

文章编号: 1674 - 6139(2013)04 - 0041 - 06

# 城市经济发展与工业污染物排放关系的 GPI 分析

杨梦瑶<sup>1</sup>, 董小林<sup>2</sup>

(1. 长安大学 政治与行政学院 陕西 西安 710064;

2. 长安大学环境经济与管理研究所 陕西 西安 710064)

**摘要:** 城市经济快速发展的过程中会产生大量的工业污染物,分析城市经济发展与工业污染物排放的关系对于城市的可持续发展具有重要意义。本研究提出了 GPI 指数,并根据 2011 年城市环境统计公报、环境状况公报与国民经济和社会发展报告,选取了全国三类 23 个城市,运用数理统计等方法,主要针对工业 COD、SO<sub>2</sub>、固体废物,计算了 23 个城市的 GPI 工业 COD、GPI 工业 SO<sub>2</sub>、GPI 工业固废指标值。根据 GPI 曲线可知 GDP 与 GPI 总体呈波动的负相关关系。研究表明,GPI 能够衡量城市经济发展与环境污染的状况,为科学评价经济与环境的协调发展提供依据。

**关键词:** 城市经济; 环境污染; 国内生产总值; 污染物排放指数; 工业

中图分类号: X22

文献标识码: A

## GPI Analysis on Relationship between Urban Economic Development and Industrial Pollutants Discharge

Yang Mengyao<sup>1</sup>, Dong Xiaolin<sup>2</sup>

(1. School of Politics and Administration, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2. Environmental Economics and Management Institute, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** The rapid development of urban economy will generate large amounts of industrial pollutants, and therefore, the analysis on relationship between urban economic development and industrial pollutant discharge is of significance for the sustainable development of cities. This study proposes General Progress Indicator (GPI), according to 2011 Statistical Bulletin of Urban Environment, Environmental Situation Report and National Economic and Social Development Report. This article mainly focused on COD, SO<sub>2</sub> and solid wastes, it selected and calculated GPI industrial COD, GPI industrial SO<sub>2</sub> and GPI industrial solid waste index value from three types of 23 cities across the country by methods such as mathematical statistics. According to the GPI curve, there was a negative correlation between the fluctuations in generally compared with GDP and GPI. The results show that GPI can measure the status of urban economic development and environmental pollution, and provide the basis for the scientific evaluation of coordinated development of economy and the environment.

**Key words:** urban economy; environmental pollution; gross domestic product; pollutant emission index; industry

### 前言

城市是人类社会经济发展和文明进步的产物和标志,随着城市经济、文化、社会的快速发展,人

口数量的增加,各种产业的密集,导致城市化产生。城市化推动城市工业的发展,而城市工业作为衡量城市经济发展最突出、最重要行业之一,对促进城市经济发展起着至关重要的作用。但是随着城市工业迅速发展,城市也面临着巨大的资源消耗与环境污染问题。城市的工业活动、农业活动以及人们消费活动会带来一系列的环境污染问题,尤其是工业活动所产生的废水、废气、固体废物等污染物通过河流、大气、土壤等媒介排放,

收稿日期: 2013 - 01 - 26

基金项目: 陕西省自然科学基金基础研究计划(2012JM9008), (SJ08ZT07 - 2)

作者简介: 杨梦瑶(1989 -),女,硕士研究生,研究方向: 人力资源管理、环境行政管理。

通讯联系人: 董小林

不仅直接或间接影响人类的身体健康和生产生活,而且会造成城市环境状况恶化。“十一五”期间,国家将主要污染物排放总量显著减少作为经济社会发展的约束性指标,着力解决突出的环境问题<sup>[1]</sup>,所以分析城市经济增长与工业污染物排放物的关系,对于客观评价城市经济与环境的协调发展至关重要。本研究提出用 GPI 指数反映城市经济发展和环境状况之间的关系,从而对城市环境保护实施有效管理,对贯彻落实“十二五”规划,实现减排目标,促进科学发展具有理论分析作用和实际应用价值。

