

成渝地区《大气污染防治行动计划》 实施的成本效益评估

马国霞*, 周 颖, 吴春生, 彭 菲

(生态环境部环境规划院生态环境经济核算研究中心, 北京 100012)

【摘 要】 本文基于大气污染导致的疾病负担模型和投入产出模型, 利用成渝地区环境统计基表以及《大气污染防治行动计划》(以下简称“大气十条”)自查报告的详细数据, 对成渝地区“大气十条”实施的大气污染治理成本、健康效益和社会经济影响进行全面评估, 得出如下结论: ①成渝地区“大气十条”实施的环境健康效益大于其治理成本, 成渝地区“大气十条”实施成本为376.3亿元, 环境健康效益为670亿元, 环境健康效益比实施成本高78%。②重点工业行业是成渝地区“大气十条”治理的重点, 其治理成本为309.3亿元; 其次是机动车治理成本, 为50.1亿元。③成渝地区“大气十条”实施的环保投资为746亿元, 对GDP拉动效应为1004.7亿元, 增加就业5.24万人, 有一定的社会经济拉动效益。④成渝地区PM_{2.5}降低1μg/m³需花费8.2亿元, 其中, 四川省PM_{2.5}降低1μg/m³成本为10.4亿元, 重庆市为6.0亿元。

【关键词】 成本效益; 社会经济影响; 大气十条; 成渝地区

【中图分类号】 F120.3; F205

【文献标识码】 A

【文章编号】 1674-6252 (2019) 06.0038.06

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2019.06.038

引言

对环境政策实施成本及对经济社会和生态环境产生的效益进行科学评判已经成为环境经济政策研究的主要内容之一。美国、日本、欧盟等发达国家都非常重视环境政策的费效分析。美国环保署发布的《经济分析导则》, 为环境管理和政策制定的费效分析提供了基本框架, 其在《清洁空气法》《有害物质控制条例》等标准政策制定时, 都开展了相关的费效分析^[1]。欧盟委员会也对不同环境政策开展了广泛的效益评估^[2], 英国、澳大利亚等国家也陆续制定了费用效益分析使用手册、指导原则。

为改善空气质量、保护公众健康, 2013年国务院印发了《大气污染防治行动计划》, “大气十条”实施的环境效益引起人们的高度关注。学者们从“大气十条”实施的管理模式^[3]、“大气十条”投资产生的社会经济影响以及重点区域不同行业的影响分析^[4,5], 以及“煤改气”政策对北方大气环境质量改善和成本对比分析^[6]等方面进行了分析研究。特别是“大气十条”实施的健康效益成为关注的一个焦点。Huang Jing 等对我国74个重点城市“大气十条”实施带来的健康效益进行了评估^[7]。美国芝加哥大学经济学教授 Greenstone 等撰写的报告“Is China Winning its War on Pollution”, 提出“大气十条”的实施促使中国人均寿命预期比2013年延长2.4年^[8]。Yixuan Zheng 等提出“大气十条”的实施可减少大气污染导致的过早死亡人数约12万人^[9]。

京津冀地区一直是“大气十条”实施的重点关注区^[10,11],

学者们从京津冀地区“煤改电”效益^[12]、“散乱污”治理效益^[13]、黄标车治理减排效益^[14]等方面进行了评估和分析, 但只从某一方面进行“大气十条”实施的成本效益评估, 无法系统地反映典型区域“大气十条”实施的总体成效。成渝地区(四川省和重庆市)地形复杂, 高湿和高静风频率与快速经济发展等特点, 导致成渝地区成为我国大气污染严重的重点区域之一。对于这种复杂的地形区域, 其“大气十条”实施的成本和效益评估还较为少见。

我国环境政策的成本效益分析相对薄弱, 目前大多采用定性与定量分析相结合的方法, 侧重于末端治理成本和直接污染减排效益估算, 较少涉及环境质量改善效益、人群健康效益以及社会经济影响的全面评估, 模型方法不规范。本文利用“大气十条”实施的重庆市自查报告、四川省自查报告, 以及四川和重庆的投入产出表和环境统计基表数据, 利用大气污染导致的疾病负担模型和投入产出模型, 对成渝地区“大气十条”实施的大气污染治理成本、健康效益和社会经济影响进行全面评估, 为其他地区开展大气污染防治成本效益评估提供方法参考。

