

中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素

王良健, 李 辉, 石 川

(湖南大学经济与贸易学院, 长沙 401079)

摘要: 基于C-D函数剔除城市经济非期望产出构建随机生产函数模型,以地均投入产出技术效率表征城市土地利用效率,采用2003-2012年282个地级以上市面板数据测算了中国城市土地利用效率,并建立空间滞后计量模型分析了城市土地利用效率的溢出效应与影响因素的区域差异。结果表明:①中国城市土地利用效率有所提升,且存在明显的空间特征与区域差异。空间特征显示,效率较高的城市主要集中在珠三角、湖南、湖北、河南南部、安徽东部、山东与江苏交界处。区域差异显示,中部地区城市土地利用效率最高而东北地区最低,西北地区城市土地利用效率增速最快而西南地区较低且增速最慢;②中国城市土地利用效率存在显著为正的溢出效应,其中在中部、东北、西北地区较高,而在西南地区最低;③影响因素在各区域对城市土地利用效率的作用存在明显差异,有必要采取具有区域针对性的措施提升城市土地利用效率。

关键词: 城市土地利用效率;溢出效应;随机前沿生产函数;空间滞后模型;中国

DOI: 10.11821/dlxb201511008

1 引言

1978年以来中国经济迅速增长推动城市建设用地规模快速扩张^[1-2],使得大量农地非农化。为了保障中国粮食安全与生态安全,中国出台了最严格的耕地保护政策,并积极推进土地节约集约利用,在一定程度上控制了中国城市建设用地粗放式扩张。随着城市建设用地资源日益趋紧,土地资源对城市经济增长的约束已经逐步显现,尤其城镇密集的东部沿海地区由于土地资源趋紧已经显著阻碍了城市经济增长^[3]。因此,提升城市建设用地效率成为解决城市经济增长与土地资源紧缺矛盾的关键。

城市土地利用效率研究中,部分学者以单位城市用地产出衡量城市土地利用效率^[4-6]。而多数学者则更认可土地利用效率是包含土地要素在内的投入产出效率,并采用数据包络分析法测算了中国城市土地利用效率^[7-11]。同时,考虑到城市土地利用存在包括污染在内的非期望产出,因此剔除非期望产出之后能够更准确的测算城市土地利用效率^[10]。但是,投入指标中包含土地的投入产出效率实质上是全要素生产率,并不能确切的反映土地利用效率,而地均投入产出效率更能准确反映土地利用效率^[12-13],并且数据包络分析法测算相对效率对投入指标选择缺乏严谨的检验,由于投入产出指标的选择不同容易导致测算结果偏差较大。随机前沿生产函数能够检验投入指标的显著性,更有利于严谨的选

收稿日期: 2015-01-27; 修订日期: 2015-05-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(41371184); 湖南省国土资源厅软科学研究计划项目(2014-15) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41371184; Soft Science Research Program of Hunan Province's Land and Resources Department, No.2014-15]

作者简介: 王良健(1964-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事区域经济与土地经济研究工作。

E-mail: wangliangjian1234@126.com

择投入指标。因此, 本文将从单位土地面积投入产出效率角度考察土地利用效率, 并构建随机前沿生产函数模型对其进行测算。另外, 已有研究集中在测算城市土地利用效率, 而对于土地利用效率的影响因素只有少数研究涉及^[4, 11], 且研究中忽略了土地利用效率可能存在空间溢出效应。所以, 本文将建立面板数据空间计量模型, 探讨城市土地利用效率的溢出效应与影响因素的区域差异。

2 研究方法 with 数据

本文借鉴已有研究, 认为土地利用效率是包含土地、资本、劳动力等要素的投入产出效率^[7-11]。为了避免由于投入产出指标选取差异带来的估计结果偏差, 本文参考叶浩、王良健等采用随机前沿生产函数模型估计耕地利用效率的方法^[12-13], 建立估计城市建设用地利用效率的随机前沿生产函数模型。这样, 一方面由于生产函数中常数项的存在, 能够减小遗漏某些投入指标带来的估计偏差; 另一方面, 在资本、劳动力、土地要素规模报酬不变的假设下, 能够从单位城市建设用地面积投入产出效率的角度考察城市土地利用效率。

2.1 城市土地利用效率的随机前沿生产函数模型

Aigner等建立了随机前沿生产函数模型^[14], Battes等则进一步对随机前沿生产函数模型的面板数据估计进行了研究^[15]。本文借鉴 Battese 等的面板数据随机前沿函数模型建立城市土地利用效率随机前沿生产函数模型如下^[15]:

$$Y_{it} - P_{it} = AK_{it}^{\alpha} N_{it}^{\beta} L_{it}^{\gamma} e^{V_{it} - U_{it}} \quad (1)$$

式中: Y 表示城市经济产出 (10⁴元); P 表示非期望产出 (10⁴元); A 为常数项; K 为资本存量 (10⁴元); N 为劳动力 (10⁴人); L 为城市建设用地面积 (km²); V_{it} 为随机扰动项, 服从均值为 0, 方差为 δ_V^2 的正态分布; U_{it} 为技术无效率项, $U_{it} = U_i \exp(-\eta(t-T))$, 而 U_i 服从均值为 μ 、方差为 δ_U^2 的单侧非负正态分布; η 为待估参数; t 为时期; T 为总时期; α 、 β 、 γ 分别为资本、劳动力、土地的产出弹性系数; i 、 t 分别表示地区与时期。再令 $\gamma = \delta_U^2 / (\delta_V^2 + \delta_U^2)$, 可知 $0 < \gamma < 1$, 当 γ 较大且显著时, 认为技术无效率项的引入是必要的。

再假定资本、劳动力、土地三要素的规模报酬不变, 则有 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ 。然后在式 1 两边同时除以 L , 最后得到单位城市建设用地面积下的随机前沿生产函数模型:

$$y_{it} - p_{it} = Ak_{it}^{\alpha} n_{it}^{\beta} e^{V_{it} - U_{it}} \quad (2)$$

