

## 我国区域卫生经济系统的投入产出技术效率测度研究

张纯洪<sup>①</sup>, 刘海英<sup>②</sup>

**摘要:** 卫生经济投入产出系统也会出现诸如医疗事故率和疾病死亡率等“非合意”产出问题。在技术效率测度过程中, 因为隐含了卫生经济投入的效果。考虑“非合意”产出因素的技术效率测度更符合现实, 文章基于是否考虑“非合意”产出因素两种不同的研究视角, 计算了我国区域卫生经济投入产出的相对技术效率, 得出考虑“非合意”产出因素后我国区域卫生经济投入产出技术效率确实存在很大差异性结论。

**关键词:** 数据包络分析; 非合意产出; 技术效率

**中图分类号:** R195 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-0743(2009)07-0011-03

**Research on Input-output Technical Efficiency Evaluation of China's Regional Health Economy System/ZHANG Chun-hong, LIU Hai-ying// Chinese Health Economics, 2009, 28(07): 11-13**

**Abstract:** The input-output system of health economy may have “undesirable” output as clinical incidents rate and death rate. During the evaluation process of technical efficiency, the one that considers “undesirable” output factors is more in accord with reality as it can include the effect of health system input. Based on two different angles of whether to consider “undesirable” output factors, this paper calculates the relative input-output technical efficiency of China's regional health economy system. The conclusion is that there is much difference between the results of the two methods.

**Key words:** DEA; undesirable outputs; technical efficiency

**First-author's address:** Business School and Quantitative Research Center of Economics, Jilin University, Changchun, 130012, China

## 1 引言

非参数型确定性前沿生产函数的技术效率测度是以数据包络分析 (DEA) 技术为基础的。由于传统 DEA 方法不需要知道生产函数的具体形式, 而只需要投入产出数据, 就可以对投入产出系统中不同个体的相对效率做出定量评价, 因此很快就得到了广泛的应用。本文拟将各地区卫生经济系统作为决策单元 (DMU), 这样就可以通过非参数 DEA 的相关理论和方法研究我国区域卫生经济系统的投入产出技术效率问题。

近年来, 有关卫生经济系统技术效率的测度研究问题主要集中于微观和宏观两个层面。在微观层面, 黄奕祥等应用数据包络分析评价了乡镇卫生院投入与产出效率<sup>[1]</sup>, 邱亭林等应用随机前沿模型分析 (SFA) 比较了部分城市转制医院、私立医院和公立医院的效率<sup>[2]</sup>, Kirsi Vitikainen 等应用非参数 DEA 方法评价了 40 家芬兰医院的效率<sup>[3]</sup>。在宏观层面, Donna Retzlaff-Roberts 等使用 DEA 技术分析了 27 个 OECD 国家的医疗、社会环境投入与健康状况产出之间的关系<sup>[4]</sup>, 张宁等应用 DEA 技术对中国各地区健康生产效率进行了测度<sup>[5]</sup>。

基金项目: 教育部人文社会科学研究项目基金资助 (08JC790045); 吉林省社会科学基金项目 (2008Bjjx01); 第 44 批中国博士后科学基金面上项目 (20080441003); 吉林大学“985 工程”“经济分析与预测哲学社会科学创新基地”资助。

① 吉林大学商学院 长春 130012

② 吉林大学数量经济研究中心 长春 130012

作者简介: 张纯洪(1978-), 女, 讲师, 管理学博士; 研究方向: 技术经济及管理; E-mail: zhch@jlu.edu.cn。

然而, 在一般决策单元的投入产出效率研究中并不考虑“非合意”产出, 而认为产出都是“合意”的。比如张宁等的研究将我国各地区千人卫生技术人员数、千人卫生机构床位数、人均卫生总费用作为投入变量, 将各地区人口的平均预期寿命作为产出变量。但是, 在现实中并不总是产生“合意”产出, 还有可能产生“非合意”的产出。如同经济投入产出系统并不总是产生诸如增加值一样的“合意”产出, 还有可能伴随产生二氧化硫、污水和有毒物质等“非合意”产出。Färe 等人的研究表明, 各生产单元的技术效率测度结果对于是否包含非合意产出极其敏感<sup>[6]</sup>。同样, Seiford 等人的研究结论也表明, 不考虑非合意产出, 将导致污染排放少的决策单元的相对效率较低, 而这最终将混淆决策单元的效率排序<sup>[7]</sup>。

卫生经济投入产出系统也会出现诸如医疗事故率和疾病死亡率等“非合意”产出问题。将这些“非合意”产出因素纳入到区域卫生投入产出系统, 目前并没有人进行过研究尝试。基于此, 本文将运用非参数 DEA 决策评价理论和方法, 分别传统的不考虑“非合意”产出因素和考虑上述“非合意”产出因素, 对我国区域卫生经济系统的投入产出效率测度进行对比研究。

