

甘肃省城市土地利用效率分析

金鑫 (西北大学城市与环境学院, 陕西西安 710000)

摘要 运用数据包络分析(DEA)方法, 采用 2006~2011 年甘肃省 12 个地级市的建成区面积、全社会固定资产投资、第二、三产业从业人数投入指标, 建成区绿地面积、居民人均可支配收入以及第二、三产业产值作为产出指标, 对甘肃省 12 个城市土地利用效益进行评价。结果表明, 从甘肃省区域发展战略来看, “两翼”城市土地利用效率较高, 而“中心”城市土地效率较低, 呈现“两边高中间低”的空间分布形态; 从城市发展特征上看, 陇东和河西以能源化工以及新能源和新能源装备制造业为主的城市土地利用效率高于传统工业城市; 从城市规模上看, 中小城市的土地利用效率高于大城市。

关键词 数据包络分析; 城市土地利用; 效率评价; 甘肃省

中图分类号 S28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)28-11532-04

Analysis on the City Land Use Efficiency in Gansu Province

JIN Xin (School of Urban and Environment, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710000)

Abstract By using data envelopment analysis (DEA) method, built-up area, total social investment in fixed assets, number of employees in second and third industry 4 indexes as inputs indicators, built-up green land area, residents per capita disposable income and two or three industrial added value 4 indexes as output indicators, the land use efficiency of 12 cities in Gansu Province during 2006-2011 was evaluated. The results showed that from the point of regional development strategy in Gansu Province, "two wings" urban land use efficiency is higher, and the "center" urban land efficiency is lower, presenting the spatial distribution of "both sides are higher than middle"; seeing from the urban development characteristics, the land use efficiency of the urban that give priority to energy chemical industry, new energy and new energy equipment manufacturing industry in Longdong and Hexi area is higher than traditional industrial city; seeing from the urban size, small and medium-sized city land use efficiency is higher than big cities.

Key words Data envelopment analysis (DEA); Urban land use; Efficiency evaluation; Gansu Province

城市土地作为城市经济、社会和环境的空间载体, 其利用效率状况直接影响到城市的社会经济发展和人居环境建设^[1]。随着人口增长、城市化和工业化进程的加快, 城市的土地集约化利用并没有同步跟上, 导致资源利用粗放化, 城市用地效益降低^[2]。甘肃省地处我国中西部结合带, 土地资源相对丰富, 但难利用土地多, 水资源紧缺和生态环境脆弱, 人地矛盾十分突出。因此加强甘肃省城市土地利用效率评价研究对于提高土地利用效率, 促进城市和谐发展以及实现区域土地资源的持续利用具有重要意义^[3]。

对于城市用地效率问题, 国内外学者运用不同的方法从不同的角度做了大量的研究。近年来国外对于城市土地利用效率的研究主要集中在城市增长控制、城市土地利用的优化配置、集约利用及城市土地利用效率的评价方法和应用上^[4]。国内学者在借鉴国外相关研究的基础上, 主要集中探索城市土地利用效率的基本理论, 城市土地利用效率评价的指标体系、模型构建与应用, 以及提高城市土地利用效率的方法和途径上。研究成果突出表现在: ①评价指标的多元化, 逐步由单一狭隘的经济效益^[5-7]向综合效益^[8-9] (经济效益、社会效益、环境效益、生态效益) 转变; ②研究方法多样化, 主要包括协调度模型^[10-12]、主成分分析法^[13]、对应分析法^[14]、熵值法^[15]和数据包络分析方法^[5, 16-18]等; ③研究对象的广泛化, 既有对单个城市^[19]的也有对某个区域^[20-21]或省级^[22-24]范围内城市群以及对于开发区^[25-26]用地效率的评价; 评价方式也由静态评价转向更注重对动态变化趋势^[27-28]进行评价预测。

