

# 辽宁省科技创新体系科技资源配置有效性的数据包络分析

王忠业, 秦立清, 侯锡林

(鞍山科技大学, 辽宁 鞍山 114052)

**摘要:** 随着国家科技创新体系的不断发展, 以省为主体的区域科技创新体系也在蓬勃发展。为了配合辽宁省科技创新体系的创建, 对辽宁省内的国家重点实验室资源配置状况进行了 DEA 有效性分析, 阐述了影响资源优化配置的主要原因, 并提出了相关政策建议。

**关键词:** 数据包络分析; 科技投入; 科技产出

中图分类号: F127.31

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2006)04-0095-03

## 0 前言

科技资源同其它资源一样都具有稀缺性, 如何优化配置现有的科技资源, 调整科研机构的研究计划和研究方向, 是全国各地急需解决的问题, 也是开展科技资源配置效应评估的重要原因, 而有效的评价方法是解决这些问题的前提条件。目前, 一些专家、学者从定性或定量的角度出发提出了一些评价方法, 其中定量方法主要有: 主观分析检验法、科学计量学方法、数学方法和综合评价法。这些方法大多采用相对比较法, 最常用的方法就是在建立评价指标体系的基础上, 构造效用函数再加以评价比较。但在建立效用函数时, 会不可避免地产生较大的主观性, 使得评价方法的客观性受到一定程度的影响。在这些评价方法的绩效指标中往往又包含投入要素这样的指标, 从而导致评价结果只能表明科研机构的综合实力, 却不能体现科技投入—产出的效率以及研究人员主观努力的程度, 难以发挥评价工作的激励作用。

数据包络分析(Data Envelopment Analy-

sis, 简称 DEA) 模型正是一个通用的分析投入—产出的模型。DEA 模型不需要我们去研究输入与输出的关联性, 只要所选择的投入—产出指标之间满足系统性、层次性、全面性等原则, 就可以使用 DEA 模型进行分析和求解。该方法的主要优点在于有利于我们找出科技资源配置效率低下的原因。

## 1 DEA 模型

DEA 是美国著名运筹学家 A.Charnes 和 W.N.Cooper 等人于 1978 年首创的, 它用于评价多个同质决策单元的相对有效性, 特别适用于对多投入、多产出的复杂系统的效率评价。其一般模型如下:

假设有几个需要被评价的决策单元 (Decision Making Units, 简称 DMU), 每个 DMU 均包括  $m$  项输入指标和  $s$  项产出指标。令:

$X_j=(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$  为第  $j$  个 DMU 投入指标向量, 其中  $x_{ij}$  为第  $j$  个 DMU 对第  $i$  重要元素的输入指标;

$Y_j=(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$  为第  $j$  个 DMU 产出指标向量, 其中  $y_{ij}$  为第  $j$  个 DMU 对第  $i$  重要

元素的产出指标。

当考察第  $j$  个 DMU 的相对有效性时, 带有非阿基米德无穷小的效率评价模型为:

$$\begin{cases} \max \mu^T Y_0 = V_D(\varepsilon) \\ \text{s.t. } \omega^T X_j - \mu^T Y_j \leq 0 \quad j=1, \dots, J \\ \omega^T X_j = 1 \\ \omega^T \varepsilon \cdot e^T \\ \mu^T \varepsilon \cdot e^T \end{cases} \quad (1)$$

其对偶问题为

$$\begin{cases} \min \theta - \varepsilon(e^T \cdot s + e^T \cdot s^*) = V_D(\varepsilon) \\ \text{s.t. } \sum_1^n x_{ij} \lambda_j + s = \theta \cdot x_0 \\ \sum_1^n y_{ij} \lambda_j - s^* = y_0 \\ \lambda_j \geq 0, s \geq 0, s^* \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (2)$$

其中  $e^T=(1, 1, \dots, 1)$   $E_m, e^T=(1, 1, \dots, 1)$   $E_s$  为阿基米德无穷小量 (实际应用中可取值  $10^{-6}$ ),  $s^*, s$  分别为松弛变量和剩余变量。

