

# 我国省际卫生经济投入产出的动态效率测度研究\*

刘海英<sup>①</sup>, 张纯洪<sup>②</sup>

**摘要:** 我国省际卫生经济投入产出的 Malmquist 生产率指数在绝大多数地区呈现平均上升趋势。我国卫生经济投入产出效率增长较快的省份, 其生产率增长源泉几乎都来自于技术进步的变化, 与此同时, 相对于技术的不断进步, 中国省际卫生经济的资源配置效率并未获得相应改善。相对于中西部地区, 东部地区各省区的相对技术效率呈下降趋势; 而从技术进步变化趋势看, 除了西部几个省份以外, 2002~2007 年间全国各省区卫生经济投入产出的技术进步效应都非常显著。相对技术效率的进一步分解结果表明, 西部各省区的卫生经济投入产出并未出现拥挤状态, 此时的规模无效应该是卫生资源投入不足所导致。

**关键词:** 卫生经济; 生产率; 技术效率; Malmquist 生产率指数

中图分类号: R195 文献标识码: A 文章编号: 1003-0743(2009)10-0005-04

**Research on Measurement of Input-output Dynamic Efficiency of China's Provincial Health Economy/LIU Hai-ying, ZHANG Chun-hong//Chinese Health Economics, 2009, 28(10):5-8**

**Abstract:** The input-output Malmquist productivity index of China's provincial health economy takes an average upward trend in most regions. For the provinces with a relatively rapid growth of input-output efficiency, the productivity growth almost comes from changes of technical growth. At the same time, compared with the continuous technical growth, the resource allocation efficiency of provincial health economy did not improve accordingly. Relative to middle and west regions, the relative technical efficiency of east regions had a downward tendency. Seen from the variation trend of technical growth, most provinces had an obvious technical growth effect besides several western provinces. To further dispose relative technical efficiency, we can see that there are no congestions in western regions, and the scale inefficiency should be the result scarce health resources input.

**Key words:** health economy; productivity; technical efficiency; Malmquist productivity index

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

## 1 引言

卫生经济领域内决策评价单元 (DMU) 的绩效测度问题一直是国内外研究关注的一个焦点。从现有的文献来看, 一般可分为参数方法和非参数两种方法。参数方法是通过设定一个包含未知参数的随机生产前沿函数, 然后利用计量经济学方法进行估计和检验, 决策评价单元效率的变化反映在生产前沿面的移动上。比如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>[1]</sup>。

非参数方法主要是运用数据包络分析 (Data Envelopment Analysis, DEA) 技术, 利用已知数据构造投入产出前沿,

并将各个决策评价单元到最佳前沿面的距离大小作为其相对绩效评价准则。相对于参数方法而言, 非参数方法由于无需依赖于人为给定指标的权重, 也无需预先给定前沿面函数的具体形式, 而且能够处理多投入与多产出问题等, 因而获得了更广泛的应用。从现有的相关研究来看, 大多数卫生经济领域关于决策评价单元效率的研究, 都采用了基于数据包络分析 (DEA) 的非参数方法, 从这种方法的具体应用领域来看, 又分为微观单元个体的投入产出效率评价和区域卫生经济资源投入产出效率评价两个领域。前者以卫生医疗机构的投入产出效率评价为主要研究对象。比如黄奕祥等<sup>[2]</sup>应用数据包络分析评价了乡镇卫生院投入与产出效率; 王成增等<sup>[3]</sup>也运用同样的方法对 100 个乡镇卫生院建设项目进行了效率评价; Kirsi Vitikainen 等<sup>[4]</sup>应用非参数 DEA 方法评价了 40 家芬兰医院的效率。和微观个体单元的技术效率评价不同, 非参数 DEA 方法运用于区域卫生经济资源的投入产出效率评价文献相对较少。比如 Donna Retzlaff-Roberts<sup>[5]</sup>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; 张宁等<sup>[6]</sup>应用 DEA 技术对中国各地区健康生产效率进行了测度; 罗良清等<sup>[7]</sup>将中国分为东部、中部和西部 3 个地区, 然后在此基础上对各部所包括的