土地利用是一个多投入多产出的复杂系统, 而数据包络分析方法(DEA)方法在处理多输入多输出问题上具有独特优势, 目前该方法已广泛应用于城市土地利用效率、土地利用结构效率等各种土地利用效率的测度^[27]。因此, 笔者运用数据包络分析方法对甘肃省 2006~2011 年 12 个地级市的城市市辖区土地利用效率进行评价, 以期了解甘肃省城市土地利用相对效率的差异和变化情况。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法 数据包络分析(DEA)是美国著名运筹学家 Charnes 和 Cooper 等提出的一种效率评价方法, 它把单输入、单输出的工程效率概念推广到多输入、多输出同类决策单元的有效评价中, 成为常用而且重要的分析工具和研究手段。其基本思路是从各决策单元(DMU)投入产出的角度定量地比较部门的相对有效性^[29]。

C²R 模型是数据包络分析(DEA)方法的第一个基本模型, 假设有 n 个决策单元, 每个决策单元都有 m 种类型的“输入”(表示该决策单元对“资源”的耗费)和 s 种类型的“输出”(表示决策单元在消耗了“资源”后, 表明效益的一些经济指标)。对输入和输出的理解是输入越小越好而输出越大越好^[8]。C²R 模型为:

$$\begin{cases} \max \frac{u^T y_0}{v^T x_0} = V_p; \\ s. t. \quad \frac{u^T y_j}{v^T x_j} \leq 1; j = 1, 2, \dots, n; \\ u \geq 0 \\ v \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

式中, $V = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$ 为投入指标的权系数变量; $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)^T$ 为产出指标的权系数变量。

作者简介 金鑫(1987-), 男, 甘肃合水人, 硕士, 从事城市土地利用效率评价研究, E-mail: aws1212@163.com。

收稿日期 2013-08-29

判断式(1)有效性的对偶形式为:

$$\begin{cases} \text{s. t.} & \sum_{j=1}^n x_j \lambda_j + s^- = \theta x_0 \\ & \sum_{j=1}^n y_j \lambda_j - S^+ = y_0 \\ & \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n; s^- \geq 0, s^+ \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

式中, θ 为被决策单元 DMU 的相对有效值($0 \leq \theta \leq 1$),即总输出和总输入的比值,反映了 DMU 资源配置的合理程度, θ 越大表明资源配置越合理;松弛变量 S^- 表示无效投入量, S^+ 表示产出不足量。

决策单元有效性判断标准如下:

- (1)若 $\theta=1, S^- = S^+ = 0$,则称 DMU 为 DEA 有效,即在原投入上产出达到最优。
- (2)若 $\theta=1, S^- \neq S^+ \neq 0$ 时,则称 DMU 为 DEA 弱有效,即表示某种资源没有充分利用的数额为 S^- 或某种产出存在 S^+ 数额的不足。
- (3)若 $\theta<1$,则称 DMU 为 DEA 无效,即原投入可以按 θ 比例减少而保持原产出不变。

1.2 指标选取 城市土地利用效率评价既要注重城市土地的经济效益,也应考虑社会和环境效益^[18]。经济学理论将土地、劳动力和资本视为最基本的生产要素^[20]。考虑到指标的量化、DEA 模型作为评价系统相对效率的方法特点以及该研究的主要目标是对甘肃省 12 个地级市的城市土地的投入产出进行评价,因此在指标选取上,将土地、资本和劳动力作为投入指标,分别对应于城市建成区面积、全社会固定资产投资和第三、二产业从业人员数;将经济效益、社会效益和环境效益作为产出指标,分别对应于第二、三产业产值(经济效益)、居民可支配收入(社会效益)和城市建成区绿地面积(环境效益),如表 1 所示。

表 1 甘肃省城市土地利用效率评价指标

指标类别	准则层	指标
投入指标	土地投入	建成区面积
	资金投入	固定资产投资
	劳动力投入	第二产业从业人数 第三产业从业人数
产出指标	生态效益	建成区绿地面积
	社会效益	人均可支配收入
	经济效益	第二产业产值
		第三产业产值

1.3 数据来源 研究所用的居民可支配收入和第二、三产业增加值数据来源于 2007~2012 年《甘肃发展年鉴》,其他数据来源于 2007~2012 年《中国城市统计年鉴》。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。因甘南藏族自治州和临夏回族自治州部分数据难以获取,故该研究未对其进行分析评价。

