

# 2000—2016年 气象条件变化对全国 PM<sub>2.5</sub> 污染影响数据集

2000—2016 NIAN QIXIANG TIAOJIAN BIANHUA DUI QUANGUO  
PM<sub>2.5</sub> WURAN YINGXIANG SHUJUJI

薛文博 雷宇 许艳玲 陆叙言 / 著

中国环境出版社



# 2000—2016 年气象条件变化对全国 PM<sub>2.5</sub> 污染影响数据集

薛文博 雷宇 许艳玲 陆叙言 / 著

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

2000—2016 年气象条件变化对全国 PM<sub>2.5</sub> 污染影响数据集 / 薛文博等著. —北京: 中国环境出版社, 2018.3  
ISBN 978-7-5111-3545-2

I. ①2… II. ①薛… III. ①气象条件—影响—可吸入颗粒物—空气污染监测—中国—2000—2016  
IV. ①X831

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 034644 号

出版人 武德凯  
责任编辑 葛莉  
责任校对 尹芳  
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn  
发行热线: 010-67125803 010-67113405 (传真)  
印刷 北京中科印刷有限公司  
版次 2018 年 3 月第 1 版  
开本 787 × 1092 1/16  
字数 366 千字

网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
联系电话: 010-67112765 编辑管理部  
经 销 各地新华书店  
印 次 2018 年 3 月第 1 次印刷  
印 张 16.5  
定 价 60.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

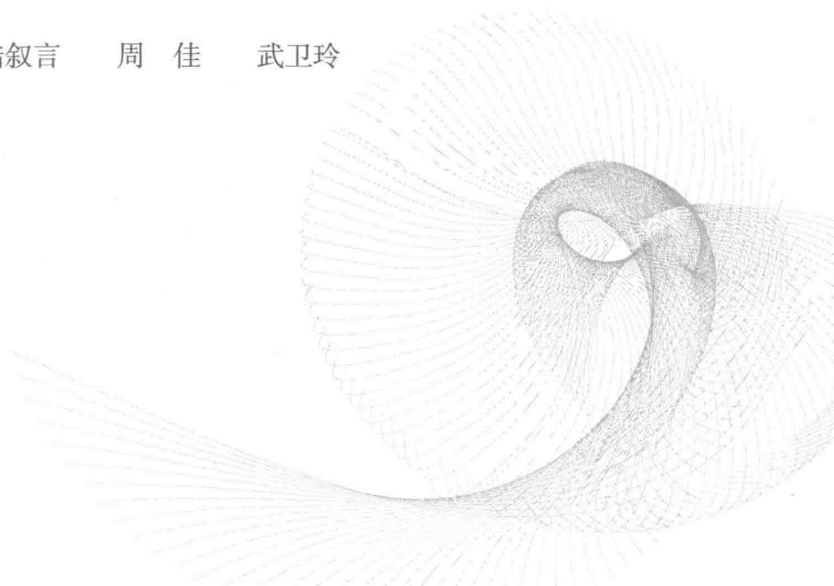
## 2000—2016 年气象条件变化对全国 PM<sub>2.5</sub> 污染影响数据集

### 主要研究人员

薛文博 雷宇 许艳玲 王金南 陆叙言 周佳 武卫玲

### 全书统稿人员

许艳玲



---

本研究由国家重点研发计划《国家及主要区域空气质量改善路线图研究》(项目编号: 2016YFC0207500)与大气污染成因与治理攻关课题《区域大气承载力与空气质量改善路径》(课题编号: DQGG0302)共同资助



◎ 1 模型方法 .....	1
1.1 模型设置 .....	1
1.2 排放清单 .....	3
1.3 分析方法 .....	3
◎ 2 2000—2016 年气象条件变化对 PM <sub>2.5</sub> 污染影响数据集 .....	4
表 1 2000—2016 年 1 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	4
表 2 2000—2016 年 2 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	6
表 3 2000—2016 年 3 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	8
表 4 2000—2016 年 4 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	10
表 5 2000—2016 年 5 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	12
表 6 2000—2016 年 6 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	14
表 7 2000—2016 年 7 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	16
表 8 2000—2016 年 8 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	18
表 9 2000—2016 年 9 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	20
表 10 2000—2016 年 10 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	22
表 11 2000—2016 年 11 月份气象条件变化对全国各省 PM <sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ ) .....	24

