

# 中国城市土地利用效率评价

吴得文<sup>1</sup>, 毛汉英<sup>2</sup>, 张小雷<sup>3</sup>, 黄金川<sup>2</sup>

(1. 国家发展改革委员会培训中心, 北京 100038; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;  
3. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

**摘要:**城市土地利用效率状况直接影响城市的社会经济发展和人居环境建设。基于数据包络法对全国655个城市土地投入产出效率和规模效率进行了分析, 结果发现: ① 目前中国城市土地投入产出效率普遍较低, 呈现出东部地区高、中西部低的空间分布格局; 存在规模等级递增效应, 但小城市表现出明显的特殊性。② 影响中国城市土地投入产出效率较低的因素较多, 其中, 第二、三产业从业人员投入过多尤为突出, 固定资产投资和建设用地也存在一定冗余, 环境产出效益相对不足。③ 中国大部分城市土地规模效率处于递增状态; 城市土地规模效率空间分布亦呈现出东部地区高、中西部低的格局, 且存在规模等级递减效应。对不同空间尺度和不同规模等级城市土地利用效率评价及其影响因子分析, 对各级政府制定城市发展政策具有重要的现实意义。

**关键词:**城市土地; 投入产出效率; 规模效率; 数据包络法; 中国

## 1 引言

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<sup>[1]</sup>。因而, 城市土地利用效率研究一直受到研究者的高度重视。

国外有关城市土地利用效率的理论研究, 早期主要是生态学派采用描述性的历史形态方法直观辨认城市土地利用类型的空间分布及演变, 归纳出轴向模式、同心圆模式、扇形模式及多核模式等一般性的城市土地利用模式<sup>[2-6]</sup>。与历史形态学派的描述和归纳方法不同, 经济区位理论以市场平衡理论为基础, 注重运用空间经济学理论和系统的数理分析方法来演绎和构建城市土地利用理论模型<sup>[4]</sup>, 推导出竞标地租随距城市中心的距离增加而减少、不同土地利用类型在空间上趋向于自然分离、城市土地利用强度由中心向外缘逐渐降低的城市土地利用3大特点<sup>[7]</sup>, 以及一个完全竞争性的土地市场不会形成一个高效的土地利用模式<sup>[8]</sup>和划定城市边界将会提高城市土地利用效率<sup>[9]</sup>等理论至今仍对城市土地的优化配置和提高利用效率具有重要的理论指导价值。另外, 强调对人的研究, 提倡把人的价值观、意识和能动性等非经济的社会动力因素纳入城市土地利用研究范畴的行为学派, 以及运用政治经济学理论和方法揭示城市土地利用的内在动力机制、解释城市土地利用空间模式的政治经济学派<sup>[10]</sup>等理论, 对理解城市土地利用的社会驱动力和提高城市土地利用效率的途径也作出了重要贡献。近年来, 对城市土地利用效率的研究主要集中在城市增长控制<sup>[11]</sup>, 城市土地利用的优化配置<sup>[12]</sup>、集约利用<sup>[13]</sup>及城市土地利用效率的评价方法和应用上<sup>[14-15]</sup>。国内学者在借鉴国外相关研究基础上, 对中国城市土地利用效率进行了广泛深入研究。研究内容主要包括城市土地利用效率的基本理论<sup>[16-18]</sup>, 城市土地利用效率评价指标体系、模型构建与应

收稿日期: 2010-07-09; 修订日期: 2011-04-14

基金项目: 国家科技支撑重大项目课题 (2006BAJ14B01); 中科院地理资源所三期创新领域前沿课题 [Foundation: National Key Technologies R & D Program of China 11th Five-Year Plan, No.2006BAJ14B01; The 3rd Knowledge Innovation Project of IGSNRR, CAS]

作者简介: 吴得文 (1972-), 男, 安徽安庆人, 博士, 主要从事城市与区域规划及土地经济学研究。

E-mail: fujiandewen@163.com

用<sup>[19-22]</sup>,以及提高城市土地利用效率的途径<sup>[17, 23-24]</sup>。其中,评价指标的选取逐渐由反映城市土地利用经济效益的单指标<sup>[25]</sup>向经济、社会和环境多指标方向发展<sup>[20, 26]</sup>;研究方法也日益多样化,主要包括协调度模型<sup>[27-28]</sup>、主成分分析法和加权法<sup>[23]</sup>、模糊综合评价法<sup>[19]</sup>、回归分析法<sup>[25]</sup>、数据包络法(DEA)<sup>[21, 29-32]</sup>及系统分析和层次分析法<sup>[33]</sup>;研究对象主要是单个城市<sup>[19, 34]</sup>、特大城市和省会城市<sup>[26, 29-30, 35]</sup>及地级以上城市<sup>[21-32]</sup>。

伴随着城市化的快速发展,中国城市建设用地迅速扩张,由1986年的6720 km<sup>2</sup>,迅速增至2008年的39140.5 km<sup>2</sup>,年均增长8.3%,高于城市人口增速的4.4%。城市建设用地的增加主要来自对周边优质耕地的占用<sup>[36-37]</sup>。1986-2008年建设占用耕地达393.9×10<sup>4</sup> hm<sup>2</sup>,占耕地流失的19.5%,仅次于生态退耕和农业结构调整。耕地的大量流失严重影响了中国的粮食安全<sup>[38-40]</sup>。相对于农业结构调整、生态退耕和灾毁产生的耕地流失而言,建设占用耕地却是耕地生产能力的永久丧失,也是可控的<sup>[17, 41]</sup>。2008年中国人均耕地面积0.09 hm<sup>2</sup>,仅为世界人均量的40%。严峻的土地资源形势,客观上要求提高中国城市土地利用效率,减少城市化对耕地的占用。这不仅对保障粮食安全产生积极影响,对国家安全也具有举足轻重的政治意义。因而,开展作为提高中国城市土地利用效率的基础性研究—城市土地利用效率评价具有重要意义。

