

文章编号:1672-6561(2013)03-0113-06

## 基于污染治理投入度指数的工业废气排放 与治理投资关系

董小林<sup>1,2</sup>, 杨梦瑶<sup>1,2</sup>

(1. 长安大学 环境经济与管理研究所, 陕西 西安 710064; 2. 长安大学 政治与行政学院, 陕西 西安 710064)

**摘 要:**降低工业污染物排放强度,有效治理工业污染物,是中国实现工业化的关键环节。以工业废气污染物的排放与治理投资关系为重点,提出污染治理投入度指数(PCII);以中国 31 个省市自治区为研究对象,针对工业废气中的 SO<sub>2</sub> 和烟(粉)尘,统计其排放量,并计算对应的 PCII 值,最后进行对比分析。结果表明:PCII 值愈大,污染治理投入力度愈大,反之愈小;31 个省市自治区治理工业废气投资与对应的 PCII 值呈正相关关系;污染治理滞后于工业化的进程;一些地区治理工业废气投资不够或分配不均衡。PCII 值是表征环境污染治理力度的指标,对于评价经济与环境的关系有重要作用。

**关键词:**环境经济学;污染治理投入度指数;工业废气;污染物;治理投资

**中图分类号:**F062.2 **文献标志码:**A

## Relationship Between Industrial Waste Gas Emission and Control Investment Based on Pollution Control Investment Index

DONG Xiao-lin<sup>1,2</sup>, YANG Meng-yao<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Environmental Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China;  
2. School of Politics and Administration, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

**Abstract:** The key links to realize industrialization in China are reducing the emission intensity of industrial pollutant and treating industrial pollutant effectively. The relationship between industrial waster gas emission and control investment was focused, and the pollution control investment index (PCII) was put forward; 31 provinces, cities and autonomous regions were taken as an example, emissions of SO<sub>2</sub> and smoke (powder) dust in industrial waster gas were used to calculate the corresponding PCII values, and then were contrasted. The results show that the more PCII value is, the greater pollution control investment is, and vice versa; the relationships between industrial waste gas control investment and corresponding PCII value for 31 provinces, cities and autonomous regions are positive; pollution control lags behind the industrialization; industrial waste gas control investment was insufficient or unbalance in some regions. PCII value can show the environmental pollution control condition, and plays an important role on evaluating the relationship between economic and environment.

**Key words:** environmental economics; pollution control investment index; industrial waste gas; pollutant; control investment

收稿日期:2013-06-21

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

作者简介:董小林(1956-),男,陕西耀县人,教授, E-mail: dxlin@chd.edu.cn.

## 0 引言

中国是一个疆域广阔的国家,经济发展水平、环境资源承载能力等在不同区域存在着很大差异。经济快速发展以及工业化程度的不断提高,使得工业污染物的产生与排放日趋严重,治理工业污染物日趋紧迫。工业是中国污染物排放的主体,因此降低工业污染物排放强度,加大治理工业污染物力度是中国环境保护的重点,也是工业现代化的必然要求。工业污染是指工业生产中所形成的废气、废水和固体排放物等对环境造成的污染。工业废气是工业污染的主要组成之一,随着工业化进程的推进,越来越多的资源被开发利用,资源消耗速率开始超过资源的再生速率,产生的废弃物数量大幅增加,导致工业废气排放量及其增长率持续上升<sup>[1]</sup>。工业废气中含有多种污染物,工业废气排放量的增加成为破坏空气质量的重要因素<sup>[2]</sup>。全面建设小康社会的目标之一是要在 2020 年基本实现工业化,因此降低工业污染物排放强度、有效治理工业污染物是中国实现工业化和环境友好型社会的关键环节。

笔者以工业废气污染物排放与治理投资关系为重点,提出污染治理投入度指数(PCII);并根据《中国环境统计年鉴》,以中国 31 个省市自治区为研究对象,针对工业废气中的  $\text{SO}_2$  和烟(粉)尘,统计其排放量,并计算对应的 PCII 值;最后,运用数理统计方法进行对比分析。

