数据包络分析方法在我国区域技术创新能力研究中的应用

倪东生
(北京物资学院 商学院,北京 101149)

摘 要:本文利用 DEA 理论与方法,在计算机的支持下,通过理论分析、实证研究和比较分析,提出了基于数据包络分析的区域技术创新能力评价模型和评价指标体系;并利用相关数据,分析研究了我国区域技术创新的现状,并提出了我国各大区域的发展策略。

关键词:区域发展;技术创新;数据包络分析
中图分类号:C931.1 **文献标识码**:A **文章编号**:1002-980X(2008)08-0022-07

1 数据包络分析理论

1978 年,著名的运筹学家 Charnes 和 Cooper 等人提出数据包络分析的第一个 DEA 模型——C^2R 模型。数据包络分析(data envelopment analysis,DEA)是以相对效率概念为基础发展起来的一种新的系统分析方法。它把单输入、单输出的工程效率概念推广到多输入、多输出的同类决策单元(decision making unit, DMU)的有效性评价之中,极大地丰富了微观经济生产函数理论及其应用技术,同时在避免主观因素、简化算法、减少误差等方面有着不可低估的有效性、优越性,并得到学界的广泛认同[1]。

1.1 数据包络分析方法

DEA 方法是在运用和发展运筹学理论与实践的基础上逐渐形成的、主要依赖于线性规划技术、用于经济定量分析的非参数方法。这种方法基于单目标线性规划,在所定义的生产可能集内,或固定投入而将产出尽量扩大;或固定产出而将投入尽量缩小,其产出的最大扩大比率的倒数或投入的最小缩小比率被定义为决策单元的相对效率。前者称为产出 DEA,后者称为投入 DEA[2]。

数据包络分析模型是把每一个评价对象看成一个具有"多个输入、多个输出"的生产系统,通过观察系统的输入和输出来评价生产系统的相对效率。其特点是,适用于处理具有多个输入和多个输出的情况,并且对基本指标数据的客观信息进行评价,剔除了人为因素带来的误差;其结果不仅能判断被评价决策单元的生产效率相对有效性,而且对有非有效的决策单元还可给出改进的方向。由于 DEA 方法不需要预先估计参数,在避免主观因素和简化运算、减少误差等方面有着不可低估的优越性,被广泛运用到生产力、技术创新、成本收益、资源配置、金融投资、服务等领域的评价决策之中。

DEA 方法的基本思路:使用数学规划模型比较 DMU 之间的相对效率,对 DMU 做出评价[3]。DEA 是研究具有相同类型的部门(或单位)间的相对有效性的十分有效的工具;这些部门称为决策单元(DMU)。通过对这样一组 DMU 的投入产出数据进行 DEA,可以得出各 DMU 的技术、规模综合效率或单独的技术效率指标,对 DMU 的技术有效性和规模有效性做出评价。其中,技术有效即技术效率最佳者构成了生产系统相对有效的生产前沿面。

确定 DMU 的主导原则是:就其"耗费的资源"和"生产的产品"来说,每个 DMU 都可以看作是相同的实体,即在某一视角下,各 DMU 具有相同的输入与输出。通过输入与输出数据的综合分析,DEA 方法可以得出每个 DMU 综合效率的数量指标;并据此将各 DMU 定级排队,确定有效(即相对效率高)的 DMU,并指出 DMU 非有效的原因和程度,向主管部门提供管理信息。DEA 方法还能判断各

收稿日期:2008-06-09
作者简介:倪东生(1962—),男,北京人,北京物资学院副教授,硕士生导师,硕士,研究方向:技术经济及创新管理、项目与企业管理、采购管理。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

DMU 的投入规模是否适当,并给出各 DMU 调整投入规模的正确方向和程度。DEA 方法把单输入、单输出的工程效率推广到了多输入、多输出的同类 DMU 的有效性评价中去,无需事先设定任何权重,能够有效地避免主观因素,大大简化了算法。DEA 方法作为一种理想的多目标决策方法,能够为项目综合评价拓宽思路,提高项目评价结果的客观性和准确性。

1.2 数据包络分析方法的模型

DEA 的基本模型——C^2R 模型对 DMU 的规模有效性和技术有效性同时进行评价,即 C^2R 模型中的 DEA 有效的 DMU 既是规模适当又是技术管理水平最优[4]。