## 1 城市经济增长与环境污染的关系

城市作为人类社会政治、经济、文化、科学教育的中心<sup>[2]</sup>,其形成与发展很大程度上受自然环境和经济条件的影响。城市经济是指由工业、商业等各种非农业经济部门聚集而成的地区经济。城市经济发展作为城市各种功能赖以发挥作用的物质基础<sup>[3]</sup>,它与城市化进程存在着相互影响、相互作用的关系。经济的发展必然对加快城市化的进程产生助推作用,而城市化进程离不开城市经济的保障<sup>[4]</sup>。

城市在其快速建设发展中,工业、商业等二、三产业的经济活动频繁,人工环境占绝对优势。但在城市发展中往往只片面追求经济的增长,忽视环境保护的重要性,造成资源的消耗和各种污染物的排放不断增长,特别是工业废水排放量、工业废气排放量和工业固体废物的产生量持续增加,随之带来了一系列环境污染问题。城市环境问题造成了城市经济发展和城市污染的矛盾突出,城市环境质量下降的结果,影响城市和城市化的良性发展。城市经济发展和污染物排放的关系可以从两方面来概括:一方面不断增加的工业污染物排放对城市环境造成了巨大破坏,进而严重影响了人们正常的生产与生活;另一个方面,环境不断污染与恶化和资源过度消耗与利用又反过来制约着城市经济健康的、可持续发展。可以说,城市环境污染问题已成为制约城市经济发展的重要因素。城市作为社会经济发展的主要增长点,通常主要用国内生产总值(GDP)来衡量一个城市经济发展的综合水平。但 GDP 只是按一个地区在一定时期内所生产和提供最终货物和服务的总价值

来衡量,并没有考虑其他一些重要因素,如环境保护。由于经济发展与污染物排放存在着密切的关系,引起国内外一些学者的高度重视,不断加强研究,如文献<sup>[5-6]</sup>采用人均 GDP 指数与废水、废气及固体废弃物之间的关系,建立经济发展与环境污染评估模型。采用科学实用的分析指数和指标,对于客观评价经济与环境的协调发展状况很重要<sup>[7]</sup>,为科学评价包括城市在内的经济社会发展与环境保护状况提供科学依据和工作指导。

## 2 GPI 指数的提出

### 2.1 GPI 指数的概念

GPI 是国内生产总值污染物排放指数(GDP Pollutant Emission Index),是反映经济增长与环境协调发展状况的指标。GPI 是指一定时期内一个国家(地区)每生产一个单位的国内生产总值所排放的污染物数量,GPI 指数的表达式如式(1)所示:

$$GPI = \frac{\text{污染物排放量}}{GDP} \quad (1)$$

GPI 污染排放指数是一个综合型指数,它亦是单位 GDP 所产生的水、气、声、固体废物等污染物排放量的加权综合指数,如式(2)所示:

$$GPI = GPI_{\text{水}} + GPI_{\text{气}} + GPI_{\text{声}} + GPI_{\text{固}} \quad (2)$$

GPI 的评价基准是:GPI 值愈小,说明经济发展的环境质量愈高;反之,GPI 值愈大,说明经济发展所产生的环境代价越大。

在环境统计公报、环境状况公报中,废水的统计指标有废水排放总量、废水中化学需氧量排放量(COD)、废水中氨氮排放量;废气统计指标中有二氧化硫排放量(SO<sub>2</sub>)、烟尘排放量、工业粉尘排放量;固体废物排放量状况主要由固体废物产生量、综合利用量来衡量。因为废水中工业化学需氧量排放量、废气中工业二氧化硫排放量、工业固体废物排放量在污染物排放中占有较大的比重,所以本研究选取工业化学需氧量排放量(COD)、工业二氧化硫排放量(SO<sub>2</sub>)、工业固体废物排放量(工固)作为 GPI 的分析指标,即:

