

文章编号: 1003-207(2003)06-0077-04

基于 DEA 的学科有效性评价

郭新立

(教育部“211 工程”办公室, 北京 100816)

摘要: 高校重点学科的评选是我国加强教育和科技发展一项重要举措。针对强调学科水平的同时, 需要注意办学效益问题, 本文运用数据包络分析(DEA)方法建立了学科技术有效性评价模型, 通过对同学科多所院校的投入产出观察数据, 得出了相应技术有效性的结论。结果表明, 该模型不仅能评价学科的办学效益水平, 而且能对非技术有效的学科, 提供改进依据。

关键词: 数据包络分析 DEA; 学科评价; 办学效益

中图分类号: F830 文献标识码: A

1 引言

对高等学校重点学科的评选是我国加强科技发展, 以帮助某些学科达到世界前沿的一项重要举措。多年来的实践证明, 经过通讯评选、专家组审核等程序获得原国家教委批准的重点学科, 都具备较高的教学和科研水平, 代表了我国在本学科领域中的最高水平。传统的重点学科评选过程中, 除考虑国家需要外, 在择优原则的基础上, 侧重的是学科水平的评价。但近年来, “办学效益水平”问题已经引起了全社会的关注, 原因是它能体现高等学校对该学科的管理效率水平。这就要求我们在对高等学校重点学科的评选过程中, 除考虑学科的学术水平的同时, 也要考虑“办学效益水平”。因此, 我们在评选重点学科时, 除了衡量学科水平外, 也要衡量办学效益水平, 从而在保证国家经济和社会发展需要的同时, 优先发展那些办学效益高的学科, 使有限的资源能够得到最大限度的应用。

数据包络分析(Data Envelope Analysis, DEA)自 Charnes et al. (1978) 提出至今已经有了 25 年的历史, 它把单输入单输出的工程效率的概念推广到了多输入多输出的决策单元(DMU) 的有效性评价中^[1], 由于它的实用性及无需任何权重假设的特性, 多年来在多个领域得到了广泛应用^{[2]、[3]}。

鉴于重点学科的评选过程就是对每个学科的评

价过程, 本文基于 DEA 方法建立的学科技术有效性评价模型, 将高等学校学科看成同类型的决策单位, 将相同的资源消耗(师资、经费、设备等) 转换成相同的产出(成果、人才等)。通过每个学科的投入产出观察数据, 判断其是否技术有效, 由此评价学科的办学效益水平。对非技术有效的学科, 该模型具有诊断作用, 提供改进依据。

2 学科技术有效性评价的 DEA 模型

这里我们假设有 n 个学科, 这些学科具有 m ($m \geq 1$) 项投入和 s ($s \geq 1$) 项产出。

设 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T \in R_+^m$, ($m \geq 1$), $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T \in R_+^s$ ($s \geq 1$), 分别表示第 j 个学科的投入向量和输出向量, 其中 x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$), y_{kj} ($k = 1, 2, \dots, s$) 分别表示第 j 个学科消耗的第 i 项资源量和获得的第 k 项产出量, R_+^m , R_+^s 分别表示 m 维和 s 维非负欧氏空间。

令 $X = [X_1, X_2, \dots, X_n]$ 代表投入矩阵, $Y = [Y_1, Y_2, \dots, Y_n]$ 代表产出矩阵, 其中 X 是 $m \times n$ 阶矩阵, Y 是 $s \times n$ 阶矩阵。

我们用其所消耗的资源投入矩阵 X 和获得的产品产出矩阵 Y 构成的 (X, Y) 代表生产技术过程, 定义下面的生产可行集 T 为

$$T = \{(X, Y) \mid \text{产出 } Y \geq 0 \text{ 可从 } X \geq 0 \text{ 获得}\}.$$

对 $(X, Y) \in T$ 表示某一生产技术过程利用资源投入量 X , 就可获得产出 Y 。

对生产可行集 T 应满足如下公理:

(1) 凸性: 若 $(X_j, Y_j) \in T$, ($j = 1, 2, \dots, n$),

收稿日期: 2003-05-19; 修订日期: 2003-10-10

作者简介: 郭新立(1960-), 男(汉族), 北京市人, 教育部 211 工程办公室负责人, 研究方向: 教育与人力资源管理。

对任意的 $\lambda_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, n)$, 且 $\sum \lambda_j = 1$, 则有 $\left. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j, \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \right\} \in T$, 即 T 是凸集。

