

引用格式: 杨奎, 文琦, 钟太洋. 长江经济带城市土地利用效率评价[J]. 资源科学, 2018, 40(10): 2048–2059. [Yang K, Wen Q, Zhong T Y. Assessment of urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Belt[J]. *Resources Science*, 2018, 40(10): 2048–2059.] DOI :10.18402/resci.2018.10.13

# 长江经济带城市土地利用效率评价

杨 奎<sup>1</sup>, 文 琦<sup>2,3</sup>, 钟太洋<sup>1</sup>

(1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210023; 2. 宁夏大学资源环境学院, 银川 750021;

3. 宁夏(中阿)旱区资源评价与环境调控重点实验室, 银川 750021)

**摘 要:** 城市土地资源的合理有效利用是经济可持续发展的重要保障。以长江经济带108个地级及以上城市为研究对象, 运用三阶段DEA模型和Malmquist指数对2005—2015年城市土地利用效率进行静态和动态分析。研究表明: ①剔除外部环境和随机误差因素对城市土地利用效率影响之后, 综合效率和纯技术效率显著提高, 规模效率、技术进步和全要素生产率呈现不同幅度下降; ②土地利用效率整体处于较低水平, 空间格局呈现下游地区显著高于中、上游地区, 长江沿线以南地区显著高于以北地区的分布态势, 与纯技术效率联系密切; ③土地利用规模报酬空间分异明显, 长江中上游地区多处于规模报酬递增阶段, 而中下游地区投入冗余情况显著; ④土地利用全要素生产率年均下降0.7%, 前期受到规模效率和纯技术效率的抑制, 后期由技术进步推动发展, 各城市土地利用效率趋于均衡。

**关键词:** 三阶段DEA模型; Malmquist指数; 土地利用效率; 时空变化; 长江经济带

DOI :10.18402/resci.2018.10.13

## 1 引言

土地资源是城市人口、社会经济与生态环境发展的空间载体, 其利用效率直接影响城市的可持续发展。随着中国工业化与城镇化进程的进一步加快, 城市用地需求急剧膨胀, 土地资源的粗放和低效利用也日益加剧, 对城市经济增长产生了显著的阻碍作用<sup>[1]</sup>。2014年9月《国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见(国发[2014]39号)》<sup>[2]</sup>明确提出建设长江经济带的重大战略决策, 作为中国国土开发与经济布局“T”型空间战略格局中的重要发展轴, 长江经济带目前已成为中国综合实力最强的区域之一, 经济总量占全国的44.21%。其发展空间与区域腹地极为广阔, 横跨中国东部、中部和西部三大地区, 覆盖上海、江苏、浙江、安徽、江西、湖北、湖南、重庆、四川、云南、贵州9省2市, 面积达205万km<sup>2</sup>以上, 约占全国土地总面积的

21.35%, 人口总量占全国的42.71%<sup>[3]</sup>。对土地利用效率的深入探讨, 可以为长江经济带发展战略制定提供理论依据, 又可为城市土地利用优化配置提供政策参考。

自早期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开始, 不同学者归纳许多诸如轴向、同心圆、扇形及多核心等一般性城市土地利用模式<sup>[4–6]</sup>。近年来, 国外学者对城市土地利用效率的研究多集中于城市土地资源的优化配置<sup>[7]</sup>、增长控制<sup>[8]</sup>及城市土地集约利用<sup>[9]</sup>和效率评价<sup>[10, 11]</sup>等方面。国内学者在相关研究基础上也对此进行了较为全面的探索, 研究内容主要包括城市土地利用效率的基本理论<sup>[12]</sup>、模型构建与评价方法<sup>[13]</sup>、优化对策<sup>[14]</sup>、影响因素<sup>[15]</sup>以及土地资源综合利用效益与空间分异<sup>[16]</sup>等。同时对于城市土地利用效率评价的指标体系也逐步丰富和完善, 主

收稿日期: 2018-01-11 修订日期: 2018-03-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(41771189; 41661042); 宁夏留学回国人员创新团队项目(20150102)。

作者简介: 杨奎, 男, 河南信阳人, 硕士生, 主要从事土地利用与规划研究。E-mail: muyi\_kui@qq.com

通讯作者: 文琦, E-mail: wenq98@163.com

2018年10月

要表现为由单指标的城市土地利用经济效益<sup>[17]</sup>向社会和环境效益等多指标<sup>[18]</sup>方向发展。研究对象也更加丰富多样,包括服务业发达的旅游城市<sup>[19]</sup>、矿产资源丰富的工业城市<sup>[20]</sup>和政治经济中心城市<sup>[21]</sup>等。研究尺度包括全国、省域、城市群等<sup>[22-24]</sup>。研究方法不断优化和创新,从最初的定性描述和形势分析,发展为主成分分析和加权法<sup>[25]</sup>、协调度模型<sup>[26]</sup>、回归分析法<sup>[27]</sup>、SBM模型<sup>[28]</sup>、非径向方向距离函数模型<sup>[29]</sup>、随机前沿生产函数模型<sup>[30]</sup>和数据包络分析法<sup>[31]</sup>等各种定量分析方法评价城市土地利用效率。通过梳理土地利用效率相关研究发现,部分研究对于外部环境及随机误差因素对效率值的影响分析不够全面,因而评价结果可能出现偏差。

鉴于此,本研究基于长江经济带108个地级及以上城市面板数据,选用三阶段DEA模型评价其剔除外部环境和随机误差因素后的土地利用效率,再结合Malmquist指数方法处理效率多年连续变化情况。综合利用静态和动态分析,能够对长江经济带城市土地利用效率做出更准确和更客观的评价。

## 2 研究方法与数据来源

### 2.1 三阶段DEA模型

#### 2.1.1 第一阶段-传统DEA模型

数据包络分析是美国著名运筹学家Charnes A等<sup>[32]</sup>基于规模报酬不变的前提条件对同类型决策单元进行多指标投入和产出相对效率评价的CCR线性规划模型。随后Banker等<sup>[33]</sup>基于规模报酬可变将该模型修正为BCC模型,即将技术效率(TE)分解为纯技术效率(PTE)和规模效率(SE),能够更加准确地反映决策单元的经营管理水平。研究发现对土地利用效率投入指标控制相对容易,因而本文选取投入导向型BCC模型。鉴于该模型应用已较为成熟,在此不再赘述。

#### 2.1.2 第二阶段-调整投入指标变量

传统DEA模型所计算出的相对效率不仅受内部管理因素的影响,还会受到外部环境和随机误差因素的干扰,因而第一阶段对于土地利用效率的分析结果不能准确反映内部管理的具体作用。因此,借鉴Timmer<sup>[34]</sup>的随机前沿分析研究,考察外部环境和随机误差的影响。根据Battese等<sup>[35]</sup>的相关研究,构造如下函数模型:

$$S_{ni} = f(Z_i, \beta^n) + V_{ni} + U_{ni} \quad (1)$$

$$(n = 1, 2, \dots, N; i = 1, 2, \dots, I)$$

式中 $S_{ni}$ 为第 $i$ 个决策单元即城市的第 $n$ 个投入松弛变量; $Z_i$ 为环境变量; $\beta^n$ 为影响系数; $V_{ni}$ 为随机干扰; $V_{ni} \sim N(0, \sigma_{vn}^2)$ 为随机误差项; $U_{ni}$ 为内部管理因素影响,假设其服从截断正态分布,且与 $V_{ni}$ 相互独立, $V_{ni} + U_{ni}$ 即表示混合误差项。 $\gamma = \sigma_{un}^2 / (\sigma_{un}^2 + \sigma_{vn}^2)$ 趋于0表示随机误差占主导地位, $\gamma = \sigma_{un}^2 / (\sigma_{un}^2 + \sigma_{vn}^2)$ 趋于1则表示内部管理占主导地位。

