

基于数据包络分析的长三角城市群土地利用效率及其变化研究

许建伟¹, 许新宇^{1,2}, 朱明侠¹, 斯建培¹

(1. 浙江大学城乡规划设计研究院, 杭州 310017

2. 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000)

摘要: 先利用数据包络分析对长三角城市群 16 个城市 2009 年和 2010 年土地利用效率及其分类进行分析, 再利用 Malmquist 指数对 16 个城市 2000 年至 2010 年土地利用效率的变化及其分类情况进行考察。研究发现, 长三角城市群土地利用技术效率一般, 仅有少数城市达到 DEA 有效, 规模效率是影响土地利用水平的主要因素。浙江土地利用技术效率要低于上海和江苏, 技术效率与城市规模和城市行政级别的相关性均不明显。长三角城市群土地利用效率呈现出弱衰退的趋势, 技术有所进步, 但技术效率有所下降。除上海外, 江苏、浙江的土地利用效率均有所下降, 除直辖市外, 副省级和地级城市的土地利用效率均有所下降, 超大城市和特大城市土地利用效率均有所上升, 而大城市和中等城市有所下降。

关键词: DEA; Malmquist 指数; 长三角; 土地利用效率

中图分类号: F293

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1004-9479.2013.01.015

长三角城市群是我国经济基础最为雄厚、开发程度最高的城市群之一^[1], 保持长三角城市群经济的持续、稳定和快速增长, 对于我国经济发展的全局具有重要的战略意义。然而, 随着长三角城市群经济的快速发展和城镇化水平的快速提升, 城市土地利用系统与城市经济社会发展系统的矛盾和冲突也日益显现, 其中最突出问题之一就是土地利用效率问题。

针对区域土地利用效率问题, 国内外学者从不同角度、运用不同方法进行了研究。国外关于城市土地利用效率的理论研究主要集中在城市增长控制、城市土地利用的优化配置、集约利用, 以及城市土地利用效率的评价方法和应用上^[2]。国内学者在借鉴国外相关研究的基础上, 对中国城市土地利用效率进行深入广泛的研究, 取得了积极的进展。石成球^[3]分析了城市土地利用方面存在的主要问题及产生的原因, 提出了解决设想; 陈荣^[4]从土地配置的结构效率和土地使用的边际效率入手, 对中国城市土地低效率利用进行了解释; 刘彦随^[5]从分析城市土地区位的特点出发, 建立了城市土地收益测算模型; 方先知^[6]根据土地利用各种类型的特点、土地利用效率的不同问题, 提出测度多种评价要求的土地利用效率指标; 汪雨晴^[7]等以全国 14 个特大城市为例, 从社会效益、经济效益和生态效益三方面着手, 建立城市

收稿日期: 2012-11-20; 修订日期: 2012-01-01

基金项目: 国家自然科学基金项目 (40871061)。

作者简介: 许建伟 (1970), 男, 高级规划师, 注册城市规划师, 主要从事城市规划与设计方面的工作。E-mail: 318300945@qq.com

通讯作者: 许新宇 (1988), 男, 硕士, 主要从事城市与区域可持续发展方面的研究。E-mail: xuxinyu_2010@163.com

土地利用效益评价指标体系 李萍^[8]等利用因子分析法,测算了四川省 18 个城市的经济与土地利用效率之间的协调程度 吴得文^[2]等采用数据包络法 (DEA) 对全国 655 个城市土地投入产出效率进行了分析 宋戈^[9]等用 DEA 方法对哈尔滨市城市土地利用经济效益进行了定量分析和评价 杨志荣^[10]等从城市土地的投入和产出角度出发,对全国 30 个省会城市的城市用地经济效益进行比较研究。

总体来看,土地利用效率评价的研究内容虽然广泛,但研究对象主要为单个城市,涉及城市群的不多 研究方法主要为多元指标综合评价和数据包络分析,而多元指标综合评价在确定权重时常带有一定的主观性^[11]。土地利用是一个复杂的系统,Charnes 指出 DEA 特别适合复杂经济体的效率评价^[12]。另外,已有的研究对城市土地利用效率的动态性涉及较少,或只是基于不同时间点的比较,而利用 DEA 计算不同时间点所得结果是不具有比较性的^[13]。Malmquist 指数方法正是处理长时间序列数据的好方法,而且这种方法在其他领域的评价分析中已经有所应用^[13-16]。但是,到目前为止,还没有看到利用 DEA 和 Malmquist 方法对城市土地利用效率进行集中评价的研究。因此,本文以长三角城市群为例,借助 DEA 模型和 Malmquist 指数,对所选的 16 个城市土地利用进行分析评价,以期城市的政策制定和调整提供科学依据。

