

(文章编号) 1002-2031(2012)07-0018-06

# 环境约束条件下中国城市经济效率测度

王家庭

(摘要) 利用 2005-2008 年期间 28 个主要城市的面板数据,实证测度了 DEA 方法中 CCR 模型与 SBM 模型下的城市经济效率,并进行了各城市的区域比较分析。在此基础上,运用面板数据模型研究发现,城市化率、市辖区面积和经济结构对城市经济效率起抑制作用,外商投资则起促进作用。最后,提出了相关的政策建议。

(关键词) 城市经济效率;环境约束;SBM 模型;面板数据模型

(中图分类号) F299.23 (文献标识码) A

## 一 引言

改革开放以来,我国经济呈现出高速增长的状态。但长期以来,我国走的是传统工业化道路,优先发展重工业,高速增长依靠的是高投资、高消耗和高污染,环境承载着巨大的压力。

对于中国的经济增长模式,早期大多数研究机构和学者主要依据一些宏观指标,如资源消耗、污染排放总量、固定资产投资规模等做出判断。吴敬琏等认为,中国工业是典型的“三高”(高增长、高能耗、高排放)粗放型增长模式<sup>[1]</sup>;蔡昉从人口的角度提出了转变经济增长方式是可持续发展的源泉<sup>[2]</sup>;郑京海、胡鞍钢认为,全要素生产率对中国经济增长的贡献在 20 世纪 90 年代后越来越低<sup>[3]</sup>;周(Chow)采用增长核算方式,通过数据分析发现,1952-1980

年中国经济增长的主要动力是资本积累<sup>[4]</sup>;肖文、王平利用曼奎斯特指数方法测算了 2000-2008 年我国 248 个城市的经济增长效率和城市化效率,发现我国城市经济增长效率持续提高,但城市化长期处于低效率状态,严重滞后于经济增长<sup>[5]</sup>。

传统的效率分析没有考虑环境因素,不能区分要素投入哪些用于生产,哪些用于治理环境污染,结果就会导致效率分析发生偏歧。近些年,环境因素逐渐被纳入效率分析的框架之中。污染是企业将内部治理成本推向公众,由社会承担;环境管制后,企业将承担更多的环境治理成本。因此,在相同的投入条件下,考虑环境因素的经济效率与不考虑环境因素的经济效率不同。胡鞍钢等在考虑环境因素后对 1999-2005 年中国 28 个省市地区的技术效率进行了排名,发现考虑污染排放因素与不考虑污染排放因素所得出的技术效率排名差距明显<sup>[6]</sup>;涂正革

(作者简介) 王家庭(1974—),男,汉族,山东诸城人,南开大学中国城市与区域经济研究中心副教授,经济学博士,硕士研究生导师,研究方向为城市与区域经济、土地与房地产经济。

(基金项目) 国家社会科学基金项目(07CJY023)。

(收稿日期) 2011-12-26

(修回日期) 2012-03-28

则采用方向性环境距离函数方法评价了中国规模以上工业企业环境污染、资源消耗与工业增长的协调性,并分析了环境工业协调性的影响因素<sup>[7]</sup>。

由此可见,目前对于我国考虑环境因素的经济效率分析,大多集中于全国层面以及省区层面。基于此,本文试图从更细分的城市层面入手,对全国 28 个主要城市(包括直辖市和省会城市)在 2005 - 2008 年间的相关数据进行分析,测度考虑环境因素的城市经济效率。

## 二 研究方法

数据包络分析( DEA) 主要用于对相似决策单元进行效率分析。传统的 DEA 模型基本思想是要求投入尽可能地缩减而产出尽可能地扩大。但现实中的经济活动显然并不总是如此,一些经济活动带有明显的“非期望产出”。从本文的例子来看,外商投资对我国的经济增长发挥着重要作用,但与此同时带来的环境污染问题也不容小视。为了更好地评价效率,需将“非期望产出”也考虑在评价体系之内。其中有效且符合实际情况的模型之一是由唐(Tone)提出的非径向和非角度的 SBM 模型<sup>[8]</sup>。

