

# 基于价值链的科技投入及成果转化效率分析

张运华

(江苏科技大学 经济管理学院,江苏 镇江 212003)

**摘 要:**运用基于价值链效率评价的DEA模型,对2003~2004年我国大陆31个省、自治区和直辖市的科技投入产出及科技成果转化效率进行了分析。分析结果表明:80.64%的地区在科技投入产出阶段是有效的,但仅有16.13%的地区在成果转化阶段是有效的。这一事实表明,相对于科技投入效率而言,科技成果的转化效率更应引起重视;同时,忽略中间变量的科技投入及成果转化的整体有效性,并不意味着在科技投入产出及科技成果转化两个阶段的有效性。

**关键词:**科技投入;成果转化;价值链

中图分类号:G311

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)12-0186-04

## 0 引言

一般而言,科技资源的投入效率可以从两个方面来衡量,其一是科技投入的产出效率,其二是科技产出的转化效率。前者是科技投入和科技产出之间的效率测度,后者是科技产出与科技成果转化之间的效率测度。不少学者的研究表明,科技投入与科技产出之间存在着较明显的正相关关系,即投入增加,其产出如论文和专利数等也相应增加。这种正相关关系是客观存在的,但是其投入的效率却随经费的投入结构、科研人员的结构与工作效率等方面的变化而变化。因此,不仅仅应关注科技投入的总量,更应关注科技投入的结构和科技资源的优化配置。

现有文献对科技投入的产出效率及科技成果的转化效率两个方面已有了很好的研究基础。在科技投入的产出效率方面,主要是应用数据包络分析的方法进行效率评估,如姜秀山<sup>[1]</sup>、孙宝凤<sup>[2]</sup>、许治<sup>[3]</sup>、张首魁<sup>[4]</sup>;在科技成果的转化方面,主要是应用定性分析的方法对科技成果的转化

效率及存在的问题进行分析,如姜波<sup>[5]</sup>、王生林<sup>[6]</sup>等。国外也有应用随机前沿生产函数的方法进行科技成果转化效率分析的,如 Siegel Aibertn<sup>[7]</sup>等。上述文献主要是分阶段地单独分析科技投入的产出效率或者科技成果的转化效率,将两个阶段放在一个统一的分析框架下分析,尤其是从价值链的角度同时分析科技投入产出及成果转化的整体效率方面的文献还没有读到。

## 1 研究方法

价值链的概念由 Michael E. Porter 于 1985 年提出并在随后得到了极大的发展,其概念被进一步发展并应用于诸多行业的分析。如 Phillip Olla 从价值链的角度分析了移动通讯产业的情况<sup>[8]</sup>,HenriC.Dekker 则分析了公司间的价值链关系<sup>[9]</sup>。本文将科技投入的产出变量同时作为科技转化的投入变量,试图从价值链的角度分析我国科技投入及成果转化的效率问题。

在相对效率的测度中,数据包络分析(DEA)是分析决

### 参考文献:

- [1] 黄燕. 产业素质升级——以南中国经济增长带中的闽粤赣为例[M].北京:经济管理出版社,2003:34.
- [2] 胡艳. 我国中部地区产业弱质分析与政策建议[J]. 经济纵横,2004(7):5-7.
- [3] 何凤霞. 区域产业素质与产业结构升级关系实证分析[J]. 商业时代,2007(9):81-82.
- [4] 何维达,吴玉萍,刘春波. 我国区域产业素质水平的综合评价[J]. 统计与决策,2006(7):86-87.

- [5] 何晓群. 现代统计分析与应用[M].北京:中国人民大学出版社,1998:289-333.
- [6] 国家统计局. 中国高技术统计年鉴——2006[M].北京:中国统计出版社,2006.
- [7] 吉林省统计局. 吉林统计年鉴 1997-2005[M].北京:中国统计出版社,2005.
- [8] 冯英娟,滕福星. 吉林省高技术产业竞争力提升对策研究[J]. 城市经济,2007(3):93-98.

