

• 应用研究 •

# 基于 DEA 模型分析我国公立医院运行效率\*

曾雁冰<sup>1</sup> 蔡伦<sup>1</sup> 孙卫<sup>2</sup> 张国平<sup>2</sup> 林宝生<sup>3</sup> 方亚<sup>1△</sup>

**【摘要】**目的 运用数据包络分析方法评价我国公立医院运行效率及变化,为公立医院提高运行效率、进一步完善和优化卫生资源配置提供决策依据。方法 选取 2011—2015 年《中国卫生统计年鉴》等统计资料中的数据,采用数据包络分析法的 CCR 模型在规模报酬不变情况下计算综合效率值、BCC 模型在规模报酬可变情况下计算纯技术效率值和规模效率值,对全国公立医院的运行效率进行分析,并通过 Malmquist 模型对生产效率变化趋势进行分析。结果 2014 年全国 31 个省市公立医院平均综合效率值为 0.887,综合效率值为 1 即 DEA 有效的省市 10 个,处于规模效率不变状态,其他省市是 DEA 非有效且处于规模效率递减状态;DEA 有效省市主要集中在东部和西部;26 个(83.88%)省市公立医院全要素生产率提高;非 DEA 有效省市若达到 DEA 有效可节省大量卫生资源投入、获得更多医院产出。结论 近五年我国公立医院管理和技术方面效率有很大提高,但由于医院规模扩张过快反而降低了医院运行效率。适度的规模更有利于公立医院效率的提高,应该控制大型公立医院的发展规模,引导医院提高医疗技术和管理水平,促进内涵式发展,改善服务、改进管理,从而提高效率。

**【关键词】** 公立医院 运行效率 数据包络分析

公立医院是以公益性为基础,强化政府责任和投入为指导,目标是为群众提供安全有效方便廉价的公共卫生和基本医疗服务<sup>[1-2]</sup>。医院成本过高和医院的效率有着直接的关系,资源有效地利用,可以极大地减少医院资源的浪费,从而控制医院的成本。如何通过减少低效资源以降低成本是医院决策者应该重视的问题。本研究采用数据包络分析法(data envelopment analysis, DEA)对我国各省市公立医院运行效率进行评价。

## 资料与方法

### 1. 数据来源

本研究数据来源于 2011—2015 年《中国卫生统计年鉴》、《中国统计年鉴》等数据库。

### 2. 评价方法

本研究选取 DEA 两种基本模型——CCR 模型和 BCC 模型。CCR 模型是假定规模报酬不变,即当所有投入要素的数量按照相同比例增加时,产出数量也会按相同的百分比增加。BCC 模型是假定规模报酬可变,并且将 CCR 效率变化分解为单纯技术效率变化和规模效率变化<sup>[3]</sup>。利用 CCR 模型和 BCC 模型对 2010—2014 年全国 31 个省市公立医院每年的运行效率进行分析,计算各省市公立医院的技术效率值、纯技术效率值和规模效率值。CCR 和 BCC 模型效率计算得分均在 0~1 之间,DEA 有效是指效率值计算结果等于 1,当效率值小于 1 时,即非有效<sup>[4]</sup>。

采用 Malmquist 模型评价各省市公立医院的全要素生产率变化,是在基于规模报酬可变和不变的假设下,将全要素生产率变化分为技术变化和效率变化,再将效率变化分为纯技术效率变化和规模效率变化,对 2010—2014 年的全国公立医院的数据进行跨期分析。得分大于 1 说明效率呈上升趋势,小于 1 说明效率呈下降趋势,等于 1 说明效率不变<sup>[5]</sup>。

### 3. 评价指标

通过文献研究和专家咨询的方法确定数据包络分析的投入、产出的初始备选指标,进而通过聚类分析(图 1 和图 2)、相关分析(表 1)和变异系数分析(表 2)对初始指标进行筛选。基于 DEA 模型对指标数量的基本要求:指标总数不应超过决策单元总数的一半,最终确定纳入 DEA 模型的投入指标为每门诊病人次均医药费、卫生技术人员、固定资产、净资产和医院床位数,产出指标为病床使用率、平均住院日和诊疗人次数。