2 甘肃省城市土地利用效率的 DEA 分析

效率是一个相对概念,只有通过若干单位的横向比较,才能真正说明评价单位效率的高低^[12]。在对甘肃省城市土

地利用效率进行评价时,分别选取了 2006~2011 年甘肃省 12 个地级市的土地投入指标和产出指标两方面的因素,共 8 个评价因子,分析甘肃省城市土地利用效率的差异及其变化。其土地利用的 DEA 评价分析结果见表 2。

由表 2 可知,甘肃省 2006~2011 年 12 个地级市总共 72 个决策单元(DMU)中,DEA 有效的决策单元总共有 27 个,占评价单元总数的 37.5%,说明甘肃省 2006~2011 年整体土地利用水平较低。其中 2006 年只有 4 个城市 DEA 有效,分别是定西、酒泉、陇南和庆阳;2007 年 DEA 有效的城市为金昌、酒泉、陇南、平凉和庆阳 5 市;2008 年 DEA 有效的是嘉峪关、金昌、定西和庆阳 4 市;2009 年 DEA 有效的是定西、嘉峪关、酒泉、陇南和庆阳 5 市;2010 年 DEA 有效的是定西、嘉峪关、金昌、酒泉、陇南和庆阳 6 市;2011 年 DEA 值有效的有定西、酒泉、陇南和庆阳 4 市。其他决策单元均为非 DEA 有效,其中城市土地利用综合效率最低的是 2008 年的白银市,其 DEA 值只有 0.58。

纯技术效率最优的决策单元个数要多于综合效率和规模效率最优的评价单元。在 72 个决策单元中,技术效率达到最优的个数达到 37 个,比综合效率和规模效率分别高出 10 个和 7 个。这是因为综合效率=规模效率×技术效率,3 个指标的取值范围均为 0~1,只有规模效率与技术效率都为 1 时,综合效率才可能为 1。也就是说只有规模和技术同时有效,才可能达到综合有效。白银、张掖、武威和天水 4 市技术效率从未达到有效值,说明这 4 市需要重新完善其投入要素的结构。

经济学中的规模报酬理论认为,规模收益的增加有一个合理的限度,超过这个限度,规模收益反而会减少。在 72 个决策单元中规模效率不变的决策单元有 30 个,说明这些城市已经达到规模最优;规模效率递增的决策单元有 23 个,说明这些城市需要扩大规模,规模越大,产出越多。规模效率递减的决策单元有 19 个,说明这些城市有必要减少投入规模,规模的缩小才有助于产出的增加。

3 甘肃省城市土地利用效率的特征分析

3.1 空间分布特征 甘肃省地域广阔,地形狭长,地貌类型复杂多样,是我国唯一的地跨东部季风区、青藏高原区和西北干旱区 3 大自然区域的省份^[30],城市分布也相当分散。因此根据其城市的空间分布和城市所依托的资源,甘肃省提出了“中心带动,两翼齐飞,组团发展,整体推进”区域发展战略。从表 3 各地级市土地利用效率均值排名来看,其城市土地利用效率也与此有一定的关系。甘肃省土地利用效率的 DEA 值有效的城市主要集中在其东西两翼的庆阳、嘉峪关、酒泉和金昌 4 市占到 DEA 值有效的 67%,而 DEA 值无效的城市则主要是位于中部地区的兰州、白银,东南部的天水以及河西地区的张掖、武威,这 5 个城市也占到 DEA 值无效决策单元的 2/3。

3.2 城市类型分类特征 DEA 有效的决策单元庆阳和酒泉、嘉峪关以及金昌分别是甘肃省着力打造的陇东能源化工和河西新能源及新能源装备制造 2 大新基地,其中庆阳之所

