

# 基于DEA方法的部分省市研发国际化效率评价

罗亚非, 杨实君

(北京工业大学 经济与管理学院, 北京 100124)

摘要: 随着经济全球化的发展, 跨国公司研发国际化对拉动地区经济增长, 促进中国企业压阙水平方面发挥着越来越大的作用, 对各省市区研发国际化效率进行评价将对各省市区提供相关政策支持基础。运用两阶段DEA方法, 以专利和项目数为中间产出, 从技术效率、经济效率及综合效率3个方面对部分省市研发国际化效率进行了评价, 并根据结果进行分析, 指出了问题存在的原因及解决方向。

关键词: DEA; 研发国际化; 效率

中图分类号: G311

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2009)16-0115-03

## 0 引言

随着经济全球化程度的加深, 中国吸引外资的能力在逐渐加强。根据联合国贸易与发展会议(UNCTAD)2006年的“世界投资报告”, 2005年流向中国的外商直接投资(FDI)为724亿美元, 列世界第三。伴随其中, 许多跨国公司, 如IBM、Intel、Google、诺基亚、西门子、爱立信等因为市场的需要及中国优质研发资源的吸引力, 相应在中国建立了研发机构, 目前, 这些研发机构主要集中于上海、深圳、北京等经济发达地区。无疑, 这些研发机构的存在对拉动地区经济增长, 促进当地企业研发水平有相当重要的作用。但这些赫赫有名的大公司其研发效率究竟如何? 一定就是高效的吗? 本文将对部分省、市跨国公司研发国际化的效率进行比较, 并进行了效率分解及对效率边界的投影分析, 其结果将对跨国公司本身和相应省、市制定相应的政策有一定的借鉴意义。

## 1 BCC模型和两阶段方法

数据包络分析(DEA; Data Envelopment Analysis)是由Charnes, Cooper和Rhodes于1978年提出的一种评价同类单元有效性的系统分析方法, 他们同时也提出了DEA的第一个模型, 即CCR模型。在被评价的系统中, 每个决策单位称为DMU(Decision Making Unit), 它的基本思想是对每个决策单元, 在保证能使得其它单元都满足基本条件的前提下, 选择能够使自己得分最高的权重, 因此, DEA方法特别适合多种投入、多种产出的系统有效性的评价。此后, 为了适应不同类型问题的需要, 在CCR模型的基础上, 加上不

同的限制条件, 形成了不同的模型, BCC模型就是这样产生的。BCC模型是1984年由Banker, Charnes, Cooper三人开发的模型, 这个模型改变了CCR的规模报酬不变的假定。本文中用到的是产出导向性BCC模型, 所谓产出导向型是指仅从产出的扩张向效率前沿运动, 而不是投入和产出一同运动。本文选择此模型的原因是: ①不同的研发规模期限, 不同的规模报酬; ②各省市的跨国公司在考虑提高效率时更多地会想办法提高产出水平, 而不是减少投入。产出导向型BCC可表述如下:

$$\begin{aligned}
 (BCC_0) \max \eta_B & & (BBC_0) \min z = vx_0 - v_0 \\
 \text{subject to } x_0 - X\lambda \geq 0 & & \text{subject to } uy_0 = 1 \\
 \eta_B y_0 - Y\lambda \leq 0 & & -vX + uY - v_0 e \geq 0 \\
 e\lambda = 1 & & v \geq 0, u \geq 0, v_0 \text{任意} \\
 \lambda \geq 0 & & \text{乘子形式} \\
 & & \text{包络形式}
 \end{aligned}$$

上图中是互为对偶的两种等价形式, 其中 $e$ 为由1组成的向量。我们写出两种形式是因为不同的形式结果虽然相同, 但在实际问题中 $\eta_B$ 、 $\lambda$ 、 $u$ 、 $v$ 各自代表不同的含义。我们用右上角加\*号表示相应线性规划下的最优值, 则在包络形式中, 按上述公式可解得 $\eta_B$ 的最优值 $\eta_B^*$ , 然后再作如下线性规划:

$$\begin{aligned}
 \max w = es^- + es^+ \\
 \text{subject to } s^- = x_0 - X\lambda \\
 s^+ = \eta_B^* y_0 - Y\lambda \\
 e\lambda = 1 \\
 \lambda \geq 0, s^- \geq 0, s^+ \geq 0
 \end{aligned}$$