## 1 工业污染物排放分析

### 1.1 工业污染物组成

工业污染物是中国污染物排放的主体。工业污染物排放主要是由工业生产过程中的“三废”及各种噪音产生的,可分为工业废水、工业废气、工业固体废物和工业噪声等。

工业废水是指工业生产过程中的废水、污水和废液,其中含有随水流失的工业生产用料、中间产物和产品以及生产过程中产生的污染物。工业废水排放量约占总废水量的 2/3,主要指用于洗涤产品、冷却设备、产生蒸汽输送废物和作为生产原料以及稀释等方面的废水<sup>[3]</sup>。随着工业化进程的加快,中国水污染加重,污染源主要来自工业发展超标排放的工业废水和大量未经处理直接进入水体的生活污水<sup>[4]</sup>。工业废水处理经过 100 多年的大量试验研究和生产实践,取得了一些成效,但由于许多工业废水成分复杂,性质多变,仍有一些技术问题没有完全

解决。

工业废气是指企业厂区内燃料燃烧和生产工艺过程中产生的各种排入空气的含有污染物的总称。这些废气有  $\text{SO}_2$ 、CO、硫酸(雾)、烟尘及生产性粉尘等。工业废气排入大气会污染空气,这些物质通过不同途径进入人体内,有的直接产生危害,有的还有蓄积作用,严重危害人体健康。在《全国环境统计公报》和《中国环境状况公报》中,统计的工业废气主要污染物有  $\text{SO}_2$ 、烟尘及粉尘等。

工业固体废物是工业生产过程中的排入环境的各种废渣、粉尘及其他废物,分为一般工业固体废物和有害工业固体废物。工业固体废物数量庞大,种类繁多,成分复杂,处理困难。工业固体废物的堆存占用大量土地,并对空气、地表水和地下水产生二次污染。削减工业固体废物产生量是中国污染物排放总量控制的重要任务之一。一些工业固体废物经过适当的工艺处理,可成为工业原料或能源,较工业废水、工业废气容易实现资源化。

工业噪声是指工厂在生产过程中由于机械震动、摩擦撞击及气流扰动产生的噪声。工业噪声声源多而分散,类型比较复杂,因生产的连续性导致声源也较难识别,治理起来相当困难。

### 1.2 工业废气排放分析

工业废气排放量是指企业厂区内燃料燃烧和生产工艺过程中产生的各种排入大气的含有污染物的总量<sup>[5]</sup>。工业废气排放量测算方法为燃料燃烧过程中的废气排放量与生产工艺过程中的废气排放量的加和。

中国属于煤炭型污染比较严重的国家,燃煤型能源结构导致  $\text{SO}_2$ 、烟尘、粉尘和氮氧化物进入大气,成为大气污染严重的主要原因<sup>[6]</sup>。根据《中国环境统计年鉴》,2008~2011 年中国工业  $\text{SO}_2$ 、工业烟尘、工业粉尘的排放量以及工业烟(粉)尘排放总量(工业烟尘排放量与工业粉尘排放量的加和)见表 1。

根据表 1 可知:中国工业  $\text{SO}_2$  排放量远大于工业烟尘、工业粉尘的排放量,也大于工业烟(粉)尘排放总量;中国工业烟尘排放总量略大于工业粉尘;中国工业  $\text{SO}_2$ 、工业烟尘、工业粉尘的排放量及工业烟(粉)尘排放总量在 2008~2010 年逐年小幅下降,但到 2011 年工业  $\text{SO}_2$  与工业烟(粉)尘排放总量有所上升。

总体来说,中国工业废气排放量随着工业化程度的提高而上升,而不曾出现显著的下降趋势。中国大多数地区工业废气排放量和经济增长的关系在

表 1 2008~2011 年中国工业废气排放量

Tab. 1 Industrial Waste Gas Emission in China from 2008 to 2011

年份	工业 SO <sub>2</sub> 排放量/10 <sup>4</sup> t	工业烟尘排放量/10 <sup>4</sup> t	工业粉尘排放量/10 <sup>4</sup> t	工业烟(粉)尘排放总量/10 <sup>4</sup> t
2008	1 991.4	670.7	584.9	1 255.6
2009	1 865.9	604.4	523.6	1 128.0
2010	1 844.4	603.2	448.7	1 051.9
2011	2 017.2			1 100.9

注:数据来源于 2008~2012 年《中国环境统计年鉴》;2012 年《中国环境统计年鉴》没有单列工业烟尘排放量和工业粉尘排放量,只给出了工业烟(粉)尘排放总量。

