

基于 DEA 的湖北省城乡统筹发展效率评价

廖成泉¹, 胡银根²

(华中农业大学 公共管理学院, 湖北武汉 430070)

摘要:以湖北省为研究对象,以统筹城乡发展为目标,综合考虑城乡统筹发展的经济、社会、环境因素,阐述了城乡统筹发展及其效率的内涵,并通过构建城乡统筹发展效率评价体系,利用数据包络分析(简称DEA)法对2011年湖北省各主要城市城乡统筹发展效率进行评价,研究表明:湖北省主要城市中武汉、黄石、十堰、鄂州、荆门、咸宁、黄冈、随州城乡统筹发展效率为DEA有效,占总体66.7%,DEA无效的4城市的DEA有效性从高到低分别为孝感、荆州、襄阳、宜昌,且均存在投入冗余和产出不足的矛盾;导致城乡统筹发展低效的因素多种多样,主要表现在教育、科技等输入过剩,人均GDP、基础设施、医疗、各类保险覆盖率、人均收入等输出不足。

关键字:城乡统筹发展;数据包络分析;效率;评价

0 引言

由于我国长期“重工轻农、城乡分治”经济社会发展战略,城乡二元结构凝固,城乡居民收入、生产方式、社会公共事业发展差距过大,农民、农业、农村未能充分分享经济社会发展红利。20多年的改革开放虽然在消除城乡差别方面取得了一定成效,但城乡二元体制仍未从根本上改变,且进一步拉大了城乡差距,城乡二元结构已成为解决“三农”问题的制度瓶颈。在城乡关系上,某种程度的“剪刀差”仍然存在,农民在经济上处于不利地位^[1];在城乡制度安排上,延续多年的户籍制度、财税制度、教育制度等严重制约了农村经济社会的发展;在社会保障上,农村居民覆盖率偏低,农村居民享有的公共服务远少于城市居民。为破解城乡二元结构,缩小城乡差距,党的十六大提出统筹城乡经济社会发展的战略思想,即城乡通开、城乡协作、城乡协调、城乡融合。随着我国城乡一体化进程的不断深入,有关城乡统筹发展的研究已成为学术界关注的热点。但已有的研究多集中于城乡统筹发展的理论分析、评价指标体系的建立以及推进城乡统筹发展的对策等方面,而从投入、产出角度对城乡统筹发展效率进行评价的研究极少^[2]。对此,数据包络分析(Data Envelopment Analysis,简称DEA)能够有效反映出各系统中的资源配置状况,并对其投入、产出情况进行定量分析,在避免主观因素影响、简化计算和减少误差等方面优势明显。

湖北省作为我国中部农业大省,在经济社会发展过程中同我国很多省区一样,存在各种结构性矛盾,其中以突出的城乡二元结构为主,城乡发展有待协调与平衡。因此,系统化、量化评价湖北省城乡统筹发展效率对于其他同类地区具有重要启示意义。本文以湖北省为研究对象,以统筹城乡发展为目标,综合考虑城乡统筹发展的环境、社会、经济等因素,构建湖北省城乡统筹发展效率评价体系,利用数据包络分析法对湖北省城乡统筹发展效率进行评价,为各地区转变经济发展方式,走城乡统筹发展道路,实现经济社会可持续发展提供参考。

1 城乡统筹发展与城乡统筹发展效率的内涵

1.1 城乡统筹发展的内涵

城乡统筹发展是相对于传统的城乡梯度发展和非均衡发展而言的,指将城市和农村的经济社会发展作为一个整体来统一筹划,对资源配置和各种利益关系的调整做到统筹兼顾、城乡协调、综合平衡、不可偏

u_s	s	Y_{s1}	Y_{s2}	Y_{sj}	...	Y_{sn}
-------	-----	----------	----------	----------	-----	----------

在表中, X_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$) 表示第 j 个决策单元对第 i 种输入的投入量, 并且满足 $X_{ij} > 0$; Y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s, j = 1, 2, \dots, n$) 表示第 j 个决策单元对第 r 种输出的产出量, 并且满足 $Y_{rj} > 0$; v_i ($i = 1, 2, \dots, m$) 表示第 i 种输入的一种度量(或称权); u_r ($r = 1, 2, \dots, s$) 表示第 r 种输出的一种度量(或称权)。将上表中的元素写成向量形式, 如表2所示。