城市土地利用效率是由包括众多自然、经济和社会因素构成的复杂系统共同作用的结果,对其评价理应选取由多个代表性指标构成的评价指标体系,选用合适的评价方法来判定。在众多的评价方法中,对评价指标权重的确定常带有一定的主观性,影响了评价结果的客观性<sup>[21]</sup>。数据包络分析法(DEA)采用最优化方法内生确定各投入要素的权重,避免了投入产出关系的具体表达和各指标权重确定所带来的主观性,适合城市这个复杂综合体的效率评价<sup>[42]</sup>,在地理学界得到广泛应用<sup>[20, 29-30]</sup>。但由于各种原因,采用科学方法对全国全部城市土地利用效率的研究尚未开展,影响了中国城市土地利用效率规律的揭示。基于上述原由,本文采用DEA对全国所有城市2008年的土地利用效率进行分析,进而揭示中国城市土地利用效率规律。

## 2 数据包络分析法、指标选择及数据来源

### 2.1 数据包络分析法

数据包络分析法(DEA)是管理科学、系统工程和决策分析等领域处理复杂问题常用的一种重要而有效的分析工具<sup>[43]</sup>,其主要特点为:①以相对效率评价为基础,运用多指标投入和多指标产出对同类型的部门或单位(称为决策单元)进行有效性评价;②从样本数据分析出样本集合中处于相对有效的样本个体作为最优参照系,内定权重,通过优化的权重显示指标调整的方向与调整量;③输入输出变量之间并不一定存在相对明确的显式关系,变量属性具有较大的随意性<sup>[32, 43]</sup>。DEA常用的主要有5种模型,即C<sup>2</sup>R、BC<sup>2</sup>、C<sup>2</sup>GS<sup>2</sup>、C<sup>2</sup>W及C<sup>2</sup>WH模型,适用范围各有不同,其中,C<sup>2</sup>R模型主要用于指标的有效性评价和贡献率测算<sup>[44]</sup>。本文主要是对中国城市土地利用效率进行评价,共选取4个输入指标和4个输出指标,以2008年的数据来做研究分析,因此选用C<sup>2</sup>R模型较为合适。

### 2.2 指标选取及数据来源

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。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及本研究的主要目标是对全国所有城市土地的投入产出进行评价,在指标选取上,将土地、资本和劳动力作为投入指标,分别对应于城市建设用地面积、固定资产投资和第二、三产业从业人员数;将经济效益和环境效益作为产出指标,分别对应于第二、三产业增加值(经济效益)、绿地面积和城市建设维护资金(环境效益)。环境效益是一个综合指标,由城市的空气、水、绿地等要素构成;同时,

宜居城市不仅要有良好的生态环境,还要有便利的生活条件。而这些条件是否具备与城市建设,尤其是城市建设维护资金的投入密切相关。一般而言,城市建设维护资金投入多,城市环境治理相对较好、生活条件也更加便利,因而,城市建设维护资金是反映城市环境状况的一个重要指标。为此,本文选用城市建设维护资金的投入作为环境效益产出指标。为保持各变量统计范围的相对一致性,产出指标中仅选择城市第二、三产业增加值作为城市经济效益指标,基本上与投入指标中的城市建设用地、非农从业人员和固定资产投资相对应。另外,从科学角度分析,城市土地效率评价指标的选取,还应考虑技术进步等因子及社会效益,但由于二者难以量化或指标数据获取困难,无法直接进入模型计算。

上述指标中,城市建设用地面积、绿地面积、城市建设维护资金数据均来自《中国城市建设统计年鉴》(2008);城市全社会固定资产投资、第二产业从业人员、第三产业从业人员、第二产业增加值和第三产业增加值数据均来自《中国城市统计年鉴》(2009),其中地级市数据为各城市辖区数据,县级市数据由于统计范围为市域,为保持统计口径的一致性,本研究以每个省区为单元,用40%样本县级市城区的全社会固定资产投资,第二、三产业从业人员,第二、三产业增加值数据校正该省区的县级市相关数据,其样本数据来自各样本县级市的统计局。数据处理主要通过编程借助 Matlab 完成。

### 3 中国城市土地投入产出效率

#### 3.1 城市土地投入产出效率总体概况

根据投入产出有效性系数计算,中国城市土地投入产出效率普遍较低(图1),投入产出有效性系数平均仅为0.524。若将全国城市土地投入产出有效性系数聚为5类,则大部分城市主要集中于0.350~0.629之间(占全国所有城市的58.63%)(表1),12.52%的城市属于0.630~0.839之间,7.63%的城市位于0.840~1.000之间,仅有5.34%的城市投入产出有效性系数为1。由此可见,中国城市土地投入产出效率整体不佳,调整土地投入产出结构,将是提高城市土地利用效率急待解决的问题。

同时,DEA模型分析表明,若保持产出不变,经投入要素数量及结构调整,全国城市可节约建设用地面积542.0 km<sup>2</sup>、固定资产投资3034.5×10<sup>8</sup>元、非农就业人口1090.7×10<sup>4</sup>人;若

表1 2008年中国城市土地投入产出效率聚类

Tab. 1 Clusters of input-output efficiency of urban land in China in 2008

$\theta_j^*$ 区间	城市个数	占城市总比重/%
0.140-0.349	139	21.22
0.350-0.469	221	33.74
0.470-0.629	163	24.89
0.630-0.839	82	12.52
0.840-1.000	50	7.63
合计	655	100.00

注:  $\theta_j^*$  为 DEA 模型中城市土地投入产出有效性系数,当  $\theta_j^* = 1$  且  $S^- = S^+ = 0$  ( $S^-$  和  $S^+$  为加入的松弛变量,其中,  $S^-$  为未利用资源变量,  $S^+$  为产出不足变量) 时,表示评价单元为 DEA 有效,即城市土地投入产出已达最优;当  $\theta_j^* = 1$  且  $S^- \neq S^+ \neq 0$  时,则该评价单元为 DEA 弱有效;当  $\theta_j^* < 1$  时,评价单元为 DEA 无效,  $\theta_j^*$  越接近 1,表明城市土地投入产出越接近有效。由于资料所限,表中数据未包括港澳台。

