

DOI: 10.15918/j.jbitss1009-3370.2019.5752

基于 DtSBM 模型的中国医疗卫生服务效率动态评价

杜涛¹, 冉伦², 李金林², 王珊珊²

(1.延安大学 经济与管理学院, 陕西 延安 716000; 2.北京理工大学 管理与经济学院, 北京 100081)

摘要: 在现有动态 DEA 模型 DSBM 的基础上, 构建了时期效率最优的 DtSBM 模型, 并以省(市)为决策单元(DMU)运用该模型对中国 31 省(市)(除港、澳、台)2008—2015 年的医疗卫生服务效率进行动态评价。通过对各省(市)医疗卫生服务各时期的最优效率值(即时期效率)和所有时期的整体效率值(即整体效率)的测算, 从医疗卫生服务效率的角度验证了中国自 2009 年开始正式实施的“新医改”具有显著效果; 按东、中、西部区域划分时, 东部医疗卫生服务效率最高, 西部次之, 中部最低; 通过对决策单元各项投入产出指标需改进百分比的分析, 提出了相对效率值较低的无效决策单元——山西省、黑龙江省、吉林省、辽宁省和陕西省改进其医疗卫生服务效率的方向和目标。

关键词: 动态数据包络分析; 医疗卫生服务; 时期效率; 整体效率

中图分类号: C94; R195

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2019)04-0082-13

一、文献综述

医疗体制改革(以下简称“医改”)作为一项极为复杂的社会系统工程^[1], 始终是世界各国政府改革的重点之一, 同时也是难点之一^[2]。中国自改革开放以来根据社会的发展也一直在实施医改, 根据各时期改革的具体目标可将其划分为 3 个阶段: 1985—2000 年为第一阶段, 主要目标是通过医疗机构内部改革, 提高医疗机构运行的效率。这一时期的改革虽然取得了一定的成效但也导致了“看病贵”的问题。2000—2005 年为第二阶段, 主要目标是通过合理配置卫生资源, 解决医药费用增长过快等问题, 从而为人民提供价格合理的、高质量的医疗服务。但是此次改革又产生了“看病难”的问题^[3]。2006 年至今为第三阶段, 又称新医改阶段, 新医改于 2006 年启动, 正式开始实施是在 2009 年 1 月国务院常务会议通过的《关于深化医药卫生体制改革的意见》和《2009—2011 年深化医药卫生体制改革实施方案》(以下简称“方案”)以后。新医改的主要目标是解决患者“看病贵、看病难”的问题^[4], 而导致这一问题的主要原因之一就是医疗资源的配置和医院本身运营管理所存在的问题^[5]。方案中也明确指出将“科学考评医疗服务效率”, 同时在 2014 年 4 月 12 日举行的第二批城市公立医院综合改革试点启动座谈会上, 国家卫生计生委进一步强调要“提高公立医院管理运行效率”“改善医疗卫生服务质量”^[6]。可见, 医疗服务效率的提升已成为解决“看病难、看病贵”的有效途径; 同时, 医疗服务效率也已成为衡量医改效果的关键指标之一。因此, 如何对医疗卫生服务效率进行科学的考评就成为首要任务。

随着整个社会和人们对健康的重视程度增加, 从管理的角度对医疗卫生服务领域的问题进行研究也成为了学术界关注的重点之一, 其中就包括对医疗卫生服务效率及医改效果评价方面的研究。数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法因其在效率测算过程中允许多种投入、多种产出指标的出现, 且不需要预先估计参数等高科技操作性的特点^[7], 在医疗卫生服务的效率评价中得到了广泛应用。现有运用 DEA 方法对医疗服务效率进行评价的研究中, 根据决策单元(Decision Making Unit, DMU)的选取, 最主要的两个研究方向为: (1)以医院等为决策单元的微观层面的研究; (2)以一个国家的省(州)为决策单元的宏观层面的研究。一些学者对医疗组织机构(如医院、疗养院、保健组织等微观层面)的医疗服务效率进行研究。Harrington 和 O'Meara^[8]运用 DEA 方法对美国联邦医院 1998 年和 2001 年的技术效率进行了测算。Farsi 和 Filippini^[9]对瑞士的 17 家公立和 19 家私立非盈利性疗养院的成本效率进行了研究。Rollins 等^[10]在 Draper

收稿日期: 2018-03-24

基金项目: 国家自然科学基金面上项目资助(71672011); 国家自然科学基金重点项目资助(71432002)

作者简介: 杜涛(1984—), 女, 博士, 讲师, E-mail: dutao0608@163.com; 冉伦(1977—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 通讯作者, E-mail: ranlun@bit.edu.cn

等^[11]相关研究的基础上测算了美国36家保健组织1993—1997年的效率。Sulku^[12]运用Malmquist-DEA方法对土耳其实施医疗部门改革前后的省级公立医院的效率进行了研究。Kawaguchi等^[13]运用动态网络DEA(Dynamic Network DEA, DNDEA)模型对日本的112家市级医院在实施医改以后的2007—2009年的效率进行了研究。Jiang等^[14]从医院运营效率、临床治疗质量、患者平均医疗费用以及患者和医务人员的总体满意度4个方面对中国广西省公立医院在2010—2012年期间的改革效果进行了分析。庞瑞芝^[15]运用DEA方法对中国249家城市医院的经营效率进行了测算与分析。范雪瑾等^[16]运用传统DEA方法测算了杭州7个县(市)的37家医院的效率。王伟和潘景香^[17]对中国新疆生产建设兵团的14家师级医院2011年的运营效率进行了评价。这些研究均立足于组织自身微观层面效率的测算,或者仅限于以其选取的样本为代表来研究其所在地区(区域)的医疗卫生服务效率,没有基于地区(区域)整体的医疗卫生服务统计数据对其医疗卫生服务的效率进行测评。后来一些学者开始从宏观的角度以国家或省(州)等单位,对某一地区的医疗卫生服务效率等进行研究。Ozcan等^[18]运用DNDEA模型分别测算了34个OECD国家实施医改后2000—2012年的公共医疗系统、医药保健系统及整体卫生系统的效率。Tigga和Mishra^[19]运用传统DEA方法,以州为决策单元测算和比较了印度27个州的医疗系统的效率。张晓岚和刘朝^[20]对中国31个省(市)医院的综合效率、纯技术效率以及规模效率进行了测评。这些研究立足于省(州)际等宏观角度,同时还考虑到了效率的动态性,运用面板数据对效率在不同时期的变化趋势进行分析。

以上文献均运用DEA方法对卫生服务效率进行研究,但是采用的DEA模型并不完全相同,有传统DEA模型、DEA-Tobit两阶段模型、Malmquist-DEA模型以及DNDEA模型等。这些模型中除DNDEA外,其他模型并没有考虑决策单元在不同时期之间的联系,只是对各时期的效率进行简单的测算并加以比较。尤其在在研究中考考虑医改作用的文献[12]~文献[14]和文献[18]而言,更应该充分考虑到改革是一项长期的、系统的工程,其效果的体现不仅需要一定的时间,而且还是一个渐进的过程。如果在研究中不考虑时期之间的相互联系,会在很大程度上制约效率评价的公平性与客观性^{[21][25]}。因此,衡量决策单元在多个时期的整体效率时,应将其作为一个系统,充分考虑各时期之间的联系,用动态性以体现其作用的发展变化趋势及稳定性^[22]。DNDEA模型通过中间变量将时期与联系起来,该模型最早由Tone和Tsutsui^{[23][25-128]}提出,并被很多学者应用于不同的领域,赵萌^{[21][256-1259]}将该模型应用于中国制造业生产效率的评价中。该模型基于的动态DEA模型(Dynamic Slack Based Measure, DSBM)由Tone和Tsutsui^{[24][46-150]}在其2010年的研究中提出。

