

doi:10.3969/j.issn.1672-626x.2014.02.009

# 高新技术产业自主创新效率研究

## ——基于 DEA 模型的实证分析

王珍义,伍少红,肖皓

(武汉纺织大学 会计学院,湖北 武汉 430200)

**摘要:**自主创新是高新技术产业生存和发展的命脉。本文应用 DEA 模型,从综合技术效率、纯技术效率和规模效率三个方面对我国高新技术产业 2004-2011 年的自主创新效率进行分析。研究发现:我国高新技术产业的自主创新效率总体上不太乐观,综合技术效率不高;相对于纯技术效率而言,规模效率相对较高,且绝大多数处于规模收益递减区间;样本期间,影响高新技术产业综合效率值下降的最主要原因来自于规模效率。

**关键词:**高新技术产业;自主创新;效率;DEA 模型

**中图分类号:**F124.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-626X(2014)02-0054-05

### 一、问题的提出

发达国家经济发展的经验表明,技术创新对经济增长具有至关重要的作用。<sup>[1]</sup>我国政府颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006~2020年)》和《国家“十二五”科学和技术发展规划》指出,高新技术产业是国民经济的战略性先导产业,对产业结构调整和经济增长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(国家发展和改革委员会,2007)。近年来,各级政府及企业加大投入,优化环境,试图提升高新技术产业自主创新能力及绩效,促进经济和财富的增长。那么高新技术产业自主创新能力及效率是否得到了显著提升呢?

通过文献梳理发现,虽然学术界关于高新技术产业技术创新的研究成果较为丰富,但主要集中在某个地区高新技术企业的自主创新效率研究以及

各地区间高新技术企业自主创新效率的比较研究,这些成果只是从不同角度研究了高新技术产业的投入产出自主创新效率问题,分析高新技术产业内部各个行业的自主创新效率的文献则少见。因此本文拟以高新技术产业统计分类为研究基础,应用数据包络分析法(DEA)<sup>[2]</sup>中的 BCC 模型(可变规模报酬模型)得出各行业的综合技术效率、纯技术效率、规模效率和规模收益变化,再分别进行横向和纵向的比较,试图对高新技术产业各行业自主创新效率做出评价。这对丰富相关理论以及为政府制定科学的相关决策有着较为重要的意义。

### 二、决策单元及投入产出指标的确定

#### (一)决策单元的选择

首先,由于 DEA 方法测算的是相对效率而非绝对效率,若要如实反映高新技术产业中不同行业的效率情况,应尽可能将所有的高新技术产业都包括

收稿日期:2014-02-28

基金项目:教育部人文社会科学规划基金项目(11YJA630139);湖北省教育厅科学技术研究项目重点项目(D20121708);湖北省教育厅人文社会学研究项目(13g267)

作者简介:王珍义(1966-),女,湖北天门人,武汉纺织大学会计学院副院长,教授,主要从事投融资管理、绩效评价研究;伍少红(1991-),女,湖北荆州人,武汉纺织大学会计学院硕士研究生,主要从事投融资管理、绩效评价研究;肖皓(1988-),男,湖北武汉人,武汉纺织大学会计学院硕士研究生,主要从事内部控制研究。

在内;其次,DEA在评价时要求各决策单元(简称DMU)具有同质性,即应具有相同的任务和目标、相同的外部环境、相同的输入和输出指标;再次,在应用DEA模型时也应该考虑所选取的样本量大于等于选取指标数的两倍。<sup>[3][4]</sup>基于以上原因,本文选取了《中国高新技术产业统计年鉴》中分类目录中的一级科目和大部分二级科目共15个行业为研究样本,其具体为医药制造业、飞机制造及修理、航天器制造、通信设备制造、雷达及配套设备制造、广播电视设备制造、电子器件制造、电子元件制造、家用视听设备制造、其他电子设备制造、电子计算机整机制造、电子计算机外部设备制造、办公设备制造、医疗设备及器械制造、仪器仪表制造,并应用deap-xp1软件对其进行自主创新效率的实证研究。