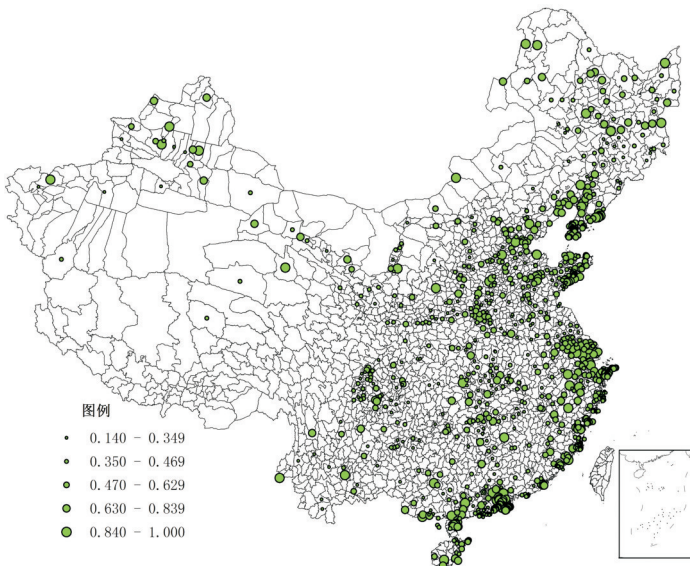


图1 2008年中国城市土地投入产出效率空间分布

Fig. 1 Distribution of input-output efficiency of urban land in China in 2008

表 2 2008 年中国不同等级城市投入产出分析  
Tab. 2 Input-output analysis of different tier cities in China in 2008

项目	超大、特大城市	大城市	中等城市	小城市	全国合计
投入产出有效性系数	39.5	42.6	95.3	165.7	343.1
产出不变, 城市建设用地面积 (km <sup>2</sup> )	39.9	267.9	117.7	116.5	542.0
可节约的要素 固定资产投资 (10 <sup>8</sup> 元)	1737.3	143.5	533.7	620.0	3034.5
第二产业从业人员 (10 <sup>4</sup> 人)	203.2	149.5	113.1	83.5	549.3
第三产业从业人员 (10 <sup>4</sup> 人)	425.5	35.0	35.1	45.8	541.4
投入不变, 城市维护建设资金 (10 <sup>4</sup> 元)	17991.5	529.0	327.1	130.4	18978.0
可增加的要素 公共绿地面积 (10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup> )	2216.2	22.1	15.0	3.3	2256.6
第二产业产值 (10 <sup>8</sup> 元)	19.8	45.4	89.5	160.9	315.7
第三产业产值 (10 <sup>8</sup> 元)	0	20.4	12.9	47.7	81.0

注: 由于资料所限, 表中数据未包括港澳台。

保持投入不变, 提高投入要素生产效率, 全国可增加城市公共绿地面积  $2256.6 \times 10^4 \text{ m}^2$ 、二三产业增加值  $396.7 \times 10^8$  元 (表 2)。可见, 中国城市土地利用效率提升空间巨大。

### 3.2 城市土地投入产出效率空间差异

中国城市土地投入产出效率空间分布呈现出东部高、中西部低的格局 (图 1)。2008 年东部地区城市土地投入产出有效性系数平均为 0.544, 中部地区为 0.452, 西部地区为 0.484 (表 3)。从城市土地投入产出有效性系数构成来看, 东中西 3 地带中土地投入产出有效性系数属于 0.700~1.000 之间的城市分别有 48 个、18 个和 29 个, 分别占该地带城市总数的 18.25%、7.93% 和 17.58%。从城市土地投入产出有效性系数主要集中分布区间来看, 东部 63.14% 的城市集中于 0.354~0.639 之

间, 中部 68.01% 的城市集中于 0.140~0.471 之间, 西部 59.02% 的城市集中于 0.175~0.451 之间。可见, 东部地区大部分城市土地利用效率较高, 中西部地区相对较低, 东部与中西部相差较大, 中西部相差较小且西部较中部高, 表明城市土地投入产出效率既与经济发展水平有关, 也受城市内部土地投入产出各要素配置的影响。

### 3.3 城市土地投入产出效率规模等级差异

中国城市土地投入产出效率存在明显的规模等级递增效应。2008 年中国人口大于 200 万的超大城市土地投入产出有效性系数为 0.556, 人口在 100 万~200 万的特大城市为 0.530, 大城市为 0.472, 中小城市分别为 0.438 和 0.549, 表明城市规模等级愈高, 土地投入产出效率愈高, 而小城市表现出明显的特殊性。这一规律在中国 3 大地带内也基本得到同样体现 (表 3)。同时, 表 3 也表明东部地区超大城市土地投入产出效率凸显, 中部地区整体上偏低; 西部地区超大城市土地投入产出效率极为不佳, 然而, 其特大城市土地投入产出效率较高, 在全国同级别城市中表现最优。因而, 从土地投入产出效率角度而言, 高等级城市优势较为明显, 是未来发展的重点; 同时, 西部地区超大城市 and 中部地区各级城市土地投入要素亟待优

表 3 2008 年中国三大经济地带不同等级城市土地投入产出效率差异

Tab. 3 Input-output efficiency discrepancy of land in different tier cities of three large regions of China in 2008

地区	城市等级	城市个数	$\theta_j^*$ (等级平均)	$\theta_j^*$ (地区平均)
东部地区	超大城市	18	0.653	0.544
	特大城市	20	0.542	
	大城市	43	0.527	
	中等城市	101	0.491	
	小城市	81	0.597	
中部地区	超大城市	9	0.483	0.452
	特大城市	6	0.445	
	大城市	34	0.427	
	中等城市	89	0.398	
	小城市	89	0.512	
西部地区	超大城市	6	0.376	0.484
	特大城市	5	0.581	
	大城市	16	0.417	
	中等城市	63	0.411	
	小城市	75	0.561	

注:  $\theta_j^*$  为城市土地投入产出有效性系数。由于资料所限, 表中数据未包括港澳台。

化调整,提高利用效率。

### 3.4 中国城市土地投入产出效率影响因子分析

#### 3.4.1 城市土地投入产出效率影响因子总体分析

造成全国城市土地投入产出效率较低的因素较多,从所选的指标分析中不难发现,众多城市的投入无效和产出不足是造成中国城市土地投入产出效率较低的主要原因。在投入方面,第二、三产业从业人员投入过多尤为突出,固定资产投资和建设用地也存在一定冗余,4者投入无效的城市分别占46.41%、34.72%、20.34%和14.62%;