DSBM模型的目标函数为最大化决策单元在所有时期内的整体效率值,根据整体效率值达到最优值的最优解确定各时期效率值。但在实际情况中,当决策单元的整体效率最优时,并不能保证该决策单元各时期的时期效率值也均为最优,此时DSBM模型就不能更好地从时期的角度动态反映效率的变化情况。此外,为更好地体现“新医改”的持续性及其发展变化趋势,本文将通过效率在不同时期(2008—2015年)的动态变化趋势对医改的效果进行评价与分析。基于此,文章在现有DSBM的基础上,构建了基于决策单元时期效率值最优的DtSBM模型,并运用该模型对中国31省(市)2008—2015年的医疗卫生服务效率进行动态评价,以衡量中国2009年以来实施的新医改的效果。最后,从无效DMU各指标需改进的角度分析了无效DMU相对效率低下的原因,进而指出明确的改进方向和目标。该研究可为国家或地方的相关部门进一步深化推进医改提供一定的理论依据与政策建议。

二、DtSBM模型

DEA方法的第一个模型由Charnes等^[25]最早提出,称为CCR模型,这也是DEA方法的初始模型。它的基本思想是构建由投入最小或产出最大为目标的Pateto最优解组成的生产前沿面,并通过测算各DMU与生产前沿面的距离来确定其相对效率,当DMU的相对效率值等于1时,称其为DEA有效;否则,称其为DEA无效^[26]。发展至今,DEA方法在理论和实践方面均得到了丰富的扩展与应用,Liu等^[27]总结了至2016年为止DEA方法的国际研究前沿,包括非期望变量、交叉效率、网络DEA、动态DEA、SBM等。这些热点问题之间的组合研究与扩展也是学者研究的聚焦点^{[23][24-125][28-31]}。其中,Tone和Tsutsui^{[24][46]}就将Färe和Grosskopf^[32]第一次提出考虑时间维度的动态DEA模型扩展到Tone^[33]提出的在效率测量中考虑松弛改进部分的SBM模型,称其为DSBM模型。DSBM模型通过引入“中间变量”将两个连续时期联系起来,该方法可以测量含多个连续时期的DMU的整体效率和各时期的时期效率。

(一)DSBM 模型的动态结构

传统 DEA 模型用各 DMU 投入和产出指标的截面数据来测量其相对效率,而在实际情况中一个组织的发展往往是一个相互联系的动态过程。因此,对 DMUs 效率的测量就不能仅限于某一时期的截面数据,还必须考虑其动态性。DSBM 模型就从时间序列的角度分析了 DMUs 的效率,并通过“中间变量”将 DMUs 的相邻时期联系起来。图 1^{[24][46]} 表示其动态结构,假设

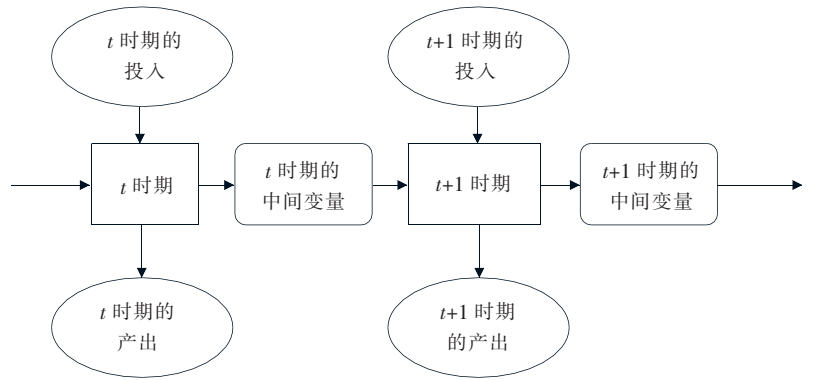


图 1 动态结构

有 n 个包含 T 个连续时期的 DMUs,且各 DMU 在每一时期 t 都有各自的投入和产出,同时 t 时期还有一部分“遗留物”留给 $t+1$ 时期。这些“遗留物”被称为中间变量,这些中间变量正是体现动态 DEA 与传统 DEA 的区别所在。Tone 和 Tsutsui^{[24][46]} 根据实际情况将中间变量划分为 4 类:期望变量(good, g)、非期望变量(bad, b)、自由处置变量(free, fr)和不可自由处置变量(fix, fi)。

期望变量(g)。这类中间变量是指由 t 时期留给 $t+1$ 时期的变量是所期望的,如 t 时期获得并转入时期的收益或净利润。在 DSBM 模型中,期望变量被当作 t 时期的产出,同时规定其作为中间变量的值不能大于其观察值。因此,当其存在相对短缺量时,就被认为该类中间变量无效。

非期望变量(b)。这类中间变量是指由 t 时期留给 $t+1$ 时期的变量不是所期望的,如 t 时期产生的结转亏损、不良债权或呆滞库存等。在 DSBM 模型中,非期望变量作为 t 时期的投入,同时规定其作为中间变量的值不能小于其观察值。该类中间变量的存在相对超过量时就被认为该类非期望变量无效。

自由处置变量(fr)。这类中间变量可以由 DMUs 自由处置,它作为中间变量的值可以大于也可以小于其观察值。其与观察值的偏差并没有直接体现在效率的测量中,而是间接地受到 $t+1$ 时期所应满足的连续条件的影响。

非自由处置变量(fi)。这类中间变量不由 DMUs 所控制,它为一个固定值。同自由处置变量一样,非自由处置变量也是通过两个连续时期的连续条件而间接地影响其效率值。

(二)变量与符号

假设有 n 个($j=1,2,\dots,n$ 即省市),各 DMU 包含 T 个时期($t=1,2,\dots,t$),且各时期均有 m 种投入($i=1,2,\dots,m$)和 s 种产出($q=1,2,\dots,s$),同时 t 时期和 $t+1$ 时期之间存在 k 个中间变量($p=1,2,\dots,k$)。

1.投入和产出变量

$x_{jt} \in R_+(i=1,\dots,m \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期的第 i 种投入的数量;

$y_{jt} \in R_+(q=1,\dots,s \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期的第 q 种产出的数量。

2.中间变量

$z_{pjt}^\alpha \in R_+(p=1,\dots,k \quad \alpha = g, b, fr \text{ 或 } fi \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期留给 $j+1$ 时期的第 p 种 α 类中间变量的数量。

3.松弛变量

$s_{jt}^- \in R_+(i=1,\dots,m \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期的第 i 种投入的剩余量;

$s_{jt}^+ \in R_+(q=1,\dots,s \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期的第 q 种产出的短缺量;

$s_{pjt}^\alpha \in R_+(p=1,\dots,k \quad \alpha = g, b, fr \text{ 或 } fi \quad j=1,\dots,n \quad t=1,\dots,T)$,表示第 j 个 DMU 在 t 时期的第 α 类中间变量 p 的松弛量。

(三)DSBM 模型

1.生产可能集

根据 DEA 方法的基本原理及 DSBM 模型的基本思想,可得 DSBM 模型中的投入变量 x_{jt} 、产出变量 y_{jt}

及中间变量 z_{pt}^α 所确定的生产可能集为

$$\begin{cases} x_{it} \geq \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t \\ y_{qt} \leq \sum_{j=1}^n y_{qjt} \lambda_j^t \\ z_{pt}^g \leq \sum_{j=1}^n z_{pjt}^g \lambda_j^t \\ z_{pt}^b \geq \sum_{j=1}^n z_{pjt}^b \lambda_j^t \\ z_{pt}^{fr} \in R^+ \\ z_{pt}^{fi} = \sum_{j=1}^n z_{pjt}^{fi} \lambda_j^t \end{cases} \quad (1)$$

$$i=1,2,\dots,m \quad q=1,2,\dots,s \quad p=1,2,\dots,k \quad \alpha=g,b,fr \text{ 或 } fi, t=1,2,\dots,T$$