\* 基金项目: 教育部人文社会科学研究项目 (08JC790045); 吉林省社会科学基金项目 (2008Bjx01); 中国博士后科学基金 (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”资助项目 (985CXJD013)。

① 吉林大学数量经济研究中心 长春 130012

② 吉林大学商学院 长春 130012

作者简介: 刘海英(1972-), 男, 应用经济学博士后, 副教授; 研究方向: 经济增长绩效评价; E-mail: liuhaiying@jlu.edu.cn。

省份进行了相对技术效率的对比研究。成刚等<sup>[8]</sup>进一步阐述了 DEA 在公共卫生管理方面的应用原理。张纯洪等<sup>[9]</sup>将地区人口“死亡率”作为“非合意”产出因素，并将其纳入到传统 DEA 研究框架，据此测度了中国区域卫生经济的投入产出技术效率。

但是应该看到，非参数方法在区域卫生经济资源投入产出效率研究方面，无论采用 Charnes 等<sup>[10]</sup>提出的 CCR 模型，还是 Banker 等<sup>[11]</sup>提出的 BCC 模型，都还属于静态的技术效率模型，即在某个时点上对所有截面决策评价单元的技术效率进行评价。然而现实中，我们不仅要知道当期的相对技术效率水平，还需要了解连续时间段内决策评价单元动态效率的变化情况。而现有的研究文献中，并未出现运用非参数 DEA 的方法测度中国省际间卫生资源投入产出绩效的研究，基于此，本文将利用 Malmquist 生产率指数的方法，测度中国省际间卫生经济投入产出技术效率和技术进步的变化情况，并揭示出中国区域卫生经济投入产出绩效的差异性。

## 2 研究方法论

传统 DEA 方法测度 DMU 的技术效率都是当期数据的数据包络分析结果，因此当考虑时间因素时，这些不同时点上的静态效率结果并不具有纵向时间上的可比性，而基于决策评价单元动态效率评价的 Malmquist 生产率指数，则能够有效地解决传统非参数 DEA 方法，在测度决策评价单元效率时的动态可比性问题。

Malmquist 指数是由 Malmquist 于 1953 年提出的，并由 Caves 等学者首先将该指数应用于生产率的测算。Malmquist 指数是一种利用距离函数的比率来测度生产率的非参数指数，相对于 Fisher 指数，Malmquist 指数可以在不需要价格数据和成本最小化等条件的约束下，通过利用多种要素投入与产出变量的关联性分析，将引起生产率变动的原因分解为技术变化和效率变化，并将技术效率相对变换进一步分解为纯效率变化、规模效率和拥挤度的变化<sup>[12]</sup>。

假定投入不变，从产出最大化的角度来衡量单元效率。将基于生产前沿面的非参数方法与生产率指数理论结合起来，将基于产出的 Malmquist 生产率指数作为待测投入产出系统的全要素生产率，并进一步将其分解为资源配置效率变化率和技术进步率两个方面，从而构成了基于产出的非参数前沿 Malmquist 全要素生产率指数测度与分解方法体系。具体理论方法如下：

用  $N$  维向量  $\chi = (\chi_1, \dots, \chi_N)$  表示  $N$  种投入， $M$  维向量  $u = (u_1, \dots, u_M)$  表示  $M$  种产出，则所有可能的投入和产出组成的生产技术集可表示为  $G_R(\chi, u) = \{(\chi, u) | \chi \in R_+^N, u \in R_+^M\}$ 。对于所有投入向量，用  $P(\chi)$  表示可行产出集， $P(\chi) = \{u | (\chi, u) \in G_R(\chi, u)\}$ 。在每一个特定时期  $t=1, 2, \dots, T$ ，生产技术集  $G_R^t$  由所有可能的投入产出向量组成，即  $G_R^t(\chi^t, u^t) = \{(\chi^t, u^t) | \chi^t \text{ 可以生产 } u^t\}$ 。一般情况下，投入产出的全要素生产率可以定义为：

$$\delta_{TEP}^t = \frac{u^t \chi^t}{u^t \chi^t} \quad (1)$$

在规模收益不变的条件下， $t$  时期的产出和投入距离函数分别如下：

$$D_o^t(\chi^t, u^t) = \frac{u^t}{\chi^t} D_o^t(I, I); D_i^t(u^t, \chi^t) = \frac{\chi^t}{u^t} D_i^t(I, I) \quad (2)$$

