

# 差别环境响应下的城市工业用地效率

## ——基于长三角城市群的实证分析

梁 皓 黄健元 贺 斌

**内容提要:** 基于环境响应的视角,本文分别测算差别环境响应下长三角 16 个城市 2005—2014 年的工业用地效率值,并采用 Malmquist(简称为 ML)指数分析法对不同模式下的工业用地生产效率进行解析。结果表明,企业作为工业用地的使用者,对不同环境约束做出的响应会对工业用地效率产生影响,且事前响应模式下的工业用地效率值低于事后响应模式的工业用地效率值;事前响应模式下的 ML 指数值高于事后响应模式下的 ML 指数值。从可持续发展角度看,事前响应模式测算能真实地反映长三角城市群工业用地效率的变化。

**关键词:** 环境响应 长三角城市群 工业用地效率

**中图分类号:** F293.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-7636(2017)10-0026-08

### 一、问题提出

作为工业发展的载体,工业用地在整个城市经济发展中发挥着重要功能,但是由于长期以来地方政府的引资竞争导致工业地价偏低<sup>[1]</sup>,致使工业用地浪费、低效利用等问题特别突出<sup>[2]</sup>。在城市用地日趋紧张以及严格耕地保护政策的背景下,如何能够有效地实现工业用地的集约利用,从而提升城市工业用地效率成为政府和学界关注的主要问题之一。

目前,国内关于工业用地效率的研究主要从宏观和中观层面展开<sup>[3-5]</sup>,研究内容侧重于不同区域工业用地效率值的时空差异分析,研究方法以传统 DEA 模型及改进模型为主<sup>[6-8]</sup>。熊强和郭贯成(2013)在分析相关省市工业用地效率值的基础上认为,工业用地效率值的地区差异大的主要原因是规模效率不足或技术效率不足<sup>[3]</sup>;陈伟等(2015)研究了相关省市 2001—2011 年的工业用地效率值变动情况后,发现工业用地效率在区域之间的差异明显,地区经济发展水平和产业发展水平及外商投资对于提升工业用地利用效率有明显的正向作用<sup>[5]</sup>;张琳等(2015)测算了中国 2001—2012 年工业用地效率值并认为,工业用地全要素生产率的

收稿日期:2017-06-26

基金项目:国家社会科学基金重大项目“海平面上升对我国重点沿海区域发展影响研究”(15ZDB170)

作者简介:梁皓 河海大学人口研究所博士研究生,通讯作者,南京市 211100;

黄健元 河海大学人口研究所教授,博士生导师;

贺斌 西安交通大学经济与金融学院博士研究生,西安市 710061。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

变动主要是技术效率进步所致<sup>[7]</sup>。

综合已有文献来看,工业土地利用效率评价的研究已经取得了一定的进展,研究方法已经趋于成熟,但是在工业用地效率的差异分析方面,重点关注投入水平、技术水平、经济发展水平等对工业用地效率值的影响,忽视了环境约束的影响。而环境约束这一因素之所以重要,主要是因为现阶段环境约束或生态约束视角已经成为学界剖析中国社会经济问题的落脚点。在考虑资源环境约束条件的前提下,吴传清和董旭(2015)研究发现,污染是导致能源损失的主要因素<sup>[9]</sup>;刘瑞翔(2012)、庞瑞芝和王亮(2016)研究认为,过高的能源消耗和污染排放是影响经济效率的主要因素<sup>[10-11]</sup>。刘睿劼和张智慧(2012)通过研究论证也得出了类似的结论,即考虑环境制约因素会对地区工业效率产生一定程度上的影响<sup>[12]</sup>。这些研究促使笔者思考在工业用地效率的研究过程中如果考虑环境约束条件,城市工业用地效率值会发生何种变化?