式中: y 为单位城市建设用地经济产出 (10⁴元/km²); p 为单位城市建设用地非期望产出 (10⁴元/km²); k 为单位城市建设用地面积资本存量 (10⁴元/km²); n 为单位城市建设用地面积劳动力 (10⁴人/km²)。

最后, 两边取对数, 得到随机前沿生产函数双对数面板模型:

$$\ln(y_{it} - p_{it}) = \ln A + \alpha \ln k_{it} + \beta \ln n_{it} - U_{it} + V_{it} \quad (3)$$

通过式 3, 可以采用计量经济学方法估计扣除非期望产出后单位城市建设用地下的投入产出效率, 并以此作为土地利用效率, 其中土地利用效率为^[12]:

$$TE_{it} = \exp(-U_{it}) \quad (4)$$

2.2 建设用地负外部性测算方法

建设用地投入到经济活动中将带来以工业污染为主的非期望产出。因此, 本文主要以工业污染排放测算建设用地的非期望产出, 并通过工业污染治理投资及污染治理率等

相关指标将建设用地负外部性价值货币化,测算方法如下:

$$p_{it} = \left(\frac{D_{it}}{d_{it}} + \frac{S_{it}}{s_{it}} + \frac{G_{it}}{g_{it}} \right) / L_{it} \quad (5)$$

式中: p 为单位面积城市建设用地非期望产出 (10^4 元/ km^2); D 、 S 、 G 分别为工业废气、工业废水、工业固体废物的污染治理投资额 (10^4 元); d 、 s 、 g 分别为工业废水排放达标率、工业废气环保处理率、工业固体废物环保处理率; L 为城市建设用地面积 (km^2); i 、 t 分别为城市和时期。工业废气环保处理率用工业粉尘去除率和工业烟尘去除率的均值,其中工业粉尘去除率为工业粉尘去除量占工业粉尘去除量与工业粉尘排放量之和的比,工业烟尘去除率为工业烟尘去除量占工业烟尘去除量与工业烟尘排放量之和的比;工业固体废物环保处理率用工业固体废物利用量与处置量之和除以工业固体废物产生量。

2.3 城市土地利用效率影响因素研究方法

城市土地利用效率影响因素复杂,已有的研究表明受教育水平^[4]、城市人口密度^[4, 11]、财政支出^[4, 11]、土地出让方式^[16]等对城市土地利用效率有影响。本文定义的土地利用效率为单位建设用地的投入产出效率,这意味着城市经济技术效率的影响因素也会影响到土地利用效率。已有学者的研究表明外商直接投资^[17-19]、交通基础设施^[20-21]、信息化^[22]等对技术效率有影响。

因此,本文选取的城市土地利用效率影响因素指标体系包括:① 人口密度:已有研究表明人口密度对城市土地利用效率的影响在不同区域和不同城市规模中存在差异^[4, 11]。造成研究结果不同的原因可能是由于当人口密度较小时,人口密度提高可能提升城市规模经济和需求水平从而提高城市土地利用效率,而当人口密度过高时,人口密度增大会增加城市的拥堵成本等给城市经济带来负面影响,从而降低了城市土地利用效率。因此,将检验人口密度对城市土地利用效率是否存在“倒U型”影响;② 人力资本:由于城市一级数据缺乏准确衡量城市人力资本的指标,选取城市每万人大学生数侧面反应人力资本。需要指出的是,当城市大学生能够较好的就地转化人力资本时,可能对该城市土地利用效率有正影响。否则,可能会对城市土地利用效率产生负影响;③ 交通基础设施:选取了城市人均道路面积、每万人拥有公共车辆数、货运总量综合考察交通基础设施对城市土地利用效率的影响;④ 信息化水平:选择每万人移动电话户数和每万人互联网户数反映城市信息化水平;⑤ 公共服务设施:用每万人医院床位数衡量城市公共服务水平。公共服务水平一方面可能提高城市土地利用效率,另一方面如果公共服务设施相对集中在大城市,会导致周边中小城市人口流动至大城市共享公共服务而增加大城市的拥堵成本、建设用地面积等而导致降低土地利用效率;⑥ 外商直接投资:以劳均外商直接投资额表示外商直接投资水平;⑦ 财政支出:采用人均政府财政支出水平考察政府财政支出对城市土地利用效率的影响;⑧ 金融规模:用人均年末存款余额和人均年末贷款余额同时考察金融规模对城市土地利用效率的影响;⑨ 土地出让市场化程度:以土地出让中招拍挂面积占比衡量土地出让市场化程度;⑩ 城市建设用地类型:主要采用居住用地、公共设施用地、工业用地、仓储用地、对外交通用地、道路广场用地、市政公用设施用地占城市建设用地面积比例来考察上述类型建设用地对城市土地利用效率的影响。

2.4 城市土地利用效率空间溢出效应研究方法

经济增长的空间溢出效应是指一些区域的经济增长对其它区域经济增长的影响^[23-24]。借鉴该定义,本文所界定的城市土地利用效率空间溢出效应是指一些城市的土地利用效

率对其它城市土地利用效率的影响。这种影响主要来自城市土地高效利用的示范效应。此外，土地利用效率高的城市通过技术扩散以及产业转移等途径带动周边城市土地利用效率提升。本文将引入城市土地利用效率的空间滞后变量构建空间滞后模型检验城市土地利用效率的空间溢出效应。考虑到本文的土地利用效率是采用随机前沿生产函数的技术效率进行测度，而技术效率在空间上存在扩散效应，且这种扩散效应会随着距离而减小^[20, 25]。因此，采用地理距离设定空间权重矩阵，与城市土地利用效率矩阵相乘得到土地利用效率的空间滞后变量。土地利用效率空间滞后变量的构建方法借鉴柯善咨的研究^[26]：以球面距离作为两市的地理距离 $d_{ij} = R \times \arccos(\cos(\alpha_i - \alpha_j) \cos \beta_i \cos \beta_j + \sin \beta_i \sin \beta_j)$ ， R 其中为地球赤道半径，取 6378 km； α_i 、 α_j 、 β_i 、 β_j 分别为 i 、 j 两市政府的经度与纬度；然后，设定空间权重矩阵元素 w_{ij} 取值，其中两市之间距离 500 km 以内为地理距离平方的倒数，500 km 以外则取 0；本市与本市的空间权重元素取值为 0。以空间权重矩阵乘以土地利用效率矩阵得到空间滞后变量矩阵： $W \times TE = WTE$ 。