1 研究方法

1.1 成本核算方法

成渝地区围绕环境空气质量改善目标, 通过重点工业源污染治理、淘汰落后产能、锅炉污染治理、机动车治理、施工工地和道路扬尘污染整治、监管能力建设等措施, 进

资助项目: 国家重点研发计划重点专项(2016YFC0208800), 国家环境经济核算体系建立(2110105)。

作者简介: 马国霞(1978—), 女, 博士, 研究员, 主要从事环境经济核算与区域可持续发展, E-mail: magx@caep.org.cn。

行大气污染防治。根据数据的可得性和污染防治政策的重要性与成本的可评估性,本文对成渝地区重点工业行业污染治理、锅炉污染治理、机动车治理、落后产能淘汰等措施进行成本评估。

1.1.1 重点工业行业污染治理

重点工业行业大气污染防治成本包括运行成本和污染治理投资两部分。其中,运行成本通过2012—2016年重庆市和四川省环境统计基表中除尘、脱硫、脱硝不同行业的运行成本进行统计加总。污染治理投资根据成渝地区大气污染防治实施细则,采用系数法进行重点工业行业投资估算,对电力、钢铁、水泥、玻璃、有色等五大重点工业行业污染治理进行重点投资。

$$C_{ind} = \sum_{i=1}^5 (P_i \times V_i \times T_i) / Y_i$$

式中, C_{ind} 为重点行业治理投资费用; P_i 为五大行业的治理设施规模,具体包括电力行业新建治理设施的机组装机容量(万 kW)、钢铁行业治理设施生产线的规模(m^2 或万 t)、水泥行业新建治理设施生产线的规模(t 熟料/d)、有色金属行业新建除尘设施的套数(套)、平板玻璃新建治理设施生产线的产能(t/d); V_i 为五大行业不同治理设施的单位治理投资成本; T_i 为五大行业不同治理设施“大气十条”实施期间的运行时间; Y_i 为五大行业不同治理设施的折旧年限。

1.1.2 锅炉污染治理

燃煤小锅炉改造方式有煤改电、煤改气、清洁能源替代和热泵供暖四种。本文利用四川和重庆“大气十条”实施空气质量完成的自查报告,统计出煤改电、煤改气、清洁能源替代和热泵供暖不同锅炉治理的蒸吨数,利用不同锅炉治理的单位蒸吨成本,进行总成本评估。电锅炉成本每蒸吨 25 万元,燃气锅炉成本每蒸吨 35 万元,清洁能源替代成本每蒸吨 40 万元,热泵成本每蒸吨 15 万元。

$$C_{boi} = \sum_{i=1}^4 S_i \times P_i \times R_{boi}$$

式中, C_{boi} 为锅炉污染治理成本; S_i 为煤改电、煤改气、清洁能源替代、热泵供暖四种方式的改造蒸吨数; P_i 为这四种改造方式单位蒸吨数的改造成本; R_{boi} 为设备折旧率,采暖设备折旧年限以 5 年进行折旧。

1.1.3 机动车治理

机动车治理成本主要包括黄标车淘汰和新能源汽车推广,成渝地区黄标车淘汰以及新能源汽车推广的车辆数据主要来自生态环境部机动车排污监控中心,按照《重庆市主城区鼓励黄标车提前淘汰市级财政奖励补贴实施细则》进行车辆补贴。新能源汽车推广补贴标准按照国家发布的《新能源汽车补贴标准》分年份进行差异补贴,其中,2013 年按照纯电动乘用车续航里程大于 250km 的补贴标准 6 万元进行补贴,2014 年和 2015 年按照国家提出的补贴标准在

2013 年基础上下降 10% 和 20% 的标准进行补贴,2016 年和 2017 年采用重庆市新能源汽车推广应用补助标准 3 万元和 2 万元进行补贴。

$$C_y = \sum_{i=1} P_i \times V_i + \sum_{n=1} B_n \times V_n$$

式中, C_y 为机动车治理成本,万元; P_i 为黄标车淘汰补贴标准,为 0.14 万元/辆; V_i 为黄标车淘汰数量,辆; B_n 为新能源汽车推广补贴标准,为 12.62 万元/辆; V_n 为新能源汽车推广数量,辆。

1.1.4 淘汰落后产能

成渝地区淘汰落后产能主要包括小火电、小钢铁、水泥、平板玻璃以及焦炭等落后产能,采用淘汰产能市场价值法进行计算,并从政府补贴的角度,进行淘汰落后产能计算。

$$C_n = \sum_{i=1} N_i \times R_i \times P_i \times S_i$$

式中, C_n 为淘汰落后产能; N_i 为淘汰产能量; R_i 为产能利用率,这里取 70%; P_i 为淘汰产品价格; S_i 为政府补贴系数,这里取 0.2。其中,小火电的淘汰产能单位为万 kW,小钢铁单位为万 t,小水泥单位为万 t,平板玻璃单位为万重量箱,焦炭单位为万 t,非金属矿制品砖单位为万匹。小火电淘汰产品价格采用上网电价,0.25 元/(kW·h),需要把淘汰产能万千瓦换算为每天生产的电量,其他产能利用这些产品的市场价格进行计算。

