

# 产业集聚对中国城市绿色发展效率的影响

岳书敬 邹玉琳 胡姚雨

**摘要** 采用 SBM 方向距离函数测度了中国 96 个地级市 2006-2011 年的绿色发展效率,并以其作为切入点,分析了产业集聚对我国城市绿色发展的综合效应。结果显示:2006-2011 年全国城市绿色发展效率显著提升,但变异系数增加;绿色发展效率高的城市多集中在东部,中西部城市的绿色发展效率相对较低;产业集聚和绿色发展效率呈 U 型关系,随着产业集聚的增强,绿色发展效率先降低后升高,当产业集聚达到一定水平后,可以提升城市的绿色发展效率,对城市的绿色发展具有积极作用;科技投入和经济发展水平对城市的绿色发展效率具有显著影响,而对外开放程度和环境规制对绿色发展效率的影响则不显著。

**关键词** 城市绿色发展;产业集聚;绿色发展效率;影响因素

**中图分类号** F124.5 **文献标识码** A

## 一 引言

改革开放以来,伴随着中国城市经济的稳定增长和城市竞争力的不断加强,一系列资源环境问题日益严峻。一方面,中国城市经济快速发展,国内生产总值不断攀升:最新统计资料显示,中国城市经济至 2012 年的年均增长率达 11.8%,超过一半以上的城市增速高于全国年均增速,集中在城市的第二、三产业更创造了国民经济总量的 90%。另一方面,城市发展带来的环境污染问题为可持续发展敲响了警钟:水域方面,在全国 138 个主要城市河段中,有 133 个河段受到了不同程度的污染,西安、北京等城市已出现供水危机;空气方面,仅国内城市排放的二

氧化碳量就已占据全国排放总量的 87%;固体废物方面,全国三分之二的城市被每年产生的固体垃圾包围,城市水体、空气污染也因此进一步加剧。

产业集聚对一个城市的发展至关重要,产业向城市的集中过程就是城市形成和发展的过程,城市的发展壮大在空间形态上表现为产业的逐步集聚。随着中国城市经济的发展,有学者研究了集聚对城市经济的利弊影响;伴随环境问题的出现,又有学者研究了集聚对城市环境的正负作用。对于尚处于发展阶段的中国而言,一方面需要城市经济的继续发展,另一方面需要城市环境的持续改善。于是,既考虑经济因素、又考虑环境因素的绿色发展应是中国城市发展的现实途径。那么,产业集聚如何对城市的绿色发展产生影响?在考虑经济效益和环境效益

**作者简介** 岳书敬(1979—),男,河南新乡人,东南大学经济管理学院副教授,研究方向为环境经济学;邹玉琳(1992—),女,山东威海人,东南大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为环境经济学;胡姚雨(1990—),男,浙江绍兴人,东南大学经济管理学院硕士研究生,研究方向为环境经济学。

**基金项目** 江苏省社会科学基金重点项目(12DDA005)——苏南自主创新示范区建设的内涵、评估与对策研究。

**收稿日期** 2015-03-11

**修回日期** 2015-04-27

的同时,产业集聚对中国城市绿色发展的综合影响如何,是积极还是消极?这将是本文研究的重点。

为有效衡量产业集聚对中国城市绿色发展的综合效应,本文将能源消耗和污染排放纳入城市生产过程,将基于SBM方向性距离函数测度出的城市绿色发展效率作为产业集聚的影响绩效,以全国96个地级市为研究对象,实证分析产业集聚对我国城市绿色发展的综合效应,并据此提出相应的政策建议。

## 二 文献综述

与本文研究对象紧密关联的文献主要有两类:绿色发展和产业集聚。随着我国经济发展过程中资源、环境问题的不断出现,近年来,一些学者已经尝试将资源、环境因素纳入到绿色发展的分析框架中,但大多是从省份或者行业的角度进行分析,从城市角度进行分析的相对较少。如国内学者王兵等运用SBM方向性距离函数测度了考虑资源环境因素下的中国30个省份的1998-2007年间的环境效率及其成分,并对影响环境效率增长的因素进行了实证研究,认为环境效率较高的省份均集中在东部,人均GDP、外商直接投资、结构因素等均对环境效率有不同程度的影响<sup>[1]</sup>。李斌等基于中国36个行业工业的投入产出数据,认为环境规制可以通过对绿色全要素生产率的影响而改变中国工业的发展模式,但环境规制存在“门槛效应”<sup>[2]</sup>。李玲等从行业角度出发,运用SBM方向性距离函数测度了包含能源消费和污染排放的绿色全要素生产率,分析了区域工业增长质量的差异<sup>[3]</sup>。