收稿日期: 2008-05-14

基金项目: 科技部课题项目(2006FY130100-07)

作者简介: 罗亚非(1955-), 女, 湖南人, 北京工业大学经济与管理学院教授, 研究方向为统计方法与应用; 杨实君(1977-), 男, 黑龙江双城人, 北京工业大学经济与管理学院硕士研究生, 研究方向为数量经济学。

则如果解满足 $\eta_B^*=1, s^-=0, s^+=0$ , 则称为BCC有效, 否则称为BCC无效。

两阶段方法<sup>[1]</sup>指把对研发效率的评价分成两个步骤, 第一步先评价地区研发的技术效率, 然后再把第一阶段的产出作为第二阶段的投入, 来评价地区研发的经济效率, 最后再用第一阶段的投入和第二阶段的产出来进行评价, 前后共3次。我们选用两阶段方法的原因是期望对地区研发效率进行更详尽的刻画。

## 2 评价指标及数据来源

与两阶段方法相对应, 本文的指标体系分成两个阶段。

### 2.1 第一阶段指标

本阶段的重点是研究从研发投入到研发产出的效率, 只涉及到技术方面的指标。其中投入指标涉及人、财两个方面:  $x_{11}$ —三资企业科技活动人员数(人),  $x_{12}$ —三资企业科技活动经费内部支出总额(万元)。以上两个指标基本涵盖了企业的研发投入, 至于企业所处的各省市不同的研发环境, 我们把它看作数据背后“看不见的手”, 通过效率比较从一个侧面反映它的存在。

企业的研发归根结底是要创造经济效益。但研发部门不能直接创造产值, 因此我们选择它的中间载体来作为第一阶段的产出:  $y_{11}$ —三资企业专利申请数(项), 这是最能反映企业研发部门直接产出的指标;  $y_{12}$ —三资企业科技活动项目数(项), 科技活动项目可以看作企业研发部门工作成果的一种重要表现形式。

### 2.2 第二阶段指标

第二阶段重点考察从研发成果转化为经济成果的效率。因此, 第二阶段的投入即为第一阶段的产出:  $x_{21}$ —三资企业专利申请数(件),  $x_{22}$ —三资企业科技活动项目数(项)。而产出指标为:  $y_{21}$ —三资企业新产品销售收入占产品销售收入的比重(%), 新产品的销售收入可以直接用于衡量专利技术向生产力及经济成果转化的效率。  $y_{22}$ —三资企业出口额(亿元), 反映了所研发的新技术的直接成果。  $y_{23}$ —三资企业工业增加值(亿元), 反映了企业活动的最终成果。因为DEA的效率值与计量单位无关, 所以我们不必把这两项产出的亿元换算成万元。

### 2.3 综合阶段指标

综合阶段投入指标为第一阶段的投入指标。产出指标为第二阶段的产出指标。3个阶段的指标见图1。

### 2.4 数据来源和其它说明

研发从投入到最终体现为经济成果有一定的时间延迟, 一般为4年左右<sup>[2]</sup>。所以我们第一阶段的投入指标选择2001年, 产出选择2003年, 第二阶段的产出选择2005年。

