

高技术产业是国民经济的战略性先导产业，对产业结构调整 and 经济发展方式转变发挥着重要作用，已成为当今世界综合国力竞争的制高点。“十二五”时期，大力发展高技术产业，是我国加快新型工业化进程，建设创新型国家的重要任务。我国高技术产业如何发展、企业如何创新、区域如何提升创新能力等已是当前研究的热门话题。本期特组织了一组文章，集中讨论此类问题，以供读者参考。

——编者

## 我国高技术产业投入产出效率研究

彭志胜

(安徽建筑工业学院管理学院, 安徽合肥 230601)

**摘要:** 利用 2005-2007 年我国高技术产业中 15 个不同行业的科技投入及产出数据, 采用数据包络分析方法对不同行业科技活动的投入产出效率及其变化情况进行分析, 并重点分析 2007 年不同行业科技活动的投入冗余及产出不足的情况, 通过分析发现我国高技术产业科技投入不足及投入资源利用效率不高现象同时存在, 提出未来应当重点改进科技资源的配置。

**关键词:** 数据包络分析(DEA); 高技术产业; 投入产出效率; 科技资源管理; 科技投入

中图分类号: F204

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2011.02.002

### Research on Input-output Efficiency in Our Country's High-tech Industry

Peng Zhisheng

(Department of Management Engineering of Anhui Institute of Architecture & Industry, Hefei 230601)

**Abstract:** Through science and technology input and output data of fifteen different sectors in China's high-tech industry from 2005 to 2007, the paper analyzes input-output efficiency and its changes situation of scientific and technological activities of different sectors by data envelopment analysis method, and focuses on analyzing redundant input and shortfalls output of 2007's scientific and technological activities in different sectors. Through the analysis we find that our country have the phenomenon of shortfalls input and inefficient use of resources in China's high-tech industry, brings out that our country should focus on improving the scientific and technological resources configuration in the future.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis(DEA), high-tech industry, input-output efficiency, S&T resources management, S&T input

**作者简介:** 彭志胜(1976-), 男, 硕士, 安徽建筑工业学院管理工程系讲师, 研究方向: 宏观经济数量分析、建筑节能等。

**基金项目:** 国家自然科学基金(70873070); 北京市科委项目(Z101109000510022)。

**收稿日期:** 2010年5月20日。

## 1 引言

目前关于投入产出效率分析方法主要有两大类。一是参数法,其根据实际数据结构的特点和数学手段的可行性,建立数学分析模型。如潘娟等<sup>[1]</sup>采用Cobb-Douglas方程分析了1992-2006年我国科技投入产出效率。二是非参数法,国内对科技投入产出效率的主要研究方法是采用数据包络分析(DEA)方法。如许娟等<sup>[2]</sup>利用2004年数据分别对各省高技术产业中的5个行业在全国同类省份中的相对位置进行效率评价;陈洪转等<sup>[3]</sup>利用2006年我国12家高新技术企业的科技投入产出为研究对象,采用DEA方法对高技术产业的科技活动效率予以了评价;罗媛等<sup>[4]</sup>对2004年江苏高技术产业的八大行业技术创新的相对有效性进行了分析;龙勇等<sup>[5]</sup>对我国高技术产业1995-2002年逐年的技术效率和规模效益情况进行了实证分析。

总体来说,关于高技术产业的科技投入产出效率研究方面的文献不多,而且这些研究大都集中在国家或地区整体,没有将工业部门进行细分,导致得出的结论往往过于宽泛;而细分行业的相关研究均是基于一个固定的时间点,没有在更加广泛的时间段内进行考察,得出的结论是静态的,不能准确地反映出科技投入有效性的动态变化规律。基于上述原因,本文拟用数据包络分析法(DEA)对我国2005-2007年高技术产业不同的15个行业的科技投入产出效率及其变化情况进行研究,重点分析2007年科技投入冗余及产出不足,并提出提升高技术产业投入效率的建议。

## 2 DEA分析原理

数据包络分析(DEA)采用数学规划方法,利用观察到的有效样本数据,对决策单元(DMU)进行生产有效性评价,最大的优点是无须任何权重假设,排除主观因素。

所谓DMU就是将一项活动或一个动态系统看作是该系统在一定范围内,通过投入一定数量的“生产要素”并产出一定数量的“产出”的过程。对于任何一个DMU,当使用输入-DEA模型时,效率值小于1时就表明DMU是无效的,