$$GPI_{\text{工业COD}} = \frac{\text{工业化学需氧量(COD)}}{GDP} \quad (3)$$

$$GPI_{\text{工业SO}_2} = \frac{\text{工业二氧化硫(SO}_2\text{)}}{GDP} \quad (4)$$

$$GPI_{\text{工业固废}} = \frac{\text{工业固体废物(工固)}}{GDP} \quad (5)$$

## 2.2 GPI 指数的作用

GPI 指数是反映经济增长与环境协调发展状况关系的指数,它能反映经济系统和环境系统组成的环境经济复合系统的状况,也能反映经济与环境发展规划和计划的执行性情况,以及对过去发展状况和相关工作的总结和评价等。GPI 指数提供了一个科学客观的、明确具体的评价指标,是对经济与环境系统进行科学管理的重要工具。GPI 可以对城市经济与环境系统进行衡量,纠正唯国内生产总值反映城市经济发展的片面倾向,使城市有一个合适的近期努力方向和科学长远的奋斗目标。GPI 把城市经济发展与环境保护紧密联系起来,为城市发展与城市规划、城市经济发展及城市环境保护的协调发展提供科学依据,使经济发展与环境建设同步规划、同步实施、同步发展,确保经济效益、环境效益、社会效益的统一,达到经济与环境和谐发展,促进环境友好型社会的建设。

## 3 基于 GPI 的城市经济发展与污染物排放分析

### 3.1 部分城市经济发展与工业污染物排放状况分析

在分析城市经济发展与工业污染物排放状况中,考虑分析数据的可获得性和工业污染物指标的代表性,本研究选取全国三类 23 个城市(直辖市 3 个、部分省会城市 7 个、部分非省会城市 13 个)作为分析对象,统计了 2011 年这些城市的国内生产总值、废水中工业化学需氧量排放量、废气中工业二氧化硫排放量、工业固体废物排放量。运用公式(3),计算了  $GPI_{\text{工业COD}}$ ,即单位 GDP 废水中工业化学需氧量(COD)排放量;运用公式(4),计算了  $GPI_{\text{工业SO}_2}$ ,即单位 GDP 废气中工业二氧化硫( $SO_2$ )排放量;运用公式(5),计算了  $GPI_{\text{工业固废}}$ ,即单位 GDP 工业固体废物排放量。(见表 1)

表 1 2011 年部分城市工业污染物排放的 GPI 计算

城市类别	序号	城市	国内生产总值 GDP (亿元)	废水中工业 COD 排放量(吨)	GPI(COD) (吨/亿元)	废气中工业 $SO_2$ 排放量(吨)	GPI( $SO_2$ ) (吨/亿元)	工业固体废物排放量(万吨)	GPI (工固) (万吨/亿元)
部分直辖市	1	北京	16 000.40	7 118	0.44	61 299	3.83	1 125.59	0.07
	2	重庆	10 011.13	58 000	5.79	526 300	52.57	3 299.18	0.33
	3	上海	19 195.69	27 400	1.43	210 100	10.95	2 442.20	0.13
	平均				2.56		22.45		0.18
部分省会城市	4	哈尔滨	4 243.40	8 620	2.03	90 208	21.26	566.90	0.13
	5	南京	6 145.52	21 871	3.56	126 300	20.55	1 791.50	0.29
	6	南宁	2 211.51	31 200	14.10	32 400	14.65	348.75	0.16
	7	昆明	2 509.58	8 148	3.25	104 328	41.57	3 863.18	1.54
	8	呼和浩特	2 177.26	8 668	3.98	107 100	49.19	892.14	0.41
	9	兰州	1 360.03	4 569	3.36	92 800	68.23	512.52	0.38
	10	乌鲁木齐	1 700.00	8 125	4.78	129 400	76.12	1 000.70	0.59
平均				5.01		41.65		0.50	
平均部分非省会城市	11	苏州	10 500.00	47 888	4.56	192 100	18.30	2 279.54	0.22
	12	宁波	6 010.48	19 900	3.31	152 600	25.39	1 421.86	0.24
	13	连云港	1 410.52	17 161	12.16	45 355	32.15	448.75	0.32
	14	宜宾	1 091.18	19 368	17.75	123 137	112.85	628.49	0.58
	15	宜昌	2 140.69	7 832	3.66	70 467	32.92	1 166.96	0.55
	16	青岛	6 615.60	7 600	1.15	75 800	11.46	945.48	0.14
	17	平顶山	1 539.40	5 649	3.67	46 600	30.27	1 819.30	1.18
	18	常德	1 811.20	18 100	9.99	47 700	26.34	309.15	0.17
	19	本溪	1 044.60	1 247	1.19	45 420	43.48	2 322.00	2.22
	20	桂林	1 336.07	8 565	6.41	40 635	30.41	302.53	0.23
	21	芜湖	1 658.24	6 792	4.10	36 289	21.88	398.62	0.24
	22	中山	2 190.82	9 768	4.46	29 751	13.58	82.75	0.04
	23	遵义	1 121.16	16 739	14.93	85 500	76.26	640.26	0.57
平均				6.72		36.56		0.52	
23 个城市平均值					5.65		36.27		0.47

