

引用格式: 聂雷, 郭忠兴, 彭冲. 基于SBM-Undesirable和Meta-frontier模型的城市建设用地利用效率研究[J]. 资源科学, 2017, 39(5): 836-845. [Nie L, Guo Z X, Peng C. Construction land utilization efficiency based on SBM-Undesirable and Meta-frontier model[J]. *Resources Science*, 2017, 39(5): 836-845.] DOI: 10.18402/resci.2017.05.04

基于SBM-Undesirable和Meta-frontier模型的城市建设用地利用效率研究

聂 雷¹, 郭忠兴¹, 彭 冲²

(1. 南京农业大学公共管理学院, 南京 210095; 2. 南京审计大学政府审计学院, 南京 211815)

摘 要: 提高建设用地利用效率是今后及未来一段时期满足城市建设用地需求的关键之举。在考虑非期望性产出(环境污染)的情况下, 论文基于中国238个地级市2000-2014年的面板数据, 利用SBM-Undesirable和Meta-frontier模型, 考察了共同前沿、群组前沿下不同类型城市的建设用地利用效率。结果表明: ①不同类型城市之间的建设用地利用效率存在显著差异, 在共同前沿下, 2000-2010年效率均值从高到低依次为区域综合型城市、工业主导型城市、其他类型城市、资源型城市; 在群组前沿下, 效率均值没有呈现明显的城市类型分异特征。②比较共同前沿与群组前沿下不同类型城市的建设用地利用效率, 其他类型城市与区域综合型城市相差较小, 分别为0.082、0.106, 其次工业主导型城市, 为0.118, 排在末位的是资源型城市, 达到0.267, 共同前沿下的差异与群组前沿下的无分异, 恰恰印证了本文从城市类型异质性视角下考察建设用地利用效率的科学性与合理性。③在将环境污染作为一种非期望性产出的情况下, 建设用地利用效率普遍偏低, 特别是资源型城市, 效率均值不超过0.6, 说明在加强生态文明建设的背景下, 城市建设用地利用效率存在很大的改善空间。据此提出: 在改善城市土地管理工作时, 不能简单“一刀切”, 应考虑城市类型异质性, 制定差别化的城市土地管理方案。

关键词: 城市类型; 建设用地利用效率; SBM-Undesirable模型; Meta-frontier模型; 非期望性产出

DOI: 10.18402/resci.2017.05.04

1 引言

随着城市化进程推进, 中国的经济社会重心逐步由农村向城市转移, 大量人口、资源等向城市集聚, 导致城市对建设用地的需求更迫切、数量更大。然而, 基于保障国家粮食安全的需要, 我们需要保有一定数量的耕地面积(在现有技术水平下, 中央确定为18亿亩)。另外, 部分学者^[1,2]建言, 对新增建设用地指标的分配实行差别化管理, 以促使用地指标从边际产出效率较低的城市流向边际产出效率较高的城市。事实上, 作为一种经济活动, 城市化的发展进程不可能长期违背经济学的普适规律, 最终必然重归于城市化内生型增长的轨道^[3]。

时至今日, 地方政府依靠摊大饼扩张城市规模的发展模式已经不切实际。通过对城市现有存量建设用地的深度挖潜, 逐步提高建设用地利用效率, 实现建设用地的节约集约利用, 满足城市经济社会发展的刚性需求, 才是解决城市发展瓶颈的根本途径。为此, 本文在考虑非期望性产出(环境污染)的情况下, 基于中国238个地级市2000-2014年的面板数据, 利用SBM-Undesirable和Meta-frontier模型, 考察了共同前沿、群组前沿下不同类型城市的建设用地利用效率。

2 文献回顾

现有对城市土地利用效率的研究主要围绕以

收稿日期: 2016-10-10; 修订日期: 2017-03-13

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(41601115、71603123); 教育部人文社会科学青年基金资助项目(16YJC790079)。

作者简介: 聂雷, 男, 安徽潜山人, 博士生, 主要研究方向为土地经济与管理。E-mail: nielei5515@foxmail.com

通讯作者: 郭忠兴, E-mail: guozhongxing@126.com

2017年5月

下几个方面:①就土地利用效率内涵而言,一方面,土地利用是人类在社会生态整体系统下展开的活动,因此,土地利用效率应该包含经济效益、社会效益和生态效益,只是在实践过程中,根据研究需要与数据的可获性及可靠性,可能只考虑其中一种或者多种效益;另一方面,土地利用的多功能性决定了土地利用效益的多样化^[4],城市土地利用能够产生多种正面效益,同时也会产生负面效益^[5](如环境污染),两者之间的均衡凸显出城市(居民或者政府)利用城市土地的能力^[6]。此外,Costanza R等对地均生态服务价值的提出与讨论^[7],进一步延伸了土地利用效率的内涵。总之,提高土地利用效率,就是追求土地资源可持续利用约束下的土地利用效率的最大化^[8]。②从研究方法来看,主要包括参数分析方法和非参数分析方法。参数分析法主要是基于生产函数的随机边界法,将土地要素纳入到生产函数中,测算土地单要素效率,但该方法的局限性在于只能处理多投入单产出。如有学者利用SFA模型测算了省际建设用地单要素效率^[9]。在非参数分析过程中,既有传统的DEA模型,又有超效率DEA模型,其中最为常用的是传统数据包络分析法。国外学者还从区域交通系统效率的角度进行研究,Boame利用数据包络法测算了加拿大1990-1998年城市轨道交通系统的技术效率分值^[10]。Graham等基于全要素生产率^[11]的定义测算了城市轨道交通的效率排名^[11]。Odeck构建了效率评价指标体系并利用数据包络法和随机前沿法测算了海港效率^[12]。超效率模型的优势在于能够进一步比较同为有效单元(效率值为1)之间的差异。这些多投入多产出的分析,存在的缺陷在于测算的效率并非是土地要素的利用效率,而是决策单元整体的效率,两者之间存在偏差。③从研究结果来看,就全国整体而言,城市土地利用效率呈现出由东向西、由东南向西北逐步递减的规律,差距逐渐减小,呈现出持续收敛的态势^[13];而长三角地区土地利用效率差异呈现逐步扩大的趋势^[5]。城市层面的土地利用效率也呈现东、西、中部逐渐递减的区域差异特征^[14,15]。