假定生产系统有  $n$  个决策单元,其均有三个投入产出向量:投入( $X$ )、期望产出( $Y^k$ )、非期望产出( $Y^b$ )。三个向量表示成: $x_i \in R^m, y_i^k \in R^{s1}, y_i^b \in R^{s2}$ 。定义矩阵  $X, Y^k, Y^b$  分别如下:

$$\begin{aligned} X &= x_1 x_2 \dots x_n \in R^{m \times n} \\ Y^k &= y_1^k y_2^k \dots y_n^k \in R^{s1 \times n} \\ Y^b &= y_1^b y_2^b \dots y_n^b \in R^{s2 \times n} \end{aligned}$$

其中  $x_i > 0, y_i^k > 0, y_i^b > 0$  规模报酬不变下的生产可能性集合  $P$  可定义为:

$$P = \{ (x_i, y_i^k, y_i^b) \mid x_i \geq \lambda X, y_i^k \leq \lambda Y^k, y_i^b \geq \lambda Y^b, \lambda \geq 0 \}$$

依据唐提出的 SBM 模型的处理办法<sup>[9]</sup>,SBM 模型可以写成:

$$\left\{ \begin{aligned} \rho^* &= \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left( \sum_{r=1}^{s1} \frac{s_r^k}{y_{ro}^k} + \sum_{r=1}^{s2} \frac{s_r^b}{y_{ro}^b} \right)} \\ & \quad s. t. \\ & \quad x_o = \lambda X + s^- \\ & \quad y_o^k = \lambda Y^k - s^k \\ & \quad y_o^b = \lambda Y^b + s^b \\ & \quad s^-, s^k, s^b, \lambda \geq 0 \end{aligned} \right.$$

其中  $s$  表示投入产出的松弛变量,  $\lambda$  表示权重向量,目标函数  $\rho^*$  是关于  $s^-, s^k, s^b$  严格递减的,并且  $0 \leq \rho^* \leq 1$ 。对于特定的被评价单元,当且仅当  $\rho^* = 1$  时,即  $s^- = 0, s^k = 0, s^b = 0$  时是有效率的。当  $\rho^* < 1$  时,说明被评价单位是无效率的,存在投入产出上改进的必要。SBM 模型和经典的 CCR、BCC 模型的不同之处在于把松弛变量直接放入目标函数中,一方面解决了投入产出的松弛性问题,另一方面解决了非期望产出存在下的效率评价问题。此外 SBM 模型属于 DEA 模型中的非径向非角度的度量方法,避免了径向和角度选择差异带来的偏差和影响。

## 三 变量的确定及数据分析

本文选取的投入指标包括资本投入、劳动力投入和能源投入。对于投入变量的指标选取为:资本投入选取市辖区固定资产投资总额(万元);劳动力投入选取市辖区年末单位从业人员数(万人);能源投入选取市辖区全年用电量(万千瓦时)。产出变量包括期望产出和非期望产出,期望产出指标选取各城市市辖区生产总值(万元)。由于我国污染产出大部分来自于工业部门,所以本文选取工业废水排放量(万吨)、工业 SO<sub>2</sub> 排放量(吨)、工业固体废弃物排放量(万吨)三个指标作为初始指标,然后利用熵值法构建环境污染指数来表示一个地区的污染程度,作为非期望产出指标。这与大多数学者采用的单一指标或多个指标衡量环境污染程度不同。

具体处理方法如下:

——进行归一化处理。设  $x_{ij}$  表示第  $i$  个被评价单元在第  $j$  个污染指标下的数值 ( $i = 1, 2, \dots, 30; j = 1, 2, 3$ )  $\max x_{ij} = a_j$  ( $a_j$  表示第  $j$  项指标的最大值)  $\min x_{ij} = b_j$  ( $b_j$  表示第  $j$  项指标的最小值) 则  $x'_{ij} = 1 + \frac{x_{ij} - b_j}{a_j - b_j} \times 9, x'_{ij} \in [1, 10]$ 。

——计算指标  $x_{ij}$  的比重  $R_{ij}: R_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^{30} x'_{ij}}$ 。

——计算第  $j$  项指标的熵值  $e_j: e_j = \frac{-1}{\ln 30} \sum_{i=1}^{30} R_{ij}$

$\ln R_{ij}, 0 \leq e_j \leq 1$ 。

——计算第  $j$  项指标的差异系数  $g_j: g_j = 1 - e_j$ ,  $g_j$  值越大,说明指标  $e_j$  在综合评价中的重要性越大。

