

安徽省高技术产业技术创新效率研究 ——基于 DEA 模型

金余泉, 韩东林

(安徽大学 商学院, 合肥 230039)

摘要: 本文利用 DEA 模型对 2004—2008 年安徽省高技术产业相关行业的技术创新效率进行了动态研究。结果显示, 近年来安徽省高技术产业的整体创新效率水平较高, 但依然存在较大的提升空间, 且存在一定的波动性, 同时产业内部的电子及通讯设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业的效率水平较低, 甚至呈下降趋势。

关键词: 高技术产业; 技术创新; 创新效率; DEA; 安徽省

中图分类号: F297.27 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-980X(2010)11-0055-04

20 世纪 80 年代以来, 高技术产业的发展逐渐成为推动国家经济增长的重要源泉。安徽省经济基础薄弱, 高技术产业发展起步晚、规模小、发展水平低, 甚至还存在产、学、研严重脱节等情况, 未能成为推动区域经济增长的重要力量。为改善这种局面, 实现中部崛起战略目标, 切实提高经济发展水平, 中央及省政府近年来颁布了一系列的政策措施和文件, 明确要求以科技促进经济增长, 建立科技创新型省份。特别是合芜蚌自主创新综合配套改革试验区以及皖江城市带承接产业转移示范区通过政府的认定、落实及建设, 这将大大推动安徽省高技术产业的发展, 促进经济社会的发展。因此, 对安徽省高技术产业技术创新能力和效率进行科学的评价和研究, 有助于发现高技术产业的发展规律, 提升高技术产业发展水平, 带动整个经济社会的发展。

1 文献回顾

通过检索文献可以看出, 近年来国内外针对高技术产业的研究多偏向于产业生产绩效或效率研究。如: Henny、Mike 利用多元回归分析建立了高技术产业绩效与效率的模型^[1]; Neelankavil 等利用 Granger 因果关系分析了高技术产业效率^[2]; Caimon 通过产品周期模型分析对高技术产业效率进行了考察^[3]。

相对国外而言, 国内针对技术创新效率方面的

研究较多。如张倩男、赵玉林通过构建高技术产业技术创新能力评价指标体系, 利用 Delphi 法和层次分析法确立各指标权重, 分析了我国高技术产业技术创新能力, 结果认为高技术产业内部行业间的技术创新能力具有差异性, 并针对这些差异性提出了相应对策^[4]。郑坚、丁云龙根据创新投入要素与产出结果的不同形式将高技术产业技术创新过程划分为两个不同阶段, 并在此基础上构建新的高级水产业技术创新效率评价指标体系^[5]。韩颖等利用 DEA 方法对我国 29 个工业产业的技术创新效率进行了分析, 发现我国工业产业的技术创新效率普遍较低, 规模收益状况不理想, 投入冗余较多^[6]。还有一些学者针对我国高技术产业进行了宏观层面分析, 但大多数研究偏向于整个高技术产业或产业内不同行业生产绩效研究, 涉及技术创新效率的研究颇少, 在此不作赘述。也有学者对我国区域性和微观层面的技术创新效率进行了研究。如李晓钟、张小蒂以江浙地区技术创新的“效率悖论”为切入点, 在分析和比较江浙地区技术创新模式特点的基础上, 利用回归分析方法揭示了两区域的效率差异并解释了“效率悖论”问题。结论认为, 通过制度和市场机制层面以及区域技术创新网络的建设可以提升区域技术创新效率^[7]。黄永兴、张国庆运用因子分析法测算了安徽省高技术产业技术创新效率, 结果发现技术创新效率与产业技术含量水平呈反比关

收稿日期: 2010-07-17

基金项目: 2009 年安徽省软科学项目“合芜蚌自主创新试验区财税激励政策研究”(09030503046); 安徽大学“211 工程”三期重点项目“经济学与安徽经济社会发展”和安徽大学学术创新团队计划“技术创新与管理”资助(SKTD007B)