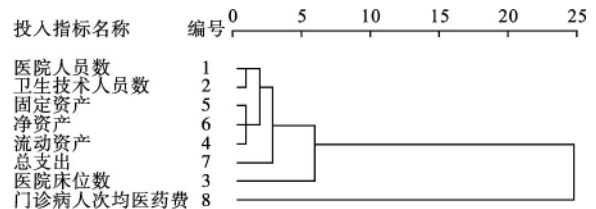


图 1 投入指标聚类树状图

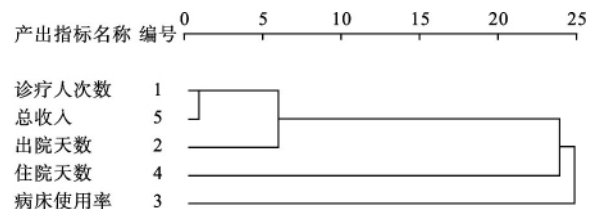


图 2 产出指标聚类树状图

\* 基金项目: 国家自然科学基金项目(71403229)

1. 厦门大学公共卫生学院(361102)

2. 厦门市卫生和计划生育委员会

3. 厦门市卫生经济学会

△通信作者: 方亚, E-mail: fangya@xmu.edu.cn

表1 投入-产出指标间 Spearman 相关性分析

	投入指标				产出指标			
	总支出	固定资产	流动资产	净资产	出院人数	总收入	诊疗人次	
总支出	1	0.843	0.891	0.824	出院人数	1	0.831	0.819
固定资产	0.843	1	0.967	0.981	总收入	0.831	1	0.968
流动资产	0.891	0.967	1	0.968	诊疗人次	0.819	0.968	1
净资产	0.824	0.981	0.968	1				

表2 投入-产出指标变异系数

指标名称	均数	标准差	变异系数
投入指标 固定资产(元)	4513756.00	4521589.00	1.00
净资产(元)	3073943.00	3139292.00	1.02
医院人员数(人)	159961.92	98236.09	0.61
卫生技术人员(人)	98236.09	81470.89	0.83
产出指标 出院人数(人)	3636053.70	2352151.22	0.65
总收入(元)	6436547.97	4770178.25	0.74
诊疗人次(人次)	73016388.53	59484749.74	0.81

4. 统计分析

数据使用 Excel 2010 录入建立数据库,运用 SPSS 13.0 进行聚类分析、相关分析和其他统计学分析,采用 MAXDEA Basic 6.9 软件进行 DEA 分析、DEAP 2.1 软件进行 Malmquist 分析。

结 果

1. 全国各省市公立医院 2010-2014 年运行效率分析

从 2010-2014 年各年份省市公立医院投入产出的数据包括分析结果(图3)看出,2010 年 DEA 有效省市为 11 个,2011 年 DEA 有效省市减少为 3 个,2012 年和 2013 年 DEA 有效省市都为 9 个,2014 年增加为 10 个。随着年份增长,2010-2014 年 DEA 有效省市个数、纯技术有效省市个数以及规模有效省市个数先减少,2011 年达到最低,之后逐年增加。

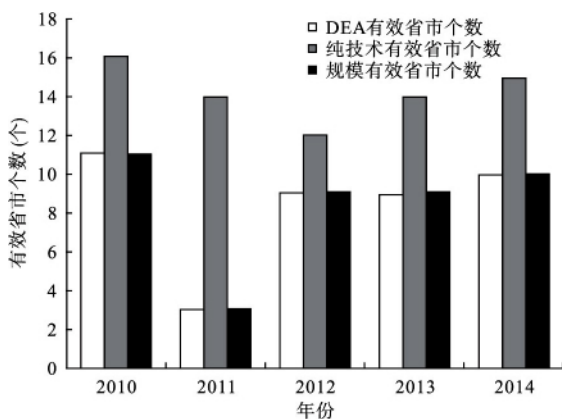


图3 2010-2014 年有效省市个数

以 2014 年为例,全国总体有效的省市共有 10 个(29.03%)(表3),处于规模收益不变状态,其他 21 个

省市都处于规模收益递减状态。全国公立医院综合效率平均得分为 0.887,总体效率水平较高,各医院之间的效率差异较小。纯技术有效的省市为 15 个(48.39%),辽宁、浙江、安徽、福建、山东和新疆纯技术效率值为 1,但总体 DEA 无效。