工业化过程中还没有出现明显拐点,说明环境污染治理明显滞后于工业化进程<sup>[7]</sup>。

2 污染治理投入度指数的提出

2.1 污染治理投入度指数的概念

由于经济系统、环境系统是一个复杂的综合体,所以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很重要<sup>[8-14]</sup>。污染治理投入度指数(Pollution Control Investment Index, PCII),是反映经济增长与环境发展状况、表征环境污染治理力度的指标。PCII 值是指一定时期内一个国家(地区)治理单位污染物排放量所投入的资金。PCII 值的表达式为

$$I_{PCII} = M/D \tag{1}$$

式中: $I_{PCII}$  为 PCII 值; $M$  为污染治理投资; $D$  为污染物排放量。

2.2 污染治理投入度指数的应用

污染物治理投入度指数是一个综合型指数,是治理单位污染物投资所产生的水、气、声、固等污染物排放量的加权综合指数。其表达式为

$$I_{PCII} = I_{PCII-W} + I_{PCII-G} + I_{PCII-N} + I_{PCII-S} \tag{2}$$

式中: $I_{PCII-W}$  为废水的 PCII 值; $I_{PCII-G}$  为废气的 PCII 值; $I_{PCII-N}$  为噪声的 PCII 值; $I_{PCII-S}$  为固体废物的 PCII 值。

PCII 值的评价基准:PCII 值愈大,说明污染治理投入力度愈大;反之,说明污染治理投入力度愈小。在《全国环境统计公报》和《全国环境状况公报》中,工业废气主要污染物统计指标中有工业 SO<sub>2</sub> 排放量、工业烟尘排放量、工业粉尘排放量以及工业烟(粉)尘排放总量。工业废气主要污染物排放总量为工业 SO<sub>2</sub> 与工业烟(粉)尘排放总量的加和。其对应表达式为

$$I_{PCII-SO_2} = M_G/D_{SO_2} \tag{3}$$

$$I_{PCII-SD} = M_G/D_{SD} \tag{4}$$

$$I_{PCII-T} = M_G/D_T \tag{5}$$

式中: $I_{PCII-SO_2}$  为工业 SO<sub>2</sub> 的 PCII 值,即治理单位工业 SO<sub>2</sub> 的投资; $I_{PCII-SD}$  为工业烟(粉)尘的 PCII 值,即治理单位工业烟(粉)尘的投资; $I_{PCII-T}$  为工业废气中主要污染物的 PCII 值; $M_G$  为治理工业废气投资; $D_{SO_2}$  为工业 SO<sub>2</sub> 排放量; $D_{SD}$  为工业烟(粉)尘排放总量; $D_T$  为工业 SO<sub>2</sub> 排放量与工业烟(粉)尘排放总量的加和。

需要说明的是,统计资料给出的是治理工业废气投资,没有细分为治理各种污染物的投资,因此在 PCII 值的计算中均使用治理工业废气投资,这不影响分析过程和基本结论。

3 污染物排放与治理投入分析

3.1 工业废气排放与治理投入状况

本研究选取中国 31 个省市自治区作为研究对象。根据 2012 年《中国环境统计年鉴》,归纳出 2011 年各省市自治区工业 SO<sub>2</sub> 排放量、工业烟(粉)尘排放总量、治理工业废气投资总额,工业废气主要污染物排放总量,运用式(3)~(5)计算  $I_{PCII-SO_2}$ 、 $I_{PCII-SD}$ 、 $I_{PCII-T}$ ,结果见表 2。

3.2 工业 SO<sub>2</sub> 排放量和烟(粉)尘排放总量

根据表 2 中 2011 年中国工业 SO<sub>2</sub> 排放量,计算出 2011 年各地区工业 SO<sub>2</sub> 排放量平均值为  $65.1 \times 10^4$  t;再根据中国工业烟(粉)尘排放总量,计算出各地区工业烟(粉)尘排放量平均值为  $35.5 \times 10^4$  t。2011 年,31 个省市自治区中工业 SO<sub>2</sub> 排放量最低是西藏,为  $0.1 \times 10^4$  t;最高为山东,排放量为  $162.9 \times 10^4$  t。其中有 19 个省市自治区的工业 SO<sub>2</sub> 排放量低于平均值,12 个省市自治区的工业 SO<sub>2</sub> 排放量高于平均值。其次,31 个省市自治区中工业烟(粉)尘排放总量最低的是西藏,为  $0.4 \times 10^4$  t;最高为河北,排放总量为  $122.4 \times 10^4$  t。其中有 16 个省市自治区的工业烟(粉)尘排放总量低于平均值,15 个省市自治区的工业烟(粉)尘排放总量高于或等于平均值。