作者简介: 金余泉(1987—), 男, 安徽安庆人, 安徽大学商学院技术经济及管理专业硕士研究生, 研究方向: 技术创新与投资; 韩东林(1968—), 男, 安徽霍邱县人, 安徽大学商学院副教授, 硕士生导师, 经济学博士后, 研究方向: 技术创新投资评价。

系,从而认为安徽省高技术产业技术创新还处于起步阶段^[8]。但该研究仅仅采用一个年度的样本数据来进行分析,没有对高技术产业技术创新效率进行动态分析。王珊、章守明利用 DEA 模型对浙江省高技术产业技术创新效率进行了实证研究并进行客观评价^[9]。柯涛等从专利信息分析角度出发,对广西省汽车产业技术创新能力进行了剖析,发现广西汽车产业存在专利拥有量少、专利价值低、核心专利少且分散、优势技术地位不牢、技术创新能力薄弱等问题,据此并结合实际情况提出了一些建议^[10]。

通过对相关文献的整理可以看出,在产业技术创新效率分析方面,宏观层面上学者们多偏向于定性研究,少数定量研究主要采用 DEA 方法;区域和微观层面上虽然也有部分研究,但多偏重于静态研究。鉴于此,本文利用 DEA 模型对 2004—2008 年安徽省高技术产业技术创新效率进行动态分析,以期发现高技术产业整体技术创新效率的发展趋势和不同行业间的相对效率高低,探寻其中原因,为今后安徽省高技术产业技术创新与发展提供相关建议。

2 评价指标体系及模型构建

2.1 评价指标体系

技术创新效率评价主要是通过对技术创新投入和产出之间相对有效性进行比较,从而确定效率水平。高技术产业投入要素主要包括资本和人力因素。参照郑坚等所构建的我国高技术产业技术创新效率评价指标体系,同时考虑到数据相关性和可获得性等因素,本研究主要以科技活动内部支出费用和 R&D 内部支出费用作为资本投入因素,以科技活动人员数和 R&D 人员折合当时全量作为人力投入因素。产出方面,高技术产业技术创新主要体现在新产品以及专利方面,因此主要选取新产品销售收入、新产品产值、专利申请数和自主发明专利数作为产出指标。具体见表 1。

2.2 模型建立

本文采用 DEA 模型对安徽省高技术产业技术创新效率进行分析。DEA 最初由运筹学家 Charnes、W. W. Cooper 和 E. Rhodes 于 1978 年首先提出,是使用数学规划模型,以相对效率概率为基础,用来研究具有相同类型的多个输入与输出部门或单位间相对有效性的一种非参数方法。每个部门或单位为决策单元(DMU),通过对每个决策单元间投入与产出指标为变量的综合评价来确定决策单元的有效性与效率水平,同时能够通过投影方法指出非 DEA 有效和弱 DEA 有效的原因及改进方向和程度。

表 1 技术创新效率评价指标体系

一级	二级	三级
投入指标	资本投入指标	科技活动经费内部支出 X_1 (万元)
		R&D 经费内部支出 X_2 (万元)
	人力投入指标	科技活动人员数 X_3 (人)
		R&D 人员折合当时全量 X_4 (人年)
产出指标	新产品产出指标	新产品销售收入 Y_1 (万元)
		新产品产值 Y_2 (万元)
	专利产出指标	专利申请数 Y_3 (项)
		发明专利专利拥有数 Y_4 (项)

DEA 的一般模型为:假设 n 个需要评价的决策单元 DMU,每个决策单元分别有 m 项输入指标和 s 项产出指标。令 $X_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}) (i = 1, 2, \dots, n)$ 为第 i 个决策单元的投入指标向量,其中, x_{mi} 为第 m 项投入指标投入值, Y_i 为第 i 各决策单元的产出指标向量, $Y_i = (y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{si}) (i = 1, 2, \dots, n)$,其中 y_{si} 为第 s 项产出指标产出值。