利用此模型可以判断  $DMU_{j_0}$  是否 DEA 有效, 即若该模型的最优解  $\lambda^0, s^0, s^{*0}, \theta^0$  满足:  $\theta^0=1$  并且  $s^0=0, s^{*0}=0$  则  $DMU_{j_0}$  为 DEA 有

收稿日期: 2006-03-22

作者简介: 王忠业(1950-), 鞍山科技大学计划财务处高级会计师, 研究方向为财务管理; 秦立清(1980-), 鞍山科技大学计算机应用与技术专业硕士研究生, 研究方向为管理与决策系统; 侯锡林(1960-), 鞍山科技大学教授, 研究方向为企业家理论。

效;如果  $\theta^0 < 1$ , 可以令  $\delta = \frac{1}{\theta^0} \sum_{i=1}^I \lambda_i^0$ 。若  $\delta > 1$  则该 DMU 规模收益递减, 表明增加输入量只能使输出的增加速度减小; 若  $\delta < 1$  则该 DMU 规模收益递增, 表明增加输入量可以使输出的增加速度增大。

## 2 DEA 模型的应用

### 2.1 评价指标及模型的选取

这里从基础研究和应用研究两个角度分别建立评价指标体系(详见表 1, 表 2), 并对辽宁省科技资源配置效率进行分析。

表 1 基础研究指标体系

输入指标	科技人员数( $X_1$ ) 科研经费额( $X_2$ ) 承担项目数( $X_3$ )
输出指标	培养研究生数( $Y_1$ ) 发表论文数( $Y_2$ ) 授权专利数( $Y_3$ ) 鉴定成果数( $Y_4$ ) 国际交流人次( $Y_5$ )

表 2 应用研究指标体系

输入指标	科技人员数( $x_1$ ) 科研经费额( $x_2$ ) 承担项目数( $x_3$ )
输出指标	技术转让合同数( $y_1$ ) 当年收入( $y_2$ )

在两种类型的指标体系中, 科研人员数、科研经费额和承担项目数分别代表不同的内涵。在基础研究指标体系建立方面, 我们参考了“国家重点实验室评估指标体系”, 并考虑到指标获取的难易程度, 选用投入的科技人员数、科研经费额和承担项目数 3 项指标作为输入指标。这 3 项指标从总体上反映了对科研工作的投入力度。产出指标则体现了基础研究追求新发现或新发明、创立新学说, 以及积累科学知识的特点。在应用研究指标体系建立方面, 3 项投入指标都具有较强的针对性, 其数据直接来源于辽宁省科研机构(含科研院所、高等院校)应用研究的实际统计数据; 产出指标选用了辽宁省当年技术转让合同数和科研机构的收益, 并间接反映出科技进步对地区经济的促进作用。计算指标见表 3、表 4。

### 3.2 计算结果与分析

为了获得精确的计算结果, 我们采用了经典的带有非阿基米德无穷小的模型, 利用线性规划求解软件 Lindo6.1 对模型进行求解, 结果见表 5、表 6。

从表 3、表 4 计算结果对比分析表明, 辽宁省基础研究和应用研究投入—产出效率存在一定差异。表 5 中只有 4 个 DMU 为非

DEA 有效, 说明辽宁省科技资源丰富, 具有较强基础研究实力。表 6 中有 5 个 DMU 为非 DEA 有效, 表明应用研究方面科技人员投入不足, 科技成

果转换为生产力的能力薄弱, 在一定程度上影响了老工业基地经济发展。

在表 3 中虽然大部分决策单元值为 1, 但是部分 DMU<sub>1</sub> 中不为 0, 所以为弱 DEA 有效。而在 DMU<sub>2</sub>、DMU<sub>4</sub>、DMU<sub>6</sub>、DMU<sub>7</sub> 这 4 个非有效的单元中多数不为 0, 这表明在投入既定的情况下, 基础研究中在发表论文数方面、获得专利方面、获得鉴定成果方面存

