

基于 DEA 方法的兰州市城市土地利用经济效益分析

宫继萍, 石培基, 潘竟虎

(西北师范大学 地理与环境科学学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以兰州市市区土地利用状况作为研究对象, 结合该区所处发展阶段及土地利用现状特点构建评价指标体系。运用数据包络分析(DEA)方法中的 C^2R 模型对该区 1997—2008 年城市土地利用经济效益进行定量分析和评价。结果表明, 兰州市土地利用经济效益水平较高, 但 DEA 无效年份土地投入冗余, 且产出不足。结合兰州市的土地利用实际情况, 从加大土地集约利用力度, 盘活低效率用地, 调整产业结构和注重人地协调 4 个方面提出提高兰州市城市土地利用经济效率的建议。

关键词: 土地利用经济效益; 数据包络分析(DEA); 兰州市

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)05-0163-04

中图分类号: F293.2

Economic Benefit Analysis of Urban Land Utilization in Lanzhou City Based on DEA Method

GONG Ji-ping, SHI Pei-ji, PAN Jing-hu

(College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: The land use status of Lanzhou City was investigated, and an evaluating indicator system was constructed by combining the economic development and the land use characteristics of the city. The C^2R model and data envelopment analysis(DEA) approach were used to quantitatively analyze and evaluate land utilization economic benefit of the city from 1997 to 2008. The results show that the land utilization of Lanzhou City had high economic benefit level. However, in non-DEA efficient years, the land input was sufficient while the land output was not. Lastly, four suggestions were proposed to improve the economic benefit, including promoting intensive land use, improving low efficiency land, adjusting the industrial structure and paying more attention to the coordination of man-nature relationship.

Keywords: land utilization economic benefit; data envelopment analysis (DEA); Lanzhou City

城市经济是国民经济发展的重要载体, 而城市土地是城市经济与社会活动的物质载体, 城市土地利用既服务于城市发展, 又对城市的各个方面有着重要的影响。城市土地利用效率主要是指城市土地利用的经济效益, 是衡量城市土地利用水平的重要指标。目前关于城市土地利用经济效益的研究大多局限于定性分析, 或用简单的数理统计方法进行分析^[1]。鉴于土地利用经济效益问题的复杂性, 简单的相关分析或模糊评价只能计算出城市土地利用协调度的值, 而不能准确计算投入与产出的差值以及相应的调整值。数据包络分析(DEA)是以相对效率概念为基础, 对相同类型的部门, 根据多指标投入和产出数据, 进行相对有效性评价的方法^[2]。近期已有学者尝试用 DEA 方法对城市土地利用效率评价进行实证研究。

郑新奇等^[3]运用数据包络分析对样本城市不同的用地结构进行土地利用结构效率评价; 王筱明等^[4]应用 DEA 的 C^2R 模型对山东省 17 个城市的土地利用效率进行了有效性评价; 刘坚等^[5]利用数据包络分析模型, 对江苏省 13 个地级市的城市土地利用结构效率进行了实证分析研究; 龚长兰^[6]运用 DEA 方法对四川省城市土地利用的相对效率进行评价, 剖析各城市土地利用效率存在差异的原因。

本文利用 DEA 方法中 C^2R 模型和规模效益分析, 对兰州市城市土地利用经济效率进行评价, 并根据评价结果, 为提高兰州市城市土地利用经济效率提出适当的措施和建议。

1 研究区概况

兰州市是甘肃省省会, 位于北纬 $35^{\circ}34'20''$ —

收稿日期: 2011-01-07

修回日期: 2011-01-27

资助项目: 国家自然科学基金项目“内陆河流域城镇体系与流域空间结构相互作用的生态经济效应研究: 以石羊河流域为例”(40971078); 国家自然科学基金项目“中国地级以上城市腹地、测度及其空间演化研究”(41061017)

作者简介: 宫继萍(1986—), 女(汉族), 江苏省南京市人, 硕士研究生, 主要研究方向为城市与区域发展研究。E-mail: gongjiping78@126.com。

37°07'07", 东经 102°35'58"—104°34'29" 之间, 现辖 5 区 3 县, 市域土地总面积 13 086 km², 2008 年兰州市市区面积约 1 631.6 km², 建成区面积 183 km², 人口 209.99 万人(表 1)。兰州市建成区主要分布在以黄河谷地为主的河谷盆地中的低平阶地上, 周围是地势

较高的山地, 总体趋势由西向东微倾。南面的皋兰山、五泉山, 北面的白塔山、仁寿山、徐家山及黄河成为阻碍城市空间扩展的天然屏障, 在一定程度上决定了城市主要朝以黄河谷地主河道为伸展轴的东西方向扩张, 使兰州市城市用地受到严重的制约^[7]。

