

# 陕西省关中区域中心城市 大气污染经济损失分析

董小林, 李娇娜, 曹广华

(长安大学 环境科学与工程学院, 陕西 西安 710064)

[摘要] 在陕西省关中区域中心城市建设和环境状况资料调查和统计的基础上, 应用市场价值、人力资本、机会成本法等环境经济分析的原理与方法, 对5个中心城市大气污染造成的经济损失进行了分析计算, 得出了污染经济损失估算值, 从经济角度分析了环境污染造成的损失。

[关键词] 区域; 中心城市; 大气污染; 经济损失; 陕西省

[中图分类号] X823 [文献标识码] A [文章编号] 1672-6561(2006)02-0080-04

## Analysis on Economic Loss Caused by Air Pollution in Center City of Guanzhong Region in Shaanxi Province

DONG Xiao-lin, LI Jiao-na, CAO Guang-hua

(School of Environmental Sciences and Engineering, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract** City is the center of politics, economy, culture, science and education in the human society, and city group is the power to region development. The fast development of social economy of a region may produce strong pressure on environment, create influence and the restriction on the social economy development in further. The economic loss caused by environmental pollution is one of the main restriction factors. On the basis of investigation and statistics to the center city's development and the environment condition in Guanzhong region of Shaanxi Province, by applying the principle and method of environment economic analysis like market value law, human capital law, opportunity cost law and so on, the economic loss to five center cities caused by air pollution is estimated. The results provide an important basis to the sustainable development of region city.

**Key words:** region; center city; air pollution; economic loss; Shaanxi Province

## 0 引言

城市群是指一定区域内聚集了若干数目的城市, 它们之间在城市功能特征、区域空间布局、经济社会发展与生态环境保护等方面紧密联系, 并按照特定的发展规律集聚在一起的区域城镇综合体。关中城市群是由分布在陕西关中地区的西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川等8座城市及400多个建制镇

共同构成的中国中西部城镇密集地区<sup>[1]</sup>, 是西北部综合经济实力最强的地区。其中西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川5座城市为该区域的中心城市。

为加快陕西的经济社会发展, 十五期间陕西省提出了“一线两带”发展战略, 即依托关中地区的科技和经济优势, 使关中地区率先崛起, 以关中带动陕南陕北, 进而实现全省经济的跨越式发展, 这一发展战略的实施对实现建立西部强省的目标和实施西部大开发战略具有重要现实意义和长远历

[收稿日期] 2005-12-05

[基金项目] 陕西省科学技术研究发展计划项目(2003KB04)

[作者简介] 董小林(1956—), 男, 陕西耀县人, 教授, 从事环境经济与管理研究。

史意义。

随着城市建设步伐的加快, 城市的环境污染也逐渐加重。关中区域的 5 个中心城市是陕西省的重要城市, 也是陕西省环境保护工作的重点。区域社会经济的快速发展, 必然加大对环境的影响, 所以加强区域和城市环境保护是可持续发展战略的重要组成部分, 是落实科学发展观的必然要求。

1 中心城市大气环境质量状况

陕西省关中地区自然地理环境复杂, 黄土覆盖, 土质岩性疏松, 结构性差, 极易侵蚀, 原生植被受到破坏。关中平原为暖温带半干旱或半湿润气候, 空气干燥, 降水量小, 冬春大风天气多, 容易造成严重的扬尘和沙尘暴<sup>[2]</sup>。特别是以煤炭为主的能源消费结构和机动车辆排气, 导致了中心城市严重的大气污染。

2002 年, 关中区域中心城市大气主要污染物为总颗粒悬浮物, 在 5 座城市中, 总颗粒悬浮物年日均值超过国家大气质量 II 级标准; 中心城市可吸入颗粒物的年平均浓度为  $0.157\text{ mg}/\text{m}^3$ , 全部超过国家 II 级标准( $0.1\text{ mg}/\text{m}^3$ )的 0.57 倍;  $\text{SO}_2$  污染较为突出, 除西安市和宝鸡市外, 咸阳、渭南、铜川 3 市的  $\text{SO}_2$  年日均值超过国家大气质量 II 级标准; 全年的  $\text{NO}_2$  日均值均符合国家 II 级标准( $0.08\text{ mg}/\text{m}^3$ ); 降尘最严重的城市是西安市, 其次是铜川市。此外, 5 个中心城市工业废气排放量占全省废气排放量的 80.8%(表 1)<sup>[3]</sup>。