(责任编辑:赵贤瑶)

收稿日期:2007-06-11

作者简介:张运华(1975~),男,湖北仙桃人,博士,江苏科技大学经济管理学院讲师,研究方向为资源经济、技术经济。

策单元投入产出效率的重要工具之一。根据 Charnes, Cooper 和 Rhodes<sup>[10]</sup>及 Banker, Charnes 和 Cooper<sup>[11]</sup>的研究成果,基于投入角度和基于产出角度的 DEA 模型如下式(1)及(2)所示:

$$\begin{aligned} \theta^* &= \min_{\pi_j, \theta} \theta & \phi^* &= \max_{\pi_j, \theta} \theta \\ \text{s.t.} & & \text{s.t.} & \\ \sum_{j=1}^n \pi_j x_{ij} &\leq \theta x_{i_0}, i=1, K, m, (1) & \sum_{j=1}^n \pi_j x_{ij} &\leq x_{i_0}, i=1, K, m, (2) \\ \sum_{j=1}^n \pi_j y_{rj} &\geq y_{r_0}, r=1, K, s & \sum_{j=1}^n \pi_j y_{rj} &\geq \phi y_{r_0}, r=1, K, s \\ \sum_{j=1}^n \pi_j &= 1 & \sum_{j=1}^n \pi_j &= 1 \\ \pi_j &\geq 0, j=1, K, n & \pi_j &\geq 0, j=1, K, n \end{aligned}$$

如果分阶段单独地分析科技投入的产出效率或者科技成果的转化效率,上式(1)及(2)是主要的分析方法之一。已有的很多研究采用的就是这种传统的 DEA 分析方法。但是由于在价值链体系中存在中间变量,传统的 DEA 方法不能直接应用于价值链的评价,需要对原有的规划模型进行调整。本文主要应用 Yao Chen & Joe Zhu<sup>[12]</sup>的方法对科技投入及转化的绩效进行评价。根据 Yao Chen & Joe Zhu(2004),价值链效率评价的 DEA 模型如下式(3)所示:

$$\begin{aligned} \min & w_1 \alpha - w_2 \beta \\ \text{s.t.} & \\ & (stage 1) \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \alpha x_{i_0} \quad i=1, 2, L, m \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j z_{dj} \geq \tilde{z}_{d_0} \quad i=1, 2, L, D \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 \quad j=1, 2, L, n \\ & (Stage 2) \\ & \sum_{j=1}^n \mu_j z_{dj} \geq \tilde{z}_{d_0} \quad d=1, 2, L, D \\ & \sum_{j=1}^n \mu_j y_{rj} \geq \beta y_{r_0} \quad r=1, 2, L, s \\ & \sum_{j=1}^n \mu_j = 1 \\ & \mu_j \geq 0, \quad j=1, 2, L, n \\ & \beta \geq 1 \end{aligned} \tag{3}$$

式中,  $w_1$  和  $w_2$  是自定义的权重,反映了评价者对两个阶段绩效重要性的偏好程度。符号~代表未知的决策变量,而  $\alpha$  与  $1/\beta$  则分别表示两个阶段的相对效率。

上式(3)可以从两个方面解释如下:①当我们评价科技的投入效率时,希望投入量越少越好。例如,给定论文等发表数量,我们的目标是测算一个地区的科技投入量相对

表 1 各地区科技投入产出及成果转化状况

地区	R&D 人员 (万人/年)	R&D 经费 (亿元)	专利申 请授权 量(项)	万名 R&D 活动人员 科技论文 数(篇)	R&D 技术市 场成交 合同金 额 (亿元)	高技术产 业规模以 上企业增 加值 (亿元)	万名 R&D 活 动人员向国 外转让专利使用 费和特许费 (万美元)
北京	10.99	256.25	9005	3614.2	425	315.1	386.73
天津	2.88	40.43	2578	2600.67	45.03	371.6	138.5
河北	3.44	38.05	3407	1800.05	7.27	77.7	8.42
山西	1.85	15.83	1189	1840.61	6	23.9	9.74
内蒙古	0.87	6.39	831	1465.58	10.41	32.2	10.36
辽宁	5.6	82.97	5749	1962.66	75.28	148.5	11.42
吉林	1.95	27.8	2145	2583.64	10.79	62.6	26.69
黑龙江	3.46	32.68	2809	2054.57	12.57	50.2	0.87
上海	5.62	128.92	10625	3662.63	171.7	601.1	173.1
江苏	9.81	150.46	11330	2195.83	89.79	1032.1	31.51
浙江	4.66	75.23	15249	2773.97	58.15	314.2	20.82
安徽	2.51	32.42	1607	2572.59	9.07	42.6	23.9
福建	2.66	37.5	4758	1811.43	14.14	289.6	24.8
江西	1.7	16.98	1169	2602.47	9.37	51.6	2.35
山东	7.83	103.84	9733	1947.1	75.09	358.7	11.12
河南	4.07	34.19	3318	2253.94	20.32	80.6	4.17
湖北	5.19	54.82	3280	3250.03	46.17	87.1	2.31
湖南	2.7	30.09	3281	3835.84	40.83	61.7	5.93
广东	9.38	179.84	31446	2124.99	57.27	1880	375.22
广西	1.32	11.24	1272	2435.6	9.1	34.6	7.58
海南	0.1	1.21	278	4903.85	0.19	10.5	0
重庆	1.77	17.44	3601	4112.94	59.62	42	2.82
四川	5.79	79.42	4430	1918.19	16.56	143.5	24.19
贵州	0.86	7.89	737	2216.11	1.35	43.7	422.12
云南	1.29	11.01	1264	2619.95	21.56	22.2	1.55
西藏	0.06	0.31	23	2398.7	13.91	2.5	0
陕西	5.42	67.99	2007	2982.55	13.91	134.5	5.35
甘肃	1.69	12.77	514	2248.93	11.96	15.1	2.37
青海	0.23	2.41	70	2211.92	1.28	3.6	0
宁夏	0.27	2.38	293	1935.25	1.28	4.7	55.19
新疆	0.53	3.8	792	3968.13	13.34	3.2	1.87