对于某个选定的决策单元 DMU_0 ,判断其 DEA 是否有有效的 C^2R 模型一般对偶规划形式为:

$$\begin{aligned} \min & \theta \\ \text{s. t. } & \sum_{i=1}^n X_i \lambda_i - s^- = \theta X_0 \\ & \sum_{i=1}^n Y_i \lambda_i - s^+ = Y_0 \\ & \lambda_i \geq 0, s^+ \geq 0, s^- \geq 0 (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

其中, s^+ 与 s^- 为松弛变量,分别表示产出不足与投入冗余值。若 $\theta = 1$,则说明该决策单元弱 DEA 有效;若 $\theta = 1$,且 $s^+ = s^- = 0$,则说明该决策单元 DEA 有效;若 $\theta < 1$,则说明该决策单元 DEA 无效。在实际研究过程中,由于决策单元数目和投入产出指标数目比较繁多,因此往往需要通过专业软件进行具体计算,并通过对软件计算结果进行相应分析得出结论。具体过程待后文继续分析,此处不再详述。

3 实证及结果分析

3.1 数据说明

基于所构建的技术创新效率评价指标体系,本文选取 2004—2008 年安徽省高技术产业相关指标数据为样本数据。同时,根据《中国高技术产业统计年鉴》的划分标准,高技术产业内部又细分为医药制造业(H_1)、航空航天制造业(H_2)、电子及通讯设备制造业(H_3)、电子计算机及办公设备制造业(H_4)和医疗设备及仪器仪表制造业(H_5)等行业,因而本文选取这 5 类主要行业进行具体分析。数据资料来源于《2009 年中国高技术产业统计年鉴》。表 2 列

示了 2004—2008 年安徽省高新技术产业相关行业的 指标数据^①。

表 2 2004—2008 年安徽省高新技术产业各行业投入产出指标数据

年份	行业	投入产出指标							
		Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	X_1	X_2	X_3	X_4
2004	H_1	34336 4	34503 7	6	6	6660 8	3157 6	1049	298 32
	H_2	9435 4	10053 7	7	3	1512 3	1091 5	254	103
	H_3	71555 4	76186 5	5	13	20207 2	1878 5	969	98 08
	H_4	56 7	68 1	8	4	41 8	45	20	10
	H_5	37960 8	39837	6	6	3173 2	883	362	111 25
2005	H_1	42823 4	49159 3	10	13	9355 2	1551	1253	247 42
	H_2	61371 4	61774 5	12	3	16454 5	11111 8	603	469 55
	H_3	228422 2	48659 2	11	10	20114 8	4745 1	953	389 19
	H_4	75	86	10	4	50 8	50 8	18	12
	H_5	15694 5	17301 3	10	8	2208 8	1251 8	419	285 92
2006	H_1	64213 3	65900 6	6	16	9503 8	5768 9	1060	445 93
	H_2	42068 2	42266 5	1	2	18960 7	979 4	600	105
	H_3	259145 8	77408 1	14	8	33320 5	5671 6	1765	418 33
	H_4	16441 5	17045 2	12	5	1786 9	859	264	80
	H_5	49407	50925	3	7	6436 5	5502 2	655	414 74
2007	H_1	90799 6	96255 6	10	26	15525 5	7734 6	1672	522 69
	H_2	82050	82598	4	4	11687 6	2189 6	756	297
	H_3	180103	185213 6	39	38	84116 4	14291 9	2619	1256
	H_4	14345 2	16652 3	10	5	3146 5	1054 3	282	50
	H_5	81644 4	84768	9	6	12644 4	3365 8	737	284 13
2008	H_1	123450 9	133803 8	48	39	23368 1	16661 4	2654	1080 53
	H_2	65491 4	71797 6	30	1	11741 3	1515 4	880	208 14
	H_3	118357 5	123905 6	74	95	65666 8	24295 8	4418	1829 74
	H_4	5394 3	6041 6	17	16	4252 9	468 2	450	93
	H_5	57418 4	59859 8	16	14	12852 1	6200 9	1284	662