表 1 2002 年陕西省关中区域中心城市大气主要污染物年日均值

Tab. 1 The Year Date Average of the Main Air Pollutant in the Center City of Guanzhong Region in Shaanxi Province(2002)

地区	$\rho(\text{SO}_2)/$ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	$\rho(\text{NO}_2)/$ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	$\rho(\text{PM}_{10})/$ ( $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	降尘/ [ $\text{t} \cdot (\text{km}^2 \cdot \text{m})^{-1}$ ]
西安	0.024	0.019	0.165	28.58
宝鸡	0.046	0.037	0.182	12.87
咸阳	0.078	0.029	0.189	11.03
渭南	0.108	0.044	0.150	19.65
铜川	0.118	0.028	0.191	22.65

数据来源据文献[3]

大气污染产生的影响是多方面的, 包括对农业、林业、畜牧业、渔业、建筑业、服务业以及其他行业生产力的影响, 并直接对人类健康、城市景观以及舒适感等产生影响<sup>[4]</sup>。

2 大气污染经济损失估算方法

研究采用环境效益费用分析法对中心城市大气污染经济损失进行量化分析。环境效益费用分析是效益费用分析的基本原理和方法在环境经济分析中的应用, 通过对中心城市实际环境状况的调查分析, 该分析法计算环境污染引起的实物型损失的货币值<sup>[5]</sup>。由于环境经济分析涉及许多不确定因素以及现有分析方法的局限性, 所以大气污染的经济损失计量还存在着精确性的问题。

大气污染引起的环境经济损失可以根据有关参数, 利用相对应的计算方法进行量化, 如市场价值法、机会成本法、人力资本法和恢复费用法等<sup>[6]</sup>。对于以污染暴露面积、单位农作物亩产量和农作物市场价格作为主要参数, 利用市场价值法可计算大气污染引起的农业损失; 以发病率的增加、劳动日、死者的平均寿命、人均国民收入、医疗费用和护理费用作为主要参数, 可利用修正人力资本法进行量化大气污染引起的人体健康损失。大气污染在其他方面的经济损失估算, 根据具体情况采用合适的计算方法。

2.1 市场价值法

市场价值法把环境质量看作一个生产要素, 环境质量的变化导致生产率和生产成本的变化, 从而导致产品价格和产量的变化, 通过价格和产量的变化来计算价值变化, 把经济损失数量化, 其算式

$$S = VR \tag{1}$$

式中:  $S$  为污染价值损失;  $V$  为受污染或破坏的物种的市场价格;  $R$  为物种损失产量。

2.2 机会成本法

由于资源是有限的, 选择了某种使用机会就等于放弃了其他使用机会。从经济角度来说, 放弃的其他使用机会中可能获得的最佳经济效益, 称为所选择的这种使用机会的机会成本。例如大气污染造成清洗时间的增加, 可用上班所得工资作为机会成本来计算经济损失。机会成本的计算公式为

$$S = VW \tag{2}$$

式中:  $S$  为损失的机会成本值;  $V$  为单位机会成本;  $W$  为资源破坏量。

2.3 人力资本法

人力资本法用环境污染对人体健康和劳动能力的损失, 来估算大气污染对人体健康造成的经济

损失<sup>[7]</sup>。大气污染对人体健康造成的经济损失主要有 3 个方面:

- (1)因病过早死亡的工资损失。
- (2)因病造成的医疗支出。
- (3)因误工造成的工资损失。

人力资本法计算公式为

$$S = \sum M \times A_i [(W + C + L)] \quad (3)$$

式中:  $S$  为污染造成的健康损失值;  $M$  为受污染的人口数;  $A_i$  为大气污染引起的  $i$  种疾病发病率增加值;  $W$  为因死亡造成的工资损失;  $C$  为因病造成的医疗费用的支出;  $L$  为因误工造成的工资损失。

### 3 大气污染经济损失估算

据掌握的资料,对中心城市大气污染引起的经济损失从人体健康、农业经济、清洗费用等进行估算,同时忽略了各种影响的交互作用以及间接影响。

#### 3.1 人体健康损失

据《陕西省 2003 年统计年鉴》<sup>[8]</sup> 可知,2002 年中心城市人口数为 775.47 万人,采用式(3)进行估算,其中影响因素  $PM_{10}$  的剂量-反应关系如表 2。