因此，构建中国城市土地利用效率的溢出效应与影响因素空间滞后模型为：

$$\ln TE_{it} = \lambda_0 + \rho \ln WTE_{it} + \phi_1 \ln pop_{it}^2 + \phi_2 \ln pop_{it} + \sum_{m=1}^{19} \lambda_m \ln x_{m,it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中： WTE 为城市土地利用效率的空间滞后变量； ρ 为检验 500 km 以内的其它城市土地利用效率对该城市土地利用效率的溢出效应； pop 为城市人口密度（人/km²），采用每 km² 建成区年末人口； x_1 至 x_{12} 分别为每万人高等学校在校人数、人均道路面积（km²/人）、每万人拥有公共车辆数、货运总量（10⁴t）、每万人移动电话户数、每万人互联网户数、每万人医院床位数、人均外资（元/人）、人均财政支出（元/人）、人均年末存款余额（元/人）、人均年末贷款余额（元/人）、招拍挂土地出让面积占土地出让总面积的比例； x_{13} 至 x_{19} 分别表示居住用地、公共设施用地、工业用地、仓储用地、对外交通用地、道路广场用地、市政公用设施用地占城市建设用地面积的比例； ρ 、 λ 、 ϕ 均为待估系数； ε 为残差。

2.5 研究数据

为分析中国城市土地利用效率的时空变化规律及其影响因素的区域差异，选择了 2003-2012 年 282 个地级以上城市为样本，行政区划以 2012 年为准。由于数据缺失较为严重，本文样本不包括删三沙、拉萨、同仁、毕节、普洱、陇南、中卫市。除了货运总量以全市数据测度以外，其他变量均以市辖区数据测度。土地出让面积数据来源于各年《中国国土资源年鉴》；各类型城市建设用地面积数据来自各年《中国城市建设统计年鉴》；2003-2010 工业污染排放及治理相关数据来源于各年《中国统计年鉴》。由于工业污染及治理投资无法搜集到地市一级数据，本文采用各省的单位建设用地面积非期望产出作为其省域内城市的非期望产出。2011-2012 年的年鉴中未统计本文所需的工业污染排放指标，本文采用平均增长率方法补齐相关数据；2003-2009 年各城市资本存量数据来源于柯善咨等的研究成果^[27]，并沿用该方法求得各城市 2010-2012 年的资本存量；其余变量数据来自于各年《中国城市统计年鉴》。

3 中国城市土地利用效率估计结果

中国各区域之间经济发展存在较大差异，一般情况下将中国划分为东部、中部、西部、东北 4 个区域进行区域差异分析。但是已有研究表明西北与西南地区在基础设施建

设^[13]、技术扩散^[28]、经济溢出效应^[29]、城镇化进程^[30]等方面都存在明显差异,而这些差异可能导致城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素的区域差异。因此,将中国划分为东部、中部、东北、西北、西南5个区域进行区域比较分析。其中东部地区样本包括北京、河北、天津、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东、海南等省市的87个城市;中部地区样本包括山西、河南、湖北、湖南、江西、安徽等6省的80个城市;东北地区包括黑龙江、吉林、辽宁3省的34个城市;西北地区样本包括内蒙古、陕西、甘肃、宁夏、青海、新疆、西藏等省或自治区的37个城市;西南地区样本包括广西、贵州、云南、重庆、四川等省(市、区)的44个城市。

本文采用Frontier 4.1对式3分区域估计(表1),可以看出 γ 值均显著大于0,单边似然比的值都非常大,说明有必要引入技术无效率项进行估计。表1的估计结果显示各区域的单位城市面积资本和劳动力产出弹性存在显著差异,这意味着分区域对随机前沿生产函数进行估计是有必要的。东部、东北、西南地区的单位城市面积资本产出弹性相对较高;东部、中部的劳动力产出弹性相对较高。

最后,根据式4得到中国282个地级以上城市2003-2012年的城市土地利用效率。列出2003年、2012年中国城市土地利用效率分别如图1至图2所示,进而分析中国城市土地利用效率的空间特征;并列出全国、东部、中部、东北、西北、西南5大区域2003-2012年各年城市土地利用效率均值(图3),进而分析城市土地利用效率的区域差异。

通过图1、图2可知:土地利用

表1 2003-2012年全国各区域随机前沿生产函数方程估计结果

Tab. 1 Estimates of stochastic frontier production function in each region of China from 2003 to 2012

	东部	中部	东北	西北	西南
$\ln A$	1.138*** (5.251)	1.717*** (6.951)	1.352*** (3.963)	0.164*** (3.582)	0.147*** (6.664)
α	0.691*** (19.335)	0.611*** (13.614)	0.700*** (11.131)	0.634 (8.340)	0.678*** (16.960)
β	0.269*** (5.874)	0.280*** (4.873)	0.160*** (2.241)	0.162** (2.044)	0.207*** (4.220)
μ	0.178*** (7.605)	0.107*** (4.510)	0.241*** (7.300)	0.179*** (2.828)	0.230*** (4.920)
δ^2	0.022*** (8.671)	0.024*** (9.063)	0.018*** (4.681)	0.022*** (6.278)	0.025*** (5.840)
η	0.007 (0.572)	0.050*** (2.528)	0.022* (1.782)	0.071*** (5.394)	0.002 (0.191)
γ	0.362*** (5.858)	0.118* (1.742)	0.781*** (27.535)	0.360*** (3.867)	0.540*** (7.280)
one-sided LR	226.88	79.69	249.91	203.53	192.65