工业 SO<sub>2</sub> 排放量和烟(粉)尘排放总量均低于平均值的省市自治区有西藏、海南、北京、青海、上海、天津、宁夏、湖南、广西、湖北、福建、贵州。其中,西藏、青海、宁夏、广西、贵州地处中国西部地区,人口比较少,第二产业所占比重不大,从而造成工业 SO<sub>2</sub> 排放量和工业烟(粉)尘排放总量较低。

表 2 2011 年各地区工业废气排放与治理投入状况

Tab. 2 Industrial Waste Gas Emission and Control Investment in Different Regions in 2011

序号	地区	$D_{SO_2}/10^4\text{ t}$	$D_{SD}/10^4\text{ t}$	$D_T/10^4\text{ t}$	$M_G/\text{万元}$	$I_{PCII-SO_2}/(\text{元} \cdot \text{t}^{-1})$	$I_{PCII-SD}/(\text{元} \cdot \text{t}^{-1})$	$I_{PCII-T}/(\text{元} \cdot \text{t}^{-1})$
1	北京	6.1	2.9	9.0	4 515	740.2	1 556.9	501.7
2	天津	22.2	6.5	28.7	46 800	2 108.1	7 200.0	1 630.7
3	河北	131.7	122.4	254.1	156 828	1 190.8	1 281.3	617.2
4	山西	129.4	100.8	230.2	145 001	1 120.6	1 438.5	629.9
5	内蒙古	125.0	60.5	185.5	214 617	1 716.9	3 547.4	1 157.0
6	辽宁	104.9	59.1	164.0	44 932	428.3	760.3	274.0
7	吉林	36.3	36.1	72.4	35 434	976.1	981.6	489.4
8	黑龙江	41.5	42.0	83.5	78 077	1 881.4	1 859.0	935.1
9	上海	21.0	6.6	27.6	51 244	2 440.2	7 764.2	1 856.7
10	江苏	102.5	48.6	151.1	134 461	1 311.8	2 766.7	889.9
11	浙江	64.7	30.3	95.0	65 063	1 005.6	2 147.3	684.9
12	安徽	48.7	41.1	89.8	29 532	606.4	718.5	328.9
13	福建	37.0	21.0	58.0	62 601	1 691.9	2 981.0	1 079.3
14	江西	56.8	35.9	92.7	18 401	324.0	512.6	198.5
15	山东	162.9	61.3	224.2	244 688	1 502.1	3 991.6	1 091.4
16	河南	122.9	57.6	180.5	146 766	1 194.2	2 548.0	813.1
17	湖北	59.5	30.7	90.2	38 972	655.0	1 269.4	432.1
18	湖南	63.6	35.5	99.1	31 816	500.3	896.2	321.0
19	广东	82.6	26.4	109.0	76 909	931.1	2 913.2	705.6
20	广西	48.9	26.0	74.9	34 460	704.7	1 325.4	460.1
21	海南	3.1	1.1	4.2	7 039	2 270.6	6 399.1	1 676.0
22	重庆	53.1	17.1	70.2	8 241	155.2	481.9	117.4
23	四川	82.9	35.8	118.7	84 726	1 022.0	2 366.6	713.8
24	贵州	90.3	25.7	116.0	64 249	711.5	2 500.0	553.9
25	云南	64.3	35.3	99.6	67 799	1 054.4	1 920.7	680.7
26	西藏	0.1	0.4	0.5	580	5 800.0	1 450.0	1 160.0
27	陕西	83.1	39.7	122.8	60 409	726.9	1 521.6	491.9
28	甘肃	52.8	18.8	71.6	69 926	1 324.4	3 719.5	976.6
29	青海	13.4	11.8	25.2	10 091	753.1	855.2	400.4
30	宁夏	38.8	19.8	58.6	20 529	529.1	1 036.8	350.3
31	新疆	66.9	44.1	111.0	62 105	928.3	1 408.3	559.5