表2 决策单元投入产出向量表

Tab.2 Input-output Vector Table of decision-making unit

权系数	输入输出向量					
Weights	Input-output variables					
v	X_1	X_2	...	X_j	...	X_n
u	Y_1	Y_2	...	Y_j	...	Y_n

在表中, X_j, Y_j ($j = 1, 2, \dots, n$ 分别为决策单元 j 的输入、输出向量, v, u 分别为输入、输出权重。

2.2 DEA-CCR模型

对于以上向量表所给出的数据, 设

$$h_j = \frac{u^T Y_j}{v^T X_j}, j = 1, 2, \dots, n,$$

为第 j 个决策单元的效率评价指数, 总可以适当地选取权系数 u, v , 使其满足

$$h_j \leq 1, j = 1, 2, \dots, n.$$

第 j 个决策单元的效率评价指数 h_j 的意义是: 在权系数 u, v 下, 投入为 $v^T X_j$ 和产出为 $u^T Y_j$ 的投入产出比。我们需要考虑以某个决策单元 j_0 的效率评价指数 h_{j_0} 为目标, 在约束 $h_j \leq 1$ 的最大值, 即分式规划:

$$\begin{cases} \max V_p = \frac{u^T Y_{j_0}}{v^T X_{j_0}}, \\ \frac{u^T Y_j}{v^T X_j} \leq 1, j = 1, 2, \dots, n, \\ v \geq 0, u \geq 0. \end{cases}$$

称上述模型为CCR模型^[6]。

为了便于计算, 通过Charnes-Cooper变换, 将分式线性规划化为一个等价的线性规划模型:

$$\begin{cases} \max V_p = \mu^T Y_{j_0}, \\ \omega^T X_j - \mu^T Y_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ \omega^T X_{j_0} = 1, \\ \omega \geq 0, \mu \geq 0. \end{cases}$$

定义1: 若线性规划的最优解 ω^0, μ^0 满足 $V_p = \mu^{0T} Y_{j_0} = 1$, 则称决策单元 j_0 为弱DEA有效。

定义2: 若该模型中存在最优解 $\omega^0 > 0, \mu^0 > 0$ 满足 $V_p = \mu^{0T} Y_{j_0} = 1$, 则称决策单元 j_0 为DEA有效^[6]。

根据CCR模型的线性规划可以得到等价的对偶规划^[7]:

$$\begin{cases} \min \theta = V_D, \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq \theta X_{j_0}, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y_{j_0}, \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n. \end{cases}$$

对线性规划分别引入松弛变量 S^- 和剩余变量 S^+ , 可得以下线性规划问题:

$$\begin{cases} \min \theta = V_D, \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + S^- = \theta X_{j_0}, \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - S^+ = Y_{j_0}, \\ \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, n, \\ S^- \geq 0, S^+ \geq 0. \end{cases}$$

3 湖北省城乡统筹发展效率的实证分析

3.1 评价指标体系的构建

科学地构建评价指标体系是运用DEA模型进行分析的基本前提, 在确定指标体系时, 应充分考虑决策单元之间的一致性, 具体反映评价目的, 投入和产出的指标数量要达到一定规模, 而且应避免输入和输出指标体系内部的强线性关系。城乡统筹发展的内涵丰富, 注重城乡之间的互动及协调程度, 因此, 评价指标体系必须综合反映城乡之间的经济、社会、环境(包括生态环境和设施环境)特质。我们结合DEA模型的特殊性和城乡统筹发展效率评价指标的确定原则以及参阅相关文献, 选取了6项投入指标与14项输出指标作为研究选取的对象的城乡统筹发展效率评价的基本分析变量, 见表3和表4:

表3 城乡统筹发展效率投入指标

Tab.3 Input indexes of coordinative development efficiency of urban and rural areas

指标变量	含义	评价属性	单位
X_1	教育支出	教育	亿元
X_2	科学技术支出	科技	亿元
X_3	公共汽车运营数	社会	辆
X_4	邮政局数	通信	所
X_5	卫生机构数	卫生	所
X_6	公共图书馆图书藏量	文化	万册

表4 城乡统筹发展效率产出指标

Tab.4 Output indexes of coordinative development efficiency of urban and rural areas