表 2 甘肃省城市土地利用效率 DEA 分析结果

城市	年份	综合效率	技术效率	规模效率	规模增减状况	城市	年份	综合效率	技术效率	规模效率	规模增减状况
白银市	2006	0.641	0.643	0.996	递减	陇南市	2006	1	1	1	不变
	2007	0.655	0.671	0.976	递减		2007	1	1	1	不变
	2008	0.58	0.611	0.951	递增		2008	0.93	0.964	0.965	递增
	2009	0.592	0.594	0.997	递增		2009	1	1	1	不变
	2010	0.607	0.613	0.99	递增		2010	1	1	1	不变
	2011	0.633	0.659	0.961	递减		2011	1	1	1	不变
定西市	2006	1	1	1	不变	平凉市	2006	0.985	0.987	0.998	递减
	2007	0.959	1	0.959	递减		2007	1	1	1	不变
	2008	0.943	0.977	0.965	递增		2008	0.883	0.908	0.973	递增
	2009	1	1	1	不变		2009	0.923	0.928	0.995	递增
	2010	1	1	1	不变		2010	0.903	0.925	0.976	递增
嘉峪关市	2011	1	1	1	不变		2011	0.856	0.879	0.973	递增
	2006	0.977	1	0.977	递增	庆阳市	2006	1	1	1	不变
	2007	0.956	0.98	0.976	递增		2007	1	1	1	不变
	2008	1	1	1	不变		2008	1	1	1	不变
	2009	1	1	1	不变		2009	1	1	1	不变
	2010	1	1	1	不变		2010	1	1	1	不变
金昌市	2011	0.967	1	0.967	递减		2011	1	1	1	不变
	2006	0.841	0.953	0.882	递增	天水市	2006	0.739	0.841	0.878	递减
	2007	1	1	1	不变		2007	0.639	0.691	0.925	递减
	2008	1	1	1	不变		2008	0.594	0.599	0.991	递增
	2009	0.957	0.972	0.984	递增		2009	0.87	0.875	0.994	递增
	2010	1	1	1	不变		2010	0.87	0.875	0.994	递增
酒泉市	2011	0.879	1	0.879	递减		2011	0.838	0.867	0.966	递减
	2006	1	1	1	不变	武威市	2006	0.69	0.724	0.952	递增
	2007	1	1	1	不变		2007	0.706	0.73	0.967	递增
	2008	0.995	1	0.995	递减		2008	0.772	0.818	0.944	递增
	2009	1	1	1	不变		2009	0.834	0.862	0.968	递增
	2010	1	1	1	不变		2010	0.876	0.876	1	不变
兰州市	2011	1	1	1	不变		2011	0.701	0.701	1	不变
	2006	0.941	1	0.941	递减	张掖市	2006	0.619	0.63	0.983	递增
	2007	0.883	1	0.883	递减		2007	0.709	0.709	1	不变
	2008	0.649	0.945	0.686	递减		2008	0.656	0.686	0.956	递增
	2009	0.715	1	0.715	递减		2009	0.965	0.966	0.999	递减
	2010	0.668	1	0.668	递减		2010	0.789	0.791	0.997	递减
	2011	0.697	1	0.697	递减		2011	0.841	0.881	0.954	递增

表 3 甘肃省各地级市土地利用效率均值排名

序号	城市	综合效率	技术效率	规模效率
1	庆阳市	1.000	1.000	1.000
2	酒泉市	1.000	1.000	1.000
3	陇南市	1.000	1.000	1.000
4	定西市	1.000	1.000	1.000
5	嘉峪关市	0.972	1.000	0.972
6	平凉市	0.921	0.933	0.986
7	金昌市	0.860	0.977	0.881
8	兰州市	0.819	1.000	0.819
9	天水市	0.789	0.854	0.922
10	张掖市	0.730	0.756	0.969
11	武威市	0.696	0.713	0.976
12	白银市	0.637	0.651	0.979