1 研究方法与数据来源

1.1 数据包络分析

数据包络分析 (Data Envelopment Analysis), 即 DEA 方法最早是由 Charnes, Cooper, Rhodes^[17]等在固定规模报酬假设下提出的一种效率测度法,称为 CCR 模式,随后 Banker^[18]等提出了更为严谨的修正模型,即 BCC 模式。相对于 CCR 模式而言,BCC 模式^①在排除规模因素制约的情况下,将造成技术无效的两个原因 (未处于最佳规模和生产技术上的低效率) 分离开,从而更为准确地反映了所考察对象的经营管理水平,因此本研究选取 BCC 模式。DEA 模型还可以分为投入导向型和产出导向型两种,前者是指在产出水平一定的情况下,使投入最小化的规划问题;后者是指在投入水平一定的情况下,使产出最大化的规划问题,本质上,两者是从不同的角度来解决同一个问题,最终得出的结论是一致的^[19]。由于城市效率投入量是决策的基本变量,因此本研究采用基于投入导向的 DEA 模型。

假设某系统中有 n 个决策单元 (Decision Making Units, DMU), 每个 DMU 有 m 种投入指标, s 种产出指标, 并设 x_{nj} 为 DMU_j 第 m 种资源的投入量, y_{sj} 为 DMU_j 第 s 种产出量, 对于投入主导型的 BCC 模型而言, 第 j ($j=1, 2, \dots, n$) 个 DMU 有如下的 DEA 模型:

$$\begin{cases} \min \theta \\ \text{s.t.} \sum_{j=1}^n x_{nj} \lambda_j \leq \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n y_{sj} \lambda_j \geq y_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (1)$$

其中 θ 为效率评价指数, λ_j 为各市投入和产出的权向量, 该式计算得出的是各市纯技术效率

① CCR 模式主要是由 A. Charnes, W. W. Cooper 和 E. Rhodes 等人提出的, 故用其姓的首字母命名该模式。同样, BCC 模式由 Banker 在 CCR 模型的基础进行改善的模型。

值 (PTE) ,去掉凸性假设 ($\sum \lambda_j=1$) 求解得到的则是综合效率值 (TE) ^[14]。

1.2 Malmquist 模型

目前广泛使用的 Malmquist 生产率指数模型是由 Fare 等人于 1989 年提出：

$$TPFC=PTEC(VRS) \times SEC(CRS,VRS) \times TC(CRS)$$
(2)

$$PTEC(VRS)=\frac{D_v^1(x^{t+1},y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^t,y^t)}$$
(3)

$$SEC(CRS,VRS)=\frac{D_v^1(x^t,y^t)}{D_c^{t+1}(x^t,y^t)} \times \frac{D_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}$$
(4)

$$TC(CRS)=[\frac{D_c^t(x^{t+1},y^{t+1})}{D_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})} \times \frac{D_c^t(x^t,y^t)}{D_c^{t+1}(x^t,y^t)}]^\frac{1}{2}$$
(5)

式中的 TPFC 为基于 CRS 的 Malmquist 生产率变化指数,PTEC (VRS) 为基于 VRS 的纯技术效率变化指数 ;SEC (CRS,VRS) 为基于 CRS 和 VRS 的规模效率变化指数 ;TC (CRS) 为基于 CRS 的在时间和期间技术变化指数^[20],D_c和 D_v 分别为基于 CRS 和 VRS 的距离函数,即面向投入的 DEA 模型的有效函数值^[21]。而纯技术效率变化指数和规模效率变化指数的乘积则为综合效率变化指数：

$$EC(CRS) =PTEC(VRS) \times SEC(CRS,VRS)$$
(6)

EC (CRS) >1 表示在时间 t 和 t+1 期间 DMU 效率提高 ;EC (CRS) =1,表示这期间 DMU 效率没有变化 ;EC (CRS) <1,表示这期间 DMU 效率降低。对于技术变化指数 TC、生产率变化指数 TPFC、纯技术效率变化指数 PTEC 和规模效率变化指数 SEC 的值,也分别具有相应的涵义^[13-15]。