其中, λ_j^t 表示在 t 时期的第 j 参考决策单元 DMU_j 的权重, 它满足 $\lambda_j^t \geq 0$, 当 $DMUs$ 的规模收益可变时, 它还满足 $\sum_{j=1}^n \lambda_j^t = 1$ 。同时, 式(1)中方程的右边项中 $x_{ijt}, y_{qjt}, z_{pjt}^g, z_{pjt}^b, R^+, z_{pjt}^{fi}$ 均为可观测的正值, 其左边项中的 $x_{it}, y_{qt}, z_{pt}^g, z_{pt}^b, z_{pt}^{fr}, z_{pt}^{fi}$ 是与权重向量 λ_j^t 相关的变量; 第 1 个方程表示投入指标的取值范围; 第 2 个方程表示产出指标的取值范围; 第 3 个方程表示中间变量为期望变量时的取值范围; 第 4 个方程表示中间变量为非期望变量时的取值范围; 第 5 个方程表示中间变量为自由变量时它的取值可为任意正实数; 第 6 个方程表示中间变量为不可自由处置变量的取值。

同时, 为保证时期 t 和 $t+1$ 之间的连续性, 中间变量还需满足如下条件

$$\sum_{j=1}^n z_{pjt}^\alpha \lambda_j^t = \sum_{j=1}^n z_{pj,t+1}^\alpha \lambda_j^{t+1} \quad (2)$$

其中, α 表示 g, b, fr 或 fi 。

2. 目标函数

DSBM 模型, 在其生产可能集的约束下, 将体现动态性的“中间变量”引入目标函数, 最优化其所有时期的整体效率, 再根据整体效率最优时的最优解确定各时期的时期效率。以 DMU_o 为例, DSBM 模型的整体效率目标函数表达式为

$$\min \theta_o = \frac{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \left[1 - \frac{1}{m+kb} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^-}{x_{iot}^-} + \sum_{p=1}^{kb} \frac{s_{pot}^b}{z_{pot}^b} \right) \right]}{\left[1 + \frac{1}{s+kg} \left(\sum_{q=1}^s \frac{q_i^+ s_{qot}^+}{y_{iot}^+} + \sum_{p=1}^{kg} \frac{s_{pot}^g}{z_{pot}^g} \right) \right]} \quad (3)$$

目标函数式(3)为整体效率 θ_o 最优, 在其表达式中引入了中间变量 z_{pot}^α , 将非期望中间变量 z_{pot}^b 视为投入, 期望中间变量 z_{pot}^g 视为产出; w^t, w_i^- 和 w_q^+ 分别表示 t 时期以及 i 种投入和 q 种产出的权重向量, 它们满足如下条件

$$\sum_{t=1}^T w^t = T \quad \sum_{i=1}^m w_i^- = m \quad \sum_{q=1}^s w_q^+ = s$$

当不考虑各权重时, 可令 $w^t=1, w_i^-=1, w_q^+=1$ 。

设使 DMU_o 的整体效率取得最优值 θ_o^* 时的最优解为: $\lambda_j^{t*}, s_{ot}^{-*}, s_{ot}^{+*}, s_{ot}^{g*}, s_{ot}^{b*}, s_{ot}^{fr*}, s_{ot}^{fi*}$, 则可得 t 时期的时期效率值 θ_{ot}^* 为

$$\theta_{ot}^* = \frac{1 - \frac{1}{m+kb} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^-}{x_{iot}} + \sum_{p=1}^{kb} \frac{s_{pot}^{b*}}{z_{pot}^b} \right)}{1 + \frac{1}{s+kg} \left(\sum_{q=1}^s \frac{w_q^+ s_{qot}^+}{y_{iot}} + \sum_{p=1}^{kg} \frac{s_{pot}^{g*}}{z_{pot}^g} \right)} \quad (4)$$

(四)DtSBM 模型的构建

由式(3)和式(4)可得,当 DMU_o 的整体效率值最优时,并不能保证其各时期的效率值也均为最优。基于此,DtSBM 模型根据实际情况将 DSBM 模型的目标函数修正为使 DMU_o 的各时期效率最优,再根据各时期效率实现最优时的最优解确定整体效率,整体效率值为各时期效率值的加权平均。DtSBM 模型计算各时期的最优效率值,基于各时期效率最优的 DtSBM 模型更有利于对效率在所有时期内的变化趋势进行分析。根据各投入指标、产出指标和中间变量确定的生产集,引入各变量指标的松弛变量,同样以 DMU_o 为例,构建 DtSBM 模型(5)

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta_{ot}^{(t)} = & \frac{1 - \frac{1}{m+kb} \left(\sum_{i=1}^m \frac{w_i^- s_{iot}^-}{x_{iot}} + \sum_{p=1}^{kb} \frac{s_{pot}^{b*}}{z_{pot}^b} \right)}{1 + \frac{1}{s+kg} \left(\sum_{q=1}^s \frac{w_q^+ s_{qot}^+}{y_{iot}} + \sum_{p=1}^{kg} \frac{s_{pot}^{g*}}{z_{pot}^g} \right)} \\ \text{s.t. } & \begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ijt} \lambda_j^t + s_{iot}^- = x_{iot} \\ \sum_{j=1}^n y_{qjt} \lambda_j^t + s_{qot}^+ = y_{qot} \\ \sum_{j=1}^n z_{pjt}^g \lambda_j^t + s_{pot}^g = z_{pot}^g \\ \sum_{j=1}^n z_{pjt}^b \lambda_j^t + s_{pot}^b = z_{pot}^b \\ \sum_{j=1}^n z_{pjt}^{fr} \lambda_j^t + s_{pot}^{fr} = z_{pot}^{fr} \\ \sum_{j=1}^n z_{pjt}^{fi} \lambda_j^t = z_{pot}^{fi} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j^t = 1 \\ \sum_{j=1}^n z_{pjt}^{\alpha} \lambda_j^t = \sum_{j=1}^n z_{pjt}^{\alpha} \lambda_j^{t+1} \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

$$i=1, \dots, m \quad q=1, \dots, s \quad t=1, \dots, T \quad t+1=1, \dots, T \quad p=1, \dots, k \alpha \quad \alpha=g, b, fr$$

其中,λ_j^t为参考 DMU_j 的权重;kα 表示第 α 类中间变量的个数;s_{iot}⁻、s_{qot}⁺、s_{pot}^g、s_{pot}^b和 s_{pot}^{fr}为松弛变量,分别表示投入剩余量、产出短缺量、期望中间变量短缺量、非期望中间变量剩余量以及可自由处置中间变量的偏差量。

约束条件 1 表示 DMU_o 的投入指标的约束;约束条件 2 表示 DMU_o 的产出指标约束;约束条件 3 表示 DMU_o 的中间变量为期望变量时的约束;约束条件 4 表示 DMU_o 的中间变量为非期望变量时的约束;约束条件 5 表示 DMU_o 的中间变量为自由变量时的约束;约束条件 6 表示 DMU_o 的中间变量为不可自由处置变量时的约束;约束条件 7 表示规模收益可变的约束;约束条件 8 为保证时期 t 与 t+1 之间连续性的中间变量的约束。

当决策单元 DMU_o 各时期效率的最优值为 θ_{ot}^{(t)*} 时,则得出其整体效率 θ_o^{(t)*} 为

$$\theta_o^{(t)*} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T w^t \theta_{ot}^{(t)*} \quad (6)$$

定义1(时期有效). 当 $\theta_o^{(t)*} = 1$ 时, DMU_o 为 t 时期有效. 表明 t 时期所有松弛变量均为 0, 即 $s_{iot}^{-*} = 0, s_{got}^{+*} = 0, s_{pot}^{b*} = 0, s_{pot}^{g*} = 0 (i=1, 2, \dots, m \quad q=1, 2, \dots, s \quad p=1, 2, \dots, k\alpha)$.

定义2(整体有效). 当 $\theta_o^{(t)*} = 1$, 则称 DMU_o 为整体有效. 即通过时期效率目标函数求解 DMU_o 的所有时期的效率, 当且仅当得出的整体效率最优值满足 $\theta_o^{(t)*}$ 时, 则称 DMU_o 为整体有效.

通过定义1和2, 可得如下定理:

定理1. 当且仅当 DMU_o 的所有 T 个时期均为时期有效时, DMU_o 为整体有效.

证明. 由式(6)显然得证.