通过将环境约束作为前提再次对已有文献进行回顾发现,关于环境约束下的工业用地效率研究并不多,仅有的文献也只是从非期望产出的角度分析环境污染对工业用地效率值的影响,对于非期望产出视角下工业用地效率值变化的内涵以及投入视角下工业用地效率值的变化情况缺乏相应的对比分析。

因此,本文将从工业用地效率和环境约束的内涵为出发点,研究2005—2014年长三角地区工业用地效率值的变化,以期为推进长三角地区工业用地高效利用政策的完善提供可行性参考。

## 二、概念解释及理论说明

“效率”一词所反映出的经济学含义是在一定的条件下,不同生产要素组合所产生的经济效益。引申到工业用地效率上,则可以解释为在给定经济技术和资源稀缺的条件下,各种资源要素所产生的输出效果。投入越少,产出越多则说明用地效率越高,反之,则工业用地效率越低。

环境约束是指政府和社会出于保护生态环境目的而对环境施害者所采取一系列措施的总称。根据环境约束性质和内容的不同,可以将环境约束分为软约束和硬约束。软约束是指促使环境施害者自愿终止并解决环境污染问题的一类约束。这种约束的具体形式主要包括:环境伦理的宣传、社会公德的约束、NGO组织的监督、新闻媒介的报道等。硬约束是指通过强制性手段诱发环境施害者采取一定行为以减少对环境的污染,这类约束具体包含环境法律法规、环境标准和规划、排污税费等<sup>[13]</sup>。虽然这两种约束方式都能在某种程度上影响环境施害者在约束发生时所做出的响应,但是从响应积极性而言,强制性的硬约束在现实情况下更能使环境施害者积极采取行动,由于受到“有限理性”的制约,使不同企业在响应时间上有前后的差异,因此根据响应时间的不同可以分为两种:事前响应和事后响应。

事前响应发生在污染产生前,主要是通过采取事前控制措施尽可能减少工业生产过程中污染物的排放量;事后响应发生在环境污染后,根据“谁污染,谁治理”的原则,通过治理已经排放的污染物来减少对环境的影响。由于无论采取何种响应方式,均会在解决环境污染问题的过程中发生一定的费用,而费用核算时无论将其纳入产出还是投入,都会影响企业的投入产出结构,进而改变工业用地的生产效率值,这使得考虑不同响应下的工业用地效率值有了一定的现实意义。

出于可操作性的考虑,本文在模型构建和选择时,采用非期望产出的SBM模型测算事前行为下的工业用地效率值;采用投入条件下的SBM模型测算事后处理行为下的工业用地效率值,并采用ML指数及分解指数分析法,通过分析除去基本投入要素后,生产技术效率变化和生产进步对工业用地效率值变化的贡献来评判不同响应下工业用地效率值的合理性。

### 三、研究方法数据来源

#### (一) 研究方法

##### 1. 非期望产出的 SBM 模型

传统 DEA 模型(CCR、BCC)的测算主要采用径向和角度的思路,对于没有达到生产前沿线的无效率值通常采用同比例扩大(缩小)投入(产出)的方式进行改进。实际上,对于无效的评价单元而言,实现高效率的方式除了等比例改进的部分之外,还包括松弛变量的改进部分。由于传统的径向 DEA 模型未充分考虑松弛变量的改进部分。因此托恩(Tone 2001)<sup>[14]</sup>提出了 SBM 模型:

$$\begin{aligned} \min \rho^* &= \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_k^-}{x_{ik}}}{1 + \frac{1}{a+b} \left( \sum_{i=1}^a \frac{s_i^l}{y_{ik}} + \sum_{r=1}^b \frac{s_r^+}{y_{rk}} \right)} \quad (1) \\ \text{s. t.} \quad & X\lambda + s^- = x_{ik} \\ & Y\lambda + s^+ = y_{rk} \\ & y^l \lambda - s^l = y_{ik} \\ & \lambda, s^-, s^+, s^l \geq 0 \end{aligned}$$

其中  $s^-$ 、 $s^+$ 、 $s^l$  表示决策单元投入冗余、期望产出不足和非期望产出超标量;由于  $\rho^*$  的取值范围为  $0 \sim 1$ , 只有当  $s^- = s^+ = s^l = 0$   $\rho^* = 1$  时,决策单元的效率值才会达到最大。

##### 2. Malmquist 指数分析法

Malmquist 指数是测度决策单元效率变化的一种指数分析方法,由马姆奎斯特(Malmquist,1953)<sup>[15]</sup>提出,并由拉法尔等(Fare et al.,1993)<sup>[16]</sup>采用 DEA 方法计算 Malmquist 指数,并将该指数分解为两个方面的变化:一是技术效率的变化;二是生产技术的变化。在测算过程中,本文选择最常用的相邻前沿交叉参比 Malmquist 指数。

相邻前沿交叉参比 Malmquist 指数是由拉法尔等(1993)<sup>[16]</sup>采用凯文等(Caves et al.,1982)<sup>[17]</sup>计算的 Malmquist 指数的方法,采用两个 Malmquist 指数的几何平均值作为决策单元的 Malmquist 指数:

从时期  $t$  到  $t+1$  的 Malmquist 指数可以表示为:

$$MI(x^{t+1}, y^{t+1}; x^t, y^t) = \sqrt{\frac{E^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)} \times \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^{t+1}(x^t, y^t)}} \quad (2)$$

其中  $E^t(x^t, y^t)$  和  $E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$  分别为决策单元在两个时期内的技术效率值, Malmquist 指数  $> 1$  则说明决策单元的生产率有所增加; Malmquist 指数  $< 1$  则说明决策单元的生产率有所减少; Malmquist 指数  $= 1$  则说明决策单元的生产率不变;

拉法尔等(1993)<sup>[16]</sup>将这两个时期的效率值的比值定义为效率值的变化:

$$EC = \frac{E^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{E^t(x^t, y^t)} \quad (3)$$

如果  $EC > 1$  则说明决策单元的相对技术效率值有所增加  $EC < 1$  则说明决策单元的相对技术效率值有所减少  $EC = 1$  则说明决策单元的相对技术效率值不变。拉法尔等(1993)<sup>[16]</sup>将相对效率值的几何平均值定义为技术变化:

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

如果  $TC > 1$  表示生产技术进步,  $TC < 1$  表示生产技术退步,  $TC = 1$  表示生产技术不变。

Malmquist 指数、效率值变化和技术变化三者的数量关系为:

$$\text{Malmquist 指数}(MI) = \text{效率值变化}(EC) \times \text{技术变化}(TC) \quad (5)$$

## (二) 变量设置及数据来源

出于数据易采集性的考虑, 本文主要选择 2005—2014 年狭义层面上长三角城市群 16 个地市的工业用地面积、固定资产投资(工业部分)、工业行业从业人员、工业用电量作为投入指标, 并选择这些地市规模以上工业企业利润总额作为产出指标进行城市工业用地生产效率值的测算, 这部分数据主要来源于《中国城市统计年鉴》(2005—2014)、《中国城市建设统计年鉴》(2005—2014)、《中国城市统计年鉴》(2005—2014)。对这些指标中的价格指标, 本文以 2005 年作为基期做了平减处理。此外, 本文还设置了污染治理费用作为环境约束变量。

工业生产活动通常会造成三类污染, 分别为工业污水、工业固体废弃物、工业废气等污染物。通过对关于污染物治理费用文献的梳理, 本文参照袁广达等(2015)<sup>[18]</sup>的研究分别确定了三类污染物的治理成本, 其中: 工业废水处理成本近似取值为 4.75 元/吨; 工业废弃物治理成本为 20 元/吨; 工业废气中的二氧化硫治理成本为 745 元/吨、氮氧化物治理成本为 3 030 元/吨、烟尘(粉尘)治理成本为 130 元/吨。而关于工业生产污染物治理费用的具体测算方法如下:

$$Z_{jw} = Q_{jw} \times P_w \quad (6)$$

$$Z_{jg} = Q_{jg} \times P_g \quad (7)$$

$$Z_{ji} = Q_{js} \times P_s + Q_{jn} \times P_n + Q_{jf} \times P_f \quad (8)$$

其中  $Z_{jw}$  为城市  $j$  的废水治理费用,  $Q_{jw}$  为城市  $j$  的工业污水排放量,  $P_w$  为工业废水治理费用标准;  $Z_{jg}$  为城市  $j$  的工业固体废弃物治理费用,  $Q_{jg}$  为城市  $j$  的工业固体废弃物的排放量,  $P_g$  为单位数量固体废弃物的治理费用;  $Z_{ji}$  为城市  $j$  的工业废气治理费用,  $Q_{js}$  为城市  $j$  的二氧化硫排放量,  $P_s$  为单位数量二氧化硫的治理费用;  $Q_{jn}$  为城市  $j$  氮氧化物排放量,  $P_n$  为单位数量氮氧化物的治理费用;  $Q_{jf}$  为城市  $j$  的烟(粉)尘排放量,  $P_f$  为单位数量烟粉尘的治理费用。数据来自《中国城市建设统计年鉴》(2005—2014)及各地市统计年鉴(2005—2014)。