基于SFA模型回归结果剔除外部环境和随机误差因素的影响,对决策单元投入变量进行调整,以测度仅反映管理水平的相对效率。公式如下:

$$X_{ni}^* = X_{ni} + \left[ \max_i \{Z_i \beta^n\} - Z_i \beta^n \right] + \left[ \max_i \{V_{ni}\} - V_{ni} \right] \quad (2)$$

$$(n = 1, 2, \dots, N; i = 1, 2, \dots, I)$$

式中 $X_{ni}^*$ 为调整后的投入; $X_{ni}$ 为原始投入。 $[\max_i \{Z_i \beta^n\} - Z_i \beta^n]$ 和 $[\max_i \{V_{ni}\} - V_{ni}]$ 分别表示调整决策单元至相同的外部环境和随机误差,确保所有决策单元面临的外部环境和运气相同。

#### 2.1.3 第三阶段-调整后的DEA模型

将调整后的投入与原始产出变量运用传统DEA-BCC模型重新计算,得到剔除外部环境和随机误差因素的研究结果,可以更加客观准确地用于评价长江经济带城市土地利用效率。

### 2.2 Malmquist指数

三阶段DEA模型仅是对土地利用效率进行静态分析,为进一步研究其动态变化情况,本研究构建Malmquist指数分析全要素生产率的动态变化过程。Färe等<sup>[36]</sup>构建了从 $t$ 期到 $t+1$ 期的指数:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \sqrt{\frac{D'(x^{t+1}, y^{t+1})}{D'(x^t, y^t)} \times \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (3)$$

式中 $D'(x^t, y^t)$ ,  $D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ 是分别根据决策单元在相同时间段(即 $t$ 和 $t+1$ )同生产前沿面相比较的投入距离函数; $D'(x^{t+1}, y^{t+1})$ ,  $D^{t+1}(x^t, y^t)$ 分别是根据决策单元在混合期同生产前沿面相比较的投入距离函数。若Malmquist生产率指数 $M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ 大于1,表明全要素生产率水平不断提升,反之则呈下降态势。Malmquist生产率指数可被进一步分解:

$$M(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = EC \times TC = \frac{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(x^t, y^t)} \times \sqrt{\frac{D^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \times \frac{D^t(x^t, y^t)}{D^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (4)$$

式中  $EC$  是土地利用技术效率变化指数, 即决策单元利用现有技术的情况。  $EC > 1$  表明决策单元技术效率不断改善, 趋近生产前沿, 反之则表明现有技术不能被充分利用。  $TC$  为土地利用技术进步变化指数, 即生产前沿面变动对决策单元的影响。  $TC > 1$  表明技术创新或进步, 反之则为技术退步。因此, Malmquist 生产率指数可表示为技术效率与技术进步的乘积, 也可以表示为纯技术效率、规模效率和技术进步的乘积, 即全要素生产率受三者的共同作用。

## 2.3 变量选取

### 2.3.1 投入和产出变量

在借鉴相关研究的基础上, 考虑到数据的真实性和可获取性, 研究投入指标体系中, 分别选取市辖区建成区面积、固定资产投资和从业人员数作为土地投入、资本投入和劳动力投入。考虑到土地利用效率评价需要兼顾经济、社会和生态环境三方面的效益, 研究选取市辖区地区生产总值作为经济效益产出, 公共财政收入作为社会效益产出, 绿化覆盖率作为生态环境效益产出。

### 2.3.2 环境变量

环境变量是指影响土地利用效率但短期内决策单元主观不可控的因素, 通过梳理土地利用相关研究, 同时考虑到长江经济带发展特点, 研究发现城市产业结构与人口密度是两个显著影响土地利用效率的环境因素。因此本文选取产业结构高级化程度<sup>[37]</sup>和城市人口密度作为研究环境变量。

## 2.4 数据来源

研究所需的投入和产出变量及环境变量数据均来源于 2006—2016 年《中国城市统计年鉴》<sup>[38]</sup> 及部分城市国民经济和社会发展统计公报。

# 3 结果及分析

## 3.1 三阶段 DEA 分析

### 3.1.1 第一阶段传统 DEA 分析

第一阶段基于长江经济带 108 个地级及以上城

市 2005—2015 年的面板数据, 利用投入导向型 DEA-BCC 模型进行逐年数据处理, 得到土地利用效率值及各投入要素松弛变量。鉴于该阶段相对效率值由内部管理、外部环境和随机误差因素共同作用产生, 而所得结果中未能有效区分三者的影响, 因此本文在此不做具体阐述。为检验外部环境即产业结构与人口密度和随机误差因素的干扰, 下文将基于本阶段所得各投入要素松弛变量及外部环境变量运用 SFA 模型进行回归分析。

### 3.1.2 第二阶段 SFA 回归分析

首先将第一阶段所得的各投入要素松弛量作为被解释变量, 将产业结构高级化程度和城市人口密度作为解释变量, 分析环境变量对理想与实际投入变量差额是否产生显著影响。之后运用公式(3)将通过检验的外部环境因素剔除得到调整后的投入变量  $X_m^*$ 。为了使计算更加准确, 本文利用 Frontier 4.1 软件逐年进行截面分析, 受篇幅限制, 文中仅列出了 2005 年、2010 年和 2015 年的回归结果(表 1)。从表中可知单边误差似然比均通过显著性检验, 表明 SFA 回归模型合理。  $\gamma$  值均趋近于 1, 说明投入松弛变量主要受混合误差项中的管理无效率影响, 而受随机误差因素的影响较小。环境变量中除 2005 年人口密度对建成区面积和固定资产投资及 2010 年产业高级化对从业人员数外, 其他环境变量对投入要素松弛变量均通过了显著性检验, 表明外部环境因素对投入要素影响显著。因而, 有必要剔除环境变量和随机因素, 使得各城市面临相同的外部环境和运气。

投入要素松弛变量指改善经营管理水平可能减少的投入量, 若其与外部环境变量之间的系数为正, 说明土地利用效率受到了外部环境变量的阻碍作用, 反之则有利于效率的提升。产业结构高级化是指产业结构由低端形态向高端形态的过程转变, 理论上该要素的提升对于土地利用效率的提高有积极作用。但回归结果显示, 产业结构高级化对土地利用效率提升的促进作用并不显著, 仅在劳动力要素方面从 2005 年的显著正相关转变为 2015 年的显著负相关, 说明产业结构的高级化转变对长江经济带就业的拉动作用逐步增强; 而其对建成区面积和固定资产投资产生了抑制作用, 原因可能是部分



