

# 基于非参数方法的国际间卫生体系效率比较分析

成刚\* 梁立霖

北京大学中国卫生发展研究中心 北京 100191

**【摘要】**目的:通过国际比较,分析各国的卫生体系效率。方法:采用非参数的数据包络分析方法,并对传统模型进行改造,使之能够处理负向率指标。结果:DEA 模型判定为有效的国家共有 36 个,其中 17 个在亚洲,包括中国。效率最低的 20 个国家几乎全部为撒哈拉以南非洲国家。结论:采用 DEA 方法进行卫生体系效率的国际间比较,是为被评价国家确定最佳参比信息的过程。分析结果表明中国的卫生体系是有效率的。

**【关键词】**卫生体系效率;数据包络分析;技术效率;评价

中图分类号:R197 文献标识码:A doi: 10.3969/j.issn.1674-2982.2012.03.012

## Measuring health system efficiency: A cross-country non-parametric approach

CHENG Gang, LIANG Li-lin

China Center for Health Development Studies, Peking University, Beijing 100191, China

**【Abstract】** Objective: To assess health systems efficiency by cross-country benchmarking method. Methods: The traditional Data Envelopment Analysis (DEA) method are modified to cope with negative ratio outputs. Results: DEA finds thirty-six efficient health systems, and among them 17 are Asian countries, including China. The 20 most inefficient countries are nearly all Sub-Sahara countries. Conclusion: Assessment of health system efficiency using DEA is a process of finding the most suitable benchmarks for the evaluated country. China's health system is assessed as being efficient.

**【Key words】** Health system efficiency; Data Envelopment Analysis; Technical efficiency; Assessment

效率与公平是评价社会发展的两个方面。卫生体系效率是指在卫生资源投入既定的条件下,卫生体系实现其目标的程度,可定量地表示为实际实现程度与最大可能实现程度之比值。<sup>[1]</sup>卫生资源不足是大多数国家面临的问题,提高有限卫生资源的利用效率是国际卫生政策领域所关心的一个重要政策问题。<sup>[2]</sup>通过国际间比较,分析各国的卫生体系效率,可以对各国卫生体系的效率状况作出判断,为卫生改革提供政策依据。卫生体系效率国际间比较的文献较少,有限的文献主要是对 OECD 国家的比较分析<sup>[3-6]</sup>;部分研究涉及发展中国家<sup>[1,7-9]</sup>。此类文献较少的主要原因有三个方面:一是卫生体系效率评价方法不完善;二是获得质量可靠的数据比较困难;

三是国家之间的可比性存在问题。之所以 OECD 国家的研究相对较多,就是因为 OECD 国家比较容易获得高质量的数据,并且国家之间的可比性强。

许多国家的卫生体制正处于不断变革之中,因此卫生体系效率研究需要不断更新,以便对卫生体制变革对效率的影响做出评价。但是已有研究在发布之后都没有再进行过更新。无论是国际还是国内,需要根据最新的数据对各国的卫生体系效率做出新的评价。本文的主要目的是采用可获得的最新数据,通过国际间比较,分析各国的卫生体系效率,特别是分析我国卫生体系效率的状况,为我国当前的医药卫生体制改革提供决策信息。

\* 基金项目:中国博士后科学基金(20090450259)

作者简介:成刚,男(1974 年—),博士,讲师,主要研究方向为效率评价、药品政策研究。E-mail: chenggang@bjmu.edu.cn

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源

分析数据来自世界银行和联合国经济与社会事务部(United Nations, Department of Economic and Social Affairs)官方网站发布的世界各国数据,包括卫生总费用、人口和健康数据。网站发布的分析所需的数据最新年份为2008年,部分国家数据缺失,可获得完整数据的国家为160个。

### 1.2 研究方法

卫生体系效率一般是指技术效率。技术效率是指在投入既定的情况下,达到产出最大化的程度;或者在产出既定的情况下,达到投入最小化的程度。<sup>[10]</sup>卫生体系效率的评价方法主要有两种:数据包络分析(Data envelopment analysis, DEA)和随机前沿分析(Stochastic frontier analysis, SFA)。<sup>[11-13]</sup>DEA属于非参数方法,SFA属于参数方法。<sup>[10,14]</sup>与SFA相比,DEA不需要预先设定生产函数,并且易于处理多投入、多产出的情况,被广泛应用于卫生领域的效率评价。<sup>[15-17]</sup>本文采用DEA方法对160个国家的卫生体系效率进行评价。