于最好的地区而言能否进一步减少;②当我们评价一个地区的科技成果转化效率时,我们希望在给定科技成果的前提下,最大化科技成果的转化效率。例如,给定一个地区的科技成果,我们的目标是测算该地区能否进一步地增加其科技成果的转化效率。因此,上式通过一个线性规划的问题同时描述了地区的科技投入效率及科技成果转化效率。

根据 Yao Chen & Joe Zhu(2004),存在如下结论:

(1)如果中间变量同时被视为投入量和产出量,那么,模型(1)的最优值必定等于 1。

(2) 如果  $\alpha^* = \beta^* = 1$ , 那么必定存在一个最优解使得  $\lambda_{jo}^* = \mu_{jo}^* = 1$ , 此处 \* 代表式(3)的最优解。

(3) 如果  $\alpha^* = \beta^* = 1$ , 那么存在  $\theta^* = \phi^* = 1$ , 此处  $\theta^*$  和  $\phi^*$  分别是可变规模报酬下基于投入和基于产出的 DEA 模型的最优解(即式(1)与式(2)的最优解)。

## 2 数据及其处理

本文主要使用的数据是 2003~2004 年我国大陆 31 个省、自治区和直辖市的科技投入产出及科技成果转化数据, 所有数据均来源于中国科技促进发展研究中心及 2006 年科技统计资料汇编。考虑到科技投入产出存在的时滞, 在具体分析中科技投入量指标采用 2003 年的数据, 科技产出指标及科技成果转化指标采用 2004 年的数据。本文使用的科技投入和产出变量具体如下:

(1) 科技投入变量。科技投入变量主要有 R&D 人员及 R&D 经费投入量。

(2) 科技产出变量。主要有专利申请授权量及万名 R&D 活动人员科技论文数。

(3) 科技成果转化变量。主要用技术市场成交额、万名 R&D 活动人员向国外转让专利使用费和特许费及高技术产业规模以上企业值 3 个指标衡量。

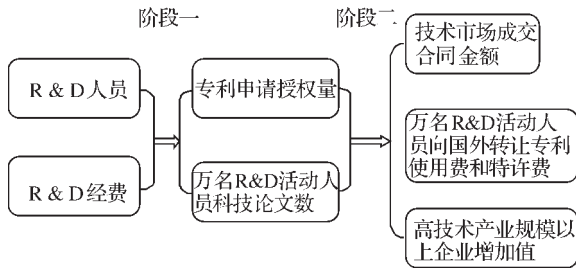


图 1 分阶段的产出效率和转化效率

## 3 实证结果及讨论

为了清楚地分析科技投入产出效率及科技成果转化效率, 本文利用模型(1)、模型(2)分别对阶段一的科技投入的产出效率、阶段二的科技成果的转化效率进行了测算。同时, 作为对比, 本文还利用阶段一的科技投入变量作为投入量、阶段二的科技成果转化变量作为产出量, 并利用模型(1), 对从科技投入到成果转化的整体效率进行了分析。具体测算结果如表 2 所示。

表 2 中最后三列的相对效率都是在传统的 DEA 模型下测算的结果, 分别为在第一阶段中基于模型(1)、在第二阶段中基于模型(2)的相对效率及以第一阶段的科技投入变量、第二阶段的成果转化变量分别作为投入量和产出量, 并且基于模型(1)的整体相对效率。表 2 最后三列的相对效率测算结果清楚地表明了两个重要结论: 第一, 无论是从分阶段的效率来看, 还是从整体效率来看, 全国各地科技投入产出效率最高的地区和最低的地区相比, 相差十分悬殊; 第二, 北京、天津、上海、重庆等地区科技投入整