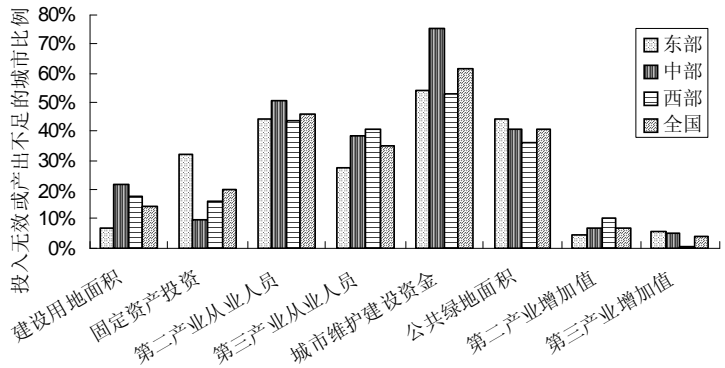


图2 2008年中国3大地带及全国投入无效和产出不足的城市比例

Fig. 2 Percentages of cities with input inefficiency and output deficiency in three large regions and nationwide in 2008

在产出方面,61.04%的城市在城市维护建设资金、41.25%的城市在公共绿地面积、6.71%的城市在第二产业增加值及4.21%的城市在第三产业增加值均产出不足(图2)。由此可见,加快产业结构调整,促进工业结构优化升级,大力发展第三产业,增加非农业产值,提高固定资产使用效率,适当控制建设用地规模,将是提高中国城市土地利用效率的重要途径;同时,增加城市维护建设资金和公共绿地面积,不仅有利于提升城市环境,也是构建和谐城市的内在要求。

#### 3.4.2 城市土地投入产出效率影响因子空间差异分析

在3大地带中,东部地区城市土地投入产出效率最高。在投入方面,土地和劳动力使用相对有效,建设用地、第三产业从业人员投入无效的城市分别占该地带城市总数的6.91%和27.41%,低于全国平均水平的7.71%和7.31%;在产出方面,城市维护建设资金和第二产业增加值也有一定的优势,二者产出不足的城市占整个地带的53.83%和4.45%,低于全国平均水平的7.21%和2.26%(图2)。

中部地区城市土地投入产出效率最低,主要是由于投入无效和产出不足的城市比率大多高于全国平均水平,仅有固定资产投资利用效率较高,其投入无效城市比率仅为9.72%,低于全国平均水平的10.62%(图2)。

相对中部而言,西部地区城市土地投入产出效率略显优势。其中,固定资产投资、城市维护建设资金、公共绿地面积等投入产出因子均在全国具有一定的优势,第三产业产出优势更为明显,其产出不足的城市比率仅为0.63%,低于全国平均水平的3.58%(图2)。

值得一提的是,东部地区城市固定资产投资利用效率较低,投入无效的城市占该地带的30.82%,是全国平均水平的1.52倍;第三产业产出不足的城市也明显偏高,达5.46%。西部地区城市除建设用地和第三产业从业人员利用效率较低外,第二产业产出也存在较大不足,有10.21%的城市第二产业产出不足,是全国平均水平的1.52倍。

由此可见,提高固定资产投资利用效率,积极培育新兴第三产业,增加经济产出,将是东部地区当前提高城市土地利用效率的战略重点。在保持现有优势的基础上,加快工业优化升级,促进产业集群化发展,提升工业经济效益;大力拓展传统服务业网点,增加新兴业态,促进服务业对城市化人口的吸纳,以及强化建设用地的高效利用,将是西部地区当前提高城市土地利用效率的战略重点;全面系统地优化生产要素配置,加大投入强度,将是改变中部地区城市土地利用效率较低现状的战略重点。

#### 3.4.3 城市土地投入产出效率影响因子规模等级分析

超大城市土地投入产出效率在不同等级城市中最高,与其城市建设用地利用高效,第二、三产业产出率高密不可分。所有超大城市的建设用地投入和第三产业产出均为有效,第二产业产出不足的城市也仅有2.92%,低

于全国平均水平的 3.79%。然而,超大城市土地投入产出效率仍未达理想值,主要是由于其固定资产投资、第二、三产业从业人员投入无效的城市比例明显偏高,分别是全国平均水平的 1.49 倍、1.18 倍和 2.18 倍(图 3)。其中,固定资产投资效率相对较低主要是由东部地区和中部地区超大城市投入无效所致,两者无效城市分别达 50.23%和 11.15%;第二、三产业从业人员投入无效率高是超大城市的共性(表 4)。

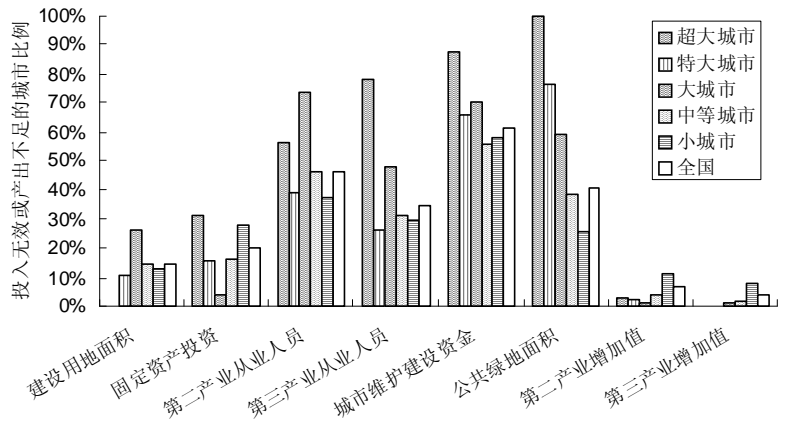


图 3 2008 年不同等级投入无效和产出不足的城市比例  
Fig. 3 Percentages of cities with input inefficiency and output deficiency in different tier cities in 2008

特大城市土地投入产出效率较高。4 个投入指标中无效城市比例均较全国平均水平低;产出指标中所有城市第三产业产出均为有效,第二产业产出不足的城市也仅为 3.22%,低于全国平均水平的 3.49%(图 3)。虽然特大城市投入产出的整体状况较好,但空间上也存在一定差异。中部地区特大城市的建设用地投入过多,有 50%的城市投入无效,是全国同等级城市平均水平的 3 倍多;西部地区特大城市固定资产投资和第二产业产出不足均表现不佳,两者无效城市分别达 40.00%和 20.00%,是全国同等级城市平均水平的 2.1 倍和 6.2 倍(表 4)。

