

我国中部 6 省和京、沪、粤区域 技术创新绩效比较研究

罗亚非, 李敦响

(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100022)

摘要: 技术创新是经济增长的引擎。中部区域要实现经济崛起必须依靠技术创新。运用 DEA 方法对中部六省和京、沪、粤区域技术创新绩效进行分析, 探讨中部地区技术创新绩效相对较差的原因, 并提出一些改进意见。

关键词: 区域技术创新系统; 创新绩效; DEA 方法; 中部崛起

中图分类号: F127.6

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)01-0018-03

0 前言

2003 年, 我国经济发展进一步呈现出东部地区加速发展、西部地区积极推进、东北地区重振雄风, 而中部地区继续凹陷的格局, 被经济界人士形象地称为“东高、西起、中间凹”。为实现东、中、西部经济全面、协调、可持续发展, 温家宝总理在 2004 年的《政府工作报告》中提出了“中部崛起”的战略思想。截止目前, 国家指的中部省份是山西、安徽、江西、河南、湖北、湖南 6 省, 经济界称为中部凹陷地区也是指这 6 个省份^[1]。如何抓住这次机遇, 发挥自身优势, 加速发展, 在全国区域经济板块中实现赶超和崛起, 就成为当前中部 6 省必须思考的重大问题。

同时, 我们也注意到, 在激烈的国内外市场竞争条件下, 一些传统工业基础较好的地区, 尽管其拥有较好的资本原始积累, 却逐渐失去竞争优势。而另一些地区, 虽然缺乏工业基础和原始资本积累, 但通过不断地技术创新, 保持了持续快速发展能力, 原因在于区域技术创新效率。如果一个区域技术创新效率高, 则会通过创新要素的合理流动整合外部的创新资源。反之, 创新要素会流出区域。因此, 提高区域技术创新效率成为区域创新政策的重要内容^[2]。

从区界的角度看, 在不同的区划标准下, 经济区域的“区界”与行政区域的“区界”可能一致, 也可能不一致。本文所涉及的经济区域是建立在行政区域基础之上的, 因此二

者是一致的^[3]。据此, 本文运用 DEA 方法对中部 6 省和京、沪、粤区域技术创新绩效进行比较分析, 探讨中部地区技术创新绩效相对较差的原因, 并提出一些改进意见, 对中部六省抓住机遇, 实现“中部崛起”进行一些有益的思考和研究。

1 区域技术创新投入与产出评价指标

1.1 反映区域技术创新投入的指标

技术创新两个最基本的投入指标是 R&D 人员和 R&D 经费, 这两个指标被称为 R&D 投入。另外, 投入还包括一部分非 R&D 投入, 比如技术引进经费、设备购置和信息等

园”的定位基础上, 进一步“对接长珠闽, 融入全球化”, 加快南昌、九江、景德镇区域经济的发展, 利用靠近发达地区的优势, 大力发展赣州、上饶等城市; 山西应利用能源优势, 大力发展电力、机械、钢铁等产业, 利用丰富的特色农业资源和旅游文化资源发展旅游产业; 合肥应利用高校密集的优势, 在

强化农业基础地位的同时, 大力发展高科技工业, 通过信息化改造传统产业。

参考文献:

- [1] 王美华. 广东省主要城市综合经济实力的评价[J]. 中南工学院学报, 2000, (9): 74-78.
- [2] 欧俊豪, 马逢时, 姬孟祥. 城市综合经济实力的主成分分析[J]. 数理统计与管理, 1999, (3): 13

- 18.

- [3] 孙国锋, 刘葆金. 苏沪鲁浙粤五省市综合经济实力比较研究[J]. 南京农业大学学报(社科版), 2003, (1): 30-34.
- [4] 国家统计局. 中国统计年鉴(2004)[M]. 北京: 中国统计出版社, 2004.
- [5] 马庆国. 管理统计[M]. 北京: 科学出版社, 2002.