将 (2) 式代入 (1) 式得：

$$\delta_{TEP}^t = \frac{u^t \chi^{t+1} \cdot D_o^t(I, I)}{u^t \chi^t \cdot D_o^t(I, I)} = \frac{D_o^t(\chi^{t+1}, u^t)}{D_o^t(\chi^t, u^t)} \quad (3)$$

如果采用  $t+1$  期的数据为参考技术， $t+1$  期的生产率表示如下：

$$\delta_{TEP}^{t+1} = \frac{u^{t+1} \chi^{t+1} \cdot D_o^{t+1}(I, I)}{u^t \chi^t \cdot D_o^{t+1}(I, I)} = \frac{D_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1})}{D_o^{t+1}(\chi^t, u^t)} \quad (4)$$

按照 Caves 等 (1982) 的方法<sup>[13]</sup>，在规模收益不变的条件下，基于产出的 Malmquist 生产率指数的定义式可以表示为上述二者的几何平均：

$$M_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1}, \chi^t, u^t | C, S) = \left[ \frac{D_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1})}{D_o^{t+1}(\chi^t, u^t)} \cdot \frac{D_o^t(\chi^{t+1}, u^{t+1})}{D_o^t(\chi^t, u^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

由于 Shephard<sup>[14,15]</sup>定义的距离函数是所对应的 Fare 非参数 DEA 方法测度 DMU 技术效率的倒数，所以可以将生产率指数的距离函数描述转化为效率函数描述。据此 Malmquist 生产率指数定义式可以表示为：

$$M_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1}, \chi^t, u^t | C, S) = \left[ \frac{F_o^t(\chi^t, u^t | C, S)}{F_o^t(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S)} \cdot \frac{F_o^{t+1}(\chi^t, u^t | C, S)}{F_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

其中，基于产出的四个技术效率函数的非参数模型描述如下：

$$\begin{aligned} F_o^t(\chi^t, u^t | C, S) &= \max\{\theta; \theta u^t \in P^t(\chi^t | C, S)\} \\ F_o^t(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S) &= \max\{\theta; \theta u^{t+1} \in P^t(\chi^{t+1} | C, S)\} \\ F_o^{t+1}(\chi^t, u^t | C, S) &= \max\{\theta; \theta u^t \in P^{t+1}(\chi^t | C, S)\} \\ F_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S) &= \max\{\theta; \theta u^{t+1} \in P^{t+1}(\chi^{t+1} | C, S)\} \end{aligned} \quad (7)$$

对于每一决策单元  $k$ ，两时期交叉的技术效率由于不能绝对保证  $\chi^{t+1} \in L^t(u^{t+1} | C, S)$  和  $\chi^t \in L^{t+1}(u^t | C, S)$ ，因此有时可能会出现解溢出现象。当然在解决现实问题中也有些相应的处理方法。基于此，基于  $(C, S)$  Malmquist 生产率指数可以分解为反映资源配置效率变化的相对技术效率指数变化与技术进步变化率的乘积。具体形式如下：

$$\begin{aligned} M_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1}, \chi^t, u^t | C, S) &= \\ M = MEFFCH * MTECH &= \frac{F_o^t(\chi^t, u^t | C, S)}{F_o^t(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S)} \cdot \\ \left[ \frac{F_o^{t+1}(\chi^{t+1}, u^{t+1} | C, S)}{F_o^{t+1}(\chi^t, u^t | C, S)} \cdot \frac{F_o^{t+1}(\chi^t, u^t | C, S)}{F_o^t(\chi^t, u^t | C, S)} \right]^{\frac{1}{2}} & \quad (8) \end{aligned}$$

首先，在规模收益恒定且要素自由处置 (C, S) 的条件下，基于产出的资源配置效率变化为：

$$MEFFCH = \frac{F_o^i(\chi^i, u^i | C, S)}{F_o^{i+1}(\chi^{i+1}, u^{i+1} | C, S)} \quad (9)$$