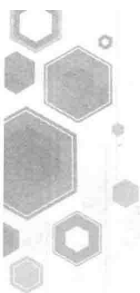


表 12	2000—2016 年 12 月份气象条件变化对全国各省 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	26
表 13	2000—2016 年全年气象条件变化对全国各省 $PM_{2.5}$ 年均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	28
表 14	2000—2016 年采暖季气象条件变化对全国各省 $PM_{2.5}$ 平均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	30
表 15	2000—2016 年 1 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	32
表 16	2000—2016 年 2 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	48
表 17	2000—2016 年 3 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	64
表 18	2000—2016 年 4 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	80
表 19	2000—2016 年 5 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	96
表 20	2000—2016 年 6 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	112
表 21	2000—2016 年 7 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	128
表 22	2000—2016 年 8 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	144
表 23	2000—2016 年 9 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	160
表 24	2000—2016 年 10 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	176
表 25	2000—2016 年 11 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	192
表 26	2000—2016 年 12 月份气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	208
表 27	2000—2016 年全年气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 年均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	224
表 28	2000—2016 年采暖季气象条件变化对全国城市 $PM_{2.5}$ 平均质量浓度的影响 ( $\eta$ )	240
◎ 参考文献		256



## 1 模型方法

基于国家超级计算天津中心“天河”计算平台,采用 WRF-CMAQ 空气质量模型,模拟了 2000—2016 年气象条件变化对全国城市(不含香港、澳门、台湾)PM<sub>2.5</sub>的影响。

### 1.1 模型设置

(1) 模拟时段:模拟时段为 2000 年 1 月至 2016 年 12 月,共计 204 个月,结果输出时间间隔为 1h。

(2) 模拟区域:CMAQ 模型采用 Lambert 投影坐标系,中心点经度为 102° E,中心纬度为 36° N,两条平行纬度分别为 24° N、46° N。水平模拟范围为 X 方向(-2524.5~2524.5km)、Y 方向(-2119.5~2119.5km),网格间距 27km,共将全国划分为 187×157 个网格。垂直方向共设置 14 个气压层,层间距自下而上逐渐增大。

(3) 气象模拟:CMAQ 模型所需要的气象场由中尺度气象模型 WRF 提供,WRF 模型与 CMAQ 模型采用相同的模拟时段和空间投影坐标系,垂直方向共设置 35 个气压层,层间距自下而上逐渐增大。WRF 模型的初始场与边界场数据采用美国国家环境预报中心(NCEP)提供的 6h 一次、1° 分辨率的 FNL 全球分析资料<sup>[1]</sup>,每日对初始场进行初始化,每次模拟时长为 30h,Spin-up 时间设置为 6h,并利用 NCEPADP 观测资料进行客观分析与资料同化<sup>[2]</sup>。

(4) 模型参数:WRF、CMAQ 模型参数设置分别见表 1、表 2,其中 WRF、CMAQ 模型模拟结果在相关研究中已验证<sup>[3-8]</sup>。



表 1 WRF 模型参数化方案

参数化方案	方案名称
微物理过程方案	WSM6
长波辐射方案	New Goddard scheme
短波辐射方案	RRTM
近地层方案	Pleim Xiu
陆面过程方案	Pleim Xiu
边界层方案	ACM2
积云对流方案	Kain-Fritsch

表 2 CMAQ 模型参数设置

模型参数	参数设置
模型版本	5.0.2
网格嵌套方式	单层网格
水平分辨率	27km
垂直分层层数	14
气相化学机制	CB05
气溶胶化学机制	AERO5
光化学速率	In-line
风沙尘	off
边界条件	默认
初始条件	逐日重启



## 1.2 排放清单

CMAQ 模型所需排放清单的化学物种主要包括  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、颗粒物 ( $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$  及其组分)、 $\text{NH}_3$  和 VOCs 等多种污染物。 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{PM}_{10}$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、BC、OC、 $\text{NH}_3$ 、VOCs (含主要组分) 等人为源排放数据均采用 2013 年 MEIC 排放清单<sup>[9]</sup>, 生物源 VOCs 排放清单利用 MEGAN 天然源排放清单模型计算<sup>[10]</sup>。