1.2 健康效益核算方法

成渝地区大气环境质量改善健康效益通过大气环境健康损失减少进行核算。当年大气环境质量改善的环境效益通过上年大气环境质量下的环境退化损失减去当年大气环境质量下的环境健康损失。采用疾病负担法,以 PM_{10} 作为大气污染因子,以心血管疾病和呼吸道疾病作为大气污染健康结局,从大气污染造成的全死因过早死亡经济损失、大气污染造成的呼吸系统和心血管疾病住院经济损失、大气污染造成的慢性支气管炎发病失能经济损失三方面进行核算。

1.2.1 全死因过早死亡经济损失 (EC_{a1})

$$EC_{a1} = P_{ed} \times VSL = [(RR - 1) / RR] \times f_p \times p_e \times VSL$$

式中, P_{ed} 为现有大气污染水平下造成的全死因过早死亡人数; f_p 为现有大气污染水平下全死因死亡率; p_e 为暴露人口,这两个数据都来自四川和重庆统计年鉴; RR 为大气污染引起的全死因死亡相对危险归因比^[15]; VSL 为统计生命价值,数据来自项目组在成渝地区开展的支付意愿调查。

1.2.2 相关疾病住院经济损失 (EC_{a2})

$$EC_{a2} = P_{eh} \times (C_h + WD \times C_{wd}) \\ = \left(\sum_{i=1}^n f_{pi} \frac{\Delta c_i \times \beta_i / 100}{1 + \Delta c_i \times \beta_i / 100} \right) \times (C_h + WD \times C_{wd})$$

式中, n 为大气污染相关的呼吸系统疾病和心血管疾病种类; f_{pi} 为现有大气污染水平下与大气污染相关的呼吸系统疾病和心血管疾病的住院人次, 来自《中国卫生统计年鉴》; β_i 为回归系数, 即单位污染物浓度变化引起健康危害 i 变化的百分数^[15]; Δc_i 为实际污染物浓度与健康危害污染物浓度阈值 ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$) 之差; C_h 为疾病住院成本, 包括直接住院成本和交通、营养等间接住院成本, 数据来自《2008 中国卫生服务调查研究: 第四次家庭健康询问调查分析报告》; WD 为疾病误工天数, C_{wd} 为疾病误工成本, 疾病误工成本 = 人均 GDP/365^[15]。

1.2.3. 慢性支气管炎发病失能经济损失 (EC_{a3})

慢性支气管炎发病失能经济损失以患病失能法取代一般疾病采用的疾病成本法, 卫生服务调查中只有分年龄组的 COPD 死亡率, 以 COPD 死亡率代替慢性支气管炎的死亡率。相关研究表明, 患上慢性支气管炎的失能 (DALY) 权重为 40%^[15]。公式如下:

$$EC_{a3} = 0.4 \times (f_{\text{COPD}} \times P_e) / t \times \frac{\Delta c \times \beta}{1 + \Delta c \times \beta} \times \text{VSL}$$

式中, f_{COPD} 为我国慢性阻塞性肺疾病患病率, 为 3.3%; t 为大气污染引起的慢性支气管炎早死的平均损失寿命年数, 为 23 年; 回归系数 β 为 0.0048; 其他同上。

1.3 社会经济影响分析方法

投入产出模型采用数学方法揭示国民经济中各部门之间经济技术的相互依存、相互制约的数量关系, 进行经济分析、政策模拟和经济预测^[16,17]。本文利用重庆市和四川省的投入产出表, 建立包含产业内部关联波及效应和居民消费诱发效应的投入产出宏观闭合模型, 模拟成渝地区“大气十条”投资对 GDP 增长的拉动作用。同时根据增加值系数、税收系数、居民收入系数、劳动力占用系数, 测算成渝地区“大气十条”投资对国民经济不同行业的拉动效应。模型公式如下:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \Delta Y_e$$

$$N = \hat{N}X = \hat{N}(I - A)^{-1}Y$$

$$V = \hat{V}X = \hat{V}(I - A)^{-1}Y$$

$$L = \hat{L}X = \hat{L}(I - A)^{-1}Y$$

式中, ΔY 表示环保投资增量变化; ΔX 表示国民经济总产出增量变化; $(I - A)^{-1}$ 为完全需要系数矩阵; N 、 V 、 L 分别表示环保投资对国民经济行业增加值、居民收入及就业的影响; $\hat{N}$ 、 $\hat{V}$ 、 $\hat{L}$ 表示为第 j 行业增加值、劳动报酬及劳动就业与该行业总产出的比值数列。