2018年10月

表1 2005—2015年城市土地利用随机前沿分析(SFA)回归结果

Table 1 SFA regression results of urban land utilization from 2005 to 2015

| 年份   | 松弛变量   | 常数值 | 产业高级化                      | 人口密度                      | $\sigma^2$             | $\gamma$                     | LR(单边检验)                    |
|------|--------|-----|----------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 2005 | 建成区面积  | 系数值 | -37.50                     | 13.00                     | $9.37 \times 10^{-4}$  | 839.00                       | 1.00                        |
|      |        | T值  | -38.60***                  | 13.50***                  | 1.43                   | 840.00***                    | $15.10 \times 10^{4***}$    |
|      | 固定资产投资 | 系数值 | $-4.50 \times 10^4$        | $1.52 \times 10^4$        | 1.07                   | $15.90 \times 10^8$          | 1.00                        |
|      |        | T值  | -226.00***                 | 35.50***                  | 1.10                   | $15.90 \times 10^{8***}$     | 1 030.00***                 |
|      | 从业人员数  | 系数值 | -1.65                      | 0.67                      | $-3.40 \times 10^{-4}$ | 17.30                        | 1.00                        |
|      |        | T值  | -103.00***                 | 114.00***                 | -80.70***              | 5.27***                      | $5 140.00 \times 10^{4***}$ |
| 2010 | 建成区面积  | 系数值 | 61.40                      | 21.50                     | $28.20 \times 10^{-4}$ | 1 810.00                     | 1.00                        |
|      |        | T值  | -49.40***                  | 50.50***                  | 34.40***               | 1 810.00***                  | $435.00 \times 10^{4***}$   |
|      | 固定资产投资 | 系数值 | $-1.09 \times 10^4$        | $-14.40 \times 10^4$      | 101.00                 | $4 480.00 \times 10^8$       | 1.00                        |
|      |        | T值  | $-1.09 \times 10^{4***}$   | $-14.30 \times 10^{4***}$ | 2.00**                 | $4 480.00 \times 10^{8***}$  | $3.09 \times 10^{4***}$     |
|      | 从业人员数  | 系数值 | 0.85                       | -0.43                     | $-1.48 \times 10^{-4}$ | 21.00                        | 1.00                        |
|      |        | T值  | 0.38                       | -0.48                     | -2.98***               | 10.00***                     | $11.90 \times 10^{4***}$    |
| 2015 | 建成区面积  | 系数值 | -22.00                     | 7.60                      | $6.15 \times 10^{-4}$  | 554.00                       | 1.00                        |
|      |        | T值  | -5.58***                   | 4.08***                   | 1.65*                  | 547.00***                    | $4.11 \times 10^{4***}$     |
|      | 固定资产投资 | 系数值 | $-118.00 \times 10^4$      | $2.00 \times 10^4$        | -3.94                  | $55 000.00 \times 10^8$      | 1.00                        |
|      |        | T值  | $-118.00 \times 10^{4***}$ | $2.00 \times 10^{4***}$   | -3.94***               | $55 000.00 \times 10^{8***}$ | 32.20***                    |
|      | 从业人员数  | 系数值 | $113.00 \times 10^{-4}$    | $-49.30 \times 10^{-4}$   | $-0.10 \times 10^{-4}$ | 10.40                        | 1.00                        |
|      |        | T值  | 2.98***                    | -3.29***                  | -2.53**                | 7.27***                      | $6 730.00 \times 10^{4***}$ |

注:T值为显著性检验指标;\*\*\*、\*\*和\*分别表示通过显著性水平为1%、5%和10%的检验。

地方政府为响应产业升级的国家政策要求盲目追求产业结构“服务化”,使得产业发展表现出“伪高级化”特征,脱离了区域要素禀赋<sup>[29]</sup>,导致产业效率和发展质量提升困难,造成了土地资源和资本投入的浪费。从人口密度来看,其与建成区面积松弛变量始终为正相关,但显著性不强;与固定资产投资和从业人员数松弛变量相关系数逐步转变为负,说明长江经济带城市人口密度的提高提升了城市规模经济和需求水平,从而有利于城市土地利用效率的提高。

### 3.1.3 第三阶段调整投入后DEA分析

对2005—2015年长江经济带108个城市土地利用效率的投入变量进行调整后,将其与原始产出变量再次运用DEAP 2.1软件进行计算,可以得到剔除外部环境和随机误差因素的土地利用效率,并将所得到的土地利用综合效率、纯技术效率和规模效率分别计算均值,然后利用Arcgis 10.2软件中自然间断点法将城市土地利用效率分为四级,分别为有效、相对高效、相对中效和相对低效(图1)。相比第一阶段结果,剔除外部环境和随机误差因素之后,

多数城市的综合效率,纯技术效率和规模效率发生明显变动,表明两影响因素对土地利用效率干扰作用显著。因此必须合理调整投入变量,确保所得效率值的客观准确性。

在剔除外部环境和随机因素影响之后,综合技术效率平均值由0.668上升至0.689,仍旧处于较低水平,还有很大的提升空间。上海、玉溪和常州三市达到了土地利用综合效率前沿面,从投入产出角度来看,上海和常州作为长三角地区中心城市,区位和资源优势明显,土地利用相关的投入和产出要素均处于较高水平,对资源利用效率提升作用显著。玉溪市2015年建成区面积仅为37.48km<sup>2</sup>,在108个城市中排名105位,而其地均GDP达到2053元/m<sup>2</sup>,仅次于上海市,土地集约利用程度极高。其他105个城市为非DEA有效,其中相对高效城市10个,占城市总数9.26%,相对中效和相对低效城市分别为51个和44个,共占城市总数的87.96%,说明在研究期内,长江经济带城市土地资源利用状况不佳,多数城市土地利用效率偏低,土地资源没有得到充分利用。