### (二) 指标选取及数据来源

已有研究成果对自主创新的测量方法很多,根据本文的研究内容,以国家统计局发布的4项企业创新能力一级评价指标(潜在技术创新资源指标、技术创新活动评价指标、技术创新产出能力指标、技术创新环境指标)为依据,结合高新技术企业的特征,并考虑到数据的可获性,选取R&D人员折合全时当量( $X_1$ )和R&D经费内部支出( $X_2$ )作为投入变量,新产品销售收入( $Y_1$ )和专利申请量( $Y_2$ )作为输出变量,以此来评价高新技术企业自主创新效率(见表1)。

表1 企业自主创新效率投入产出指标说明

变量名称	变量说明	
投入指标	R&D活动人员折合全时当量( $X_1$ )	反映高新技术企业在自主创新人力资源上投入的绝对量指标,体现了R&D人员中真正从事科研工作人员的数量及科研工作的强度、质量与效果。
	R&D经费内部支出( $X_2$ )	R&D活动是自主创新活动的直接体现,R&D经费内部支出是自主创新得以实现的最重要的财力条件。
产出指标	新产品销售收入( $Y_1$ )	只有将发明专利转化为新产品,那么技术创新的产出才算成功,所以新产品销售收入是评价企业自主创新产出能力的重要因素之一。
	专利申请量( $Y_2$ )	指高新技术企业向专利行政部门提出专利申请并被受理的各种类型的专利件数,代表现有行业未来产出的潜力。

由于企业自主创新投入和产出之间存在时滞问题,考虑到高新技术企业研发活动周期及指标数

据的特殊性,将投入产出的时滞设为1年,如2011年的产出以2010年的投入为基准。本文以2003年的投入数据为基准,应用数据包络分析方法分析了2004~2011年连续8年的数据,投入产出变量原始数据均来自于统计局公开出版的《中国高新技术产业统计年鉴》。

### 三、实证分析

以所选取的15个高新技术产业为决策单元,分别将2004~2011年的投入产出原始数据输入BCC模型进行处理,可以得到各个行业在样本期间的综合效率、纯技术效率、规模效率值,经整理得表2、表3、表4。

为了更加直观地得到整个高新技术产业自主创新效率值在样本期间的增减变化情况,对于表2、表3、表4中的数据利用Excel进行描述统计,分别得出高新技术产业在样本期间各年的平均综合效率值、平均纯技术效率值、平均规模效率值的折线图,如图1。

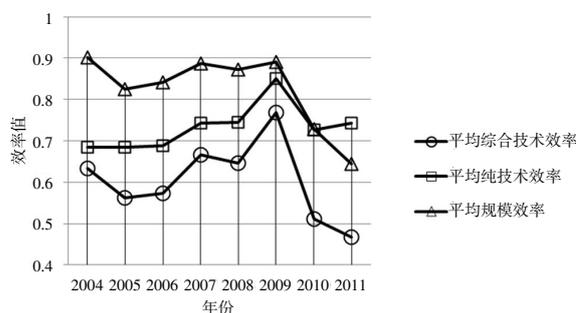


图1 高新技术产业平均效率折线图

#### (一) 综合技术效率分析

根据表2和图1可以得到:从整个产业来看,样本期间高新技术产业的平均综合效率为0.604,每年的平均综合技术效率值均低于0.8,最大值为0.768,最小值为0.468,说明我国高新技术产业的自主创新投入产出整体效率不高,即在技术标准不变的情况下,所投入的资源未达到有效的应用。另外,从时间序列上看,各年高新技术产业的平均综合技术效率值呈现下降-上升-下降-上升-下降的趋势,最高峰值出现在2009年0.768,说明我国高新技术产业近年来发展很不平衡,还有待进一步提升。

根据表2可以得到:从单个行业来看,在样本期间只有电子计算机整机制造业和电子计算机外部设备制造2个行业的平均效率大于0.9;家用视听设备制造、医疗设备及器械制造、广播电视设备

制造等3个行业处于0.7~0.9的水平;医药制造业、通信设备制造、电子器件制造、电子元件制造、其他电子设备制造、办公设备制造、仪器仪表制造等8个行业的平均效率水平处于0.4~0.7;飞机制造及修理、航天器制造、雷达及配套设备制造等3个行业的平均效率均低于0.25。这说明我国高新技术产业各个行业的综合效率参差不齐,大多数行业处于DEA无效阶段且效率值偏低,偏离有效生产前沿面的程度很大。