从生产函数角度看,C^2R 模型是用来研究具有多个输入(特别是具有多个输出)的生产部门同时为"规模有效"与"技术有效"(即总体有效)的十分理想且卓有成效的方法。其后的 BC^2 模型和 C^2GS^2 模型主要用于研究生产部门间的"技术有效"性。总之,数据包络分析不仅能判断 DMU 是 DEA 有效、弱 DEA 有效还是 DEA 无效,还能对 DMU 的规模收益状况(即规模收益递增、不变还是递减)进行分析。

假设有 n 个 DMU,每个 $DMU_j\ (j=1,2,\cdots,n)$ 都有 m 种类型的输入和 s 种类型的输出,分别用 X_j 和 Y_j 表示输入向量和输出向量,则:

$$X_j=(X_{1j},X_{2j},\cdots X_{mj})^T;Y_j=(Y_{1j},Y_{2j},\cdots,Y_{sj})^T\ (j=1,2,\cdots,n)。$$

其中,$X_{ij}>0$,表示 DMU_j 的第 i 种类型输入量,$Y_{rj}>0$,表示决策单元 DMU_j 的第 r 种类型输出量;$i=1,2,\cdots,m;r=1,2,\cdots,s;j=1,2,\cdots,n$。对于某个选定的 DMU_0(为方便起见,用下标 0 代替 j_0),其输入向量和输出向量就分别为 X_0 和 Y_0,v_i、μ_r 分别表示第 i 种资源投入重要程度的一种度量和第 r 种产出重要程度的一种度量。

对于权变量 $\nu=(\nu_1,\nu_2,\cdots,\nu_m)^T$ 和 $\mu=(\mu_1,\mu_2,\cdots,\mu_s)^T$,每个 DMU 都有相应的效率评价指标:

$$h_j=(\mu^TY_j)/(\nu^TX_j)\ (j=1,2,\cdots,n)。\qquad(1)$$

适当地选取权变量 ν、μ 的值,使 $h_j\le1\ (j=1,2,\cdots,n)$。$h_j$ 越大,说明该方案能够用相对较少的投入取得较多的产出。现对第 j_0 个 DMU 进行评价,为方便记为 DMU_0,其投入为 X_0,产出为 Y_0。于是,可得到第 j_0 个 DMU 的相对效率评价指数模型为:

$$\max\ h_0=(\mu^TY_0)/(\nu^TX_0)\ (j=1,2,\cdots,n);$$

$$s.t.\ ((\mu^TY_j)/(\nu^TX_j))\le1\ (j=1,2,\cdots,n);$$

$$\mu\ge0,\nu\ge0。\qquad(2)$$

以上为原始的 C^2R 模型,一个分式规划,其含义为,在其他 DMU 产出投入比一定的条件下,DMU_0 的产出投入比达到最大。

利用 Charnes-Cooper 变换,可以转化为一个等价的线性规划模型(P-C^2R):

$$\max V_p=\mu^TY_0;$$

$$s.t.\ \omega^TX_j-\mu^TY_j\ge0\ (1\le j\le n);$$

$$\omega^TX_0=1;$$

$$\omega\ge0,\mu\ge0。$$

其中,$t=1/(V^TX_0)$,$\omega=tv$,$\mu=tu$。

根据对偶规划理论,将其转化为一个等价的线性规划问题(D-C^2R)。

$$\min\theta;$$

$$\sum_{j=1}^{n}X_j\lambda_j\le\theta X_0;$$

$$\sum_{j=1}^{n}Y_j\lambda_j\ge Y_0;$$

$$\lambda_j\ge0。\qquad(3)$$

引入松弛变量。$S^-=(S_1^-,S_2^-,\cdots,S_m^-)^T$,$S^+=(S_1^+,S_2^+,\cdots,S_s^+)^T$ 是松弛向量,分别表示冗余投入量和产出不足量。对于某个选定的 DMU_0(为方便起见,用下标 0 代替 j_0),判断其有效性的 C^2R 模型的对偶规划(D) 如下:

$$\min=\theta=VD;$$

$$s.t.\ \sum_{j=1}^{n}\lambda_jX_j+S^-=\theta X_0\ (j=1,2,\cdots,n);$$

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_jY_j-S^+=Y_0\ (j=1,2,\cdots,n);$$