(责任编辑: 高建平)

收稿日期: 2005-10-08

作者简介: 罗亚非(1955-), 女, 湖南沅江人, 北京工业大学副教授, 研究方向为统计、科技管理与技术创新; 李敦响(1973-), 男, 河南郑州人, 北京工业大学研究生, 研究方向为战略管理与决策支持。

方面的内容。“但是科技物力资源、科技信息资源以及科技组织资源大都反映在科技人力资源和科技财力资源上,它们具有相对重要的地位和决定性的意义,是科技生产的基本要素和科技生产得以进行的先决条件^[6]。”基于这一认识,我们以科技活动人员(x_1)、科技经费内部支出(x_2)、R&D人员当量(x_3)和R&D经费(x_4)这4个指标作为区域技术创新的投入指标。

1.2 反映区域技术创新产出的指标

专利是发明人的重要智力劳动成果,对开发新产品、有效仿制、技术改造和专利申请等可提供技术信息,较接近创新的商业应用。因此,专利数据能较全面地反映各地区的发明和创新信息,专利常用来衡量地区创新能力和创新产出的指标^[6]。

论文是新知识的产生,是投入人力资源和财力资源进行R&D的结果。论文数据反映了一个地区创新主体的素质,是衡量创新能力和产出的主要指标^[6]。

地区技术市场合同成交金额和新产品销售收入反映技术创新对经济运行质量和效益的促进,这些指标的高低反映出一个地区的创新成果商业化应用和创新产品的市场成功,可作为创新产出的指标。

基于以上理由,本文选用国外三系统(SCI、EI和ISTP)收录科技论文数量(y_1)、专利授权量(y_2)、地区技术市场成交合同金额(y_3)和新产品销售收入(y_4)作为指标来衡量一个地区技术创新的产出。

2 我国中部6省和京、沪、粤区域技术创新绩效相对有效性评价模型

2.1 DEA模型简介

数据包络分析(Data Envelopment Analysis,简称DEA)是美国著名运筹学家A.Charnes和W.W.Cooper等学者于1978年,以相对效率为基础发展起来的一种效率评价方法。它不但可对同一类型的各决策单元(DMU)的相对有效性进行评定、排序,而且还可利用DEA“投影原理”进一步分析各决策单元非DEA有效的原因及其改进方向,从而为决策者提供重要的决策信息^[6]。

设有k个DMU,每个DMU有m种投入和n种产出,分别用不同的经济指标表示。 x_{ij} 表示第j个DMU第i种类型投入的投入总量, $x_{ij}>0$; y_{rj} 表示第j个DMU对第r种输出

的产出量, $y_{rj}>0$; v_i 表示第i种输入的一种度量(或称“权”), u_r 表示第r种输出的一种度量(或称“权”), $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$; $r=1, \dots, s$ 。其中 x_{ij} 、 y_{rj} 为已知数据, v_i 、 u_r 为变量。

对第 j_0 个DMU进行效率评价的原始DEA模型为(0 j_0 k):

$$\begin{cases} \max \eta = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \\ \text{s.t.} \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \geq \eta \quad j=1, \dots, n \\ u, v \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

由以上模型来评价DMU是否有效,是相对于其他所有DMU而言的。以上问题为分式规划,为了方便求解,引入非阿基米德无穷小量 ε (ε 为任意小正数,通常取0.00001)后,利用Charnes-Cooper变换可以得到等价的最终的线性规划问题(标准型):

$$\begin{cases} \min \theta - \varepsilon(s+s^*) \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^k x_{ij} \lambda_j + s = \theta x_{ij_0} \\ \sum_{j=1}^k x_{ij} \lambda_j - s^* = y_{rj_0} \\ \lambda_j \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, k \\ s \geq 0, s^* \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中, s 为各投入的松弛向量, s^* 为各产出的松弛向量; θ 、 λ_j ($j=1, 2, \dots, k$)、 s 、 s^* 为待估参数向量。

2.2 DEA模型的经济学意义^[7]

(1)DEA有效性。当 $\theta=1$ 时,称所对应的DMU为弱DEA有效,进一步如果成立 $S=S^*=0$,称该DMU为DEA有效——既是技术有效,又是规模有效;当 $\theta<1$ 时,称其为DEA无效——或不为技术有效,或不为规模有效。

(2)技术有效性。如果 $S=S^*=0$,则所对应的生产活动从技术角度看,资源获得了充分利用,投入要素达到最佳组合,取得了最大的产出效果,称其为技术有效;否则称技术无效。

(3)规模有效性。令 $K=\frac{1}{\theta} \sum \lambda_j$,称K为DMU的规模收益值,当 $K=1$ 时,该DMU规模有效; $K<1$ 时,规模收益递增; $K>1$ 时,规模收益递减。

(4)对于DEA无效的决策单元可以通过“投影定理”适当改进,使其转变为DEA有效。改进公式为:

$$\bar{X}=\theta X-S, \bar{Y}=Y+S^*$$

2.3 实例应用

区域技术创新系统是把人力资源和财力资源投入转化为创新系统的经济系统,利用DEA的C²R模型可以评价区域创新的规模和技术有效性。通过分析各创新投入的结构和相对冗余量,可以发现今后创新政策的制定方向,为创新政策制定提供理论的支持。