(2) 无效性: (a) 若 $(X, Y) \in T$ 且 $\bar{X} \geq X$, 则 $(\bar{X}, Y) \in T$; (b) 若 $(X, Y) \in T$, 且 $\bar{Y} \leq Y$, 则 $(X, \bar{Y}) \in T$

(3) 锥性: 对任意的 $(X, Y) \in T$, 对给定的 $k > 0$, 有 $(kX, kY) \in T$

(4) 最小性: T 是所有满足条件(1)(2)(3)的集合的交集。

满足上述四个条件的集合 T 是唯一确定的, 即有

$$T = \left\{ (X, Y) \mid X \geq \sum_{k=1}^n \lambda_k X_k, Y \leq \sum_{k=1}^n \lambda_k Y_k, \lambda_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, n \right\}$$

上述公理对应的物理性含义为:

(1) 公理(1) 说明了集合 T 的凸组合性。

(2) 公理(2) 描述的以较多的投入或者较少的产出进行生产, 过程仍是可行的;

(3) 公理(3) 说明以投入量的一个倍数投入到生产过程中, 那么输出量仍以原来产出的相同倍数产出也是可能的;

(4) 公理(4) 说明 T 是满足公理(1)(2)(3)的所有集合的交集。

Charnes et al. (1978)^[4] 给出了测量第 i 个单位有效的数学规划方法, 我们称为数据包络分析(Data Envelope Analysis), 简称 DEA, 即 $\text{Min } \theta$,

$$st - y_i + Y\lambda \geq 0, \theta x_i - X\lambda \geq 0, \lambda \geq 0 \quad (1)$$

其中的符号如上所示。

上式得到的 θ 称为第 i 个单位的效率值, 其大小范围在 0 和 1 之间。如果 $\theta = 1$, 则称第 i 个单位是技术有效的, 如果 $\theta < 1$, 则称第 i 个单位是技术无效的。

DEA 方法提出之后, 就广泛应用在各个行业的

有效性评价上, 如企业、医院、教育等。本文利用这种方法来研究我国学校学科的技术有效性, 确定可用于分析学科投入产出的指标体系, 分析学科的哪些指标应该再改进, 采取相应的措施来提高学科的投入产出比。

3 学科技术有效性评价举例及结果分析

本文在应用 DEA 方法对实际学科进行评价时, 选取某二级学科中的 9 个学科进行。在具体的过程中, 为便于比较并从中找出其改进依据, 我们设定了两组投入产出指标, 表 1 和表 2 分别给出了对应的含义。

表 1 第一组投入产出观察指标

投入指标		输出指标	
x_1	师资力量, 根据学科中各级职称人数加权求和	y_1	目前承担国家级、省级科研项目。
x_2	1981 年以来科研经费数。	y_2	1981 年以来国内外一级刊物上发表论文数。
x_3	1981 年以来仪器设备投资数	y_3	学术交流(人次)(含出国留学、进修等)。
		y_4	研究生培养, 根据 1981 年以来培养的博士、硕士加权求和

表 2 第二组投入产出观察指标

投入指标		输出指标	
x_1	教授、副教授人数	y_1	博士生数
x_2	1981 年以来科研经费数	y_2	硕士生数
x_3	1978 年以来仪器设备投资数	y_3	1981 年以来国内外一级刊物上发表论文数
		y_4	目前承担科研项目

我们利用模型(1), 根据上面的投入产出数据, 分别计算, 得到各个学科的技术效率结果, 下面我们分别分析研究结果。

(一) 第一组投入产出结果分析

针对表 1 的观察指标, 我们得出 9 个学科的投入产出对应的数字, 应用 DEA 方法, 计算出的各个学科的效率, 具体如表 3 所示。

表 3 第一组投入产出观察指标的数值及相应的计算结果

	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	y_4	技术效率
1	18	256	105	17	76	42	24	1
2	26	252	589	19	188	170	46	1
3	26	320	530	11	129	112	137	1
4	50	775	408	26	291	116	110	1
5	34	234	85	6	115	87	25	1
6	24	270	290	6	75	33	30	0.58
7	37	661	400	16	132	40	73	0.708
8	14	347	133	9	81	30	25	1
9	51	1430	550	6	118	18	72	0.494

从表3的计算结果可知,其中有6个学科是技术有效的,3个学科是非技术有效的,所有非技术有效的学科应在减少资源消耗和增加产品产出方面下功夫。如学科6和学科9明显是技术无效的,它们的产出就与其投入不对称,其科研经费与设备投资都是相对不少的,但是在现有产出下,只需要大约一