$$\theta\ge0,\lambda_j\ge0,S^-\ge0,S^+\ge0。\qquad(4)$$

在实际应用中,为了方便计算和分析有效性,一般都使用问题(P) 带有非阿基米德无穷小量(ε) 的对偶规划问题(D_ε)。

$$\min\{\theta-\varepsilon[(e^m)^TS^-+(e^s)^TS^+]\}$$

$$s.t.\ \sum X_j\lambda_j+S^-=\theta X_0$$

$$\sum Y_j\lambda_j-S^+=Y_0$$

$$\lambda_j\ge0\ (j=1,2,\cdots n);$$

$$S^-\ge0,S^+\ge0\qquad(5)$$

其中,$(e^m)^T=(1,1,\cdots,1)\in E_m$,$(e^s)^T=(1,1,\cdots,1)\in E_s$,是一个小于任何正数且大于零的"抽象数",在实际应用中常取 ε 为足够小的正数(一般设定 $\varepsilon=10^{-6}$)。

利用此模型,可以一次判断 DMU_0 是 DEA 有效,还是仅为弱 DEA 有效,或者是非 DEA 有效[5]。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(1) C^2R 模型中变量和求解结果的含义　在 C^2R 模型中，θ 为该 DMU 的有效性值(表示投入相对于产出的有效利用程度)；λ_j 为相对于 DMU_0 重新构造一个有效的 DEA 组合中第 j 个决策单元 DMU_j 的组合比例。模型求解结果的经济含义是：

1) 当 $\theta = 1$ 且 $S^- = 0$、$S^+ = 0$ 时，则 DMU_0 为 DEA 有效，即在这 n 个 DMU 组成的经济系统中，在原投入 X_0 的基础上所获得的产出 Y_0 已达到最优[6]；

2) 当 $\theta = 1$ 且 $S^- \neq 0$ 或 $S^+ \neq 0$ 时，则 DMU_0 为弱 DEA 有效，即在这 n 个 DMU 组成的经济系统中，可通过组合把投入 X_0 减少 S^-，仍可以得到原产出 Y_0，或者保持原投入 X_0 不变，原产出 Y_0 可增加 S^+[7]；

3) 当 $\theta < 1$ 时，则 DMU_0 为非 DEA 有效，即在这 n 个 DMU 组成的经济系统中，可通过组合把投入减少为原投入 X_0 的 θ 倍，仍可以得到原产出 Y_0。

(2) C^2R 模型的规模收益判断　设 D_ε 具有唯一最优解，λ_j、S^-、S^+、θ 含义如上。当 $\sum\lambda_j = 1$ 时，DMU_0 具有恰当的投入规模，为规模收益不变；当 $\sum\lambda_j < 1$ 时，DMU_0 为规模收益递增，即表明在投入 X_0 的基础上，适当增加投入可望增加相对更高比例的产出；当 $\sum\lambda_j > 1$ 时，DMU_0 为规模收益递减，即增加投入尽管可能使产出增加，但产出的增加幅度会小于投入的增加幅度[8]。

(3) 投入冗余率和产出不足率的含义　第 i 种投入的投入冗余率是相应的松弛变量 S_i^- 与投入量 X_{i0} 的比，记为 RS_i^-；第 k 种产出的产出不足率是松弛变量 S_k^+ 与相应的产出量 Y_{k0} 的比，记为 RS_k^+[9]。根据投入冗余率和产出不足率，可以明确经济系统中的哪些方面存在不足，需要改进与加强管理，并且还可以做横向比较，为经济管理工作提供参考。

(4) 改进方法　当 DMU_{j_0} 非 DEA 有效时，我们可以采取将 j_0“投影”到 DEA 的相对有效面的方法，构造一个新的 DMU，使这个新 DMU 为 DEA 有效。令 $X_0' = \theta X_0 - S_0^-$，$Y_0' = Y_0 + S_0^+$，则 (X_0', Y_0') 是 j_0 的“投影”，它相对于 j_0 是 DEA 有效的[10]。(X_0', Y_0') 说明了对该类投入的改进方向，为企业调整投入策略提供依据。