——确定各个指标的权重  $w_j$ :  $w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^3 g_j}$ 。

——计算各个地区的环境污染指数值  $P_i$ :  $P_i = \sum_{j=1}^3 w_j R_{ij}$ 。  $P_i$  值越大说明环境污染越严重。

### 四 CCR 模型与 SBM 模型结果分析

下面运用 CCR 模型,对不考虑环境因素的各城市经济效率进行分析,并与考虑环境因素的 SBM 模型进行比较,具体内容如表 1 和表 2 所示。

表 1 2005 和 2006 年各城市的综合经济效率

	年份	2005 年		2006 年	
		城市	SBM	CCR	SBM
东部地区	北京	0.3290	0.9976	0.2243	0.9903
	天津	0.6016	0.9056	0.6080	0.8935
	石家庄	0.9918	0.6611	1.0000	0.6192
	沈阳	0.4401	0.8859	0.4608	0.9206
	上海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	南京	0.8698	0.9474	0.9271	0.9102
	杭州	1.0000	1.0000	1.0000	0.9105
	福州	0.7235	0.8007	0.6927	0.7567
	济南	1.0000	1.0000	0.7696	0.9756
	海口	1.0000	1.0000	0.8158	0.8750
平均水平		0.7956	0.9198	0.7498	0.8852
中部地区	太原	1.0000	0.7561	0.9274	0.7295
	呼和浩特	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	哈尔滨	1.0000	1.0000	0.6368	0.8746
	合肥	0.7773	0.9175	0.6526	0.8373
	南昌	0.7544	0.8614	0.6958	0.8163
	郑州	0.7752	0.6727	0.8106	0.7002
	武汉	0.6029	0.8807	0.6028	0.8188
	长沙	1.0000	1.0000	0.6462	0.9129
平均水平		0.8637	0.8860	0.7465	0.8362
西部地区	南宁	1.0000	0.7643	0.8375	0.7670
	重庆	1.0000	0.6342	0.7426	0.6015
	成都	1.0000	0.9986	1.0000	1.0000
	贵阳	0.7619	0.5546	0.6972	0.5005
	昆明	1.0000	0.9649	1.0000	1.0000
	西安	0.5415	0.7124	0.4727	0.6661
	兰州	0.6182	0.7643	0.6835	0.7290
	西宁	1.0000	0.8132	1.0000	0.7224
	银川	1.0000	0.6732	1.0000	0.6420
乌鲁木齐	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
平均水平		0.8922	0.7880	0.8434	0.7629
全国平均水平		0.8495	0.8631	0.7823	0.8275

数据来源: 本研究整理。

#### 1. 各城市效率水平分析

从表 1 和表 2 可以看出,2005 - 2008 年,在考虑环境约束和不考虑环境约束的条件下,综合经济

表 2 2007 和 2008 年各城市的综合经济效率

	年份	2007 年		2008 年	
		城市	SBM	CCR	SBM
东部地区	北京	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	天津	0.4997	0.7883	0.4422	0.8458
	石家庄	1.0000	0.6339	0.8889	0.6510
	沈阳	0.4557	0.9445	0.4225	0.9457
	上海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	南京	0.7995	0.9828	0.7490	0.9515
	杭州	1.0000	0.9086	0.8559	0.8758
	福州	0.6361	0.6842	0.5996	0.6539
	济南	0.7937	0.9819	0.5730	0.8812
	海口	0.8860	0.9155	0.8304	0.7988
平均水平		0.8071	0.8840	0.7361	0.8604
中部地区	太原	0.8865	0.7376	0.8133	0.7059
	呼和浩特	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
	哈尔滨	0.6101	0.9714	0.5837	0.8777
	合肥	0.6355	0.8190	0.5598	0.8239
	南昌	0.6690	0.7874	0.5877	0.6815
	郑州	0.7879	0.6579	0.7958	0.6507
	武汉	0.5655	0.8401	0.5331	0.7797
长沙	0.6964	0.9625	0.5411	0.9598	
平均水平		0.7314	0.8470	0.6768	0.8099
西部地区	南宁	0.8561	0.7929	0.8286	0.7556
	重庆	0.6942	0.5804	0.6541	0.5581
	成都	1.0000	1.0000	0.6674	0.9695
	贵阳	0.6474	0.4979	0.6092	0.4961
	昆明	1.0000	0.9781	0.8230	0.7253
	西安	0.5047	0.5779	0.4293	0.5696
	兰州	0.7335	0.6935	0.7205	0.6538
	西宁	1.0000	0.7190	1.0000	0.4873
银川	1.0000	0.7401	1.0000	0.8598	
乌鲁木齐	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
平均水平		0.8436	0.7580	0.7732	0.7075
全国平均水平		0.7985	0.8284	0.7324	0.7914