表 4 2008 年三大地带不同等级城市投入无效和产出不足的城市比例 (%)  
Tab. 4 Percentages of cities with input inefficiency and output deficiency in different tier cities of three great regions in 2008 (%)

城市等级	地区	建设用地面积	固定资产投资	第二产业从业人员	第三产业从业人员	城市维护建设资金	公共绿地面积	第二产业产值	第三产业产值
超大城市	东部地区	0	50.23	44.44	66.67	88.89	100.00	0	0
	中部地区	0	11.15	55.56	77.78	66.66	100.00	11.11	0
	西部地区	0	0.00	83.34	100.00	100.00	100.00	0	0
	全国	0	30.38	54.62	75.77	84.85	100.00	2.92	0
特大城市	东部地区	5.00	15.00	45.00	30.00	60.00	72.00	0	0
	中部地区	50.00	16.67	66.67	50.00	80.00	80.00	0	0
	西部地区	0	40.00	40.00	20.00	66.67	100.00	20.00	0
	全国	12.91	19.36	48.38	32.26	65.79	76.32	3.22	0
大城市	东部地区	11.63	9.30	41.86	16.28	27.91	39.53	2.33	2.33
	中部地区	52.94	0	85.00	64.71	89.76	79.41	0	0
	西部地区	6.25	0	87.50	87.50	81.25	56.25	0	0
	全国	25.81	4.30	70.96	46.24	67.74	56.99	1.07	1.07
中等城市	东部地区	4.95	31.02	41.58	16.83	49.44	33.66	0.99	0.99
	中部地区	14.61	6.01	38.21	31.46	71.01	31.46	3.37	3.37
	西部地区	22.22	7.98	41.27	36.50	49.18	34.92	7.94	0
	全国	12.65	17.21	40.32	26.88	56.16	33.20	3.56	1.58
小城市	东部地区	8.64	50.62	49.39	37.03	32.87	32.52	12.34	16.06
	中部地区	16.86	17.98	42.70	31.46	51.82	20.14	12.35	8.99
	西部地区	18.67	26.67	34.67	32.00	24.51	19.65	14.66	1.34
	全国	14.69	31.43	42.45	33.47	37.20	23.76	13.06	8.98

相对而言,大城市土地利用的突出优势在固定资产投资利用和第二、三产业产出效率上,三者无效城市仅占该等级城市的4.30%、1.07%和1.07%,分别低于全国平均水平的16.04%、5.64%和3.14%(图3);但建设用地投入明显偏高,无效城市高达25.81%,主要是由中部地区和东部地区大城市建设用地投入偏高所推动。同时,大城市的第二、三产业从业人员也存在投入过多的不足(表4)。

可见,上述3类城市土地投入产出的经济效益相对较好,但都面临着环境效益不佳的现状。城市维护建设资金和公共绿地面积2项环境产出指标均低于全国平均水平,尤其是,所有超大城市和西部地区特大城市的公共绿地面积均产出不足(表4)。

中等城市土地投入产出效率除第二、三产业产出具有一定优势外,其它指标基本与全国平均水平相近(图3)。第二、三产业产出不足的城市仅为3.56%和1.58%,分别是全国平均水平的53.06%和37.53%。

小城市具有明显的环境产出优势,城市维护建设资金和公共绿地面积产出不足的城市仅占37.20%和23.76%,仅为全国平均水平的60.94%和57.60%(图3)。这也是小城市投入产出效率较高的主要原因。但小城市也存在着明显不足,其固定资产投资利用效率和第二、三产业产出效率均较低,三者无效城市分别是全国平均水平的1.55倍、1.95倍和2.13倍(图3)。相对而言,东部地区小城市的建设用地利用效率和第二产业产出存在一定优势,中部地区小城市的固定资产投资表现较好,西部地区小城市的第三产业产出优势显著(表4)。

由此可见,不同地区不同等级城市土地投入产出效率影响因子各异,采取有针对性的差异化政策将是提高中国城市土地利用效率的重要决策。如促进中部地区特大城市、东部和中部地区大城市、中西部地区中等城市及西部地区小城市的建设用地,东部地区超大城市、西部地区特大城市、东部地区中等城市及东部和西部小城市的固定资产投资,大城市、中西部超大城市及西部地区特大城市的第二产业从业人员,超大城市、中西部大城市和中等城市的第三产业从业人员,小城市、中部地区超大城市及西部地区特大城市和中等城市的第二产业产出,中部地区中等城市、东部和中部地区小城市的第三产业产出,以及超大城市、特大城市和大城市的环境效益产出等投入要素利用效率的提高和产出要素的增加,将会大大提升中国城市土地整体利用效率。

## 4 中国城市土地规模效率

### 4.1 中国城市土地规模效率总体概况

根据中国城市土地规模指数计算, $K > 1$ ,即城市土地利用规模效率递减的城市有153个,占城市总数的23.36%; $K = 1$ ,即规模效率不变的城市有39个,占5.95%; $K < 1$ ,即规模效率递增的城市有463个,占70.69%。其中, $K \in (0.700, 1.000)$ 的城市占城市总数的24.58%, $K \leq 0.700$ ,即规模效率递增空间较大的城市共占46.11%(表5)。上述表明,中国大部分城市土地规模效率处于递增状态。因而,有针对性地适度扩大城市规模,发挥城市规模聚集经济效应,提高城市土地利用效率,既有利于城市综合经济实力的提升,也有利于缓解中国当前人地关系紧张局面。

### 4.2 中国城市土地规模效率空间差异

中国城市土地规模效率也呈现出东部高、

表5 2008年中国城市土地规模效率  
Tab. 5 Scalable efficiency of urban land use  
in China in 2008

K 范围	城市个数	占城市总数比重 (%)
$> 1$	153	23.36
$= 1$	39	5.95
0.701-1.000	161	24.58
0.478-0.700	178	27.18
0.125-0.477	124	18.93