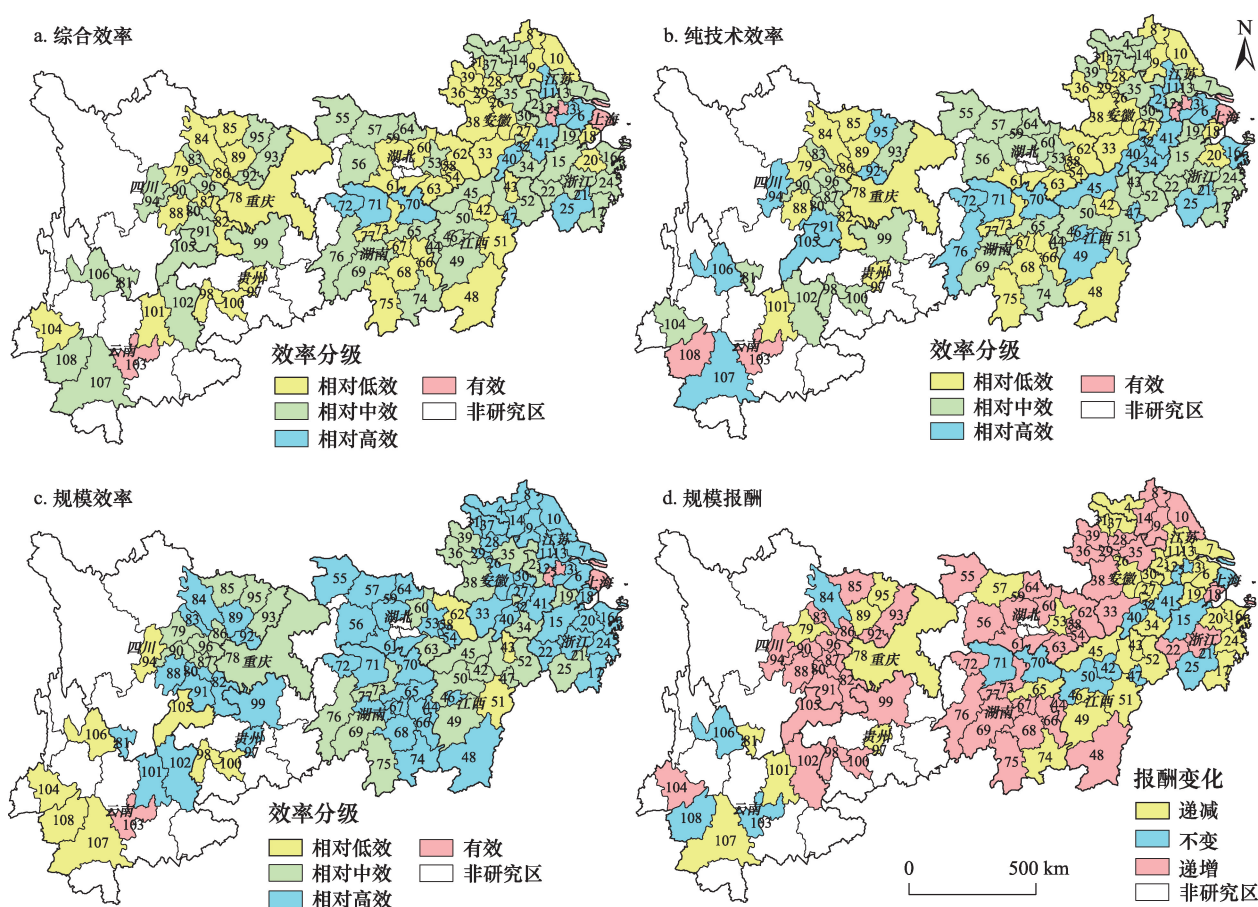


图1 2005—2015年长江经济带城市土地利用综合效率、纯技术效率、规模效率及规模报酬示意

Figure 1 Comprehensive efficiency, pure technical, scale efficiency and scale compensation of urban land utilization in

Yangtze River Economic Belt from 2005 to 2015

注:图中城市代码见表2;规模报酬为2015年份数据。

纯技术效率平均值由0.715上升至0.740,但仍然处于较低水平,这表明长江经济带城市在土地利用方面的决策与管理水平还不够成熟,对土地利用综合效率的抑制作用较强。共有104个城市纯技术效率未能达到DEA有效,其中相对高效城市25个,占城市总数23.15%,相对中效和相对低效城市分别为44个和35个,共占城市总数的73.15%。

规模效率平均值仅由0.937下降至0.934,仍保持着较高水平。共有105个城市未能达到规模效率前沿面,其中相对高效城市64个,占城市总数59.26%,相对中效和相对低效城市分别为30个和11个,共占城市总数的37.96%。规模效率相比纯技术效率水平更高,对长江经济带城市土地利用综合效率提升的贡献更大。规模报酬不变的城市数量为15个,规模报酬递减和递增的城市分别有38个和

55个,分别占城市总数的13.89%、35.19%和50.93%。在所有规模报酬不经济城市中,长江下游区域普遍呈规模报酬递减状态,其资源低效利用和要素投入冗余问题严重,而长江中上游地区则多表现为规模报酬递增,要素投入不足情况显著。

### 3.1.4 土地利用效率空间分布特征研究

为进一步研究长江经济带108个城市的土地利用效率空间分布特征,研究把土地利用效率有效类归为相对高效,然后按综合效率、纯技术效率和规模效率的相对高效、相对中效和相对低效的类别顺序进行分类组合,通过整理得到13种城市土地利用效率类型(表2)。

表2显示,长江经济带城市土地利用效率呈现下游地区显著高于中、上游地区,长江沿线以南地区显著高于以北地区的分布态势。土地利用综合

表2 2005—2015年长江经济带各城市土地利用效率类型

Table 2 Urban land use efficiency types of Yangtze River Economic Belt from 2005 to 2015

| 类型  | 样本量 | 城市名及代码  |
|-----|-----|---|
| 低低低 | 1   | 黄冈(62)  |
| 低低中 | 10  | 阜阳(36)、六安(38)、南昌(42)、咸宁(63)、益阳(73)、永州(75)、重庆(78)、成都(79)、广元(85)、遂宁(86)   |
| 低低高 | 24  | 连云港(8)、淮安(9)、盐城(10)、嘉兴(18)、绍兴(20)、合肥(26)、芜湖(27)、蚌埠(28)、淮南(29)、淮北(31)、安庆(33)、赣州(48)、黄石(54)、鄂州(58)、荆州(61)、株洲(66)、湘潭(67)、衡阳(68)、泸州(82)、绵阳(84)、乐山(88)、南充(89)、贵阳(97)、昆明(101)                       |
| 低中低 | 5   | 景德镇(43)、抚州(51)、六盘山(98)、安顺(100)、保山(104)  |
| 低中中 | 3   | 亳州(39)、孝感(60)、内江(87)  |
| 中中中 | 8   | 湖州(19)、滁州(35)、宜春(50)、上饶(52)、邵阳(69)、眉山(90)、达州(93)、资阳(96)   |
| 低中高 | 1   | 荆门(59)  |
| 中中高 | 27  | 徐州(4)、南通(7)、镇江(12)、泰州(13)、宿迁(14)、杭州(15)、温州(17)、金华(21)、衢州(22)、舟山(23)、台州(24)、马鞍山(30)、宿州(37)、萍乡(44)、武汉(53)、十堰(55)、宜昌(56)、襄阳(57)、随州(64)、长沙(65)、郴州(74)、娄底(77)、自贡(80)、攀枝花(81)、德阳(83)、遵义(99)、曲靖(102) |
| 中高低 | 5   | 雅安(94)、昭通(105)、丽江(106)、普洱(107)、临沧(108)  |
| 中高中 | 7   | 南京(2)、铜陵(32)、黄山(34)、九江(45)、吉安(49)、怀化(76)、巴中(95)   |
| 中高高 | 4   | 宁波(16)、新余(46)、宜宾(91)、广安(92)   |
| 高高中 | 2   | 丽水(25)、鹰潭(47)   |
| 高高高 | 11  | 上海(1)、无锡(3)、常州(5)、苏州(6)、扬州(11)、池州(40)、宣城(41)、岳阳(70)、常德(71)、张家界(72)、玉溪(103)  |

效率、纯技术效率和规模效率均处于相对低效即低低低类型的城市仅有1个黄冈市,该市经济发展水平相对落后,2015年GDP为188.69亿元,仅占长江经济带各城市平均水平的11.45%,严重制约了区域科学技术的发展和资源的高效利用,未来加大资本和资源的投入,加快推进经济发展和技术进步是提升其土地利用效率的重要途径。低低中、低低高和低中高类型城市共有35个,主要集中在长江沿线以北地区以及贵阳、昆明等部分省会城市,该类城市经济发展相对迅速,土地利用规模效率较高,但技术发展相对滞后,造成土地利用综合效率偏低,因此该类城市的土地利用应更加关注增加科技和人才等技术要素的投入。低中低和低中中类型城市共有8个,分布较为分散,土地利用纯技术效率和规模效率均不突出,对综合效率的提升影响较弱,有待进一步改进。