1.3 指标选取与数据说明

城市土地利用效率评价指标的选择,没有统一的标准,通常可分为投入和产出两大类,包括经济、社会和环境三个方面。经济学理论将土地、劳动力和资本视为最基本的生产要素,文献[2]采用城市建设用地面积指标来反映土地投入,文献[22]采用城市第二三产业从业人员数指标来衡量城市劳动力投入水平,文献[16]等认为全社会固定资产可以反映城市资本投入水平 ;土地产出方面,文献[23]认为人口密度可以衡量土地的社会效益,文献[24]选择绿地面积以反映土地的环境效益。综合文献中各评价指标出现的频率

表 1 长三角城市群土地利用效率评价指标

	指标类别	指标构成
投入指标	土地投入	建设用地面积
	资本投入	固定资产投资
	劳动力投入	第二三产业从业人员数
产出指标	经济产出	地区生产总值
	社会产出	人口密度
	环境产出	绿地面积

注 所有数据为各城市辖区数据,均来自《中国城市统计年鉴》(2001~2011)。

(不少于 2 次) 及土地利用效率的概念和相关理论,同时考虑到指标的量化、DEA 模型的特点,根据科学性、系统性和可操作性的原则,建立基于 DEA 的长三角城市群土地利用效率评价指标体系(表 1)。

2 长三角城市群土地利用效率分析

2.1 城市群土地利用效率分解特征

利用上述的 DEA 模型,运用 DEAP (2.1) 软件分别计算出 2009 年和 2010 年长三角城市群 16 个城市的技术效率、纯技术效率和规模效率(表 2)。可以看出:

表 2 长三角城市群 16 个城市土地利用效率值

城市	2009 年				2010 年			
	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模收益	技术效率	纯技术效率	规模效率	规模收益
上海	0.775	1.000	0.775	递减	0.946	1.000	0.946	递减
南京	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
无锡	0.978	0.978	1.000	不变	0.898	0.901	0.997	递增
常州	0.811	0.816	0.994	递增	0.761	0.775	0.982	递增
苏州	1.000	1.000	1.000	不变	0.451	0.509	0.887	递增
南通	0.741	0.743	0.997	递增	0.984	1.000	0.984	递增
扬州	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
镇江	1.000	1.000	1.000	不变	0.911	1.000	0.911	递增
泰州	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
杭州	0.567	1.000	0.567	递减	0.478	0.479	0.999	递增
宁波	0.784	1.000	0.784	递减	0.379	0.418	0.906	递增
嘉兴	0.851	0.914	0.931	递增	0.765	0.875	0.874	递增
湖州	0.674	0.961	0.702	递增	0.709	1.000	0.709	递增
绍兴	1.000	1.000	1.000	不变	1.000	1.000	1.000	不变
舟山	0.520	1.000	0.520	递增	0.779	1.000	0.779	递增
台州	0.913	1.000	0.913	递增	0.976	1.000	0.976	递增
均值	0.851	0.963	0.886		0.815	0.872	0.934	

长三角城市群技术效率一般,只有少数城市达到了 DEA 有效。2009 年和 2010 年平均技术效率分别为 0.851 和 0.815,达到最优水平的 81%~85%。2009 年南京、苏州、扬州、镇江、泰州和绍兴 6 市达到了 DEA 有效,仅占城市群城市数目的 37.5%,其余 10 个城市均为非 DEA 有效,其中舟山的土地利用效率最低,仅为 0.520 ;2010 年,城市土地利用效率 DEA 有效的城市仅有南京、扬州、泰州和绍兴 4 市,占到城市群总体的 25%,苏州和镇江两市变成了非 DEA 有效,而其余城市仍为非 DEA 有效,其中宁波的土地利用效率最低为 0.379。

纯技术效率最优的城市数要多于综合效率和规模效率最优的城市数。2009 年和 2010 年,长三角城市群中纯技术效率最优的城市数分别为 11 个和 10 个,比综合效率和规模效率达到最优的城市数高出 5 个、4 个、7 个、7 个。其中,2009 年无锡、常州、南通、嘉兴和湖州的技术效率未达到有效,说明这 5 个城市还需要进一步完善要素的投入结构,而其余 11 个城市的各要素之间组合达到了最优。2010 年无锡、常州和嘉兴的技术效率仍未达到有效,说明这三个城市还需要进一步优化要素搭配;苏州、杭州和宁波由技术效率有效变成无效,说明