现有研究存在以下不足:①对土地利用效率的定义有失偏颇。现有文献测算的效率并非土地要素的利用效率而是整个决策单元(省份或者城市

等)的效率,而且没有考虑城市土地利用的非期望性产出。②时间跨度偏短。多数研究以某一年份的数据来分析,所获信息极其有限,所得结论受随机干扰因素影响较大,结果的可靠性受到限制,导致基于结论提出的政策建议也可能是有偏的。③研究单元界定有偏。如以省际层面作为基本单元来分析城市建设用地,经过数据整合之后,会消除每个省城市之间的差异性,得出的研究结论不够准确,没有针对性;若以城市作为研究单元,包括县、县级市、地级市,研究单元无论是行政区划还是经济地位,个体之间差异很大,单元之间进行比较,有失偏颇。

基于上述研究存在的问题,本文拟以地级城市为研究单元,从城市类型异质性视角下考察建设用地效率的差异,以期今后制定差别化的城市土地管理方案提供依据。主要贡献在于:①将环境污染作为城市土地利用过程中的非期望产出,使用工业SO₂作为环境污染的代理变量引入到建设用地效率的测算模型之中;②区分共同前沿、群组前沿分析了不同类型城市的建设用地利用效率;③考虑到中国地级市的城市类型差异,利用共同前沿模型实证检验城市类型异质性是否导致建设用地效率存在差异。

3 建设用地利用效率及其测度方法

3.1 建设用地利用效率的内涵

借助数据包络分析方法来阐述建设用地的效率的涵义。数据包络分析是一种非参数分析方法,其核心思想是借助线性规划方法构建现有决策单元的最优生产前沿面,其它决策单元相对于最优前沿面来计算效率,所以所得效率是相对效率值而非绝对效率值。参考已有研究成果^[16],本文将全要素建设用地利用效率定义为在城市单元生产处于最优技术效率状态下,产出既定时建设用地的最小投入量与实际建设用地使用量的比值。即如图1所示,假设第*i*个城市位于*E*点,建设用地实际投入为*OS*,最小投入量为*OQ*,那么,全要素建设用地效率可以定义为:

$$TE = OQ/OS = (\omega_1 - \omega_2 - \omega_3) / \omega_1 \quad (1)$$

式中 *TE* 为建设用地效率; ω_1 、 ω_2 、 ω_3 分别为建设

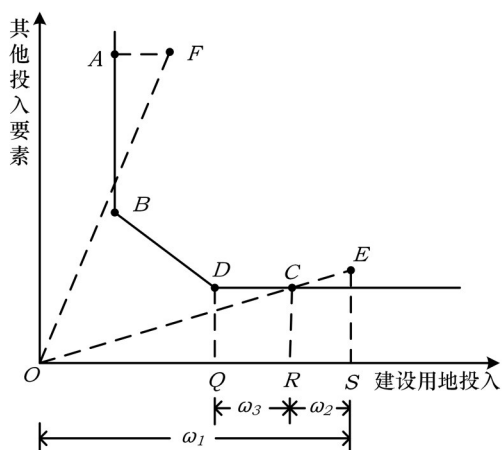


图1 建设用地利用效率测算说明

Figure 1 The illustration of the construction land use efficiency calculation

用地的实际投入量、比例改进值、松弛改进值。效率值取决于最优前沿面上最小建设用地投入量,即在保证其它投入要素不变的前提下由产出边界(前沿面)决定。假设城市单元位于F点,则建设用地投入不存在松弛改进,而其他要素存在松弛改进。总之,要素投入是否冗余取决于决策单元在前沿面上的投影,若投影点落于DC射线段上,建设用地投入存在松弛改进,若落于BD段,各要素不存在松弛改进,若落于BA射线段上,其他投入要素存在松弛改进。

根据上述效率的测度示意图,测算过程主要分两步。第一步,确定前沿面,计算建设用地的投入冗余值(松弛变量);第二步,根据冗余值,计算建设用地利用效率。

3.2 城市类型与建设用地利用效率

正如图1所示,如果不考虑城市之间的差异,使用传统的总体评价建设用地利用效率,所有城市参照同一前沿,所得结果有失偏颇。因此,参考现有城市类型分类结果^[16],特别是结合土地问题依据城市职能展开城市分类的研究,本文依据城市职能差异性将中国地级市主要划分为区域综合型、资源型、工业主导型和其他四大类型城市,进而每类城市参照的前沿面是由该类城市决定的,所得效率值更符合实际;此外,经过细致分析发现,不同类型城市的自然资源、产业结构、建设用地结构均存在明显差异,而同类城市内部差异较小,说明了分类考