土地利用综合效率、纯技术效率和规模效率均处于相对中效即中中中类型的城市有8个,多与中中高中和高高中类型城市毗邻分布,如滁州、湖州和宜春均与省会城市南京、杭州和长沙相邻,受其大规模和高技术土地利用效率辐射和带动发展。中中高中类型城市有27个,规模发展较好,受经济水平作用较强,城市数量自长江下游至上游地区呈递减

分布。中高低和中高中类型城市土地利用的管理和运营效率较高,数量相对较少,高技术低规模类型的城市共12个,均出现在长江上游地区,土地利用要素投入水平偏低,城区面积较小,难以形成集聚效应,对土地利用的规模效率抑制作用较强,而南京、黄山和铜陵等城市要素投入水平相对较高,土地利用规模经济,则规模效率表现为相对中效,该类城市应进一步管理和调整要素投入结构,在保证技术高效的基础上,实现土地利用的规模高效。中高高类型城市分别为宁波、新余、宜宾和广安4市,其纯技术效率为相对高效,但均在0.86以下,自身技术水平较低,土地利用综合效率提升困难;高高中类型城市只有鹰潭和丽水两市,土地利用规模效率相对中效,但分别达到0.92和0.93,本身处于较高水平,对综合效率影响较小;高高高类型的城市有11个,主要分布在长江中下游沿线以南部分地区,经济发展速度较快,土地利用相关资源配置合理。

综合来看,长江经济带各城市间土地利用效率差异显著,综合效率较低的城市多受技术低效的抑制作用,占低效城市总数的79.55%,综合效率相对高效的均为技术高效,说明综合效率的提升与纯技术效率联系密切。因此,要提高长江经济带城市土地资源利用效率,必须充分发挥规模效率的优

势,并在此基础上加速推进技术革新,实现纯技术效率的稳步提升。同时,针对不同区域城市发展现状与特征,制定专门化的土地利用调整政策,充分挖掘土地资源使用潜力,激发各种类型用地生产活力,实现土地资源的高效化和集约化利用。

### 3.2 基于 Malmquist 生产率指数的土地利用效率分析

#### 3.2.1 Malmquist 生产率指数的总体特征

三阶段 DEA 模型仅是对土地利用效率进行静态比较研究,为了进一步了解长江经济带土地利用动态变化过程,研究采用 Malmquist 指数模型,分析技术效率和技术进步对全要素生产率的具体影响。参考曹飞<sup>[39]</sup>、华坚等<sup>[40]</sup>的研究,将调整后的投入变量和初始产出变量运用 DEAP 2.1 软件进行 Malmquist 生产率指数测算,结果如表 3 所示。

从长江经济带城市土地利用 Malmquist 生产率指数的总体水平来看,2005—2015 年,土地利用的效率指数在[0.929, 1.067]之间呈波动性变动。其中 2005—2006 年、2007—2008 年、2011—2012 年和 2012—2013 年其效率均值小于 1,全要素生产率是降低的,且降幅均超过 5%,这使得全要素生产率指数均值仅为 0.993,表明长江经济带城市土地利用对投入的各种生产要素利用程度不理想,利用效率处于以年均 0.7% 的速度整体递减状态,其中技术进步贡献-0.2%,技术效率贡献-0.5%。运用原始投入计算所得的全要素生产率指数均值为 1.038,技术进步

贡献达到 4.3%,技术效率均值未发生变动,即土地利用全要素生产率年均上升 3.8%,主要受技术进步驱动,与原结论差异显著。说明外部环境和随机因素会对技术进步产生较强的干扰作用,影响全要素生产率的测算结果,本文剔除了以上因素影响,估计结果较为合理。

技术效率变化指数整体上较全要素生产率变化指数稍高,2005—2011 年间其效率值不断上升,即长江经济带城市土地利用技术效率从 2008 年开始由逐年下降转变为上升,且增速不断提高。这主要是由于长江经济带各级城市发展过程中土地瓶颈问题逐步凸显,城市各类建设用地供应紧张,土地资源的集约利用成为各级政府制定土地政策和城市用地管控的首要出发点,使得土地集约利用程度不断加强,技术效率加速提升,这也是全要素生产率前期增加的主要原因。2011 年以后,纯技术效率变化指数降幅显著,技术效率受纯技术效率限制逐渐减小,呈现衰退的迹象。

从技术进步变化指数看,2007—2013 年其效率值处于低谷期,特别是 2012—2013 年技术进步变化指数降到谷底,降幅达到 7%,之后才开始显著回升,促进全要素生产率的后期提升。这种变化趋势可能源于 2008 年世界经济危机,区域外向型粗放型经济发展难以为继<sup>[28]</sup>。为保证发展的可持续性,各级政府积极促进经济发展方式向集约型转变,导致了投资增速的下滑,对技术进步产生了抑制作用。而在 2012

表3 2005—2015年长江经济带各城市土地利用 Malmquist 指数及分解

Table 3 Malmquist productivity indexes and their decomposition of urban land utilization in Yangtze River Economic Belt from 2005 to 2015

| 年份        | 技术效率<br>变化指数 | 技术进步<br>变化指数 | 纯技术效率<br>变化指数 | 规模效率<br>变化指数 | 全要素生产率<br>变化指数 |
|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|
| 2005—2006 | 0.907        | 1.025        | 0.975         | 0.930        | 0.930          |
| 2006—2007 | 0.974        | 1.048        | 0.956         | 1.018        | 1.021          |
| 2007—2008 | 0.989        | 0.956        | 1.021         | 0.969        | 0.945          |
| 2008—2009 | 1.037        | 0.973        | 0.952         | 1.089        | 1.008          |
| 2009—2010 | 1.017        | 1.002        | 1.017         | 1.001        | 1.019          |
| 2010—2011 | 1.117        | 0.955        | 1.110         | 1.007        | 1.067          |
| 2011—2012 | 0.956        | 0.972        | 0.932         | 1.026        | 0.929          |
| 2012—2013 | 1.002        | 0.930        | 1.002         | 1.000        | 0.932          |
| 2013—2014 | 0.981        | 1.071        | 1.005         | 0.976        | 1.051          |
| 2014—2015 | 0.983        | 1.062        | 0.977         | 1.005        | 1.043          |
| 年平均       | 0.995        | 0.998        | 0.994         | 1.001        | 0.993          |



2018年10月

年以后,国务院批准正式实施《全国土地整治规划(2011—2015年)》<sup>[4]</sup>,将土地整治上升为国家战略。该规划的实施促进了资本与科技在相关领域的大幅投入和提升,为实现技术进步奠定基础,进而带动全要素生产率指数在2013—2015年的大幅回升。

### 3.2.2 Malmquist 生产率指数的时空演变格局

利用 DEAP2.1 软件计算长江经济带 2005—2015 年各城市的全要素生产率指数,并利用 ArcGIS10.2 软件的自然间断点法对各城市 Malmquist 生产率指数进行分级显示。将 108 个城市分为低水平、中低水平、中高水平和高水平 4 级(图 2),用以分析 Malmquist 生产率指数的时空演变格局。