表 2 各地区科技投入及成果转化的相对效率

地区	价值链模型			DEA	
	$\alpha^*$	$\beta^*$	$\theta^*$	$\phi^*$	overall
北京	0.24553	1.00000	0.24553	1.00000	1.00000
天津	0.81719	1.55296	0.31049	1.00000	1.00000
河北	1.00000	9.74484	0.43485	3.91302	0.19713
山西	1.00000	14.86244	0.35751	4.05682	0.15189
内蒙古	1.00000	4.38576	0.61204	1.00000	0.49904
辽宁	0.90108	4.52954	0.34010	1.35004	0.43059
吉林	1.00000	7.90237	0.37489	4.46153	0.22252
黑龙江	1.00000	11.22382	0.41529	4.74690	0.14906
上海	0.69311	1.37358	0.56597	1.21344	1.00000
江苏	0.37087	1.00000	0.37087	1.00000	0.81233
浙江	1.00000	3.20045	1.00000	3.20045	0.57608
安徽	1.00000	11.44997	0.23911	4.57753	0.13215
福建	1.00000	2.60161	0.62141	1.43559	0.74035
江西	1.00000	7.84140	0.32755	3.15165	0.29476
山东	1.00000	3.02485	0.46093	1.17738	0.52157
河南	1.00000	7.20328	0.46966	3.67591	0.25627
湖北	1.00000	6.87822	0.29010	2.72432	0.31223
湖南	1.00000	5.90094	0.52946	3.32369	0.45127
广东	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
广西	1.00000	7.35842	0.53958	4.16362	0.30158
海南	1.00000	3.74645	1.00000	3.74645	0.99712
重庆	1.00000	2.98002	1.00000	2.98002	1.00000
四川	1.00000	7.76204	0.27289	2.72364	0.17367
贵州	0.43749	1.00000	0.43749	1.00000	1.00000
云南	1.00000	5.01724	0.54730	2.98674	0.38741
西藏	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000
陕西	1.00000	8.07614	0.14287	2.14953	0.19021
甘肃	1.00000	9.80530	0.18502	2.06869	0.11862
青海	1.00000	18.01718	0.29292	1.00000	0.28461
宁夏	1.00000	5.09264	0.53919	1.00000	0.60961
新疆	1.00000	3.73697	0.97907	3.68109	0.12446

体效率最高, 但从分阶段的效率来看, 这些地区并没有在两个阶段均表现出较高的相对效率。也就是说, 较高的整体效率并不表明在科技投入产出及科技成果转化两个阶段均有较高的效率, 因此整体高效并不意味着分阶段的高效。这也从一个侧面反映出传统的 DEA 在反映科技投入转化效率方面可能存在的缺陷。

模型(1)及模型(2)的最优值, 即  $\theta^*$  与  $\phi^*$  反映的是科技投入及成果转化两个阶段单独分析时的相对效率问题, 而模型(3)中的  $\alpha^*$  及  $\beta^*$  反映的则是在科技投入及成果转化同时考虑时两个阶段的相对效率问题。模型(3)实际上提供了一个改进效率的途径。如北京、天津、重庆地区在整体上都有效率的, 但在中间投入阶段并非均为有效的。这些地区可以通过改进中间变量的管理、投入等, 以使中间变量亦处于前沿进而进一步改进效率。这种改进也体现在  $\alpha^*$  及  $\beta^*$  这两个反映相对效率的变量上。例如就山西省

而言,  $\alpha^*$  及  $\beta^*$  分别为 1 及 14.86, 因而其在两个阶段上的相对效率分别为 1 和 0.067, 表明其科技投入的成果产出效率较高, 但成果转化效率较差。实际上, 模型(3)不仅能够测算相对效率, 而且能够计算出中间变量的最优值, 即本文中专利申请授权量及万名 R&D 活动人员科技论文数这两个变量的最优值。根据模型(3)的计算结果, 上海市这两个变量的最优值分别为 13 024.87 件及 2 822.91 篇, 而这两个变量的实际值分别为 10 625 件及 3 662.63 篇。并且其在第一阶段的参照基准为广东及海南, 权重分别为 0.409 和 0.591, 在第二阶段的参照基准为北京、江苏和广东, 其权重分别为 0.449、0.415 及 0.136。