察建设用地利用效率的合理性。

3.3 测度方法

3.3.1 SBM-Undesirable 模型

SBM (Slack Based Measure, SBM) 模型是由 Tone Kaoru 提出的,该模型同时从投入和产出两个角度对无效率状况进行计算,解决了径向模型对无效率的计算中没有考虑松弛变量的问题^[17]。另外,由于城市生产中,不仅产生期望性产出,同样伴随着一些非期望性产出(如环境污染),因此,在考察城市建设用地利用效率时,需要考虑这一现实问题。SBM-Undesirable 模型是在 SBM 模型基础上演化而来,能够同时解决上述两个问题,模型公式为:

$$\rho^* = \min \left\{ \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{i0}} \right) / \left(1 + \frac{1}{s_1 + s_2} \left[\sum_{r=1}^{s_1} \frac{s_r^g}{y_{r0}^g} + \sum_{r=1}^{s_2} \frac{s_r^b}{y_{r0}^b} \right] \right) \right\}$$

$$\text{s.t. } x_0 = X\lambda + s^-$$

$$y_0^g = Y^g\lambda - s^g$$

$$y_0^b = Y^b\lambda + s^b$$

$$s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0, \lambda \geq 0$$
(2)

式中 ρ^* 为被评价单元的效率值; X 、 Y^g 和 Y^b 分别为每年各个地级市的投入、期望性产出与非期望性产出向量; s^- 、 s^g 和 s^b 分别为投入、期望性产出与非期望性产出的松弛变量;下标0表示待求的某个决策单元; λ 是权重向量。当且仅当 $s^- = 0$ 、 $s^g = 0$ 、 $s^b = 0$, 即 $\rho^* = 1$, 此时决策单是有效的;而当 s^- 、 s^g 和 s^b 三者中至少有一个不为零,即 $\rho^* < 1$, 此时决策单是无效的,即投入产出存在改进的空间。

3.3.2 共同前沿模型

共同前沿(Meta-frontier)模型中涉及到的共同前沿指所有 DMU 的潜在技术水平,而群组前沿指每组 DMU 的实际技术水平,主要区别在于各自所参照的技术集合不同^[18]。因此,基于前文所述,本文以四种类型城市为研究对象,借鉴 Battese 等提出的 Meta-frontier 模型^[18],构建基于 SBM-Undesirable 的共同边界模型,群组前沿与共同前沿示意如图2所示^[19],具体的数学公式表述如下。

2017年5月

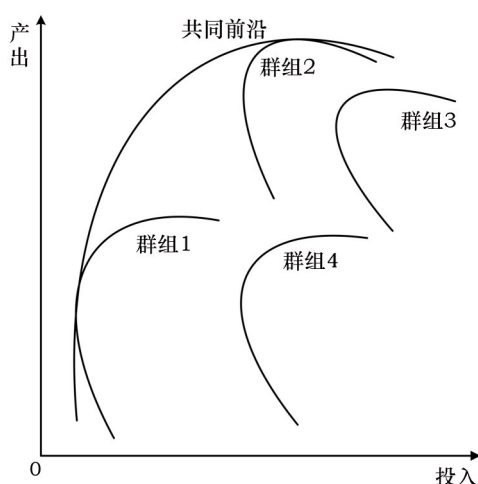


图2 共同前沿与群组前沿

Figure 2 Meta-frontier and group-frontier

假设 x 、 y 分别为投入与产出向量,若包络所有样本的投入,其产出共同边界技术集合(T^m)为:

$$T^m = \{(x, y): x \geq 0, y \geq 0; x \text{ 可以生产 } y\} \quad (3)$$

(3)式中对应的生产可能性集为:

$$P^m(x) = \{y: (x, y) \in T^m\} \quad (4)$$

其边界即为共同前沿下的边界。据此,共同技术效率的共同距离函数可以表示为:

$$D^m(x, y) = \sup_{\theta > 0: (x/\theta) \in P^m(y)} \quad (5)$$

同理,本文依据城市职能差异性将城市类型划分为四大群组($k=1, 2, 3, 4$),每个城市参照的是所在群组的技术集合:

$$T^k = \{(x_k, y_k): x_k \geq 0, y_k \geq 0; x_k \text{ 可以生产 } y_k\} \quad (6)$$

$k=1, 2, 3, 4$

相对应的各群组的生产可能性集可以定义为:

$$P^k(x_k) = \{y: (x_k, y_k) \in T^k\}, k=1, 2, 3, 4 \quad (7)$$

其边界即为群组前沿下的边界。据此,群组技术效率的群组距离函数可以表示为:

$$D^k(x_k, y_k) = \sup_{\theta > 0: (x_k/\theta) \in P^k(y_k)} \quad (8)$$

上述共同前沿与群组前沿下的距离函数将依据公式(2)所描述的SBM-Undesirable模型进行计算所得。

根据前文对建设用地利用效率的定义,将建设用地投入量及其松弛变量分别记作 X_l 和 S_l^- ,则共同前沿下的建设用地利用效率为:

$$TE_l^m = (X_l^m - S_l^m) / X_l^m, \text{ 不同群组下的建设用地利用效}$$

率为 $TE_l^m = (X_l^k - S_l^k) / X_l^k (k=1, 2, 3, 4)$ 。同理,将建设用地利用的技术落差定义为 $AVG = |TE_l^m - TE_l^k|$ 。如果 TE_l^m 与 TE_l^k 在均值上存在显著差异,即 AVG 显著大于0,则说明依据城市类型异质性分类考察建设用地利用效率是合理的。

3.4 指标选取与数据来源

3.4.1 指标选取

由于城市职能存在差异性,本文基于职能对城市类型进行划分。分类指标主要从城市从业结构、人口规模以及经济发展水平三个方面来甄选。为了表述方便,参考已有研究成果^[16],将城市统计年鉴中的从业类型指标做了适当调整,删除了农林牧渔业,将余下18种从业类型人员作为城市从业人数总数;将制造业和电力、燃气及水的生产与供应业两类从业人员进行合并,作为工业从业人数。资源型城市以资源开采为特殊职能,选取采矿业从业人员比例指标来区分资源型城市;工业主导型城市以工业生产与加工为主导职能,在数据可获取的情况下,选用了工业从业人员比例指标来区分工业主导型城市;区域综合型城市是人口和经济的高度集聚区,城区人口和经济总量应该显著高于其他城市,选用城区人口和GDP两个指标来区分;在区分以上三类城市之后,余下城市统一归为其他类型城市。