第二阶段的指标 $y_{22}$ 和 $y_{23}$ 的数据来自《中国经济贸易年鉴》2006版, 其它的数据均来自《中国科技统计年鉴》2004

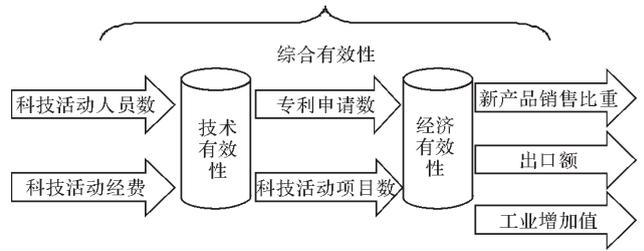


图1 综合阶段指标

和2006版, 另外因为青海、新疆、西藏部分数据缺失及台湾省的特殊情况, 本文选择了除上述4省外的28个省市的数据进行分析。

## 3 各省市效率评价及投影

根据2004年经济普查所得到的数据, 我们选择三资企业研发经费占本地区企业研发经费比重最大的7个省市进行重点分析(见表1), 它们是: 上海、福建、天津、北京、浙江、广东、江苏。这7个省市同时也是研发强度(定义为研发经费和销售收入的比值)较高的地区(见表2), 其它研发强度较高的地区, 如辽宁(1.68%)和山东(1.3%), 因为相应的三资企业研发经费占本地区企业研发经费比重较低(辽宁5%, 山东8%), 所以不加以详细分析。

表1 七省市研发经费所占比重

地区	上海	福建	天津	北京	浙江	广东	江苏
企业研发经费支出中三资企业所占比重	73%	64%	48%	43%	34%	31%	27%
研发强度(研发经费/销售收入)	1.1%	1.4%	0.9%	1.7%	1.2%	1.3%	1.2%

在3个阶段中, 七省市的效率得分见表2:

表2 七省市效率得分

DMU	第一阶段得分	第二阶段得分	综合阶段得分
北京	0.40	0.57	0.44
福建	0.49	0.71	0.72
上海	0.74	1	0.98
江苏	0.68	1	1
天津	1	1	1
浙江	1	1	1
广东	1	1	1

从上表可以看出, 3个阶段都为BCC有效的有浙江、天津、广东, 相对来说比较差的是北京和福建。下面分别对各省市效率情况分析如下:

### 3.1 北京

北京市三资企业的3个阶段得分都不高。其技术效率得分仅为0.4, 参考集为天津、浙江、广东, 其 $\lambda$ 值分别为 $\lambda_1=0.45, \lambda_2=0.45, \lambda_3=0.1$ , 所以北京市的三资企业要想达到BCC有效, 需要分别把自己的专利申请数从606件提高到 $0.45 \times 2089 + 0.45 \times 845 + 0.1 \times 1900 = 1510$ 件, 把科技活动项目

数从418项提高到 $0.45 \times 277 + 0.45 \times 782 + 0.1 \times 5607 = 1\ 037$ 项,即分别在原基础上增加149%和148%,这些数据都说明,北京的技术效率和理想目标差距非常大。

北京的经济效率得分为0.57,参考集为天津、山东、江苏。按照与上述相同的方法,可知北京地区的三资企业要想达到BCC有效,需要把新产品销售收入占产品销售收入的比重由13.5%提高到30%,出口额由964亿元提高到1 687亿元,工业增加值由631亿元提高到1 104亿元,这需要分别在原基础上增加124%,75%,75%。在综合效率上,即不考虑中间产出,单从研发投入和经济效果这两方面考察,北京的三资企业得分也很低,要想达到BCC有效需要大幅度地提高产出。即把新产品销售收入占产品销售收入的比重由13.5%提高到30.6%,出口额由964亿元提高到2 560亿元,工业增加值由631亿元提高到1 433亿元,这需要分别在原基础上增加127%,166%,127%,这比第二阶段需要提高的幅度更大。

北京高校众多,科研院所林立,但优越的研发环境并没有获得很好的研发效果,无论从技术效率还是从经济效率角度来讲都是如此。这一方面与北京的城市定位有关,另一方面与北京三资企业的类型有关,比如北京三资企业中大型制造业企业较少。效率得分低的部分是因为三资企业本身的问题,但这也可以从一个侧面反映出北京市对三资企业研发活动的引导还需要加强,应当从加强各大高校、科研院所与企业的共同协作研发方面多做工作。此外在从技术成果向经济成果转化方面也有需大幅提高效率。