表3 2014 年各省市 CCR 模型综合效率值

综合效率值	数量	省份
1.000	10	北京、天津、上海、浙江、广东、海南、贵州、西藏、青海、宁夏
0.900~	2	辽宁、重庆
0.887~	1	吉林
0.850~	6	河北、内蒙古、福建、河南、湖南、新疆
0.800~	8	山西、黑龙江、江苏、安徽、江西、山东、广西、陕西
0.700~	4	湖北、四川、云南、甘肃

均值=0.887

2. 2011 年与 2012 年各省市公立医院运行效率比较

2011 年财政部与卫生部重新修订了公立医院财务制度,于 2012 年 1 月 1 日起在全国执行。2011 年相对于其他年份 DEA 有效、纯技术有效及规模有效省市个数都最少,可以看出旧的公立医院财务制度一定程度上不适用于公立医院,从而影响医院运行效率。对 2011-2012 年各省市的技术效率值、纯技术效率值和规模效率值进行差异性检验(表4),技术效率值和规模效率值两年的差异有统计学意义,说明 2012 年各省市的技术效率值和规模效率值较 2011 年都有所提高,这也在一定程度上说明了新公立医院财务制度的实施提高了医院的运行效率,使资源的配置更加合理,公立医院的经验管理得以加强。

表4 2011 年与 2012 年三大效率值差异性检验

效率值	个数	平均秩次	秩和	Z 值	P 值
差值	(N)	(Mean Rank)	(Sum of Ranks)		
综合技术效率值	负秩	4	5.75	23.00	-4.099 0.000
	正秩	24	15.96	383.00	
纯技术效率值	负秩	10	9.40	94.00	-0.040 0.968
	正秩	9	10.67	96.00	
规模效率值	负秩	3	4.33	13.00	-4.327 0.000
	正秩	25	15.72	393.00	

3. 我国东、中、西部各省市公立医院有效性分析

比较 2010 - 2014 年我国东部( 11 省市)、中部( 8 省市) 和西部( 12 省市) 的综合技术效率值、纯技术效率值和规模效率值的均值( 表 5) , 均呈现东部最高, 西部次之, 中部最低的结果。进而对 2014 年的东、中和西部的差异进行统计学检验( 表 6) 。三种效率值东部省市平均秩次最高, 西部次之, 中部最低, 东、中、西部在纯技术效率值上差异性具有统计学意义。可以推断东部省市医院的纯技术效率最优, 西部次之, 中部最低。

表 5 2010 - 2014 年东、中、西部省市三大效率值均值

	2010	2011	2012	2013	2014
技术效率值					
东部	0. 935	0. 827	0. 948	0. 931	0. 936
中部	0. 886	0. 696	0. 848	0. 828	0. 838
西部	0. 931	0. 795	0. 870	0. 861	0. 875
纯技术效率值					
东部	0. 980	0. 979	0. 983	0. 988	0. 991
中部	0. 947	0. 942	0. 948	0. 965	0. 945
西部	0. 961	0. 968	0. 959	0. 968	0. 974
规模效率值					
东部	0. 954	0. 844	0. 964	0. 942	0. 944
中部	0. 936	0. 736	0. 895	0. 858	0. 887
西部	0. 967	0. 819	0. 906	0. 887	0. 897

表 6 2014 年东、中、西部省市医院效率值比较

	平均秩次	$\chi^2$	P 值
综合技术效率	东部	20. 59	5. 279
	中部	11. 31	
	西部	14. 92	
纯技术效率	东部	21. 36	9. 671
	中部	9. 00	
	西部	15. 75	
规模效率	东部	19. 64	3. 034
	中部	12. 88	
	西部	14. 75	

