

我国部分省市区域创新系统效率评价

东北大学工商管理学院 韩颖 梅开 张彦博

[摘要]发展经济学认为经济的持续增长是技术进步的作用。而区域创新对技术进步具有重要的推动作用。分两阶段利用 DEA 方法对我国 24 省市的区域创新效率进行了评价,旨在为提高我国各地区的区域创新系统的效率提供基础性资料。本文在指标体系设立时考虑大学和中介机构两因素在区域创新中的关键作用,所以将两指标纳入到指标体系中,以使问题考察的更加全面。

[关键词]区域创新 DEA 效率

1 引言

发展经济学认为技术进步是经济持续增长的主要原因。而区域创新系统作为国家创新系统的子系统对技术进步具有重要的促进作用。在我国经济的发展过程中,各区域间区域创新效率呈现出明显的差别,而这种差别是由区域创新要素的投入差别决定的。科学的评价区域创新效率,是提高区域创新效率、促进区域经济发展的前提。

从已取得的研究成果看,存在以下主要问题:一是在区域创新效率评价中评价指标体系并未考虑大学和中介机构的因素,二是为考察几大地理区域的创新效率而忽略了 DEA 方法对决策单元数量的要求,有可能导致区分度低的问题。基于大学和中介机构在区域创新中扮演非常重要的角色,本文在指标体系设定时考虑了大学和中介机构的作用,同时分两阶段用 DEA 方法对我国 24 个省市区域创新效率进行了评价。

2 数据包络分析

数据包络分析(Data Envelopment Analysis)简称 DEA 方法,是评价决策单元间相对有效性的方法。该方法由美国运筹学家 A. CHARNES 和 W. W. COOPER 于 1978 年提出,他们的第一个模型被命名为 CCR 模型,该模型在评价具有多种输入和多种输出部门效率时,是十分理想和卓有成效的方法。

CCR 模型具有非阿基米德无穷小的对偶模型为:

$$\min V_D = \theta - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right)$$

$$S. T \begin{cases} \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + S_i^- = \theta x_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - S_r^+ = y_{r0} \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n \\ S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0, \end{cases}$$

式中: m 和 s 分别表示输入变量和输出变量的个数, θ 为效率指数, ε 为阿基米德无穷小,在此取 10^{-6} ; x_{i0}, y_{r0} 分别为决策单元 DMU_0 的投入、产出向量表示为: $x_{i0} = (x_{i10} \cdots x_{im0})^T, y_{r0} = (y_{r10} \cdots y_{rs0})^T$; x_{ij} 第 j 个决策单元投入向量,表示为: $x_{ij} = (x_{ij1} \cdots x_{ijn})^T, x_{ij} > 0$; y_{rj} 第 j 个决策单元产出向量,表示为: $y_{rj} = (y_{rj1} \cdots y_{rjs})^T, y_{rj} > 0$; $S_i^- = (s_{i1}^- \cdots s_{im}^-)^T, S_r^+ = (s_{r1}^+ \cdots s_{rs}^+)^T$ 。

当 $\theta = 1$, 且 $S_i^- = 0, S_r^+ = 0$ 时,称 DMU 为 DEA 有效,即在这 n 个决策单元组成的经济系统中在原投入 x_0 基础上所获得的产出 y_0 以达到最优。当 $\theta = 1$, 且 $S_i^- \neq 0, S_r^+ \neq 0$, 则称 DMU 为弱 DEA 有效。当 $\theta < 1$, 且 $S_i^- \neq 0, S_r^+ \neq 0$, 称 DMU 为非 DEA 有效。

S_i^- 分量不为零则表示对应的输入要素对科技发展的作用未能充分发挥,为投入冗余额。而 S_r^+ 分量不为零则表示所对应的产出要素存在总量偏低的现象,为产出不足额。

3 区域创新系统效率评价指标体系

为了评价科技与经济的结合绩效,本文用两阶段模型描述创新主体从科技投入到转化为经济产出的全过程。第一阶段为科技创造产出阶段,主要评价创新要素投入转化为科技成果的效率;第二阶段为创新商业化阶段,主要评价如发明专利、科技论文等科技创造在中介机构的促进下转化为经济产出的效率。因此区域创新系统评价指标也分上述两个阶段。因大学和中介机构在区域创新中的重要作用,将两者纳入指标体系中。