可以在减少要素投入的情况下实现同样的产出水平即投入冗余。或者当使用输出-DEA模型时,若效率值大于1时,表明DMU是无效的,可以在不改变投入要素的情况下实现更多的产出,即产出不足。对于输入-DEA模型或输出-DEA模型,若DMU的效率值等于1,则该DMU是有效的。注意,这里的“有效”实际上是“弱DEA有效”<sup>[6]</sup>。

要判断某个DMU的相对有效性,必须根据不同的经济特性,建立生产可能集,利用DEA模型判断DMU是否位于生产前沿面上(即效率值是否为1)。本文使用的DEAP2.1软件,是使用了输入-模型C<sup>2</sup>R和BC<sup>2</sup>既可对投入技术有效性进行评价,同时还可对其规模有效性进行评价,具体计算方法参见相关著作<sup>[6-8]</sup>。

## 3 我国高技术产业投入产出效率分析

### 3.1 输入、输出指标的选择

根据指标选取的科学性、可比性及可行性原则,本文选取的输入指标为科技活动必须的研究与试验发展折合全时人员当量、科技活动经费和技术改造经费,分别反映科技活动的人力、资本和技术投入情况。输出指标则选取了新产品销售收入和发明专利授权数,分别反映产品及市场的创新能力和技术创新能力。总体上看,输入、输出指标代表性高,能够较为全面地反映科技活动的投入、产出的主要方面,能够有效地区分不同行业的科技投入产出效率。

### 3.2 投入产出效率分析

采用2005-2007年我国高技术产业大中型工业企业分15个行业的科技活动数据(数据取自2006-2008年《中国统计年鉴》,具体数据略),利用DEAP2.1软件可直接获得计算结果如表1所示。

由表1可知,通信设备和电子计算机整机制造业近3年均处于DEA效率面上,无论是纯技术效率还是规模效率上都实现了相对最优状态,已无效率改进余地。而电子计算机外部设备制造业仅在2005年纯技术效率及规模效率略低于1,近两年则均为1.0,无改进余地。总体来说,上述3个行业在高技术产业中属于科技投入效率最高的行业。

通过分析发现，广播电视设备、医疗仪器设备及器械和其他电子设备制造业近几年均处于弱DEA有效，特别是医疗仪器设备及器械和其他电子设备制造业近3年纯技术效率均为1.0，仅在规模效率上相对较低，但3年来随着规模投入的扩大，规模效率明显改善。而广播电视设备制造业随着我国广播电视事业的发展，特别是数字电视及平板电视技术的发展，纯技术效率由2005年略低于1.0先后在2006年及2007年达到1.0，实现相对效率，规模效率尽管改善但仍明显偏低。

生物、生化制品和家用视听设备制造业2007年的相对效率均出现明显下降，在纯技术效率上均由2005年和2006年的1.0下降到略高于0.8，由弱有效变为DEA无效，特别是家用视听设备制造业科技投入明显偏多，处于规模报酬递减阶段，相对于其他行业属于应当重点监管的行业之一。而化学药品制剂制造业2005年科技投入相对有效，但2006年综合技术效率下降为0.77，而2007年更下降为0.44，这主要是由于近几年国家加大了医药行业的专利申请及新药产品的行业监

管，使以前的虚假发明明显减少，从而导致其相对效率出现下降，从另一个侧面说明了近几年的监管十分成功。

其他行业均处于DEA无效，特别是化学药品原药、航空航天器、电子元件和仪器仪表制造业科技投入的纯技术效率均低于0.4，明显偏低，而且相对效率近几年还出现下降趋势。

总体来说，除计算机相关制造业及通信设备制造业相对效率较高外，其他行业总体效率均不高，均存在较大的提升效率空间，特别是航空航天器、雷达及配套设备和仪器仪表制造业，而且这些行业除家用视听设备制造业处于规模报酬递减阶段外，其他大多数行业均处于规模报酬递增阶段，存在较大的规模改进空间。