三、31省(市)医疗卫生服务效率评价

(一) 指标和数据

本文对中国除香港、澳门和台湾外的31个省(市)2008—2015年的医疗卫生服务效率进行动态分析, 从效率的角度对中国自2009年3月17日开始实施的新医改的效果进行衡量. 根据研究目的及数据的可获得性, 本文选取2008—2015年为考察年, 收集了包含31个截面单元8年时间内的面板数据, 共248个观察点. 在研究中, 将新医改实施前的2008年的效率值作为基准值, 代表新医改实施前的医疗卫生服务效率现状, 与2009年新医改实施后的效率值进行比较, 以更好地验证新医改的实施效果. 本文从动态评价的角度, 考虑了时期之间的连续性, 包括新医改开始实施的2009年与前一时期2008年之间也存在一定的关系. 故在研究中, 将2009年作为2008—2015年时间序列中的一个时期. 同时, 本文共测算了7年(2009—2015年)新医改实施后的效率值, 故在研究中由于客观原因未考虑新医改正式实施日期前2009年1月1日—2009年3月16日这3个多月对新医改实施后效率测算的影响, 并不会对本文关于新医改实施效果的最终研究结论产生本质性影响.

对于效率测算过程中投入产出指标的选取, 董四平^[34]总结与归纳了中国运用DEA方法测算医院效率的85篇文献, “对其投入产出指标进行了归类统计”. 他们指出投入指标主要“分为4类: 床位指标、人员指标、以货币计量的指标以及其他投入”. 其中, 投入指标中的床位指标包括实有床位数、实际开放床位数等医院与床位有关的数值; 人员指标包括职工总数、卫生技术人员数等医院职工相关指标值; 以货币计量的指标包括医院支出、固定资产投资等运用货币进行计量的指标值; 其他投入指标则包括“房屋面积、上级拨款、每门诊人次收费水平、出院者平均医药费用等非典型投入指标”. 产出指标主要“分为3类: 医院业务指标、以货币计量的指标和其他产出指标”. 其中, 产出指标中的医院业务指标包括“门急诊业务量、住院业务量以及手术量3类”; 以货币计量的指标主要包括业务收入、总收入等经济效益指标; 其他产出指标有“每床位药品和卫材费用、每卫技人员诊次当量、诊次当量成本、急危重病人抢救成功率、住院病死率等”, 但在实际研究中只有少数文献有所涉及.

本文以省(市)为决策单元来衡量其医疗卫生服务的效率, 故对于指标的选取在参考现有文献的基础上, 重点综合考虑省(市)医疗卫生服务效率衡量的宏观性, 最终选择医疗卫生机构床位数(简称床位数)、卫生人员数、医疗卫生机构总支出(简称卫生总支出)和医疗卫生机构数(简称机构数)4种投入指标; 总诊疗人次数和医疗卫生机构总收入(简称卫生总收入)2种产出指标. 其中, 在本文的研究中, 考虑到将卫生总支出作为一种投入, 故对应地将卫生总收入直接作为衡量效率的产出^[35]. 中间变量选取当年度医疗卫生机构的净利润中所提取的医疗风险基金(设所有 DMU_s 均以10%的比例从净利润中提取医疗风险基金). 由于在投入产出指标中选择了卫生总支出和卫生总收入两项货币类指标, 而医疗机构按照国家或部分的相关规定(如中国证监会《证监会字[2007]1号》文件)提取的医疗风险基金需要从本年度的绩效中按一定比例提取, 并保留至下一年度, 以此类推. 因此, 在本文的研究中结合这一实际情况, 选择了既能反映效率测算时选择的投入指标(卫生总支出)和产出指标(卫生总收入), 又能体现 DMU_s 在连续时期之间关系的医疗风险基金作为中间变量. 为了研究方便, 假设当净利润为正时, 中间变量为净利润的10%, 属于期望变量; 当净利润为负时, 则中间变量为负的净利润(即亏损额), 属于非期望变量. 所有数据来源于由国家卫生和计划生育委员会编著的《中国卫生(和计划生育)统计年鉴2009—2016》。

(二)DtSBM 模型的运用

对中国 31 省(市)医疗卫生服务效率的研究中只考虑一种中间变量:净利润的 10%或亏损额。根据实际情况可知该中间变量要么为期望变量要么为非期望变量,且满足 $z_{pjt}^g \times z_{pjt}^b = 0$ 。考虑到 0 值不能做分母,且在本文的研究中均不考虑各投入、产出及时期的权重,故将 DtSBM 模型的目标函数分别转化为期望变量目标函数式(7)和非期望变量目标函数式(8)。同时结合模型(5)中对应的约束条件,分别构建用于测算中国医疗卫生服务动态效率的期望变量 DtSBM 时期效率模型和非期望变量 DtSBM 时期效率模型。将构建的 DtSBM 时期效率模型通过 Charnes 和 Cooper^[36]提出的处理分式规划的方法—— C^2 变换,将其转化为线性规划模型进行求解,得出 DMUs 的各时期效率,并通过式(6)计算各 DMU 的整体效率值。模型(9)和模型(10)分别为构建的中国医疗卫生服务效率动态评价的期望变量模型和非期望变量模型。

1.时期效率目标函数

1)期望变量目标函数

$$\min \theta_{ot}^{(t)} = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{iot}^-}{x_{iot}}}{1 + \frac{1}{s+kg} \left(\sum_{q=1}^s \frac{s_{qot}^+}{y_{qot}} + \frac{s_{pot}^g}{z_{pot}^g} \right)} \tag{7}$$

其中, $n=31, m=4, s=2, kg=1, t=8$ 。

2)非期望变量目标函数

$$\min \theta_{ot}^{(t)} = \frac{1 - \frac{1}{m+kb} \left(\sum_{q=1}^s \frac{s_{iot}^-}{x_{iot}} + \frac{s_{pot}^b}{z_{pot}^b} \right)}{1 + \frac{1}{s} \sum_{q=1}^s \frac{s_{qot}^+}{y_{qot}}} \tag{8}$$

其中, $n=31, m=4, s=2, kb=1, t=8$ 。

2. C^2 变换后时期效率模型

1)期望变量模型

令 $\varphi = \frac{1}{1 + \frac{1}{3} \left(\sum_{q=1}^2 \frac{s_{qot}^+}{y_{qot}} + \frac{s_{pot}^g}{z_{pot}^g} \right)}$, $\Lambda^t = \varphi \lambda^t$, $\Lambda^{t+1} = \varphi \lambda^{t+1}$, $S_{iot}^- = \varphi s_{iot}^-$, $S_{qot}^+ = \varphi s_{qot}^+$, $S_{pot}^g = \varphi s_{pot}^g$, 得期望变量模型

$$\begin{aligned} \min \theta_{ot}^{(t)} &= \varphi - \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 \frac{S_{iot}^-}{x_{iot}} \\ \text{s.t.} & \begin{cases} \varphi + \frac{1}{3} \left(\sum_{q=1}^2 \frac{S_{qot}^+}{y_{qot}} + \frac{S_{pot}^g}{z_{pot}^g} \right) = 1 \\ \sum_{j=1}^{31} x_{ijt} \Lambda_j^t + S_{iot}^- - \varphi x_{iot} = 0 \\ \sum_{j=1}^{31} y_{qjt} \Lambda_j^t - S_{qot}^+ - \varphi y_{qot} = 0 \\ \sum_{j=1}^{31} z_{pjt}^g \Lambda_j^t - S_{pot}^g - \varphi z_{pot}^g = 0 \\ \sum_{j=1}^{31} \Lambda_j^t - \varphi = 0 \\ \sum_{j=1}^{31} z_{pjt}^g \Lambda_j^t = \sum_{j=1}^{31} z_{pjt}^g \Lambda_j^{t+1} \end{cases} \end{aligned} \tag{9}$$

$$0 \leq \varphi \leq 1 \quad 0 \leq \Lambda_j^t \leq 1 \quad S_{iot}^- \geq 0 \quad S_{qot}^+ \geq 0 \quad S_{pot}^g \geq 0 \quad (p=1 \quad t=1, 2, \dots, 8)$$