### 3.2 福建

福建省三资企业的效率得分在上述七省市中总体上仅好于北京,低于其它地区,三项效率得分都没有达到1。在技术有效性方面,得分仅为0.49,参考集为浙江、安徽和广东。与前面作法相同,技术效率如果想达到BCC有效需要把专利申请数由460件提高到943件,提高105%,科技活动项目数从1 067件提高到2 189件,也是提高105%,目前的专利申请数和科技活动项目数和有效率的数量差距都比较大。因此,福建省应该对三资企业的科技活动多加引导,为企业的科研活动多创造便利条件,并充分利用当地大学等研发资源,进一步提高企业研发的效率。

在经济有效性方面,福建省三资企业的得分为0.71,参考集为天津、上海、江苏。达到BCC有效需要把新产品销售收入占产品销售收入的比重由26%提高到36%,出口额由2 162亿元提高到3 370亿元,工业增加值由1 263亿元提高到1 768亿元,这需要分别在原基础上增加40%、56%、40%。这说明在技术成果向经济成果转化的机制上面,相比于技术有效性,福建省三资企业的效率还算可以。在综合有效性方面,福建省三资企业的效率和经济有效性的效率差不多,即也还需要在产出方面有所提高。

### 3.3 上海

上海市的三资企业的三种效率得分分别为0.74、1、0.98,说明上海市三资企业的问题主要在技术有效性方面,也就是说申请的专利数量和科技项目数还需要增加。而在经济有效

性上得分是1,在综合有效性上得分是0.98,说明上海市三资企业在技术成果向经济成果转化方面效率很高,而且,如果不考虑专利和科研项目这两个中间产品,单从研发投入和经济效益两方面来考虑,上海的效率也接近1(为0.98)。这些说明上海市的工作重点应该在加强引导三资企业的技术创新的效率上,应多发挥上海市高校比较多、对人才吸引能力强、经济状况比较好、市场比较大的优势。得分0.74说明在技术有效性上,上海市三资企业和技术前沿的差距并不很大,经过合理调控,效果会很显著。

### 3.4 江苏

江苏省的三资企业和上海市存在的问题基本一样,问题出在技术有效性方面。同样应该加强三资企业专利申请数和科技项目数方面的增加。

### 3.5 天津、浙江、广东

这三个省市三资企业的所有效率得分都为1,说明这三个省市的三资企业无论在技术效率方面还是在经济效率方面都非常好。但三个省市还是有所不同。三省市的不同在规模上,这一点从原始数据上就可以看出。天津、浙江、广东的出口额依次为1 519亿元、2 520亿元、12 185亿元,工业增加值依次为773亿元、1 128亿元、5 943亿元,也就是说三省市的规模依次为小、中、大。BCC模型的特点是考虑不同规模投入(或产出)的规模报酬是不同的,因此上述3种规模的省市都是BCC有效。如果采用CCR模型,则我们会看到在综合效率阶段,天津、浙江、广东的效率依次为0.57,1,0.63,但我们认为在研发效率评价这个问题上,规模报酬有变化的假设是合理的。

## 4 结论

本文采用两阶段的BCC模型来分析部分省市研发国际化的效率,发现部分省市在研发的技术效率或经济效率方面存在不足。但任何方法都有一定的局限性,DEA方法只是从一个角度来说明效率的评价问题,而且如果增加或减少某些指标则会得到不同的结果。但是上述方法在效率评价方面至少能反映问题的一个侧面。对于各省市的三资企业来说,应该努力增加本身的研发能力和由技术成果向经济成果转化的能力。对于各省市的政府部门来说,则一方面要努力创造良好的研发环境,创造知识系统平台,争取分层次对接跨国公司研发资源;另一方面,则要强化区域合作,利用海外研发资源推进区域创新体系建设,毕竟中国的进步需要我们中国企业研发水平的提高来支撑。

### 参考文献

- [1] ZHU J. Multi-factor Performance Measure Model with an Application to Fortune 500 Companies [J]. European Journal of Operational Research 2000(23):105-124.
- [2] ACS Z J, ANSELIN L, VARGA A. Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge [J]. Research Policy, 2002(31):1069-1085.