## 四、实证结果及分析

为了综合反映长三角城市群工业用地效率的基本情况, 实证分析首先测算 2005—2014 年不同环境响应下长三角城市群 16 个地市的工业用地效率值, 以了解其时空差异情况, 进而通过测算不同环境响应下的 Malmquist 全要素生产率指数及分解指数, 以了解不同环境约束响应下工业用地全要素生产率的变化情况。

### (一) 长三角城市群的工业用地效率值的时空差异

#### 1. 长三角城市工业用地效率值的空间差异

表 1 反映了长三角城市群 16 个城市 2005—2014 年不同环境响应下工业用地效率的平均值及差异情况。从长三角城市群整体层面来看, 不同响应模式下的工业用地效率值整体较高。在事后响应模式下, 工业用地效率值在 0.5 以上的城市有 11 个, 其中工业用地效率值在 0.8 以上的城市有 8 个; 在事前响应模式下, 工业用地效率值在 0.5 以上的城市有 9 个, 其中工业用地效率值在 0.8 以上的城市有 7 个。长三角城市群工业用地效率整体水平之所以较高, 可能的原因在于长三角地区是中国传统工业的发展重心之一, 该地区不仅拥有便利的区位条件, 而且有广阔的经济腹地为依托, 为其发展提供了良好的契机。

表1 不同环境响应下的工业用地效率值

地市	事后响应	事前响应	效率值差异
常州市	0.621	0.532	0.088
杭州市	1.000	1.000	0.000
湖州市	0.458	0.425	0.033
嘉兴市	0.485	0.442	0.043
南京市	0.446	0.445	0.001
南通市	0.932	0.906	0.026
宁波市	0.504	0.495	0.009
上海市	1.000	1.000	0.000
绍兴市	0.817	0.777	0.039
苏州市	0.833	0.829	0.003
台州市	0.457	0.44	0.017
泰州市	0.932	0.81	0.122
无锡市	0.857	0.855	0.002
扬州市	0.947	0.844	0.103
镇江市	0.611	0.494	0.117
舟山市	0.324	0.311	0.013

从长三角地区城市个体层面来看,两种模式下的效率值差异较为明显,而且事后响应模式下测算的工业用地效率值更高。事后响应模式效率值高于事前响应模式下的工业用地效率值,并不意味着事后响应模式下的工业用地效率值能真实地反映长三角地区的工业用地效率。从国家提出的可持续发展战略来看,采用事前响应模式解决环境污染问题更为合理。发达国家社会经济发展的经验已表明“先污染,后治理”的经济发展模式并不是可持续的发展方式,而只有通过事前采取预防性措施,将生产过程中的污染降低至环境可以容纳的最佳量,才能真正达到工业生产可持续发展的目标。因此,从这个角度来看事前响应模式测定的工业用地效率值能够更真实地反映环境约束条件下真实的工业用地效率值。

### 2. 长三角城市工业用地效率值的时序差异

图1为长三角城市群16个地市2005—2014年的工业用地效率值的变化情况图。从图中可以发现,长三角地区的整体工业用地效率值呈“波动下降”的趋势。其中,2005—2007年长三角城市群的整体工业用地效率值呈现上升的趋势,主要原因在于这一时期大规模的资本和廉价劳动力的投入抵消了环境污染问题和工业用地低价供应等因素对工业用地效率值产生的影响。

但是,到了2008年工业用地效率值有了明显的下降,主要原因是受到了经济危机的影响。而这种趋势在2009年有了短暂的回升,这主要得益于国家“四万亿经济刺激计划”政策的出台。2010—2012年长三角城市群的工业用地效率值再度出现下降的趋势,这一阶段世界经济危机的影响还未消除,中国面临国内外需求整体低迷的困境,同时受到2008年以后长三角地区大规模农民工“返乡潮”的影响,导致整体中小企业的经营困难,整个地区的行业盈利水平普遍下降,致使工业用地效率值一直处于下降状态。2013年工业用地效率值出现了小幅上升,主要是国家为了稳定经济发展实施了一揽子经济发展政策,一方面加大固定资产投资,另一方面实施营改增扩围、减免微小企业税收、简政放权、设立上海自贸区等措施,在提升工业经济的投入和产出能力的同时,使得工业用地效率值有了短暂的回升。然而,2014年工业用地效率短暂回升后又出现了第三次下降,主要原因在于2008年实施的“四万亿经济刺激计划”的影响已经开始显现,经济上出现了产能过剩的局面,同时融资成本过高,导致企业盈利降低,进而导致工业用地效率的降低。