数据来源: 根据《2009 年中国高新技术产业统计年鉴》整理得到。

3 2 结果分析

按照判断 DEA 是否有效的 C^2R 模型一般对偶形式, 将数据代入模型, 并利用 DEAP2 1 软件对模

型进行计算, 具体内部算法采用多阶段算法, 最终得出的结果见表 3。

表 3 2004—2008 年安徽省高新技术产业的技术创新效率

行业	2004 年		2005 年		2006 年		2007 年		2008 年	
	技术效率	规模效率	技术效率	规模效率	技术效率	规模效率	技术效率	规模效率	技术效率	规模效率
H_1	0 432	0 906	1 000	1 000	0 912	0 912	1 000	1 000	1 000	1 000
H_2	0 546	0 997	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
H_3	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	0 986	0 986	0 860	0 860
H_4	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
H_5	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	0 869	0 958
均值	0 796	0 981	1 000	1 000	0 982	0 982	0 997	0 997	0 946	0 964

注: 鉴于综合效率= 技术效率× 规模效率, 因此表 3 只给出了技术效率和规模效率。

从表 3 可看出, 安徽省高新技术产业的整体效率水平在 2004 年后便一直保持在 0 9~ 1 之间, 说明这 5 个行业整体技术创新效率较高, 但是不稳定, 处在波动状态。若按 DEA 有效年份总数排序, 第一位为电子计算机及办公设备制造业(H_4), 该行业的技术创新综合效率连续 5 年一直保持为 DEA 有效; 其次为航空航天制造业(H_2) 和医疗设备及仪器

仪表制造业(H_5), 均连续 4 年达到 DEA 有效; 最后为医药制造业(H_1) 与电子及通讯设备制造业(H_3), 只有 3 年达到 DEA 有效。具体而言, 首先, 电子计算机及办公设备制造业(H_4) 与航空航天制造业(H_2) 技术效率均相对较高而且稳定, 说明近几年这两个行业总的要素投入比例适当, 要素使用效率高, 可以继续 在保持要素比例的前提下稳步加大

① 对于个别缺失数据, 笔者通过多重估算方法计算得到。

投入规模,同时继续提升经营管理水平,以期持续增长。其次,医疗设备及仪器仪表制造业(H_5)的技术效率在保持前几年的稳定高效之后,在 2008 年有所下降,说明该行业在 2008 年存在要素投入比例不合理、使用效率不高以及经营管理不善等技术问题,需要进行相应调整以提高效率。第三,医药制造业(H_1)的技术效率水平经过 2004—2006 年的波动之后,在 2007 年和 2008 年也保持在 1 的 DEA 前沿面,说明该行业目前已经能够把握要素投入与使用效率以及经营管理等方面的技术问题,效率开始有所提高。最后,电子及通讯设备制造业(H_3)技术效率水平在 2004—2006 年一直保持 DEA 有效,但从 2007 年开始逐年下降,说明该行业从 2007 年开始出现要素投入与经营管理等技术问题,需要进行相应调整以提高技术效率水平。另外,在规模效率方面,可以看出安徽省高技术产业的整体规模效率水平较高,一直处于接近 1 的边缘,而且相对比较稳定,说明这 5 个行业基本能够在较高程度上获得规模收益。其中电子计算机及办公设备制造业(H_4)

的规模效率水平一直保持为 1,说明该行业的技术创新投入结构和规模相对稳定和有效,能够长时期获得规模收益。其次为航空航天制造业(H_2)和医疗设备及仪器仪表制造业(H_5)。医药制造业(H_1)从 2007 年开始能够较好地获得规模收益,电子及通讯设备制造业(H_3)从 2007 年度技术创新规模效率开始下降。