注:K为DEA模型中规模系数,当 $K = 1$ 时,表示该评价单元的规模效率不变,此时评价单元达到最大产出规模点;当 $K < 1$ 时,该评价单元的规模效率递增,且K值越小规模递增趋势越大;当 $K > 1$ 时,该评价单元的规模效率递减,且K值越大规模递减趋势越大。由于资料所限,表中数据未包括港澳台。

中西部低的空间分布格局。2008年东部地区城市土地规模指数平均为1.58,中部地区为0.87,西部地区为0.92。其中,东部地区有30.42%的城市处于规模效率递减,35.36%的城市规模效率递增空间较大;中西部地区规模效率递减的城市较少,分别仅有18.50%和14.54%,而规模效率递增空间较大的城市均占一半以上(表6)。由此可见,有针对性地适当控制东部地区城市( $K > 1$ )规模,适度扩大中西部地区城市( $K < 1$ )规模等差别化的城市化发展战略,将是当前和未来一段时间我国提高城市土地利用效率的必然选择。

4.3 中国城市土地规模效率规模等级差异

不同等级城市表现出不同的土地规模效率规律。超大城市土地规模系数平均为8.116,其中97.01%的城市处于规模效率递减;特大城市土地规模系数平均为1.735,其中73.81%的城市处于规模效率递减;大城市土地规模效率系数平均为1.109,其中45.82%的城市规模效率呈递增状态;中小城市土地规模效率基本处于递增态势(模系数分别为0.724和0.623),二者处于规模效率递增的城市分别占82.23%和86.97%(图4)。可见,中国城市土地规模效率随城市规模等级增加而递减。从规模效率角度分析,有针对性地严格控制超特大城市、适当控制部分大城市(即 $K > 1$ 的大城市)及合理扩大中小城市规模的城市发展方针,既有利于城市土地利用效率的提高,也有利于城市等级结构的合理化。

表6 2008年中国不同地区城市规模效率差异  
Tab. 6 Scalable efficiency discrepancies of urban land use in three large regions of China in 2008

地区	K 范围	占该地区城市总数比 (%)	K 平均值
东部地区	$> 1$	30.42	1.58
	$= 1$	6.84	
	0.700-1.000	27.38	
	0.000-0.700	35.36	
中部地区	$> 1$	18.50	0.87
	$= 1$	1.76	
	0.700-1.000	26.87	
	0.000-0.700	53.30	
西部地区	$> 1$	14.54	0.92
	$= 1$	7.87	
	0.700-1.000	21.82	
	0.000-0.700	55.76	

注: K 为规模系数。

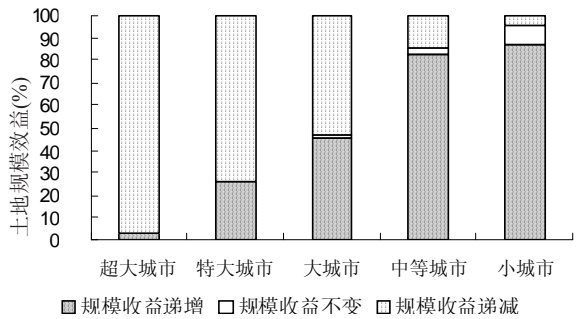


图4 2008年我国不同等级城市内部规模效率差异构成  
Fig. 4 Scale efficiency discrepancies inside tier cities of China with the same size in 2008

5 结论与讨论

5.1 结论

选用上述4个投入指标和4个产出指标,运用DEA模型,对中国城市土地利用效率进行分析,发现:

(1) 目前中国城市土地投入产出效率普遍较低,提升空间巨大;空间分布呈现出东部地区高、中西部低的格局;存在规模等级递增效应,在中高等级城市中,城市规模等级愈高,其投入产出效率愈高,而小城市却表现出明显的特殊性。

(2) 导致中国城市土地投入产出效率较低的因子较多,第二、三产业从业人员投入过多尤为突出,固定资产投资和建设用地也存在一定冗余,环境产出效益相对不足,尤其是超大城市、特大城市和大城市更为明显。

(3) 中国大部分城市土地规模效率处于递增状态;中小城市基本处于规模效率递增,大城市中过半城市处于规模效率递减,超大城市普遍为规模效率递减;城市土地规模效率空间分布也呈现出东部地区高、中西部低的格局。



## 5.2 讨论

中国人地关系矛盾现状表明提高城市土地利用效率具有重要和极为深远的意义<sup>[45]</sup>。根据上述研究,由于存在明显的环境产出优势,小城市土地投入产出综合效率较高。但小城市的固定资产投资和第二、三产业产出等城市土地投入产出效率较低,且人口容纳能力也存在较大不足。2008年中国超特大城市地均人口为1.28万人/km<sup>2</sup>,是小城市的1.70倍。在中国经济发展的基本要素中,资本和土地最为紧缺,唯一丰裕的是劳动力资源<sup>[46]</sup>。基于此,大力发展小城市以提高中国城市土地利用效率的战略思路缺乏充分依据。相对而言,大城市(包括超特大城市)土地投入产出效率较高,对提高中国城市土地利用效率具有重要贡献。但大城市(包括超特大城市)也存在规模递减效应的不足。因而,严格控制大城市,尤其是超特大城市的规模,加速内涵式发展,充分发挥辐射带动作用,促进中小城市的产业结构升级,将有利于中国城市生产要素的合理配置和土地利用效率的整体提升。同时,由于中国地域辽阔,各城市发展的条件和背景各异,影响城市土地利用效率的因素也有所差异,根据上述研究,有针对性地采取相应的政策措施将是提高中国城市土地利用效率的科学决策方法。

另外,本文在对全国655个城市投入产出进行DEA分析时,将每一样本都看作同一化,未考虑城市主要职能和建设用地结构等因素对城市土地利用效率的影响。显然,考虑这些因素,并提高县级市城区社会经济数据的样本覆盖率,对中国城市土地利用效率的评价将会更加科学,也是本文将深入研究的重要内容。