表 3 基础研究投入—产出统计数据

	投入科研 人员数 (人)	投入科 研经费额 (千元)	承担 项目数 (项)	培养研 究生数 (人)	发表 论文数 (篇)	授权 专利数 (项)	鉴定 成果数 (项)	国际交 流人次 (人次)
DMU <sub>1</sub>	1 066	13 080	753	277	907	17	110	194
DMU <sub>2</sub>	1 145	17 240	859	276	938	10	102	194
DMU <sub>3</sub>	1 542	24 822	945	347	912	17	100	296
DMU <sub>4</sub>	1 482	32 515	1 150	383	1 090	17	80	307
DMU <sub>5</sub>	1 681	35 548	1 266	494	882	14	92	398
DMU <sub>6</sub>	1 916	35 401	1 299	558	1 169	21	103	332
DMU <sub>7</sub>	2 797	61 207	1 402	967	1 055	35	96	101
DMU <sub>8</sub>	1 553	86 469	1 170	1 750	1 321	27	123	378
DMU <sub>9</sub>	2 154	91 478	1 230	1 963	1 521	64	108	364
DMU <sub>10</sub>	2 356	95 841	1 489	2 172	1 698	42	131	403

表 4 应用研究投入—产出统计数据

	投入科研人员数 (人)	投入科研经费额 (千元)	承担项目数 (项)	技术转让 合同数	当年收入
DMU <sub>1</sub>	4 893	103 708	2 797	172	8 404
DMU <sub>2</sub>	4 761	116 309	2 745	224	7 940
DMU <sub>3</sub>	5 013	133 737	2 881	179	33 331
DMU <sub>4</sub>	5 144	186 767	3 176	165	25 794
DMU <sub>5</sub>	5 647	191 045	3 664	135	13 534
DMU <sub>6</sub>	5 683	317 218	3 473	136	19 710
DMU <sub>7</sub>	3 974	140 891	1 974	130	23 416
DMU <sub>8</sub>	3 697	270 265	2 551	154	30 731
DMU <sub>9</sub>	4 225	310 189	2 641	162	32 471
DMU <sub>10</sub>	4 639	298 314	3 109	178	36 624

表 5 基础研究投入—产出效率计算结果

	DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>4</sub>	DMU <sub>5</sub>	DMU <sub>6</sub>	DMU <sub>7</sub>	DMU <sub>8</sub>	DMU <sub>9</sub>	DMU <sub>10</sub>
	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
$\theta$	1.0000	0.9628	1.0000	0.8128	1.0000	0.8847	0.7316	1.0000	1.0000	1.0000
$s_1^-$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	447.85	0.0000	0.0000	0.0000
$s_2^-$	0.0000	3 072.1	0.0000	828.84	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_3^-$	0.0000	48.330	0.0000	26 962	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_1^+$	0.0000	10.467	0.0000	74.515	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_2^+$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	58.391	185.52	0.0000	0.0000	0.0000
$s_3^+$	0.0000	7.5810	0.0000	3.3614	0.0000	1.9903	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_4^+$	93.000	11.760	0.0000	44.432	0.0000	36.369	25.148	0.0000	0.0000	0.0000
$s_5^+$	0.0000	6.6307	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	179.30	0.0000	0.0000	0.0000
$\delta$	=1	>1	=1	>1	=1	>1	>1	=1	=1	=1

表 6 应用研究投入—产出效率计算结果

	DMU <sub>1</sub>	DMU <sub>2</sub>	DMU <sub>3</sub>	DMU <sub>4</sub>	DMU <sub>5</sub>	DMU <sub>6</sub>	DMU <sub>7</sub>	DMU <sub>8</sub>	DMU <sub>9</sub>	DMU <sub>10</sub>
	1994 年	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
$\theta$	0.8938	1.0000	1.0000	0.8414	0.5581	0.5907	1.0000	1.0000	1.0000	0.9872
$s_1^-$	619.10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_2^-$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	51 225	0.0000	0.0000	0.0000	9.2586
$s_3^-$	336.17	0.0000	0.0000	73.707	165.20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	7.6036
$s_1^+$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$s_2^+$	1 405.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\delta$	<1	=1	=1	>1	>1	>1	=1	=1	=1	>1