表 2  $PM_{10}$  的剂量-反应关系

Tab. 2  $PM_{10}$  Dosage- Reaction Relation

对健康的影响	单位	额外增加数量
死亡率增加	人/百万人	6
呼吸道疾病门诊率上升	例/百万人	12
急救病例增加	例/百万人	235
受限制活动天数增加	天/百万人	57500
下呼吸道感染/儿童气喘病例增加	例/百万人	23
气喘病例增加	例/百万人	2068
慢性支气管炎病例增加	例/百万人	61

数据来源据文献[7]

通过计算因死亡造成的工资损失 17 328.37 万元,因病造成的医疗费用支出 8 510.73 万元,因误工造成工资损失 13 563.07 万元。故中心城市大气污染造成人体健康损失 39 402.83 万元。

#### 3.2 农业经济损失

大气污染对农业的影响主要表现在农作物质量和产量下降。根据农作物污染面积、质量和产量下降的百分数,利用市场价值法可估算出大气污染对农作物造成的经济损失。计算公式为

$$L_2 = \sum M_i \times a_i \times V_i \times P_i \quad (4)$$

式中:  $L_2$  为大气污染致农作物经济损失;  $i$  为农作物种类;  $M$  为污染面积;  $a$  为损失幅度;  $V$  为农作物平均价格;  $P$  为单位面积产量。

农田大气浓度若超过《保护农作物的大气污染物最高允许浓度》(GB9137-88)<sup>[8]</sup> 中污染物标准值时,则认为农作物可能减产。陕西省关中区域对农作物伤害较大的大气污染物主要为  $SO_2$ ,  $SO_2$  与农作物产量的剂量-反应关系如表 3<sup>[9]</sup>。

表 3  $SO_2$  与农作物产量的剂量-反应关系

Tab. 3  $SO_2$  and Crop Yield Dosage Reaction Relation

农作物类型	减产幅度%	$\rho(SO_2)/(mg \cdot m^{-3})$
抗性农作物 (水稻)	5.0	0.09~0.16
	10~15	0.16~0.19
	20~25	0.20~0.32
中等抗性农作物 (大麦、小麦等)	5.0	0.07~0.10
	10~15	0.08~0.17
	20~25	0.19~0.28
敏感作物 (芋类、蔬菜等)	5.0	0.03~0.05
	10~15	0.57~0.50
	20~25	0.12~0.16

数据来源据文献[9]

2002 年中心城市大气污染农田面积为 582 km<sup>2</sup>,损失幅度参照表 3,参考 2002 年农作物平均批发市场价格,根据式(4),计算得出中心城市大气污染农业经济损失为 18 292.55 万元。

#### 3.3 清洗费用的增加

大气污染使得清洗工作量增加。大气污染引起清洗费用的增加可用人力资本法进行计算。因此,只需要知道受大气污染的程度,受污染的人数,受污染地区居民的平均收入水平,即可估算出大气污染对清洗费用造成的经济损失。如目前家庭清洗有的是通过雇工完成,并支付清洁费用,而大部分则是自己清洗,不需要直接支付工资。鉴于目前人们对休闲价值认识的提高,因此这种清洗的劳动价值也应该纳入计算。降尘不仅使得家庭清洗费用增加,还使得车辆更容易变脏,清洗的周期缩短,需要花费更多的人力、物力,增加了清洗费用。大气污染引起的清洗费用的增加计算公式为

$$L_3 = M \times a \times W \times D + n \times P \times N \times \alpha \quad (5)$$

式中:  $M$  为受大气污染人数;  $a$  为劳动人口率;  $W$  为第二职业职工平均日工资;  $D$  为家庭清洗次数增加的天数;  $n$  为车辆增加的清洗次数;  $P$  为平均清洗费用;  $N$  为机动车数量;  $\alpha$  为修正系数。

据《陕西省 2003 年统计年鉴》<sup>[8]</sup>, 关中区域中心城市中大气污染人数为 775.47 万人, 劳动人口率为 51.82%, 第二职业职工平均日工资为 7.46 元/人, 家庭清洗次数增加的天数为 9 d/a, 车辆增加的清洗次数为 15 次/年, 修正系数为 1.1。故大气污染引起清洗费用的增加为 41 496.09 万元。