2　区域技术创新能力评价指标体系构建

2.1　现有技术创新方法及不足

关于技术创新能力的评价方法有弱势指标倍数法、层次分析法、模糊综合分析法、主成分分析法、人工神经网络法、密切值法、灰色聚类法、功效系数法等[11]。这些方法的不足如下：

1) 研究在整体上缺乏系统性。研究对象、研究内容、研究方法和研究成果过于繁杂与分散，缺乏必要的整合，尚未形成一个公认的完整而且明确的技术创新项目投资前期的系统科学评价体系和程序，而这一时期的评测结果是评价现期技术创新能力的依据[12]。

2) 在对工业企业技术创新能力的指标评价和测度方面欠缺。更多的研究成果集中在企业层面或产业层面上，而且测度的结果一般只能说明技术创新活动的水平，而不是针对某一具体企业，不能在技术创新项目投资决策之前给出具有参考价值的评价结论，因此不能服务于具体企业技术创新项目决策的目的[13]。

3) 在技术创新能力的评价方面欠缺。近年来研究成果很多，采用的方法也各有千秋，如专家评价法、模糊综合评价法和层次分析法[14]等。但是由于技术创新活动涉及的因素较多，评价中有较多的主观性和模糊性，因此受到专家知识、经验和主观见解的影响较大。

4) 指标设计存在一定的主观随意性。要么指标体系繁杂，要么指标之间存在一定的重复交叉，造成重复计算，指标全面性与关键性、绝对与相对指标的科学性也有待于提高[15]。

针对技术创新活动具有多目标、多层次、多元素和不确定性的特点[16]，现有的技术创新项目评价方法不能满足理论研究与实际工作的需要。数据包络分析法是较为理想的评价技术创新的方法。

2.2　区域技术创新能力评价指标体系

技术创新能力分为投入能力、研究开发能力、管理能力支撑能力、生产能力、产出能力，如图 1 所示。

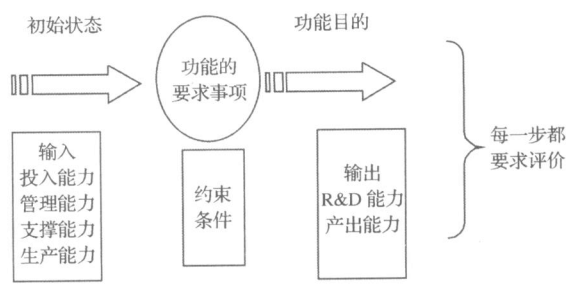

图 1　技术创新投入 - 产出模式图

1) 技术创新能力评价系统构成。技术创新作为一项从研究开发、成果转化、规模生产、经营销售到

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

取得市场份额的系统工程,是一个具有多种投入和多种产出的复杂大系统,因此特别适合应用 DEA 进行评价[17]。

区域技术创新系统担负着把技术创新内化为区域经济增长的自变量、促进区域产业结构的高级化、提高区域综合竞争力的任务,具有优化区域内创新资源配置和协调区域间发展关系的功能,其追求整体效益最大化[18]。

2) DEA 方法用于区域技术创新能力评价的步骤。步骤包括:①确定评价目的;②选择决策单元;③建立输入、输出指标体系;④选择 DEA 模型;⑤进行 DEA 评价分析;⑥模型的求解可以通过采用通用的线性规划软件或专门的 DEA 软件来实现;⑦得出综合评价结论。

3) 评价指标的选取。在区域技术创新系统的行为组织中,企业是技术创新活动的最重要的行为组织,是技术创新、知识应用和创新投入的主体,因而是区域技术创新的核心。大学和研究机构是知识生产、应用和传播的重要基地,是区域技术创新的知识源头,其主要任务是开发技术资源,为企业技术创新提供技术供给和培训高素质的技术人才。金融机构具备为企业创新提供资金的能力和对创新的风险和收益进行鉴别的能力。中介服务机构是沟通知识流动的一个重要环节,是沟通科研部门与知识流动的纽带与桥梁。政府机构通过制度、政策对各种组织进行引导和协调,充分激发各创新行为组织的积极性,促进协作与交流,提高创新系统的运作绩效。