表 1 1997—2008 年兰州市地均 GDP 及其它经济指标

年份	建成区面积/ km ²	市区人口密度/ (人·km ⁻²)	生产总值/ 10 ⁸ 元	建成区地均 GDP/ (10 ⁴ 元·km ⁻²)	固定资产 投资额/10 ⁸ 元	财政收入/ 10 ⁸ 元	从业人口/ 10 ⁴ 人
1997	163	1 057	244.02	14 970.30	103.65	13.40	82.26
1998	163	1 072	259.51	15 920.81	124.83	15.04	65.09
1999	163	1 091	275.25	16 886.49	139.10	16.95	59.09
2000	163	1 113	270.64	16 603.62	136.63	16.61	49.35
2001	133	1 146	306.49	22 971.72	154.15	19.61	48.89
2002	180	1 175	340.14	18 896.67	170.25	21.06	49.40
2003	141	1 184	379.31	26 889.83	177.52	20.57	50.25
2004	141	1 220	442.72	31 385.41	195.22	24.95	52.21
2005	161	1 240	503.04	31 244.98	228.44	28.93	51.72
2006	154	13 436	573.39	37 233.37	262.25	33.14	48.88
2007	176	10 555	634.28	36 077.83	314.90	46.63	46.68
2008	183	10 271	726.48	39 698.19	379.33	50.86	44.21

2 基于 DEA 方法的兰州市城市土地利用经济效益分析

2.1 评价方法的选择

数据包络分析(DEA)是由运筹学家 Charnes 和 Cooper 等在“相对效率评价”概念上发展起来的一种新的系统分析方法^[8]。C²R 是利用投入与产出的比例来评估效率, 借用“包络”(envelope)的概念将所有的决策单元的投入和产出投射到超平面中, 寻找产出最高或者投入最少的“有效前沿面”(efficiency frontier)。凡是落在有效前沿面的 DMU 称 DEA 有效, 落在有效前沿面以内的 DMU 称 DEA 无效。

假设将对某区域 n 个年份的土地利用经济效率进行评价, 每个年份(DMU)都有 m 种投入变量和 p 种产出变量, 表示第 j 个年份的第 i 种投入的总量, 表示第 j 个年份的第 r 种产出的总量。这样, 第 j 个年份的投入记为 $X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$, 产出记为 $Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{pj})^T$ 。则 DMU₀ 的最大相对效率值为^[9]:

$$\begin{cases} \max h_0 = \frac{U^T Y_0}{V^T X_0} \\ \text{s. t. } \frac{U^T Y_j}{V^T X_j} \leq 1 \\ (U \geq 0; V \geq 0; j = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (1)$$

$V = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$ 为投入指标的权系数向量, $U =$

$(u_1, u_2, \dots, u_p)^T$ 为产出指标的权系数向量, 从式(1)可以看出, C²R 模型实际上是在效率值不大于 1 的情况下, 求能使 DMU₀ 的投入产出 h_0 最大的权值 U^T, V^T 。由于每个决策单元的有效性都是相对于其它单元而言的, 故其效率值为相对效率值, 而且可以相互比较。令 $t = 1/V^T X_0, \omega = tV, \mu = t\mu$, 利用 Charnes—Cooper 变换, 可转换为:

$$\begin{cases} \max V_p = \mu^T Y_0 \\ \text{s. t. } \omega^T X_j - \mu^T Y_j \geq 0 \\ \omega^T X_0 = 1 \\ (j = 1, 2, \dots, n) \end{cases} \quad (2)$$

其对偶形式为:

$$\begin{cases} \min \theta \\ \text{s. t. } \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} + S_j^- = \theta X_{i0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - S_r^+ = Y_{r0} \\ (i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, p) \end{cases} \quad (3)$$

假设式(3)线性规划求得最优解为 θ^*, S^{*-}, S^{*+} 。 θ^* 为决策单元 DMU₀ 的相对效率值 ($0 \leq \theta^* \leq 1$), 即总输出和总输入的比值, 反映了 DMU₀ 资源配置的合理程度, θ^* 越大, 资源配置越合理。松弛变量 $S^{*-} = (S_1^-, S_2^-, \dots, S_m^-), S^{*+} = (S_1^+, S_2^+, \dots, S_p^+)$ 分别表示第 i 种资源的无效投入量和第 r 种产出的不足量。

(1) 决策单元有效性判断标准: ① 当 $\theta^* = 1$ 且

$S_i^{*-} = S_i^{*+} = 0$ 时,则称 DMU_0 为 DEA 有效,即它在原投入的基础上所获得的产出已经达到最优;②当 $\theta^* = 1$ 且至少有某个 $S_i^{*-} > 0$ 或 $S_i^{*+} > 0$ 时,则称 DMU_0 为 DEA 弱有效,前者表示第 i 种资源没有充分利用的数额为 S_i^{*-} ,后者表示第 r 种产出值存在 S_i^{*+} 不足;③当 $\theta^* < 1$ 时,则称 DMU_0 为 DEA 无效,即对于原投入可以按 θ^* 比例减少而保持原产出不变。