由于产业集聚与城市发展紧密相连,因此有学者从产业集聚的角度对城市发展进行了探讨。产业集聚对城市发展的影响可以分为经济和环境两个角度:从经济角度来看,产业集聚可能促进经济增长,也可能不利于经济增长;从环境角度来看,产业集聚可能加重环境污染,也可能减轻环境污染。

产业集聚可能促进城市经济增长的原因如下:产业集聚能够提高城市劳动生产率,因为产业的空间集聚有利于发挥学习效应,高度的专业性技能、信息和知识能够通过地理位置上的集中而传播和扩散,企业间可以通过互相交流经验和技艺来提高劳动生产率<sup>[4]</sup>;由于空间位置的邻近,企业间交易所需的交通运输成本大大降低<sup>[5]</sup>;产业集聚加强了行业内企业的集中及关联,有利于发挥公共设施和中

间投入品的规模效益;产业集聚还能通过支撑机构和产业内部各企业的相互作用形成一个城市创新系统,从而提高整个产业的创新水平,促进城市的创新绩效<sup>[6]</sup>。另一方面,产业集聚也可能不利于城市的经济增长:产业集聚导致企业技术创新比较容易被模仿和复制,一定程度上抑制了知识和技术溢出效应的发挥<sup>[7]</sup>;同行业产业在空间上的集中会产生激烈竞争,导致企业利润下降,不利于城市的经济增长<sup>[8]</sup>;越来越多的企业集聚后,会产生负外部性,公共基础设施饱和带来了公共产品供应不足,从而加剧了企业间的恶性竞争<sup>[9]</sup>。

产业集聚对环境的影响同样可以分为正负两个方面。一方面,产业集聚可能会加重环境污染:产业集聚将直接带来生产规模的扩张及经济总量的增加,而环境污染的主要原因就是规模增长,绝大部分的环境污染都来自经济规模的增加<sup>[10]</sup>;产业集聚提高了生产效率,但当效率的提高仅扩大了生产规模和降低了生产成本,而在产出部分和环保节能过程中并无改进,将导致更多的污染<sup>[11]</sup>;对于特大型城市,产业集聚将导致产业和人口的过度密集,破坏城市的环境循环体系,恶化城市环境<sup>[12]</sup>;当市场化水平较低时,工业集聚的拥挤效应较大,资源消耗的速度超过资源再生速度和环境承载极限,将导致环境污染加剧<sup>[13]</sup>。另一方面,产业集聚也可能减轻环境污染:经济活动在单位区域面积上的集聚有利于减少工业污染物的排放强度,提升环境质量<sup>[14-15]</sup>;产业集聚会引发竞争效应、技术进步及扩散,竞争压力会促使企业通过积极的环保行动来增强企业间的差异性优势,从而提高企业的社会信誉<sup>[16]</sup>;当市场化水平较高时,法治、制度得到完善,污染治理效率增加,环保技术创新增强,产业集聚可以使环境污染得到改善<sup>[13]</sup>。

## 三 产业集聚对中国城市绿色发展效率影响测度

本文使用考虑资源消耗、环境污染的绿色发展效率衡量产业集聚对城市发展的综合影响:在其他条件不变的前提下,给定资本和劳动力,如果获得更高的GDP产值,则有助于绿色发展效率的提升;在其他条件不变的前提下,给定能源消耗,如果获得更高的GDP产值和更少的环境污染,则有助于绿色发展效率的提升。同样,产业集聚对城市经济发展的正向经济溢出可以表现为绿色发展效率的提升,产业集聚

