

# 沈阳市城市土地利用效率评价及影响因素分析

王丽娜, 李世平

(西北农林科技大学 经济管理学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以沈阳市 13 个区县的城市土地为研究对象,运用超效率 DEA 测算了各区县 2004—2010 年城市土地利用静态效率并利用 Malmquist 模型进行了动态对比评价,最后以基于面板数据的 Tobit 模型探讨效率的影响因素。结果表明:(1) 沈阳市各区县的城市土地整体上均达到高效利用;(2) 全要素土地利用效率主要受技术进步指数的影响;(3) 城镇化率、非农产业比重及地均固定资产投资对城市土地利用效率影响显著,且均为正相关。

**关键词:**城市土地利用效率;超效率 DEA;Malmquist 指数;Tobit 回归

中图分类号:F301

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2014)05-0311-05

## Evaluation on the Efficiency of the Urban Land Utilization and Its Influencing Factors in Shenyang City

WANG Li-na, LI Shi-ping

(College of Economy and Management, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:**The target in this paper is the urban land of thirteen counties in Shenyang City. The super-DEA was used to evaluate the static efficiency of the urban land utilization of the counties from 2004 to 2010. What's more, Malmquist index was calculated to appraise the dynamic efficiency and Tobit regression model based on panel data was applied to discuss the influencing factors of the efficiency. The results showed that the urban land of the counties in Shenyang City had achieved overall efficient use. The total factor efficiency of land use was mainly affected by the technological progress index. The urbanization rate, the proportion of non-agricultural industries and the average investment in fixed assets significantly affected the efficiency of the urban land utilization, and all of them caused the positive impact.

**Key words:**urban land utilization efficiency; super-DEA; Malmquist index; Tobit regression

沈阳市作为我国重要的重工业基地,城市化水平稳居全国前列。近年来,在经济全球化、东北亚经济圈形成及国家振兴东北老工业基地战略实施等一系列机遇的推动下,沈阳市城市化水平进一步提升。同时城市化快速发展对土地资源的需求与耕地保护之间的矛盾日趋突出。提高城市土地利用效率,实现土地集约高效利用是化解矛盾的必然选择。从对已有文献分析来看:(1) 众多学者在评价城市土地利用效率时选取的指标不尽相同,但多采用选择 DEA 模型<sup>[1-3]</sup>。这一方法的主要缺陷是当有效决策单元较多时,DEA 模型无法对这些有效决策单元排序;(2) 研究多局限于省级领域<sup>[4-5]</sup>,少有分析县区级城镇土地利用效率;(3) 研究大多只涉及城市土地利用效率的

评价<sup>[6-8]</sup>,深入分析影响因素的研究较少且为定性分析<sup>[9-10]</sup>。本文利用超效率 DEA 模型评价沈阳市各区县城市土地利用效率,弥补了普通 DEA 模型不能对有效决策单元排序的问题;再运用 Tobit 模型对沈阳市各区县土地利用效率影响因素进行定量分析。

## 1 研究方法

### 1.1 效率评价模型

数据包络分析(DEA)是 1987 年由 Charnes 等人提出的一种效率测评方法,通过构建一个非参数逐段线性的前沿面,将数据包络起来,再比较决策单元(DMU)的生产曲面与最佳前沿面的偏离程度来衡量决策单元的相对有效性。

CCR 模型为最早的同时也是最经典的 DEA 模型。CCR 模型假设规模报酬不变。然而当多个 DMU 均处于效率前沿面,即效率得分均为 1 时,CCR 模型不能进一步对这些有效 DMU 的相对效率水平进行排序。针对这种情况,Anderson 和 Petersen 提出将有效 DMU 从参考效率前沿面中排除出去,在 CCR 模型的基础上构建超效率 DEA 模型。超效率 CCR 模型的数学表达式为:

$$\left\{ \begin{array}{l} \min \theta \\ \text{s. t.} \quad \sum_{j=1, j \neq i}^n \lambda_j x_j + s^- = \theta x_0 \\ \quad \quad \sum_{j=1, j \neq i}^n \lambda_j y_j - s^+ = y_0 \\ \quad \quad \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ \quad \quad s^- \geq 0 \quad s^+ \geq 0 \end{array} \right. \quad (1)$$

对于(1)式来说,无效 DMU 的效率值与普通 CCR 模型一致;有效 DMU 可在保持其效率不变的情况下,使投入按比例增加,而增加的比例值即为其超效率评价价值。