结合上述情况可构建如表 1 所示的指标体系。

3 我国区域技术创新能力评价分析

3.1 数据采集

本文所用数据来源于中国科技发展战略研究小组编制的《中国区域创新能力报告 2005—2006》,选用 31 个区域(略)合并成大区进行分析,数据采集结果见表 2。区域划分依据 2003 年国务院发展研究中心发展战略和区域经济研究部课题报告《中国(大陆)区域社会经济发展特征分析》所提出的中国(大陆)区域划分方法,将我国分为 8 大区域,即:东北、北部沿海、东部沿海、南部沿海、黄河中游、长江中游、西南和大西北。

东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江三省。北部沿海地区包括北京、天津、河北、山东两市两省。东部沿海地区包括上海、江苏、浙江一市两省。南部沿海地区包括福建、广东、海南三省。黄河中游地区包括陕西、山西、河南、内蒙三省一区。长江中游地区包括湖北、湖南、江西、安徽四省。西南地区包括云南、贵州、四川、重庆、广西三省一市一区。大西北地区包括甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆两省三区。

表 1 区域技术创新能力评价指标体系
(数据包络分析指标关系表)

目标层	决策层	指标层
区域技术创新能力	投入能力	*a*1:研究开发人员数(人年)
		*a*2:每百万人平均研究开发人员数(人年)
		*b*1:政府科技投入(万元)
		*b*2:政府科技投入占 GDP 比例(%)
	研究开发能力	*c*1:发明专利授权数(件)
		*c*2:每百万人平均申请专利授权数(件)
		d:科研论文综合指标
	生产制造能力	*e*:设备装备水平
		f:技术改造水平
	管理能力	*h*:政府财政支出(亿元)
	支撑能力	*i*:大中型工业企业技术开发平均获得贷款额(万元/个)
	产出能力	*g*:大中型工业企业新产品产值综合指标
		j:电子信息产业制造业工业增加值占 GDP 比例(%)
		k:高新技术产业产值占 GDP 比例(%)
		l:出口额占 GDP 比例(%)

3.2 数据处理

为了避免各指标间的相互影响,保证各指标间的相互独立性,首先对评价指标进行相关分析。经过相关性分析,得到相关系数分别为[19]:

*a*1 与 *a*2 的相关系数为 0.63;*b*1 与 *b*2 的相关系数为 0.92;*c*1 与 *c*2 的相关系数为 0.82;*c*1 与 *d* 的相关系数为 0.845;*c*2 与 *d* 的相关系数为 0.948;*e* 与 *f* 的相关系数为 0.359;*h* 与 *i* 的相关系数为 0.195;*j* 与 *k* 的相关系数为 0.722;*k* 与 *l* 的相关系数为 0.708;*j* 与 *l* 的相关系数为 0.821。以相关系数大于 0.5 的标准对指标进行缩减,剩下的指标有:*a*2、*b*2、*d*、*e*、*f*、*g*、*h*、*i*、*l*。经处理后的指标见表 3。

再经过对具体省份现状数值的计算,得到有效的区域分别是:北京、上海、广东、浙江、天津、福建、陕西、河北、新疆、青海、海南、西藏(见表 4)。

对于非有效的 DMU 进行修正①,经过投影后

① 令 $X_0' = \theta_0 X_0 - S_0^-$, $Y_0' = Y_0 + S_0^+$,则(X_0', Y_0')是 j_0 的"投影",它相对于 j_0 是 DEA 有效的。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