数据来源: 本研究整理。

效率均为 1 的城市有上海、呼和浩特和乌鲁木齐。说明这三个城市在环境约束和非环境约束条件下,达到了对现有资本投入、劳动力投入和能源投入的有效利用,实现了区域经济发展的最优化和环境污染的最小化。可见,这三个城市的产业结构属于环境友好型,将生产造成的污染排放降低到最小,没有对环境造成过大的负面影响,符合可持续发展战略。

此外,其他各城市的综合经济效率在考虑环境约束和不考虑环境约束的条件下是有区别的。除了有效利用投入要素的地区之外,考虑环境约束的大多数城市综合经济效率要低于不考虑环境约束的城市,这说明环境污染物的排放会影响城市综合经济效率,意味着在分析外商投资利用效率时不考虑环境污染是不全面的,也表明了 SBM 模型在

评价环境约束条件下城市综合经济效率方面具有优越性。

在2005-2008年期间,西宁和银川两城市在考虑环境约束时的综合经济效率为1,但在不考虑环境约束时的效率小于1。这说明现实中这两个城市对于投入要素的使用不充分,对地区经济的促进作用与其它地区相比较弱,但这些地区的环境污染物排放小于其他地区,使之成为综合经济效率较高的城市。

现实中经济发展水平相对较好的城市,如天津、沈阳、武汉和西安,环境约束下的综合经济效率水平远远低于非环境约束下的综合经济效率水平。其原因在于,天津的主要产业是制造业,沈阳隶属于东北老工业基地,武汉的经济增长主要依靠工业,西安的GDP中有40%靠机器装备和机器制造贡献,综合来看经济增长依赖的是工业生产,而传统的工业生产对环境的污染程度较大,这四个城市的经济驱动依靠的就是对资源的大量消耗以及大量环境污染废物的排放,这就造成了在非环境约束和环境约束条件下,其综合经济效率差距较大的现象。

## 2. 各城市效率的区域比较分析

从表1和表2可以看出,2005-2008年期间,在不考虑环境约束的条件下,东部、中部和西部地区比较,东部地区的效率一直高于中西部地区,而且除了2005年西部地区的效率比中部地区高以外,其他年份都是中部地区高于西部地区,这与我国目前实际的发展情况是相符合的。

然而在考虑环境约束的条件下,西部地区的效率最高,其次为东部地区,最次为中部地区。从使用方法来看,通过DEA方法中的CCR模型得到的是各城市在各自投入水平下实现经济发展的相对效率,其结果不受投入量多少的影响,只反映各城市投入产出的比例关系。各城市的效率水平又影响了整个区域的平均水平。

结合目前我国发展的实际情况,西部地区处于最内陆地区,经济发展缓慢,工业化水平较低,加上其生态环境本身的脆弱性,使得西部地区在发展过程中较少以环境为代价;而中部地区目前的定位是承接东部地区的产业转移,转移到中部地区的产业多为环境污染型,这就决定了中部地区在一定程度上走了东部地区初始发展时“以污染换增长”的老路;东部地区是我国最先发展起来的,最开始走的就是“以污染换增长”的道路,GDP增长依赖的是大量

废物的排放,在经济发展到一定程度之后,发现经济增长带来的环境污染阻碍了经济的进一步发展,于是开始转变经济发展模式,提倡“绿色GDP”、研发及引进各种节能减排设备,降低了经济增长的污染程度。

此外,2005-2008年期间,在考虑环境约束的条件下,东部地区的城市综合经济效率呈现稳定状态,没有大幅度的变动,中部地区的城市综合经济效率在逐年下降,西部地区的城市综合经济效率虽然也在下降,但下降的幅度明显小于中部地区。