## 1.2 Malmquist 模型

Malmquist 指数是用来专门测评全要素生产率变化的指数。在规模报酬可变(VRS)的假设条件下,全要素生产率(TFP)可分解为技术变化(TECH)、规模效率变化(SECH)和纯技术效率变化(PECH)。根据 Fare 的研究,从  $t$  期到  $t+1$  期的 Malmquist 指数可分解为下式:

$$m_i(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = \frac{d_i^t(x_t, y_t)}{d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \cdot \frac{d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}/\text{VRS})}{d_i^t(x_t, y_t/\text{VRS})} \cdot \left[ \frac{d_i^t(x_t, y_t)}{d_i^{t+1}(x_t, y_t)} \cdot \frac{d_i^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d_i^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \right]^{1/2}$$

上式第一项代表规模效率变化,第二项代表纯技术效率变化,第三项代表技术变化。SECH 大于 1,则表示改变投入要素提升了规模效率;PECH 大于 1,则表示改善管理提升了效率;TECH 大于 1,则表示技术在相应的年份实现了跨越,实现了技术进步;若 TFP 大于 1,则表明生产力有所改进。反之,上述指标小于 1 时,则表示相应效率值有所退步。

## 1.3 Tobit 模型

Tobit 模型是被解释变量取值存在限制、有选择行为的一类模型,最早是由 Tobin 提出用于研究人们对于耐用消费品的需求。本文中,由于超效率 DEA 模型的限制,效率值为截尾数据,故建立效率值同影响因素的 Tobit 回归模型:

$$y_i^* = x_i \beta^T + \epsilon_i \\ y_i = \begin{cases} y_i^* & y_i^* > 0 \\ 0 & y_i^* \leq 0 \end{cases} \quad (i=1, 2, 3, \dots)$$

式中: $y_i^*$ ——被解释变量向量; $y_i$ ——效率值向量; $x_i$ ——解释变量向量; $\beta^T$ ——回归参数向量, $\epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ 。可以证明,若采用极大似然法估计 Tobit 模型时,可得到  $\beta^T$  与  $\sigma^2$  的一致估计。

## 2 沈阳市城市土地利用效率评价

### 2.1 指标选取及数据来源

2.1.1 指标选取 依据指标选取的目的性、全面性、多样性、代表性、精简性原则,综合考虑数据的可得性,结合已有文献研究<sup>[11-12]</sup>,本文从土地、资本及劳动力三个方面,选取沈阳市各区县的非农建设用地面积、固定资产投资总额、财政支出及第二、三产业从业人员数作为投入指标;为实现土地利用的经济效益、社会效益及生态效益,考虑到沈阳作为东北老工业基地核心城市,工业较为发达,故选取财政收入、第二三产业产值、城镇在岗职工工资总额、工业废水排放达标率作为产出指标。

2.1.2 数据来源 本文所选各项指标数据均来源于 2006—2011 年《沈阳市统计年鉴》、《辽宁统计年鉴》以及相关网站信息。

### 2.2 效率评价

2.2.1 静态超效率评价 选择基于投入导向的 CCR 模型,利用 EMS 软件对样本年度内沈阳市 13 个区县的城市土地利用效率进行测度,结果见表 1。

由表 1 可知,样本年度内沈阳市 13 区县的城市土地利用效率均值都大于 1,各区县城市土地实现集约高效利用,基本达到经济持续、社会和谐及环境友好。平均来看,这些区县的城市土地利用效率算数平均值为 1.631,超效率值达到均值以上的仅有 3 个区县,占样本总数的 23%,分别为沈河区、铁西区、于洪区;其余都在均值以下。说明各区县的土地利用效率存在较为明显的差异。横向来看,沈河区的城市土地利用效率均值最大,为 2.745,这与该区的实际情况相符,沈河区是全国城区中第一个国家级可持续发展实验区。自 2005 年沈河区行政区划调整以来,该区人口和地域面积相对平均,更为合理。且其金融商贸开发区内繁华商业圈规模大、数量多,产业聚集效益凸显,其东北区域金融中心的影响力及知名度持续提升。2010 年东陵区及大东区部分区域划归至沈河区,行政区划的改变,城区面积的扩张将进一步促进经济发展及城市结构优化。苏家屯区的城市土地利用效率均值最小,为 1.234,苏家屯区经济发展以农

业为主,其资源开发尚处于无序状态,利用方式较为粗放,尤其是第三产业并未形成集聚发展优势,土地利用结构不合理。大东区和皇姑区虽属于沈阳市 5 个中心城区,但土地利用效率整体排名靠后,分列第 10,11 位。大东区为沈阳民族工业的发祥地,更在东北老工业基地振兴进程中打造了汽车产业基地,但因其产业结构单一,且没有实现土地的科学调控,土地利用效率较其他区县略低。皇姑区为沈阳市行政文