## 参考文献 (References)

- [1] Liu Yansui, Deng Xusheng, Gan Hong. The state and optimization countermeasures of urban land -use in China. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2005, 27(3): 1-4. [刘彦随, 邓旭升, 甘红. 我国城市土地利用态势及优化对策. 重庆建筑大学学报, 2005, 27(3): 1-4.]
- [2] Chapin F S, Kaiser E J. Urban Land Use Planning. 3rd ed. University of Illinois Press, 1967.
- [3] Bardo J W, Hartman J J. Urban Sociology: A Systematic Introduction. Peacock, 1982.
- [4] Xu Xueqiang, Zhou Yixing, Ning Yuemin. Urban Geography. Beijing: Higher Education Press, 1997. [许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学. 北京: 高等教育出版社, 1997.]
- [5] Liu Shenghe, Wu Chuanjun, Chen Tian. A critical review on the progress of urban land use theories in the West. Geographical Research, 2001, 20(1): 111-119. [刘盛和, 吴传钧, 陈田. 评析西方城市土地利用的理论研究. 地理研究, 2001, 20(1): 111-119.]
- [6] Liu Shenghe. Spatial patterns and dynamic mechanisms of urban land use growth. Progress in Geography, 2002, 21(1): 43-50. [刘盛和. 城市土地利用扩展的空间模式与动力机制. 地理科学进展, 2002, 21(1): 43-50.]
- [7] Denise Dipsquale, William C Wheaton. Urban Economics and Real Estate Markets. Prentice Hall, 1995.
- [8] Koopmans T C, Beckmann M J. Assignment problems and the location of economic activities. Econometrica, 1957, 25(1): 53-76.
- [9] Man Cho. Congestion effects of spatial growth restrictions: A model and empirical analysis. Real Estate Economics, 1997, 25(3): 409-438.
- [10] Liu Shenghe, Zhou Jianmin. Theories and method of urban land use in the West. Urban Planning Overseas, 2001, 1: 17-19. [刘盛和, 周建民. 西方城市土地利用研究的理论与方法. 国外城市规划, 2001, (1): 17-19.]
- [11] Yeh A G O, Wu Fulong. The new land development process and urban development in Chinese cities. International Journal of Urban and Regional Studies, 1996, 20(2): 330-353.
- [12] Oscar Fisch. Optimal allocation of land to transportation in a non-optimal urban structure. Regional Science and Urban Economics, 1982, 12(2): 235-246.
- [13] Sui D Z. GIS-based urban modeling: Practices, problems and prospects. International Journal of Geographical Information Science, 1998, 12(7): 651-671.
- [14] Chafer M, Wright G L. An analysis of land capability assessment using remotely sensed data//The Australian Remote Sensing Conference Proceedings, 1994.
- [15] Abdullah Mah. Urban planning and monitoring changes using ER Mapper. The 21st Asian Conference on Remote Sensing, Taipei, December 4-8, 2000.
- [16] Wu Jin. Urban Morphology in China: Structure, Characteristic and Evolution. Nanjing: Jiangsu Science and Technology

- Press, 1990. [武进. 中国城市形态: 结构、特征及其演变. 南京: 江苏科技出版社, 1990.]
- [17] Chen Rong. The theory of urban land consolidation. *Urban Planning Forum*, 1995, (4): 28-33. [陈荣. 城市土地利用效率论. 城市规划汇刊, 1995, (4): 28-33.]
- [18] Liu Yansui. The correlation analysis for urban land-use location and land profit. *Journal of Shanxi Normal University: Natural Science Edition*, 1995, 23(1): 95-100. [刘彦随. 城市土地区位与土地收益相关分析. 陕西师大学报: 自然科学版, 1995, 23(1): 95-100.]
- [19] Dong Liming, Feng Changchun. A preliminary study on theory and methodology of economic evaluation of urban land. *Acta Geographica Sinica*, 1989, 44(3): 323-333. [董黎明, 冯长春. 城市土地综合评价的理论方法初探. 地理学报, 1989, 44(3): 323-333.]
- [20] Chen Zhihui, Zhu Jiashan. Urban land use and assessment. *Urban Problems*, 2002, (6): 62-63, 24. [陈志辉, 祝甲山. 浅议城市土地利用及其评价. 城市问题, 2002, (6): 62-63, 24.]
- [21] Li Xun, Xu Xianxiang, Chen Haohui. Temporal and spatial changes of urban efficiency in the 1990s. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 615-625. [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. 地理学报, 2005, 60(4): 615-625.]
- [22] Fang Xianzhi, He Jishan. A research on the assessment for constructed land: Hunan as an example. *Systems Engineering*, 2005, 23(9): 74-79. [方先知, 何继善. 建设用地评价体系研究: 以湖南为例. 系统工程, 2005, 23(9): 74-79.]
- [23] Shi Chengqiu. The consideration about problems of urban land use in China. *City Planning Review*, 2000, 24(2): 11-15. [石成球. 关于我国城市土地利用问题的思考. 城市规划, 2000, 24(2): 11-15.]
- [24] Cai Jie, Sun Yu. Suggestions of improving urban land usage efficiency in China. *Journal of Tianjin University of Commerce*, 2001, 21(4): 7-9, 21. [蔡捷, 孙钰. 中国城市土地利用效率提高的若干建议. 天津商学院学报, 2001, 21(4): 7-9, 21.]
- [25] Liu Chenggang, Gao Guiping, Zhuang Jun, Analysis of urban economic development and land-use efficiency in Shandong Province. *China Economist*, 2005, (8): 257-259. [刘成刚, 高桂平, 庄军. 山东省城市经济发展和土地利用效率的实证分析. 经济师, 2005, (8): 257-259.]
- [26] Wang Yuqing, Song Ge. The benefits evaluation method and application of urban land use. *Scientia Geographica Sinica*, 2006, 26(6): 743-748. [王雨晴, 宋戈. 城市土地利用综合效益评价与案例研究. 地理科学, 2006, 26(6): 743-748.]
- [27] Luo Ganghui, Wu Cifang. Comparative study on urban land use efficiency. *Economic Geography*, 2003, 23(5): 367-392. [罗罡辉, 吴次芳. 城市用地效益的比较研究. 经济地理, 2003, 23(5): 367-392.]
- [28] Li Zhibin. A method on assessment of urban land use efficiency. *City Planning Review*, 2000, (8): 62-62. [李植斌. 一种城市土地利用效益综合评价方法. 城市规划, 2000, (8): 62-62.]
- [29] Yang Kaizhong, Xie Xie. The analysis about DEA-efficiency of China cities' input-output. *Geography and Territorial Research*, 2002, (3): 45-47. [杨开忠, 谢燮. 中国城市投入产出有效性的数据包络分析. 地理学与国土研究, 2002, (3): 45-47.]
- [30] Zheng Xinqi, Wang Xiaoming. DEA analysis for the efficiency of land use structure in cities and towns. *China Land Science*, 2004, 18(2): 34-39. [郑新奇, 王筱明. 城镇土地利用结构效率的数据包络分析. 中国土地科学, 2004, 18(2): 34-39.]
- [31] Wang Xiaoming, Yan Hongwen. DEA method for evaluating the efficiency of the urban land utilization. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science*, 2005, 36(4): 573-576. [王筱明, 闫弘文. 城市土地利用效率的DEA评价. 山东农业大学学报: 自然科学版, 2005, 36(4): 573-576.]
- [32] Song Jitao, Song Jiqiang, Song Dunjiang. Discriminated analysis for the efficiency of urban land use structure. *China Land Science*, 2006, 20(6): 9-15. [宋吉涛, 宋吉强, 宋敦江. 城市土地利用结构相对效率的判别性分析. 中国土地科学, 2006, 20(6): 9-15.]
- [33] Huang Yilong, Wang Yanglin, Bu Xinguo et al. Assessment of the land use benefits in a city scale: A case study of Shenzhen. *Tropical Geography*, 2006, 26(5): 145-150. [黄奕龙, 王仰麟, 卜心国等. 城市土地利用综合效益评价: 城际比较. 热带地理, 2006, 26(5): 145-150.]
- [34] Wang Qunfang, Li Zhibin. A study of structure and efficiency of urban land use in Hangzhou City. *Scientific and Technological Management of Land and Resources*, 2005, 22(4): 4-9. [汪群芳, 李植斌. 杭州市土地利用结构与效率研究. 国土资源科技管理, 2005, 22(4): 4-9.]
- [35] Yang Yiming. A preliminary study on the regional expansion and the land-use utility of the metropolis in China. *Human Geography*, 2001, 16(2): 53-56. [杨益明. 我国特大城市地域扩展与用地效益的初步研究. 人文地理, 2001, 16(2): 53-56.]
- [36] Tian Guangjin, Liu Jiyuan, Zhuang Dafang et al. The temporal-spatial characteristics of urban land in china in 1990s by remote sensing and GIS. *Quaternary Sciences*, 2003, 23(4): 421-427. [田光进, 刘纪远, 庄大方等. 基于遥感与GIS的20世纪90年代中国城镇用地时空特征. 第四纪研究, 2003, 23(4): 421-427.]