对经济发展的正向环境溢出也可以表现为绿色发展效率的提升。因此 本文以绿色发展效率为因变量, 探讨产业集聚对城市经济发展“经济溢出”和“环境溢出”的综合效应。

1. 城市绿色发展效率的测度模型

根据托尼 (Tone)、福山 (Fukuyama) 和韦伯 (Weber) 的研究, 考虑能源、环境因素的城市发展绿色效率评估模型为<sup>[17-18]</sup>:

$$S_v^t(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'}, g^x, g^y, g^b) = \max_{s^x, s^y, s^b} \frac{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^x}{g_n^x} + \frac{1}{M+I} \left( \sum_{m=1}^M \frac{s_m^y}{g_m^y} + \sum_{i=1}^I \frac{s_i^b}{g_i^b} \right)}{2}$$

$$s. t. \sum_{k=1}^K z_k^t x_{kn}^t + s_n^x = x_k^t; n, \forall n; \sum_{k=1}^K z_k^t y_{km}^t - s_m^y = y_{k'm'}^t,$$

$$\forall m; \sum_{k=1}^K z_k^t b_{ki}^t + s_i^b = b_{k'i}^t, \forall i;$$

$$z_k^t \geq 0, \forall k; s_n^x \geq 0, \forall n; s_m^y \geq 0, \forall m; s_i^b \geq 0, \forall i$$

(1)

式(1)中,  $S_v^t$  表示绿色发展效率;  $(x^{t,k'}, y^{t,k'}, b^{t,k'})$  分别是城市  $k'$  的要素投入、“好”的产出变量(即 GDP)、“坏”的产出变量(即污染排放);  $(g^x, g^y, g^b)$  表示好产出扩张、投入及坏产出压缩的方向向量 这里取欲求解特定城市的投入和产出数值;  $(s_n^x, s_m^y, s_i^b)$  表示要素投入、“好”产出和“坏”产出的松弛变量 松弛变量越小, 表示特定城市与“最佳实践者”的距离越小。目标函数是投入无效率、“好”产出无效率、“坏”产出无效率平均值的最大化, 目标函数值越大 表明该城市的无效率值越大, 其绿色发展效率越低; 当目标函数为零时, 表明该城市处于最佳生产边界 不存在投入过多、排放过度和产出不足的现象。

2. 相关数据及处理

考虑到 2005 年及以前年份的《中国环境年鉴》

不包含本文研究所需的污染治理成本数据, 同时其虽然给出了 102 个城市的能源和污染数据, 但金昌和克拉玛依没有外商直接投资的统计数据, 且考虑到 4 个直辖市的相应数值过大, 可能会对结果造成影响, 故而选择剩余 96 个城市 2006 - 2011 年的数据为本文研究的数据来源。

计算城市绿色发展效率的相关数据处理如下。

(1) 生产投入

本文除考虑资本及劳动力投入外, 还考察了能源投入。采用大部分文献的方法, 将各城市 2006 - 2011 年末单位从业人员数作为劳动力投入, 固定资产投资额作为资本投入, 以上两种数据在《中国城市统计年鉴》中均可获得, 能源投入用燃料煤消费量衡量。

(2) “好”产出和“坏”产出

其中, “好”产出选用 96 个城市 2006 - 2011 年的地区生产总值, 其基础数据来源于《中国城市统计年鉴》。“坏”产出选取工业二氧化硫排放量作为非期望产出(主要考虑到二氧化硫的数据比较容易获得; 同时, 我国也是世界上二氧化硫排放大国, 国家已将控制二氧化硫排放纳入国民经济规划中)。

3. 中国城市绿色发展效率的描述性统计分析

运用上述模型和数据, 构造资源、环境约束下的中国城市绿色发展的最佳生产边界, 如表 1 所示。2006 - 2011 年中国城市绿色发展无效率的平均值为 0.5042 2006 - 2010 年无效率值有明显下降趋势, 但变化不大, 主要围绕 0.5 波动。2006 - 2011 年全国绿色发展无效率值的变异系数平均为 0.2919 2009 - 2011 年显著大于 2006 - 2008 年, 表明无效率值较低、绿色发展效率高的城市优势持续扩大, 与无效率值较高、绿色发展效率低的城市差距不断增加。