环保投资增加对国民经济总产出的拉动效应只考虑了环保投资导致的最终产出增加在生产领域内对国民经济各部门的影响, 没有包括环保投资引起的居民消费增加对生

产领域国民经济各生产部门再次的促进和诱发影响^[18], 因此, 需构建包含居民消费诱发影响及扣除诱发影响经济漏损的环保投资总产出影响扩展模型^[5,19], 还需使用边际消费倾向、边际税收倾向以及最终产品国内满足率等系数对经济漏损进行扣除。具体如下:

$$\Delta X = (I - A)^{-1} [I - C(1 - t)\hat{h}F\hat{v}(I - A)^{-1}]^{-1} \Delta Y_e$$

式中, C 为边际消费倾向; t 为边际税收倾向; $\hat{h}$ 为最终产品国内满足率对角矩阵; F 为居民直接消费系数列向量; $\hat{v}$ 为单位行向量; $\hat{v}$ 为劳动报酬系数的对角矩阵。最终产品国内满足率是指各行业最终产品中由本国生产的产品所占比例; 居民直接消费系数是投入产出表中各行业的居民消费占总居民消费的比重; 劳动报酬系数是由投入产出表中各行业劳动报酬除以总产出得到的系数。

2 主要结果

2.1 成本估算

2.1.1 重点工业行业污染治理

“大气十条”实施期间, 成渝地区大气污染重点工业行业污染治理成本共计 309.3 亿元, 其中, 运行成本为 284.6 亿元, 大气污染治理投资为 24.7 亿元。从不同污染物治理成本看, 烟粉尘污染治理成本占比最高, 四川省和重庆市烟粉尘污染治理成本分别占其大气污染治理成本的 45.9% 和 52.8%; 其次是 SO_2 污染治理成本, 四川省和重庆市 SO_2 污染治理成本占比分别为 44.8% 和 35.1% (表 1)。电力热力生产和供应、非金属矿物制品、金属冶炼和压延加工品、石油炼焦产品加工品、化学产品这五大行业是成渝地区大气污染治理重点行业, 其运行成本占成渝地区大气污染治理成本的比重分别为 33.2%、19.8%、13.1%、11.9%、8.4%。

表 1 成渝地区大气污染物治理成本 (单位: 亿元)

	四川省			重庆市		
	脱硫	脱硝	除尘	脱硫	脱硝	除尘
运行成本	80.47	13.68	75.03	40.66	12.27	62.50
投资成本	1.25	3.25	8.81	3.89	3.02	4.47
治理成本	81.72	16.93	83.84	44.55	15.29	66.97

从不同行业不同污染物单位运行成本看, 成渝地区重点工业行业 SO_2 单位治理成本区域差距相对较小。四川省重点工业行业 SO_2 单位治理成本为 3082 元/t, 重庆市为 2609 元/t。重点工业行业烟粉尘的单位治理成本的差距较大, 四川省烟粉尘重点工业行业单位治理成本为 589 元/t, 重庆市为 1163 元/t。交通运输设备和电气机械和器材行业烟粉尘的单位治理成本相对较高, 分别为 3573 元/t 和 2795 元/t, 电力热力生产和供应业的烟粉尘单位治理成本相对较低, 为 33 元/t。成渝地区 NO_x 的行业治理投入不够, 很多行业没有 NO_x 的治理投入。成渝地区只有化学产品、非金属矿物制品、金属冶炼和压延加工品、交通运输设备、电气机械和器材、电力热力生产等行业有 NO_x 的污染治理投

入,其中,四川省电力热力生产行业的 NO_x 单位治理成本为 3531 元/t,重庆市电力热力生产行业的 NO_x 单位治理成本为 5185 元/t。

2.1.2 锅炉污染治理

根据四川省和重庆市自查报告,2013—2017 年,重庆市淘汰燃煤锅炉 5500 台,四川省共淘汰燃煤锅炉 4225 台,基本淘汰地级及以上城市建成区燃煤小锅炉。成渝地区锅炉污染治理成本按照燃煤锅炉改电、改气、清洁生产三种成本进行计算。重庆市燃煤锅炉改电企业共 2 个,锅炉规模合计 2.12 t/h。燃煤锅炉改气共 29 家,锅炉规模合计 109.34 t/h。锅炉清洁生产共 276 家,锅炉规模合计 559.43 t/h。四川省燃煤锅炉改电共 61 家,锅炉规模合计 118.23 t/h。燃煤锅炉改气共 475 家,锅炉规模 1267.5 t/h。锅炉清洁生产共 67 家,锅炉规模合计 389.99 t/h。根据成渝地区燃煤锅炉改造成本,计算得出重庆市燃煤锅炉改造成本为 1.58 亿元、四川省燃煤锅炉改造成本为 3.78 亿元,共计 5.35 亿元(表 2)。

