移和技术引进来获得发展;西部地区处于低水平有效区,其在低投入低产出的资源配置上是有效的,但由于其自身技术创新能力较弱,必须通过对创新投入的大幅增加,扩大对国内先进技术的引进、吸收和消化,加强人才引进和人才保障的制度建设,加快研发机构的建设,同时进一步改善创新制度的设计和提高创新管理水平,以实现跨越式发展。

5.2 DEA非有效城市分地区分析

(1)从东部来看,有4个城市(北京、广州、济南、沈阳)处于非DEA有效的状态。①广州和北京的技术效率值高于规模效率值,但处于规模递减状态,说明这两个城市在创新活动的开展上具有较大优势,技术创新的能力较强,但在创新资源的配置上还有优化的余地,如在研发费用的使用、各类人才的配置和使用上存在不经济的问题;②济南和沈阳的技术效率均低于规模效率,其中济南是规模递增,而沈阳是规模递减,这说明影响它们创新效率的主要原因是技术创新,而解决该方法也各有不同,济南应进一步加大创新资源的投入,沈阳应通过技术创新和技术引进等手段迅

速提高技术创新能力, 解决现有技术瓶颈和技术锁定的问题, 努力提高创新产出。从饱和度来看, 4 个城市中只有北京市处于不饱和状态, 而其余 3 个城市均处于饱和状态, 这 3 个城市应加强对外交流和合作, 对现有人才结构进行调整, 在创新投入上, 应特别注意创新投入资源的配套建设, 资金与科研机构的设置, 以及资金与科研人员的配置建设, 即结构性的创新资源投入问题, 尽量避免出现知识创新的不经济, 努力提高创新产出。

(2) 从中部地区来看, 有 6 个城市处于 DEA 非有效的状态, 其技术效率值均低于规模效率值, 说明中部地区创新效益的非有效主要是技术原因造成的。加大引进国内外技术的力度, 广泛开展与东部和国外先进地区的技术合作, 通过模仿创新迅速提升技术创新能力, 是一条提高创新能力的有效途径。从规模效率来看, 武汉、郑州、长春处于规模递增的状态, 应加大对创新资源的投入; 对于规模递减的太原、南昌、哈尔滨, 应加大制度创新的力度。6 个城市均处于饱和状态, 说明在加大创新资源投入的同时, 也要避免创新产出的不经济, 尽量避免出现“投入陷阱”现象。

(3) 从西部地区来看, 有 8 个城市处于非技术有效状态。从纯技术有效来看, 乌鲁木齐、西宁、成都处于纯技术有效状态, 其余 5 个城市处于纯技术非有效状态; 就规模效率而言, 西宁、银川、西安是规模递增, 而其余 5 个城市是规模递减; 从饱和性来看, 乌鲁木齐、西宁、成都处于不饱和状态。上述情况说明, 西部地区即使是达到技术有效的城市, 其创新能力也较弱, 在低水平上达到技术前沿面。处于技术非有效的城市, 有些可以通过增加创新资源的投入, 加大技术引进的力度, 达到提高创新产出的目的(如西宁、银川、西安); 有些城市由于创新的基础较差, 城市软硬件不配套, 城市创新系统的内部关联性较差, 单纯通过增加创新资源

的投入, 并不能达到增加创新产出的目的, 而加强城市创新系统的建设, 优化创新资源投入的结构, 才是提高创新产出的有效途径。

参考文献:

- [1] COOK W D, SEIFORD L M. Data envelopment analysis—thirty years on[J]. *European Journal Operational Research*, 2009, 192: 1-17.
- [2] 魏权龄. 数据包络分析[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 59-74.
- [3] 胡永宏, 贺思辉. 综合评价方法[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 140-166.
- [4] 朱乔, 盛昭瀚, 吴广谋. DEA 模型中的有效性问题[J]. *东南大学学报*, 1994(2): 78-82.
- [5] 刘顺忠, 官建成. 区域创新系统创新绩效的评价[J]. *中国管理科学*, 2002, 10(1): 75-78.
- [6] 官建成, 余进. 基于 DEA 的国家创新能力分析[J]. *研究与发展管理*, 2005(3): 8-15.
- [7] 杨开忠, 谢雯. 中国城市投入产出有效性的数据包络分析[J]. *地理学与国土研究*, 2002(8): 45-47.
- [8] 薛娜, 赵曙东. 基于 DEA 的高技术产业创新效率评价[J]. *南京社会科学*, 2007(5): 135-141.
- [9] 时鹏将, 许晓雯, 蔡虹. R&D 投入产出效率的 DEA 分析[J]. *科学学与科学技术管理*, 2004(1): 28-30.
- [10] 李婧, 白俊红, 谭清美. 中国区域创新效率的实证分析——基于省际面板数据及 DEA 方法[J]. *系统工程*, 2008(12): 1-7.
- [11] 张海洋. 我国工业 R&D 生产效益和影响因素——基于省级大众性工业数据的实证分析[J]. *科学学研究*, 2008(5): 970-978.
- [12] 罗亚非, 李敦响. 我国中部 6 省和京、沪、粤区域技术创新绩效比较研究[J]. *科技进步与对策*, 2006(1): 18-21.

(责任编辑: 万贤贤)

Innovation Efficiency Evaluation Analysis of Urban Innovation Systems Based on DEA Methods

Sun Hongbing, Xiang Gang

(School of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: Urban innovation systems plays an important role in promoting urban innovation activity, it has an important and practical significance to evaluate the innovation efficiency of urban innovation activity. This paper selects 6 innovation input and output indexes and 30 provincial capital and municipalities as decision making units. It makes comments on overall efficiency, technical efficiency, scale efficiency and saturation of 30 cities innovation using DEA method. It puts forward corresponding adjustment scheme based on the analysis of difference variables through 4 representative urbans of the DEA ineffective, and makes detailed analysis on four effectiveness in various regions, and raises the corresponding proposal at the same time.

Key Words: DEA Method; Urban Innovation Systems; Innovation Efficiency Evaluation