## 1.3 分析方法

假设 2000—2016 年污染源排放清单保持不变, 模拟单纯气象条件变化对  $\text{PM}_{2.5}$  浓度的影响, 具体步骤为: ①利用 WRF 气象模型模拟 2000—2016 年 17 年的气象条件, 利用 CMAQ 空气质量模型模拟不同气象条件下的  $\text{PM}_{2.5}$  质量浓度; ②统计不同城市、省份, 不同时段 17 年  $\text{PM}_{2.5}$  平均质量浓度; ③将不同城市、省份, 不同时段的  $\text{PM}_{2.5}$  质量浓度与该地区 17 年  $\text{PM}_{2.5}$  平均质量浓度对比, 计算单纯气象变化对  $\text{PM}_{2.5}$  质量浓度的扰动。以北京市 2000 年 1 月气象条件对  $\text{PM}_{2.5}$  浓度影响为例, 计算公式如下:

$$\eta = \frac{\rho' - \rho}{\rho} \times 100$$

式中:  $\eta$  为单纯气象条件变化对北京市 2000 年 1 月  $\text{PM}_{2.5}$  月均质量浓度的影响 (%), 其中正值代表气象条件转差, 负值代表气象条件转好;  $\rho'$  为北京市 2000 年 1 月  $\text{PM}_{2.5}$  月均质量浓度模拟结果 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );  $\rho$  为 2000—2016 年 17 年北京市 1 月  $\text{PM}_{2.5}$  月均质量浓度模拟结果的平均值 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。

2 2000—2016年气象条件变化对 PM<sub>2.5</sub> 污染影响数据集表 1 2000—2016年1月份气象条件变化对全国各省 PM<sub>2.5</sub> 月均质量浓度的影响 ( $\eta$ )

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
北京	1.97	13.37	-1.02	-2.58	1.63	3.14	26.62	-0.18	-4.50	-11.91	-4.70	-42.64	9.14	16.38	17.00	13.73	-35.43
天津	3.87	16.44	5.52	10.88	3.67	4.32	-1.97	15.43	-10.82	2.26	-3.28	-29.36	-5.56	16.96	7.41	-7.84	-27.93
河北	4.52	14.38	-1.95	10.32	-1.93	7.10	6.25	7.18	-7.04	-4.83	-3.36	-27.15	0.64	19.82	2.54	-3.40	-23.08
山西	8.62	4.78	-6.76	6.40	1.01	7.74	20.93	-0.42	-1.96	-9.45	-2.06	-21.21	8.03	13.55	-1.80	-4.85	-22.53
内蒙古	5.60	6.21	-15.54	7.29	0.01	21.34	34.48	-6.58	-6.45	-2.36	-4.84	-16.50	-9.96	24.88	-9.56	-0.14	-27.87
辽宁	5.67	20.06	-3.71	-0.11	-2.73	-0.59	12.98	9.27	-12.78	-8.16	-15.93	-21.04	14.50	25.54	-8.31	3.48	-18.13
吉林	18.33	14.62	-5.18	5.06	1.87	-2.35	10.27	14.68	-13.60	-15.33	-21.04	-27.60	13.83	11.56	-6.91	12.50	-10.71
黑龙江	19.66	14.67	5.07	2.55	16.21	-5.65	-4.95	13.39	-18.33	-5.94	-25.07	-21.97	11.12	5.60	0.83	17.86	-25.04
上海	-13.32	6.16	28.97	26.82	18.16	21.09	-10.15	6.98	-17.72	3.06	-10.97	-11.27	-27.39	-4.30	-10.45	0.81	-6.49
江苏	-22.56	-6.88	22.92	18.25	12.44	7.68	-5.54	-1.48	-9.47	2.34	-5.50	-5.49	-14.14	12.72	3.75	-2.52	-6.53
浙江	-15.62	-5.92	23.24	26.99	10.46	12.93	-9.06	7.19	-7.15	0.21	-0.67	-10.69	-25.39	6.30	-7.55	5.51	-10.78
安徽	-17.19	-9.78	10.35	13.88	6.18	12.97	-4.76	5.31	-5.72	1.61	0.57	-7.85	-9.39	17.90	2.13	-4.03	-12.18
福建	-10.17	-15.32	36.34	27.63	2.83	9.79	-12.64	-3.91	-12.85	-2.44	-3.97	-11.26	-20.83	3.05	9.69	16.22	-12.17
江西	-22.95	-10.73	10.78	25.74	3.38	19.10	3.60	6.66	-8.58	1.41	6.33	-13.58	-10.89	18.93	-1.43	-4.20	-23.56
山东	-11.01	-2.58	6.15	14.27	8.23	2.94	9.48	1.50	-16.91	2.09	-12.11	-14.80	5.59	27.85	2.20	-9.88	-12.99
河南	2.17	2.05	-4.93	-0.34	5.44	6.16	16.19	-0.53	-8.57	-4.62	0.73	-17.78	6.58	23.54	0.06	-11.57	-14.58