指标变量	含义	评价属性	单位
Y_1	每万人在校大学生	社会	人
Y_2	人均 GDP	经济	万元
Y_3	第一产业所占比重	经济	%
Y_4	每万人拥有公共汽车数	经济	辆
Y_5	人均城市道路面积	环境	m ²
Y_6	污水集中处理率	环境	/%
Y_7	建成区绿化覆盖率	环境	%
Y_8	工业固体废弃物综合利用率	环境	/%
Y_9	每千人口医生数	社会	人
Y_{10}	基本养老保险参保率	社会	%
Y_{11}	基本医疗保险参保率	社会	%
Y_{12}	失业保险参保率	社会	/%
Y_{13}	农民人均纯收入	社会	千元
Y_{14}	人均财政收入	经济	千元

3.2 指标数据提取与测算

鉴于各城市数据取得的局限性，笔者选取了湖北省的部分主要城市作为研究对象。根据表3、表4所确定的城乡统筹发展的输入、输出指标提取数据，所有指标数据均取自《中国城市统计年鉴2012》和《湖北统计年鉴2012》(指标数据结果见表5)。根据提取的指标数据，应用DEAP2.1统计分析软件，选择DEA模型的CCR模型进行计算，得到各城市统筹城乡发展效率值(结果见表6)。

表5 湖北省城乡统筹发展效率指标数据

Tab.5 Index data of coordinative development efficiency of urban and rural areas in Hubei

城市	武汉	黄石	十堰	宜昌	鄂州	荆门	咸宁	襄阳	孝感	荆州	黄冈	随州
X_1	85.3	17.1	23.3	32.8	8.0	17.6	3.9	40.5	28.3	28.1	44.1	11.2
X_2	15.3	1.5	2.1	3.7	0.6	1.0	0.5	2.8	1.4	1.8	2.7	0.8
X_3	7465	881	859	1020	352	489	230	835	484	1185	161	446
X_4	264	61	140	140	37	82	86	166	135	166	141	52
X_5	233	75	159	165	43	93	87	192	151	161	205	99
X_6	1145.8	108.2	107.7	176.3	40.2	49.7	67.9	140	82.7	111.2	166.9	224
Y_1	1112.6	131.7	171.9	133.7	104.8	66.0	136.3	95.3	52.0	168.1	56.5	30.1
Y_2	6.83	3.81	2.54	5.27	4.68	3.28	2.64	3.87	1.99	1.83	1.69	2.39
Y_3	2.94	7.43	11.38	11.25	12.42	11.67	18.22	13.68	20.4	17.67	27.75	20.08
Y_4	14.5	12.3	16.0	8.2	3.2	7.3	3.8	3.7	5.1	10.5	4.5	6.7
Y_5	15	17.5	14.4	11.8	8.4	10.2	8.0	6.7	6.2	8.2	21.4	5.2
Y_6	92.2	74.5	80.1	90.1	87.6	65.6	82	87.0	56.7	80.1	76.8	87.0
Y_7	37.62	38.49	43.83	40.22	35.11	39.69	38.13	41.97	42.2	38.96	10.45	35.56
Y_8	96.0	93.0	96.4	43.9	90.0	88.8	91.3	97.2	99.2	100	95.0	97.3
Y_9	3.08	1.63	2.05	2.09	3.21	1.52	1.59	1.17	1.26	1.31	1.18	1.13
Y_{10}	40.3	20.7	8.5	14.8	18.9	13.7	6.0	21.4	8.5	6.3	6.8	7.1
Y_{11}	45.9	40.9	12.4	22.9	15.0	28.4	27.5	19.5	14.7	12.9	21.8	6.4
Y_{12}	17.75	11.86	6.26	7.56	7.08	5.8	4.21	11.36	8.57	2.64	3.42	4.47

Y_{13}	9.81	6.49	4.04	7.06	7.91	8.25	6.59	7.55	7.03	7.66	5.44	7.43
Y_{14}	8.14	2.07	1.91	2.86	2.40	1.30	1.20	1.64	0.98	0.67	0.69	0.66

表6 湖北省城乡统筹发展效率值

Tab.6 Results of coordinative development efficiency of urban and rural areas in Hubei

城市	武汉	黄石	十堰	宜昌	鄂州	荆门	咸宁	襄阳	孝感	荆州	黄冈	随州
效率值	1.000	1.000	1.000	0.599	1.000	1.000	1.000	0.674	0.909	0.823	1.000	1.000