(注:数据来源:2011 年城市国民经济和社会发展报告;2011 年城市环境统计公报;2011 年城市环境状况公报。)

3.2 部分城市工业GPI分析

5.65、36.27、0.47。具体各城市GPI的指标值分布情况见图1、图2、图3。

由表1可知计算出2011年全国23个城市

$GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、城市 $GPI_{工业固废}$ 的平均值分别为

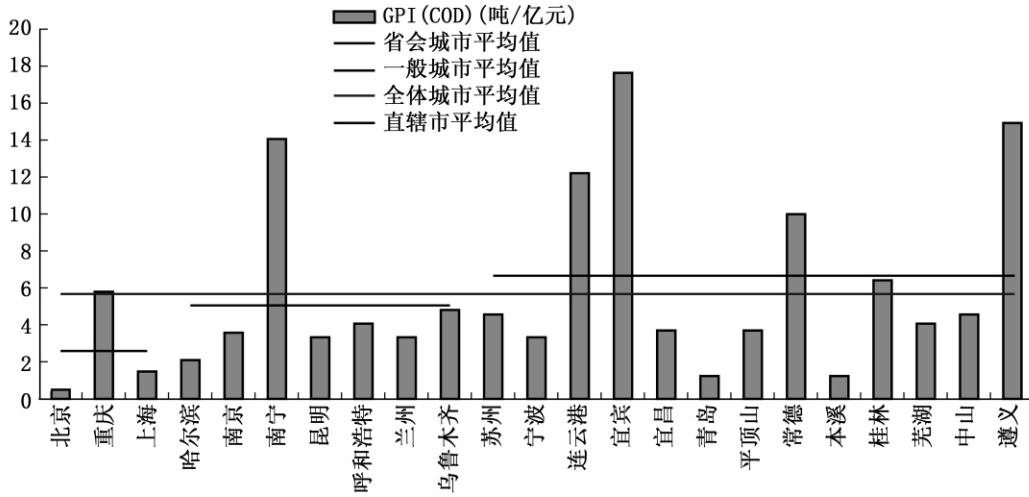


图1 2011年部分城市GPI<sub>工业COD</sub>指标值

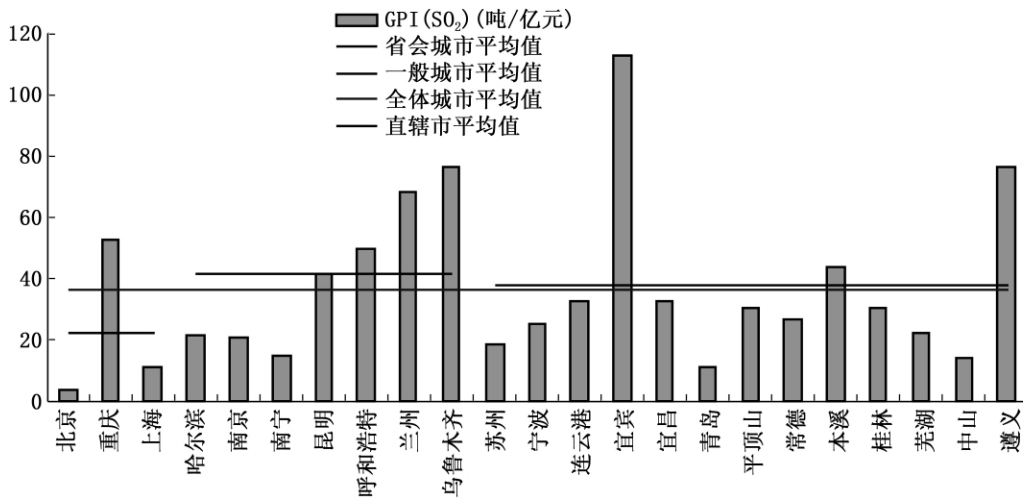


图2 2011年部分城市GPI<sub>工业SO<sub>2</sub></sub>指标值

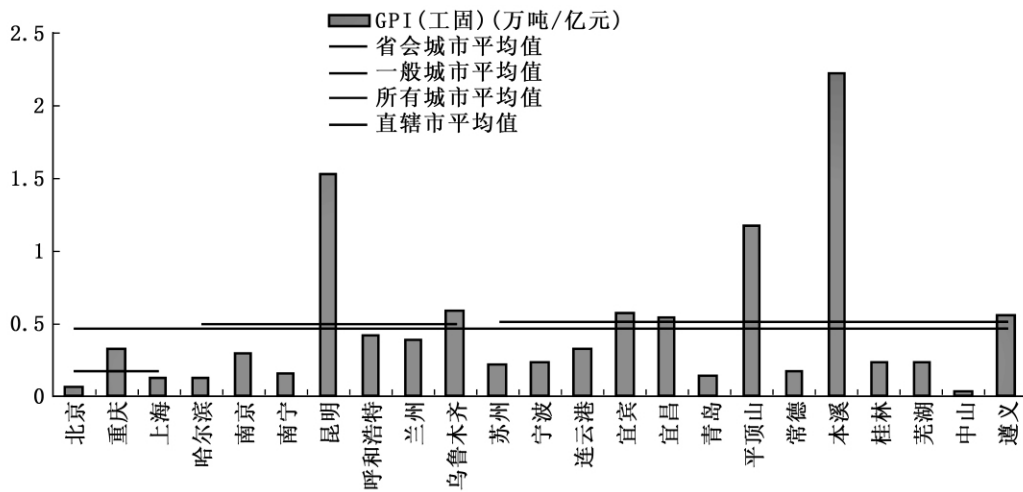


图3 2011年部分城市GPI<sub>工业固废</sub>指标值

从  $GPI_{工业COD}$  的平均值来看,有 16 个城市  $GPI_{工业COD}$  的指标值低于 23 个城市的平均值 5.65,其中直辖市、省会城市的  $GPI_{工业COD}$  平均值分别为 2.56、5.01,均低于 23 个城市的平均值,而一般城市  $GPI_{工业COD}$  的平均值 6.72 高于其平均值。从  $GPI_{工业SO_2}$  的平均值来看,有 15 个城市  $GPI_{工业SO_2}$  的指标值低于 23 个城市的平均值 36.27,其中直辖市的平均值 22.45 低于 23 个城市的平均值;省会城市和一般城市均高于其平均值,而省会城市的平均值 41.65 高于一般城市  $GPI_{工业SO_2}$  平均值的 36.56。