表 2 燃煤锅炉污染治理成本

省、区、市	锅炉规模/(t/h)			设备成本统计/亿元			
	改电	改气	清洁	改电	改气	清洁	总成本
重庆	2.12	109.34	559.43	0.00	0.23	1.34	1.58
四川	118.23	1267.50	389.99	0.18	2.66	0.94	3.78

2.1.3 机动车治理

成渝地区“大气十条”的实施,加大了机动车治理力度,提出全面提升燃油品质,加速黄标车淘汰,2017 年底,基本淘汰了“黄标车”。成渝地区 2013—2017 年,共淘汰 105.5 万辆黄标车,其中重庆市淘汰 25.3 万辆,四川省淘汰 80.2 万辆(图 1)。2013—2017 年,成渝地区淘汰黄标车补贴费用共计 14.7 亿元,其中重庆市为 3.5 亿元,四川省为 11.2 亿元。同时,根据机动车中心提供数据,“大气十条”实施期间,成渝地区共推出新能源汽车 12.6 万辆,新能源汽车推广补贴费用为 35.3 亿元。

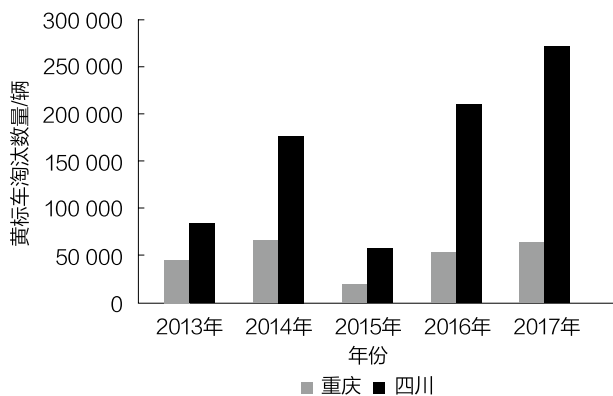


图 1 成渝地区 2013—2017 年黄标车淘汰数量

2.1.4 落后产能淘汰

成渝地区落后产能淘汰主要针对小火电、小钢铁、小水泥、平板玻璃、焦炭、砖等。“大气十条”实施期间,成

渝地区电力、钢铁、水泥、平板玻璃、焦炭、砖等行业共淘汰及压减产能分别为 66.48 万 kW、1088.4 万 t、2405.8 万 t、2237 万重量箱、327.5 万 t 和 107.3 亿匹。淘汰小火电补助成本为 0.2 亿元,小钢铁补助成本为 4.0 亿元,小水泥补助成本为 1.1 亿元,平板玻璃补助成本为 3.5 亿元,焦炭补助成本为 0.9 亿元,非金属矿制品砖块补助成本为 1.8 亿元,共 11.4 亿元。从落后产能淘汰时间序列看,2015 年淘汰落后产能力度最大,为 3.48 亿元(表 3)。

表 3 2013—2017 年成渝地区产业淘汰和压减产能的补助成本 (单位:亿元)

行业	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
小火电	0.05	0.03	0.01	0.09	0.02
小钢铁	0.37	0.88	0.19	1.23	1.36
小水泥	0.45	0.16	0.08	0.27	0.10
平板玻璃	0.08	0.54	2.54	0.15	0.18
焦炭	0.00	0.30	0.21	0.32	0.09
非金属矿制品砖块	0.14	0.38	0.45	0.27	0.56
合计	1.09	2.29	3.48	2.33	2.31

2.2 环境健康效益评估

成渝地区“大气十条”实施期间,大气环境质量改善效果明显。成渝地区 PM_{10} 从 2013 年的 $86\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $69\mu\text{g}/\text{m}^3$,降低了 24%。其中,重庆市从 2013 年的 $106\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $72\mu\text{g}/\text{m}^3$,降低了 47.2%,成都从 2013 年的 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $90\mu\text{g}/\text{m}^3$,下降了 66.7%。成渝地区 SO_2 从 2013 年的 $34\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $14\mu\text{g}/\text{m}^3$,下降了 146.8%。成渝地区 NO_2 降幅较少,从 2013 年的 $36\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $32\mu\text{g}/\text{m}^3$,下降了 11.9%。其中,重庆市 NO_2 从 2013 年的 $38\mu\text{g}/\text{m}^3$ 上升到 2017 年的 $46\mu\text{g}/\text{m}^3$,成都从 $63\mu\text{g}/\text{m}^3$ 下降到 2017 年的 $53\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