表 1 中国城市绿色发展效率统计

	无效率值	变异系数	处于最佳生产边界的城市	绿色发展效率较差的城市
2006	0.5161	0.2649	深圳、无锡、长沙	贵阳、银川、赤峰、咸阳
2007	0.5287	0.2713	深圳、无锡、长沙	贵阳、铜川、大同、阳泉
2008	0.5179	0.2769	深圳、无锡、常州	贵阳、铜川、大同、阳泉
2009	0.4907	0.3103	深圳、无锡、常州、苏州	贵阳、铜川、大同、阳泉
2010	0.4699	0.3326	深圳、常州、苏州、长沙	贵阳、铜川、大同、阳泉
2011	0.5021	0.2954	深圳、无锡、常州、苏州	贵阳、昆明、大同、阳泉
平均值	0.5042	0.2919		

注: 表 1 中无效率值越高, 表明城市绿色发展效率越低。

从区域视角看, 绿色发展效率高的城市主要集中在东部地区, 绿色发展效率低的城市主要集中在

中、西部地区。从各个城市来看, 仅深圳每年都处在绿色发展效率的最佳生产边界上, 无锡、长沙大部分

年份和苏州、常州近几年处在最佳生产边界上。绿色发展效率较低的城市为贵阳、银川、铜川、大同、阳泉,全部为中西部城市。

从动态视角来看,东部地区的城市绿色发展效率在 2006-2011 年间有所上升,而中西部地区的大部分城市变化幅度不大,这与前文给出的中国城市绿色发展效率变异系数变大的结论相符。具体来看,东部的石家庄市,2006-2011 年无效率值分别为 0.5357、0.5429、0.5250、0.5149、0.4886、0.4873,降低约 9%;吉林市无效率值分别为 0.6029、0.5402、0.5060、0.3978、0.3753、0.4031,降低约 33%;青岛市无效率值分别为 0.4385、0.4359、0.4291、0.3351、0.2605、0.2525,降低约 40%。但东部地区同样存在几个城市无效率值明显提高的现象,如齐齐哈尔市,其无效率值在 6 年间从 0.533 变为 0.6486,增加 20% 左右;福州市无效率值由 0.491 增加到 0.611,增加约 10%。虽然少数几个中西部城市绿色发展无效率值出现了降低,但大部分城市变化不大。

## 四 产业集聚与中国城市绿色发展的综合效益分析

### 1. 计量模型构建

为考察产业集聚对中国城市绿色发展效率的影响,以现有文献为基础,结合数据的可得性,将产业集聚纳入绿色发展无效率函数,并加入外商直接投资、经济发展水平、科技投入和环境规制 4 个控制变量,建立基本计量模型:

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 JJ_{it} + \alpha_2 JJ_{it}^2 + \alpha_3 OP_{it} + \alpha_4 RGDP_{it} + \alpha_5 RD_{it} + \alpha_6 GZ_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

式(2)中, $t$ 代表时期, $i$ 代表城市;被解释变量 $y_{it}$ 为绿色发展无效率值,其结果越大表明城市绿色发展效率越低;解释变量 $JJ_{it}$ 是产业集聚水平, $JJ_{it}^2$ 是产业集聚水平的二次方;控制变量 $OP_{it}$ 、 $RGDP_{it}$ 、 $RD_{it}$ 、 $GZ_{it}$ 分别代表外商直接投资、经济发展水平、科技投入与环境规制; $\mu_{it}$ 为随机扰动项。

### 2. 变量选择

#### (1) 产业集聚水平( $JJ_{it}$ )

产业集聚是本文的关键变量,与多数研究文献一致,本文用非农就业人口占当年全部城市非农就业人口之和的比重来衡量产业集聚水平,即: $JJ_{it} = FN_{it} / GFN_t$ 。其中, $FN_{it}$ 表示城市 $i$ 第 $t$ 年非农就业人口, $GFN_t$ 表示第 $t$ 年全部城市非农就业人口, $JJ_{it}^2$

用来探讨产业集聚和绿色发展效率之间是否存在非线性关系。

#### (2) 外商直接投资( $OP_{it}$ )

外商直接投资用外商直接投资占地区生产总值的比重来衡量对外开放程度,即: $OP_{it} = FDI_{it} / GDP_{it}$ 。其中, $FDI_{it}$ 为城市 $i$ 第 $t$ 年实际使用的外资金额,参照每年的汇率折算成人民币; $GDP_{it}$ 为城市 $i$ 第 $t$ 年的地区生产总值。