变得有效的数据与表 4 的数据比较,可知各省区域状况的改进方向,通过有效分析各省存在内部缺陷,可为各省的改进措施提供可靠依据。

表 2　数据采集

地区	*a*1	*a*2	*b*1	*b*2	*c*1	*c*2	*d*	*e*
北部沿海地区	251483	117. 65	2760686	7. 11	3357	189. 5	134. 57	167. 72
东北地区	110146	29. 59	708979	1. 65	1106	29. 92	39. 52	175. 74
东部沿海地区	200845	56. 04	1521617	1. 86	1935	69. 05	81. 10	165. 66
南部沿海地区	121466	20. 70	487792	0. 74	1118	19. 36	44. 64	89. 93
黄河中游地区	122150	28. 14	967488	3. 60	781	18. 92	46. 45	145. 28
长江中游地区	120995	20. 62	803670	1. 81	1002	16. 64	45. 37	161. 21
西南地区	110365	20. 23	1008306	2. 74	1932	15. 62	42. 42	140. 21
大西北地区	27823	20. 45	208916	2. 48	233	21. 04	41. 96	190. 34
地区	*f*	*g*	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*	
北部沿海地区	163. 88	173. 35	2704. 22	201. 63	15. 82	129. 99	111. 28	
东北地区	140. 54	64. 84	1758. 52	155. 92	1. 61	81. 07	32. 63	
东部沿海地区	183. 65	189. 25	3032. 87	201. 97	13. 60	123. 97	140. 08	
南部沿海地区	78. 97	184. 07	2253. 30	178. 11	14. 21	96. 22	136. 97	
黄河中游地区	130. 34	112. 20	1997. 75	104. 08	2. 04	68. 43	21. 59	
长江中游地区	234. 26	103. 04	2003. 73	548. 23	2. 06	59. 37	18. 68	
西南地区	210. 50	162. 40	2437. 18	293. 18	3. 97	73. 28	25. 88	
大西北地区	101. 26	46. 98	1042. 21	135. 06	0. 43	27. 40	39. 02	

注:表 2 中的字母与表 1 中各指标的字母代号对应。

数据来源:《中国区域创新能力报告 2005 —2006》。

表 3　我国区域技术创新能力指标体系

地区	*a*2	*b*2	*e*	*f*	*h*	*i*	*d*	*g*	*l*
北部沿海地区	117. 65	7. 11	167. 72	163. 88	2704. 22	201. 63	134. 57	173. 35	111. 28
东北地区	29. 59	1. 65	175. 74	140. 54	1758. 52	155. 92	39. 52	64. 84	32. 63
东部沿海地区	56. 04	1. 86	165. 66	183. 65	3032. 87	201. 97	81. 10	189. 25	140. 08
南部沿海地区	20. 70	0. 74	89. 93	78. 97	2253. 30	178. 11	44. 64	184. 07	136. 97
黄河中游地区	28. 14	3. 60	145. 28	130. 34	1997. 75	104. 08	46. 45	112. 20	21. 59
长江中游地区	20. 62	1. 81	161. 21	234. 26	2003. 73	548. 23	45. 37	103. 04	18. 68
西南地区	20. 23	2. 74	140. 21	210. 50	2437. 18	293. 18	42. 42	162. 40	25. 88
大西北地区	20. 45	2. 48	190. 34	101. 26	1042. 21	135. 06	41. 96	46. 98	39. 02

表 4　我国各区域技术创新能力有效性及规模效益

决策单元	有效性	$\sum\lambda_i$	规模效益	决策单元	有效性	$\sum\lambda_i$	规模效益
北京 1	有效	1. 0000	不变	安徽 17	无效	0. 8250	递增
江苏 2	无效	1. 2480	递减	吉林 18	无效	1. 3930	递减
广东 3	有效	1. 0000	不变	山西 19	无效	1. 3533	递减
山东 4	无效	0. 8346	递增	重庆 20	无效	0. 9203	递增
四川 5	无效	1. 9477	递减	江西 21	无效	0. 4908	递增
上海 6	有效	1. 0000	不变	甘肃 22	无效	0. 8136	递增
辽宁 7	无效	0. 8536	递增	广西 23	无效	0. 6804	递增
陕西 8	有效	1. 0000	不变	云南 24	无效	0. 6588	递增
湖北 9	无效	1. 9261	递减	内蒙古 25	无效	0. 6531	递增
浙江 10	有效	1. 0000	不变	贵州 26	无效	0. 6670	递增
河南 11	无效	0. 7533	递增	新疆 27	有效	1. 0000	不变
黑龙江 12	无效	1. 0200	递减	宁夏 28	无效	0. 6788	递增
河北 13	有效	1. 0000	不变	青海 29	有效	1. 0000	不变
天津 14	有效	1. 0000	不变	海南 30	有效	1. 0000	不变
湖南 15	无效	1. 2175	递减	西藏 31	有效	1. 0000	不变
福建 16	有效	1. 0000	不变				