其中,目标函数追求目标省(市)DMU_o在t时期的时期效率最大化,将期望中间变量视为产出。第1个约束条件为C²变换后效率值的约束;第2~4个约束条件则为投入、产出和期望中间变量的约束;第5个约束条件为规模收益可变的约束条件,用于测算DMUs的纯技术效率;第6个约束条件为保证不同时期连续的约束条件。

2)非期望变量模型

$$\text{令 } \varphi = \frac{1}{1 + \frac{1}{2} \sum_{q=1}^2 \frac{S_{qot}^+}{y_{qot}}}, \Lambda^t = \varphi \lambda^t, \Lambda^{t+1} = \varphi \lambda^{t+1}, S_{iot}^- = \varphi s_{iot}^-, S_{qot}^+ = \varphi s_{qot}^+, S_{pot}^\alpha = \varphi s_{pot}^\alpha, \text{得非期望变量模型}$$

$$\begin{aligned} \theta_{ot}^{(t)} = & \varphi - \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^4 \frac{S_{iot}^-}{x_{iot}} + \frac{S_{pot}^b}{z_{pot}^b} \right) \\ \text{s.t. } & \left\{ \begin{aligned} & \varphi + \frac{1}{2} \sum_{q=1}^2 \frac{S_{qot}^+}{y_{qot}} = 1 \\ & \sum_{j=1}^{31} x_{ijt} \Lambda_j^t + S_{iot}^- - \varphi x_{iot} = 0 \\ & \sum_{j=1}^{31} y_{qjt} \Lambda_j^t - S_{qot}^+ - \varphi y_{qot} = 0 \\ & \sum_{j=1}^{31} z_{pjt} \Lambda_j^t + S_{pot}^b - \varphi z_{pot}^b = 0 \\ & \sum_{j=1}^{31} \Lambda_j^t - \varphi = 0 \\ & \sum_{j=1}^{31} z_{pjt} \Lambda_j^t = \sum_{j=1}^{31} z_{pjt} \Lambda_j^{t+1} \end{aligned} \right. \end{aligned} \tag{10}$$

$$0 \leq \varphi \leq 1 \quad 0 \leq \Lambda_j^t \leq 1 \quad S_{iot}^- \geq 0 \quad S_{qot}^+ \geq 0 \quad S_{pot}^\alpha \geq 0 \quad (p=1 \quad t=1, 2, \dots, 8)$$

其中,目标函数追求目标省(市)DMU_o在t时期的时期效率最大化,将非期望中间变量视为投入;第1个约束条件为C²变换后效率值的约束;第2~4个约束条件则为投入、产出和非期望中间变量的约束;第5个约束条件为规模收益可变的约束条件,用于测算DMUs的纯技术效率;第6个约束条件为保证不同时期连续的约束条件。

四、相对效率值及结果分析

运用 Matlab 2016(b) 求解构建的中国 31 省(市)医疗卫生服务时期效率模型(9)和模型(10),分别得出中国 31 省(市)医疗卫生服务在 2008—2015 年的效率,并通过式(6)计算中国 31 省(市)的整体效率值。同时,求解结果还包括 2008—2015 年中国 31 省(市)医疗卫生服务的各投入指标和产出指标的松弛量。计算结果及相应的描述统计如表 1 所示。

(一)效率值及整体分析

由表 1 可得,从新医改实施前的 2008 年到新医改实施 7 年后的 2015 年,(1)中国 31 省(市)医疗卫生服务效率的均值从 0.634 提高到了 0.802,有效 DMU 个数从 10 个增加到了 13 个;(2)31 个省(市)中效率值增加的省(市)有 25 个(包括始终为 DEA 有效的 DMUs),占比为 81%;(3)效率值低于 0.6 的无效 DMU 的个数从 16 个减少到了 8 个,标准差从 0.296 降到了 0.215。因此,整体而言,自 2009 年开始实施的新医改对中国医疗卫生服务效率的提高具有显著效果,同时 31 省(市)之间效率的差异性也在不断缩小。

(二)区域医疗卫生服务效率分析

按照中国卫生统计年鉴的划分,将中国 31 省(市)划分为东部、中部和西部,如表 1 所示。由整体效率值一列可得,在 2008—2015 年,中国东部地区的整体效率均值最高,为 0.889;其次是西部地区的 0.828;最低的是中部地区,为 0.656;全国的整体效率均值为 0.805。从各区域效率均值和全国效率均值行可得,2008—2015 年,各区域和全国的时期效率值整体上均呈增长趋势。东部地区从 2008 年的 0.752 增加到了 2015 年的 0.901,提高了 19.81%;西部地区从 2008 年的 0.657 增加到了 2015 年的 0.782,提高了 19.03%;中部地区从 2008 年的 0.438 增加到了 2015 年的 0.693,提高了 58.22%;全国的整体效率均值从 2008 年的 0.634 增

加到了2015年的0.802,提高了26.5%,东中西部及全国的各时期效率变化趋势如图2所示。图2为运用MATLAB软件根据表1中东部中西部和全国的时期效率均值所绘制的时期效率曲线图。由图2可直观地看出2008—2015年,中国东中西部和全国的效率值总体上均有大幅度的提高。在7年时间内虽呈现一定的波动性,但并不影响其整体的增长趋势。图2的时期效率曲线图从区域的角度,再次验证了中国新医改对提高医疗卫生服务效率具有明显的积极作用。与东部和西部比较,中部地区的效率值明显低于它们,这一结论从下文对无效DMU需改进百分比部分的分析中也得到了验证。