3.1 科技创造产出阶段评价指标。第一阶段中的指标是科技投入与科技产出指标。

3.1.1 投入指标。大学实力 (X_{11})。在区域创新中大学扮演着重要的角色,为区域创新输出大量的人才,同时又具有研究机构的作用。本文大学实力采武书连教授研究中的前一百所大学的综合得分。

国外直接投资 (X_{12})。该指标衡量国外在中国的投资情况。中国已经成为世界吸引外国直接投资最多的国家,外资的引进同时也带来了国外先进的技术,而技术的外溢将对区域创新产生推动作用。

地方财政科技拨款占地区 GDP 比重 (X_{13})。作为区域创新组织者、规则制定者、各区域创新环节协调者的政府,在区域创新中扮演重要的角色,该指标反映政府在区域技术创新的投入力度。

R&D 的投入 (X_{14})。该指标用以反映地区 R&D 的规模。

R&D 人员占该地区人口比例 (X_{15})。该指标侧重从全社会劳动力配置角度考察 R&D 活动在该地区所处的地位。

3.1.2 产出指标。发明专利申请量(Y_{11})。国内中文期刊科技论文数(Y_{12})。

3.2 创新商业化阶段评价指标。在第二阶段考察区域创新的经济有效性。在投入指标中加入中介服务机构,因为发明专利等创新产品需要银行、保险、专利代理、会计师、资产评估等中介机构才能实现创造财富,促进经济发展的目标。

3.2.1 投入指标。发明专利申请量(X_{21})。国内中文期刊科技论文数(X_{22})。中介机构实力(X_{23})。中介机构实力用技术市场成交合同来体现,如技术成交合同数多,说明中介机构实力越强。

3.2.2 产出指标。GDP 年增长率(Y_{21})。人均 GDP(Y_{22})。GDP 是一种常用的用来反映一个国家或地区的宏观经济指标,本文用它来描述各区域的经济发展水平。高技术产业增加值(Y_{23})。高新技术产品出口(Y_{24})。

4 区域创新系统效率评价

运用 CCR 模型,对我国部分区域创新系统的效率进行评价。由于前一百所大学只覆盖我国 24 省市,所以本文选择了 24 省市作为评价对象,一共 24 个决策单元,即: $n = 24$ 。对于每个决策单元,我们运用两阶段模型来评价它的有效性。在第一阶段, $m = 5, s = 2$ 。在第二阶段, $m = 3, s = 4$ 。各阶段每个决策单元的输入与输出指标原始数据如表 1、表 2 所示。通过 MATLAB,得到两个阶段每个决策单元的 θ 及 $s^-、s^+$,见表 3。

表 1 第一阶段指标

地区	X_{11}	X_{12} (亿美元)	X_{13} (%)	X_{14} (亿元)	X_{15} (人/万人)	Y_{11} (项)	Y_{12} (百篇)
辽宁	109.08	64.7232	2.55	82.97	5.6	644	110.01
吉林	127.76	6.584	1.26	27.8	1.95	233	50.36
黑龙江	110.4	4.8785	1.88	32.68	3.46	229	71.2
北京	930.04	31.9959	3.42	256.25	10.99	2261	400.11
天津	138.16	30.5338	2.78	40.43	2.88	241	75.41
河北	41.47	16.7253	1.27	38.05	3.44	275	62.54
山东	179.25	124.3013	2.3	103.84	7.83	580	152.7
上海	491.95	107.5115	1.8	128.92	5.62	880	206.12
江苏	431.46	297.813	2.03	150.46	9.81	626	216.02
浙江	210.23	122.8386	3.28	75.23	4.66	429	129.27
广东	225.93	134.8518	3.34	179.84	9.38	953	200.03
福建	86.47	42.8105	2.25	37.5	2.66	137	48.26
陕西	227.97	7.6002	1.15	67.99	5.42	169	162.2
山西	33.53	3.9596	1.14	15.83	1.85	276	34.17
河南	43.24	10.555	1.26	34.19	4.07	256	92.22
湖北	358.04	23.2966	1.55	54.82	5.19	420	166.49
湖南	129.41	13.3884	1.59	30.09	2.7	346	103.62
江西	13.17	23.1825	0.95	16.98	1.7	97	27.3
安徽	122.66	9.6762	0.73	32.42	2.51	139	64.75
四川	145.26	8.938	1.37	79.42	5.79	342	111.27
重庆	54.71	4.2357	1.08	17.44	1.77	125	73.45
云南	30.14	4.4583	1.56	11.01	1.29	173	34.08
广西	12.66	6.4313	2	11.24	1.32	83	32.18
甘肃	38.75	2.5221	0.82	12.77	1.69	83	38.09