#### 1.2.1 投入产出指标

在已有文献中,卫生体系效率评价最常用的投入指标是人均卫生总费用。最常用的产出指标是期望寿命,因为期望寿命是正向指标(越高越好),在模型中不需要特殊处理;其次是婴儿死亡率,其数据相对比较容易获得<sup>[4,5,7,18-19]</sup>。5岁以下儿童死亡率和孕产妇死亡率也是评价人口健康状况的常用指标,同时也是评价人类发展状况常用的指标<sup>[9,20-23]</sup>,并且这两个指标还是联合国确定的8个千年发展目标之中的两个健康目标<sup>[24]</sup>。与5岁以下儿童死亡率和孕产妇死亡率相比,期望寿命的提高更多的包含了社会经济等非卫生体系的贡献;与婴儿死亡率相比,5岁以下儿童死亡率能够更多的反映卫生体系对健康的贡献。由于采用了能够处理负向率指标的DEA模型,并且允许产出全部是负向指标,因此,本文以5岁以下儿童死亡率和孕产妇死亡率作为产出指标,本文分析结果也可以看作是各国卫生体系实现千年发展目标中健康目标的效率。表1是按地理和社会经济发展状况分组的汇总数据。

表1 按地理和社会经济发展状况分组的投入和产出指标的汇总数据

地区	人均卫生总费用(美元)	5岁以下儿童死亡率(1/1000)	孕产妇死亡率(1/10万)
北美	6 895.65	7.56	22.78
拉丁美洲和加勒比海地区	543.99	23.27	85.13
欧洲与中亚	2 286.65	15.47	21.39
东亚与太平洋地区	386.48	25.42	84.10
南亚	40.23	70.79	290.00
中东和北非	290.72	33.62	80.10
撒哈拉以南非洲地区	75.27	127.91	640.00
OECD 成员国	3 983.14	9.00	24.67
欧盟	3 519.98	5.49	8.53
低收入国家	23.83	112.54	590.00
中等收入国家	185.28	54.33	210.00
高收入国家	4 452.57	6.74	15.18
全球	863.77	60.85	260.00

#### 1.2.2 DEA 模型

采用5岁以下儿童死亡率和孕产妇死亡率作为产出指标构建DEA模型存在两个问题:一是两个指标均为负向指标,即数值越小越好,这不符合传统DEA模型对数据的要求;二是采用率作为产出指标会造成模型确定的生产前沿超出生产可能集范围的问题。<sup>[29]</sup>为了解决这一问题,需要联合应用负向指标和率指标的处理方法:先将负向指标表示为负数指标(即原数值乘以-1),从而满足产出指标数值越大越好的规则;然后将率指标分解为两个指标,即分子指标和分母指标。

根据健康生产理论与实证分析,卫生体系的生产技术是规模报酬可变的<sup>[25-26]</sup>,因此,选择规模收益可变(variable returns to scale, VRS)的DEA模型,即通常所说的BCC模型<sup>[27]</sup>。模型选择产出导向(基于产出测量效率),选择依据及其它方法学问题参见本刊《卫生体系效率评价的概念框架与测量方法——

兼论应用数据包络分析的方法学问题》一文。采用超效率 DEA 模型对有效的决策单元进行进一步的区分,并判断是否为默认有效。<sup>[28]</sup> DEA 分析软件采用能够处理负数指标的 MaxDEA 5.2。