这三个城市要素搭配水平有所下降,应当恢复到 2009 年的水平。南通和湖州两市由技术效率无效转变为有效,说明这两个城市 2010 年加大了要素之间的调整。

规模效率是技术效率的决定性因素。2009 年,南京、无锡、苏州、扬州、镇江、泰州和绍兴均为规模报酬不变,说明这些城市已经达到规模最优;上海、杭州和宁波均为规模报酬递减,说明这些城市有必要减少投入规模,规模的缩小有助于产出的增加;其余城市均为规模报酬递增,说明这些城市需要扩大规模,规模越大,产出越多。2010 年除南京、扬州、泰州和绍兴仍为规模报酬不变外,上海仍为规模报酬递减,说明其投入规模仍需缩减;常州、南通、嘉兴、湖州、舟山和台州仍为规模报酬递增,说明其投入规模仍需扩大;而无锡、苏州和镇江由规模报酬不变转为规模报酬递增,杭州和宁波由规模报酬递减变成规模报酬递增,说明这些城市还应适当增加投入规模。

2.2 城市群土地利用效率分类特征

2.2.1 不同区域分布的分类特征

按照三大板块划分的话,2009 年江苏土地利用技术效率和规模效率均要高于上海和浙江,其中浙江技术效率和规模效率均为最低,而上海纯技术效率要高于浙江和江苏,说明上海资源要素的组合比浙江和江苏更合理,两者技术效率低的原因在于规模效应没有完全发挥出来。2010 年上海规模效应得到部分发挥,技术效率有所提升,而江苏和浙江资源要素的组合水平有所下降,投入规模有所缩小,江苏和浙江的技术效率明显低于上海,其中浙江技术效率仍为整个区域最低。

2.2.2 不同行政级别的分类特征

长三角城市群直辖市、副省级城市和地级市的比例为 1:3:12,2009 年无论是技术效率还是规模效率,地级市均为最高,副省级城市次之,直辖市最低。直辖市和副省级市纯技术效率均为 DEA 有效,造成两者技术效率低的主要原因在于规模效率偏低。相比于地级市,直辖市和副省级城市对资源要素具有较强的吸引力,容易造成规模过度,从而抑制规模效应的发挥。2010 年,无论是技术效率还是纯技术效率,直辖市均要高于地级市和副省级城市,而规模效率方面则是副省级城市最高,直辖市次之,地级市最低。从整体上来说,不同行政级别城市的土地利用的技术效率、纯技术效率和规模效率表现出明显的差异性。

2.2.3 不同城市规模的分类特征

无论是 2009 年,还是 2010 年,长三角城市群超大、特大、大和中等城市的比例均为 1:2:9:4。2009 年长三角城市群中大城市土地利用技术效率和规模效率均为最高,超大城市最低,中等城市和特大城市介于两者之间,而纯技术效率分布同技术效率或规模效率的分布恰恰相反。2010 年技术效率和纯技术效率方面,超大城市均为最高,中等城市和大城市分列第 2~3,特大城市最低;规模效率方面,特大城市最高,超大城市次之,大城市和中等城市同处最低端。从整体上来说,城市土地利用技术效率与城市规模之间的相关性不明显,这与部分学者认为的城市土地利用效率与城市规模呈正相关的观点存在差异。

3 长三角城市群土地利用效率变化趋势

利用 Malmquist 指数模型对长三角城市群 16 个城市 2000~2010 年土地利用效率的变动及其分类分异情况进行考察。结果见表 3 及图 1。

表 3 2000~2010 年长三角城市群土地利用效率的变化趋势

城市	effch	techch	pech	sech	tfpch
上海	1.045	1.038	1.000	1.045	1.084
南京	1.000	1.043	1.000	1.000	1.043
无锡	0.989	1.020	0.990	1.000	1.009
常州	0.989	0.999	0.988	1.001	0.988
苏州	0.927	1.058	0.936	0.990	0.980
南通	1.002	1.009	1.003	0.999	1.010
扬州	1.000	1.011	1.000	1.000	1.011
镇江	0.997	0.945	1.000	0.997	0.943
泰州	1.016	0.996	1.000	1.016	1.011
杭州	0.938	1.023	0.929	1.010	0.960
宁波	0.912	1.034	0.914	0.998	0.944
嘉兴	1.003	1.060	0.999	1.005	1.063
湖州	0.965	1.016	0.999	0.965	0.980
绍兴	1.000	0.982	1.000	1.000	0.982
舟山	0.975	0.945	1.000	0.975	0.921
台州	0.995	1.017	1.000	0.995	1.011
均值	0.984	1.012	0.984	1.000	0.995