由于《中国城市统计年鉴》从2003年开始,采用新的从业结构划分标准,为了避免统计口径不一致引起的数据误差;另外,由于城市职能在不断演化,为了尽可能得到城市类型稳定的样本,本文分别利用2003年、2006年、2009年、2012年四年的数据展开城市类型划分,比较四年的分类结果,选取结果一致的城市作为研究的样本,使得研究结果更精确。

用地效率测算,从投入产出角度进行分析,现有文献选取指标多而广,往往导致指标之间关系不独立。因此,本文投入指标主要考虑土地、资本和劳动力三大最基本的生产要素,产出指标主要从经济产出、社会产出和环境产出(非期望性产出)三个方面考虑。

投入指标有:

(1)土地。采用城市建设用地面积表示,原因

在于城市生产主要依托于建设用地。

(2)资本。采用二三产业的资本存量表示,原因在于城市经济以非农经济为主。资本存量的计算相对比较复杂,采用戈德史密斯(Goldsmith)在1951年开创的永续盘存法^[20],其公式为:

$$K_{i,t}=K_{i,t-1}(1-\delta)+I_{i,t} \tag{9}$$

式中 $K_{i,t}$ 为 i 单元在 t 年的资本存量; I 、 δ 分别为固定资产投资、资本折旧率。在此借鉴张军等估算中国省际层面资本存量的做法,折旧率仍使用9.6%,从而估算出每个城市的资本存量^[21];再利用城市市辖区生产总值占城市的比值,进行同比例折算,计算城市市辖区的二三产业资本存量。

(3)劳动力。采用二三产业的从业人数表示,原因同样在于城市经济以非农经济为主。

产出指标有:

(1)经济产出。采用二三产业的产值表示,因为GDP是学界认可的经济指标。

(2)社会产出。采用城市市辖区人口表示。现有文献多选取城市市辖区人口和城市职工平均工资,前者能反映城市化率,后者能反映城市福利,结合本文的研究目的,选用市辖区人口作为社会产出更为合适。

(3)环境产出(非期望性产出)。采用工业SO₂排放量表示。由于工业生产过程中定会产生环境污染,选用工业SO₂排放量作为环境产出指标;而统计年鉴中统计口径为城市行政区而非城市市辖区,故本文采用市辖区的工业总产值占城市总量的比例,对城市SO₂排放量进行同比例折算成市辖区的

排放量。

3.4.2 数据来源

研究期为2000-2014年,涉及的城市建设用地面积数据¹⁾来源于《中国城市建设统计年鉴》^[22],固定资产投资、二三产业从业人员、二三产业产值等社会经济数据来源于《中国城市统计年鉴》^[23]。所有涉及到价格的数据,均以2000年不变价格为基准,GDP指数、固定资产投资价格指数分别来源于《中国统计年鉴》^[24]和《中国区域经统计年鉴》^[25]。数据处理软件主要包括SPSS 20.0、STATA 13.0以及DEA SOLVER 12.0。投入产出指标的描述性统计分析如表1所示。

4 不同类型城市的建设用地效率评价

4.1 基于职能的城市分类

首先从所有地级市中划分出具有特色的资源型、工业主导型、区域综合型三类城市,然后将余下城市统一归为其他类型城市,具体思路如图3所示。

(1)整理研究期间城市名称基本不变以及数据较全的238个地级及以上城市作为总体样本。

(2)对所有地级市样本进行K-Means聚类分析²⁾,

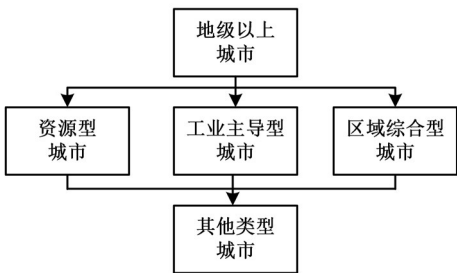


图3 城市类型分类思路

Figure 3 The Thinking of the city type classification

表1 2000-2014年各指标的描述性统计

Table 1 The descriptive statistics of the variables from 2000 to 2014

指标类型	变量名称	最小值	最大值	平均值	标准差	样本数量
投入指标	城市建设用地面积/km ²	7.78	1 425.87	102.08	140.25	3 570
	二三产业资本存量/亿元	4.15	31 710.85	1 126.20	2 370.34	3 570
	二三产业从业人数/万人	2.46	1 533.23	46.55	84.32	3 570
产出指标	二三产业增加值/亿元	10.99	5 083.38	208.62	390.99	3 570
	市辖区人口/万人	15.96	1 943.90	132.44	152.89	3 570
	工业SO ₂ 排放量/万t	0.01	59.33	3.46	4.52	3 570

1)数据处理过程中,还考虑了行政区划的调整,针对统计年鉴中土地数据与社会经济数据统计口径没有同步调整的数据,进行了修正。
2)该方法是聚类分析中常见的分类方法,其基本思想是根据数据特征以及设定类型数量,最终迭地出每类城市的聚类中心,依据每个城市与中心的距离来判断类别属性。由于篇幅限制,在实证分析中只列出了聚类中心,而没有展示每个城市与中心的距离。

表2 各类城市的最终聚类中心

Table 2 The final cluster centers of types of cities

城市类型	2003年	2006年	2009年	2012年
资源型城市	38.91	42.80	40.85	40.39
工业主导型城市	49.10	51.06	49.77	49.35
区域综合型城市	(2.31, 3.79)	(2.31, 3.79)	(2.20, 3.27)	(2.17, 2.84)