## 2 结果

### 2.1 DEA 有效的国家

DEA 有效是指 DEA 的效率值得分等于 1,在产出导向的模型中,说明被评价决策单元在当前技术水平和现有投入数量的条件下,无法同时提高所有产出的水平,从而说明其处于生产前沿。这是 DEA 对决策单元效率状态做出的定性判断。DEA 模型判定为有效的国家共有 36 个,其中亚洲国家有 17 个,包括亚美尼亚、孟加拉国、文莱、中国(默认有效)、斐济(默认有效)、印度(默认有效)、伊朗、日本(默认有效)、马来西亚、马尔代夫、缅甸(默认有效)、沙特阿拉伯、新加坡、斯里兰卡、叙利亚、泰国、乌兹别克斯坦。DEA 有效的国家中有 13 个属于默认有效的情况(表 2)。默认有效是指由于没有相似的参比对象,使被评价决策单元只能与其自身参比,从而得出被评价决策单元有效率的结论。默认有效的国家的效率状况需要结合超效率值、被其它国家参比的次数和总权重进行综合判断。

### 2.2 效率最低的国家

DEA 效率值最低的 20 个国家中,除阿富汗、特里尼达和多巴哥共和国以外,其余 18 个国家均属于撒哈拉以南非洲国家(表 3)。

(DEA 模型的全部分析结果下载网址: [http://www.maxdea.cn/Sharing/DEA\\_World2008.rar](http://www.maxdea.cn/Sharing/DEA_World2008.rar))

### 2.3 中国的卫生体系效率

中国属于 DEA 有效的国家,同时也是默认有效的国家。中国是被其它国家参比次数最多的国家,被参比次数达 42 次,但是总权重只有 1.886。对于有效的决策单元,DEA 分析结果不能提供更多的信息。通过超效率模型可以分析有效决策单元与由其它决策单元所构成的前沿相比,其效率“超出”的程度。中国的超效率值为 6.417,是超效率值最高的国家。中国在超效率模型中参比的国家有三个:印度、菲律宾和巴西,权重分别为 0.610、0.249 和 0.141。

表 2 DEA 有效的国家

国家	超效率值	被参比次数	总权重
亚美尼亚	1.170	4	1.569
孟加拉国	1.248	2	0.359
伯利兹	2.192 *	18	5.853
波黑	1.148	4	1.992
文莱	1.018	0	0.000
中国	6.417 *	42	1.866
科摩罗	3.311 *	38	20.009
厄立特里亚	7.146 *	15	7.575
斐济	2.051 *	15	5.683
希腊	2.313 *	15	2.800
冰岛	2.053 *	11	3.385
印度	1.000 *	3	0.231
伊朗	1.025	2	0.080
意大利	1.122	5	1.329
日本	2.874 *	41	4.002
马来西亚	1.797	22	4.715
马尔代夫	1.302	4	2.350
马耳他	3.110 *	13	6.374
墨西哥	1.051	3	0.209
黑山	1.717	20	9.557
缅甸	1.118 *	2	1.622
波兰	1.705	8	1.051
俄罗斯	1.155	8	2.292
沙特阿拉伯	1.082	0	0.000
塞尔维亚	1.063	1	0.177
新加坡	1.311	20	4.441
斯洛文尼亚	1.004	0	0.000
所罗门群岛	3.957 *	28	14.771
斯里兰卡	1.132	34	11.531
瑞典	1.102	17	5.494
叙利亚	1.135	9	1.445
泰国	1.200	3	0.392
土耳其	1.234	5	0.182
乌克兰	1.106	1	0.175
美国	2.395 *	2	0.079
乌兹别克斯坦	1.460	4	0.409