上述结果表明,安徽省高技术产业整体效率水平较高但不稳定,部分行业技术创新效率低下或有下降趋势,如电子及通讯设备制造业(H_3)和医疗设备及仪器仪表制造业(H_5)。其原因主要在于行业内部存在要素投入比例不合理、要素使用效率不高、经营管理水平低下等技术问题,以及要素盲目投入而造成规模不当、资源闲置浪费等规模问题,导致效率低下,需要决策者进行相应投入要素的结构与规模的调整。DEA 模型能够通过投影分析给出相关投入产出指标调整方向和程度,为决策者提供调整依据。本文以医疗设备及仪器仪表制造业(H_5)的相关要素调整为例,具体调整方向和程度见表 4。

表 4 医疗设备及仪器仪表制造业目标投入产出调整表

项目	投入				产出			
	X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
目标值	11657.596	4334.420	1107	352	57418.4	62669.018	29	14
S^+					0	2809.218	13	0
S^-	1194.504	1866.48	177	310				

由表 4 可以看出,医疗设备及仪器仪表制造业在 2008 年存在投入冗余与产出不足的情况,不足产出项为新产品产值和专利申请数,其目标产值分别为 62669.018 万元和 29 件,在原有产值水平上分别可增加 2809.218 万元和 13 件,相当可观。在此产出规模基础上,科技活动内部支出经费、R&D 经费支出、科技活动人员数以及 R&D 人员折合当时全量,这 4 项投入要素可在原有基础上分别减少 1164.504 万元、1866.48 万元、177 人和 310 人,在实际生产中决策者可以依此结果并根据实际情况进行相关投入要素的调整,同时标榜高效企业,并结合自身情况提升经营管理水平,以提高效率水平。

4 结论及建议

本文通过 DEA 模型,利用 2004—2008 年数据,对安徽省高技术产业内部 5 个具体行业的技术创新效率进行了动态考察。结果显示,安徽省高技术产业整体技术创新效率近年来基本保持在一个较高水平,但与最佳效率水平仍旧存在一定距离,产业技术创新效率还存在一定的提升空间。同时也要看到,产业技术创新效率一直处在上下不断波动状态,

产业内部行业还存在创新效率不高的现象,甚至有效率逐渐下滑的趋势。具体到各个行业:电子计算机及办公设备制造业和航空航天制造业的技术创新效率水平相对最高,而且比较稳定;医药制造业的技术创新效率自 2007 年后开始逐步提高;电子及通讯设备制造业和医疗设备及仪器仪表制造业的技术创新效率水平近年来有所下降,需要进行投入要素之间结构的调整来提升效率水平。

高技术产业技术创新是以市场为导向,以提高产业竞争力为目标,将高科技知识转化为新产品、新工艺从而推动产业发展的行为^[4]。在这一长期复杂过程中,不同行业和企业是行为主体,制度、政策和市场环境是外在客观环境,这两方面因素共同影响和决定产业技术创新效率。鉴于此,在未来一段时期,首先政府有必要度时制定和实施有利于高技术产业技术创新的政策和措施,不断加强和改善高技术产业创新条件,规范市场运营环境,引导和鼓励高技术产业自主创新和研发的积极性。其次,行业内部、各个企业需要不断加强自主创新力度,标榜行业相关高效率企业,提高企业自身内部生产经营和管

(下转第 97 页)

参考文献

- [1] LINDER S B. An Essay on Trade and Transformation [M]. New York: John Wiley & Sons, 1961: 167.
- [2] BALASSA B. European integration: problems and countermeasures [J]. American Economic Review, 1963: 53-54.
- [3] GRUBEL H G, LLOYD P J. Intra industry Trade: The Theory and Measurement of International Trade in Differentiated Products [M]. Macmillan, London. The Macmillan Press Ltd., 1975: 342-353.
- [4] 朱允卫. 中泰两国农产品产业内贸易的实证分析[J]. 农业经济问题, 2005(7): 35-40.
- [5] 宋玉华, 刘春香. 我国农业产业内贸易的实证分析[J]. 中国农村经济, 2005(7): 16-21.
- [6] 周丽, 展之爱. 中泰两国农产品产业内贸易的实证研究[J]. 国际商务, 2009(4): 41-45.
- [7] 蔡贤恩. 闽台农产品贸易互补性研究[J]. 技术经济, 2007, 26(12): 117-122.