从  $GPI_{工业固废}$  平均值来看,有 17 个城市  $GPI_{工业固废}$  的指标值低于 23 个城市的平均值 0.47,其中直辖市的平均值 0.18 低于 23 个城市的平均值,省会城市和一般城市  $GPI_{工业固废}$  的平均值均高于其平均值,其中省会城市的平均值 0.50 低于一般城市  $GPI_{工业固废}$  平均值 0.52。

根据图中所示,2011 年按不同的城市类别列举出 23 个城市工业 GPI 的指标值。在 3 个直辖市中  $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  指标值中,重庆最高,北京最低。由表 1 可以看出,重庆在直辖市中废水中的工业 COD 排放量、废气中的工业  $SO_2$  排放量、

工业固体废物排放量均最高,北京排放量均最低。在 7 个省会城市中, $GPI_{工业COD}$  指标值中南宁最高、哈尔滨最低,南宁废水中的工业 COD 排放量最高,哈尔滨排放量较低; $GPI_{工业SO_2}$  指标值中乌鲁木齐最高、南宁最低; $GPI_{工业固废}$  指标值中昆明最高、哈尔滨最低,昆明工业固体废物排放量最高,哈尔滨排放量较低。在 13 个一般城市中, $GPI_{工业COD}$  指标值中宜宾最高、青岛最低,宜宾 COD 排放量位于第 3,青岛位于第 10; $GPI_{工业SO_2}$  指标值中宜宾最高、本溪最低,由于宜宾  $SO_2$  排放量位于第 3,本溪排放量最低; $GPI_{工业固废}$  指标值中本溪最高、中山最低,本溪工业固体废物排放量最高,中山排放量最低。