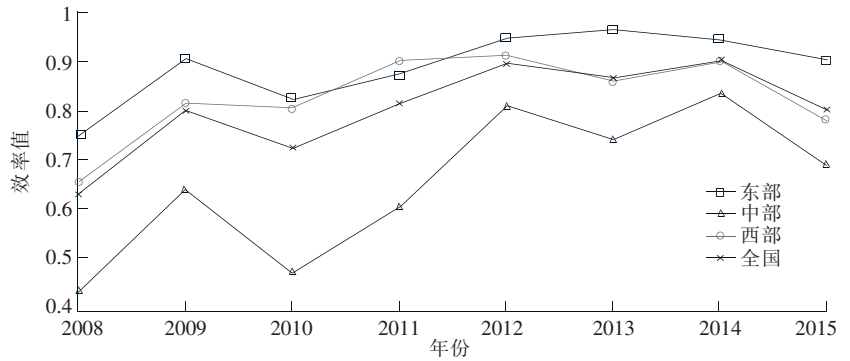


图2 东中西部和全国医疗卫生服务时期效率

表1 相对效率值及相关统计值

区域	DMU	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	整体效率值	排序
东部	北京	1	1	1	1	1	1	0.915	1	0.989	6
	天津	0.649	1	1	1	1	1	1	1	0.956	9
	河北	0.272	0.718	0.446	0.817	1	1	1	1	0.782	21
	辽宁	0.200	0.372	0.440	0.307	0.524	0.591	0.561	0.473	0.433	30
	上海	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	江苏	1	0.881	0.811	0.724	1	1	1	0.835	0.906	13
	浙江	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	福建	1	1	1	1	1	1	1	0.870	0.984	7
	山东	0.273	1	0.552	0.766	0.884	1	0.894	0.738	0.763	22
	广东	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
海南	0.881	1	0.809	1	1	1	1	1	0.961	8	
东部效率均值		0.752	0.906	0.823	0.874	0.946	0.963	0.943	0.901	0.889	
中部	山西	0.312	0.500	0.337	0.154	0.479	0.580	0.390	0.478	0.404	31
	吉林	0.295	0.535	0.478	0.410	0.839	0.585	0.669	0.549	0.545	28
	黑龙江	0.394	0.477	0.217	0.341	0.423	0.321	0.961	0.439	0.447	29
	安徽	0.456	0.792	0.670	0.830	0.898	1	0.904	1	0.819	17
	江西	0.369	0.715	0.482	0.815	0.829	0.812	0.819	0.790	0.704	23
	河南	0.529	1	0.547	1	1	1	1	1	0.885	14
	湖北	0.794	0.613	0.559	0.674	1	1	1	0.748	0.798	18
	湖南	0.354	0.503	0.520	0.635	0.999	0.643	0.952	0.542	0.644	25
	中部效率均值		0.438	0.642	0.476	0.607	0.808	0.743	0.837	0.693	0.656
西部	内蒙古	0.362	0.553	0.698	0.633	0.779	0.718	0.742	0.326	0.601	26
	广西	1	1	0.744	0.956	1	1	1	0.7312	0.929	11
	重庆	0.668	0.755	0.685	0.671	0.857	0.902	0.872	0.873	0.785	20
	四川	0.433	1	1	1	1	1	1	1	0.929	10
	贵州	0.509	0.775	1	1	0.843	0.781	0.866	0.539	0.789	19
	云南	0.667	1	0.814	1	1	0.934	1	1	0.927	12
	西藏	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	陕西	0.447	0.537	0.388	0.529	0.616	0.625	0.611	0.749	0.563	27
	甘肃	0.397	1	0.519	1	1	0.986	1	0.871	0.847	16
	青海	1	0.561	1	1	1	0.707	1	0.763	0.879	15
	宁夏	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
新疆	0.403	0.586	0.810	0.998	0.829	0.656	0.699	0.534	0.689	24	
西部效率均值		0.657	0.814	0.805	0.899	0.910	0.859	0.899	0.782	0.828	
全国效率均值		0.634	0.802	0.727	0.815	0.897	0.866	0.899	0.802	0.805	
各DMU时期效率的标准差		0.296	0.218	0.248	0.248	0.168	0.189	0.159	0.215		
有效DMU数		10	15	11	15	18	17	17	13		
效率值低于0.6的DMU数		16	9	12	5	3	4	2	8		

(三)无效DMU需改进百分比

DEA方法是一种通过与所有DMU进行比较从而确定其相对效率的方法,所以该方法还可为无效DMU提供明确的改进方向和目标。图3运用MATLAB软件对2008年(基准年)、2009年(新医改开始实施年)、2015年(新医改实施7年后)以及整体的效率值绘制的中国31省(市)的效率变化趋势图。由图3可知,在这些时间

点相对效率值都较低的省(市)有山西省、辽宁省、黑龙江省、陕西省。结合表1中整体效率均值低于0.6,且排序位于最后5位的27~31位的省份,本文以山西省、辽宁省、黑龙江省、吉林省和陕西省为例,从它们各项指标需改进百分比的角度对其效率改进方向和目标进行分析。这5个省份中3个省——山西省、黑龙江省和吉林省属于中部地区,再次验证了中部地区相对效率较低的状况。5个省份各项指标需改进百分比的计算结果如表2所示,改进百分比=松弛量/实际观测值 $\times 100\%$ (由于篇幅限制,表2只列出需改进百分比的最终计算结果和新医改实施以来的2009—2015年需改进百分比的均值)。由表2可得,造成这5个省份与其余有效DMU效率差异的主要原因是投入指标——医疗卫生机构数、卫生人员数、医疗卫生机构床位数的冗余和期望变量的短缺。

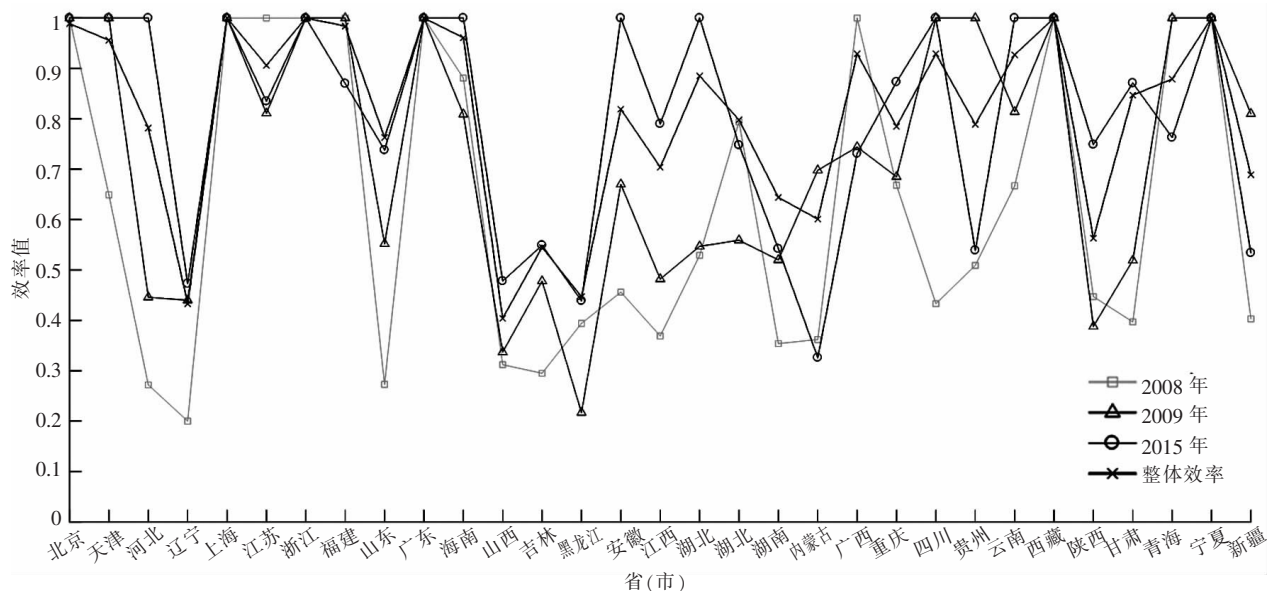


图3 31省(市)部分时期效率值

具体分析,在31省(市)中相对效率最低的山西省,其期望变量的需改进百分比从2008年的274.42%下降到了2013年的0,但在2015年又达到了12.4%,在2014年甚至达到245%。其2009—2015年的均值高达201.9%,表明其净利润的10%平均需提高2倍以上。医疗卫生机构数、卫生人员数以及医疗卫生机构床位数的冗余百分比均值分别为67.8%、50.1%和47.9%,与2008年的冗余百分比55.4%、47.6%和48%相比,虽有一定减少,但并无明显改进。可见,相对而言新医改并没有显著提高山西省医疗卫生机构数、卫生人员数和医疗卫生机构床位数等投入的相对效率,加之净利润的短缺均是造成山西省效率低下的关键原因所在。

这种现象同样发生在其他4个省份,在新医改实施的7年(2009—2015年)里,其医疗卫生机构数、卫生人员数以及医疗卫生机构床位数等投入冗余百分比不但没有下降,反而上升。辽宁省3种投入需改进百分比分别从2008年的52.9%、35.7%和36.5%大幅度上升到了2015年的80%、50.9%和64%,可见这3种投入的冗余程度增加,且冗余造成的过剩量超过50%甚至达到了80%以上。期望变量需改进百分比则出现明显的下降,从2008年的695.9%下降到了2015年的23.8%,2009—2015年的均值也下降到了75.5%。表明新医改对提高辽宁省医疗卫生服务净利润的10%有明显的促进作用,但其与医疗卫生机构数、卫生人员数和医疗卫生机构床位数等投入的过剩同样还是制约辽宁省医疗卫生服务相对效率的关键因素。

黑龙江省2008年的期望变量需改进百分比为285.2%,在实施新医改7年时间里的均值仍高达144.3%,其中2010年和2013年分别达到了400.9%和304.8%,说明新医改的实施对使黑龙江省医疗卫生服务的相对净利润增加的作用并不显著。医疗卫生机构数、卫生人员数和医疗卫生机构床位数3种投入指标需改进百分比与2008年相比也增加了近2倍,分别从21.6%、22.7%和23.6%增加到了53.4%、42.4%和50.4%。卫生总支出在2009—2015年也存在冗余,平均需改进百分比增加了1.4个百分点。因此,对于黑龙江省而言,新医改不仅没有提高其投入的效率,反而进一步增加了其各项投入指标的相对剩余程度。