注:非括号内值为参数估计值,括号内值为 t 检验值;*、**,***分别表示在10%、5%、1%水平下显著; $\delta^2 = \delta_v^2 + \delta_u^2$ 。

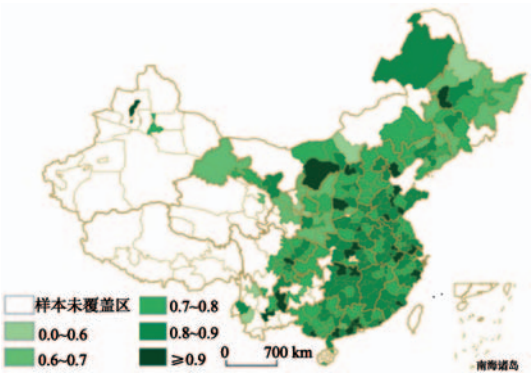


图1 2003年中国城市土地利用效率
Fig. 1 Urban land-use efficiency of China in 2003

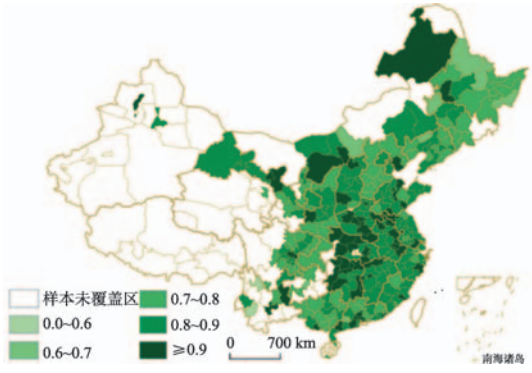


图2 2012年中国城市土地利用效率
Fig. 2 Urban land-use efficiency of China in 2012

效率较高的城市主要集中在珠三角、湖南、湖北、河南南部、安徽东部、山东与江苏交界处，城市土地利用效率相对较低的城市主要集中在东北、西南地区，以及东部的河北和西北的陕西等；城市土地利用效率不仅存在显著的省际差异，也存在显著的省内差异，如内蒙古自治区的呼和浩特、鄂尔多斯、呼伦贝尔市具有较高的城市土地利用效率，而乌兰察布和包头城市土地利用效率却较低；从城市土地利用效率的时间变化来看，中国城市土地利用效率得到显著提升。2003年中国大部分城市的土地利用效率在0.8以下，至2012年中国大部分城市达到了0.8以上，尤其是土地利用效率在0.9以上的城市明显增多。然而需要指出的是，至2012年中国大部分城市的土地利用效率依然在0.9以下，尤其是西南、东北、西北等地区还有诸多城市的土地利用效率在0.8以下。

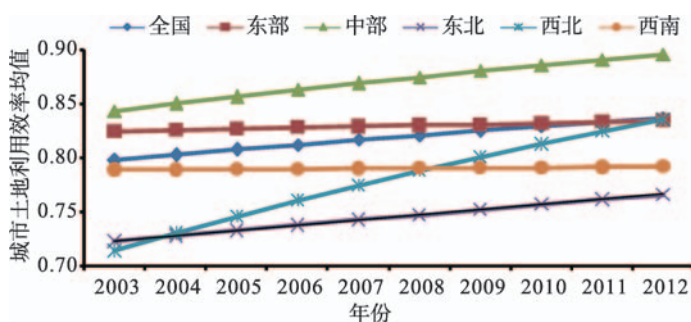


图3 2003-2012年中国各区域历年城市土地利用效率均值

Fig. 3 The mean value of urban land use efficiency in every region of China from 2003 to 2012

图3显示中部地区城市土地利用效率最高，2005年后均值在0.85以上，其次是东部地区，均值在0.83以上。同时，中部地区和东部地区的城市土地利用效率均值也全国平均水平之上。2008年以前，城市土地利用效率平均水平相对较低的是东北、西北，但是由于西北地区城市土地利用效率迅速提升，2008年之后超过了西南地区，至2012年，西北地区城市土地利用效率均值基本与东部地区和全国平均水平相当，达到了0.84以上。需要指出的是，这与已有研究表明东部城市土地利用效率最高的结论不同^[5, 7, 9, 11]，原因是：首先，本文采用地均投入产出技术效率表征城市土地利用效率，与采用地均二、三产业产值^[5]和包含资本、劳动力、城市土地等投入指标在内的全要素生产率表征城市土地利用效率^[7, 9, 11]的测算方法存在较大差异；其次，本文的地均产出扣除了非期望产出，由于东部地区污染排放总量较大，所以地均非期望产出相对较高。从各区域城市土地利用效率均值的增速分析，西北地区增速最快，其次是中部和东北地区，增长最慢的是东部地区和西南地区。

4 中国城市土地利用效率的溢出效应与影响因素的区域差异

公式6为城市土地利用效率影响因素空间计量模型。公式6中引入的空间滞后变量来自于被解释变量，因此方程存在内生性问题，采用普通最小二乘法估计是有偏的^[25, 31]。在无法寻找到更好的工具变量的情况下，采用空间滞后变量的滞后一期作为工具变量。同时，考虑到模型存在的固定效应和可能存在异方差，首先对公式6进行离差处理，最后采用稳健标准差两阶段最小二乘法的固定效应估计结果（表2）。

各区域各变量的系数及其显著性都存在明显差异，这意味着本文分区域对公式6进行估计较合理。基于表2给出的城市土地利用效率的溢出效应与影响因素估计结果，首先分区域进行分析，然后总结各区域的共性与个性，以便为中国提升城市土地利用效率提供针对性的参考依据。