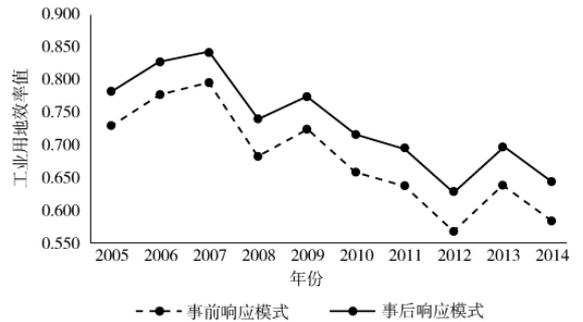


图1 2005—2014年不同响应下的工业用地效率值

### (二) Malmquist 指数的差异及分解

Malmquist 指数是评价全要素生产效率变化情况的重要指标。全要素生产率是指因技术变化而产生的,不能被投入增长所解释的剩余的产出增长率,通常能更真实地反映评价单元产出增加的来源<sup>[19]</sup>。

表2为事后响应模式和事前响应模式下2005—2014年长三角16个地市工业用地生产效率指数平均值及分解情况。从表2可以发现,在两种响应模式下16个城市的工业用地生产效率指数均大于1,说明在研

究期内工业用地生产效率的平均增长率有了明显的提高。其中,在事前响应模式下,工业用地生产效率的增长率低于10%的城市包括湖州市、绍兴市、台州市、无锡市4个城市,其余城市的工业用地生产效率的增长率均高于10%。在事后响应模式下,工业用地生产效率的增长率低于10%的城市包括湖州市、绍兴市、苏州市、台州市、无锡市、舟山市7个城市,其余城市的工业用地增长率均高于10%。通过分析增长率低于10%城市的工业用地技术效率和技术进步情况发现,这些城市的技术进步均大于1,但是技术效率却小于1,说明技术效率偏低导致了工业用地生产效率的变化。

表2 不同环境响应下的 Malmquist 指数的差异性分析

地区	事后响应模式			事前响应模式			差异		
	EC	TC	ML	EC	TC	ML	EC	TC	ML
常州市	1.015	1.178	1.186	1.020	1.251	1.258	0.005	0.073	0.072
杭州市	1.000	1.100	1.100	1.000	1.112	1.112	0.000	0.013	0.013
湖州市	0.963	1.135	1.083	0.958	1.161	1.098	-0.005	0.026	0.016
嘉兴市	0.968	1.176	1.113	0.967	1.230	1.152	-0.001	0.054	0.039
南京市	1.122	1.138	1.310	1.183	1.154	1.411	0.060	0.016	0.101
南通市	1.044	1.211	1.259	1.066	1.212	1.277	0.022	0.001	0.018
宁波市	1.101	1.120	1.266	1.193	1.134	1.425	0.092	0.014	0.160
上海市	1.000	1.133	1.133	1.000	1.125	1.135	0.000	-0.008	0.002
绍兴市	0.942	1.127	1.057	0.931	1.163	1.076	-0.012	0.037	0.019
苏州市	0.991	1.091	1.082	1.011	1.087	1.126	0.021	-0.004	0.044
台州市	0.892	1.155	1.043	0.866	1.214	1.069	-0.026	0.059	0.026
泰州市	1.057	1.153	1.214	1.088	1.182	1.269	0.031	0.029	0.055
无锡市	0.950	1.127	1.074	0.936	1.124	1.077	-0.014	-0.003	0.003
扬州市	1.084	1.163	1.270	1.117	1.181	1.338	0.033	0.018	0.069
镇江市	1.058	1.153	1.203	1.068	1.209	1.264	0.011	0.056	0.060
舟山市	0.873	1.165	1.044	0.910	1.196	1.114	0.037	0.031	0.070

从不同响应模式下的工业用地生产效率指数的差异情况看,基于事前响应模式下的工业用地生产效率指数均高于事后响应模式下工业用地生产效率指数。呈现这种变化情况的原因是采用事前响应模式可以有效平衡污染治理和工业用地生产效率增长的关系,能够更有效地促进工业用地效率的增长。这也充分印证了前文关于事前响应模式下工业用地效率值更优的分析。