为了进一步探析导致我国高新技术行业DEA

无效的更深层原因,本研究接下来分析高新技术产业的纯技术效率和规模效率。

### (二)纯技术效率分析

根据表3和图1可以得出:从整个产业来看,样本期间我国高新技术产业的平均纯技术效率为0.733。在样本期间呈现先持续上升后下降再略微上升的趋势,最高峰出现在2009年,为0.851。

根据表3可以得出:从单个行业来看,在样本期间,通信设备制造、广播电视设备制造、家用视听设备制造、电子计算机整机制造、电子计算机外部

表2 2004~2011年我国高新技术产业各行业综合效率值

DMU	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Mean
医药制造业	0.66	0.521	0.479	0.432	0.445	0.76	0.277	0.313	0.486
飞机制造及修理	0.112	0.283	0.216	0.295	0.25	0.235	0.288	0.141	0.228
航天器制造	0.029	0.023	0.062	0.075	0.116	0.092	0.189	0.135	0.090
通信设备制造	0.659	0.636	0.691	0.887	0.706	0.785	0.537	0.367	0.659
雷达及配套设备制造	0.143	0.244	0.245	0.254	0.072	0.535	0.219	0.23	0.243
广播电视设备制造	0.962	0.368	0.829	1	1	0.843	1	1	0.875
电子器件制造	0.781	0.363	0.401	0.499	0.677	0.916	0.537	0.494	0.584
电子元件制造	0.456	0.403	0.336	0.345	0.353	0.76	0.405	0.33	0.424
家用视听设备制造	1	0.816	0.87	1	0.755	1	0.747	0.739	0.866
其他电子设备制造	0.117	1	0.379	1	1	0.875	0.368	0.42	0.645
电子计算机整机制造	0.935	1	1	0.677	1	1	0.966	1	0.947
电子计算机外部设备制造	1	0.937	0.936	0.819	1	1	1	0.639	0.916
办公设备制造	1	0.634	0.594	1	0.582	0.725	0.403	0.537	0.684
医疗设备及器械制造	0.637	0.84	1	1	1	1	0.399	0.246	0.765
仪器仪表制造	1	0.372	0.579	0.716	0.734	1	0.341	0.435	0.647
Mean	0.633	0.563	0.574	0.667	0.646	0.768	0.512	0.468	0.604

表3 2004~2011年我国高新技术产业各行业纯技术效率值

DMU	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Mean
医药制造业	0.821	1	0.633	2007	0.594	0.888	0.551	0.788	0.725
飞机制造及修理	0.196	0.29	0.236	0.521	0.308	0.248	0.328	0.232	0.275
航天器制造	0.035	0.03	0.062	0.36	0.119	0.129	1	0.164	0.202
通信设备制造	1	1	1	0.078	1	1	1	1	1.000
雷达及配套设备制造	0.157	0.258	0.317	1	0.075	0.727	0.27	0.293	0.300
广播电视设备制造	1	0.458	1	0.303	1	1	1	1	0.932
电子器件制造	0.781	0.439	0.496	1	0.81	1	0.889	1	0.753
电子元件制造	0.476	0.6	0.385	0.611	0.435	0.84	0.652	0.81	0.580
家用视听设备制造	1	1	1	0.439	0.84	1	0.779	0.739	0.920
其他电子设备制造	0.121	1	0.489	1	1	0.938	0.406	0.621	0.697
电子计算机整机制造	0.962	1	1	1	1	1	1	1	0.995
电子计算机外部设备制造	1	0.966	1	1	1	1	1	0.951	0.990
办公设备制造	1	0.669	1	1	1	1	1	1	0.959
医疗设备及器械制造	0.708	1	1	1	1	1	0.405	0.554	0.833
仪器仪表制造	1	0.56	0.714	0.829	1	1	0.607	1	0.839
Mean	0.684	0.685	0.689	0.743	0.745	0.851	0.726	0.743	0.733