以连续 6 年 DEA 评价均为有效,应归功于第二产业产值的高增长即以石油为主的能源化工产业发展。而 DEA 无效的

城市则需要发挥中心城市的龙头带动作用,如兰州-白银都

市经济圈、甘肃省第二大城市天水 and 传统农业城市张掖、武威。

3.3 城市规模分类 从城市建成区人口规模上分析,2012 年兰州、天水、武威、张掖、白银人口都在 50 万以上,而其他城市人口均在 50 万以下。从整体上来说,甘肃省中小城市的土地利用效率无论是规模效率还是综合效率都要高于大城市。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。

4 结论

运用 DEA 方法对 2006~2011 年甘肃省 12 个地级市的城市土地利用效率进行评价,得出如下结论:

(1)甘肃省 12 个地级市城市土地利用 DEA 评价有效的评价单元占评价单元总数的 37.5%,综合效率均值为 0.741,其中最低的白银市 2008 年只有 0.58,说明在这 6 年间甘肃省城市整体土地利用效率比较低。此外 DEA 方法本身评价

的是各评价单元之间的相对有效性,因此,这样的结果也说明甘肃省各城市之间的土地利用效率有较大的差异。

(2)从空间分布和城市发展特征上看,甘肃省城市土地利用效率呈现“两边高中间低”的空间布局,即以能源化工和新能源为支柱产业的“两翼”城市土地利用水平较高,而中心城市兰州-白银都市经济圈内和传统工业城市天水的土地利用水平较低。

(3)从城市规模等级来看,大城市的土地利用水平较低,如兰州、天水、白银等;而中小城市土地利用水平较高,如酒泉、嘉峪关、庆阳和陇南等。这说明城市土地利用效率与城市的等级没有必然联系,任何城市的土地利用效率不仅取决于生产要素的投入水平,更重要的是与这些要素的合理组合和有效利用。

参考文献

- [1] 刘彦随,邓旭升,甘红.我国城市土地利用态势及优化对策[J].重庆建筑大学学报,2005(3):1-4.
- [2] 潘竟虎,石培基,董晓峰.甘肃省城市化发展与土地集约利用研究[J].干旱区资源与环境,2008(4):28-33.
- [3] 余小玲,张安明.基于 DEA 模型的重庆市建设用地利用效率时空分析[J].中国农学通报,2011(32):118-123.
- [4] 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(8):1111-1121.
- [5] 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(2):185-188.
- [6] 吴熙铭.基于 DEA 方法的城市土地利用经济效益评价研究[D].杭州:浙江工业大学,2012.
- [7] 田艳曦.城市土地利用经济效率评价[D].武汉:华中师范大学,2009.
- [8] 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(6):743-748.
- [9] 申海元,陈瑛,张彩云.西安市土地利用综合效益研究[J].土壤通报,2009(2):209-212.
- [10] 赵静蓉,周忠学.城市土地利用效率和城市化的耦合协调关系研究——以西安市为例[J].陕西农业科学,2012(4):154-158,198.
- [11] 孙宇杰,陈志刚.江苏省城市土地集约利用与城市化水平协调发展研究[J].资源科学,2012(5):889-895.
- [12] 刘浩,张毅,郑文升.城市土地集约利用与区域城市化的时空耦合协调发展评价——以环渤海地区城市为例[J].地理研究,2011(10):1805-1817.
- [13] 王安辉.安徽省城市土地利用效率研究[D].杭州:浙江大学,2012.
- [14] 朱瑜馨,张锦宗.对应分析在土地利用综合效益评价中的应用[J].地理科学进展,2010(4):478-482.
- [15] 刘莹,胡松山.基于改进熵值法的开发区企业土地集约利用——以安徽省舒城经济开发区为例[J].安徽农业科学,2012(14):8317-8319.
- [16] 李春华,江莉佳,熊赛男.基于 DEA 的湖南省土地集约利用评价[J].中国农学通报,2012(3):310-314.
- [17] 周伟,曹银贵,王静,等.基于 GIS 和 DEA 的三峡库区城镇建设用地的变化与效益评价[J].地理科学进展,2010(11):1420-1426.
- [18] 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(4):573-576.
- [19] 陈云.长沙市城市用地扩展及土地利用经济效益研究[D].长沙:湖南农业大学,2012.
- [20] 许建伟,许新宇,朱明侠,等.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[J].世界地理研究,2013(1):121-129.
- [21] 刘蕾.长三角城市用地经济效率评价[J].经济研究导刊,2011(8):16-17+23.
- [22] 刘东伟.四川省城市土地利用经济效率及影响因素研究[D].雅安:四川农业大学,2011.
- [23] 谢芒芒,赵敏娟.陕西省城镇土地效率评价[J].山东农业大学学报:自然科学版,2011(4):603-608.
- [24] 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.
- [25] 王金.开发区土地利用效率研究[D].武汉:华中师范大学,2012.
- [26] 康建宁.开发区土地利用经济效益评价研究[D].西安:长安大学,2010.
- [27] 刘亚锋,李团胜.西安市土地利用动态变化评价[J].国土资源科技管理,2007(6):39-43.
- [28] 严萍,杨晓玲,杨彬.西安市土地利用变化综合效益分析[J].安徽农业科学,2010(10):5206-5207,5247.
- [29] 王筱明,郑新奇.数据包络分析在城市土地利用评价中的应用[J].山东师范大学学报:自然科学版,2005(1):48-51.
- [30] 高翔,鱼腾飞,程慧波.城镇体系结构及与城市化的耦合机制——以西北陇海兰新经济带甘肃段为例[J].地理科学进展,2009(5):744-750.