表3为事前响应模式和事后响应模式下长三角城市群工业用地生产效率指数的时序变化表。从表1可以看出,不同响应模式下的 Malmquist 指数均在2007—2008年、2011—2012年以及2013—2014年出现低于1的情况,表明在这些年份长三角城市群的工业用地生产效率有所下降,其余各年份的 ML 指数均大于1,表明工业用地生产效率有所提高。通过对比两种模式下的工业用地生产效率指数变化,发现基于事前响应模式的生产效率指数要高于事后响应模式的生产效率指数。从两类指数所反映的现实情况看,前者的 Malmquist 指数值为1.152,即工业用地生产效率的年均增长率为15.2%;后者的 Malmquist 指数为1.198,即工业用地生产效率的年均增长率为19.8%。造成两种情况下 Malmquist 指数差异的原因在于:事后响应模式下的技术效率增长率和技术进步增长率分别比事前响应模式下的技术增长率和技术进步率高出1.6%和2.6%,即事后响应模式下技术进步对于工业用地生产效率的提升贡献率更高。

表3 2005—2014年不同响应下的工业用地生产效率值变化及分解

年份	事后响应模式			事前响应模式		
	EC	TC	ML	EC	TC	ML
2005—2006	1.086	1.147	1.246	1.108	1.188	1.319
2006—2007	1.032	1.185	1.221	1.052	1.232	1.290
2007—2008	0.896	0.952	0.822	0.884	0.945	0.833
2008—2009	1.117	1.460	1.632	1.175	1.557	1.820
2009—2010	0.939	1.359	1.275	0.939	1.440	1.346
2010—2011	1.020	1.002	1.025	1.037	0.999	1.041
2011—2012	0.887	1.094	0.936	0.878	1.068	0.942
2012—2013	1.169	0.991	1.153	1.229	0.982	1.208
2013—2014	0.888	1.118	0.970	0.872	1.129	0.984
平均值	1.004	1.145	1.142	1.019	1.171	1.198

## 五、结论与讨论

将环境污染纳入到社会经济问题的研究已经成为主要趋势,本文基于现有研究的不足,根据环境硬约束下企业响应发生时间的不同分为事前响应和事后响应,并基于可操作的考虑分别采用非期望产出的SBM模型和投入条件下的SBM模型测算两种响应模式下的工业用地效率值,而且对其差异进行了分析。通过对两

种响应模式下工业用地的效率值及其他相关指数进行测算后发现:

(1)2005—2014年,长三角城市群工业用地总体效率值呈现出整体水平较高,且在空间和时间上分别呈现出“空间异质性”和“效率值波动下降”的特征。研究证实,无论采用事前响应模式还是事后响应模式,处于较高水平工业用地效率值的城市在长三角城市群中始终占有较大的比重,这种特征的呈现得益于长三角城市群便利的交通区位条件、广阔的经济腹地以及良好的发展契机。从长三角城市群工业用地效率值的空间变动来看,不同环境响应下的城市工业用地效率值的地域差异明显,工业用地效率值的高值区域分布在西南和东北地区,低值区域分布在西部、中部和东南地区,造成空间异质性的主要原因在于部分地区处于经济和产业结构的调整阶段,使得相关指标值的变动并不稳定。此外,从长三角城市群工业用地效率值的时间变动情况看,波动下降是主要趋势,而其原因主要是由于经济的周期性波动造成的。

(2)2005—2014年,基于事前和事后响应模式下的长三角城市群的总体工业用地生产效率指数的整体平均值高于1,同时,在时间序列的变化上基于事前响应模式的生产效率指数要高于事后响应模式的生产效率指数。本文分析发现,个别城市工业用地效率平均增长率偏低均是由于技术效率偏低造成的,而工业用地生产效率年均增长率在时间序列上的差异则是技术进步差异造成的。

(3)从事前环境响应和事后环境响应的内涵看,事前响应模式发生在污染产生前,通常采用预防性措施来减少工业生产中的污染问题,这区别于事后治理模式“先污染,后治理”的思路。因此,可以看出,事前响应模式所测算的工业用地效率值更符合实际,而通过模型测算发现,事前响应模式测算的工业用地效率值远低于事后响应模式测算的工业用地效率值,说明采用事后响应模式可能会高估工业用地效率值。

虽然本文从两种环境响应的视角分析了工业用地效率值的变化,也得出了事后环境响应模式在衡量工业用地效率值方面的局限性的结论。但值得说明的是,环境约束仅仅是影响工业用地效率值变化的主要因素之一,对于其他因素在工业用地效率值测评的影响情况,本文并未做相关论证,这也成为后续研究可以继续推进的部分。

### 参考文献:

[1]黄金升,陈利根,张耀宇,等.产业结构差异下地方政府经济行为与工业地价研究[J].产业经济研究,2017(3):81-90.