表2 中国各区域城市土地利用效率的溢出效应与影响因素2SLS估计结果
Tab. 2 2SLS estimates of the spatial spillovers and influencing factors of urban land-use efficiency
in each region of China

	东部	中部	东北	西北	西南
空间滞后变量	0.2816*** (17.29)	0.6875*** (14.95)	0.6615*** (7.64)	0.6245*** (5.07)	0.0472*** (4.55)
人口密度平方	0.0002*** (2.95)	-0.0003 (-0.62)	-0.0016** (-2.25)	0.0043 (1.19)	0.0003*** (3.80)
人口密度	-0.0028*** (-2.79)	0.0020 (0.4)	0.0167** (2.19)	-0.0545 (1.24)	-0.0036*** (-4.09)
每万人大学生数	0.0005*** (4.04)	-0.0018*** (-3.37)	-0.0007*** (-3.85)	-0.0011** (-2.44)	-0.0001* (-1.86)
人均道路面积	0.0015*** (3.93)	0.0060*** (3.77)	-0.0024 (-1.36)	-0.0098 (-1.00)	0.0002 (1.19)
每万人公交车数	0.0010*** (3.41)	0.0008 (0.62)	0.0048** (2.10)	0.0149* (1.83)	0.0001 (0.44)
货运总量	0.0005** (2.51)	0.0030*** (3.59)	0.0028* (1.73)	0.0040 (0.64)	0.0004*** (4.41)
每万人移动电话户数	0.0001 (0.31)	0.0015 (1.49)	0.0027** (2.37)	0.0175*** (3.78)	0.0005*** (3.08)
每万人互联网户数	0.0002* (1.79)	0.0024** (2.37)	-0.0002 (-0.35)	-0.0034 (-0.79)	0.0001* (1.71)
每万人医院床位数	-0.0013*** (2.95)	-0.0026* (-1.68)	-0.0118*** (-4.86)	-0.0012 (-0.13)	-0.0009*** (-4.19)
劳均外商直接投资	-0.0006*** (-5.04)	0.0002 (1.09)	-0.0001 (-0.61)	-0.0006 (-1.52)	-0.0000 (-1.36)
人均财政支出	0.0007*** (2.77)	0.0015 (1.53)	0.0092*** (4.48)	0.0231*** (3.78)	0.0005*** (3.92)
人均年末存款余额	0.0011*** (2.83)	0.0035** (2.21)	0.0132*** (4.92)	0.0053 (0.55)	0.0005** (1.99)
人均年末贷款余额	-0.0001 (-0.55)	-0.0041*** (-3.83)	-0.0080*** (-4.50)	-0.0059 (-0.76)	-0.0004*** (-2.93)
招拍挂土地出让面积占 总出让面积比	0.0003*** (2.73)	0.0019** (2.27)	-0.0002 (-0.30)	0.0003 (0.11)	0.0003*** (4.02)
居住用地占比	0.0001 (0.7)	0.0038** (2.28)	0.0021 (0.78)	0.0034 (1.34)	-0.0004* (-1.74)
公共设施用地占比	0.0000 (0.08)	-0.0013** (-1.99)	-0.0030*** (-2.65)	0.0017 (0.50)	-0.0001 (-0.60)
工业用地占比	-0.0003** (-2.25)	0.0003 (0.43)	0.0001 (0.05)	0.0021 (0.68)	0.0000 (0.04)
仓储用地占比	-0.0004*** (-3.09)	-0.0022*** (-3.73)	0.0001 (0.14)	0.0014 (0.56)	-0.0002** (-2.20)
对外交通用地占比	-0.0000 (-0.07)	-0.0012* (-1.74)	-0.0005 (-0.53)	0.0066*** (2.68)	0.0000 (0.36)
道路广场用地占比	-0.0001 (-1.11)	0.0013*** (2.82)	0.0005 (-0.55)	0.0036* (1.66)	-0.0002* (-1.77)
$K-P$ rk LM 值	81.61	144.26	66.76	76.18	19.50
Centered R^2	0.8496	0.8596	0.9251	0.8317	0.7724

注：非括号内值为参数估计值，括号内值为 t 检验值；*，**，***分别表示在10%、5%、1%水平下显著。由于本文首先对公式6进行了离差处理，再采用稳健标准差的2SLS固定效应模型，故而公式6中的常数项已经消除，但是并不影响系数估计结果。

东部地区：城市土地利用效率受显著为正的空间溢出效应；人口密度对城市土地利用效率的影响与预期的倒“U”型恰好相反，呈现正“U”型的关系；交通基础设施、每万人互联网户数、每万人大学生数、人均年末存款余额、土地招拍挂面积占比等几个变量对城市土地利用效率具有正影响；每万人大学生数对东部城市土地利用效率具有正影响，这一点与其它区域形成鲜明对比，可能原因是由于东部地区经济较为发达，大学生毕业之后留在东部地区工作的较多，对提升城市土地利用效率起到了一定作用；每万人医院床位数、劳均外商直接投资、工业用地占比、仓储用地占比都对城市土地利用效率具有负影响；外商直接投资对东部城市土地利用效率具有显著负影响，对其它区域的城市建设用地利用效率也没有产生显著正影响，可能的原因是“土地招商”降低城市土地利用效率^[11]，且外资企业投入产出效率并不高^[32-33]。

中部地区：从空间滞后变量系数为0.6875可以看出，中部城市土地利用效率受到较强的溢出效应，为各区域中最高；对中部城市具有显著正影响的因素包括人均道路面积、货运总量、每万人互联网户数、人均存款余额、招拍挂面积占比、居住用地面积占比、道路广场用地面积占比；对中部地区城市土地利用效率具有显著负影响的因素是每万人大学生数、每万人医院床位数、人均年末贷款余额、公共设施用地占比、仓储用地占比、对外交通用地占比；在中部、东北、西北、西南地区，每万人大学生数对城市土地利用效率均为负影响，主要是这些地区城市多数大学生毕业之后选择到东部就业，从而未能提升城市土地利用效率；建设用地类型中，对城市土地利用效率具有负影响。