Study on Structure of Agricultural Product Trade between Fujian and Taiwan

Cai Xian'en, Zheng Sining, Sun Jun

(College of Economics and Management, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

Abstract: Based on the data about agricultural produce trade between Fujian and Taiwan from 2000 to 2009, this paper analyzes the situation of agricultural product trade between Fujian and Taiwan from two levels of whole and category through using Grubel-Lloyd index, Bruehlhart index and Thom & McDowell index. The results show as follows: there are two forms of agricultural produce trade between Fujian and Taiwan, namely intra trade and inter industry trade which are complemented each other, and the latter one is in a dominant position; trade changes, mainly caused by inter industry trade, are in an rising trend; the vertical intra industry trade is the main form of intra industry trade. Finally, it puts forward some suggestions to promote the optimization of agricultural product trade between Fujian and Taiwan.

Key words: agricultural product trade; trade structure; Grubel-Lloyd index; B index; Thom & McDowell index; Fujian and Taiwan

(上接第 58 页)

理水平, 合理架构技术投入要素结构, 促进技术创新效率的提升。

参考文献

- [1] ROMIJN H, MIKE A. Innovation, networking and proximity: lessons from small high technology firms in the UK [J]. Regional Studies, 2002, 36(1): 81-86.
- [2] NEELANKAVIL J P, ALAGANAR V T. Strategic resource commitment of high technology firms an international comparison [J]. Journal of Business Research, 2003 (6): 493-502.
- [3] GAIMON C, MORTON A. Investment in facility changeover flexibility for early entry into high tech markets [J]. Production and Operations Management, 2005, 14 (2): 159-174.
- [4] 张倩男, 赵玉林. 高技术产业技术创新能力的实证研究 [J]. 工业技术经济, 2007(4): 21-26.
- [5] 郑坚, 丁云龙. 高技术产业技术创新效率评价指标体系的构建 [J]. 哈尔滨工业大学学报: 社会科学版, 2007(6): 105-108.
- [6] 韩颖, 徐佩川, 梅开. DEA 方法在我国工业部分产业技术创新效率评价中的应用 [J]. 技术经济, 2007(9): 57-59.
- [7] 李晓钟, 张小蒂. 江浙区域技术创新效率比较分析 [J]. 中国工业经济, 2005(7): 57-64.
- [8] 黄永兴, 张国庆. 安徽省高技术产业技术创新效率研究 [J]. 安徽工业大学学报: 社会科学版, 2007(6): 20-22.
- [9] 王珊, 章守明. 浙江高技术产业技术创新效率研究 [J]. 浙江统计, 2009(11): 26-28.
- [10] 柯涛, 方国涛, 黄日昆. 广西汽车产业技术创新能力分析——基于专利信息分析的视角 [J]. 技术经济, 2009 (8): 17-21.

Research on Technology Innovation Efficiency of High tech Industry in Anhui: Based on DEA Model

Jin Yuquan, Han Donglin

(School of Business, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: Based on the DEA model, this paper studies the technology innovation efficiency of high tech industry in Anhui province from 2004 to 2008. The result shows that the whole level of technology innovation efficiency in Anhui is high and takes on the fluctuation and could be promoted largely, and the lower efficiency level and the decline trend have emerged in the industry of manufacture of electronic equipment as well as communication equipment and the industry of manufacture of medical equipments and measuring instrument in Anhui.

Key words: high tech industry; technological innovation efficiency; DEA; Anhui