## 2 研究方法

## 2.1 包含非合意产出的产出集描述

如果我们令  $\chi \in R_+^N$ 、 $\gamma \in R_+^M$ 、和  $v \in R_+^J$  分别表示投入向量、合意产出向量、非合意产出向量, 则投入产出技术可以用如下的产出集来刻画<sup>[8]</sup>:

$$P(\chi) = \{(\gamma, u); \chi \text{ can produce } (\gamma, u)\} \quad (1)$$

依照 Färe 和 Grosskopf<sup>[9]</sup>,  $P(\chi)$  被定义为“产出集”如果有界闭集, 并且同时满足如下两条性质:

P1 产出是弱可处置的，即如果  $(\gamma, u) \in P(\chi)$  以及  $0 \leq \theta \leq 1$ ，则  $(\theta\gamma, \theta u) \in P(\chi)$ ；

P2 合意产出与非合意产出是零关联的 (null-joint)，即如果  $(\gamma, u) \in P(\chi)$   $u=0$  以及  $u=0$ ，则  $\gamma=0$ 。

这里 P1 说明，合意产出和非合意产出的同比例压缩是可行的。P2 说明，消除所有非合意产出的唯一途径是结束生产过程。其实这种理论也符合卫生经济投入产出的实践，因为在既定的投入水平下，医疗事故或因医疗条件所限而导致的患者健康恢复延迟以及死亡都是一种“非合意”产出，而且这种非合意产出并非是不负任何成本或责任的。另外，即使最好的医疗条件也不能保证所有的病人都能获得及时救治，倘若要必须消除这些“非合意”产出因素，那只能是任何投入都不采取的情况。

上述理论假定基础上，按照经典的非参数 DEA 理论方法，在可变规模报酬 (VRS) 情况下，将产出非合意因素纳入到传统的 BCC 模型框架内，此时理论上的产出集表述如下：

假设存在  $k=1, 2, \dots, K$  个决策单元，对于第  $k$  个决策单元，投入向量、合意产出向量、非合意产出向量的观测数据分别记为， $\chi_k=(\chi_{1k}, \chi_{2k}, \dots, \chi_{Mk})$ ， $\gamma_k=(\gamma_{1k}, \gamma_{2k}, \dots, \gamma_{Mk})$  和  $u_k=(u_{1k}, u_{2k}, \dots, u_{Jk})$ 。

$$P_1(\chi) = \{(y, u) : \sum_{k=1}^K Z_k \gamma_{mk} \leq \chi_n, n=1, 2, \dots, N$$

$$\sum_{k=1}^K Z_k \gamma_{mk} \geq \gamma_m, m=1, 2, \dots, M$$

$$\sum_{k=1}^K Z_k u_{jk} = u_j, j=1, 2, \dots, J$$

$$\sum_{k=1}^K Z_k = 1, k=1, 2, \dots, K\}$$

### 2.2 包含非合意产出的 DEA 测度模型构建

先从不包含非合意产出的传统 BCC 的 DEA 模型开始分析，考虑如下的行、列的数据矩阵

$$P_n = \begin{bmatrix} Y \\ K \end{bmatrix} = [P_1, \dots, P_n]$$

其中每一列对应一个决策单元。第  $j$  列

$$P_j = \begin{bmatrix} \gamma_j \\ \chi_j \end{bmatrix}$$

是由第  $j$  个决策单元的产出向量和投入向量构成。产出向量的第  $m$  个分量代表第  $m$  种产品的产出量。投入向量的第  $n$  个分量代表第  $n$  种要素的投入量。

在如上描述下，基于产出的角度，决策评价单元的技术效率测度问题就可以通过计算如下的线性规划问题得到：

$$\max \eta$$

$$s.t. \sum_{j=1}^n Z_j \chi_j + S^- = \chi_0$$

$$\sum_{j=1}^n Z_j \gamma_j - S^+ = \eta \gamma_0$$

$$\sum_{j=1}^n Z_j = 1$$

$$Z_j \geq 0, j=1, \dots, n$$

这里  $\eta$  和  $S^\pm$  分别表示被评价的决策单元的投入和产出向量。而且产出向量全都是合意的。

考虑“非合意”产出是卫生经济投入产出系统中的常态问题，下面将“非合意”产出因素纳入到传统的基于产出的 DEA 测度技术效率模型中。

考虑如下的 DEA 数据矩阵

$$\begin{bmatrix} Y \\ K \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^g \\ Y^b \\ X \end{bmatrix}$$