MEFFCH 是两个时期资源配置效率的比值，与技术水平的变化无关，只表示两个时期生产资源配置效率水平的变化。按照 Färe 提出的技术效率变换分解方法，基于产出的资源配置效率可以进一步分解成如下 3 项，其中 PEFFCH 为纯技术效率变化，SEFFCH 为规模效率变化，CONGCH 是与可处置性相关的拥挤度变化：

$$MEFFCH = \frac{F_o^{i+1}(\chi^i, u^i | V, W)}{F_o^{i+1}(\chi^{i+1}, u^{i+1} | V, W)} \cdot \frac{S_o^i(\chi^i, u^i)}{S_o^{i+1}(\chi^{i+1}, u^{i+1})} \cdot \frac{C_o^i(\chi^i, u^i)}{C_o^{i+1}(\chi^{i+1}, u^{i+1})} = PEFFCH * SEFFCH * CONGCH \quad (10)$$

其次，在规模收益恒定且要素自由处置 (C, S) 的条件下，基于产出（即产出可扩张）的技术水平变化（或技术进步率）为：

$$MTECH = \left[ \frac{F_o^{i+1}(\chi^{i+1}, u^{i+1} | C, S)}{F_o^i(\chi^{i+1}, u^{i+1} | C, S)} \cdot \frac{F_o^{i+1}(\chi^i, u^i | C, S)}{F_o^i(\chi^i, u^i | C, S)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

两个比率的平方根 MTECH 可以看作是在 t+1 和 t 时期之间用两个比率的几何平均数表示的投入产出技术水平的变化。

由于上述生产资源配置效率变化率（及其分解）和技术进步率公式中使用到的技术效率函数都有对应的非参数可测算模型，因此只要获得中国省际间卫生资源投入产出的面板数据，就可以采用基于生产前沿面的非参数 DEA 方法进行测度，并按照上述的理论方法，测算中国省际间卫生经济投入产出的全要素生产率变化情况。

### 3 中国省际卫生经济投入产出动态效率的测度及分解

#### 3.1 投入产出变量的选取

本文选择 2002~2007 年中国省际卫生经济投入产出的面板数据为研究样本。

投入变量的选择：选取 2002~2007 年间中国各省（自治区、市）的每千人卫生机构数量  $X_1$ 、每千人卫生医疗机构床位数  $X_2$ 、每千人卫生机构专业人员数  $X_3$  以及人均卫生总费用  $X_4$ （包括政府预算支出、社会卫生支出和个人卫生支出）作为投入变量。

产出变量选择：由于数据的可获得性，本文拟选择各地区医院的诊疗人次比率  $Y_1$ 、住院人数比率  $Y_2$ 、床使用率  $Y_3$  和患者平均住院天数  $Y_4$  作为中国区域卫生经济的产出变量。具体见表 1 所示。

#### 3.2 投入产出变量的处理

所有原始数据来自于 2003~2008 历年《中国卫生统计年鉴》和《中国统计年鉴》。选择 2002~2007 的数据主要是基于数据的可得性，因为在 2002 年以前，对医疗服务诊疗人次和住院人数的统计只有总量数据，没有各地区的数

表 1 我国省际区域卫生经济投入—产出变量选取

投入变量	产出变量
千人卫生机构数 ( $X_1$ )	各地区医院诊疗人次比率 ( $Y_1$ )
千人卫生医疗机构床位数 ( $X_2$ )	各地区医院住院人数比率 ( $Y_2$ )
千人卫生机构专业人员数 ( $X_3$ )	各地区医院病床使用率 ( $Y_3$ )
人均卫生总费用 ( $X_4$ )	各地区医院患者平均住院天数 ( $Y_4$ )

据。从 2003 年开始《中国卫生统计年鉴》有各地区卫生机构数量、卫生医疗机构床位数、卫生机构专业人员数量、各地区医院诊疗人次和各地区医院的住院人数等数据，在处理过程中将其除以各地区人口数量，将投入产出变量变成强度向量。这种处理方式更符合卫生资源在全国各地区投入的可比性。除此之外，人均卫生总费用的计算方法采用各地区人均 GDP 乘以卫生总费用占当年 GDP 的比率获得。