本文把区域技术创新系统看作4输入、4产出的决策单元(DMU)。针对DMU₀,建立C²R模型如下:

$$\begin{cases} \min \theta - 10^{-5}(s_1+s_2+s_3+s_4+s_1^*+s_2^*+s_3^*+s_4^*) \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^9 x_{1j} \lambda_j + s_1 = \theta x_{10} \\ \sum_{j=1}^9 x_{2j} \lambda_j + s_2 = \theta x_{20} \\ \sum_{j=1}^9 x_{3j} \lambda_j + s_3 = \theta x_{30} \\ \sum_{j=1}^9 x_{4j} \lambda_j + s_4 = \theta x_{40} \\ \sum_{j=1}^9 x_{1j} \lambda_j - s_1^* = y_{10} \\ \sum_{j=1}^9 x_{2j} \lambda_j - s_2^* = y_{20} \\ \sum_{j=1}^9 x_{3j} \lambda_j - s_3^* = y_{30} \\ \sum_{j=1}^9 x_{4j} \lambda_j - s_4^* = y_{40} \\ \lambda_j, s, s^* \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

利用我国中部6省和京、沪、粤区域技术创新数据见表1。

采用LINGO 8.0软件,对(3)式求解的结果见表2。

3 计算结果分析和政策建议

通过分析模型(3)的计算结果,可以发现我国中部6省和京、沪、粤区域技术创新的特点。各区域应根据其创新的特点,制定相应的区域创新政策。

(1)结果分析。北京、上海、广东作为发达的沿海地区,相对于中部6省其创新绩效好, $\theta=1$,并且 $S=S^*=0$,达到了DEA有效——既是技术有效,又是规模有效。这些区域创

表1 各区域技术创新系统原始指标数据

数据\区域	北京	上海	广东	山西	安徽	江西	河南	湖北	湖南
x_1 :人	257326	178875	267376	75889	88240	56124	143210	190840	103840
x_2 :万元	3931761	2533210	2913019	411544	655528	227367	644968	974939	659333
x_3 :人	114919	54749	86881	17183	23748	15335	41492	55509	29228
x_4 :万元	2195401	1102663	1564491	144131	256977	117173	293151	478834	262135
y_1 :篇	17586	7824	1996	583	2066	150	485	3013	1609
y_2 :件	6345	6695	22761	934	1419	1044	2590	2209	2347
y_3 :万元	2211738	1202170	684532	39014	75423	62891	178506	348603	323422
y_4 :万元	6397192	19523287	11677509	559669	2194558	871261	1896809	2505774	1660736

数据来源:《2003年科技统计年鉴》、《2004年科技统计年鉴》

表2 参数值

区域	北京	上海	广东	山西	安徽	江西	河南	湖北	湖南
θ	1	1	1	0.6952	1	0.8062	0.7461	0.8786	1
λ_1	1	0	0	0	0	0	0	0.1117	0
λ_2	0	1	0	0	0	0.0195	0.0271	0.0527	0
λ_3	0	0	1	0.0042	0	0.0352	0.0758	0.0110	0
λ_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0
λ_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
λ_9	0	0	0	0.3571	0	0.0473	0.2909	0.3819	1
s_1^-	0	0	0	14549.75	0	27422.1	51538.01	86896.96	0
s_2^-	0	0	0	38383.00	0	0	0	0	0
s_3^-	0	0	0	1142.114	0	6850.2	14386.84	20927.65	0
s_4^-	0	0	0	0	0	5400.86	68613.77	0	0
s_1^+	0	0	0	0	0	149.17	346.02	0	0
s_2^+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
s_3^+	0	0	0	79366.90	0	0	0	92838.9	0
s_4^+	0	0	0	82679.88	0	0	0	0	360.0

新人力和财力资源充足,新增人力和财力资源对区域创新的边际贡献小,所以这些区域应更加重视创新人力和财力的使用效率,而不是增加新的投入。

安徽创新绩效相对好, $\theta=1$, 并且 $S=S^*=0$, 也达到了 DEA 有效——既是技术有效, 又是规模有效。但这是由于该地区投入产出比较协调, 投入产出均偏低, 致使其产出位于生产前沿面上的结果。另外, 和发达地区相比, 该地区人力资源和财力资源相对缺乏, 资金和人才对技术创新系统的边际贡献率相对较高, 所以区域技术创新系统对资金和人才的使用率相对也较高。在制定创新政策时, 应加大人力、财力资源投入, 与此同时, 注重资源的使用效率。