注 :effch 表示技术效率变化,其值大于 1 代表技术效率的改善,反之则技术效率下降 ;techch 表示技术变化,其值大于 1 代表技术进步,反之则表示技术退步 ;pech 表示纯技术效率变化,其值大于 1 代表技术应用水平的提高,反之则为下降 ;sech 表示规模效率变化,其值大于 1 代表规模的优化,反之则为规模的恶化 ;tfpch 表示土地利用效率变化,其值大于 1 代表效率的改善,反之则为效率的衰退。

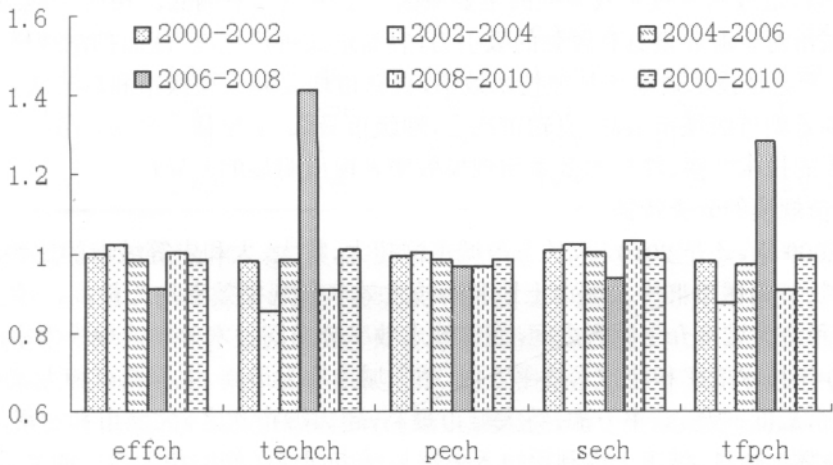


图 1 不同时期长三角城市群土地利用效率变化指数

3.1 城市土地利用效率总体变化趋势

从总体平均水平来看,2000~2010 年间,长三角城市群土地利用的技术效率和纯技术效率变化有所下降,技术有所进步,规模效率保持不变,城市土地利用效率呈现出弱衰退趋势,TFP 指数值仅为 0.995。其中,技术效率和土地利用效率的下降均是由于纯技术效率的下降所导致。从分阶段来看,2000~2002 年和 2008~2010 年技术效率略有提升,主要得益于

规模效率的提高;2002~2004 年技术效率变化大于 1 则是因为纯技术效率和规模效率的同时提高,其中其中规模效率影响更明显;2004~2006 年技术效率的下降主要是因为纯技术效率的下降;2006~2008 年技术效率的下降则是因为纯技术效率和规模效率的同时下降,其中规模效率影响更明显。除 2006~2008 年外,其余各时间段长三角城市群土地利用效率均有所下降,这是因为仅有 2006~2008 年技术呈现出进步态势。2004~2006 年土地利用效率的下降趋势最明显是因为技术效率的下降和技术退步所造成的,而其余时间段土地利用效率的下降则主要是因为技术退步。

3.2 城市群土地利用效率变化的分类特征

3.2.1 区域分类特征

2000~2010 年间,上海土地利用的技术效率有所提高,而江苏和浙江均有所下降,其中浙江下降趋势更为明显,苏州、杭州、宁波、湖州和舟山等城市技术效率变化均要低于城市群平均水平。上海技术效率的提高得益于纯技术效率和规模效率的同时提高,其中规模效率的提高贡献率更大。而江苏和浙江技术效率的下降主要是因为纯技术效率下降,规模效率的影响不是很明显。

2000~2010 年间,土地利用的技术变化在三大板块中均有所提高,其中上海的提高最明显,浙江其次,江苏上升幅度最小。但是,受到技术效率下降的影响,除上海外,江、浙两省的土地利用效率均有所下降,其中浙江下降最为明显。