资料来源:中国统计年鉴 2004;中国科技统计年鉴 2004;《挑大学选专业 - 2005 高考志愿填报指南》2005

表 2 第二阶段指标

地区	X ₂₁ (项)	X ₂₂ (百篇)	X ₂₃ (亿元)	Y ₂₁ (%)	Y ₂₂ (元)	Y ₂₃ (亿元)	Y ₂₄ (百万美元)
辽宁	644	110.01	62.02	11.48	14258	113.67	2670
吉林	233	50.36	8.73	10.20	9338	55.61	49
黑龙江	229	71.2	12.12	10.25	11615	52.98	68
北京	2261	400.11	265.36	10.67	32061	241.85	3669
天津	241	75.41	42	14.78	26532	274.44	5800
河北	275	62.54	6.8	11.60	10513	74.72	102
山东	580	152.7	52.57	13.74	13661	176.76	1537
上海	880	206.12	142.78	11.84	46718	274.78	16332
江苏	626	216.02	76.52	13.60	16809	468.92	22944
浙江	429	129.27	53.04	14.40	20147	191.68	2203
广东	953	200.03	80.57	14.29	17213	998.68	48349
福建	137	48.26	16.68	11.64	14979	180.32	4649
陕西	169	162.2	16.8	10.90	6480	105.42	181
山西	276	34.17	3.23	13.90	7435	17.98	4
河南	256	92.22	19.27	10.77	7570	51.39	47
湖北	420	166.49	41.25	9.40	9011	92.97	296
湖南	346	103.62	36.93	10.51	7554	38.63	47
江西	97	27.3	8.33	13.00	6678	47.07	47
安徽	139	64.75	8.8	9.20	6455	29.43	132
四川	342	111.27	12.87	11.79	6418	126.64	914
重庆	125	73.45	55.51	11.50	7209	23.99	73
云南	173	34.08	22.87	8.60	5662	21.3	56
广西	83	32.18	4.18	10.16	5969	24.7	21
甘肃	83	38.09	7.76	10.10	5022	12.11	23

资料来源:中国统计年鉴 2004;中国科技统计年鉴 2004;《挑大学选专业 - 2005 高考志愿填报指南》2005

表 3 两个阶段有关结果

地区	第一阶段结果								地区	第二阶段结果							
	s ₁ ⁻	s ₂ ⁻	s ₃ ⁻	s ₄ ⁻	s ₅ ⁻	s ₁ ⁺	s ₂ ⁺	θ		s ₁ ⁻	s ₂ ⁻	s ₃ ⁻	s ₁ ⁺	s ₂ ⁺	s ₃ ⁺	s ₄ ⁺	θ
北京	0	0	0	0	0.0	0	0	1	天津	0	0	0	0	0	0	0	1
上海	0	0	0	0	0.0	0	0	1	河北	0	0	0	0	0	0	0	1
陕西	0	0	0	0	0.0	0	0	1	广东	0	0	0	0	0	0	0	1
山西	0	0	0	0	0.0	0	0	1	福建	0	0	0	0	0	0	0	1
河南	0	0	0	0	0.0	0	0	1	山西	0	0	0	0	0	0	0	1
湖北	0	0	0	0	0.0	0	0	1	江西	0	0	0	0	0	0	0	1
湖南	0	0	0	0	0.0	0	0	1	广西	0	0	0	0	0	0	0	1
江西	0	0	0	0	0.0	0	0	1	甘肃	0	13	1	0	166	24	14	0.91