## 五 城市综合经济效率影响因素分析

为了更进一步地分析影响各城市综合经济效率的因素,下面利用28个主要城市2005-2008年的相关数据,进行面板数据模型估计分析。

### 1. 指标选取

根据方向性环境距离函数的定义和环境技术效率的含义,以及环境经济学的相关理论,影响环境技术效率的可能因素有很多,根据数据的可得性,本文主要选取城市化率、市辖区面积、经济结构和外商投资四个因素作为解释变量的代表。

被解释变量:各城市综合经济效率。

解释变量如下:

——城市化率,指标选取各城市非农人口与总人口之比(%)。

——市辖区面积,指标选取各城市市辖区行政土地面积(平方公里)。

——经济结构,指标选取各城市固定资产投资与劳动人口之比(元/人)。

——外商投资,指标选取各城市当年实际使用外商投资金额(万美元)。

### 2. 面板模型构建与估计结果分析

采用一般常用的变截距模型,由于数据横截面单位较多而时期较少,对此类数据进行估计时主要集中于横截面的变化,或者是异方差,因此本文采用截面加权估计法(cross-equation weighting)进行估计,以减少或消除截面的异方差问题,同时选取截面固定效应模型。估计结果如表3所示。

表 3 面板数据模型回归结果

	常数项	城市化率	市辖区面积	经济结构	外商投资
系数	1.161759	-0.004389	-0.0000134	-0.00000106	0.000000177
T 值	12.78	-2.46	-6.39	-5.04	2.00
P 值	0	0.0159	0	0	0.0487
加权后可决系数	0.9775				
DW 统计量	1.8965				
未加权可决系数	0.7748				
DW 统计量	1.8029				

数据来源: 本研究整理。

由表 3 的估计结果可以看到,所有的解释变量在 5% 的显著水平下都通过了显著性检验。加权后的可决系数和 DW 统计量都有了显著提高,说明采用截面加权的方法是正确的。此外,从表 4 的数据中可以看到,采用固定效应变截距模型,2005 年之前各城市的综合经济效益存量中,乌鲁木齐最大,上海次之,最末两位分别是沈阳和西安。

表 4 个体影响(各省市在总体常数项基础上的变化程度)

北京	天津	石家庄	太原	呼和浩特	沈阳	哈尔滨
-0.0471	-0.2306	0.0902	0.1435	0.2292	-0.2481	-0.1070
上海	南京	杭州	合肥	福州	南昌	济南
0.2659	0.2292	0.1210	-0.0724	-0.2329	-0.1605	-0.0007
郑州	武汉	长沙	南宁	海口	重庆	成都
-0.1017	-0.2039	-0.1465	0.0093	0.0519	0.1236	0.1377
贵阳	昆明	西安	兰州	西宁	银川	乌鲁木齐
-0.1669	0.1046	-0.3412	-0.1186	0.1315	0.1980	0.3427

数据来源: 本研究整理。

回归结果中,各解释变量分析如下。

第一,城市化率对各城市综合经济效益的影响为抑制作用。

在当前中国粗放式经济增长的影响之下,城市化率的提高,意味着人口、经济、空间等一系列要素的进一步扩张,而这进一步的扩展是以牺牲环境为代价的,于是会产生更多的环境污染,从而牵制城市综合效率的提高。由此可见,一味地盲目提高城市化率,并不能带来综合效率的提高。

第二,市辖区面积对各城市综合经济效率的影响也为抑制作用。

城市空间的快速扩张产生了城市蔓延现象,在城市蔓延中,一个突出的表现就是城市面积的不断增长以满足城市人口与经济日益增长的需要。过快的城市化,带来的依然是对自然生态的破坏,也将进一步牵制经济的增长,降低城市的综

合经济效率。

第三,经济结构也对城市综合经济效率起反向影响作用。

资本有机构成(资本存量与劳动人数的比率)反映了地区要素禀赋。指标数值上升,说明该地区经济结构正从劳动密集型向资本密集型转化,而资本密集型比劳动密集型更容易产生污染。截至到目前为止,我国工业资本存量迅猛发展,资本有机构成不断提高。城市的工业比重上升,导致了环境污染的加剧,综合经济效率失衡于工业增长。