#### (3) 经济发展水平( $RGDP_{it}$ )

经济发展水平采用人均 GDP 来测度。绿色发展效率和经济发展水平密切相关,随着经济水平的提高,居民收入水平不断提高,对生活质量 and 环境质量的要求也会越来越高。

#### (4) 科技投入( $RD_{it}$ )

科技投入是促进城市绿色发展的重要保障,不仅可以提高生产效率,也可以降低污染物排放。采用科技投入占地区生产总值的比重来间接测量,即: $RD_{it} = KT_{it} / GDP_{it}$ 。其中, $KT_{it}$ 为城市 $i$ 第 $t$ 年的科学投入, $GDP_{it}$ 为城市 $i$ 第 $t$ 年的地区生产总值。

#### (5) 环境规制( $GZ1_{it}$ 、 $GZ2_{it}$ )

环境规制的测度采用两种方法:第一种方法是用污染治理成本占工业总产值的比重测量环境规制强度,这里借鉴李小平等的做法,用工业行业废水和废气治理运行费用之和衡量污染治理成本<sup>[19]</sup>;第二种方法是用二氧化硫的去除率测量环境规制强度,这里借鉴张中元和赵国庆的方法,用工业二氧化硫的排放量占二氧化硫排放量与去除量之和的比例衡量二氧化硫去除率<sup>[20]</sup>。污染治理成本占工业总产值的比重越高,说明政府对环境治理投入越多,对污染问题越重视,规制力度越强。二氧化硫的去除率越高,说明企业环境治理程度越高,间接表明政府的环境规制越严格。

### 3. 结果分析

面板数据同时具有横截面和时间序列的特征,参数估计的有效性在一定程度上取决于模型估计方法的选择,而面板数据的估计方法包括固定效应和随机效应两种。通过 hausman 检验,在 1% 的水平上显著并拒绝随机效应模型的原假设,因此选择固定效应模型。

表 2 报告了不同变量组合下的回归结果,各因素对城市绿色发展无效率的影响方向及显著性基本一致。其中模型(1)-(3)是单独考虑集聚的计量结果,模型(4)和(5)是考虑集聚二次项的计量结果。由模型(1)-(3)可以看出,产业集聚的系数均为正,且在 1% 的水平上通过了显著性检验,说明产

业集聚对中国城市绿色发展效率有着较为明显的负向作用(因变量为城市发展无效率项,其数值越大,表示绿色发展效率越低)。为分析产业集聚的非线性作用,模型(4)和(5)增加了集聚二次项,计量结果显示:集聚的一次项为正,二次项为负,且二者都通过了1%水平上的显著性检验,显示出产业集聚对城市绿色发展效率存在非线性影响。产业集聚与城市绿色发展无效率之间呈现倒U型的影响关系,即产业集聚水平较低时,产业集聚增加了绿色发展无效率项,而随着产业集聚的持续增加,越过拐点后,产业集聚开始减弱绿色发展无效率项。出现上述结果的原因在于:在产业集聚水平较低时,政府为发展当地经济进行招商引资,往往通过行政干预的手段鼓励集聚,出现企业“扎堆”现象<sup>[21]</sup>,而这种表面的集聚缺乏企业之间的有效互动和产业之间的相

互融合,因此其经济方面的技术溢出效应不大;同时,为了吸引更多企业入驻园区,政府也会采用放松环境管制、低价补偿能源土地等要素的方式来吸引企业,因此产业集聚在环境方面的溢出效应也不大。但随着产业集聚水平达到一定程度后,政府单方面对集聚程度提升作用的推动效果出现边际递减,此时提升产业集聚更重要的是内在动力和市场力量,因此这种集聚更具内生联系性和互动融合性,也容易出现经济溢出效应。同时,集聚水平较高的地区往往是经济较为发达的城市(如越过“U”型拐点,产业集聚对城市绿色发展效率有积极促进作用的城市有杭州、广州、深圳等),这些城市的经济发展水平较高,拥有较为先进的节能减排技术,而收入水平较高的城市居民对环境方面的保护和需求也更为强烈。这些都导致了产业集聚的积极的环境溢出效应。