化办公中心,但其二、三产业发展较为落后,制约其整体经济发展,影响其土地利用效率。辽中县的土地利用效率在四个市辖县中排名第一且整体排名靠前,位列第四。辽中县位于沈阳市一小时经济圈内,具备极佳区位优势。2006 年,辽中县的 3 个乡镇划入新兴的细河经济区,辐射带动了辽中县的二、三产业发展,故 2007 年其土地利用投入产出效率达到样本年度内的最大值,为 2.294。

表 1 2004—2010 年间各区县城市土地利用超效率值及排名

县(区)	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	均值	排名
和平区	1.355	1.396	1.560	1.495	1.840	1.519	1.511	1.525	9
沈河区	1.527	1.609	2.747	3.459	4.113	3.357	2.405	2.745	1
大东区	1.064	1.087	1.418	1.290	1.353	1.370	1.303	1.270	11
皇姑区	1.409	1.497	1.504	1.616	1.644	1.347	1.186	1.458	10
铁西区	2.618	2.832	1.373	1.377	1.673	1.714	1.882	1.924	2
苏家屯区	1.432	1.353	1.482	1.164	1.141	1.067	0.997	1.234	13
东陵区	2.669	1.123	1.072	1.200	1.031	1.312	2.562	1.567	6
沈北新区	1.573	1.798	1.728	1.487	1.923	1.216	1.198	1.560	7
于洪区	1.238	2.130	2.274	1.913	2.090	1.921	1.768	1.905	3
辽中县	1.379	1.555	1.144	2.294	1.835	1.496	1.631	1.619	4
康平县	0.942	1.086	1.092	1.218	1.239	1.841	1.427	1.263	12
法库县	1.878	1.684	1.248	2.243	1.139	1.405	1.648	1.606	5
新民市	1.766	2.322	2.793	0.919	1.012	1.068	0.820	1.529	8

纵向来看,2007 年新民市、2010 年苏家屯区和新民市的城市土地利用 DEA 无效,说明其土地利用投入产出不合理。在设定产出水平不变的情况下分析土地投入水平。2007 年新民市的非农建设用地面积、财政支出及第三产业从业人数的冗余值为零,但其固定资产投资额及第二产业从业人数有一定的冗余值。2010 年,苏家屯区固定资产投资额、财政支出及第二产业从业人数的冗余值为零,但非农建设用地

面积及第三产业从业人数有一定的冗余值;新民市的非农建设用地面积、财政支出及第二产业从业人数的冗余值为零,但其固定资产投资额及第三产业从业人数有一定的冗余值。

2.2.2 Malmquist 动态效率评价 采用 DEAP 2.1 软件,利用投入导向的 CRS 模型得出 2004—2010 年间,沈阳市 13 个区县的全要素生产率指数的分解平均值,如表 2 所示。

表 2 2004—2010 年间各区县的全要素生产率指数及分解平均值

区(县)	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
	TE=PE·SE	TP	PE	SE	TFP=TE·TP
和平区	1.000	1.114	1.000	1.000	1.114
沈河区	1.000	1.070	1.000	1.000	1.070
大东区	1.000	1.030	1.000	1.000	1.030
皇姑区	1.000	0.997	1.000	1.000	0.997
铁西区	1.000	1.071	1.000	1.000	1.071
苏家屯区	1.000	0.962	1.000	1.000	0.961
东陵区	1.000	1.049	1.000	1.000	1.049
沈北新区	1.000	1.051	1.000	1.000	1.051
于洪区	1.000	1.161	1.000	1.000	1.161
辽中县	1.000	0.983	1.000	1.000	0.983
康平县	1.010	0.988	1.000	1.010	0.998
法库县	1.000	1.093	1.000	1.000	1.093
新民市	0.968	0.930	0.972	0.997	0.900
均值	0.998	1.036	0.998	1.000	1.035

整体来看,2004—2010年间,沈阳市各城区的平均规模效率保持相对平稳,虽然纯技术效率呈0.2%的负增长,但沈阳市13个城区的平均全要素土地利用效率 Malmquist 指数为 1.035,呈年均 3.5% 的上升态势。分解来看,沈阳市各城区的全要素土地利用效率存有较大差异。其中和平区、沈河区、大东区、铁西区、东陵区、沈北新区、于洪区及法库县的全要素土地利用效率呈现增长趋势,增长率在 3%~16.1% 之间;皇姑区、苏家屯区、辽中县、康平县、新民市的全要素土地利用效率呈下降趋势,增长率在 -7%~-0.3% 之间。于洪区的全要素土地利用效率涨幅为 16.1%,与技术进步涨幅相同,为 13 个区县之最,反映出作为沈阳市“西拓”和“北进”重要承载空间的于洪区,为实现工业化及城市化,在对土地需求增长的同时,更注重土地的节约集约利用;且于洪区位于东北最大交通枢纽的最近辐射圈内,有沈大高速公路、京沈高速公路及秦沈铁路贯穿其中,于洪区交通技术的进步,促进了其土地利用效率的提升。沈阳市的 3 个市辖县——辽中县、康平县、新民市全要素土地利用效率呈下降状态。其中新民市的技术进步效率、纯技术效率