第四,外商投资促进了城市综合经济效率的提高。

这并不是说外商投资不用对中国的环境恶化负责。只是说明通过外商投资带来的先进管理和工艺技术的溢出效应提高了当地的产出水平,并且这种转移过来的技术相对于中国本身发展的技术来说会产生较少的环境污染。但是这种技术,相对于外商投资输出国当地的技术来说,却并非是环保的。然而就目前中国的发展程度来说,确实提高了城市的综合经济效率。

## 六 结论及政策建议

通过上述实证分析,可以得出以下结论:各城市的综合经济效率在考虑环境约束和不考虑环境约束的条件下是有区别的,且各城市之间差别较大;东、中、西部城市综合经济效率比较,在环境约束条件下,西部地区的效率最高,东部次之,中部最次;城市化率、市辖区面积和经济结构对综合经济效率起抑制作用,外商投资起促进作用。

为了促进我国城市经济与环境的协调发展,本文提出以下相关政策建议。

### 1. 区别对待东、中、西部地区

东部地区城市的经济增长方式依然为粗放式,

生产要素的利用效率较低。针对这种现象,要转变经济增长方式,积极推进环保节能技术和生产设备的使用,在保增长的同时,努力减少污染物的排放。而中、西部地区城市在承接东部地区污染严重的产业部门的同时,要注意对环境的保护,不能走东部地区“先污染后治理”的老路,而要“增长和环境两手都要抓”。

#### 2. 适当降低城市化的发展速度,合理抑制城市蔓延

中国在城市化这条道路上走得过快,产生了一系列的负面影响。因此,要适当降低城市化的速度,追求经济的“绿色发展”,以更长远的视角来看待城市发展,而不是单纯追求眼前的经济利益。

#### 3. 加快城市经济结构调整,促进经济、环境与资源的和谐发展

工业经济结构,特别是工业的重型化是城市综合经济效率下降的重要原因。工业规模扩大有利于综合经济效率的提高。基于此,应该加快工业经济结构的升级速度。这不仅有利于我国工业企业的发展,更有利于当前我国经济增长方式的调整和优化。

#### 4. 加强对外商投资企业的监督,严格控制其污染排放

在充分利用外商投资的基础上,尽量发挥外商投资企业先进的环境管理理念和污染防治技术,从根本上减少污染物的排放,以实现外商投资利用效率的最大化和环境污染排放的最小化,减少城市环境污染对外商投资综合利用效率的影响。

**【Abstract】** With 2005 - 2008 panel data of 28 major cities, this article empirically measures the urban economic efficiency by CCR model and SBM model of DEA method, and does a comparative analysis to the districts of each city. On this basis, using panel data model, it finds out that the urbanization rate, the size of the municipal districts and economic structure inhibit the urban economic efficiency while the FDI promotes it. Finally, it presents relevant policy recommendations.

**【Key words】** urban economic efficiency; environmental constraints; SBM model; panel data model

#### 参考文献

- [1] 吴敬琏. 中国经济增长模式抉择[M]. 上海远东出版社, 2005: 108 - 110
- [2] 蔡昉. 经济增长方式转变与可持续性源泉[J]. 宏观经济研究, 2005(12): 34 - 41
- [3] 郑京海, 胡鞍钢. 中国改革时期省际生产率增长变化的实证分析(1979 - 2001) [J]. 经济学(季刊) 2005(2): 263 - 296

- [4] Chow, G. Capital Formation and Economic Growth in China [J]. Quarterly Journal of Economics, 1993(3): 809 - 842
- [5] 肖文, 王平. 我国城市经济增长效率与城市化效率比较分析[J]. 城市问题, 2011(2): 12 - 16
- [6] 胡鞍钢等. 考虑环境因素的中国省级技术效率排名(1999 - 2005) [J]. 经济学(季刊) 2008(3): 933 - 960
- [7] 涂正革. 环境、资源与工业增长的协调性[J]. 经济研究, 2008(2): 93 - 105
- [8] Tone, K. A slacks - based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of Operational Research, 2001(130): 498 - 509
- [9] Tone, K. Dealing with undesirable outputs in DEA: A slacks - based measure (SBM) approach [R]. GRIPS Research Report series, 2003(1): 5

(编辑: 丛琳; 责任编辑: 李小敏)