\* : 东、中、西部地区的分类参考《中国卫生统计年鉴》中地区划分。

#### 4. 基于 Malmquist 模型的各省市公立医院生产率变化分析

从 2010 - 2014 年 Malmquist 跨期分析结果可以看出, 在总体效率评价模式下( 表 7) , 2010 - 2014 年有 26 个( 83. 88%) 省市公立医院全要素生产率提高, 其中新疆省公立医院的生产效率年平均增长最高, 为 10. 2%。5 个( 16. 13%) 省市公立医院全要素生产率降低, 降低幅度最大的为甘肃。从技术变化角度看, 29 个( 93. 55%) 省市医院表现为技术进步, 各省市技术变化指数差别不大, 技术变化指数最高为湖南省( 1. 092) , 海南和西藏 2 个( 6. 45%) 省市表现为技术

衰退, 但降低幅度较小。从效率变化指数来看, 9 个( 29. 03%) 省市医院效率提高, 9 个( 29. 03%) 省市医院效率没有变化, 13 个( 41. 94%) 省市医院效率降低, 效率提高最大的为新疆。

#### 5. 非 DEA 有效省市公立医院的投入 - 产出指标投影值分析

以 2014 年各省市医院投入 - 产出为例, 用 CCR 模型计算各非 DEA 有效省市在投入、产出方面的投影值, 从而可以计算 25 个非有效省市在投入、产出方面的调整数量( 实际值 - 投影值) 和调整比例( 调整数量/实际值\* 100%) 。

表 7 2010 - 2014 年 31 个省市医院总体效率 Malmquist 分析

决策单元 ( DMU)	效率变化	技术进步变化	纯技术效率变化	规模效率变化	全要素生产率变化
北京	1. 00	1. 08	1. 00	1. 00	1. 08
天津	1. 00	1. 01	1. 00	1. 00	1. 01
河北	1. 00	1. 07	1. 00	1. 00	1. 07
山西	1. 01	1. 06	1. 03	0. 99	1. 08
内蒙古	0. 99	1. 07	1. 00	0. 99	1. 06
辽宁	1. 01	1. 05	1. 02	0. 99	1. 05
吉林	1. 01	1. 07	1. 01	1. 00	1. 07
黑龙江	0. 98	1. 06	1. 01	0. 97	1. 04
上海	1. 00	1. 03	1. 00	1. 00	1. 03
江苏	1. 00	1. 08	1. 01	1. 00	1. 08
浙江	1. 02	1. 02	1. 01	1. 01	1. 04
安徽	1. 01	1. 07	1. 00	1. 00	1. 08
福建	1. 00	1. 04	1. 00	1. 00	1. 04
江西	0. 97	1. 06	0. 99	0. 98	1. 02
山东	0. 98	1. 07	1. 00	0. 98	1. 05
河南	0. 97	1. 02	0. 98	0. 99	0. 98
湖北	0. 98	1. 07	1. 00	0. 98	1. 04
湖南	0. 99	1. 09	0. 99	1. 00	1. 08
广东	1. 00	1. 06	1. 00	1. 00	1. 06
广西	0. 95	1. 03	1. 00	0. 95	0. 98
海南	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00	1. 00
重庆	1. 01	1. 07	1. 00	1. 01	1. 08
四川	0. 95	1. 06	0. 99	0. 95	1. 00
贵州	1. 00	1. 07	1. 00	1. 00	1. 07
云南	0. 96	1. 05	1. 01	0. 95	1. 01
西藏	1. 00	0. 96	1. 00	1. 00	0. 96
陕西	0. 98	1. 05	1. 02	0. 96	1. 03
甘肃	0. 93	1. 04	1. 00	0. 93	0. 97
青海	1. 00	1. 01	1. 00	1. 00	1. 01
宁夏	1. 00	1. 03	1. 00	1. 00	1. 03
新疆	1. 03	1. 07	1. 02	1. 01	1. 10
平均值	0. 99	1. 05	1. 00	0. 99	1. 04