一般来说,GPI 值的高低主要受到四个因素的影响。一是各城市所处的地理位置和自然环境与资源状况存在不同;二是各城市经济发展的状况不同;三是各城市的经济结构存在不同;四是各城市在环境保护工作的力度方面存在差异。

### 3.3 部分城市 GDP 与 GPI 的综合分析

根据 23 个城市 GDP、 $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  数据,见图 4 四者之间的关系。

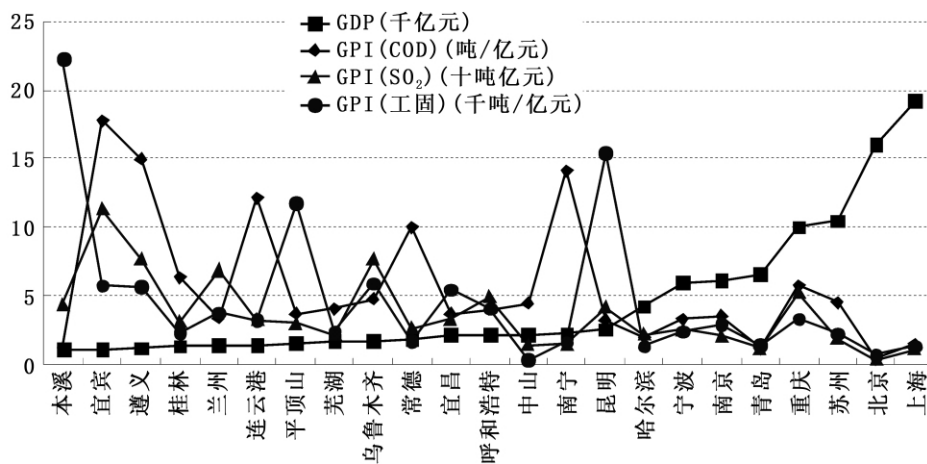


图 4 2011 年各城市 GDP、 $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  分布曲线

由图 4 可以看出以下几点:第一,23 个城市的 GDP 按从低到高的顺序进行排列,可见对应的  $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  大体上呈现波动递减的趋势,表明 GDP 曲线与对应的 GPI 曲线大体上成负相关关系,具体体现在 GDP 较低的城市, $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  相对较高,而 GDP 高的城市对应的  $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  较低。第二,GPI 曲线的波动明显,对于 GPI 曲线波动较大

的情况,主要是由于各城市经济发展状况、城市化水平、城市功能、地理位置和自然条件状况等的差异所产生的。如  $GPI_{工业COD}$  曲线在连云港、常德、南宁出现明显拐点,兰州、乌鲁木齐  $GPI_{工业SO_2}$  相对其他城市指标值来说很高,本溪、昆明  $GPI_{工业固废}$  相对其他城市指标值来说较高等。

从对部分城市 GDP 与 GPI 的初步综合分析,可以进一步明确经济发展与环境污染的关系。这种关

系可以归纳为三类:一是环境污染是由于人类不合适的经济活动所产生的;二是严重的环境污染问题制约经济的良性发展;三是环境污染问题的解决依赖于经济的健康发展。

#### 4 结论

本研究通过对城市经济发展与污染物排放关系的分析,提出了国内生产总值污染物排放指数 GPI,给出了 GPI 的定义和计算评价方法。根据相关统计公报所提供的基础数据,结合对城市经济发展影响重要的城市工业,分别计算出三类 23 个城市工业废水中化学需氧量  $GPI_{工业COD}$ 、工业废气中二氧化硫的  $GPI_{工业SO_2}$ 、以及工业固体废物的  $GPI_{工业固废}$ ,并进行了统计分析。研究结果表明城市经济发展与城市工业污染物排放存在着有机地必然地联系,城市的 GDP 与  $GPI_{工业COD}$ 、 $GPI_{工业SO_2}$ 、 $GPI_{工业固废}$  总体上呈现波动的负相关关系。也就是说,经济发展较好较快的城市,单位 GDP 的工业化学需氧量、二氧化硫排放量和固体废弃物排放量减排工作落实得较好。本研究提出的 GPI 指数能