### 3.3 2007年科技投入冗余及产出不足情况分析

利用前述软件直接计算出2007年高技术产业不同行业科技投入冗余及产出不足情况，经整理如表2所示。

由表2可知，2007年科技投入及产出除通信设备、广播电视设备、其他电子设备、电子计算

表1 高技术产业各行业2005-2007年科技投入相对效率及规模报酬情况汇总表

行业	综合技术效率			纯技术效率			规模效率			规模报酬情况		
	2007	2006	2005	2007	2006	2005	2007	2006	2005	2007	2006	2005
化学药品原药制造业	0.33	0.28	0.38	0.36	0.34	0.39	0.90	0.84	0.97	递增	递增	递增
化学药品制剂制造业	0.44	0.77	1.00	0.57	0.96	1.00	0.78	0.80	1.00	递增	递增	不变
生物、生化制品制造业	0.34	0.32	0.65	0.81	1.00	1.00	0.42	0.32	0.65	递增	递增	递增
航空航天器制造业	0.18	0.17	0.24	0.20	0.21	0.28	0.87	0.78	0.86	递增	递增	递增
通信设备制造业	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	不变	不变	不变
雷达及配套设备制造业	0.20	0.16	0.22	0.68	0.58	0.86	0.30	0.28	0.26	递增	递增	递增
广播电视设备制造业	0.50	0.23	0.19	1.00	1.00	0.92	0.50	0.23	0.21	递增	递增	递增
电子器件制造业	0.66	0.54	0.35	0.68	0.60	0.36	0.96	0.91	0.98	递增	递增	递增
电子元件制造业	0.27	0.20	0.27	0.29	0.25	0.30	0.93	0.79	0.90	递增	递增	递增
家用视听设备制造业	0.82	1.00	0.78	0.83	1.00	1.00	0.99	1.00	0.78	递减	不变	递减
其他电子设备制造业	0.52	0.28	0.29	1.00	1.00	1.00	0.52	0.28	0.29	递增	递增	递增
电子计算机整机制造业	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	不变	不变	不变
电子计算机外部设备制造业	1.00	1.00	0.77	1.00	1.00	0.79	1.00	1.00	0.98	不变	不变	递增
医疗仪器设备及器械制造业	0.78	0.52	0.59	1.00	1.00	1.00	0.78	0.52	0.59	递增	递增	递增
仪器仪表制造业	0.27	0.28	0.25	0.34	0.38	0.33	0.80	0.73	0.76	递增	递增	递增

机整机、电子计算机外部设备和医疗仪器设备及器械制造业无投入冗余及产出不足外, 其他行业均存在科技投入冗余或产出不足情况。其中, 科技投入冗余情况最为严重的是航空航天器、电子元件、化学药品原药和仪器仪表制造业, 特别是技术改造经费投入冗余率高达80%以上, 利用效率极低。这主要和行业特征有关, 特别是航空航天器行业, 其作为基础研究部门需要长期的研发投入, 而产出速度较慢。而产出不足最为严重的是雷达及配套设备制造业, 其发明专利数过少, 相对来说有687.5%的增长空间。这可能主要是和其以军用技术为主, 特别是新的产品发明涉及技术保密, 不便于申报专利。总体来说, 大多数行业均存在较高的投入冗余, 特别是技术改造经费投入冗余情况严重, 另外有少数行业存在产出不足情况, 存在较大的产出增长空间。

#### 4 建议与对策

未来我国高技术产业发展除加大科技活动

的经费及人员投入外, 应当重点加强科技活动经费、科技人员等科技资源管理, 通过更加合理地进行资源配置, 减少资源浪费, 提高现有资源的利用效率。具体建议如下。

第一, 在继续增加以政府投入为主导的航空航天等基础研究方面的科技资源投入同时, 引导企业、事业单位增加其他各行业的科技资源投入, 发挥规模效率, 有效改善我国科技资源投入不足问题。

第二, 在增加科技资源投入的同时, 充分发挥市场机制, 重点加强现有科技资源的投入管理, 提高科技资源管理与配置效率, 特别是加强技术改造经费投入管理, 确保技术改造经费按规定用途经济有效运用, 提高经费使用效率。

第三, 加强科技资源在不同行业之间合理配置, 避免由于行业之间无序竞争, 导致科技资源条块分割、重复建设, 甚至导致科技资源投入出现功利化, 严重影响科技资源的使用效率。

第四, 加强企业科技资源投入的引导, 建立

表2 2007年高技术产业各行业投入冗余率及产出不足率汇总表

行业	投入冗余率(%)			产出不足率(%)	
	研究与试验发展全时人员	科技活动经费	技术改造经费	新产品销售收入	发明专利数
化学药品原药制造业	63.7	63.7	87.9	0.0	0.0
化学药品制剂制造业	43.0	49.7	62.9	0.0	0.0
生物、生化制品制造业	19.8	19.0	19.0	25.6	9.1
航空航天器制造业	80.3	79.6	97.0	0.0	0.0
通信设备制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
雷达及配套设备制造业	32.0	44.6	56.4	0.0	687.5
广播电视设备制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
电子器件制造业	31.8	51.4	84.4	0.0	0.0
电子元件制造业	70.6	70.6	90.5	0.0	0.0
家用视听设备制造业	17.1	33.0	85.1	0.00	0.0
其他电子设备制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
电子计算机整机制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
电子计算机外部设备制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
医疗仪器设备及器械制造业	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
仪器仪表制造业	66.4	66.4	83.8	0.0	0.0