湖南创新绩效相对也较好, $\theta=1$, 但 $S=0, S^*=0$, 只达到了 DEA 弱有效, 其规模收益值 $K=1$, 规模有效。从表 2 可以看出, s_4^- 即新产品销售收入产出不足。可见, 该区域

在加大人力和财力的投入的同时, 应注重投入的使用效率, 特别是科技成果转化成为生产力的能力。科技成果转化是提高区域技术创新效率的重要一环, 科技成果产业化能力强, 才能将投入的资源转化为经济效益。湖南区域技术创新产出中, 新产品销售收入不足, 也说明湖南生产能力不足, 是技术创新系统中最薄弱的环节。

山西、江西、河南、湖北创新绩效差, 其 θ 值分别为 0.6952、0.8062、0.7461、0.8786, 均为 DEA 无效的创新区域。其中 4 省的 S, S^* 不全为零, 均为技术无效; 4 省的规模收益值分别为 0.5511、0.1265、0.5278、0.6343, 均为规模收益递增, 新增人力和财力资源对区域创新绩效的边际贡献大。在制定创新政策时, 应着眼于加大创新区域内人力和财力资源的投入力度, 使之达到规模有效, 同时, 注重人力资源和财力资源的使用效率。

(2) DEA 无效的原因分析和改进。对于

区域技术创新效率 DEA 无效的山西、江西、河南、湖北来说, 从投入角度看, 其中山西的 s_1^-, s_2^-, s_3^- 不为零, s_4^- 为零, 说明在创新投入中相对于 R&D 经费 (x_4), 科技活动人员 (x_1)、科技经费内部支出 (x_2)、R&D 人员当量 (x_3) 相对过剩, 山西省技术创新活动中应加大研发 (R&D) 经费的投入力度; 江西、河南的 s_1^-, s_3^-, s_4^- 不为零, s_2^- 为零, 说明在创新投入中相对于科技经费内部支出 (x_2), 科技活动人员 (x_1)、R&D 人员当量 (x_3)、R&D 经费 (x_4) 相对过剩, 江西、河南两省技术创新活动中应加大科技经费投入的力度; 湖北的 s_1^-, s_3^- 不为零, s_2^-, s_4^- 为零, 说明相对于科技经费内部支出 (x_2)、R&D 经费 (x_4), 科技活动人员 (x_1)、R&D 人员当量 (x_3) 过剩, 从另一个角度反映出湖北省科技人力资源丰富, 而经费的相对不足, 制约了湖北省人力资源优势的发挥。

从产出角度来讲, 山西的 s_1^+, s_2^+ 为零, s_3^+, s_4^+ 不为零, 说明山西省地区技术市场成交合同金额 (y_3) 和新产品销售收入 (y_4) 相对不足, 也就是说, 科技成果转化的能力薄弱, 所以山西省要特别注重将科研成果转化为生产力, 创造出经济效益; 江西和河南 s_2^+, s_3^+, s_4^+ 为零, s_1^+ 不为零, 说明国外三系统 (SCI、EI 和 ISTP) 收录科技论文数量 (y_1) 相对不足, 也就是说, 两省高层次人才相对不足, 应注重高层次人才的培养和引进, 特别是学术带头人的引进工作; 湖北的 s_1^+, s_2^+, s_3^+ 为零, s_4^+ 不为零, 说明地区技术市场成交合同金额 (y_3) 相对不足, 也就是说, 湖北省应加强技术市场的建设工作, 注重将科研成果转化经济效益。

对中部 6 省区域技术创新相对效率按效率高低排序, 并计算其在生产前沿面上的投影, 就能得出各区域技术创新系统投入的可节约量以及产出的可增加量, 即它们与 DEA 有效区域相比差距在哪里。

从表 3 可以看出, 中部六省除安徽达到 DEA 有效外, 湖南增加新产品销售收入 360 万元即达到 DEA 有效, 湖北、江西、河南、山西 θ 值分别为 0.8786、0.8062、0.7461、0.6952, 距离生产前沿面有较大的距离。要达到规模有效和技术有效, 湖北省可将投入规模缩减为原来的 0.8786 倍, 然后将科技活动人员减少 110 065 人, 科技活动内部支出减少 118 358 万元, R&D 人员减少 27 666 人, R&D 经费减少 58130 万元, 同时将技术市场成交合同金额增加 92839 万元; 江西省可将