及规模效率全部呈负增长,这与新民市工业化欠发达密切相关;新民市交通发达,公路铁路运输为沈阳市 13 个区县之首,却未能为其创造发展平台,全要素土地利用效率有较大提升空间。且新民市的全要素土地利用效率 Malmquist 指数为 0.900,在 13 个区县中排名最低,这是由于其技术进步效率较低(0.930)造成的。

由表 3 可以看出,研究期内沈阳市全要素土地利用效率 Malmquist 指数基本呈上升态势,且全要素土地利用效率的变化趋势与技术进步的变化趋势基本一致,2009—2010 年沈阳市全要素土地利用效率增幅最大,达到 21.2%;2004—2007 年全要素土地利用效率均呈下降趋势;2008—2010 年技术进步效率呈上升趋势,而 2004—2008 年技术进步效率均为负增长,表明技术进步是影响城市土地利用效率的主要因素。同时也应注意到,2006—2007 年及 2009—2010 年,由于纯技术效率和规模效率的退步,导致技术效率滞后,束缚了沈阳市全要素土地利用效率的增长。因此,在重视城市土地利用技术水平的同时,协调发展城市土地利用与城市经济建设及城市规模扩张,实现城市土地的集约高效利用。

表 3 2004—2010 年间各区县的全要素生产率指数及分解结果

年份	技术效率 TE=PE·SE	技术进步 TP	纯技术效率 PE	规模效率 SE	全要素生产率 TFP=TE·TP
2004—2005	1.005	0.962	1.000	1.005	0.966
2005—2006	1.000	0.993	1.000	1.000	0.993
2006—2007	0.994	0.922	0.997	0.997	0.916
2007—2008	1.007	0.999	1.003	1.003	1.006
2008—2009	1.000	1.145	1.000	1.000	1.145
2009—2010	0.985	1.230	0.987	0.998	1.212
平均	0.998	1.036	0.998	1.000	1.035

### 3 沈阳市城市土地利用效率影响因素

目前国内学者对城市土地利用效率影响因素的研究多限于定性分析。本文利用 2004—2010 年沈阳市 13 个区县的面板数据,在综合考虑本文研究对象、已有文献及前文效率分析的基础上,选取以下 5 个影响因素:(1) 城镇化率:各地区城市人口占总人口比重;(2) 产业结构:非农产业比重;(3) 经济发展水平:人均 GDP;(4) 人口利用强度:人口密度;(5) 经济利用强度:地均固定资产投资。以超效率得分为被解释变量,建立如下回归方程:

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \mu$$

应用 Eviews 6.0 进行 Tobit 回归,结果如表 4 所示。

在 1% 的置信水平下,产生显著影响的变量有城镇化率及非农产业比重;在 5% 的置信水平下,产生

显著影响的变量有地均固定资产投资。而人均 GDP 及人口密度对沈阳市城市土地利用效率的影响不显著。

表 4 沈阳市城市土地利用效率影响因素分析结果

Variable	系数	标准差	Z 值	P 值
城镇化率	1.005223	0.260823	3.854047	0.000100
非农产业比重	0.680028	0.173355	3.922748	0.000100
人均 GDP	0.000004	0.000007	0.643389	0.520000
人口密度	-0.098054	0.123539	-0.793716	0.427400
地均固定资产投资	0.000008	0.000004	2.203007	0.027600

城镇化率每提高 1 个百分点,可使沈阳市土地利用效率提高 1 个百分点,影响显著。据此,科学合理的推进城市化进程,统筹城乡土地利用有利于提升城市土地利用效率。非农产业比重与城市土地利用效率呈正相关,随着国家振兴东北老工业基地战略的实施,沈阳市政府注重产业结构升级,优化第二产业、发

展第三产业,而主导产业的生产部门在信息、技术、资本等方面具有优势,这会不断提高生产效率,进而提高城市土地利用效率。地均固定资产投资对城市土地利用效率产生正向影响,地均固定资产投资某种程度上反映单位土地面积上的资本密集程度,而资本是社会生产必不可少的要素之一,城市土地利用的一大特点即高投入、高产出,因此,较大的地均固定资产能带来较大的土地产出。