注:数据来源于 2012 年《中国环境统计年鉴》,未包括香港、澳门和台湾地区。

### 3.3 污染物排放总量与治理工业废气投资的关系

图 1 显示了 31 个省市自治区工业  $SO_2$  排放量、工业烟(粉)尘排放总量以及治理工业废气投资总额三者之间呈现的曲线关系。由图 1 可以看出: 31 个省市自治区治理工业废气投资总额按照从低到高的顺序进行排列,对应的工业  $SO_2$  排放量普遍大于工业烟(粉)尘排放总量;重庆、青海、江西、宁夏、安徽、湖南、广西、吉林、湖北、辽宁、陕西、新疆、山西以及河北等省市自治区的工业  $SO_2$  排放量大于工业烟(粉)尘排放总量,但二者曲线均高于治理工业废气投资,说明这些地区产业结构偏向重工业,煤炭、石油资源丰富;西藏、北京、海南、天津、上海、

福建、黑龙江、内蒙古等省市自治区的工业  $SO_2$  排放量和工业烟(粉)尘排放总量曲线均低于治理工业废气投资,说明这些地区经济发展程度、产业结构不偏向重工业。总体来看,31 个省市自治区的治理工业废气投资总体随工业  $SO_2$  排放量和工业烟(粉)尘排放总量的增加而波动上升,同时 2 条排放量曲线的波动也很明显。

### 3.4 PCII 值与治理工业废气投资的关系

图 2 显示了各省市自治区治理工业废气投资与  $I_{PCII-SO_2}$ 、 $I_{PCII-SD}$  的关系。从图 2 可以看出: 31 个省市自治区治理工业废气投资总额按照从低到高的顺序进行排列,对应的  $I_{PCII-SD}$  曲线普遍高于  $I_{PCII-SO_2}$ ,说明

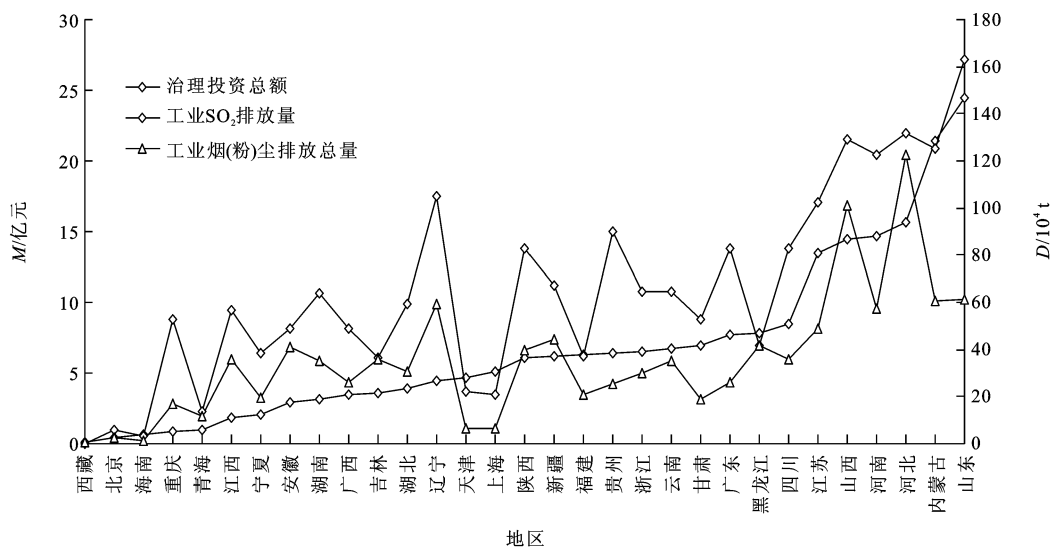


图1 工业废气排放量与治理投资的关系

Fig. 1 Relationships Between Industrial Waste Gas Emission and Control Investment