文章界定的城乡统筹发展效率实质上是相对效率，即通过减少投入要素指标值，使城乡统筹发展综合效率非DEA有效地区达到现有DEA有效地区的投入产出水平。表7和表8为4个非DEA有效DMU的要素优化方案。假设 $S_i^-(i \leq 6)$ 表示非DEA有效单元的第 i 项投入的调整值， X_i 表示非DEA有效单元的第 i 项投入的实际值； $S_j^+(j \leq 14)$ 表示非DEA有效单元的第 j 项产出的调整值， Y_j 表示非DEA有效单元的第 j 项产出的实际值； α_i 表示投入冗余度，即达到投入目标值需要增加的比例； β_j 表示产出松弛度，即达到产出目标值需要增加的比例，且 $\alpha_i = S_i^- / X_i$ ， $\beta_j = S_j^+ / Y_j$ 。根据表5的数据可得出非DEA有效城市统筹城乡发展效率的投入、产出优化方案，结果如表7、表8所示：

表7 城乡统筹发展效率投入优化值

Tab.7 Optimal results of input of coordinative development efficiency of urban and rural areas

城市	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6
宜昌	0.60	0.66	0.40	0.40	0.42	0.55
襄阳	0.48	0.46	0.33	0.49	0.45	0.33
孝感	0.67	0.38	0.09	0.38	0.41	0.09
荆州	0.38	0.18	0.44	0.30	0.20	0.18

表8 城市统筹城乡发展效率产出优化值

Tab.8 Optimal results of output of coordinative development efficiency of urban and rural areas

城市/优化值	宜昌	襄阳	孝感	荆州
β_1	0.21	0.78	2.29	0
β_2	0.01	0.91	1.80	1.39
β_3	0.49	0.78	0.06	0

β_4	0	0.55	0	0
β_5	0.12	1.55	0.92	0.68
β_6	0.25	0.70	1.19	0.33
β_7	0.23	0.31	0.26	0.33
β_8	1.76	0.59	0.33	0.22
β_9	0.73	3.34	1.93	1.22
β_{10}	0.39	0.40	1.31	1.49
β_{11}	0	0.39	1.01	0.97
β_{12}	0.20	0	0	1.97
β_{13}	0.31	0.73	0.53	0.11
β_{14}	0	1.29	1.84	2.55

3.3 评价结果与分析

3.3.1 评价结果

结合评价指标体系，利用数据包络分析法对湖北省主要城市城乡统筹发展效率进行评价。由表6可知，12个城市中8个城市的城乡统筹发展综合效率值为1，属于DEA有效，分别为武汉、黄石、十堰、鄂州、荆门、咸宁、黄冈、随州，占总体决策单元的66.7%，其余4城市的城乡统筹发展综合效率值小于1，属于非DEA有效，效率值从高到低分别为孝感、荆州、襄阳、宜昌。由表7和表8可知非DEA有效地区在统筹城乡发展过程中投入、产出不匹配，存在投入冗余和产出不足的矛盾，且不同地区表现程度不同，城乡统筹发展的结构性矛盾具有区域性特点。

3.3.2 分析

效率优化用以解决非DEA有效地区存在的投入冗余与产出不足问题，DEA的有效性反映决策单元的投入产出比效益，在本文中反映城乡统筹发展效率。DEA有效则说明决策单元的投入产出是有效的，统筹城乡发展有效；反之则无效。从表6可知，武汉、黄石、十堰、鄂州、荆门、咸宁、黄冈、随州是DEA有效的，表明其城乡统筹发展的综合效率相对其他11个城市有效，而孝感、荆州、襄阳、宜昌4个城市正好相反，其投入产出的无效表现在各个方面，程度亦各不相同，表现出三大特点，即整体性、分散性、非均衡性。

在投入方面，四个城市各项指标全面冗余。就投入的平均冗余度而言，宜昌、孝感、襄阳、荆州的冗余程度依次降低，其中宜昌的各项投入的平均冗余度为0.51，表明宜昌欲实现有效的城乡统筹发展，在教育、科技等6个方面投入要在现有的基础上平均提高51%。就单项投入而言，教育支出的平均冗余度最大，达到0.53，其中以孝感最为突出，达0.67，较最低的荆州高0.29，表明孝感的教育支出存在投入总量上的最大低效率，需在原有基础上减少67%。