(2) 决策单元规模效益判断标准为:设 $k = \sum \lambda_j / \theta$,则 k 为决策单元的规模效益值。①当 $k=1$,表示决策单元的规模效益不变,此时决策单元达到最大产出规模点;②当 $k < 1$,表示规模效益递增,且 k 值越小规模递增趋势越大;③当 $k > 1$,表示规模效益递减,且 k 值越大规模递减趋势越大。

(3) 投入冗余率与产出不足率:将决策单元中投入各分量的松弛变量 S_i^{*-} 与对应指标分量 X_{ij} 的比值定义为投入冗余率,表示该分量指标可节省的比例;同样地将决策单元中各产出分量的松弛变量 S_i^{*+} 与对应指标分量 Y_{rj} 的比值定义为产出不足率,表示该分量指标可提高的比例。比较一个区域土地投入中不同要素投入冗余率或产出不足率,可反映该区域土地投入中哪些要素投入过多,哪些要素产出不足,以便对要素进行重新整合,实现效率改进。

2.2 评价指标的选取及数据的处理

城市土地利用水平的高低关系到城市经济、社会及生态环境等方面的变化,考虑到指标的定量化及 DEA 作为评价经济系统相对效率的方法特点,本文主要分析 1997—2008 年兰州市在土地利用过程中经济方面的投入及产出水平的差异,因此,土地利用的

输入指标选取土地的使用面积、资本的投入和劳动者的数量来表示。其中土地的使用面积用建成区面积表示,资本的投入以固定资产投资总额表示,劳动投入用市区第二、三产业就业比重表示;土地利用的经济产出指标选择了国内生产总值、城镇居民可支配收入和第二、三产业产值比重指标。数据来源于 1998—2009 年的《甘肃年鉴》^[10] 和《兰州年鉴》^[11]。计算之前将原始数据进行标准化处理,使处理后的数据都在 0~1 之间,这样能更精确地反映出各个因素对土地利用效率的影响作用。

2.3 评价结果分析

2.3.1 城市总体状况分析 根据评价结果(表 2)可知,1997—2008 年兰州市土地利用效益维持在 0.75~1 之间,居于中等偏上水平,虽然年际间有不同程度的变化,但总体呈现出先上升后回落的趋势。其中 2001,2003—2005 年兰州市土地利用效益和规模效益值均为 1,达到了最佳状态,反映了其土地利用的高效率,其它年份兰州市的土地利用效益则为 DEA 无效。

2001,2003—2005 年兰州市土地规模效益值不变,1997—2000 年土地规模效益递增,土地投入结构不合理,导致土地产出水平低,这就要求其不能单靠增加生产要素的投入,而应规划调整产业结构,依靠科技进步促进城市的发展,以较高的土地利用率和产出率为目标,提高土地利用的经济效益。2002,2006—2008 年出现规模效益递减的趋势,且递减速率越来越大,说明这些年的投入效率变差,资源利用度不足,要注意投入产出的效率,合理利用资源。

表 2 1997—2008 年兰州市土地利用经济效益 DEA 评价结果

年份	相对效益值 θ^*	规模效益值 k	建成区面积	财政支出	第二、三产业就业比重	国内生产总值	居民可支配收入	第二、三产业产值比重
1997	0.847 6	0.250 7	0.489 2	0	0.158 1	0	0.014 2	0.051 9
1998	0.752 4	0.495 8	0.390 2	0	0.113 1	0.002 5	0	0.215 1
1999	0.936 4	0.549 6	0.473 6	0.026 4	0	0.023 1	0	0.294 0
2000	0.841 4	0.549 6	0.425 5	0.017 0	0	0.013 3	0	0.141 2
2001	1	1	0	0	0	0	0	0
2002	0.936 7	1.046 8	0.719 3	0	0.118 5	0	0.003 5	0
2003	1	1	0	0	0	0	0	0
2004	1	1	0	0	0	0	0	0
2005	1	1	0	0	0	0	0	0
2006	0.980 2	1.548 5	0.101 9	0	0.646 5	0	0.077 5	0.275 4
2007	0.888 8	1.979 4	0.352 9	0	0.500 6	0	0.108 3	0.467 5
2008	0.847 6	2.506 6	0.340 5	0	0.330 5	0	0.141 9	0.726 6