用人均 GDP 表征的经济发展水平对沈阳城市土地利用效率的影响不显著。可能因为经济发展水平的高低短期内并不能直接作用于土地利用,因而对城市土地利用效率的影响不大。人口密度表征的人口利用强度与沈阳城市土地利用效率的相关性不高,说明人口密度对城市土地利用效率的影响不大,但其系数为负值,可能的解释为短期内人口密度快速提高,城市规模的盲目扩大,造成土地利用效率较低。

#### 4 结论及政策建议

本文基于 2004—2010 年沈阳市 13 个区县的面积数据,利用超效率 DEA 及 Malmquist 指数评价沈阳市 13 个区县的城土地利用效率;并运用 Tobit 回归模型分析其影响因素,得出以下结论:

(1) 沈阳市各区县的城土地利用整体上均达到高效利用,效率均值达到 1.631,但区县间利用效率差别较大。效率值达均值以上的 3 个区县多为实现工业规模效益的地区或享受国家优惠政策的地区。因此,应以老工业产业为重点,以工业园区为突破,从统筹城乡发展的角度,整合区位、职能及发展目标相近的区域,达到资源共享,使城市空间合理有序的发展。

(2) 通过对 13 个区县的 Malmquist 指数动态效率评价,可以发现相应区域和年份的全要素土地利用效率较低主要是由其技术进步指数较低造成的,故提

高土地利用效率的关键是促进技术进步,加大科研投入,从而改变城市土地利用的深度和广度,提高土地利用的集约化水平。

(3) 运用 Tobit 进行影响因素回归,发现城镇化率、非农产业比重及地均固定资产投资对城市土地利用效率影响显著。故应继续科学加快城镇化进程,优化产业结构,加大地均固定资产投资实现城市土地的高效利用。

#### 参考文献:

- [1] 王筱明,闫弘文. 城市土地利用效率的 DEA 评价[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2005,36(4):573-576.
- [2] 张良悦,师博,刘东. 城市土地利用效率的区域差异:对地级以上城市的 DEA 分析[J]. 经济评论,2009(4):18-26.
- [3] 白丽娜,王冬艳,刘立新,等. 吉林市城市土地利用效率及其有序性分析[J]. 资源与产业,2010,12(6):44-48.
- [4] 刘军. 陕西省城市土地利用效率评价研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2010.
- [5] 孙丽娜,宋戈,薛睿,等. 黑龙江省土地利用动态变化及结构效率分析[J]. 水土保持通报,2012,32(4):255-260.
- [6] 郑新奇,王筱明. 城镇土地利用结构效率的数据包络分析[J]. 中国土地科学,2004,18(2):34-39.
- [7] 李娟,李建强,吉中贵,等. 基于超 DEA 模型的成都市城市土地利用效率评价[J]. 资源与产业,2010,12(2):40-45.
- [8] 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.
- [9] 吕荣杰. 城市化进程中的城市土地利用效率研究[D]. 西安:西安建筑科技大学,2011.
- [10] 刘传明,李红,贺巧宁. 湖南省土地利用效率空间差异及优化对策[J]. 经济地理,2010,30(11):1890-1896.
- [11] 刘东伟. 四川省城市土地利用经济效率及影响因素研究[D]. 成都:四川农业大学,2011.
- [12] 姜海,曲福田. 县域建设用地集约水平影响因素计量分析[J]. 中国土地科学,2008,22(8):4-10.
- [13] Fritz S, See L, Rembold F. Comparison of global and regional land cover maps with statistical information for the agricultural domain in Africa [J]. International Journal of Remote Sensing,2010,31(9):2237-2256.
- [14] Kaptué Tchuenté A T, Roujean J L, De Jong S M. Comparison and relative quality assessment of the GLC2000, GLOBCOVER, MODIS and ECOCLIMAP land cover data sets at the African continental scale[J]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation,2011,13(2):207-219.
- [15] Giri C, Zhu Z, Reed B. A comparative analysis of the Global Land Cover 2000 and MODIS land cover data sets[J]. Remote Sensing of Environment,2005,94(1):123-132.
- [16] Wu W, Shibasaki R, Yang P, et al. Validation and comparison of 1 km global land cover products in China [J]. International Journal of Remote Sensing,2008,29(13):3769-3785.
- [17] 宋宏利,张晓楠,王雨,等. 多尺度高分辨率全球土地覆被遥感数据相对一致性比较[J]. 农业工程学报,2012,28(15):118-124.

(上接第 310 页)