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3.3 数据结果分析

东北地区没有相对有效区域,区域有效占有率为0;北部沿海地区有效的区域有北京、天津、河北,区域有效占有率是75%;东部沿海地区有效的区域有上海、浙江,区域有效占有率是67%;南部沿海地区有效的区域有福建、广东、海南,区域有效占有率是100%;黄河中游地区有效的区域有陕西,区域有效占有率是25%;长江中游地区没有有效的区域,区域有效占有率为0;西南地区没有有效的区域,区域有效占有率为0;大西北地区有效的区域有青海、西藏、新疆,区域有效占有率是60%。

比较以上结果,有效区域的排名依次是:南部沿海地区最高,北部沿海较高,东部沿海其次,大西北次之。无效地区有:黄河中游地区、东北地区、长江中游地区、西南地区。无效地区的弊端显现:①黄河中游地区对外开放不足,结构调整任务艰巨;②东北地区的自然条件和资源禀赋结构相近,目前面临的共同问题多,如资源枯竭问题、产业结构升级换代问题、国有企业改制遗留问题等;③长江中游地区的农业生产条件优良,人口稠密,对外开放程度低,融资难,产业转型压力大;④西南地区地理位置偏远,土地贫瘠,贫困人口多。(该地区在历史上是植被覆盖率很高的区域,其资源优势在林,而不在农,特别是大面积的陡坡种粮,导致当地的生态恶化,百姓生活长期处于贫苦状态。)

3.4 对策分析

1)黄河中游地区能源资源、金属和非金属矿产资源、旅游资源丰富且独特,但与之相对应的产业类型规模小、层次低,生态劣化,社会进展慢。区域领导者亟需对市场和技术采取双重洞察,将上述资源优势转化为市场优势,整体同步消除生态环境劣化的影响,通过技术创新、制度创新、管理创新促进创新人、创新主体持续不断地获取商业机会、商务价值利益,打破传统的关系制约、权利诱惑,带动产业向更好、更高的层次发展。这是结构调整与优化、加快社会进步、区域经济重组中要重点考虑的问题。因此,加快调整和发展该地区的产业结构,挖掘资源优势,加快第三产业的培育与发展,建立促成资源转化为市场效益的机制迫在眉睫。

2)针对东北地区采取的措施。抓住体制机制的创新这一老工业基地振兴的关键,继续加快国有企业现代制度建设,促进中小企业和非公经济发展,逐步建立适应东北这个资源型老工业基地特点的社会保障运行机制,积极吸引外资特别是吸引国外战略投资者参与东北老工业基地的调整改造。在巩固东北粮食生产基地地位的同时,应全面提升和优化东北工业结构,努力把东北建设为具有国际先进水平的重大技术装备、船舶、汽车等重工业生产基地,利用内蒙古东部和黑龙江煤电丰富的优势,实施"西电东送"和"北电南送",积极推进对俄电力贸易工作。应积极发展东北的第三产业,努力提高服务业在经济结构中的比重,发挥服务业吸纳劳动力就业的作用,大力发展循环经济,大力实施科教兴国战略和人才强国战略。进一步推进东北各项改革和对外开放;积极稳妥地解决好东北金融不良资产问题;扎实推进东北社会主义新农村建设;努力提高自主创新能力,推进东北工业结构优化升级;大力促进资源型城市可持续发展;着力解决涉及群众切身利益的问题。通过扩大开放,提高东北经济的外向度,促进体制机制创新,促进产业转型,做好资源枯竭型区域和组织的经济转化工作,促进东北老工业基地的全面振兴。

3)针对长江中游地区采取的措施。中部地区要依托现有基础,提升产业层次,推进工业化和城镇化,在发挥承东启西和产业发展优势中崛起。中部地区要抓三个基地建设:第一是粮食生产基地;第二是能源原材料基地;第三是现代装备制造业及高新技术产业基地。积极改善金融生态环境,才能获得更多的资金,从而促进经济的更快发展。

4)针对西南地区采取的措施。西南地区对南亚10国开放有着较好的条件,尤其是边境相连国家可以成为我国经济辐射、世界经济扩散的中心。但该地区贫困人口多,劳动者的技能和素质有待于提高,因此,要摆脱这一困境,必须从经济战略上考虑农业结构的转型问题。同时,还应强化这一地区旅游资源的开发,以解决当地经济转型的可持续性。我国的西南地区及东南亚地区,不论是自然地理还是人文地理,其旅游意义上的含金量都很高。在经济上,发挥我国西南地区与东南亚相邻的地理和资源优势,在产业转型过程中,做大空间、一体化的通盘考虑。比如在粮食供给与需求的平衡上,应当把"东南亚因素"考虑进来,进出口就近平衡。把我国西南地区建成中国最大的林产业基地,把第一产业的林业与第二产业的林产品加工业紧密结合起来,做好我国经济扩散和世界经济转移衔接工作。