般的投入即可,因此学科6和学科9应该增加自己的产出,以充分发挥自己的优势条件,使之最大化。

(二)第二组投入产出结果分析

我们根据第二组的投入产出指出标,我们得到相应的数字,并计算出结果,如表4所示。

表4 第二组投入产出观察指标的数值及相应的计算结果

	x_1	x_2	x_3	y_1	y_2	y_3	y_4	技术效率
1	89	257	148	61	42	32	46	1
2	102	252	798	66	170	97	111	1
3	156	320	702	108	112	89	80	1
4	240	775	718	147	116	149	131	1
5	157	234	115	58	87	95	131	1
6	109	271	340	65	33	30	46	0.865
7	205	661	800	82	40	82	37	0.625
8	78	348	292	56	30	30	53	1
9	389	1430	750	86	18	35	38	0.321

第二组投入产出观察数据与第一组相比,投入方面突出了教授、副教授,即高职称人数;产出突出了研究生培养,科研项目扩大到全部项目,而不仅仅是国家级、省级项目。从表4为可以看出,技术有效的学科仍旧为6个,非有效的学科是3个。与第一组的结果相比较,有效的学科与第一组的完全相同,技术无效的学科仍旧是学科6、7、9。而学科9的评价尤其低,只有0.321,说明在现有的产出下,学科9只需现有投入的三分之一即可,由此可见学科9存在人力、物力的巨大浪费,没有充分发挥出现有的条件,应该从自身寻找原因,破除阻碍产出增加的障碍。

效性学科也可以使我们找到学科无效性的原因,帮助管理者提高管理水平。

参考文献:

从第一组和第二组的结果比较可以看出,虽然这两组的投入产出指标不同但是对这九个学科的有效性评价还是一致的,技术有效的六个学科完全一样,而无效的学科也相同,学科6、7、9也都是技术无效的。这说明我们利用DEA方法,选取的投入产出指标还是适宜的,对这些学科的评价也是可行的。

4 结论

我们利用DEA方法,确定两种投入产出指标,选取9个学科为例,对其进行有效性评价,得到了这些学科有六个是有效的,三个是无效的。虽然我们选取的投入产出指标不同,但是得到的关于学科的有效性评价的结果还是一致的,说明我们确定的评价学科的指标是可行的,而且利用DEA方法评价有

- [1] 马占新. 数据包络分析方法的进展[J]. 系统工程与电子技术, 2002, 24(3): 42-45.
- [2] 魏权龄. 评价相对有效的DEA方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1988.
- [3] 王德祥, 徐德徽. 北京奶牛业的利润率和效率分析: 一个DEA方法的应用[J]. 农业技术经济, 1997, 3.
- [4] 杨宝臣, 刘铮, 高春阳. 商业银行有效性评价方法[J]. 管理工程学报, 1999, 3(10): 13-19.
- [5] 朱乔. 盛昭瀚, 吴广谋. DEA模型中的有效性问题[J]. 东南大学学报, 1994, (2): 78-82.
- [6] 朱乔. 数据包络分析(DEA)方法综述与展望[J]. 系统工程理论方法应用, 1994, 3(4): 1-9.
- [7] 赵昕, 薛俊波, 殷克东. 基于DEA的商业银行竞争力分析[J]. 数量经济与技术经济研究, 2002, 9: 84-87.
- [8] Charnes, A., Cooper, W. W., Rhodes, E., Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2: 429-444.
- [9] Lawrence M. Seiford, Robert M. Thrall, 1990, Recent Developments in DEA The Mathematical Programming Approach to Frontier Analysis [J]. Journal of Econometrics, 46, 7-38.
- [10] Tim Coelli, D. S. Prasada Rao, George E. Battese, An introduction to efficiency and productivity analysis [M]. Kluwer Academic Publishers, 1998.

Efficiency Measurement for the Emphasis Subjects Based on DEA

GUO Xin-li

(211 Project Office, Department of Education, Beijing 100816, China)

Abstract: In order to strengthen the development of education, science and technology, the Education Department of China takes the efficiency measurement for the emphasis subjects. As we consider the academic level, the benefit of subject is also emphasized. On the basis of DEA, we propose a model of efficiency measurement for the emphasis subjects. According to the input data and output data from different universities, we get the conclusion whether they are efficient or not. In summary, the model we proposed can estimate the benefit level of different universities, and give out the advise from the point of improvement as well.

Key words: Data Envelope Analysis; subject measurement; benefit of running schools