表 2 的第二及第三列反映的是模型(4)在权重  $\omega_1=\omega_2=1$  的假定下的效率值。计算结果表明: 广东、西藏两个地区在阶段一(科技投入产出阶段)及阶段二(科技成果转化阶段)这两个阶段都是有效率的; 包括河北、山西、内蒙古等在内的大多数地区在科技投入产出阶段达到 100% 的效率, 但在科技成果转化阶段表现出低效率; 北京、江苏、贵州 3 个地区在科技成果转化阶段取得了 100% 的效率, 但在科技投入产出方面效率相对较低; 剩余的 3 个地区即天津、辽宁及上海则在两个阶段均表现出了相对的低效。从全国范围来看, 上述研究表明, 80.64% 的地区在科技投入产出阶段是有效的, 但仅有 16.13% 的地区在成果转化阶段是有效的。这一事实表明, 相对于科技投入效率而言, 科技成果的转化效率更应引起重视。加强对科技成果转化工作的管理, 建立良性的科技成果转化机制显得更为迫切。

#### 4 结论

加大科技投入力度以增强自主创新能力是调整结构、转变经济增长方式的重要支撑, 是建设资源节约型、环境友好型社会的重要支撑, 因此科技投入问题一直是政府部门及众多学者关注的热点。但就目前而言, 加强对科技成果转化工作的管理, 建立完善良性的科技成果转化机制, 显得更为迫切。本文运用基于价值链的 DEA 模型分析表明: 从全国范围来看, 80.64% 的地区在科技投入产出阶段是有效的, 但仅有 16.13% 的地区在成果转化阶段是有效

的。因此至少目前而言, 加强科技投入固然重要, 但科技成果转化效率问题更应引起重视。

#### 参考文献:

- [1] 姜秀山, 祝甲山. 改进的 DEA 方法及其在测算科技进步速度中的应用[J]. 数量经济技术经济研究, 2000(5): 61-64.
- [2] 孙宝凤, 李建华, 杨印生. 运用 DEA 方法评价地区科技资源配置的相对有效性[J]. 数理统计与管理, 2004(2): 53-59.
- [3] 许治, 师萍. 基于 DEA 方法的我国科技投入相对效率评价[J]. 科学学研究, 2005, 23(4): 481-484.
- [4] 张首魁, 曹钢. 基于 DEA 的我国西部省份科技与经济协调发展研究[J]. 科技进步与对策, 2006(1): 66-68.
- [5] 姜波. 科技成果转化过程中的风险与对策研究[J]. 科技与管理, 2004(2): 54-57.
- [6] 王生林, 马丁丑. 农业科技成果转化的经济学分析与思考[J]. 农业技术经济, 2006(2): 54-57.
- [7] SIEGEL ALBERT N, LINK & DONNARD S. Generating Science-Based Growth: An Econometric Analysis of the Impact of Organizational Incentives on University-Industry Technology Transfer [J]. The European Journal of Finance, 2005, 11(3): 169-181.
- [8] PHILLIPOLLA NANDISHV. PATEL. A Value Chain Model for Mobile Data Service Providers [J]. Telecommunications Policy, 2002, 26: 551-571.
- [9] HENRIC. DEKKER. Value Chain Analysis in Interfirm Relationships: A Field Study [J]. Management Accounting Research, 2003(14): 1-23.
- [10] CHARNES A., W. W. COOPER and E. RHODES. Measuring Efficiency of Decision Making Units [J]. Journal of Operations Research. 1978(2): 429-444.
- [11] BANKER R. D., CHARNES, A. and COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis [J]. Management Science, 1984, 30: 1078-1092.
- [12] YAO CHEN JOE ZHU. Measuring Information Technology's Indirect Impact on Firm Performance [J]. Information Technology and Management, 2004, 5(Issue 1-2): 9-22.

(责任编辑: 高建平)

## The Analysis on the Investment in Science & Technology and the Transformation Efficiency of Achievements Based on Value Chain

**Abstract:** Based on the value chain efficiency DEA model, the paper analysed the relative efficiency of investment in science & technology as well as the relative transformation efficiency of scientific and technological achievements from 2003 to 2004 in China. The analysis showed that 80.64% of the areas was effective in the stage of investment in science & technology, however, only 16.13% of the area was effective in the transformation stowed. The facts showed that, compared with the efficiency of the investment in science & technology, the transformation of scientific and technological achievements should pay more attention. Meanwhile, the overall effectiveness of the investment & transformation of scientific and technology achievements did not mean the effectiveness in both stages.

**Key Words:** Investment in Science & Technology; the Transformation of Achievements; Value Chain