地区	第一阶段结果								地区	第二阶段结果							
	s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_4^-	s_5^-	s_1^+	s_2^+	θ		s_1^-	s_2^-	s_3^-	s_1^+	s_2^+	s_3^+	s_4^+	θ
重庆	0	0	0	0	0.0	0	0	1	四川	0	28	0	0	4867	0	1789	0.90
云南	0	0	0	0	0.0	0	0	1	吉林	0	0	0	3.2	0	4	983	0.81
广西	0	0	0	0	0.0	0	0	1	黑龙江	0	0	0	6.6	0	20	1023	0.80
辽宁	0	52	0	32	0.4	0	0	0.99	江苏	0	52	15	0.0	209	61	0	0.77
广东	0	112	0	84	1.0	0	0	0.99	上海	122	0	25	14.8	0	321	0	0.74
河北	0	9	0	12	0.4	0	0	0.96	重庆	0	27	33	0	0	38	635	0.74
黑龙江	0	0	1.00	1	1.4	0	0	0.95	云南	34	0	6	0	0	24	353	0.62
四川	0	0	0	30	2.1	0	0	0.95	陕西	0	66	0	0	3945	0	2191	0.60
甘肃	0	0	0.21	1	0.6	0	0	0.91	安徽	0	7	0	0.3	0	10	390	0.59
山东	0	91	0	21	0.7	0	0	0.86	浙江	23	0	0	0	0	38	3366	0.50
江苏	0	240	0	20	1.5	0	0	0.85	辽宁	114	0	3	0	0	27	0	0.40
安徽	0	3	0	0	0.0	0	0	0.81	河南	0	0	0	0	0	4	784	0.37
吉林	23	0	0.21	0	0.0	0	0	0.78	山东	44	0	0	0	1670	0	2747	0.30
浙江	0	74	0.24	18	0.0	0	0	0.74	湖南	0	0	0	0	0	29	889	0.27
天津	0	12	0.77	4	0.0	0	0	0.67	北京	224	0	10	7.2	0	90	3340	0.20
福建	0	17	0.08	6	0.0	0	0	0.50	湖北	0	3	0	0	215	0	1844	0.20

5 结论

由表 3 数据得:第一阶段陕西、山西、河南、重庆、云南、广西等 6 省市为 DEA 有效,占总数 25 %,北京、上海、湖北、湖南、江西 5 省市为弱 DEA 有效,占总数 20.8 %,其余为非 DEA 有效;第二阶段天津、河北、广东、福建、山西、江西、广西为 DEA 有效,占总数 29.16 %,其余为非 DEA 有效;第二阶段 DEA 有效与弱有效的区域比第一阶段少。

表 4 各阶段投入冗余与产出偏低的情况

第一阶段投入冗余或产出偏低的情况									
投入冗余情况	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	产出偏低情况		Y ₁₁	Y ₁₂
区域个数(个)	1	8	6	10	8	区域个数(个)		0	0
占的比重(%)	4.17	33.33	25	41.67	33.33	占的比重(%)		0	0
第二阶段投入冗余或产出偏低的情况									
投入冗余情况	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	产出偏低情况		Y ₂₁	Y ₂₂	Y ₂₃	Y ₂₄
区域个数(个)	6	7	7	区域个数(个)		5	6	13	14
占的比重(%)	25	29.17	29.17	占的比重(%)		20.83	25	51.67	58.33

由表 4 数据看出:第一阶段投入冗余比第二阶段多,但第一个阶段无产出偏低问题,而第二阶段产出偏低问题比较严重。

通过表 3 看出,第一阶段在经济技术发达的省市只有北京、上海弱 DEA 有效,第二阶段只有天津、福建 DEA 有效,而经济不发达地区占 DEA 有效的绝大部分,产生这种现象的原因需要今后进一步研究。

[参考文献]

1. 数据包络分析,魏全龄,中国人民大学出版社,2005
2. 基于 DEA 的国家创新能力分析,官建成,余进,研究与发展管理,2005 年 6 月,17(3),1 - 8
3. 我国区域技术创新效率:现状与原因,虞晓芬,李正卫,池仁勇,施鸣炜,科学学研究,2005 年 4 月,23(2),1 - 7
4. 基于投入与绩效评价的区域技术创新效率研究,池仁勇,唐根年,科研管理,2004 年 7 月,25(4),1 - 5
5. 东北老工业基地科技创新绩效分析,潘雄锋,科技与经济,2005 年第 2 期,18(104),1 - 4