这里  $Y^g$  和  $Y^b$  分别表示合意产出和非合意产出。

$$\max \Gamma$$

$$s.t. \sum_{j=1}^n Z_j \chi_j + S^- = \chi_0$$

$$\sum_{j=1}^n Z_j \gamma_j^g - S^+ = \Gamma \gamma_0^g$$

$$\sum_{j=1}^n Z_j \gamma_j^b - S^+ = \frac{1}{\Gamma} \gamma_0^b$$

$$\sum_{j=1}^n Z_j = 1$$

$$Z_j \geq 0, j=1, \dots, n$$

上述模型就是包含非合意产出的 DEA 效率测度模型。

## 3 实证研究

### 3.1 变量的选取及说明

在微观层面的研究中，较普遍地选取年门诊人次与住院人次数作为医疗卫生机构投入产出效率的产出变量<sup>[10,11]</sup>，在宏观层面研究中尚未被作为产出变量使用，但由于医院诊疗人次及住院人数体现了卫生经济系统的产出情况，因此本文选取各地区医院诊疗人次及住院人数作为卫生经济系统的两个产出变量。另外，按照世界卫生组织确定的标准，衡量一个国家或地区人民健康水平主要有 3 大指标：人均期望寿命、婴儿死亡率和孕产妇死亡率。由于我国 5 岁以下儿童死亡率及孕产妇死亡率数据仅限于被监测地区，因此本文选取各地区人口期望寿命作为卫生经济系统的另一产出变量。此外，由于数据的可获得性，本文选取各地区人口死亡率作为产出变量中的非合意产出变量。在投入变量方面，本文选取我国各地区千人医疗机构床位数、千人卫生技术人员数、人均卫生总费用（包括政府预算支出、社会卫生支出和个人卫生支出）作为卫生经济系统的投入变量（表 1）。

表 1 我国区域卫生经济系统投入——产出变量选取

投入变量	合意产出变量	非合意产出变量
千人医疗机构床位数 $X_1$	各地区医院诊疗人次 $Y_1$	
千人卫生技术人员数 $X_2$	各地区医院住院人数 $Y_2$	人口死亡率 $U_1$
人均卫生总费用 $X_3$	各地区人口期望寿命 $Y_3$	

注：投入变量  $X_1$ 、 $X_2$  的数据是根据各地区人口数与各地区医疗机构床位数及卫生技术人员数得出，数据来自《中国统计年鉴》；投入变量  $X_3$  的计算方法参见张宁等一文<sup>[5]</sup>。产出变量  $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$ 、 $U_1$  的数据来源于 2008 年《中国卫生统计年鉴》，其中各地区人口期望寿命  $Y_3$  采用 2000 年数据。

### 3.2 两种不同方法测度结果

不考虑非合意产出情况下，本文运用 Färe 公开的 on front 2.01 软件运行计算；考虑地区死亡率这一非合意产出因素情况下，通过线性转换，在 Excel 规划求解模块下直接运行计算（表 2）。

### 3.3 实证研究结论分析

表 2 的测度结果表明，不考虑“非合意”产出因素条件下，上海、浙江、安徽、山东、广西处于相对技术有效的前沿面上，反映了这些地区的卫生经济投入产出效率相对较高；内蒙古、新疆、青海等少数民族自治区的技术效率测度

表2 我国各地区卫生经济系统技术效率

地区	不考虑非合意产出因素	考虑地区死亡率因素
北京	1.006	1.000
天津	1.017	1.008
河北	1.071	1.053
山西	1.108	1.075
内蒙古	1.129	1.017
辽宁	1.011	1.003
吉林	1.008	1.000
黑龙江	1.019	1.011
上海	1.000	1.000
江苏	1.004	1.021
浙江	1.000	1.014
安徽	1.000	1.026
福建	1.033	1.005
江西	1.074	1.079
山东	1.000	1.005
河南	1.043	1.027
湖北	1.078	1.008
湖南	1.089	1.062
广东	1.003	1.000
广西	1.000	1.004
海南	1.003	1.012
重庆	1.074	1.054
四川	1.025	1.063
贵州	1.005	1.097
云南	1.131	1.122
陕西	1.046	1.102
甘肃	1.031	1.044
青海	1.194	1.157
宁夏	1.078	1.003
新疆	1.103	1.009

注：由于西藏地区部分投入与产出的样本数据与其他地区差距太大，其经济社会系统和卫生系统的运作也与其他地区明显不同，因此在技术效率测度中剔除该样本数据，以免使研究结果受到影响。