由表 8 可见, 2014 年各非有效省市医院在卫生技

术人员数、医院病床数、固定资产数和净资产等投入上,都有不同程度的冗余。如果将全国 31 个省市保持原有产出不变,进行投入结构、径向优化,使其达到数据包络有效,我国的卫生技术人员可减少 1239799 人,医院床位数可减少 2572067 张,固定资产可减少 3523

万元,净资产可减少 2065 万元。如表 9,如果将全国 31 个省市保持原有投入不变,使其达到数据包络有效,我国的诊疗人次可增加 401618338 人,平均住院日可减少 1.6 天。

表 8 25 个非有效省市各项投入的调整数量和调整比例

省市	卫生技术人员数(人)		医院床位数(张)		固定资产(元)		净资产(元)	
	调整数量	比例(%)	调整数量	比例(%)	调整数量	比例(%)	调整数量	比例(%)
河北	70240	31.41	123776	38.33	1697429	23.72	884820	13.54
山西	62167	45.61	83480	47.05	1050741	28.54	627051	18.49
内蒙古	15787	16.55	19041	14.76	945576	26.25	462978	14.76
辽宁	89230	49.83	168366	65.89	1663207	30.81	338437	7.48
吉林	13059	13.56	22394	15.88	582353	17.70	326082	10.78
黑龙江	72041	50.12	123465	61.32	2311203	45.34	754597	19.63
江苏	71105	24.45	164713	41.99	3925997	30.36	2175244	17.93
浙江	12956	5.46	2	0.00	200222	2.00	94	0.00
安徽	53948	31.47	101753	40.37	1777443	29.85	942023	17.62
福建	30381	24.48	72538	44.02	606997	13.51	675188	13.51
江西	25448	21.67	60359	32.32	724210	19.00	600486	16.09
山东	168894	45.91	293136	58.55	3940141	32.91	1941647	17.59
河南	140116	45.86	272795	59.39	2591167	27.93	990428	13.16
湖北	43194	22.00	126632	39.88	1888593	25.18	1664805	22.00
湖南	66099	33.02	187348	52.70	2804256	37.04	732236	12.12
广西	48229	34.70	107792	53.47	1255647	25.29	862690	18.17
重庆	3444	3.64	43328	26.98	543590	14.57	129017	3.64
四川	118254	43.66	318136	69.22	2744849	29.84	3215349	29.84
云南	36722	27.14	104147	46.31	1661466	31.48	1409044	27.14
陕西	67417	41.61	75161	37.70	1082665	24.67	727992	17.71
甘肃	18451	27.82	72954	59.60	720098	27.13	722232	26.88
新疆	12619	12.45	30752	21.51	513034	13.98	470830	12.45
合计	1239799	32.16	2572067	45.82	35230885	25.98	20653267	16.05

表 9 25 个非有效省市产出的不足数量和不足比例

省市	诊疗人次(人次)		平均住院日(天)	
	不足数量	比例(%)	需减少数量	比例(%)
河北	15417571	15.66	1.2	13.54
山西	16433551	38.23	2.0	18.49
内蒙古	13761469	35.95	1.5	14.76
辽宁	6472501	8.09	1.4	11.94
吉林	5292553	12.08	1.1	10.78
黑龙江	13631843	24.43	2.2	19.63
江苏	40388678	21.84	1.9	17.93
浙江	1875	0	1.1	11.54
安徽	15979433	21.39	1.7	17.62
福建	13240172	15.61	1.2	13.51
江西	10180369	19.18	1.5	16.09
山东	33668189	21.35	1.7	17.59
河南	21660840	15.15	1.3	13.16
湖北	29361185	28.21	2.2	22.00
湖南	10737423	13.79	1.2	12.11
广西	17603046	22.20	1.6	18.17
重庆	7982982	16.26	0.4	3.64
四川	55594436	42.54	3.1	29.84
云南	26108748	37.26	2.5	27.14
陕西	12990949	21.52	1.7	17.71
甘肃	12981043	36.75	2.6	26.88
新疆	22129481	49.56	1.1	12.45
合计	401618338	20.82	1.6	16.67