注: 针对区域综合型城市, 为了消除两个数据指标之间的量纲差异, 对原始数据进行标准化; 括号中第一个数值代表城区人口指标, 第二个数值是指生产总值指标。

最终聚类中心如表2所示, 选出资源型城市; 工业主导型城市与上述分类思路相同, 独立展开。

(3) 针对区域综合型城市, 由于分类指标是绝对指标, 城市之间相差较大, 为了聚类出更多的典型样本分三步展开:

①将省会城市单独列出;

②将剔除省会城市的剩余样本采用聚类分析, 方法与上述两类城市相同;

③将省会城市与聚类分析划分出的城市统一作为区域综合型城市。

(4) 分年份重复上述步骤, 整理四年分类结果一致的城市, 并参考现有文献^[26-30]的分析结果以及国家公布的资源型城市名单^[31], 对分类结果进行适宜调整, 保证最终结果具有典型性。最终分类结果, 如表3所示。

4.2 建设用地效率评价

基于上述分析, 首先利用SBM-Undersirable和Meta-frontier两个模型分年度测算不同类型城市在不同群组下的建设用地利用效率, 结果如图4、图5所示。

由图4可知, 2000-2014年期间, 各类城市建设用地利用效率变化规律基本相同, 呈现类似于“W”

型, 来回波动。具体来看, 四类城市群组的建设用地利用效率平均值存在显著梯度差异, 特别是2000-2010年, 四类城市的用地效率平均值从高到低依次为区域综合型、工业主导型、其他类型、资源型城市。由图5可知, 在群组前沿下, 并没有呈现出类似于共同前沿下不同类型城市之间明显的梯度差异, 而是每类城市的土地利用效率趋向于收敛, 收敛于1(效率最优), 这一现象验证了分类考察建设用地利用效率的合理性与必要性。具体来看, 资源型城市在2001-2014年期间, 基本呈现稳步上升的趋势, 而其他几类城市来回波动, 但波动范围较小, 基本控制在0.1以内。

为了进一步分析每个群组内城市个体的具体情况, 将2000-2014年主要城市在不同前沿下建设用地利用效率的平均值汇总于表4之中。

受文章篇幅限制, 按照共同前沿下建设用地利用效率的年均值排名, 表4主要列出了每类城市的前五名与后五名。就区域综合型、资源型、工业主导型与其他类型城市的地建设用地利用效率均值来看, 共同前沿下各组城市分别留存17.1%、43.1%、31.2%、34.9%的效率改进空间; 同样, 群组前沿下各组城市分别留存13.3%、17.7%、22.1%、26.8%的效

表3 城市分类结果

Table 3 The results of city type classification

城市类型	城市名称	合计
资源型城市	大同 阳泉 乌海 阜新 盘锦 辽源 松原 鸡西 鹤岗 双鸭山 大庆* 七台河 淮南 淮北 枣庄 东营 平顶山 鹤壁 焦作 濮阳 六盘水 铜川 克拉玛依	23
工业主导型城市	天津* 保定 包头 大连* 鞍山 抚顺 营口 辽阳 葫芦岛 四平 齐齐哈尔 常州* 苏州* 镇江 泰州 宁波* 嘉兴 芜湖 马鞍山 铜陵 厦门* 泉州 景德镇 青岛* 淄博* 烟台* 潍坊 威海 莱芜 德州 滨州 新乡 许昌 漯河 黄石 荆州 株洲 江门 肇庆 惠州 中山 攀枝花 绵阳 宜宾 宝鸡 嘉峪关 金昌	47
区域综合型城市	北京 天津* 石家庄 太原 呼和浩特 沈阳 大连* 长春 哈尔滨 大庆* 南京 无锡 常州* 苏州* 杭州 宁波* 合肥 福州 厦门* 南昌 济南 青岛* 淄博* 郑州 武汉 长沙 广州 东莞 南宁 重庆 成都 贵阳 昆明 西安 兰州 西宁 银川 乌鲁木齐	38
其他类型城市	余下城市	139

注: +表示该城市既属于资源型城市又属于区域综合型城市, 共有1个; *表示该城市既属于工业主导型城市又属于区域综合型城市, 共有8个。

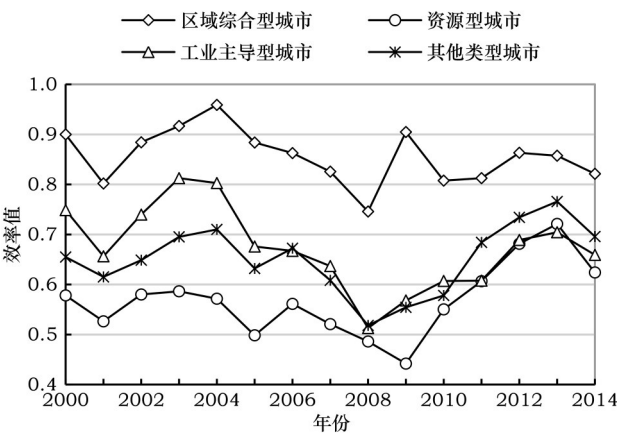


图4 2000–2014年各类城市在共同前沿下建设用地利用效率
Figure 4 The utilization efficiency of construction land under meta-frontier of all kinds of cities from 2000 to 2014

率改进空间。从各组技术落差绝对值来看,区域综合型、资源型、工业主导型、其他类型城市群组效率差值分别为0.106、0.267、0.118、0.082,不同前沿下相差较大,特别是资源型城市。