注: \* 为默认有效

表3 DEA效率最低的20个国家

国家	效率值	参照国家及权重
赤道几内亚	0.513	伯利兹(0.046);日本(0.013);马尔代夫(0.536);黑山(0.406)
博茨瓦纳	0.528	伯利兹(0.449);日本(0.040);黑山(0.511)
安哥拉	0.529	中国(0.003);墨西哥(0.125);俄罗斯联邦(0.003);斯里兰卡(0.868)
马里	0.533	中国(0.027);科摩罗(0.799);斯里兰卡(0.025);阿拉伯叙利亚共和国(0.149)
布基纳法索	0.534	中国(0.028);科摩罗(0.830);阿拉伯叙利亚共和国(0.142)
塞拉利昂	0.535	中国(0.002);科摩罗(0.646);斯里兰卡(0.317);阿拉伯叙利亚共和国(0.035)
阿富汗	0.538	中国(0.055);科摩罗(0.637);阿拉伯叙利亚共和国(0.308)
乍得	0.539	中国(0.018);科摩罗(0.630);斯里兰卡(0.352)
尼日利亚	0.540	中国(0.323);科摩罗(0.540);斯里兰卡(0.137)
纳米比亚	0.542	伯利兹(0.557);日本(0.045);所罗门群岛(0.397)
喀麦隆	0.545	中国(0.025);科摩罗(0.349);斯里兰卡(0.626)
特里尼达和多巴哥	0.548	日本(0.005);马耳他(0.176);黑山(0.630);新加坡(0.189)
斯威士兰	0.550	伯利兹(0.062);日本(0.021);所罗门群岛(0.917)
赞比亚	0.552	中国(0.016);科摩罗(0.277);斯里兰卡(0.707)
刚果共和国	0.555	马来西亚(0.033);所罗门群岛(0.684);斯里兰卡(0.283)
科特迪瓦	0.557	中国(0.031);科摩罗(0.434);斯里兰卡(0.535)
尼日尔	0.557	中国(0.034);科摩罗(0.397);厄立特里亚(0.569)
莫桑比克	0.558	中国(0.043);科摩罗(0.280);厄立特里亚(0.677)
乌干达	0.558	中国(0.071);科摩罗(0.790);斯里兰卡(0.139)
南非	0.559	马来西亚(0.318);俄罗斯联邦(0.597);斯里兰卡(0.085)

从实际投入产出数据看,印度虽然投入水平只有中国的30.98%,但其5岁以下儿童死亡率是中国3.20倍,孕产妇死亡率是中国的6.05倍。菲律宾虽然投入水平是中国的46.56%,但其5岁以下儿童死亡率是中国1.50倍,孕产妇死亡率是中国的2.47倍;巴西的5岁以下儿童死亡率略高于中国,孕产妇死亡率是中国的1.53倍,但是其投入水平是中国的4.93倍。从实际数据的比较中,可以得出结论:中国的卫生体系效率明显高于印度、菲律宾和巴西。

在超效率模型中,中国所参比的由印度、菲律宾和巴西所组成的前沿(即投影值)为:5岁以下儿童死亡率64.37/1000,孕产妇死亡率222.10/10万。其意义是在中国当前的投入水平下,如果儿童死亡率上升到64.37/1000(增加208%),孕产妇死亡率上升到222.10/10万(增加484%),与印度、菲律宾和巴西所组成的前沿相比,中国仍然是有效率的(表4)。

表4 中国与超效率模型中参比国家的数据比较

国家	人均卫生总费用(美元)	5岁以下儿童死亡率(1/1000)	孕产妇死亡率(1/10万)
印度	45.27	66.80	230.00
菲律宾	68.03	31.30	94.00
巴西	720.50	22.00	58.00
中国	146.11	20.90	38.00
中国的投影值	146.11	64.37	222.10

### 3 讨论

#### 3.1 卫生体系效率评价方法

卫生体系效率评价方法不成熟是制约实证研究的因素之一。在有限的卫生体系效率国际间比较的文献中,涉及国家最多的是由WHO发起的研究,该研究涉及WHO所有成员国。<sup>[1,30]</sup>该研究使用的是面板数据固定效应模型,根据其分析结果,被广泛认为以较少的投入获得较好的健康结果的两个国家,中国和斯里兰卡<sup>[2]</sup>,并不在效率高的国家之列。在效率排名中,中国和斯里兰卡分列第61和66位,

对此无法找到合理的解释。而根据本文的分析结果,中国和斯里兰卡均位于有效的 36 个国家之列。这提示本文所采用的方法可能优于 WHO 在 2000 年所使用的方法。卫生体系效率评价理论与方法目前仍然处于探索和完善的过程之中,各种方法的可靠性和优缺点还有待于更多的实证研究去验证。