表4 2004~2011年我国高新技术产业各行业规模效率值

DMU	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Mean
医药制造业	0.803 drs	0.521 drs	0.757 drs	0.829 drs	2008	0.855 drs	0.503 drs	0.397 drs	0.677
飞机制造及修理	0.572 drs	0.977 drs	0.914 drs	0.818 drs	0.749 drs	0.948 drs	0.879 drs	0.611 drs	0.817
航天器制造	0.823 irs	0.756 drs	0.995 -	0.969 drs	0.813 drs	0.709 irs	0.189 irs	0.826 irs	0.780
通信设备制造	0.659 drs	0.636 drs	0.691 drs	0.887 drs	0.976 drs	0.785 drs	0.537 drs	0.367 drs	0.659
雷达及配套设备制造	0.907 irs	0.949 irs	0.773 irs	0.839 drs	0.706 drs	0.737 irs	0.809 irs	0.785 irs	0.846
广播电视设备制造	0.962 irs	0.804 drs	0.829 irs	1 -	0.97 irs	0.843 irs	1 -	1 -	0.930
电子器件制造	1.000 -	0.827 drs	0.808 drs	0.816 drs	1 -	0.916 drs	0.604 drs	0.494 drs	0.788
电子元件制造	0.959 drs	0.671 drs	0.874 drs	0.786 drs	0.837 drs	0.905 drs	0.621 drs	0.407 drs	0.754
家用视听设备制造	1.000 -	0.816 drs	0.870 drs	1 -	0.812 drs	1 -	0.96 drs	1 -	0.943
其他电子设备制造	0.967 irs	1.000 -	0.775 irs	1 -	0.899 drs	0.933 irs	0.905 drs	0.678 drs	0.907
电子计算机整机制造	0.971 drs	1.000 -	1.000 -	0.677 drs	1 -	1 -	0.966 drs	1 -	0.952
电子计算机外部设备制造	1.000 -	0.971 drs	0.936 drs	0.819 drs	1 -	1 -	1 -	0.672 drs	0.925
办公设备制造	1.000 -	0.949 irs	0.594 irs	1 -	0.582 irs	0.725 irs	0.403 irs	0.537 irs	0.724
医疗设备及器械制造	0.900 irs	0.840 drs	1.000 -	1 -	1 -	1 -	0.983 drs	0.445 drs	0.896
仪器仪表制造	1.000 -	0.664 drs	0.810 drs	0.864 drs	0.734 drs	1 -	0.562 drs	0.435 drs	0.759
Mean	0.901	0.825	0.842	0.887	0.872	0.89	0.728	0.644	0.824

设备制造、办公设备制造等6个行业除个别年份外,均达到了DEA有效;医药制造业、电子器件制造、医疗设备及器械制造、仪器仪表制造4个行业平均纯技术效率处于0.7~0.9水平;电子元件制造、其他设备制造2个行业平均纯技术效率处于0.3~0.7水平;与综合技术效率相似,飞机制造及修理、航天器制造,雷达及配套设备制造3个行业的纯技术效率最低,均等于或低于0.3。

### (三)规模效率分析

依据表4和图1可以得出:从整个产业来看,样本期间我国高新技术产业平均规模效率为0.824,与纯技术效率相比表现得稍好一些,其增长呈现下降-上升-下降-上升-下降的趋势。

根据表4可以得出:从单个行业来看,在样本期间,广播电视设备制造、家用视听设备制造、其他电子设备制造、电子计算机整机制造、电子计算机外部设备制造等5个行业的平均规模效率均处于0.9以上水平,其他行业的平均规模效率也均处于0.65~0.9区间,说明与纯技术水平相比,我国高新技术产业的规模效率相对较高,处于较好的状态。在医药制造业、飞机制造及修理、通信设备制造、电子器件制造、电子元件制造、家用视听设备制造、电子计算机外部设备制造、医疗仪表制造8个行业除个别年份外,均处于规模收益递减阶段,说明这些行业已达到最有效规模,未来的发展方向应侧重于技术的研发与管理。

## 四、研究结论及政策建议

### (一)研究结论

本研究应用DEA模型,从综合效率、纯技术效率和规模效率三个维度对我国高新技术产业2004~2011年的自主创新效率进行分析,得到如下研究结论:

1. 我国高新技术产业的自主创新效率总体上不太乐观,综合技术效率不高。少数行业自主创新达到或者是接近DEA有效,而大多数行业的自主创新活动还处于DEA非有效阶段。