针对各个群组内的城市建设用地利用效率而言,区域综合型城市群组的大庆、无锡、苏州、杭州发挥较好,这些城市在共同前沿下用地效率均值皆为1,群组前沿下非常接近于1;而发挥最差的呼和浩特,无论是共同前沿还是群组前沿下,其用地效率均值都不高,显著低于1。资源型城市群组的盘锦与大庆,这两个城市无论是在共同前沿还是群组前沿下用地效率均值皆为1;而乌海和七台河发挥较差,无论参照哪组前沿,其用地效率均不超过

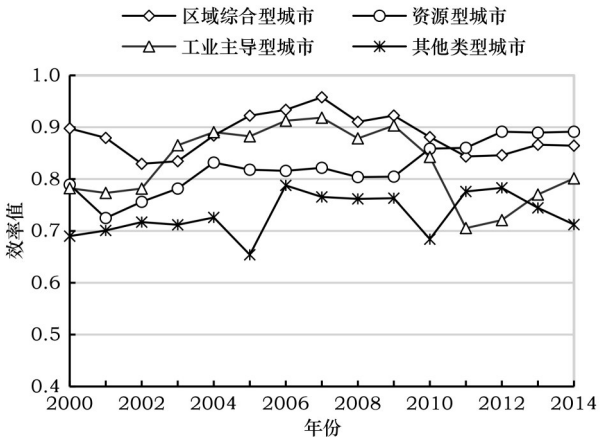


图5 2000–2014年各类城市在群组前沿下建设用地利用效率
Figure 5 The utilization efficiency of construction land under group-frontier of all kinds of cities from 2000 to 2014

0.5,如在共同前沿下,两个城市的用地效率均值分别为0.317、0.286,分别留存68.3%、71.4%的效率改进空间,提升空间非常大。工业主导型城市群组的苏州表现最好,原因在于无论是参照何种技术前沿,其用地效率均值皆为1;而表现较差的营口,其用地效率不高,即使参照效率均值稍高的群组前沿,也存在着很大的提升空间,提升幅度为46.3%。其他类型城市中的绥化与巴中表现最好,原因在于两个城市在不同前沿下用地效率均值皆为1,表现最差的是伊春。

基于上述分析,不同类型城市在共同前沿与群组前沿下城市建设用地利用效率存在较大差异,这一现象再次说明了分类考察建设用地利用效率的

表4 2000–2014年不同类型城市群在不同前沿下建设用地利用效率均值

Table 4 Average values of the utilization efficiency of construction land under different frontier of different types urban agglomeration from 2000 to 2014

区域 综合型	MTE	GTE	AVG	资源型	MTE	GTE	AVG	工业 主导型	MTE	GTE	AVG	其他 类型	MTE	GTE	AVG
大庆	1.000	1.000	0.000	盘锦	1.000	1.000	0.000	苏州	1.000	1.000	0.000	绥化	1.000	1.000	0.000
无锡	1.000	0.985	0.015	大庆	1.000	1.000	0.000	厦门	1.000	0.988	0.012	巴中	1.000	1.000	0.000
苏州	1.000	0.953	0.047	东营	0.998	0.938	0.060	中山	1.000	0.988	0.012	温州	0.990	1.000	0.010
杭州	1.000	0.954	0.046	克拉玛依	0.968	0.874	0.094	宁波	0.998	1.000	0.002	茂名	0.988	1.000	0.012
厦门	1.000	0.836	0.164	濮阳	0.788	0.998	0.210	青岛	0.985	0.974	0.012	亳州	0.971	0.971	0.000
...	-	-	-	...	-	-	-	...	-	-	-	...	-	-	-
贵阳	0.519	0.755	0.236	阜新	0.351	0.640	0.289	滨州	0.462	0.601	0.139	鹰潭	0.355	0.369	0.014
乌鲁木齐	0.510	0.782	0.271	六盘水	0.348	0.576	0.229	金昌	0.446	0.518	0.072	清远	0.354	0.413	0.059
银川	0.501	0.601	0.101	双鸭山	0.339	0.702	0.363	景德镇	0.412	0.495	0.084	黑河	0.327	0.338	0.012
西宁	0.466	0.895	0.429	乌海	0.317	0.485	0.167	四平	0.412	0.609	0.198	铁岭	0.323	0.355	0.032
呼和浩特	0.368	0.492	0.124	七台河	0.286	0.466	0.180	营口	0.332	0.537	0.205	伊春	0.179	0.212	0.033
均值	0.829	0.867	0.106	均值	0.569	0.823	0.267	平均值	0.688	0.779	0.118	平均值	0.651	0.732	0.082

注:MTE、GTE分别表示共同前沿下与群组前沿下建设用地利用效率的测算结果;AVG表示上述两者做差的绝对值。

2017年5月

科学性与必要性。形成这一现象的原因可能在于不同类型城市由于其城市职能定位不同,导致产业结构、资源配置等发展路径有差别,中国地级市相对于不同技术前沿下存在较大的技术缺口,导致建设用地利用技术水平存在差异。整体来看,四类城市中只有少数城市的用地效率均值为1,多数城市显著低于1,特别是参照共同前沿下的资源型城市,用地效率均值不超过0.6,说明在生态文明建设背景下,效率提升空间较大。

5 结论与讨论

城市建设用地资源稀缺已经成为约束城市社会与经济发展的重要瓶颈,而严格的耕地保护政策又阻断了建设用地的外部供给,因此,提高现有存量建设用地的利用效率,才能解决城市可持续发展过程中的土地稀缺问题。本文将非期望性产出纳入到建设用地利用效率评价模型之中,并利用Meta-frontier模型分类考察了不同类型城市的建设用地利用效率,更为精确地评估了当前中国城市建设用地利用效率的现实状况,结论如下:

(1)比较共同前沿与群组前沿下不同类型城市的建设用地利用效率,其他类型城市与区域综合型城市相差较小,分别为0.082、0.106,其次工业主导型城市,为0.118,末位是资源型城市,为0.267,不同前沿下效率差异明显。因此,若忽略城市之间的差异,采取“一刀切”方式来笼统评价中国地级市的建设用地利用效率是有失偏颇的。基于此,论文将SBM-Undesirable和Meta-frontier模型应用到城市建设用地利用效率的评价中,不仅能够解决上述由于城市类型差异引起的技术差异性,还能够实现将非期望性产出置于评价过程中的目的。

(2)随着科技不断进步,理论上建设用地利用的技术水平不断提高,建设用地利用效率也应提升,但在考虑建设用地利用过程中带来的环境污染问题时,在本文选取的研究时间段内,用地效率并没有显著提高。

本文研究结果的政策含义在于以下两个方面:

(1)在考察城市建设用地利用效率时,不能只关注经济产出与社会产出,同样需要关注环境产出。地方政府在城市建设用地利用与产业结构调整过程中需要考虑企业在生产过程中带来的环境

污染及其治理问题,在招商引资中,应该尽量避免“高污染、高能耗、低产能”的企业,提高企业的准入门槛,从源头上控制污染源。

(2)在考察城市建设用地利用效率时,务必要思虑不同类型城市在用地技术水平上的差异。区域综合型城市用地技术水平相对较高,在用地结构调整过程中,充分发挥用地技术水平提高用地利用效率。针对其他几种类型城市,进一步加大对技术的投资力度,完善建设用地出让制度特别是工业用地的出让,有序提高用地利用效率,在提高相对组内用地效率的同时,适度缩小与区域综合型城市之间的差距。

另外,需要说明的是,依据城市职能差异性区分城市类型,城市类型属性随着时间的变化而演变,在分类过程中将不稳定的城市统一归为其他类型,导致该类城市样本较多,在今后的研究中可以进一步细分该类城市。

参考文献(References):

- [1] 欧胜彬,农丰收,陈利根. 建设用地差别化管理:理论解释与实证研究——以广西北部湾经济区为例[J]. 中国土地科学, 2014, 28(01): 26-32. [Ou S B, Nong F S, Chen L G. Discriminative managing construction land: theoretical explanation and empirical research—Take Guangxi Beibu Gulf economic zone as an example[J]. *China Land Sciences*, 2014, 28(01): 26-32.]
- [2] 刘琼,俾伶俐,欧名豪,等. 基于脱钩情景的中国建设用地总量管控目标分析[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2014(02): 80-85. [Liu Q, Nai L L, Ou M H, et al. Analysis on control objective of construction land in China based on decoupling scene[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2014, (02): 80-85.]
- [3] 文贯中. 重归内生型城市化道路——关于中国特色与普遍规律的辨析[J]. 人民论坛·学术前沿, 2014(02): 73-81. [Wen G Z. Returning to an endogenous path of urbanization—analysis of Chinese characteristics and the universal law[J]. *People's Tribune·Frontiers*, 2014, (02): 73-81.]
- [4] 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(04): 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 Geograpy*, 2013, 32(04): 649-656.]
- [5] 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(04): 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(04): 712-721.]
- [6] 罗罡辉, 吴次芳. 城市用地效益的比较研究[J]. 经济地理, 2003, 23(03): 367-370. [Luo G H, Wu C F. Comparative study on urban land use efficiency[J]. *Economic Geography*, 2003, 23(03): 367-370.]
- [7] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. *Nature*, 1997, 387(6630): 253-260.
- [8] 柯新利, 杨柏寒, 刘适, 等. 基于土地利用效率区域差异的建设用地区际优化配置——以武汉城市圈为例[J]. 长江流域资源与环境, 2014, 23(11): 1502-1509. [Ke X L, Yang B H, Liu S, *et al.* Optimization of interregional built-up land allocation based on differences of land use efficiency—A case study of wuhan metropolitan[J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2014, 23(11): 1502-1509.]
- [9] 李鑫, 欧名豪. 中国省际建设用地单要素效率评价与区域差异研究[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2012(01): 80-84. [Li X, Ou M H. An evaluation of China's provincial construction land single factor efficiency and its regional differences[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition)*, 2012, (01): 80-84.]
- [10] Boame A K. The technical efficiency of Canadian urban transit systems[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2004, 40(5): 401-416.
- [11] Graham D J. Productivity and efficiency in urban railways: Parametric and non- parametric estimates[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2008, 44(1): 84-99.
- [12] Odeck J, Bråthen S. A meta-analysis of DEA and SFA studies of the technical efficiency of seaports: A comparison of fixed and random- effects regression models[J]. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2012, 46(10): 1574-1585.
- [13] 李永乐, 舒帮荣, 吴群. 中国城市土地利用效率: 时空特征、地区差距与影响因素[J]. 经济地理, 2014, 34(01): 133-139. [Li Y L, Shu B R, Wu Q. Urban land use efficiency in China: spatial and temporal characteristics, regional difference and influence factors[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(01): 133-139.]
- [14] 陈伟, 吴群. 长三角地区城市建设用地经济效率及其影响因素[J]. 经济地理, 2014, 34(09): 142-149. [Chen W, Wu Q. Economic efficiency of urban construction land and its influential factors in Yangtze River Delta[J]. *Economic Geography*, 2014, 34(09): 142-149.]
- [15] 张志辉. 中国城市土地利用效率研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2014(07): 134-149. [Zhang Z H. Study of Chinese urban land use efficiency[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2014, (07): 134-149.]
- [16] 鲁春阳, 文枫, 杨庆媛, 等. 不同职能城市土地利用结构特征分析[J]. 中国土地科学, 2011(08): 27-34. [Lu C Y, Wen F, Yang Q Y, *et al.* Study on the characteristics of urban land use structures in cities with different functions[J]. *China Land Sciences*, 2011, (08): 27-34.]
- [17] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [18] Battese G E, Rao D P. Technology gap, efficiency, and a stochastic metafrontier function[J]. *International Journal of Business and Economics*, 2002, 1(2): 87-93.
- [19] 李静, 马潇璐. 资源与环境双重约束下的工业用水效率——基于SBM-Undesirable和Meta-frontier模型的实证研究[J]. 自然资源学报, 2014(06): 920-933. [Li J, Ma X C. The utilization efficiency of industrial water under the dual constraints of resource and environment—an empirical study based on SBM-Undesirable and Meta- frontier model[J]. *Journal of Natural Resources*, 2014, (06): 920-933.]
- [20] Goldsmith R. A Perpetual Inventory of National Wealth[M]. New York: National Bureau of Economic Research, 1951.
- [21] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952—2000[J]. 经济研究, 2004(10): 35-44. [Zhang J, Wu G Y, Zhang J P. The estimation of China's provincial capital stock: 1952 — 2000[J]. *Economic Research Journal*, 2004, (10): 35-44.]
- [22] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 中国城市建设统计年鉴(2000-2014) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2000-2014. [Ministry of Housing and Urban- Rural Development of the PRC. China Urban Construction Statistics Yearbook[M]. Beijing: China Planning Press, 2000-2014.]
- [23] 国家统计局社会经济调查司. 中国城市统计年鉴(2001-2015) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2015. [The National Bureau of Statistics of Social and Economic Investigation Department. China City Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2001-2015.]
- [24] 国家统计局. 中国统计年鉴(2001-2015) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2015. [National Bureau of Statistics of the PRC. China Statistical Yearbook[M]. Beijing: China Statistics Press, 2001-2015.]
- [25] 国家统计局国民经济综合统计司. 中国区域经济统计年鉴(2001-2015) [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2015. [The National Bureau of Statistics of National and Economic Comprehensive Department. China City Statistical Yearbook [M]. Beijing: China Statistics Press, 2001-2015.]
- [26] 周一星, Bradshaw R. 中国城市(包括辖县)的工业职能分类——理论、方法和结果[J]. 地理学报, 1988(04): 287-298. [Zhou Y X, Bradshaw R. The classification of industrial function of Chinese cities (including attached counties) - theory method and results[J]. *Acta Geographica Sinica*, 1988, (04): 287-298.]
- [27] 周一星, 孙则听. 再论中国城市的职能分类[J]. 地理研究, 1997(01): 11-22. [Zhou Y X, Sun Z Y. Rediscussion on China's urban function classification[J]. *Geographica Research*, 1997,