吉林省期望变量的需改进百分比在2008年为443.6%,在实施新医改的7年时间里均值下降到了35.1%,其中2011年最高为133.1%。投入指标中医疗卫生机构数、卫生人员数和医疗卫生机构床位数均出现了大幅度的增加,分别从48.3%、24.4%和18.6%上升到了71.8%、42%和49%。同时卫生总支出指标在

表2 部分无效 DMUs 各指标需改进百分比

区域	指标	各时期需改进百分比/%								2009—2015年 平均值
		2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	
山西	医疗卫生机构数	55.4	56.6	88.9	63.3	69.7	62.1	52.6	81.5	67.8
	卫生人员数	47.6	49.9	67.6	43.4	52.1	44.3	36.8	56.8	50.1
	医疗卫生机构床位数	48.0	51.0	71.0	28.2	50.4	46.8	26.4	062.1	47.9
	卫生总支出	9.3	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	卫生总收入	1.1	0.0	2.0	6.9	2.0	0.0	1.1	0.5	18.0
	诊疗人次数	1.3	0.1	8.9	17.1	0.0	19.0	0.2	0.0	6.5
	期望变量(净利润的10%)	274.4	58.0	73.2	970.3	54.3	0.0	245.0	12.4	201.9
	非期望变量(亏损额)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
辽宁	医疗卫生机构数	52.9	38.0	75.4	79.3	77.4	58.8	65.8	80.0	67.8
	卫生人员数	35.7	42.5	52	51.8	49	41.4	49.5	50.9	48.2
	医疗卫生机构床位数	36.5	50.7	63.9	62.1	60.6	58.7	46.1	64.0	58.0
	卫生总支出	7.3	6.4	1.3	02.5	0.0	0.0	0.0	0.7	1.6
	卫生总收入	6.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.1
	诊疗人次数	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	06.2	0.0	0.0	1.0
	期望变量(净利润的10%)	695.9	229.1	53.7	199.1	4.5	0.0	18.1	23.8	75.5
	非期望变量(亏损额)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
黑龙江	医疗卫生机构数	21.6	33.8	70.4	76.2	77.4	41.9	2.8	71.3	53.4
	卫生人员数	22.7	47.4	55.5	56.7	56.7	42.5	2.4	35.8	42.4
	医疗卫生机构床位数	23.6	55.7	62.8	64.5	65.2	55.1	8.2	41.1	50.4
	卫生总支出	0.0	4.1	3.7	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
	卫生总收入	11.9	0.0	0.0	0.0	1.3	3.7	0.0	0.0	0.7
	诊疗人次数	34.3	0.1	15.8	0.4	0.0	0.1	0.0	0.2	2.4
	期望变量(净利润的10%)	285.2	107.2	400.9	140.0	54.5	304.8	2.6	0.3	144.3
	非期望变量(亏损额)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
吉林	医疗卫生机构数	48.3	23.6	76.4	66.5	13.6	57.2	43.9	71.8	50.4
	卫生人员数	24.4	41.8	52.1	44.7	20.1	49.0	44.3	47.8	42.8
	医疗卫生机构床位数	18.6	48.4	60.7	50.2	30.4	0.59.9	44.2	60.4	50.6
	卫生总支出	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
	卫生总收入	12.9	0.0	0.7	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
	诊疗人次数	28.0	0.2	11.9	0.1	0.2	0.0	0.0	0.2	1.8
	期望变量(净利润的10%)	443.6	94.1	18.0	133.1	0.0	0.0	0.0	0.3	35.1
	非期望变量(亏损额)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
陕西	医疗卫生机构数	47.0	20.2	83.3	53.7	58	57.2	2.8	52.5	46.8
	卫生人员数	37.0	31.8	57.3	36.6	55.1	45.8	2.4	0.30.4	37.1
	医疗卫生机构床位数	41.2	25.9	60.6	15.2	40.5	47	8.2	0.17.4	30.7
	卫生总支出	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	卫生总收入	7.7	6.7	4.8	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
	诊疗人次数	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	期望变量(净利润的10%)	153.5	143.4	—	1.13.4	0.0	0.0	2.6	0.0	43.2
	非期望变量(亏损额)	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—

2009年也出现了4.9%的需改进量。研究表明,新医改对于吉林省医疗卫生服务净利润的增加有显著的积极作用,但是对卫生人员数和医疗卫生机构床位数效率的提高则没有明显的促进作用。

陕西省在2010年出现了亏损,即存在非期望变量(亏损额),但在其他时期的期望变量需改进百分比则呈下降趋势。在2008年为153.5%,2009年和2011年分别为143.4%和113.4%,2012和2013年降为0,2014年为0.026,2015年又下降为0。因此,新医改在近4年对增加净利润的作用显著,基本达到相对有效水平。医疗卫生机构数和医疗卫生机构床位数需改进百分比从2008年的47%和41.2%下降到了2009—2015年的均值46.8%和30.7%;卫生人员数基本保持不变,从37%上升到了37.1%。可见,新医改的实施对增加陕西省医疗服务系统的净利润和减少医疗卫生机构数和医疗卫生机构床位数的冗余有一定的积极作用,但是对提高医疗卫生人员数的相对效率并没有显著效果。

同时从表2可知,这5个省份产出指标的短缺百分比相对于投入指标的剩余百分比很小,在实施新医改的7年时间总体上呈下降趋势。将2008年的值与2009—2015年的均值比较可得,产出——卫生总收入需改进百分比除山西省从1.1%上升到了1.8%以外,其他省份都出现了一定程度的下降,分别从2008年的11.9%、6.3%、12.9%和7.7%下降到了0.1%、0.7%、0.5%和2.2%。诊疗人次数需改进百分比陕西省为0;山西省和辽宁省出现了一定的增加,分别从2008年的1.3%和0.3%上升到了6.5%和1%。而黑龙江省和吉林省分别从34.3%和28%大幅度下降到了2.4%和1.8%;同时从各时期的值可发现近3年所有省份的值均接近0,表明新医改的实施对降低这5个省份的产出指标——诊疗人次数的短缺百分比方面有显著的积极作用。

由表1中各时期效率值及图3的效率曲线可得,山西省、辽宁省、黑龙江省、吉林省和陕西省从2008—2015年,它们的效率值呈明显的增加趋势,这表明新医改对其效率的提升是有积极的显著作用的。但这与5个省份的相对效率位于31个省(市)中的最后5位并不矛盾。DEA方法测算的是决策单元的相对效率,因此,这5个省份的相对效率最低并不意味着新医改对其医疗卫生服务效率的提升没有任何作用,只是相对其他省(市)而言,他们的效率提升幅度较低。这也表明组织在提升自身效率的同时,还应该充分考虑其他组织的状况,这样才能保证自己的相对优势。

五、结论

基于Tone和Tsutsui^{[24]146-150}提出的DSBM模型,从时期效率最优的角度,构建了DtSBM模型,并运用该模型对中国31省(市)在2009年实施新医改前后的2008—2015年的医疗卫生服务效率进行测算和分析。从得出的结果:31省(市)医疗卫生服务的整体效率、时期效率、区域(东部、中部和西部)效率和部分相对无效省份的各指标需改进百分比对中国医疗卫生服务效率的变化情况进行动态分析。总体来讲,从对中国医疗卫生服务效率的动态分析结果来看,中国2009年开始实施的新医改具有显著的积极作用。具体在医疗卫生服务效率值、有效DMU个数、效率值低于0.6的无效DMU个数方面,中国的医疗卫生服务效率都有大幅度提高。文章进一步对山西省、辽宁省、黑龙江省、吉林省和陕西省这5个相对无效省份各指标的需改进百分比进行了分析。研究表明,影响这5个省份相对效率的主要原因是期望变量(净利润的10%)存在严重短缺;代表投入的指标——医疗卫生机构数、卫生人员数和医疗卫生机构床位数存在严重冗余(有的省份冗余程度甚至达到67.8%,最小的冗余程度也为30.7%,大部分都在50%~60%左右)。这些结论可为有关部门制定医疗卫生服务发展战略、医疗改革政策以及提高医疗卫生服务效率的具体措施提供一定的参考和指导作用。