### 3.2 低效率国家的参比信息

在进行国家间比较分析时,面临的首要问题是国家之间的可比性。如果分析的国家之间不具有可比性,得出的效率值就失去了意义。如果可比性差,则分析得出的效率值不能用于排序。与其它效率分析方法(例如随机前沿分析)相比,DEA 的重要优势在于除了效率值之外,对于无效率的国家,DEA 能够为其提供参比信息。被评价为无效率的国家可以分析自己与参比国家之间的差距,通过借鉴参比国家的经验来提高效率。如果 DEA 结果提供的参比国家并不适合被评价国家的实际情况,可以在 DEA 模型中将其剔除后再重新建立模型,这个过程可以反复进行,直至确定最优的参比国家。也可以根据 DEA 结果中评价为有效的国家名单,在 DEA 模型中直接指定要参比的国家,分析与指定国家之间的效率差距。因此,采用 DEA 方法进行卫生体系效率的国际间比较分析,并非一次性建立模型所能完成的任务,需要针对具体国家的具体问题,反复分析,确定最佳模型,获得最适合的参比信息。这是一个个体化的分析过程。

DEA 分析给出的效率最低的 20 个国家几乎全部为撒哈拉以南非洲国家,这与最新发布的千年发展目标进展报告的结论一致。<sup>[24]</sup>该报告指出,在撒哈拉以南非洲地区,千年发展目标中的健康目标几乎是停滞不前的。效率分析结果提示,在这些地方,除了需要更多的卫生资源投入以外,提高现有资源的利用效率是促进千年发展目标实现的重要途径。

### 3.3 中国的卫生体系是有效率的

通过综合衡量超效率值、被其它国家参比的次数和总权重三个指标,可以得出结论:中国的卫生体系是有效率的。与参比的三个国家(印度、菲律宾和巴西)相比,中国具有明显的效率优势。本文分析采

用的是 2008 年的数据,正好反映了新医改之前的情况。这样的结果定量的证明了中国正在改革的是一个有效率(技术效率)的卫生体系,医改的主要目标应该是促进公平和提高居民的满意度。结论与中国医改的政策方向是一致的。

我国目前正处于医疗卫生体制改革的进程之中,虽然促进公平是医改的首要目标,但效率仍然是不可忽视的重要方面。如果能够证明医改在促进公平性的同时,效率并没有明显降低,就可以更加坚定医改的政策方向和信心;如果医改虽然提高了公平性,但是严重地损害了效率,则需要对医改政策进行审慎的反思。完成此项任务需要对卫生体系的效率进行动态分析,需要分析多个年份组成的面板数据(纵向数据)。由于世界银行和联合国经济与社会事务部对涵盖所有国家的数据每隔数年才发布一次,中国效率的纵向动态分析可以参比 OECD 国家,分析方法可采用 DEA-Malmquist 模型<sup>[31-32]</sup>,这是我们后续将要研究的内容。

### 参 考 文 献

- [1] Evans D B, Tandon A, Murray C J, et al. Comparative efficiency of national health systems: cross national econometric analysis [J]. *BMJ*, 2001, 323(7308): 307-310.
- [2] Hsiao W C, Heller P S, Fund I M. What should macroeconomists know about health care policy? [M]. *International Monetary Fund*, 2000.
- [3] Puig-Junoy J. Measuring health production performance in the OECD [J]. *Applied Economics Letters*, 1998, 5(4): 255-259.
- [4] Retzlaff-Roberts D, Chang C F, Rubin R M. Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries [J]. *Health Policy*, 2004, 69(1): 55-72.
- [5] Afonso A, St Aubyn M. Non-parametric approaches to education and health efficiency in OECD countries [J]. *Journal of Applied Economics*, 2005, 8(2): 227-246.
- [6] Bhat V N. Institutional Arrangements and Efficiency of Health Care Delivery Systems [J]. *The European Journal of Health Economics*, 2005, 6(3): 215-221.
- [7] Alexander C A, Busch G, Stringer K. Implementing and interpreting a data envelopment analysis model to assess the efficiency of health systems in developing countries [J]. *IMA Journal of Management Mathematics*, 2003,