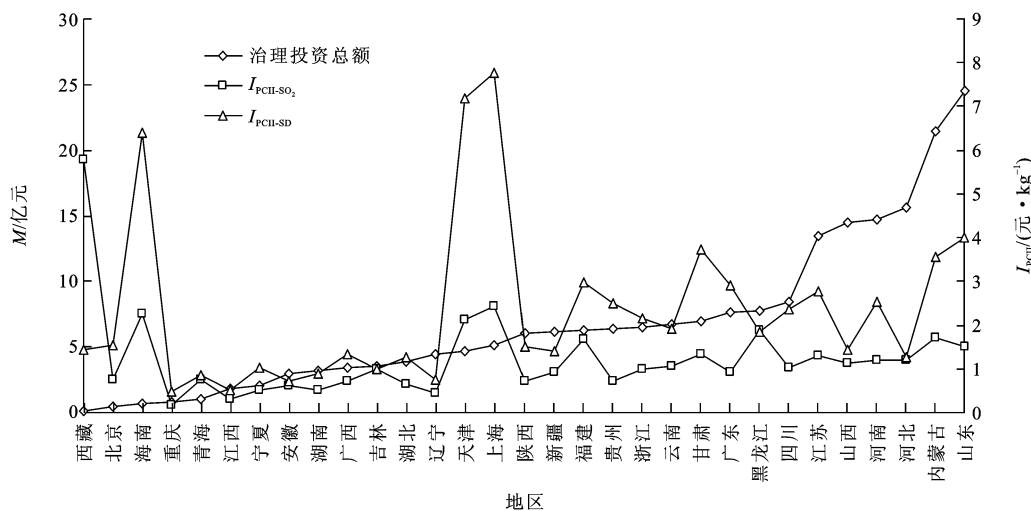


图2 治理投资与对应污染治理投入度指数的关系

Fig. 2 Relationships Between Control Investment and Corresponding Pollution Control Investment Index

工业烟(粉)尘排放总量小于工业  $\text{SO}_2$  排放量,也表明治理工业烟(粉)尘的投资效果更高些;治理工业废气投资与对应的  $I_{\text{PCII-SO}_2}$ 、 $I_{\text{PCII-SD}}$  总体呈正相关关系; $I_{\text{PCII-SO}_2}$ 、 $I_{\text{PCII-SD}}$  曲线的波动很明显,主要因为各省市自治区经济发展状况、产业结构、社会结构状况、资源利用状况等差异较大。由图 1、2 可知,工业  $\text{SO}_2$  排放量与工业烟(粉)尘排放总量曲线在福建、甘肃处出现拐点,处于较低点,但相应的  $I_{\text{PCII-SO}_2}$ 、 $I_{\text{PCII-SD}}$  比其他地区高。

## 4 结 语

(1)中国工业废气排放量随着工业化程度的提高而上升,没有出现显著的下降趋势,说明环境污染的治理滞后于工业化的进程。

(2)提出污染治理投入度指数(PCII),用于反映经济增长与环境发展状况,表征环境污染治理力度。PCII 值愈大,说明污染治理投入力度愈大;反之,说明污染治理投入力度愈小。

(3)工业  $\text{SO}_2$  排放量普遍大于工业烟(粉)尘排放总量,治理工业烟(粉)尘的投入度大于治理工业  $\text{SO}_2$  的投入度;31 个省市自治区的污染治理投入度指数曲线总体随治理工业废气投资的增加而波动上升;治理工业废气投资与对应的  $I_{\text{PCII-SO}_2}$ 、 $I_{\text{PCII-SD}}$  总体呈正相关关系,但污染治理投入度指数曲线的波动很明显,说明一些地区治理工业废气投资不够或分配不均衡。

(4)中国环境污染治理投资中的工业污染治理项目投资额所占比例较少,而且逐年下降,远低于

“三同时”项目环保工程投资额和城市环境基础设施建设投资,这也是导致工业污染状况不容乐观的主要原因之一。因此,应提高工业污染治理项目投资,引进先进技术,提高投资利用率,降低工业污染物排放强度。