3.4 估算结果

2002 年关中区域中心城市大气污染引起的经济损失为 99 190.81 万元。在损失项目中, 以清洗费用增加最大, 占 42.57%, 其次为人体健康损失, 占 38.67%, 估算结果如表 4<sup>[10]</sup>。

表 4 2002 年陕西省关中区域中心城市大气污染造成经济损失汇总

Tab. 4 The Economic Loss Caused by Air Pollution of the Center City in Guanzhong Region of Shaanxi Province(2002)

项 目	环境经济 损失/万元	人均损失/ (元·人 <sup>-1</sup> )	占 GDP 的 比例/%
西安	56 443.94	113.48	0.75
宝鸡	3 373.77	55.87	0.35
咸阳	20 927.05	254.18	1.90
渭南	13 237.25	146.24	3.62
铜川	5 208.80	116.14	6.36
“一线两带” 中心城市	99 190.81	127.91	0.99

项 目	人体健康 损失/万元	农业经济 损失/万元	清洗费用 增加/万元
西安	25 163.94	0	31 280.00
宝鸡	3 373.77	0	0
咸阳	5 536.84	9 551.83	5 838.38
渭南	4 852.75	6 043.60	2 340.90
铜川	474.87	2 697.12	2 036.81
“一线两带” 中心城市	39 402.17 39.72%	18 292.55 18.44%	41 496.09 41.84%

注: 西安市和宝鸡市大气中的 SO<sub>2</sub> 浓度没有超标, 农业经济损失不计; 宝鸡市大气中的降尘低于空气质量 II 级标准阈值, 可认为降尘没有增加家庭和车辆清洗费用

4 结论与建议

(1)研究主要是根据 2002 年的产品和服务价格作为参照进行污染损失计算。一些经济计量

算困难的损失没有列入计算范围, 因而上述计算结果为实际经济损失的下限。

(2)2002 年陕西省关中区域中心城市大气污染的经济损失为 99 190.81 万元, 约占当年 GDP 的 0.99%。

(3)通过对陕西省关中区域中心城市大气污染经济损失分析, 应重点加强以下工作: ①强化城市环保基础设施建设, 有效治理城市燃煤污染, 完成天然气工程, 优化生活和工业燃料结构, 提高清洁能源比重, 有效改善城市空气质量; ②加强企业的环境保护工作。企业应该是环境保护的主体, 按照“谁开发谁保护”、“谁污染谁治理”的原则, 实现达标排放。政府可采取多种经济手段促进企业主动进行环境保护; ③确定合适的环境保护投资。根据关中区域中心城市社会经济发展状况和环境状况, 在十一五期间, 关中区域中心城市环保投资应占同期 GDP 的 2.5% 以上。

[ 参 考 文 献 ]

[ 1 ] 陕西省统计局. 陕西省国民经济和社会发展统计公报[ R ]. 北京: 中国统计出版社, 2003.

[ 2 ] 陕西省环保局. 陕西省环境质量报告书[ R ]. 北京: 中国统计出版社, 2003.

[ 3 ] 陕西省环保局. 陕西省环境统计公报[ R ]. 北京: 中国统计出版社, 2003.

[ 4 ] Stieb D M, Judek S, Burnett R T. Meta-Analysis of Time-series Studies of Air Pollution and Mortality: Effects of Gases and Particles and the Influence of Cause of Death, Age and Season[ J ]. J Air Waste Manag Assoc, 2002, 52(4): 470-484.

[ 5 ] 董小林. 环境经济学[ M ]. 北京: 人民交通出版社, 2005.

[ 6 ] 徐嵩龄. 中国环境破坏的经济损失计量-实例与理论研究[ M ]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.

[ 7 ] 阚海东, 陈秉衡. 我国大气颗粒物暴露与人群健康效应的暴露-反应关系分析[ J ]. 环境与健康杂志, 2002, 19(6): 422-424.

[ 8 ] 陕西省统计局. 陕西省统计年鉴[ R ]. 北京: 中国统计出版社, 2003.

[ 9 ] 国家环保局. 保护农作物的大气污染物最高允许浓度(GB9137-88)[ S ]. 北京: 中国环境科学出版社, 1988.

[ 10 ] 董小林. 陕西省“一线两带”区域中心城市环境经济分析报告[ R ]. 西安: 陕西省科技厅, 2005.