表3 中部6省与DEA有效的差距

区域	安徽	湖南	湖北	江西	河南	山西
θ	1	1	0.8786	0.8062	0.7461	0.6952
科技活动人员可节约量	0	0	110065	38299	87899	37681
科技经费内部支出可节约量	0	0	118358	44064	163757	163822
R&D人员当量可节约量	0	0	27666	9822	24922	6380
R&D经费可节约量	0	0	58130	28109	143045	43931
国外三系统收录科技论文数量可增加量	0	0	0	149	346	0
专利授权量可增加量	0	0	0	0	0	0
技术市场成交合同可增加量	0	0	92839	0	0	79367
新产品销售收入可增加量	0	360.0	0	0	0	82580

投入规模缩减为原来的0.8062倍,然后将科技活动人员减少38299人,科技活动内部支出减少44064万元,R&D人员减少9822人,R&D经费减少28109万元,同时将国外三系统收录科技论文数量增加149篇;河南省可将投入规模缩减为原来的0.7461倍,然后将科技活动人员减少87899人,科技活动内部支出减少163757万元,R&D人员减少24922人,R&D经费减少143045万元,同时将国外三系统收录科技论文数量增加346篇;山西省可将投入规模缩减为原来的0.6952倍,然后将科技活动人员减少37681人,科技活动内部支出减少163822万元,R&D人员减少6380人,R&D经费减少43931万元,同时将技术市场成交合同金额增

加79367万元,新产品销售收入增加82580万元。但需要指出的是,由于模型(3)是评价我国中部六省和京、沪、粤区域技术创新相对绩效,以上政策建议是相对于其他地区应当着重解决的问题,上述的调整并非指要在实际工作中将各种投入减少,而是要表明相对于京、沪、粤等沿海发达地区,中部六省离区域技术创新DEA有效的差距。发展才是硬道理,中部六省要进行有效创新,加大技术创新的投入是必不可少的,但也要进行调整,调整的目的只是使投入结构更合理,资源利用率更高。从前面的分析已知,安徽、湖南处于区域技术创新规模有效阶段,山西、江西、河南、湖北还处于区域技术创新规模收益递增阶段,所以一方面要加大投入的力度,另一方面还要调整投入结构,提高产出效率,使资源得到充分利用。

4 结语

技术创新是经济增长的引擎。中部区域要实现经济崛起必须依靠技术创新。中部区

域创新系统相对于京、沪、粤等沿海发达地区,无论从创新投入,还是从创新绩效来说,都存在着相当的差距。中部各区域在制定创新政策时应加大创新人力和财力资源的投入力度,调整投入结构,提高各种资源的利用率,通过创新要素的合理流动来整合创新资源,提高技术创新系统的创新绩效。只有充分发挥技术创新对区域经济增长的拉动作用,“中部崛起”才能早日实现。

参考文献:

- [1] <http://report.drc.gov.cn/drcnet>.
- [2] 迟仁勇,唐根年.基于投入与绩效的区域技术创新效率研究[J].科研管理,2004,(4):23-27.
- [3] 黄鲁成.关于区域创新系统研究内容的探讨[J].科研管理,2000,(2):43-48.
- [4] 李冬梅,李石柱.我国区域科技资源配置效率情况评价[J].北京机械工业学院学报,2003,(1):50-55.
- [5] 董丽娅.中国科技指标发展状况及关注的问题[J].科技管理研究,2001,(1).
- [6] 秦寿康等.综合评价原理与应用[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [7] 赵景仁,王斌会.运用C²R模型评价科技运行的相对有效性[J].科学与科学技术管理,2004,(1):37-39.

(责任编辑:赵贤瑶)

The Comparative Research on the Performance of Regional Technological Innovation among Six Provinces in the Middle Part of Our Country and Beijing、Shanghai、Guangdong

Abstract: The technological innovation is an engine of economic growth. In order to achieve growth of the economy, it must depend on technological innovation for six provinces in the middle part of our country. Based on the method of DEA, this paper analyses the performance of regional technological innovation among six provinces in the middle part of our country and Beijing, Shanghai, Guangdong, and probes into the reason for the comparatively worse performance of the regional technological innovation of the Middle Area. This paper also puts forward some improvement suggestions on how to seize the opportunity for six provinces in the middle part of our country, to realize "Central Rise".

Key words: regional technological innovation system; innovating performance; the method of DEA; central rise