表 2 产业集聚与城市绿色发展的计量分析

	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)
集聚 JJ	0.0876*** (5.38)	0.0878*** (5.39)	0.0870*** (5.35)	0.3503*** (6.49)	0.3428*** (6.35)
集聚二次项 JJ* JJ				-0.0528*** (-5.09)	-0.0514*** (-4.96)
外商直接投资 OP	0.2706 (1.17)	0.2693 (1.16)	0.2563 (1.10)	0.3606 (1.59)	0.3502 (1.54)
技术进步 RD	-0.9615** (-2.41)	-0.9654** (-2.41)	-1.1173*** (-2.70)	-1.1261*** (-2.88)	-1.2282*** (-3.04)
环境规制 GZ1		-0.0059 (-0.38)		-0.0108 (-0.71)	
环境规制 GZ2			-0.0263 (-1.44)		-0.0192 (-1.07)
经济发展水平 RGDP	-0.0197*** (-7.59)	-0.0197*** (-7.59)	-0.0177*** (-6.07)	-0.0176*** (-6.85)	-0.0162*** (-5.63)
Hausman 检验结果	46.290.0000	46.170.0000	49.440.0000	68.640.0000	70.490.0000
样本数	576	576	576	576	576

注: t statistics in parentheses; \* P < 0.10, \*\* P < 0.05, \*\*\* P < 0.01。

从表2的计量结果可以看出,外商直接投资对绿色发展无效率并无显著影响,出现这种结果可能是因为外商直接投资对绿色发展无效率的影响具有双面性。首先,从经济溢出来看,外商直接投资的流入会带来大量先进知识和技术,通过联系效应、示范效应和人员效应带动国内技术进步及创新,促进效率提高;另一方面,外商直接投资也可能会加剧国内市场竞争,迫使国内企业被俘获于低端价值链,对国内企业产生不利影响。其次,从环境溢出来看,外商直接投资的引入可能带来更为先进的绿色生产理念和节能减排技术,但也可能视国内为“污染天堂”,将污染产品的生产投向其中。上述相关因素的综合影响,导致外商直接投资对考虑经济效益和环境效益的

城市绿色发展无效率无显著影响。

本文采用两种不同的测度方法来衡量环境规制。表2的计量结果显示,环境规制虽然对城市绿色发展效率具有积极作用,但并不显著。这是因为我国目前的环境规制主要是以命令—控制型为主,导致企业更多地将节能减排指标、污染排放总量等作为一种外在压力,而非主动地进行节能减排,这导致环境规制的效果会有所折扣。

经济发展水平与城市绿色发展无效率呈显著负相关,即经济发展水平的提升将促进城市绿色发展效率的提高。这是因为随着城市经济发展水平越来越高,公众的环保意识日益趋强,企业会更加注重社会责任,更倾向于采用环境友好型技术、开发环境友好型产品,

以迎合消费者需求。同时,人均收入的增加也为公众偏好价格相对较高的绿色产品提供了购买力支撑。

科技投入对城市绿色发展无效率的影响显著为负,说明科技投入的增加能够显著且有力地推动绿色发展效率的提升。事实上,科技投入无论是对传统技术的革新带来城市经济效益的提升,还是对绿色技术的推动带来城市环境效益的提升,都会对城市发展绿色效率带来积极影响。

## 五 结论

产业集聚不仅对城市发展的经济效益产生正负影响,也会对城市发展的环境效益产生正负作用。因此,分析产业集聚对中国城市发展的影响,需要从经济方面和环境方面进行综合分析。本文从绿色发展效率的视角出发,以中国 96 个地级市为研究对象,探讨了产业集聚对我国城市绿色发展的综合效应。结果显示:2006-2011 年中国城市绿色发展效率的平均值有明显上升的趋势;绿色发展效率高的城市多集中在东部,而中西部城市的绿色发展效率相对较低;产业集聚和绿色发展效率呈 U 型关系,随着产业集聚的增强,绿色发展效率先降低后升高,当产业集聚达到一定水平后,可以提升城市的绿色发展效率,对城市的绿色发展起积极作用;此外,科技投入和经济发展水平对城市的绿色发展效率有显著影响,而对外开放程度和环境规划的影响则不显著。