够客观地、定量地分析区域经济发展与环境污染的关系,对于科学评价城市经济可持续发展状况,加强城市环境保护工作具有理论和实用价值,对于贯彻落实“十二五”规划,实现减排目标具有参考价值和实践意义。

#### 参考文献:

- [1] 国家环境保护“十二五”规划[R]. 国务院, 2011.
- [2] 国家环境保护总局. 中国的城市环境保护[J]. 决策管理, 2005(11): 17.
- [3] 转型发展的城市经济: 从制造中心到服务中心[EB/OL]. [http://www.chinanews.com/cj/2011/11-21/3474607\\_3.shtml](http://www.chinanews.com/cj/2011/11-21/3474607_3.shtml) 2011, 11, 21.
- [4] 唐晓岚, 修梅艳. 经济约束对城市环境保护的功能及相关建议[J]. 南京林业大学学报, 2009(9): 50.
- [5] 张鹏, 马小红. 中国经济发展与环境污染关系的实证研究[J]. 湖南科技学院学报, 2005(5): 264-268.
- [6] 张强, 薛惠锋, 董会忠, 等. 区域经济发展与环境污染关系的实证研究[J]. 统计与决策, 2009(7): 77-79.
- [7] 董小林. 环境经济学[M]. 北京: 人民交通出版社, 2011.

(上接第 29 页)

- [21] 汪小雄. 化学方法在除藻方面的应用[J]. 广东化工, 2011, 4(38): 24-26.
- [22] 周晓慧, 许伟, 高慧. 植物修复在水环境生态修复中的应用[J]. 黑龙江环境通报, 2011, 35(1): 24-25.
- [23] 廖新, 骆世明. 香根草和风车草人工湿地对猪场废水氮磷处理效果的研究[J]. 应用生态学报, 2002, 13(6): 719-722.
- [24] 丁娜, 王哲, 朱远航. 2 种植物浮床在城市景观河道修复中的去污效果[J]. 贵州农业科学, 2011, 39(9): 217-219.
- [25] 田利, 王金鑫, 张丽彬, 等. 鲢鱼、芦台鲃鱼对富营养化水体中藻类的控制作用[J]. 生态环境, 2008, 17(4): 1334-1337.
- [26] 李传红. 鱼类对热带浅水湖泊的影响及其在湖泊修复中的意义[D]. 广州: 暨南大学, 2008.
- [27] 鄢恒珍, 龚文琪, 梅光军, 等. 水体富营养化与生物修复技术评析[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(34): 17003-17006.

- [28] 李璐, 张辉, 谢曙光, 等. 生物接触氧化工艺处理河道污水的试验研究[J]. 中国给水排水, 2008, 27(4): 25-28.
- [29] Nakamura K, Shimatani Y. Water Purification and Environmental Enhancement by Floating Wetland [C]. Korea Proc. of 6th IAWQ Asia2Pacific Regional Conference, 1997.
- [30] 于世龙, 韩玉林, 付佳佳, 等. 富营养化水体植物修复研究进展[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31): 13811-13813; 13818.
- [31] V. Lazarova, J. Manem. An innovative process for waste water treatment: the circulating floating bed reactor [J]. Water Science and Technology, 1996, 34(9): 89-99.
- [32] 邓辅唐, 孙砚石, 李强, 等. 人工湿地技术处理河道污水[J]. 环境工程, 2006, 24(3): 90-92.
- [33] 赵建, 朱伟, 赵联芳. 人工湿地对城市污染河水的净化效果及机理[J]. 湖泊科学, 2007, 19(1): 32-38.
- [34] 付贵萍, 朱闻博, 李朝方, 等. 深圳观澜河清湖段生态修复工程研究[J]. 中国农村水利水电, 2008(5): 57-61.