在不足,即投入多,产出少。为了提高基础研究中科技资源的配置效率,我们可以从产出入手,在保持原有科技投入力度不变的同时,提高科技成果的质量和科技成果向生产力转化的速度,这样才能更进一步发挥科技进步在振兴老工业基地中的作用。

表4中非DEA有效的DMU较多,且集中在1997-1999年,这期间正是我国深化企业改革,民营企业蓬勃发展的时期,而企业对科技成果的利用率不高。近几年来,辽宁省委、省政府加强了对企业的政策引导,企业也逐渐意识到了科技成果对自身发展的巨大推动作用,同时,分析结果也表明科技

资源配置效率正逐步从非DEA有效向DEA有效转变,这与当时的实际情况相吻合。

### 3 结论

本文利用DEA模型对辽宁省科技资源配置的相对有效性进行评价,结果表明在样本时期内辽宁省科技资源配置效率整体偏低(基础研究投入—产出效率均值为0.9319,应用研究投入—产出效率均值为0.8871),但是影响两者效率的因素却不同:前者主要是产出不足,后者主要是投入不足。政府应采取相应政策手段,在扩大科技经费投入的同时,提高基础研究科技成果的

产量和质量,鼓励企业积极利用科技成果,加强产学研结合,促进辽宁老工业基地科技和经济的发展。

参考文献:

- [1] 魏权龄.评价相对有效性的DEA方法[M].北京:中国人民大学出版,1988.18-28.
- [2] 王晓红等.一种基于DEA和多指标综合评价的学科科研绩效评价方法[J].中国软科学,2004,(8).
- [3] 师萍,李垣.科技资源配置有效性的DEA分析模型[J].中国科技论坛,2000,(5).

(责任编辑:来扬)

## Analysis of Allocation of Science and Technology Resource Efficiency in the Science and Technology Innovation System of Liaoning by Dea

Abstract: With the development of National innovation system, more and more provincial innovation system were founded. To cooperate with the foundation of innovation system in Liaoning province, an analysis of the Science and Technology Resource Efficiency were made, the effectiveness reason about Allocation of Science And Technology Resource were analyzed, and some proposals were put forward.

Key words: data envelopment analysis; science and technology investment; science and technology output

# 《科技进步与对策》杂志在线投稿系统开通启事

为了贯彻国家信息化发展战略,提升专业化服务水平,提高工作效率,使您能够更为方便快捷地投稿与查询相关信息,《科技进步与对策》杂志在线投稿系统将于2006年4月1日正式开通。自该系统开通之日起,投往我刊的所有稿件,一律改用在线投稿的方式,本刊不再接收邮寄等其它方式的投稿。

您可以通过登录本杂志社网站 <http://www.kjjb.org> 注册成为会员,进行在线投稿,并可通过您的用户名随时在线查询稿件的接收与编审等相关信息,同时还可以享受本杂志社提供的其它会员在线服务。具体注册办法如下:

- (1) 在浏览器中打开 <http://www.kjjb.org>, 进入本杂志社首页。
- (2) 点击“在线投稿”, 即可进入《科技进步与对策》在线投稿系统页面。
- (3) 点击“新用户注册”, 填写您的注册信息后, 点击“完成”, 您就可以使用您申请的用户名和密码进入在线投稿系统进行投稿和查询了。详细使用办法, 您还可以通过点击网页上的“《科技进步与对策》用户投稿操作说明”进行查阅。

本系统运行之初, 尚有许多服务内容有待进一步完善。如果您在使用过程中发现问题, 请及时告诉我们。

感谢您对《科技进步与对策》杂志的支持和对在线投稿系统完善工作的积极参与!

科技进步与对策 杂志社

二 六年三月