从城市角度看,研究期间未出现始终处于高水平类型的城市,各时期高水平类型城市分布分散且

较为均衡,说明长江经济带城市土地利用的全要素生产率与经济发展水平联系较弱。2005—2015 年间,长江经济带仅有上海、无锡、连云港、淮安、盐城、扬州、镇江和宜昌 8 个城市全要素生产率始终保持在中高水平,除宜昌外均集中在上海和江苏,该类城市土地利用技术发展较快,对全要素生产率的支撑作用较强;九江、怀化、娄底、贵阳和曲靖 5 市技术效率仅为相对中效水平,土地利用的管理和运营效率不高,抑制了 Malmquist 生产率指数的提升,因此始终处于中低及以下水平;土地利用全要素生产率始终处于上升和下降状态的城市分别有 14 个,上升城市如武汉、株洲和资阳等,多分布于长江中游和上游地区,下降城市如常州、苏州和丽水等,多处于长江下游地区,与土地利用规模报酬空间分布较

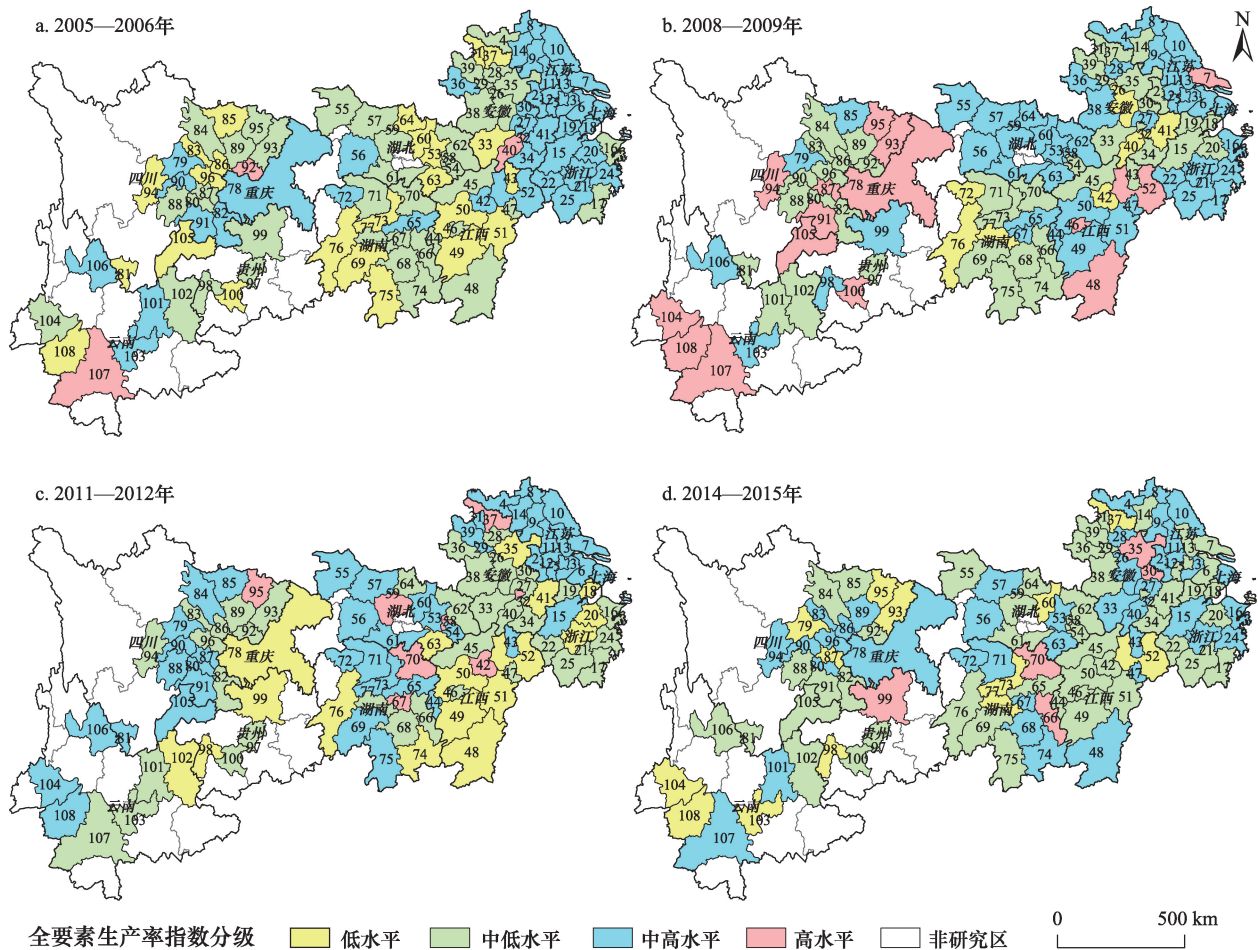


图 2 2005—2015 年长江经济带各城市土地利用 Malmquist 生产率指数的时空演变格局示意

Figure 2 Temporal and spatial evolution pattern of Malmquist productivity indexes of urban land utilization in

Yangtze River Economic Belt from 2005 to 2015

注:图中城市代码见表 2。

为相似;其余各城市全要素生产率受技术效率和技术进步双重作用均出现不同程度的类型变动。

从截面年份看,2005—2006年,Malmquist生产率指数值较大的城市多集中于长江下游,土地利用全要素生产率进步较快,而低水平城市多分布于长江中上游地区。结合上文分析前期全要素生产率主要受规模效率抑制,而经济发展对于规模效率的带动作用较强,因而前期指数值的大小与经济发展水平存在一定关联。在2008—2009年,全要素生产率的空间格局具有明显变化,各类型城市效率水平整体呈上升态势,尤其是中上游地区Malmquist生产率指数值提升最为明显,这主要受区域规模效率提升的作用。到2011—2012年,受到纯技术效率的抑制作用,Malmquist生产率指数值大规模下降。2014—2015年技术进步使得长江经济带城市全要素生产率有所回升,各等级城市的分布较为分散,多数城市Malmquist生产率指数值处于中间水平,说明长江经济带各城市土地利用效率趋于均衡。

## 4 结论与讨论

### 4.1 结论

本文基于长江经济带108个地级及以上城市面板数据,采用三阶段DEA模型和Malmquist指数分别从静态和动态角度对城市土地利用效率进行评价。所得结论如下:

(1)从影响因素看,环境要素即产业结构高级化和城市人口密度对土地利用投入要素有显著作用。在剔除外部环境和随机误差因素之后,城市土地利用效率变动较大,综合效率和纯技术效率显著提高,规模效率、技术进步和全要素生产率呈现不同幅度下降。

(2)从发展水平看,2005—2015年间长江经济带城市土地利用效率整体处于较低水平,2015年仍有86.11%的城市处于规模不经济状态。综合效率、纯技术效率和规模效率分别为0.689、0.740和0.934,规模效率相较于纯技术效率对土地利用综合效率提升贡献更大。

(3)从空间格局看,长江经济带城市土地利用规模报酬地区差异明显,中上游地区城市多处于规模报酬递增阶段,而中下游地区投入冗余情况显著。各城市间土地利用效率呈现下游地区显著高

于中、上游地区,长江沿线以南地区显著高于以北地区的分布态势,与纯技术效率联系密切。

(4)从Malmquist指数看,全要素生产率变化指数呈现波动状态,土地利用效率年均下降0.7%,受到技术效率影响较强。全要素生产率指数的时空变化与经济发展水平联系较弱,前期受到规模效率和纯技术效率的抑制,后期由技术进步推动发展,各城市土地利用效率趋于均衡。