- 14(1): 49-63.
- [8] Gravelle H, Jacobs R, Jones A M, et al. Comparing the efficiency of national health systems: a sensitivity analysis of the WHO approach [J]. *Applied health economics and health policy*, 2003, 2(3): 141-147.
- [9] Grosskopf S, Self S, Zaim O. Estimating the efficiency of the system of healthcare financing in achieving better health [J]. *Applied Economics*, 2006, 38(13): 1477-1488.
- [10] Coelli T J, Prasada Rao D S, O'Donnell C J, et al. *Introduction to Efficiency and Productivity Analysis* [M]. 2nd ed. New York: Springer Science + Business Media, 2005.
- [11] Hollingsworth B, Peacock S. *Efficiency measurement in health and health care*[M]. Routledge, 2008.
- [12] Jacobs R, Smith P C, Street A. *Measuring efficiency in health care: analytic techniques and health policy* [M]. Cambridge University Press, 2006.
- [13] Ozcan Y A. *Health care benchmarking and performance evaluation: an assessment using data envelopment analysis (DEA)*[M]. Springer, 2007.
- [14] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(4): 429-444.
- [15] Hollingsworth B. Non-parametric and parametric applications measuring efficiency in health care[J]. *Health Care Management Science*, 2003, 6(4): 203-218.
- [16] Hollingsworth B. The Measurement of Efficiency and Productivity of Health Care Delivery[J]. *Health Economics*, 2008, 17(10): 1107-1128.
- [17] Hussey P S, de Vries H, Romley J, et al. A Systematic Review of Health Care Efficiency Measures [J]. *Health Services Research*, 2009, 44(3): 784-805.
- [18] Spinks J, Hollingsworth B. Cross-country comparisons of technical efficiency of health production: a demonstration of pitfalls [J]. *Applied Economics*, 2009, 41(4): 417-427.
- [19] Zaim O, Fare R, Grosskopf S. An economic approach to achievement and improvement indexes[J]. *Social Indicators Research*, 2001, 56(1): 91-118.
- [20] Rajaratnam J K, Tran L N, Lopez A D, et al. *Measuring Under-Five Mortality: Validation of New Low-Cost Methods* [J]. *plos medicine*, 2010, 7(4): e1000253.
- [21] Rutherford M E, Mulholland K, Hill P C. How access to health care relates to under-five mortality in sub-Saharan Africa: systematic review[J]. *Tropical Medicine & International Health*, 2010, 15(5): 508-519.
- [22] Loudon I. The Transformation Of Maternal Mortality[J]. *BMJ: British Medical Journal*, 1992, 305(6868): 1557-1560.
- [23] Shiffman J. Can Poor Countries Surmount High Maternal Mortality? [J]. *Studies in Family Planning*, 2000, 31(4): 274-289.
- [24] United Nations, *Millennium development goals report 2011* [R]. New York, 2011.
- [25] Gravelle H, Wildman J, Sutton M. Income, income inequality and health: What can we learn from aggregate data? [J]. *Social Sci Med* 2001, 54: 577 - 589.
- [26] Hollingsworth B, Wildman J. The efficiency of health production: re-estimating the WHO panel data using parametric and non-parametric approaches to provide additional information [J]. *Health Economics*, 2003, 12(6): 493-504.
- [27] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. *Management Science*, 1984, 30(9): 1078-1092.
- [28] Andersen P, Petersen N C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis[J]. *Management Science*, 1993, 39(10): 1261-1265.
- [29] Emrouznejad A, Amin G R. DEA models for ratio data: Convexity consideration[J]. *Applied Mathematical Modelling*, 2009, 33(1): 486-498.
- [30] Evans D B, Tandon A, Murray C J, et al. , The comparative efficiency of national health systems in producing health: An analysis of 191 countries[R]: World Health Organization, 2000.
- [31] Färe R, Grosskopf S, Lindgren B, et al. Productivity changes in Swedish pharmacies 1980 - 1989: A non-parametric Malmquist approach[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 1992, 3(1-2): 85-101.
- [32] Färe R, Grosskopf S, Norris M, et al. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries [J]. *American Economic Review*, 1994, 84(1): 66-83.

[收稿日期:2012-01-15 修回日期:2012-03-01]

(编辑 薛云)