**【Abstract】** By SBM direction distance function, this essay measures green development efficiency of 96 prefecture-level cities of China during 2006-2011, and studies the comprehensive effect of industrial agglomeration on city green development. The results show that urban green development efficiency is significantly improved, but the coefficient of variation increases too; High efficiency of cities are mostly concentrated in the eastern part of China; Industrial agglomeration and green development efficiency have a U-type relationship. The green development efficiency increases firstly and then decreases with the industrial agglomeration increasing. When industrial agglomeration reaches a certain level, it will enhance the efficiency of city green development; In addition, the level of economic development and investment in science and technology have a significant impact on the efficiency of urban green development, and the impact of openness and environmental regulation is not significant.

**【Key words】** urban green development; industrial agglomeration; green development efficiency; influence factors

## 参考文献

- [1] 王兵,吴延瑞,颜鹏飞.中国区域环境效率与环境全要素生产率增长[J].经济研究,2010(5):95-109
- [2] 李斌,彭星,欧阳铭珂.环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J].中国工业经济,2013(4):56-68
- [3] 李玲,陶锋.污染密集型产业的绿色全要素生产率及影响因素——基于 SBM 方向性距离函数的实证分析[J].经济学家,2011(12):32-39
- [4] 梁军.产业集聚——区域经济发展的新选择[J].生产力研究,2005(2):160-162
- [5] 雷鹏.制造业产业集聚与区域经济增长的实证研究[J].上海经济研究,2011(1):35-45
- [6] 孙久文,叶振宇.产业集聚下的区域经济协调发展研究[J].中州学刊,2007(6):64-67
- [7] 程中华,于斌斌.产业集聚与技术进步——基于中国城市数据的空间计量分析[J].山西财经大学学报,2014(10):58-66
- [8] 孙浦阳,韩帅,张诚.产业集聚结构与城市经济增长的非线性关系[J].财经科学,2012(8):49-57
- [9] 张云飞.城市群内产业集聚与经济增长关系的实证研究——基于面板数据的分析[J].经济地理,2014(1):108-113
- [10] 于峰,齐建国,田晓林.经济发展对环境质量影响的实证分析——基于 1999-2004 年间各省市的面板数据[J].中国工业经济,2006(8):36-44
- [11] 张可,汪东芳.经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出[J].中国工业经济,2014(6):70-82
- [12] 刘习平,宋德勇.城市产业集聚对城市环境的影响[J].城市问题,2013(3):9-15
- [13] 李筱乐.市场化、工业集聚和环境污染的实证分析[J].统计研究,2014(8):39-45
- [14] 陆铭,冯皓.集聚与减排:城市规模差距影响工业污染强度的经验研究[J].世界经济,2014(7):86-114
- [15] 杜震,卫平.集聚经济、外部性治理与城市工业排放效率[J].城市问题,2014(10):23-28
- [16] 闫逢柱,苏李,乔娟.产业集聚发展与环境污染关系的考察——来自中国制造业的证据[J].科学研究,2011(1):79-83
- [17] Tone, Kaoru. Dealing with Undesirable Outputs in DEA: A Slacks-based Measure (SBM) Approach [J]. The Operations Research Society of Japan 2003(5):44-45
- [18] Fukuyama H, William L. Weber. A Directional Slacks-based Measure of Technical Inefficiency [J]. Socio-Economic Planning Sciences 2009(4):274-287
- [19] 李小平,卢现祥,陶小琴.环境规制强度是否影响了中国工业行业的贸易比较优势[J].世界经济,2012(4):62-78
- [20] 张中元,赵国庆.FDI、环境规制与技术进步——基于中国省级数据的实证分析[J].数量经济技术经济研究,2012(4):19-32
- [21] 郑江淮,高彦彦,胡小文.企业“扎堆”、技术升级与经济绩效——开发区集聚效应的实证分析[J].经济研究,2008(5):33-46

(编辑:丛琳;责任编辑:刘媛君)