东北地区：城市土地利用效率受到显著为正的空间溢出效应；人口密度对城市土地利用效率的影响呈现倒“U”型。每万人公交车数、每万人移动电话户数、人均财政支出、人均年末存款余额对城市土地利用效率具有显著正影响。每万人大学生数、每万人医院床位数、人均年末贷款余额、公共设施用地面积占比则显著降低了城市土地利用效率。其中，每万人医院床位数在东北地区对城市土地利用效率的负影响最强且最显著，可能的原因是医院主要集中在中心城市造成了较大的拥堵成本，从而降低了城市土地利用效率。

西北地区：城市土地利用效率受到显著为正的空间溢出效应，其系数与中部、东北地区相当。每万人公交车数、每万人移动电话户数、人均财政支出、对外交通用地占比、道路广场用地占比对城市土地利用效率具有显著正影响。显著为负的影响因素是每万人大学生数。

西南地区：城市土地利用效率受到显著为正的空间溢出效应，但是溢出效应最小，主要原因可能是西南地区城市之间经济关联性较小。而人口密度对城市土地利用效率的影响与东部一样，呈现正“U”型。货运总量、每万人移动电话户数、每万人互联网户数、人均财政支出、人均年末存款余额、招拍挂出让面积占比均对城市土地利用效率具有显著正影响，而每万人大学生数、每万人医院床位数、人均年末贷款余额、居住用地占比、仓储用地占比、道路广场用地占比均具有显著负影响。

其次，分析中国各区域城市土地利用效率的溢出效应与影响因素的共性与个性：①中国各区域城市土地利用效率均受到显著为正的空间溢出效应，这种溢出效应在中部、东北、西北地区较大，而西南地区最小；②人口密度对城市土地利用效率的影响在各区域存在显著差异，仅在东北地区呈现预期的倒“U”型影响，而在东部和西南地区呈现正“U”型影响，在中部和西北地区则不存在显著影响；③每万人大学生数在东部地区对城市土地利用效率具有正影响，而在其它区域具有负影响；④反映交通基础设施的三

个指标和反映信息化水平的两个指标在不同区域对城市土地利用效率影响不尽相同,但是总体而言,交通基础设施和信息化水平对提升城市土地利用效率具有显著正影响;⑤每万人医院床位数在西北地区对城市土地利用效率没有显著影响,而在其它区域具有显著负影响;⑥外商直接投资并没有显著提升城市土地利用效率;⑦财政支出对中部地区城市土地利用效率没有显著影响,而在其它区域具有显著正影响,其中在西南地区的提升作用最大;⑧总体而言,储蓄存款显著提升了城市土地利用效率,而贷款规模扩大并没有显著提升城市土地利用效率,这或许表明土地利用在吸收贷款资金方面并没有发挥其提升土地利用效率的作用;⑨东部、中部、西南地区的土地市场化程度显著提升了城市土地利用效率,而当前东北和西北地区土地市场化程度并没有对城市土地利用效率产生显著影响;⑩各类城市建设用地占比在不同区域对城市土地利用效率的影响存在显著差异。

5 结论与建议

本文剔除非期望产出构建地均投入产出随机前沿生产函数模型以其技术效率测算了中国城市土地利用效率,并建立空间滞后模型研究了中国城市土地利用效率的溢出效应和影响因素的区域差异。这对中国城市土地利用效率研究是有意义的补充,并得出了部分与已有研究不同的结论。

5.1 结论

(1) 中国城市土地利用效率的研究结果表明:① 2003-2012年间中国城市土地利用效率有所提升,2003年全国大多数城市土地利用效率在0.8以下,而2012年大多数城市土地利用效率达到了0.8以上;②城市土地利用效率的空间特征显示,较高的城市主要集中在珠三角、湖南、湖北、河南南部、安徽东部、山东与江苏交界处;③城市土地利用效率的区域差异显示,中部城市土地利用效率最高,东北地区最低,西北地区增速最快,而西南地区不仅效率较低且增速最慢。

(2) 城市土地利用效率的溢出效应与影响因素的区域差异研究结果表明:①中国城市土地利用效率存在显著为正的溢出效应,这种溢出效应在中部、东北、西北地区较高,而在西南地区最低;②各影响因素在不同区域对城市土地利用效率的作用存在明显差异。

基于城市土地利用效率及其空间溢出效应与影响因素区域差异的研究结果,认为中国城市土地利用效率依然具有较大的提升空间,通过提升城市土地利用效率促进经济增长具有较大潜力。

5.2 建议

基于本文研究结果,提出以下提升中国城市土地利用效率的相关建议。①从全国层面来看:增强中心城市的辐射带动作用,实现城市之间的协同发展,从而增强城市土地利用效率扩散效应,促进城市土地利用效率联动提升;统筹布局建设学校、医疗卫生机构,尤其是完善中、小城市教育、医疗公共服务体系,缓解教育、医疗等公共服务过度集中在中心城市对其带来的压力;完善中国物流运输网络,建设综合货运枢纽,增强城市物流货运能力;充分发挥价格等市场机制在提升城市土地利用效率中的基础作用,鼓励各城市积极探索建设用地节约和集约利用技术和模式,建立和完善闲置低效用地的退出机制。②东部地区:通过新型城镇化有序推进中、小城市农业转移人口市民化;增

强公共交通服务能力;加强互联网基础设施建设;完善土地供给市场机制,发挥市场机制对土地利用的激励与约束作用;加大工业行业的转型升级力度,提升东部地区工业用地和仓储用地的土地利用效率。③中部地区:发挥城市道路、互联网等基础设施对城市土地利用效率的提升作用;着重提升公共设施用地和仓储用地的土地利用效率。④东北地区:严格控制特大城市的人口规模,积极推进中小城市农业转移人口市民化;提升公共交通服务能力;增加政府财政支出;加强通讯基础设施建设;着重提升公共设施用地的土地利用效率。⑤西北地区:城市内部大力提升城市公共交通服务能力;城市之间加大交通基础设施网络建设;改善通讯条件,提升信息化水平;增加政府财政支出。⑥西南地区:着重发挥成渝城市群、滇中城市群、黔中城市群的辐射带动作用,加强城市间协作,增强城市土地利用效率的扩散效应;以新型城镇化为契机积极引导农村人口向城市转移;改善信息基础设施提升信息化水平;着重提升居住用地土地利用效率。