### 4.2 讨论

本文研究表明,长江经济带城市土地利用效率整体水平不高,而且呈现下降趋势,所以在当前国家提倡供给侧改革背景下,积极促进用地模式由“增量管理”向“存量优化”转变,实现土地资源的高效利用尤为重要。在研究过程中,外部环境对土地利用效率的影响显著,本文仅选取产业结构和人口密度作为测度指标,自然环境、土地政策和用地类型等要素对土地利用效率的影响有待进一步挖掘。此外,从市域层面对于土地利用效率的研究存在未覆盖区域,这对于长江经济带土地利用效率整体评价结果会产生一定影响,而更小尺度如县域单元的细化研究可以提高样本覆盖率,所得结果更为科学。因此,对于小尺度土地利用效率时空演变、影响因素和优化对策的深入探讨将是本文今后研究的重要内容。

### 参考文献(References):

- [1] Ding C, Lichtenberg E. Land and urban economic growth in China [J]. *Journal of Regional Science*, 2011, 51(2): 299–317.
- [2] 国务院. 国务院关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见[EB/OL]. (2014-09-25)[2018-01-11]. [http://www.gov.cn/jzhengce/content/2014-09/25/content\\_9092.htm](http://www.gov.cn/jzhengce/content/2014-09/25/content_9092.htm). [The State Council of the People's Republic of China. State Council's Guidance on Relying on the Golden Waterway to Promote the Development of the Yangtze River Economic Belt[EB/OL]. (2014-09-25)[2018-01-11]. [http://www.gov.cn/jzhengce/content/2014-09/25/content\\_9092.htm](http://www.gov.cn/jzhengce/content/2014-09/25/content_9092.htm).]
- [3] 张建伟, 石江江, 王艳华, 等. 长江经济带创新产出的空间特征和时空演化[J]. *地理科学进展*, 2016, 35(9): 1119–1128. [Zhang J W, Shi J J, Wang Y H, et al. Spatial characteristics and dynamic change of innovation outputs in the Yangtze River Economic Belt [J]. *Progress in Geography*, 2016, 35(9): 1119–1128.]
- [4] Chapin F S, Kaiser E J. *Urban Land Use Planning*[M]. Illinois: Uni-

2018年10月

- versity of Illinois Press, 1967.
- [5] Bardo J W, Hartman J J. Urban Sociology: A Systematic Introduction[M]. Itasca: F E Peacock, 1982.
- [6] 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997. [Xu X Q, Zhou Y X, Ning Y M. Urban Geography[M]. Beijing: Higher Education Press, 1997.]
- [7] Fisch O. Optimal allocation of land to transportation in a non-optimal urban structure[J]. *Regional Science and Urban Economics*, 1982, 12(2): 235–246.
- [8] Yeh G O, Wu F. The new land development process and urban development in Chinese cities[J]. *International Journal of Urban and Regional Studies*, 1996, 20(2): 330–353.
- [9] Sui D Z. GIS-based urban modeling: Practices, problems and prospects[J]. *International Journal of Geographical Information Science*, 1998, 12(7): 651–671.
- [10] Chafer M, Wright G L. An Analysis of Land Capability Assessment Using Remotely Sensed Data[C]. Melbourne: The Australian Remote Sensing Conference Proceedings, 1994.
- [11] Abdullah M. Urban Planning and Monitoring Changes Using ER Mapper[C]. Taipei: The 21st Asian Conference on Remote Sensing, 2000.
- [12] 陈荣. 城市土地利用效率论[J]. 城市规划汇刊, 1995, (4): 28–33. [Chen R. The theory of urban land consolidation[J]. *Urban Planning Forum*, 1995, (4): 28–33.]
- [13] 陈志辉, 祝甲山. 浅议城市土地利用及其评价[J]. 城市问题, 2002, (6): 62–64. [Chen Z H, Zhu J S. Urban land use and assessment[J]. *Urban Problems*, 2002, (6): 62–64.]
- [14] 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. [Liu C M, Li H, He Q N. The spatial difference and optimizing countermeasures of land use efficiency in Hunan province[J]. *Economic Geography*, 2010, 30(11): 1890–1896.]
- [15] 王良健, 李辉, 石川. 中国城市土地利用效率及其溢出效应与影响因素[J]. 地理学报, 2015, 70(11): 1788–1799. [Wang L J, Li H, Shi C. Urban land-use efficiency, spatial spillover, and determinants in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(11): 1788–1799.]
- [16] 王国刚, 刘彦随, 方方. 环渤海地区土地利用效益综合测度及空间分异[J]. 地理科学进展, 2013, 32(4): 649–656. [Wang G G, Liu Y S, Fang F. Comprehensive evaluation and spatial distinction of land use efficiency around Bohai Rim in China[J]. *Progress in Geography*, 2013, 32(4): 649–656.]
- [17] 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. [Song G, Gao N. Economic benefit analysis of urban land utilization based on DEA method—a case of Harbin city[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2008, 28(2): 185–188.]
- [18] 杨海泉, 胡毅, 王秋香. 2001–2012 年中国三大城市群土地利用效率评价研究[J]. 地理科学, 2015, 35(9): 1095–1100. [Yang H Q, Hu Y, Wang Q X. Evaluation of land use efficiency in three major urban agglomerations of China in 2001–2012[J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(9): 1095–1100.]
- [19] 叶浩, 庄大昌, 杨蕾. 广东省城市土地集约利用水平评价—基于计量经济学的研究[J]. 自然资源学报, 2015, 30(10): 1664–1074. [Ye H, Zhuang D C, Yang L. Evaluation of urban land intensive use in Guangdong province: based on econometric model [J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(10): 1664–1074.]
- [20] 孙雁, 刘志强, 王秋兵, 等. 1910–2010 年沈阳市土地利用空间结构演变特征[J]. 地理科学进展, 2012, 31(9): 1204–1211. [Sun Y, Liu Z Q, Wang Q B, et al. Spatial structure evolution of urban land use in Shenyang during 1910–2010[J]. *Progress in Geography*, 2012, 31(9): 1204–1211.]
- [21] 岳立, 李文波. 环境约束下的中国典型城市土地利用效率—基于 DDF–Global Malmquist–Luenberger 指数方法的分析[J]. 资源科学, 2017, 39(4): 597–607. [Yue L, Li W B. Typical urban land use efficiency in China under environmental constraints based on DDF–Global Malmquist–Luenberger index modeling[J]. *Resources Science*, 2017, 39(4): 597–607.]
- [22] 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[J]. 中国土地科学, 2013, 27(7): 48–54. [Liang L T, Zhao Q L, Chen C. Analysis on the characters of spatial disparity of urban land use efficiency and its optimization in China[J]. *China Land Sciences*, 2013, 27(7): 48–54.]
- [23] 张荣天, 焦华富. 长江经济带城市土地利用效率格局演变及驱动机制研究[J]. 长江流域资源与环境, 2015, 24(3): 387–394. [Zhang R T, Jiao H F. Urban land use efficiency pattern evolution and driving mechanism in the Yangtze River Economic Belt[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2015, 24(3): 387–394.]
- [24] 林坚, 马珣. 中国城市群土地利用效率测度[J]. 城市问题, 2014, (5): 9–15. [Lin J, Ma X. Measurement of land use efficiency in Chinese urban agglomerations[J]. *Urban Problems*, 2014, (5): 9–15.]
- [25] 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[J]. 地理学报, 2005, 60(4): 615–625. [Li X, Xu X X, Chen H H. Temporal and spatial changes of urban efficiency in the 1990s [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 615–625.]
- [26] 赵丹丹, 胡业翠. 城市土地利用效率与城市化耦合协调性研究—以我国 285 个地级及以上城市为例[J]. 水土保持研究, 2017, 24(1): 291–298. [Zhao D D, Hu Y C. Analysis of coordinative and harmonious degree between urban land use efficiency and urbanization—a case study on 285 cities at prefecture level or above[J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2017, 24(1): 291–298.]
- [27] 杨勇, 郎永建. 开放条件下内陆地区城镇化对土地利用效率的