- [2] 贾宏俊, 黄贤金, 于术桐, 等. 中国工业用地集约利用的发展及对策[J]. 中国土地科学, 2010(9): 52-56.
- [3] 郭贯成, 熊强. 城市工业用地效率区域差异及影响因素研究[J]. 中国土地科学, 2014(4): 45-52.
- [4] 熊强, 郭贯成. 中国各省区城市工业用地生产效率差异研究[J]. 资源科学, 2013(5): 910-917.
- [5] 黄大全, 洪丽璇, 梁进社. 福建省工业用地效率分析与集约利用评价[J]. 地理学报, 2009(4): 479-486.
- [6] 陈伟, 彭建超, 吴群. 城市工业用地利用损失与效率测度[J]. 中国人口·资源与环境, 2015(2): 15-22.
- [7] 郭贯成, 温其玉. 环境约束下工业用地生产效率研究——基于中国33个典型城市非期望产出的考量[J]. 中国人口·资源与环境, 2014(6): 121-127.
- [8] 张琳, 王亚辉, 李影. 全要素生产率视角下的城市工业用地生产效率研究——基于 Malmquist 指数的分析[J]. 大连理工大学学报(社会科学版), 2015(1): 57-62.
- [9] 吴传清, 董旭. 环境约束下长江经济带全要素能源效率的时空分异研究——基于超效率 DEA 模型和 ML 指数法[J]. 长江流域资源与环境, 2015(10): 1646-1653.
- [10] 刘瑞翔. 资源环境约束下中国经济效率的区域差异动态演进[J]. 产业经济研究, 2012(2): 43-52.
- [11] 庞瑞芝, 王亮. 服务业发展是绿色的吗? ——基于服务业环境要素效率分析[J]. 产业经济研究, 2016(4): 18-28.
- [12] 刘睿劼, 张智慧. 环境约束下的中国工业效率地区差异评价[J]. 长江流域资源与环境, 2012(6): 659-664.
- [13] 王军. 资源与环境经济学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2009.
- [14] TONE K. A slacks-based measure of super-efficiency in data envelopment analysis[J]. European Journal of Operational Research, 2002, 143(1): 32-41.
- [15] MALMQUIST S. Index numbers and indifference surfaces[J]. Trabajos de Estadística, 1953, 4(2): 209-242.
- [16] FARE R, GROSSKOPF S, LOVELL C A K, et al. Derivation of shadow prices for undesirable outputs: a distance function approach[J]. The Review of Economics and Statistics, 1993, 75(2): 374-380.
- [17] CAVES D W, CHRISTENSEN L R, DIEWERT W E. The economic theory of index numbers and the measurement of input and productivity[J]. Econometrica, 1982, 50(6): 1393-1414.
- [18] 袁广达, 朱雅雯, 徐巍娜. 我国工业环境成本核算内容与方法研究——基于2008—2012年数据分析[J]. 会计之友, 2015(2): 58-63.
- [19] 刘建国, 李国平, 张军涛, 等. 中国经济效率和全要素生产率的空间分异及其影响[J]. 地理学报, 2012(8): 1069-1084.

## Urban Industrial Land Use Efficiency Based on Different Environmental Response

### —A Case of the Yangtze River Delta's Urban Agglomerations

LIANG Hao<sup>1</sup>, HUANG Jianyuan<sup>1</sup>, HE Bin<sup>2</sup>

(1. Hohai University, Nanjing 211100;

2. Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710061)

**Abstract:** From the perspective of environmental response, the paper calculates the industrial land efficiency of 16 cities in the Yangtze River Delta from 2005 to 2014, then uses the Malmquist index method to analyze the production efficiency of industrial land in different modes. The results show as follows: as a user of industrial land, the efficiency of industrial land is affected by the environmental response, and the value of land use efficiency at the pre-response condition is less than that at the post-response condition; the value of ML index in the pre-response condition is higher than that in the post-response condition. From the perspective of sustainable development, the value on the pre-response condition can truly reflect the changes of Yangtze River Delta's industrial land efficiency.

**Keywords:** environmental response; the Yangtze River Delta's urban agglomerations; efficiency of industrial land

责任编辑: 李 叶