参考文献(References)

- [1] Lichtenberg E, Ding Chengri. Local officials as land developers: Urban spatial expansion in China. *Journal of Urban Economics*, 2009, 66(1): 57-64.
- [2] Deng Xiangzheng, Huang Jikun, Rozelle Scott, et al. Economic growth and the expansion of urban land in China. *Urban Studies*, 2010, 47(4): 813-843.
- [3] Ding Chengri, Lichtenberg E. Land and urban economic growth in China. *Journal of Regional Science*, 2011, 51(2): 299-317.
- [4] Lu Ming. Inter-regional reallocation of construction land use right: The new momentum of China's economic growth. *World Economy*, 2011, 71(1): 107-125. [陆铭. 建设用地使用权跨区域再配置:中国经济增长的新动力. *世界经济*, 2011, 71(1): 107-125.]
- [5] Shao Ting, Cui fan, Fan Ying, et al. Land use efficiency, regional disparities and the requisition-compensation balance among regions. *China Economic Quarterly*, 2011, 10(3): 1087-1104. [邵挺, 崔凡, 范英, 等. 土地利用效率、省际差异与异地占补平衡. *经济学(季刊)*, 2011, 10(3): 1087-1104.]
- [6] Bao Xinzong, Liu Deng, Zhang Jianbin. Comprehensive evaluation of urban land use efficiency. *Urban Problems*, 2009, 28(4): 46-50. [鲍新中, 刘澄, 张建斌. 城市土地利用效率的综合评价. *城市问题*, 2009, 27(4): 46-50.]
- [7] Liang Liutao, Zhao Qingliang, Chen Cong. Analysis on the characters of spatial disparity of urban land use efficiency and its optimization in China. *China Land Science*, 2013, 27(7): 48-52. [梁流涛, 赵庆良, 陈聪. 中国城市土地利用效率空间分异特征及优化路径分析: 基于287个地级以上城市的实证研究. *中国土地科学*, 2013, 27(7): 48-52.]
- [8] Zhang Liangyue, Shi Fu, Liu Dong. The regional disparities of urban land use efficiency in China. *Economic Review*, 2009, 30(4): 18-26. [张良悦, 师博, 刘东. 中国城市土地利用效率的区域差异: 对地级以上城市的DEA分析. *经济评论*, 2009, 29(4): 18-26.]
- [9] Wu Dewen, Mao Hanying, Zhang Xiaolei, et al. Assessment of urban land use efficiency in China. *Acta Geographica Sinica*, 2011, 66(8): 1111-1121. [吴得文, 毛汉英, 张小雷, 等. 中国城市土地利用效率评价. *地理学报*, 2011, 66(8): 1111-1121.]
- [10] Yang Qingke, Duan Xuejun, Ye Lei, et al. Efficiency evaluation of city land utilization in the Yangtze River Delta using a SBM-undesirable model. *Resources Science*, 2014, 36(4): 712-721. [杨清可, 段学军, 叶磊, 等. 基于SBM-Undesirable模型的城市土地利用效率评价: 以长三角地区16城市为例. *资源科学*, 2014, 36(4): 712-721.]
- [11] Zhang Zhihui. Study of Chinese urban land use efficiency. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2014, 31(7): 134-149. [张志辉. 中国城市土地利用效率研究. *数量经济技术经济研究*, 2014, 31(7): 134-149.]
- [12] Ye Hao, Pu Lijie. Study on the cultivated land use efficiency between different regions of China and its convergence. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(9): 1467-1474. [叶浩, 濮励杰. 我国耕地利用效率的区域差异及其收敛性研究. *自然资源学报*, 2011, 26(9): 1467-1474.]
- [13] Wang Liangjian, Li Hui. Cultivated land use efficiency and the regional characteristics of its influencing factors in China. *Geographical Research*, 2014, 33(11): 1995-2004. [王良健, 李辉. 中国耕地利用效率及其影响因素的区域差异: 基于281个市的面板数据与随机前沿生产函数方法. *地理研究*, 2014, 33(11): 1995-2004.]