另外，产出变量的选择除了本文中选择的 4 个指标外，理论上应该将各地区人口期望寿命纳入到产出变量中，因为这个指标直接反映了卫生经济系统的产出效果。然而遗憾的是，由于最近只有 2000 年的人口普查数据，因此各地区的人口期望寿命数据无法获得。

#### 3.3 中国省际卫生经济投入产出 Malmquist 生产率指数的测度及分解

本文整理 2002~2007 年中国各地区的卫生经济投入产出数据，运用 Färe 公开的 on front 2.01 软件运行计算，具体计算结果见表 2。

### 4 研究结论

表 2 的测度结果表明，2002~2007 年间，中国区域卫生经济投入产出的 Malmquist 生产率指数变化在绝大多数地区呈现平均上升趋势，其中山东省以年均上升 23.2% 的速度排在了首位，其次是河南、江苏、湖北、安徽和广东等省，年均变化率达到了 10.0% 以上。然而在此期间，也有少数一些省份的卫生经济投入产出平均生产率变化出现了下降，比如内蒙古、吉林、广西、重庆、四川、贵州和甘肃 7 个省份的卫生经济投入产出的平均生产率都出现了一定程度的下降。

由于生产率的变化可以分解为技术进步和相对技术效率变化两个部分，从总体上看，2002~2007 年间，相对于中西部地区，东部地区相对技术效率呈下降趋势；而从技术进步变化趋势看，除了西部几个省份以外，2002~2007 年间全国各省区卫生经济投入产出技术进步都呈现上升趋势。进一步分析发现，山东省虽然年均生产率增长达到了 23.2% 的速度，但由于其相对技术效率变化呈下降趋势，据此可以判断，其生产率的增长变化全部是由技术进步因素带来的。这种结果的出现可能与山东省卫生经济投入要素质量提高有关，即在 2002~2007 年间山东省卫生经济系统从业人员素质提升、先进医疗设备引进或者医疗卫生管理水平提高等，促进了其卫生经济投入产出技术水平的提高。除山东省之外，排在前六位的其他 5 省份的生产率指数分解结果表明，除安徽和湖北两省反映资源配置效率的相对



表 2 2002~2007 年间我国省际卫生经济投入产出各类生产率指数变化的平均值

地区	Mo	MoEFFCH	PEFFCH	SEFFCH	CONGCH	MoTECH
北京	1.024	0.998	0.998	1.002	1.002	1.024
天津	1.044	1.004	1.004	1.000	1.000	1.048
河北	1.090	0.996	0.994	1.006	1.010	1.098
山西	1.018	0.998	0.946	1.042	1.034	1.020
内蒙古	0.962	0.962	1.010	1.052	1.000	1.010
辽宁	1.062	0.990	0.992	1.040	0.996	1.074
吉林	0.984	0.980	1.011	1.030	0.992	1.004
黑龙江	1.034	0.972	0.968	1.037	1.036	1.066
上海	1.052	1.000	1.000	1.000	1.000	1.052
江苏	1.126	0.996	0.994	1.012	1.004	1.144
浙江	1.082	0.998	1.000	1.002	1.000	1.084
安徽	1.110	1.004	0.977	1.014	1.012	1.104
福建	1.074	1.002	1.001	1.001	1.003	1.074
江西	1.046	1.002	0.998	1.003	1.002	1.050
山东	1.232	0.992	0.992	1.008	1.008	1.240
河南	1.140	1.000	1.000	1.000	1.000	1.140
湖北	1.126	1.018	0.986	0.998	1.002	1.104
湖南	1.074	1.006	0.990	1.012	0.999	1.076
广东	1.108	1.000	1.000	1.000	1.000	1.108
广西	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	0.990
海南	1.086	1.030	0.972	1.000	1.009	1.058
重庆	0.998	1.006	0.993	1.007	1.003	0.986
四川	0.994	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994
贵州	0.924	1.000	1.000	1.000	1.000	0.924
云南	1.050	1.000	1.000	1.000	1.000	1.050
陕西	1.028	1.016	0.994	1.001	0.996	1.018
甘肃	0.920	1.008	0.999	1.003	0.997	0.916
青海	1.086	1.004	1.004	0.996	0.996	1.084
宁夏	1.062	1.000	1.000	1.000	1.000	1.062
新疆	1.056	1.012	0.998	0.992	0.998	1.044