- [37] Liu Jiyuan, Zhuang Dafang, Zhang Zengxiang et al. Study on spatial pattern of land-use change in China during 1995-2000. *Science in China: Series D*, 2003, 46(4): 373-384.
- [38] Brown L. *Who Will Feed China: Wake Up Call for a Small Planet*. New York: W.W. Norton and Company, 1995.
- [39] Chen Baiming. On the comprehensive productive capacity and food security of future agricultural resources in China. *Geographical Research*, 2002, 21(3): 294-303. [陈百明. 未来中国的农业资源综合生产能力与食物保障. *地理研究*, 2002, 21(3): 294-303.]
- [40] Feng Zhiming. Future food security and arable land guarantee for population development in China. *Population Research*, 2007, 31(2): 15-29. [封志明. 中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障. *人口研究*, 2007, 31(2): 15-29.]
- [41] Qihao Weng, Hua Liu, Dengsheng Lu. Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States. *Urban Ecosyst.*, 2007, 10: 203-219
- [42] Charnes Abraham, William Wager Cooper, Susan X Li. Using data envelopment analysis to evaluate efficiency in the economic performance of Chinese cities. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1989, 23: 325-344.
- [43] Wei Quanling. *Data Envelop Analysis*. Beijing: Science Press, 2004. [魏权龄. *数据包络分析*. 北京: 科学出版社, 2004.]
- [44] Yu Miao. *Data, Model and Decision-making*. Beijing: China Machine Press, 2002: 196-198. [于淼. *数据、模型与决策*. 北京: 机械工业出版社, 2002: 196-198.]
- [45] Mao Hanying. *Regional Development and Planning: Theory, Method and Practice*. Beijing: The Commercial Press, 2008. [毛汉英. *区域发展与区域规划: 理论·方法·实践*. 北京: 商务印书馆, 2008.]
- [46] Yu Yanshan. Research on fairly city: Size and its efficiency of scale in China's cities & towns. *Economic Geography*, 2000, 20(2): 84-89. [俞燕山. 我国城镇的合理规模及其效率研究. *经济地理*, 2000, 20(2): 84-89.]

## Assessment of Urban Land Use Efficiency in China

WU Dewen<sup>1</sup>, MAO Hanying<sup>2</sup>, ZHANG Xiaolei<sup>3</sup>, HUANG Jinchuan<sup>2</sup>

(1. *Training Center of National Development and Reform Commission, Beijing 100038, China;*

2. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;*

3. *Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China)*

**Abstract:** Urban land use efficiency has direct influence on socio-economic development and construction of residential conditions in cities. Based on data envelopment analysis of the input-output and scalable efficiency of land use in 658 cities across China, some results are obtained as follows. First, the input-output efficiency of urban land use in China is low by large and ascends by the level of city scales, high in Eastern China and low in Central and Western China. The input-output efficiency of urban land use, however, is abnormally high in small cities. Second, there are a variety of factors contributing to low input-output efficiency of urban land use in China, ranging from redundant personnel investment in the secondary and tertiary industries, excessive fixed asset investment and construction land, to deficiency of environmental output which are more dramatic in different big cities by tiers. Third, the scale efficiency of land use in most of the cities in China is rising. The scale efficiency of urban land use is high in Eastern China and low in Central and Western China, descending by the level of city scales. It is of great significance to evaluate and analyze the factors contributing to different land use efficiency nationwide, three large regions and different tier cities, which will provide realistic ground for governments at all levels to stipulate urban development policies.

**Key words:** urban land use; input-output efficiency; scalable efficiency; data envelopment analysis; China