在产出方面，襄阳、孝感、荆州的产出的平均松弛度均在0.8以上，平均松弛度最大的孝感与平均松弛度最小的宜昌差距高达0.62，不同地区的平均产出效率呈现极端分化现象。就单项产出而言，同一地区的各项产出也极不平衡，如人均财政收入、在校大学生密度、人均医生拥有数三方面表现出极端松弛现象，荆州市人均财政收入松弛度最高，为2.55，表明该市人均财政收入相对另外8个DEA有效的城市而言是不足

的,需提高255%;孝感市每万人在校大学生的松弛度最高,为2.29,表明该地区大学生分布密度极低,需提高229%;襄阳市每千人口医生数的松弛度为3.34,表明该地区医生资源的缺乏程度相对其他DEA有效的城市而言极其不足,需提高334%;且同一产出在不同地区也存在两极分化,例如荆州市相对其他三个DEA无效的城市在人均财政收入上的松弛度最大,与最低的宜昌差距达到2.25。

4 结论与讨论

通过对湖北省主要城市2011年城乡统筹发展效率状况的量化分析有以下结论:

1.通过DEA对湖北省主要城市城乡统筹发展效率评价表明,12个城市中8个城市的城乡统筹发展综合效率值为1,属于DEA有效,分别为武汉、黄石、十堰、鄂州、荆门、咸宁、黄冈、随州,占总体决策单元的66.7%,其余4城市的城乡统筹发展综合效率值小于1,属于非DEA有效,效率值从高到低分别为孝感、荆州、襄阳、宜昌,且非DEA有效地区在统筹城乡发展过程中存在投入冗余和产出不足的矛盾,并表现出区域性特征。

2.四城市投入指标全面冗余,各投入指标平均冗余度从宜昌、孝感、襄阳、荆州依次递减,其中宜昌各项投入的平均冗余度为0.51,亦即在教育、科技等6个方面投入需在现有基础上平均提高51%;就单项投入而言,教育支出的平均冗余度最大,达到0.53,其中以孝感最为突出,达0.67,其教育支出存在投入总量上的最大低效率,需在原有基础上减少67%。

3.襄阳、孝感、荆州的产出平均松弛度均在0.8以上,平均松弛度最大的孝感与平均松弛度最小的宜昌差距高达0.62,地区间平均产出效率呈现极端分化现象。就单项产出而言,同一地区的各项产出也极不平衡,如人均财政收入、在校大学生密度、人均医生拥有数:荆州市人均财政收入松弛度最高,为2.55,该市人均财政收入较另外8个DEA有效城市相对不足,需提高255%;孝感市每万人在校大学生的松弛度最高,为2.29,该地区大学生分布密度需提高229%;襄阳市每千人口医生数的松弛度为3.34,该地区医生资源的缺乏程度较其他DEA有效城市而言严重不足,需提高334%。

但本文运用DEA模型评价地区城乡统筹发展效率也存在一定不足之处:第一,DEA模型对投入产出指标数量与决策单元数量的关系限制(决策单元数不少于投入产出指标总数的两倍^[8])与统筹城乡发展这一复杂庞大的系统对指标规模和内涵的要求不尽吻合。第二,鉴于评价城乡统筹发展效率部分指标的量化难度以及数据获取的局限性,体现城乡统筹发展的某些方面未能实现科学的量化效果。第三,文章对城乡统筹效率的评价未考虑统筹效果的滞后性。

参考文献:

- [1]颜华.我国统筹城乡发展研究[D].东北农业大学(哈尔滨),2005.
- [2]潘竟虎,尹君.基于DEA-ESDA的甘肃省城乡统筹发展效率评价及其空间差异分析[J].经济地理,2011(9):1439-1443.
- [3]李玉英.城乡统筹发展问题研究—以吉林省为研究案例[D].华东师范大学(上海),2007.
- [4]孙婷.基于数据包络分析的城市土地利用效率评价研究[D].西南大学(重庆),2007.
- [5]马占新.广义数据包络分析方法[M].北京:科学出版社.2012:1.
- [6]魏权龄.数据包络分析(DEA)[J].科学通报,2000,45(17):1794-1805.
- [7]马占新.广义数据包络分析方法[M].北京:科学出版社.2012:26.
- [8]盛朝翰,朱乔,吴广谋.DEA理念方法与应用[M].北京:科学出版社.1996:155-312.