- [14] Aigner D J, Lovell C K, Schmidt P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function model. *Journal of Econometrics*, 1977, 6(1): 21-37.
- [15] Battese G E, Coelli T J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: With application to paddy farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, 1992, 3(2): 153-169.
- [16] Yang Qijing, Zhuopin, Yang Jidong. Industrial land transfer and the bottom line competition to attract investment. *Management World*, 2014, 30(11): 24-34. [杨其静, 卓品, 杨继东. 工业用地出让与引资质量底线竞争: 基于 2007-2011 年中国地级市面板数据的经验研究. *管理世界*, 2014, 30(11): 24-34.]
- [17] Feinberg S E, Majumdar S K. Technology spillovers from foreign direct investment in the Indian pharmaceutical industry. *Journal of International Business Studies*, 2001, 32(3): 421-437.
- [18] Cheung K Y, Lin Ping. Spillover effects of FDI on innovation in China: Evidence from the provincial data. *China Economic Review*, 2004, 15(1): 25-44.
- [19] Wang Hongling, Li Daokui, Feng Junxin. Does FDI facilitate or dampen indigenous R&D. *Economic Research Journal*, 2006, 52(2): 44-56. [王红领, 李稻葵, 冯俊新. FDI 与自主研发: 基于行业数据的经验研究. *经济研究*, 2006, 52(2): 44-56.]
- [20] Ansenlin L. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. *International Regional Science Review*, 2003, 26(2): 153-166.
- [21] Liu Binglian, Wu Peng, Liu Yuhai. Transportation infrastructure and the increase of TFP in China. *China Industrial Economics*, 2010, 28(3): 54-64. [刘秉镰, 武鹏, 刘玉海. 交通基础设施与中国全要素生产率增长: 基于省域数据的空间面板计量分析. *中国工业经济*, 2010, 28(3): 54-64.]
- [22] Yang Qingqing, Su Qin, Yin Linlin. Service industry's productivity and its factors in China. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2009, 26(12): 46-58. [杨青青, 苏秦, 尹琳琳. 我国服务业生产率及其影响因素分析: 基于随机前沿生产函数的实证研究. *数量经济技术经济研究*, 2009, 26(12): 46-58.]
- [23] Ying L G. Understanding China's recent growth experience: a spatial econometric perspective. *Annals of Regional Science*, 2003, 37(4): 613-628.
- [24] Pan Wenqing. Regional linkage and the spatial spillover effects on regional economic growth in China. *Economic Research Journal*, 2012, 58(1): 54-65. [潘文卿. 中国的区域关联与经济增长的空间溢出效应. *经济研究*, 2012, 58(1): 54-65.]
- [25] Shu Yuan, Cai Guowei. An analysis on technology progress and spatial diffusion among China's provinces: 1980-2004. *Economic Research Journal*, 2007, 53(6): 106-118. [舒元, 才国伟. 我国省际技术进步及其空间扩散分析. *经济研究*, 2007, 53(6): 106-118.]
- [26] Ke Shanzi. Spread-backwash and market area effects of urban and regional growth in China. *Economic Research Journal*, 2009, 55(8): 85-98. [柯善咨. 中国城市与区域经济增长的扩散回流与市场区效应. *经济研究*, 2009, 55(8): 85-98.]
- [27] Ke Shanzi, Xiang Juan. Estimation of the fixed capital stocks in Chinese cities for 1996-2009. *Statistical Research*, 2012, 29(7): 19-24. [柯善咨, 向娟. 1996-2009 年中国城市固定资本存量估算. *统计研究*, 2012, 29(7): 19-24.]
- [28] Yin Xingmin. Technological diffusion in regional industrialization. *Fudan Journal (Social Sciences)*, 2012, 49(1): 34-46. [殷醒民. 区域工业化进程中的技术扩散因素. *复旦学报(社会科学版)*, 2012, 49(1): 34-46.]
- [29] Pan Wenqing, Li Zinai. Spillover effects of the three growth poles on the inland regions of China. *Economic Research Journal*, 2008, 54(6): 85-94. [潘文卿, 李子奈. 三大增长极对中国内陆地区经济的外溢性影响研究. *经济研究*, 2008, 54(6): 85-94.]
- [30] Liu Yu, Feng Jian. Development situation and strategy choice of regional urbanization in China. *Geographical Research*, 2008, 27(1): 45-54. [刘玉, 冯健. 中国区域城镇化发展态势及战略选择. *地理研究*, 2008, 27(1): 45-54.]
- [31] Kelejian H, Prucha R. A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbance. *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 1998, 17(1): 99-121.
- [32] Gao Tiemei, Kang Shulong. Dynamic analysis of the impacts of FDI on Chinese economy. *World Economy*, 2006, 66(4): 22-31. [高铁梅, 康书隆. 外商直接投资对中国经济影响的动态分析. *世界经济*, 2006, 66(4): 22-31.]
- [33] Jin Xiangyu, Ma Li. DEA method and foreign direct investment efficiency analysis: Industrial perspectives. *Nankai Economic Studies*, 2007, 23(5): 77-90. [金相郁, 马丽. DEA 模型与外商直接投资的行业效率分析. *南开经济研究*, 2007, 23(5): 77-90.]

Urban land-use efficiency, spatial spillover, and determinants in China

WANG Liangjian, LI Hui, SHI Chuan

(College of Economics and Trade, Hunan University, Changsha 410079, China)

Abstract: The paper estimates urban land-use efficiency, investigates its spillover effect, and analyses its determinants based on stochastic frontier production function and spatial lag model, by using city-level panel data of 282 cities during 2003-2012. The empirical results support that: first, there exists an obvious spatial and temporal variation in land-use efficiency among the 282 cities from 2003-2012. For example, the land-use efficiency indices in most of the cities were below 0.8 in 2003. However, these indices rose up to 0.8 in 2012. The cities with high land-use efficiency are concentrated in the Pearl River Delta, Hunan province, Hubei province, southern Henan province, eastern Anhui province and the junction between Shandong and Jiangsu provinces. Cities located in central China are most efficient in land use, while northeastern cities are most inefficient ones. The land-use efficiency in northwestern cities grows fastest while that in southwest cities slowest. Second, the spillover effect of land-use efficiency is significantly positive, which is higher in central, northeastern and northwestern than in southeastern cities. The spatial spillovers might originate from the demonstration effect of land-use efficiency through technological diffusion and industrial transfer. Third, there exist similarities and differences in determinants of urban land-use efficiency across cities and regions. Overall, transportation infrastructure, information technology, saving level positively affect urban land-use efficiency, while foreign direct investment, or loans do not significantly increase the urban land-use efficiency. The population density affects land-use efficiency convexly in eastern and southwestern cities and concavely in northeastern cities. Fiscal expenditure exerts significant positive influence on land-use efficiency in eastern, northeastern, northwestern, and southwestern cities. The ratio of college students to population positively influences urban land-use efficiency in eastern cities, while negatively in other ones. The medical care affects urban land-use efficiency negatively over the whole country but not in northwest China. Land marketization is conducive to urban land-use efficiency in eastern, central and southwestern China. The influence of land type on land-use efficiency varies across different regions and cities.

Keywords: urban land-use efficiency; spatial spillovers; stochastic frontier function; spatial lag model; China