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。

技术效率指数变化稍稍有一点点改善外，其余的 3 个省份也都表现出和山东省类似的结构特征。即中国卫生经济投入产出生产率增长较快的省份，其生产率增长源泉几乎都来自于卫生经济投入产出技术水平的提高，而相对于技术进步因素，这些卫生经济系统投入产出的资源配置效率并未获得相应改善。

同样，观察 2002~2007 年间平均生产率下降的 7 个省份，Malmquist 生产率分解结果表明，内蒙古和吉林两省生产率的下降主要来自于相对资源配置效率的下降，而其余五省份平均生产率下降则主要源于技术进步下降所导致。值得注意的是，重庆和甘肃两省虽然技术进步呈下降趋势，但反映其资源配置效率的相对技术效率指数却呈现出上升趋势。

在 2002~2007 年间，中国卫生经济投入产出相对技术效率下降的省份几乎涵盖了东部各省区。由于相对技术效率可以进一步分解为纯技术效率变化、规模效率变化和拥挤度变化，如果基于某一时期产出的规模效率和拥挤度大于 1，则说明规模无效并出现了产出拥挤。比如，辽宁省卫生经济

投入产出的相对技术效率分解结果显示其出现了规模无效情况，但并未出现产出拥挤状态；而黑龙江省则出现了规模无效和产出拥挤状态的并存。进一步分析考察期间生产率上升最为明显的山东省，发现其也出现了规模无效和产出拥挤并存的状态。由于出现了产出拥挤，这就可以从理论上解释，规模无效可能是由于投入规模相对过大所导致。与此相反的是，西部各省（陕西、甘肃、青海和新疆）相对技术效率分解的结果表明，2002~2007 年间，这些省份的卫生经济投入产出系统并未产生拥挤（因为拥挤度都小于 1），然而却出现了规模无效状态，此时的规模无效可能是由于卫生资源的投入不足所导致。

注：由于篇幅所限，本文仅列出 2002~2007 年间我国省际卫生经济投入产出 Malmquist 特生产率指数及其分解结果的平均值，各地区各年的具体技术效率和五年的 Malmquist 生产率指数分解并没有被列出，感兴趣的读者可以向作者索取。

参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 王成增, 张亮. 乡镇卫生院建设项目的数据包络分析评价[J]. 中国卫生经济, 2007,26(4):71-73.
- [4] Vitikainen, Street, Linna M. Estimation of hospital efficiency—Do different definitions and casemix measures for hospital output affect the results?[J]. Health Policy, 2009,89(2): 149-159.
- [5] Donna Retzlaff-Roberts. Chang CF, Rubin RM. Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries [J]. Health Policy, 2004,69(1):55-72.
- [6] 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.
- [7] 罗良清, 胡美玲. 中国各地区医疗卫生服务的生产效率分析[J]. 统计与信息论坛, 2008,23(2):47-51.
- [8] 成刚, 钱震华, 孟庆跃. DEA 在公共卫生管理项目中的应用[J]. 中国卫生经济, 2008,27(3):33-36.
- [9] 张纯洪, 刘海英. 中国区域卫生经济系统的投入产出技术效率测度研究[J]. 中国卫生经济, 2009,28(7):11-13.
- [10] Charnes A, Cooper, WW, Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. European Journal of Operational Research, 1978, 2(6):429-444.
- [11] Banker RD, Morey RC. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs[J]. Operations Research,1986,34(4): 513-521.
- [12] Färe R, Grosskopf S, Lovell C A K., Production Frontiers [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [13] Caves DW, Christensen LR, Diewert WE. The economic theory of index numbers of the measurement of input, output and productivity [J]. Econometrica, 1982, 50(6): 1393-1414.
- [14] Shephard, R.W. Cost and production functions [M]. Princeton: Princeton University Press, 1953.
- [15] Shephard RW. Theory of cost and production functions[M]. Princeton: Princeton University Press, 1970.

[收稿日期：2009-08-11] (责任编辑：高 非, 滕百军)