### 讨论

大型公立医院为公众在提供医疗服务上处于领头地位,1990 年以后病人陷入“可及性差支付不起”、“大医院难进小医院治疗不当”的困境。尽管这个现象是由多因素导致,然而根本原因还在于医疗资源的分配和使用<sup>[6]</sup>。如果医疗系统效率太低,即使政府增加投入也不可能解决这两个困境<sup>[7]</sup>。因此,在促进公立医院改革的同时医院运行效率的评估也不能忽略。所以利用有限的资源提高公立医院的运行效率从而使医院的经济和社会效益最大化是医疗政策制定者和医院管理者首要解决的问题。

查阅已有文献,目前评价医院相对效率的方法有多种,每种各有优劣,医院效率的评估涉及到众多的指标数据,比率分析不适用于评价多指标医院效率的评估<sup>[8]</sup>,DEA 比主成分分析法,模糊评价法等更适用于多投入、多产出指标效率评价<sup>[9]</sup>。在 DEA 方法应用中,有分析某医院或评价某地区医院运行效率情况的相关研究<sup>[10]</sup>,也有评价我国近年来各省市卫生资源配置效率的研究<sup>[11]</sup>,或者对学科进行绩效评价<sup>[12]</sup>。公立医院是医疗服务体系的主体,在参考以往研究的基

基础上,本研究通过将文献系统评价和统计学的聚类分析、相关分析及变异系数分析相结合选取评价指标,更科学客观地评价我国各省市公立医院运行效率。

从我国公立医院运行效率情况看,2014 年 10 个省市的公立医院处于规模收益不变状态,说明这些省市医院在目前规模下,资源投入得到了充分利用,其他非总体有效且处于规模收益递减状态的公立医院应缩减医院规模,控制规模的扩张,避免资源浪费。从不同地区比较上看,东部经济发达,拥有丰富的卫生资源和大批优秀的管理方面的人才,能使医院效率达到同行业最优水平。西部虽然卫生资源较少,但医院效率值较中部高,说明西部医院能在其技术水平上恰当有效地利用投入的资源提升产出,而中部地区医院可能因为盲目扩大医院规模,导致投入的资源浪费不能得到有效利用使医院效率低下。对于中部医院来说如何提高投入设备的使用效率,更好地利用资金,成为其迫在眉睫需要考虑的问题。

通过对 2010 - 2014 年全国公立医院投入产出 Malmquist 跨期分析可以看出,各省市效率值变化得分都较高,整体上各省市公立医院的效率是提高的。从全国省市 2010 - 2014 年的效率变化平均值来看,规模效率降低,而技术效率和纯技术效率都有提高,说明全国卫生资源的利用没有跟上医院规模发展的步伐,各省市应在规模发展的同时加强对卫生资源的利用,而不是盲目扩大医院规模。在全要素生产率下降的 5 个省市中,河南、广西和甘肃 3 个省市医院的技术都表现为进步,但纯技术效率和规模效率出现了一定程度的下降,减弱了技术进步对经济增长的推动作用。

通过对 2014 年各省市公立医院投入产出指标的投影值分析,非 DEA 有效的省市公立医院在投入或产出方面实际值与投影值之间存在着差距。若所有省份医院在保持原投入不变的情况下达到 DEA 有效,可以得到更多的产出。这说明公立医院普遍存在投入产出结构的失调,很多资源都没有充分利用。因此公立医院管理者有必要加强对医院机器设备的利用,避免这些固定资产的闲置。各省市的投入投影值与原始值相比投影值大大缩减,这充分说明了投入结构合理、规模的适当及效率的提高能够很大程度降低医院的营运成本,从而提高医院竞争能力。在其他省市级医院的运行效率分析中部分医院也处于 DEA 非有效且处于规模报酬递减状态,非 DEA 有效的医院的资源投入相对冗余或产出相对不足<sup>[13-14]</sup>,与本研究结果一致。投影值分析能为医院提供具体的各管理要素调整的最佳数值,不仅能了解各省市卫生资源利用情况和卫生服务