结果相对较差，但作为自治区的广西却是一个特例。从地区差异上看，东北地区三省具有相对较高的卫生投入产出效率。其他地区并无明显的特征。但考虑地区死亡率这一“非合意”产出因素后，测度结果与前者产生了很大的差异，不仅体现在技术效率的具体排序，而且前沿面上的决策单元发生了变化，北京、吉林、上海、广东处于相对技术有效的前沿面上。比较两种测度方法的结果发现，上海是唯一的同时处在相对技术有效前沿面的单元。这说明上海无论是否考虑地区人口死亡率因素都是相对有效的。除此之外，北京和广东也是有效的，这可能与地区经济发展相对发达有关，经济发达地区投入的医疗设施和设备比较先进，降低了地区人口死亡率，使得综合投入产出效率更靠近技术前沿。吉林省并不属于经济相对发达地区，然而其2007年的地区人口死亡率相对全国处于较低程度（2007年人口死亡率相对较低的地区为北京4.92‰，吉林5.05‰，广东4.66‰，宁夏5.04‰和新疆5.01‰），这可能是解释其处在相对有效前沿面的原因之一。

#### 4 研究结论及展望

本文是在传统DEA测度效率的理论基础上，将“非合

意”产出因素纳入到传统的DEA理论框架，建立了非参数的DEA评价模型，并运用了我国2007年各地区卫生经济系统投入产出数据，应用两种不同的测度方法分别计算了中国区域卫生经济系统投入产出的相对技术效率。实证结果表明，考虑非合意产出因素，确实与传统技术效率测度结果产生了很大差异性。而且本研究认为，考虑非合意产出因素的技术效率测度更符合现实，因为它不仅考虑了投入产出的效率问题，还隐含了卫生经济投入的效果，即一定量的卫生投入应该能够最大限度地提高人们的健康水平，不仅仅是治疗了多少个患者，而应该关注最终多少患者从治疗中获得痊愈并重获健康，而这种效果正是我们卫生经济投入所关注的重点内容。

值得注意的是，选择非合意产出因素时，最好的选择当然是地区医疗事故率及由于地区医疗卫生条件所限导致延迟恢复乃至死亡的比率，遗憾的是，地区医疗事故率在统计中很少见（每个省或地区只有在医患关系上升为法律问题时才进行统计，大约每年才几十例，事实远非如此），而地区医疗卫生条件所限导致的延迟恢复乃至死亡的数据更是无从获得。基于此，本研究只能选择地区死亡率这个指标近似作为非合意产出因素的替代，但问题是地区死亡率并不全是由卫生医疗事故或医疗卫生水平所限而导致，因此本文的测度结果只能仅供参考。希望未来的研究中找到更合适的非合意产出变量，并从一段时间上考察区域卫生经济系统投入产出技术效率的变化，而这也是本研究领域的进一步深化。

#### 参 考 文 献

- [1] 黄奕祥, 胡正路. 数据包络分析在评价乡镇卫生院投入产出效率中的应用研究[J]. 中国卫生经济, 2004, 23(4): 61-64.
- [2] 邱亭林, 石光. 不同产权制度下医院效率比较研究[J]. 中国医院管理, 2006, 26(12): 19-21.
- [3] Kirsi Vitikainen, Andrew Street, Miika Linna. Estimation of hospital efficiency—Do different definitions and casemix measures for hospital output affect the results[J]. Health Policy, 2009, 89(2): 149-159.
- [4] Retzlaff-Roberts D, Chang CF, Rose M, Rubin RM. Technical efficiency in the use of health care resources: A comparison of OECD countries[J]. Health Policy, 2004, 69(1): 55-72.
- [5] 张宁, 胡鞍钢, 郑京海. 应用DEA方法评测中国各地区健康生产效率[J]. 经济研究, 2006(7): 92-105.
- [6] Färe R, Grossko PF. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: A nonparametric approach [J]. The Review of Economics and Statistics, 1989, 71(1): 90-98.
- [7] Seiford LM, Zhu J. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 142(1): 16-20.
- [8] Chung Y, H, Färe R. Productivity and undesirable outputs: A directional distance function approach[J]. Journal of Environmental Management, 1997, 51(3): 229-240.
- [9] Färe R, Grosskopf S. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation: Comment[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 157(1): 242-245.
- [10] Athanassopoulos AD, Gounaris C, Sissouras A. A descriptive assessment of the production and cost efficiency of general hospitals in Greece[J]. Health Care Management Science, 1999, 2(2): 97-106.
- [11] 孙红梅, 武云飞, 刘亚芹. 医院运行绩效的评价指标[J]. 中国医院管理, 2002, 22(5): 26-27.

[收稿日期: 2009-04-20] (责任编辑: 高非, 滕百军)