- 影响及区位差异[J]. 中国土地科学, 2011, 25(10): 19–26. [Yang Y, Lang Y J. Impacts of urbanization on land use efficiency and its regional difference in inland area of China regarding the opening reform[J]. *China Land Sciences*, 2011, 25(10): 19–26. ]
- [28] 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[J]. 资源科学, 2014, 36(4): 712–721. [Yang Q K, Duan X J, Ye L, *et al.* Efficiency evaluation of city land utilization in the Yangtze River Delta using a SBM–Undesirable model[J]. *Resources Science*, 2014, 36(4): 712–721. ]
- [29] 何好俊, 彭冲. 城市产业结构与土地利用效率的时空演变及交互影响[J]. 地理研究, 2017, 36(7): 1271–1282. [He H J, Peng C. The spatial–temporal evolution and the interactive effect between urban industrial structure transformation and land use efficiency [J]. *Geographical Research*, 2017, 36(7): 1271–1282. ]
- [30] 周来友, 仇童伟, 周冬, 等. 丘陵山区劳动力老龄化对土地利用效率的影响—基于直接效应和间接效应的识别[J]. 中国土地科学, 2015, 29(10): 35–41. [Zhou L Y, Qiu T W, Zhou D, *et al.* The impact of labor force aging on land use efficiency in the hilly area: based on the recognition of direct effect and indirect effect[J]. *China Land Sciences*, 2015, 29(10): 35–41. ]
- [31] 李佳佳, 罗能生. 城镇化进程对城市土地利用效率影响的双门槛效应分析[J]. 经济地理, 2015, 35(7): 156–162. [Li J J, Luo N S. The double threshold effects of the urbanization process on urban land use efficiency[J]. *Economic Geography*, 2015, 35(7): 156–162. ]
- [32] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J]. *European Journal of Operational Research*, 1978, 2(6): 429–444.
- [33] Banker R D, Charnes A, Cooper W W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis[J]. *Management Science*, 1984, 30(8): 1078–1092.
- [34] Timmer C P. Using a probabilistic frontier production function to measure technical efficiency[J]. *Journal of Political Economy*, 1971, 79(4): 776–794.
- [35] Battese G E, Coelli T J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data[J]. *Empirical Economics*, 1995, 20(2): 325–332.
- [36] Färe R, Grosskopf S, Linderdgren B, *et al.* Productivity changes in Swedish pharmacies 1980–1989: a nonparametric Malmquist approach[J]. *Journal of Productivity Analysis*, 1992, 3(1): 85–101.
- [37] 付凌晖. 我国产业结构高级化与经济增长关系的实证研究[J]. 统计研究, 2010, 27(8): 79–81. [Fu L H. An empirical research on industry structure and economic growth[J]. *Statistical Research*, 2010, 27(8): 79–81. ]
- [38] 国家统计局城市社会经济调查司. 中国城市统计年鉴(2006–2016) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2006–2016. [Department of Urban Surveys National Bureau of Statistics of China. *China City Statistical Yearbook*[M]. Beijing: China Statistics Press, 2006–2016. ]
- [39] 曹飞. 基于三阶段DEA–Malmquist模型的中国省域城镇化效率测度及其收敛分析[J]. 青岛科技大学学报(社会科学版), 2015, 31(4): 18–22. [Cao F. The efficiency test based on the three stages of DEA–Malmquist model of Chinese provincial urbanization and its convergent analysis[J]. *Journal of Qingdao University of Science and Technology(Social Sciences)*, 2015, 31(4): 18–22. ]
- [40] 华坚, 李政霖, 吴祠金. 基于三阶段DEA–Malmquist模型的我国农业全要素生产率增长研究[J]. 江西农业学报, 2015, 27(10): 134–141. [Hua J, Li Z L, Wu C J. Research on increase in agricultural total– factor productivity in China based on three– stage DEA–Malmquist model[J]. *Acta Agriculture Jiangxi*, 2015, 27(10): 134–141. ]
- [41] 吕苑鹃. 国务院批准颁布实施《全国土地整治规划》[EB/OL]. (2012– 03– 29) [2018– 01– 11]. [http://www.gtzyb.com/yaowen/20120329\\_5389.shtml](http://www.gtzyb.com/yaowen/20120329_5389.shtml). [Lv Y J. The State Council Approved the Promulgation and Implementation of the "National Land Improvement Plan"[EB/OL]. (2012– 03– 29) [2018– 01– 11]. [http://www.gtzyb.com/yaowen/20120329\\_5389.shtml](http://www.gtzyb.com/yaowen/20120329_5389.shtml). ]

# Assessment of urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Belt

YANG Kui<sup>1</sup>, WEN Qi<sup>2,3</sup>, ZHONG Taiyang<sup>1</sup>

(1. College of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210023, China;

2. College of Resources and Environment, Ningxia University, Yinchuan 750021, China;

3. Key Laboratory (China-Arab) of Resource Evaluation and Environmental Regulation of Arid Region  
in Ningxia, Yinchuan 750021, China)

**Abstract:** The rational and effective utilization of urban land resources is an important guarantee for the sustainable development of the economy. Taking 108 prefecture-level cities and above in the Yangtze River Economic Belt as research objects, the three-stage DEA model and Malmquist index are used to analyze the static and dynamic urban land use efficiency from 2005 to 2015. We found that the comprehensive efficiency and pure technical efficiency significantly increased, while scale efficiency, technological progress and total factor productivity decreased to varying degrees after excluding external environment and random error factors. The overall urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Belt is at a low level, and the scale efficiency is relatively high. The spatial distribution of land use scale remuneration is significantly different, land use scale remuneration in the middle and upper reaches of the Yangtze River is in the stage of increasing, while the middle and lower reaches of the region show redundant inputs. The efficiency of land use among all cities shows that the distribution of land use efficiency in the downstream area is significantly higher than that in the middle and upper reaches, and the area south of the Yangtze River is significantly higher than that in the north, closely related to pure technical efficiency. The Malmquist Index shows an annual average of 0.7% decline in total factor productivity of land use, and it is mainly affected by technical efficiency. In the early stage, the Malmquist efficiency index is restrained by the scale efficiency and pure technical efficiency, while the latter is promoted by technological progress. Urban land use efficiency in the Yangtze River Economic Belt tends to be balanced.

**Key words:** three-stage DEA model; Malmquist index; land use efficiency; spatial-temporal changes; Yangtze River Economic Belt