3.2.2 不同行政级别的分类特征

2000~2010 年间,不同行政级别的城市土地利用的技术效率变化各异,直辖市的技术效率变化呈现出增加的趋势,而副省级市和地级市则呈现出下降的趋势。直辖市的技术效率提高得益于纯技术效率和规模效率的同时提高,其中规模效率的提高贡献率更大。而副省级城市和地级市的技术效率下降主要是因为纯技术效率下降,规模效率的影响不是很明显。虽然两者技术也有所进步,但是技术效率下降抵消了技术进步所带来的正面效应,从而导致土地利用效率有所下降。

3.2.3 不同城市规模的分类特征

2000~2010 年间,除超大城市外,土地利用的技术效率在不同规模的城市中均有所下降,中等城市下降幅度最小,其次为大城市和特大城市。超大城市和中等城市技术效率变化主要是受到规模效率的影响,特大城市规模效率虽然有所提高,但是纯技术效率下降明显;而大城市技术效率下降则是因为纯技术效率和规模效率的共同下降。

技术变化是土地利用效率变化的主要因素。2000~2010 年间,除中等城市外,其他规模的城市技术均有所进步。超大城市和特大城市土地利用效率上升是因为技术进步,大城市土地利用效率的下降是因为技术效率的下降,而中等城市土地利用效率下降则是由于技术效率的下降和技术退步共同导致的。

4 讨论与建议

通过对长三角城市群 16 个城市土地利用效率及其变化的分类研究,可以得到以下几点启示:(1) 目前,影响长三角城市群土地利用效率变化的主要是规模效率,长三角城市群今后可通过争取户籍制度改革、行政区划调整、国家重大项目布局等方面的优惠政策,促进区域中心城市的做大做强,从而实现中心城市规模效应的充分发挥,达到土地集约利用能力有效

提高的目的。(2) 技术变化是城市土地利用效率变化的影响因素之一,技术进步将有效促进区域土地利用效率的提高。因此,今后长三角城市群应当继续鼓励企业自主创新能力建设,推进专业人才的培养和引进,积极申请中央财政在技术研发、人力资本投资、管理体制机制创新等方面的资金支持,努力营造有利于创新成果产生和应用的社会环境。(3) 纯技术效率变化也是综合效率变化和生产率变化的影响因素之一。当前,长三角城市群各资源要素的配置、利用水平有所下降,在未来的发展过程中,土地利用效率低的城市应当改变资源管理方式,优化产业结构,促进劳动力、资本、土地等要素的合理配置。(4) 城市系统是个复杂的巨系统,本文涉及的指标体系并不能穷尽长三角城市群土地效率的影响因素,城市土地利用效率指标体系的设计需要更多的理论方法和实证研究来充实。

参考文献:

- [1] 朱天明,杨桂山,苏伟忠,等. 长三角地区城市土地集约利用与经济社会发展协调评价[J]. 资源科学,2009,31(7): 1109-1116.
- [2] 吴得文,毛汉英,张小雷,等. 中国城市土地利用效率评价[J]. 地理学报,2011,66(8): 1111-1121.
- [3] 石成球. 关于我国城市土地利用问题的思考[J]. 城市规划,2000,24(2): 11-15.
- [4] 陈荣. 城市土地利用效率论[J]. 城市规划汇刊,1995(04): 28-34.
- [5] 刘彦随. 城市土地区位与土地收益相关分析[J]. 陕西师范大学学报(自然科学版),1995,23(1): 95-100.
- [6] 方先知. 土地利用效率测度的指标体系与方法研究[J]. 系统工程,2004,22(12): 22-26.
- [7] 王雨晴,宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究[J]. 地理科学,2006,26(6): 743-748.
- [8] 李萍,谭静. 四川省城市土地利用效率与经济耦合协调度研究[J]. 中国农学通报,2010,26(21): 364-367.
- [9] 宋戈,高楠. 基于 DEA 方法的城市土地利用经济效益分析—以哈尔滨市为例[J]. 地理科学,2008,28(2): 5-188.
- [10] 杨志荣,吴次芳,靳相木,等. 基于 DEA 模型的城市用地经济效益比较研究[J]. 长江流域资源与环境,2009,18(1): 14-18.
- [11] 陈兴鹏,许新宇,遯承鹏. 基于 DEA 交叉模型的西部地区生态效率时空变化[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2012,48(2): 24-28.
- [12] 李郇,徐现祥,陈浩辉. 20 世纪 90 年代中国城市效率的时空变化[J]. 地理学报,2005,60(4): 615-625.
- [13] 郭腾云,徐勇,王志强. 基于 DEA 的中国特大城市资源效率及其变化[J]. 地理学报,2009,64(4): 408-416.
- [14] 廖虎昌,董毅明. 基于 DEA 和 Malmquist 指数的西部 12 省水资源利用效率研究[J]. 资源科学,2011,31(2): 273-279.
- [15] 赵雲泰,黄贤金,陈志刚,等. 基于 DEA 的中国农地非农化效率及其变化[J]. 长江流域资源与环境,2011,20(10): 1228-1234.
- [16] 赵伟,马瑞永,何元庆. 全要素生产率变动的分解—基于 Malmquist 生产力指数的实证分析[J]. 统计研究,2005(7): 37-42.
- [17] 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.
- [18] Banker R D, Charnes A, Cooper W W, et al. Constrained game formulations and interpretations for data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 1989, 40(3): 299-308.
- [19] 王恩旭,武春友. 基于超效率 DEA 模型的中国省际生态效率时空差异研究[J]. 管理学报,2011,8(3): 443-450.
- [20] Fare R, Grosskopf S. A nonparametric cost approach to scale efficiency[J]. Journal of Economics, 1985(87): 594-604.
- [21] Fare 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.
- [22] 龚长兰. 基于 DEA 方法的四川城市土地利用效率研究[D]. 雅安: 四川农业大学,2008.
- [23] 王文刚,宋玉祥,庞笑笑. 基于数据包络分析的中国区域土地利用效率研究[J]. 经济问题探索,2011(8): 40-65.
- [24] 马琳. 基于数据包络分析的上海郊区土地利用效率评价研究[D]. 上海: 上海交通大学,2009.

Urban Land Use Efficiency and its Change of the Yangtze River Delta Based on Data Envelopment Analysis

XU Jian-wei¹, XU Xin-yu^{1,2}, ZHU Ming-xia¹, SI Jian-pei¹

(1. Urban-rural Planning Design Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310017, China

2. College of Earth and Environmental Science, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The traditional data envelopment analysis (DEA) model is used to investigate the urban land use efficiency of 16 prefecture-level cities in Yangtze River Delta in 2009 and 2010. Then, the time series of date of the 16 prefecture-level cities from 2000 to 2010 is analyzed by the Malmquist index model. The results showed that the average technical efficiency was not high. Only a small number of cities were in DEA efficiencies. The scale efficiency was the major determining factor of the technical efficiency. The technical efficiency of cities in Zhejiang is lower than Shanghai and Jiangsu. The correlation between urban population scale and technical efficiency is not obvious, and the same to urban administrative level. The technical efficiency and urban land use efficiency decreased, but the technology development improved from 2000-2010. The urban land use efficiency is slightly decreasing in all regions of Yangtze River Delta except Shanghai. The urban land use efficiency of cities at different administrative levels are slightly decreasing except municipalities. The urban land use efficiencies of big cities and medium-sized cities obtain a downward trend, the cities in other scale in opposite.

Key words: DEA; Malmquist index; Yangtze River Delta; Urban land use efficiency



(上接第 175 页)

and tourism activities. We also use decoupling model to analysis the decoupling relationship between CO₂ emission in tourism sector and the tourism economy. The results showed that CO₂ emissions in tourism sector accounts for 1.11% of Hunan total, far below the global proportion of 5.3%. The total CO₂ emission in tourism sector is 21.08Mt from 2000 to 2009, the CO₂ emission in transportation was 15.46Mt, the CO₂ emission in accommodations was 5.1Mt, and the CO₂ emission in tourism activities was 0.5155Mt. All the decoupling relationship between CO₂ in tourism sector and tourism economy was weak decoupling from 2000 to 2009, the growth rate of tourism economy is quicker than the growth rate of CO₂ emission in tourism sector. Tourism is the industry of low-carbon and the competitive industry coping with global climate change. We should improve tourism' motivation role to low-carbon economy development.

Key words: tourism; CO₂ emission; decoupling; Hunan province