2.3.2 DEA 无效年份土地投入产出分析 兰州市土地产出 DEA 无效年份的总投入冗余率总体呈下降

趋势,其中建成区面积各年均有一定程度的投入冗余(表 3)。

近年来,兰州市市区建设用地扩展不断吞噬盆地内有限的耕地、园地与蔬菜地,而且占用了滩地、两山的高级阶地与坡地,乃至黄河水域、泄洪水道也被侵占开发,严重地破坏了本已脆弱的城市生态环境,如果再一味追求城市规模的扩大,将会造成城市规模的不经济,产生负效应;固定资产投资的投入冗余率均相对较低,说明城市建设资金的利用率较高;劳动力资源除了 1999 年外,其它年份配置不够合理,导致第二、三产业产值比重产出不足。

兰州市土地产出 DEA 无效年份的第二、三产业产值比重产出不足率较高,国内生产总值和居民可支配收入也出现一定程度的产出不足,反映出这些年兰州市的城市用地结构及产业结构不尽合理,使土地资源未能得到有效利用,导致第二、三产业产值比重偏低,也对城镇居民可支配收入产生了一定负面影响,尤其近几年其产出不足率呈上升趋势;1998,1999 年土地总产出不足率最低,这与国内生产总值和第二、三产业产值比重的产出相对较低有一定的关系。

表 3 DEA 无效年份的土地投入冗余率及产出不足率

年份	总投入 冗余率	投入冗余率			总产出 不足率	产出不足率		
		建成区 面积	固定资产 投资	第二、三产业就 业比重		国内生产 总值	城镇居民可 支配收入	第二、三产业产 值比重
1997	1.879 5	0.920 4	0.152 4	0.806 7	0.571 5	0	0.141 9	0.429 6
1998	1.825 6	0.860 2	0.247 6	0.717 8	2.171 2	0.019 8	0	2.151 5
1999	1.056 8	0.807 1	0.186 1	0.063 6	2.234 3	0.146 0	0	2.088 3
2000	1.225 7	0.826 7	0.240 3	0.158 6	0.655 0	0.088 8	0	0.566 2
2002	1.298 4	0.824 0	0.063 3	0.411 1	0.009 6	0	0.009 6	0
2006	0.921 1	0.235 0	0.019 8	0.666 3	0.392 3	0	0.104 9	0.287 4
2007	1.240 9	0.517 1	0.111 2	0.612 6	0.615 2	0	0.129 4	0.485 8
2008	1.149 0	0.492 9	0.152 4	0.503 7	0.868 5	0	0.141 9	0.726 6

3 结 论

(1) 兰州市土地利用效率总体较高,高投入带动高产出,城市土地得到高效利用,这与兰州市当前的经济发展是相适应的。

(2) 兰州市土地利用 DEA 无效的年份里,建成区面积、固定资产投资和劳动力资源未充分利用,国内生产总值、居民可支配收入和第二、三产业产值比重也未达到有效水平。说明兰州市的土地投入不当,劳动资源配置和产业结构存在不合理情况。

(3) 近 3 a 兰州市处于规模收益递减状态,说明兰州市投入效率变差,资源利用度不足,政府应加强引导与调控。

(4) 兰州市发展建设应当根据自身的自然、社会经济条件,合理确定城市规模,建成区土地利用应该加大集约利用力度,不断提高单位面积容积率和产出率;盘活市区内的低效率用地,以减轻主城区人口密度与交通压力,通过合理的土地置换,增强城市主城区的城市中心功能;提高投入资金的分配和利用效率,从调整产业结构入手,注重各产业间的发展比例及用地结构;注重人地协调,改善城市区域人地比例关系,提高单位面积从业人员创造社会财富的能力。

[参 考 文 献]

- [1] 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):185-188.
- [2] 庄宇,李庆果.区域生态环境经济效率的数据包络分析[J].工业工程,2008,11(4):93-98.
- [3] 郑新奇.城市土地优化配置与集约利用评价理论、方法、技术、实证[M].北京:科学出版社,2004:129-130.
- [4] 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.
- [5] 刘坚,黄贤金,赵彩艳,等.基于 DEA 模型的城市土地利用结构效应分析:以江苏省为例[J].江苏农业大学学报,2005,27(3):330-334.
- [6] 龚长兰.基于 DEA 方法的四川城市土地利用效率研究[D].四川雅安:四川农业大学,2008.
- [7] 徐波,程文仕.兰州市城市土地合理利用对策分析[J].国土与自然资源研究,2009,37(2):37-39.
- [8] 盛昭瀚,朱乔,吴广谋. DEA 理论、方法与应用[M].北京:科学出版社,1996.
- [9] 孙婷.基于数据包络分析的城市土地利用效率评价研究[D].重庆:西南大学,2007.
- [10] 甘肃年鉴编委会.甘肃年鉴(1997—2008)[M].北京:中国统计出版社,1998-2009.
- [11] 兰州市统计局,国家统计局兰州调查队.兰州统计年鉴(1997—2008)[Z].兰州,1998-2009.