## 参考文献:

## References:

- [1] 任 重,周云波.环渤海地区的经济增长与工业废气污染问题研究[J].中国人口·资源与环境,2009,19(2):63-68.  
REN Zhong, ZHOU Yun-bo. Economic Growth and Waste Gas Pollution in Bohai Area[J]. China Population, Resources and Environment, 2009, 19(2): 63-68.
- [2] 苏 捷,王丽涛,魏 巍,等.2001~2011 年我国城市空气污染变化特征及分析[J].河北工程大学学报:自然科学版,2012,29(4):48-52.  
SU Jie, WANG Li-tao, WEI Wei, et al. Characteristics and Analysis of China's Cities Air Pollution Changes During 2001-2011[J]. Journal of Hebei University of Engineering: Natural Science Edition, 2012, 29(4): 48-52.
- [3] 何广武,于忠胜.我国水资源利用及水环境污染控制对策[J].价值工程,2010(1):70.  
HE Guang-wu, YU Zhong-sheng. Utilizing of Water Resources and Control Countermeasure to the Water Pollution[J]. Value Engineering, 2010(1): 70.
- [4] 裴 军.城市环境污染的现状、原因及对策建议[J].中国科技论坛,2009(2):98-102.  
PEI Jun. Current Situation, Causes and Countermeasures of City Environment Pollution[J]. Forum on Science and Technology in China, 2009(2): 98-102.
- [5] 马京奎,刘炳江.2011 年中国环境统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2011.  
MA Jing-kui, LIU Bing-jiang. China Statistical Yearbook on Environment in 2011 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2011.
- [6] 王 娜,赵景波.陕西省主要城市工业废气污染现状及防治措施[J].陕西师范大学学报:自然科学版,2007,35(4):111-114.  
WANG Na, ZHAO Jing-bo. Pollution and Its Control Measures of Industrial Waste Gas in Major City of Shaanxi[J]. Journal of Shaanxi Normal University: Natural Science Edition, 2007, 35(4): 111-114.
- [7] 刘铁鹰,李京梅.中国工业废气排放与经济增长关系的区域分异研究[J].中国科技论坛,2011(8):42-48.  
LIU Tie-ying, LI Jing-mei. The Industrial Exhaust Emissions and Economic Growth in Regional Differentiation in China[J]. Forum on Science and Technology in China, 2011(8): 42-48.
- [8] 董小林.环境经济学[M].北京:人民交通出版社,2011.  
DONG Xiao-lin. Environmental Economics[M]. Beijing: China Communications Press, 2011.
- [9] 董小林,杨梦瑶.基于 GPI 的区域经济发展与环境污染关系[J].长安大学学报:自然科学版,2013,33(1):106-110.  
DONG Xiao-lin, YANG Meng-yao. Relationship of Economic Development and Environmental Pollution Based on the Area of GPI[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2013, 33(1): 106-110.
- [10] 董小林,白云峰,潘 望,等.工程项目施工组织环境保护方案设计研究[J].建筑科学与工程学报,2013,30(2):121-126.  
DONG Xiao-lin, BAI Yun-feng, PAN Wang, et al. Research on Environmental Protection Design Scheme in Engineering Project Construction Organization [J]. Journal of Architecture and Civil Engineering, 2013, 30(2): 121-126.
- [11] 杨梦瑶,董小林.环境文化建设的体系建构与重要作用分析[J].长安大学学报:社会科学版,2013,15(1):38-41.  
YANG Meng-yao, DONG Xiao-lin. Analysis of Environmental Culture System Construction and Its Important Role[J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition, 2013, 15(1): 38-41.
- [12] 董小林,马 瑾,王 静,等.基于自然与社会属性的环境公共物品分类[J].长安大学学报:社会科学版,2012,14(2):64-67.  
DONG Xiao-lin, MA Jin, WANG Jing, et al. Classification for Environmental Public Goods Based on Natural and Social Attributes[J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition, 2012, 14(2): 64-67.
- [13] 董小林,宋 赓,周 晶,等.区域环境经济指标体系的构建[J].长安大学学报:自然科学版,2008,28(1):87-91.  
DONG Xiao-lin, SONG Cheng, ZHOU Jing, et al. Development of District Environment Economics Indicator System[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2008, 28(1): 87-91.
- [14] 董小林,严鹏程.建立中国环境社会学体系的研究[J].长安大学学报:社会科学版,2005,7(2):46-53.  
DONG Xiao-lin, YAN Peng-cheng. Studies on the Framework System of Environmental Sociology in China[J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition, 2005, 7(2): 46-53.