因经济发展水平和支付意愿强度差异,不同经济发展水平的地区,基于支付意愿调查的统计生命价值差异较大。法国和意大利等发达国家的统计生命价值分别为 125 万美元和 87 万美元^[20],2012 年 OECD 做了降低大气污染导致的过早死亡风险的调查结果是 300 万美元^[21]。Hammit 等运用条件价值法在北京和安庆支付意愿调查通过提升空气质量挽救一个人的生命价值为 0.4 万~1.7 万美元^[22]。曾贤刚等得出 2008 年我国为降低因大气污染导致的过早死亡风险而愿意支付的统计生命价值为 100 万元^[23]。本文 2018 年在成渝地区开展了与大气污染相关的支付意愿调查,得出成渝地区降低大气污染过早死亡风险,愿意支付的费用为 394 万元。成渝地区“大气十条”的实施,使大气污染导致的过早死亡人数减少 12 978 人,环境健康效益为 579.4 亿元。从具体年份看,2014 年成渝地区过早死亡人数比 2013 年减少 1127 人,2015 年比 2014 年减少 4843 人,2016 年比 2015 年减少 3861 人,2017 年比 2016 年减少 3148 人。从具体区域看,“大气十条”的实施,使重庆和成都的环境效益最大,

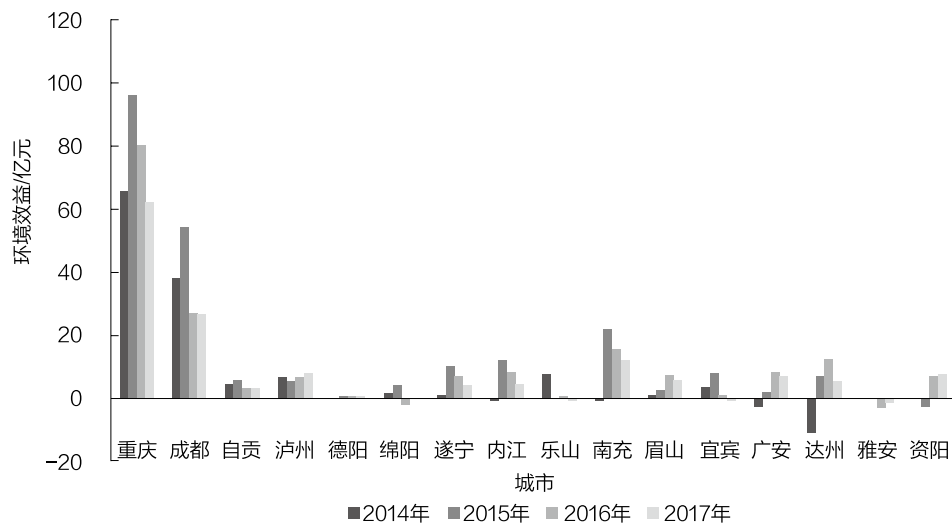


图2 成渝地区“大气十条”实施环境效益

分别为 304.3 亿元和 146.2 亿元，雅安市大气环境质量基本没有改善，环境效益为负值（图 2）。

2.3 社会经济影响分析

根据四川省和重庆市“大气十条”实施自查报告，成渝地区“大气十条”实施大气污染防治投资为 792 亿元。利用重庆市和四川省投入产出模型，可知成渝地区大气污染防治投资拉动 GDP 1004.7 亿元，新增非农就业 5.24 万人。其中，四川省大气污染防治投资拉动 GDP 560 亿元，新增非农就业 3.0 万人；重庆市大气污染防治投资拉动 GDP 445.8 亿元，新增非农就业 2.24 万人。

从各项措施来看，成渝地区“大气十条”实施措施中，工业污染治理升级改造的社会经济影响最大，其次是淘汰黄标车及新能源推广。成渝地区工业污染治理升级改造拉动 GDP 为 351.1 亿元，占其 GDP 拉动比重的 34.9%。淘汰黄标车和新能源汽车推广对 GDP 的拉动为 132.2 亿元，占其 GDP 拉动比重的 13.2%。成渝地区“大气十条”投资对专用设备行业影响最大，其次是金属冶炼和压延加工业。成渝地区“大气十条”实施对专用设备行业五年累计拉动