DEA是一种对所有DMUs的效率进行相对评价的方法,作为理性的管理者在这种情况下的决策目标应该是追求其当期相对效率的最优,而不会将可能导致当期效率降低的过去考虑进去,更不会将不确定的未来考虑进去。同时,为了更好地从效率的角度对新医改的效果进行衡量,就需要对效率在不同时期的发展变化进行动态的比较分析,以得出其发展变化趋势。基于此,本文在现有动态效率评价模型DSBM模型的基础上,提出了各时期效率最优的效率动态评价模型——DtSBM模型。该模型可以测算DMUs各个时期的效率值,从而有助于更准确地从效率的变化趋势对新医改的效果进行衡量。

参考文献:

- [1] 赵晟珂, 巩天雷, 徐娜. 医疗体制改革的博弈分析[J]. 运筹与管理, 2007, 16(3): 109-113.
- [2] 李蕾, 李靖宇, 刘兵, 等. 医疗卫生服务模式与资源配置的国际比较[J]. 管理评论, 2017, 29(3): 186-196.
- [3] 陈建强, 王虎峰. 我国医改政策公众参与机制研究[J]. 中华医院管理杂志, 2010, 26(1): 17-20.
- [4] 李超. 新时期医改对医院演进的影响[J]. 医学与哲学, 2015, 36(4A): 38-41.
- [5] 冀楠, 李晋军, 黄明玉. 城市社区卫生服务体系在缓解“看病难、看病贵”中的地位和作用调查分析[J]. 医学理论与实践, 2012, 25(20): 2569-2570.
- [6] 安立超, 刘晓允, 秦岭, 等. 基于流程再造的医院门诊流程优化研究[J]. 管理评论, 2017, 29(2): 191-200.
- [7] 范德成, 李昊, 刘赞. 基于改进DEA——以复相关系数为基准的滞后期的我国产业结构演化效率评价[J]. 运筹与管理, 2016, 25(3): 195-203.
- [8] HARRINGTON C, O'MEARA J. Report on California's nursing homes, home health agencies, and hospice programs[M]. San Francisco: California Healthcare Foundation, 2004.
- [9] FARSI M, FILIPPINI M. An empirical analysis of cost efficiency in non-profit and public nursing homes[J]. Annals of Public & Cooperative Economics, 2004, 75(3): 339-365.
- [10] ROLLINS J, LEE K, XU Y, et al. Longitudinal study of health maintenance organization efficiency[J]. Health Services Management Research, 2001, 14(4): 249.
- [11] DRAPER D A, SOLTI I, OZCAN Y A. Characteristics of health maintenance organizations and their influence on efficiency[J]. Health Services Management Research, 2000, 13(1): 40.
- [12] SULKU S N. The health sector reforms and the efficiency of public hospitals in Turkey: provincial markets[J]. European Journal of Public Health, 2012, 22(5): 634-638.

- [13] KAWAGUCHI H, TONE K, TSUTSUI M. Estimation of the efficiency of Japanese hospitals using a dynamic and network data envelopment analysis model[J]. *Health Care Management Science*, 2014, 17(2): 101–112.
- [14] JIANG S, WU W M, FANG P Q. Evaluating the effectiveness of public hospital reform from the perspective of efficiency and quality in Guangxi, China[J]. *Springerplus*, 2016, 5: 1–10.
- [15] 庞瑞芝. 我国城市医院经营效率实证研究——基于 DEA 模型的两阶段分析[J]. *南开经济研究*, 2006(4): 71–81.
- [16] 范雪瑾, 柯雪琴, 王红妹, 等. 杭州地区医疗市场结构与医院效率相关性分析[J]. *中华医院管理杂志*, 2004, 20(7): 417–420.
- [17] 王伟, 潘景香. 基于 DEA 模型的新疆生产建设兵团 14 家师级医院效率研究[J]. *中国卫生经济*, 2013, 32(7): 78–80.
- [18] OZCAN Y A, KHUSHALANI J. Assessing efficiency of public health and medical care provision in OECD countries after a decade of reform[J]. *Central European Journal of Operations Research*, 2017, 25(2): 325–343.
- [19] TIGGA N S, MISHRA U S. On measuring technical efficiency of the health system in India: an application of data envelopment analysis[J]. *Journal of Health Management*, 2015, 17(3): 285–298.
- [20] 张晓岚, 刘朝. 我国医院效率的省域水平及影响因素分析——基于省际面板数据的 DEA-Tobit 估计[J]. *华东经济管理*, 2014, 28(11): 172–176.
- [21] 赵萌. 中国制造业生产效率评价: 基于并联决策单元的动态 DEA 方法[J]. *系统工程理论与实践*, 2012, 32(6): 1251–1260.
- [22] 刘焯, 方立兵, 李冬昕, 等. 融资融券交易与市场稳定性: 基于动态视角的证据[J]. *管理科学学报*, 2016, 19(1): 102–116.
- [23] TONE K, TSUTSUI M. Dynamic DEA with network structure: a slacks-based measure approach[J]. *Omega*, 2014, 42(1): 124–131.
- [24] TONE K, TSUTSUI M. Dynamic DEA: a slacks-based measure approach[J]. *Omega*, 2010, 38(3): 145–156.
- [25] CHARNES A, COOPER W W, RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6): 429–444.
- [26] 魏权龄. 评价相对有效性的数据包络分析模型: DEA 和网络 DEA[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2012.
- [27] LIU J S, LU L Y Y, LU W M. Research fronts in data envelopment analysis[J]. *Omega*, 2016, 58: 33–45.
- [28] 李永立, 吴冲. 考虑非期望产出弱可处置性的随机 DEA 模型[J]. *管理科学学报*, 2014, 17(9): 17–28.
- [29] LANDETE M, MONGE J F, RUIZ J L. Robust DEA efficiency scores: a probabilistic/combinatorial approach[J]. *Expert Systems With Applications*, 2017, 86: 145–154.
- [30] GUO C, WEI F, CHEN Y. A note on second order cone programming approach to two-stage network data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2017, 263(2): 733–735.
- [31] 安庆贤, 陈晓红, 余亚飞, 等. 基于 DEA 的两阶段系统中间产品公平设定研究[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(1): 32–40.
- [32] FÄRE R, GROSSKOPF S. Intertemporal production frontiers: with dynamic DEA[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 1997, 48(6): 656.
- [33] TONE K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498–509.
- [34] 董四平, 左玉玲, 陶红兵, 等. 中国医院效率 DEA 研究分类与投入产出指标分析[J]. *中国卫生政策研究*, 2014, 7(10): 40–45.
- [35] COELLI T J. A Guide to DEAP Version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program[R]. Armidale: University of New England, 1996.
- [36] CHARNES A, COOPER W W. Programming with linear fractional functionals[J]. *Naval Research Logistics Quarterly*, 1963(10): 181–186.

Dynamic Evaluation of China's Healthcare Service Efficiency based on DtSBM Model

DU Tao¹, RAN Lun², LI Jinlin², WANG Shanshan²

(1.School of Economics and Management, Yan'an University, Yan'an Shaanxi 716000, China;

2.School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: We construct a DtSBM model, based on the existing Dynamic DEA model DSBM, which optimizes the term efficiency firstly. The model is applied for measuring the healthcare service efficiencies of China's 31 provinces through panel data from 2008 to 2015. By measuring the DMUs' term efficiencies and overall efficiencies, we verify that the China's new medical and health system reform, which was acted in 2009, has obvious effect from the perspective of efficiency. And we result that the efficiency scores of eastern region is the highest, western region is the second, and central region is the lowest. According to the analysis of the inefficiency DMUs, we also figure out the improved orientations and objectives.

Key words: dynamic Data Envelopment Analysis(dynamic DEA); healthcare service efficiency; term efficiency; overall efficiency

[责任编辑: 宋宏]