2017年5月

- (01):11-22.]
- [28] 李芸. 差异化城市功能的定位与战略设计[J]. 江苏社会科学, 2000 (05): 106-110. [Li Y. Differentiation of city function positioning and strategic design[J]. *Jiangsu Social Sciences*, 2000, (05):106-110.]
- [29] 许锋, 周一星. 科学划分我国城市的职能类型--建立分类指导的扩大内需政策[J]. 城市发展研究, 2010, (02):88-97. [Xu F, Zhou Y X. Function classification of Chinese cities and the establishment of classified guidance policy for expanding domestic demand[J]. *Urban Studies*, 2010, (02):88-97.]
- [30] 于涛方, 顾朝林, 吴泓. 中国城市功能格局与转型——基于五普和第一次经济普查数据的分析[J]. 城市规划学刊, 2006 (05): 13-21. [Yu T F, Gu C L, Wu H. Structure and transformation of urban functional in china[J]. *Urban Planning Forum*, 2006, (05):13-21.]
- [31] 中华人民共和国中央人民政府《全国资源型城市可持续发展规划(2013-2020年)》[EB/OL]. [2013-12-03]. http://www.gov.cn/jzwgk/2013-12/03/content_2540070.htm. [Central People's Government of the People's Republic of China.《The sustainable development planning of national resources city in year 2013-2020》[EB/OL]. [2013-12-03]. http://www.gov.cn/jzwgk/2013-12/03/content_2540070.htm.]

Construction land utilization efficiency based on SBM-Undesirable and Meta-frontier model

NIE Lei¹, GUO Zhongxing¹, PENG Chong²

(1. College of Public Administration, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;

2. School of Government Audit, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China)

Abstract: Improving the utilization efficiency of construction land is critical to meet the demand of urban construction land in China. Considering environmental pollution under the condition of undesirable output, we employed the SBM-Undesirable and meta-frontier model based on 2000 - 2014 panel data for 238 cities in China to investigate the utilization efficiency of urban construction land using types heterogeneity and meta-frontier and group-frontier respectively. The results show that there are significant differences in the utilization efficiency of construction land between cities. At the meta-frontier, from 2000 to 2010 the average efficiency is from high to low in order from regional comprehensive city, industry oriented city, other type of city and resource city. At the group-frontier, there is no obvious characteristic of types of differentiation in average efficiency. Comparing the utilization efficiency of construction land between different types of cities under the meta-frontier and group frontier, other type of city and regional comprehensive city are small, respectively for 0.082 and 0.106, followed by the industry city at 0.118, and the resource-based city at 0.267. The non-difference between the meta-frontier and group-frontier confirmed the scientific rationality of the utilization efficiency of construction land from the perspective of urban types heterogeneity. Considering the pollution of the environment as a kind of undesirable output, the utilization efficiency of construction land is generally low, especially in resource city (e.g. mean efficiency no more than 0.6), meaning that ecological civilization construction, urban construction land use efficiency is improved. We conclude that a one size fits all approach is inappropriate when improving urban land management and that people should consider the heterogeneity of functions among cities when developing different solutions.

Key words: urban types; utilization efficiency of construction land; SBM- Undesirable model; Meta-frontier model; undesirable output