GDP 增加 124.3 亿元，占新增 GDP 的 12.3%。这主要是因为重点工业行业清洁生产技术改造、散乱污升级改造、挥发性有机物治理、工业污染治理改造升级等大气污染治理措施的投资主要是对环保设备制造的投资。成渝地区金属冶炼和压延加工业拉动 GDP 新增 80 亿元。

成渝地区“大气十条”实施对社会经济的贡献作用见表 4。

3 主要结论

（1）成渝地区“大气十条”实施的环境健康效益高于其成本。成渝地区“大气十条”实施的成本为 376.3 亿元，环境健康效益为 670 亿元，环境健康效益比成本高 78%。其中，重庆市“大气十条”治理成本为 149.9 亿元，环境健康效益为 304.3 亿元；四川省治理成本为 226.4 亿元，环境健康效益为 365.7 亿元。

（2）从具体的治理措施看，重点工业行业污染治理成本最高，为 309.3 亿元，占比为 73.8%。其次是机动车治理成本，为 50.1 亿元。最后是为落后产能淘汰 11.5 亿元，锅炉污染治理成本为 5.4 亿元。

（3）成渝地区“大气十条”实施后，城市 PM₁₀ 平均浓度的下降量和成渝地区“大气十条”实施的成本进行对比分析，得出成渝地区“大气十条”实施 PM₁₀ 每降低 1μg/m³ 需要花费 8.2 亿元，其中四川省 PM₁₀ 每降低 1μg/m³ 需要花费 10.4 亿元，重庆市 PM₁₀ 每降低 1μg/m³ 需要花费 6.0 亿元。

（4）成渝地区“大气十条”实施会产生一定社会经济拉动效益。成渝地区“大气十条”实施环保投资共计 746 亿元，对 GDP 的拉动效应为 1004.7 亿元，税收贡献为 48.5 亿元，居民收入为 171.6 亿元，就业为 5.24 万人。

（5）成本效益分析是对环境政策实施后对经济社会和

表 4 成渝地区“大气十条”实施对社会经济的贡献作用

治理措施	新增投资 / 万元	GDP / 万元	税收 / 万元	居民收入 / 万元	就业 / 万人
重点工业行业清洁生产技术改造	266 525	335 964	13 586	5 3410	0.18
散乱污升级改造	792 050	1 001 892	47 074	167 376	0.51
燃煤锅炉清洁改造	656 184	917 240	43 309	155 315	0.48
工业污染治理改造升级	3 289 020	4 591 756	216 195	776 764	2.40
煤场建设及洗煤	316 820	429 659	24 311	106 579	0.22
油品升级及配套改造	433 230	598 763	28 735	99 918	0.31
建筑节能	316 820	409 701	19 964	73 705	0.27
淘汰黄标车及新能源推广	1 055 460	1 322 516	75 294	214 146	0.62
面源扬尘治理	334 492	439 799	16 573	68 462	0.25
合计	7 460 601	10 047 290	485 041	1 715 675	5.24

生态环境等方面产生的费用及效益进行科学评判,为环境政策决策提供经济评价依据。欧美等发达国家已经建立了全面、系统的成本效益分析制度,我国环境政策制定还缺乏成本效益评估制度。成本效益评估是一个涉及多学科、多方法的研究,虽然本文基于详细的环境统计基表和成渝地区“大气十条”自查报告开展了此项研究,但研究结果也存在一定的不确定性。需要进一步明确环境政策费用效益分析的目标原则、范围对象、任务内容、技术方法和工作机制,为我国开展相关环境政策成本效益评估提供规范。