(上接第 11531 页)

刚性的性质进行界定,采用专家打分法确定各个评价因子、因子类的权重,并通过建立评价参考因子打分表、评价数学模型和适宜性打分表,结合宾川县实例创造性提出应结合用地成本等对评价初步成果进行修正,使得评价结果的科学性、准确性和客观性都有了一定保证。

参考文献

- [1] 李德华.城市规划原理[M].北京:中国建筑工业出版社,2001.
- [2] 王海鹰,张新长,康停军.基于 GIS 的城市建设用地适宜性评价理论与应用[J].地理与地理信息科学,2009,25(1):14-17.
- [3] 葛丹东,华晨,王纪武,等.基于多维集成与适宜性视角的山坡地城镇建设用地评价模型[J].浙江大学学报:工学版,2009,43(2):380-385.
- [4] 孙华芬,赵俊三.基于 GIS 和 BP 神经网络技术的建设用地适宜性评价研究[J].国土资源信息化,2007(6):17-19.
- [5] 尹海伟,张琳琳,孔繁花,等.基于层次分析和移动窗口方法的济南市建设用地适宜性评价[J].资源科学,2013,35(3):530-535.
- [6] 王兰化,张蕊.层次分析-熵值定权法在城市建设用地适宜性评价中的应用[J].地质调查与研究,2011,34(4):305-311.
- [7] 孟繁宇,樊庆铎.层次分析-城市居住用地生态适宜性评价体系研究——以哈尔滨群力新区为例[J].哈尔滨工业大学学报:社会科学版,2011,13(4):88-91.
- [8] 于少康,袁芳.基于 GIS 的浮梁县建设用地适宜性评价[J].国土与自然资源研究,2011(6):22-23.
- [9] 陈前虎,黄杉,华晨.山地丘陵可持续开发的用地评价模型与应用——以浙江省开化县工业新城为例[J].浙江大学学报:工学版,2009,43(11):2101-2106.
- [10] 高洁纯,张军.宜丰县低丘缓坡地宜建性评价研究[J].江西农业学报,2013,25(2):129-131.
- [11] 郭富赞,宋晓玲,吕红艳.基于 GIS 的兰州市城市建设用地适宜性评价[J].地下水,2011,33(2):179-180.
- [12] 汤国安,杨昕.地理信息系统空间分析实验教程[M].北京:科学出版社,2008.
- [13] 郝从娜.农村建设用地复垦适宜性评价研究——以重庆市丰都县某镇为例[J].安徽农业科学,2013,41(18):7978-7980.
- [14] 冯晓利,何伟,蒋贵国,等.基于模糊综合评价法的双流县农用地适宜性评价[J].西南农业学报,2012(3):982-988.