提供潜力,而且能够确定各省市医院投入过剩数量及比例<sup>[15]</sup>,可以为医院管理者调整医院规模、改进医院管理水平、提高医院运行效率提供参考,以此作为提高医院相对效率的科学依据。

公立医院应该转变以往通过扩大规模、购买大型医疗设备的粗放型发展方式,控制大型公立医院的发展规模,引导医院提高医疗技术和管理水平,促进内涵式发展,改善服务、改进管理,从而提高效率。明确大型公立医院的功能定位,进行分类管理,优化不同级别和不同类别医院的资源配置。

致谢 衷心感谢厦门市卫生与计划生育委员会、厦门市卫生经济学会和厦门市主要公立医院财务部门在课题研究中所给予的指导和帮助!

#### 参 考 文 献

- [1] 胡锦涛在中国共产党第十七次全国代表大会上的报告. [http://news.xinhuanet.com/newscenter/2007-10/24/content\\_6938568\\_7.htm](http://news.xinhuanet.com/newscenter/2007-10/24/content_6938568_7.htm) 2007-10-24.
- [2] 胡锦涛在中国共产党第十八次全国代表大会上的报告. [http://news.xinhuanet.com/18cpenc/2012-11/17/c\\_113711665.htm](http://news.xinhuanet.com/18cpenc/2012-11/17/c_113711665.htm), 2012-11-17.
- [3] 吴文江. 数据包络分析及其应用. 北京: 中国统计出版社, 2002.
- [4] 吴舒婷, 吴小南, 李跃平, 等. 福建省县级综合性公立医院运行效率变化分析. 中国卫生政策研究, 2015, 8(10): 41-45.
- [5] 庞慧敏, 王小万. 基于 DEA 的 Malmquist 指数的我国大型综合医院跨期效率研究. 中国医院管理, 2010, 30(1): 35-37.
- [6] Zhao YJ, Wu J, Xie SB, et al. Key conception of public hospitals reform. Chin J Hosp Admin, 2012, 28: 81-3.
- [7] Codeman EA. The classic: a study in hospital efficiency: As demonstrated by the case report of first five years of private hospitals. ClinOrthopRelat Res, 2013, 471: 1778-83.
- [8] Xu GC, Zheng J, Zhou ZJ, et al. Comparative study of three commonly used methods for hospital efficiency analysis in Beijing tertiary public hospitals, China. Chinese Medical Journal, 2015, 128(23): 3185-3190.
- [9] 王一任, 孙振球. 医用综合评价方法研究进展. 中南大学学报, 2005, 30(2): 228-232.
- [10] 黄鹤冲, 黎东生. 基于 VRS-C~2R 的 DEA 模型对广东省某 16 所中医院的效率评价. 中国卫生统计, 2015, 32(6): 500-501 + 505.
- [11] 赵临, 张航, 王耀刚. 基于 DEA 和 Malmquist 指数的我国省域卫生资源配置效率评价. 中国卫生统计, 2015, 32(6): 984-987.
- [12] 戴羽, 郝晓东, 黎晶, 等. 基于数据包络分析( DEA )的肿瘤学科项目绩效评价分析. 中国卫生统计, 2016, 33(3): 474-476.
- [13] 陈聚祥, 黎映静. 基于数据包络分析的福建三级甲等医院运营效率评价. 中国卫生统计, 2016, 33(5): 749-751.
- [14] 杨雷, 王军爽. 基于 DEA 模型的综合医院病床利用效率评价. 中国卫生统计, 2015, 32(05): 813-814 + 817.
- [15] 刘宏韬. 数据包络分析在医院效率评价中的应用. 北京中医药大学, 2003.

(责任编辑: 张悦)