参考文献

- [1] EPA. Final Plan for Periodic Retrospective Reviews of Existing Regulations[R]. Washington, DC: Office of Management and Budget, 2000: 1-9.
- [2] HM Treasury. The Green BOOK: Appraisal and Evaluation in Central Government. <http://www.gov.uk/government/publication/the-green-book-appraisal-and-evaluation-in-central-government>.
- [3] 王金南,雷宇,宁森.改善空气质量的“中国模式”:“大气十条”实施与评价[J].环境保护,2018,46(2):7-11.
- [4] 董战峰,高晶蕾,严小东,等.重点区域大气污染防治行动计划实施的社会经济影响对比[J].环境科学研究,2017,30(3):380-388.
- [5] 张伟,王金南,蒋洪强,等.《大气污染防治行动计划》实施对经济与环境的潜在影响[J].环境科学研究,2015,28(1):1-7.
- [6] 罗知,李浩然.“大气十条”政策的实施对空气质量的影响[J].中国工业经济,2018(9):136-154.
- [7] HUANG J, PAN X C, GUO X B, et al. Health impact of China's air pollution prevention and control action plan: an analysis of national air quality monitoring and mortality data[J]. The lancet planetary health, 2018, 2(7): e313-e323.
- [8] GREENSTONE M, SCHWARZ P. AQLI Update: Is China Winning its War on Pollution?[EB/OL]. (2018-03-12). <https://epic.uchicago.edu/research/publications/aqli-update-china-winning-its-war-pollution>.
- [9] ZHENG Y X, XUE T, ZHANG Q, et al. Air quality improvements and health benefits from China's clean air action since 2013[J]. Environmental research letters, 2017, 12(11): 114020.
- [10] 石敏俊,李元杰,张晓玲,等.基于环境承载力的京津冀雾霾治理政策效果评估[J].中国人口·资源与环境,2017,27(9):66-75.
- [11] 王立平,陈飞龙,杨然.京津冀地区雾霾污染生态补偿标准研究[J].环境科学学报,2018,38(6):2518-2524.
- [12] 闫祯,金玲,陈潇君,等.京津冀地区居民采暖“煤改电”的大气污染物减排潜力与健康效益评估[J].环境科学研究,2019,32(1):95-103.
- [13] 彭菲,方宇,马国霞,等.“2+26”城市“散乱污”企业的社会经济效益和环境治理成本评估[J].环境科学研究,2018,31(12):1993-1999.
- [14] 卢亚灵,周佳,程曦,等.京津冀地区黄标车政策的总量减排效益评估[J].环境科学,2018,39(6):2566-2575.
- [15] 方宇,王金南,曹东,等.中国环境经济核算技术指南[M].北京:中国环境科学出版社,2009.
- [16] ISLARD W. Some notes on the linkage of ecologic and economic systems[J]. Papers in regional science, 1965, 9(1): 85-96.
- [17] LEONTIEF W. National income, economic structure, and environmental externalities[M]//MOSS M. Measurement of Economic and Social Performance. Cambridge, US: National Bureau of Economic Research, Inc, 1973: 565-576.
- [18] 彭志龙,齐舒畅.国民经济乘数分析[J].统计研究,1998,15(5):49-53.
- [19] 刘保珺.投入产出乘数分析[J].统计研究,1999,16(5):55-58.
- [20] ALBERINI A, CROPPER M, KRUPNICK A, et al. Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada[J]. Journal of environmental economics and management, 2004, 48(1): 769-792.
- [21] OECD. The Cost of Air Pollution: Health Impacts of Road Transport[M]. Leipzig: OECD Publishing, 2014.
- [22] HAMMITT J K, ZHOU Y. The Economic value of air-pollution-related health risks in China: a contingent valuation study[J]. Environmental and resource economics, 2006, 33(3): 399-423.
- [23] 曾贤刚,蒋妍.空气污染健康损失中统计生命价值评估研究[J].中国环境科学,2010,30(2):284-288.

Cost-Benefit Assessment of Impacts of China's National Air Pollution Action Plan in Cheng-Yu Region

MA Guoxia*, ZHOU Yin, WU Chunsheng, PENG Fei

(The Center for Eco-Environmental Accounting, Chinese Academy of Environmental Planning, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100012, China)

Abstract: Based on the disease burden model and input-output model caused by air pollution, the cost, health benefits and socio-economic impact to implement National Air Pollution Control Action Plan were assessed by using the environmental statistics data and the detailed data of the self-examination report of National Air Pollution Control Action Plan in Chengyu region. Some conclusions were drawn as follows: ①The environmental health benefits were greater than the control costs of the implementation of National Air Pollution Control Action Plan in Chengyu region. The cost was 37.63 billion RMB, and its environmental health benefit was 67 billion RMB, which was 78% higher than its cost. It produced great social and economic benefits to implement National Air Pollution Control Action Plan in Chengyu region. ②Among the measures implemented, the cost of pollution control in key industrial sectors was the highest, which was 30.93 billion RMB. The second was the cost of motor vehicle control, which was 5.01 billion RMB. ③The environmental protection investment was 74.6 billion RMB, which brought about 100.57 billion RMB of GDP increase, and 52.4 thousand people of employment. ④It costed 0.82 billion RMB to reduce $PM_{2.5}$ by $1 \mu g/m^3$ in Chengyu region, which was 1.04 billion RMB in Sichuan Province and 0.60 billion RMB in Chongqing City to reduce $1 \mu g/m^3$.

Keywords: cost benefit; socio-economic impact; National Air Pollution Control Action Plan; Cheng-Yu region