2. 相对于纯技术效率而言,规模效率相对较高,且绝大多数处于规模收益递减区间。在样本期间,我国高新技术产业平均规模效率为0.824,平均纯技术效率为0.733,规模效率略高于纯技术效率。平均综合技术效率值呈现下降-上升-下降-上升-下降的趋势,平均纯技术效率呈现先持续上升后下降再略微上升的趋势,平均规模效率呈现下降-上升-下降-上升-下降的趋势。2005年、2008年和2011年综合效率下降均源自于规模效率的下降,2010年综合效率下降源自于规模效率和纯技术效率共同下降。

3. 在样本期间,2009年是我国高新技术产业波动最大的一年,不管是规模效率还是纯技术效率,各个行业在2009年均出现了大幅度的下降趋势。下降的主要原因可能是我国创业板在2009年

上市的原因。有经验数据表明,我国创业板上市企业中90%以上的均为高新技术企业,创业板上市公司上市后,都先后经历了迅速扩大经营规模,然后努力优化管理、控制成本,最后达到合理规模收益这一途径。我国某些高新技术企业在2009年上市后,未合理地利用好企业上市的募股资金,可能出现盲目扩大经营规模而忽略科学技术的创新和发展,从而导致我国高新技术产业整体综合效率急剧下降。

## (二)政策建议

1. 从行业层面上看,应区分DEA无效的原因,采取针对性的措施提升自主创新的效率。本文通过DEA模型分析发现,导致效率低的原因主要来自于纯技术效率和规模效率,因此,对于DEA无效是由于纯技术效率较低造成的行业来说,在一定的程度上表明伴随着这些行业创新规模的不断扩大,管理和制度问题凸显,现有的管理理念、方法和制度体系已不适应其规模水平,要想改变现状,必须加强管理及制度创新,引进新的管理理论和方法,建立新的制度体系,以确保自主创新活动的持续和健康发展;对于DEA无效是由于规模效率低造成的行

业来说,若处于规模报酬递增,则应在一定的外部条件下,通过加大自主创新投入,实现规模经济,若处于规模报酬递减,则应在现有生产经营水平下,适当缩减自主创新投入,实现集约化创新。

2. 从国家层面上看,政府应强化监管。应针对企业自身的条件设置一定的制度和门槛,对企业上市的募股资金设定一个硬性的规定指标,若不能达到此指标,则应该限制某些企业的募股资金及其数量,防止出现超募资金,导致募股资金闲散,或盲目扩大经营规模,直接导致企业自主创新效率下降。

## 参考文献:

- [1] [美]熊彼特.经济发展理论:对于利润、资本、信贷、利息和经济周期的考察[M].北京:商务印书馆,1990.
- [2] 魏权龄.评价相对有效性的DEA方法——运筹学的新领域[M].北京:中国人民大学出版社,2012.
- [3] 李姗姗,庄乐森.DEA与SFA比较研究[D].北京:新乡学院数学与信息科学系,2012.
- [4] 魏下海,余玲铮.中国全要素生产率变动的再测算与适用性研究——基于数据包络分析与随机前沿分析方法的比较[D].广州:华南师范大学经济与管理学院,天津:南开大学国际经济研究所,2011.

(责任编辑:彭晶晶)

## Research on Independent Innovation Efficiency of the High-tech Industry ——An Empirical Analysis Based on DEA

WANG Zhen-yi, WU Shao-hong, XIAO Hao  
(Wuhan Textile University, Wuhan Hubei 430200, China)

**Abstract:** Innovation is the lifeblood of high-tech enterprises to survive and development. In this paper, using DEA model, we analysis three aspects of China's high-tech enterprise independent innovation efficiency of 2004-2011: comprehensive technical efficiency, pure technical efficiency and scale efficiency. The research shows that: in general, the efficiency of independent innovation of China's high-tech industry isn't optimistic, and the comprehensive technical efficiency is not high; relative to the pure technical efficiency, scale efficiency is relatively high, and the vast majority are in the diminishing interval of returns to scale; during the sample period, the decreasing of comprehensive technical efficiency mainly due to the decreasing in the value of scale efficiency.

**Key words:** high-tech industry; independent innovation; efficiency; DEA model