总之,我国区域经济发展速度呈现出东部快于西部、西部快于中部、中部快于东北的态势,区域经济发展速度差距均有所扩大,行政区经济特色仍较

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

突出,地区间专业化分工协作程度较低,经济结构仍不合理等。结合实际,应继续不折不扣地推进西部大开发,振兴东北老工业基地,促进中部地区崛起,鼓励东部地区率先发展,带动西南和西北部经济可持续发展,这对社会全面进步有重要的意义。

参考文献

[1] 张凌,刘井建. 基于 DEA 的工业企业技术创新能力的综合评价[J]. 科技导报,2005(9):51-52.

[2] 宗刚,马宁. 工业企业竞争力的 DEA 评价研究[J]. 数量经济技术经济研究,2002(11):92-95.

[3] 李美娟,陈国宏. 数据包络分析法的研究与应用[J]. 中国工程科学,2003,5(6):88-94.

[4] 张凌. 企业技术创新项目评价与决策体系研究[M]. 北京:人民出版社,2006:20-25.

[5] 吴越,谷明玉. DEA 分析方法研究综述[J]. 价值工程,2003,129(s1):129-132.

[6] SCNGUPTA J K. Transformations in stochastic DEA models[J]. Journal of Econometrics,1990,46:109-123.

[7] CHARNES A,COOPER W W,WEI Q L,et al. Cone ratio data envelopment analysis and multi-objective programming[J]. International Journal of Systems Science,1989,20(7):1099-1118.

[8] BANKER R D, CHARNES A, COOPER W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in DEA[J]. Management Science,1984,30:1078-1092.

[9] CHARNES A. Sensitivity and stability analysis in DEA [J]. Annals of Operational Research,1985(2):139-156.

[10] CHARNES A. Sensitivity analysis of the additive model in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research,1990,48(3):332-341.

[11] 汤永,林阎立,冯俊文. R&D 型企业技术创新能力测度模型[J]. 江苏商论,2005(8):153-154.

[12] 范柏乃. 城市技术创新透视:区域技术创新研究的一个新视角[M]. 北京:机械工业出版社,2003:2-3.

[13] CHARNES A,COOPER W W,LEWIN A Y,et al. Data Envelopment Analysis: Theory,Methodology and Application[M]. Boston: Kluwer Academic Publisher,1994.

[14] 曲世友. 二次相对评价法在企业技术创新能力中的应用[J]. 中国科技论坛,2004(4):40-43.

[15] 马占新. 数据包络分析方法的研究进展[J]. 系统工程与电子技术,2002(3):42-45.

[16] 唐炎钊,邹珊刚. 企业技术创新能力的多层次灰色评价[J]. 科技进步与对策,2000(3):46-48.

[17] BANKER R D,MOREY R. The use of categorical variables in DEA[J]. Management Science,1986,32:1613-1627.

[18] 中国科技发展战略研究小组. 中国区域创新能力报告 2005 - 2006[M]. 科技出版社,2006.

[19] 王蓉,郑慧. 区域技术创新能力的相对有效性评价[J]. 科技创新导报,2007(36):207-208.

Application of Data Envelopment Analysis Method in Study on China's Regional Technological Innovation Capability

Ni Dongsheng

(Business School, Beijing Wuzi University, Beijing 101149, China)

Abstract: In the network times, it is a new breakthrough of social sciences that using the information technology and existing massive data to mine intrinsic property, the characteristics, the relations and the application of things thus for the policy construction as well as rational utilization and distribution of resources. This paper uses the theory and the method of DEA under computer support, and studies the present situation of regional technological innovation in China, and constructs the evaluation model and the evaluation index system of regional technological innovation based on DEA. Finally, it proposes development strategies for various regions of China.

Key words: regional development; technological innovation; data envelopment analysis

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net