企业科技资源共享平台，鼓励企业之间科技资源共享，避免企业之间由于过度竞争，导致科技资源投入过多、重复建设、资源浪费现象，特别应当重点引导家用视听设备制造业的科技资源投入。

第五，要加强科技资源投入的后评价管理，避免一些单位和个人骗取科技资源，虚报科技成果，导致有限的科技资源不能充分发挥效率。

## 5 结语

高技术产业的发展需要大量的科技人员及科研经费的投入，在我国优秀科技人员缺乏、科研经费严重不足的情况下，如何合理配置科技资源，有效提高科技投入产出效率就成为亟待解决的关键问题。而要解决这一问题，就必须了解我国不同高技术行业的科技投入产出效率，掌握科技投入及产出存在的问题。

本文应用 DEA 方法对我国高技术产业 15 个行业 2005–2007 年的科技投入产出效率及其变化情况进行了研究。通过研究发现，在高技术产业中，除通信设备、电子计算机整机制造业和电子计算机外部设备制造业实现了相对效率外，其他各行业均存在效率改进余地。而在其他行业中，除家用视听设备制造业科技资源投入过多外，大部分行业科技资源投入存在不足，且无论是科技资源投入过多还是科技资源投入不足的行业，均存在科技资源配置不合理甚至浪费现象，利用效率不高。通过分析，文中提出了提升高技术产业科技资源管理与配置效率的建议，对于我国高技术产业不断提高技术创新能力，获得持续技术进步具有重要实际意义。本文尚存在不足，主要表现在所研究的年份较少，将在今后作进一步的研究。

## 参考文献

- [1] Pan Juan, Fang Qiao. Research on In-output Model of Innovation Based on C – D Production Function[J]. Science & Technology Progress and Policy, 2008, 25(11): 23–26. (in Chinese)  
〔潘娟，范巧. 基于 C-D 生产函数的自主创新投入产出模型研究 [J]. 科技进步与对策, 2008, 25(11): 23–26. 〕
- [2] Xu Juan, Sun Linyan, He Zhe. Research on the Chinese Province High Technology Industries Development Model and the Relatively Advantageous Industries Choose Based on DEA Model [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2009, 26(2): 30–33. (in Chinese)  
〔许娟，孙林岩，何哲. 基于 DEA 的我国省际高技术产业发展模式及相对优势产业选择 [J]. 科技进步与对策, 2009, 26(2): 30–33. 〕
- [3] Chen Hongzhan, Yang Zhen, Zhang Zhiyan. Estimating on Technology Activity Efficiency of High-Technology Firms Based on G- DEA[J]. Soft Science, 2008, 22(8): 101–104. (in Chinese)  
〔陈洪转，羊震，张之艳. 基于群决策 DEA 的高技术产业科技活动效率评价 [J]. 软科学, 2008, 22(8): 101–104. 〕
- [4] Luo Yuan, Chang Xiangyang. Analysis of Relative Effectiveness of Technological Innovation on High Technology Industries Based on DEA Model[J]. Modern Management Science, 2007(5): 9–11. (in Chinese)  
〔罗媛，常向阳. 基于 DEA 模型的高技术产业技术创新相对有效性分析——以江苏省为例 [J]. 现代管理科学, 2007(5): 9–11. 〕
- [5] Long Yong, Ji Xiaofeng. DEA Analysis of Technological Progress on High Technology Industries[J]. Statistics and Decisions, 2005(3): 72–74. (in Chinese)  
〔龙勇，纪晓锋. 高技术产业技术进步的 DEA 分析 [J]. 统计与决策, 2005(3): 72–74. 〕
- [6] Wei Quanling. Data Envelopment Analysis[M]. Beijing: Sciences Press, 2004: 1–58. (in Chinese)  
〔魏权龄. 数据包络分析 [M]. 北京：科学出版社, 2004: 1–58. 〕
- [7] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6): 429–444.
- [8] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1984, 30(9): 1078–1092.