2 2000—2016年气象条件变化对PM<sub>2.5</sub>污染影响数据集

续表

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
湖北	-18.04	-10.50	1.37	6.61	2.45	15.12	8.84	3.27	-8.17	1.78	12.63	-13.28	-4.27	21.83	0.29	-2.57	-17.37
湖南	-23.77	-8.96	4.16	16.11	3.17	23.00	9.73	2.98	-5.97	-0.98	15.22	-16.31	-6.46	21.85	-3.62	-7.95	-22.18
广东	-16.51	-4.73	26.83	29.45	2.80	10.31	-3.94	3.41	-21.83	3.70	-16.42	7.73	-15.92	15.18	8.61	0.42	-29.09
广西	-23.77	-7.91	10.92	15.94	-11.05	9.24	-2.90	13.51	-13.80	1.97	-9.49	25.58	1.83	24.98	2.20	-5.05	-32.18
海南	-23.13	-32.16	23.58	23.28	-18.14	-5.19	2.05	17.80	-21.43	15.32	-35.26	52.80	-12.36	14.61	23.97	17.54	-43.28
重庆	0.67	7.07	17.16	11.07	2.47	15.13	-1.92	3.34	-17.11	4.55	-3.28	-11.53	-9.50	3.78	0.09	-3.54	-18.46
四川	-6.03	-7.01	4.90	2.18	0.19	17.84	3.90	-2.15	-10.59	6.76	8.47	-8.97	-6.36	9.19	0.99	-3.15	-10.18
贵州	-23.99	-11.38	9.34	13.44	-16.84	-0.24	-0.25	10.10	-6.95	14.83	10.87	7.09	0.80	15.71	7.25	-4.08	-25.70
云南	-3.32	-7.75	16.99	7.16	-14.28	-22.97	-4.33	29.73	-28.52	34.38	-3.27	24.57	-24.21	-10.24	39.74	-8.23	-25.47
西藏	38.96	0.29	32.82	14.17	28.72	-0.84	-14.03	-4.94	-25.18	-12.44	-3.34	-24.04	-13.12	-10.17	-12.90	2.11	3.93
陕西	-1.39	-10.54	-10.77	-6.01	6.12	10.23	15.42	-4.21	7.69	-5.82	-0.86	-5.36	14.68	4.58	-4.34	-5.01	-4.42
甘肃	-4.74	-24.18	-17.46	-7.82	-0.72	15.41	15.31	-6.30	37.90	-13.79	-12.57	13.73	21.06	4.46	-13.08	-12.35	5.13
青海	-20.84	-35.94	-10.55	-17.10	-17.93	15.46	16.15	9.13	86.75	-25.11	-34.88	15.22	53.25	8.26	-23.39	-13.19	-5.29
宁夏	0.55	-13.28	-16.08	-0.50	8.08	32.29	26.29	-13.24	27.00	-15.97	-13.55	8.11	12.79	-5.22	-15.52	-12.31	-9.43
新疆	-10.15	-0.90	6.99	-7.48	-3.79	8.47	11.15	-5.59	17.04	-10.80	-17.07	-5.71	8.41	9.59	-2.74	-2.40	4.98
全国	-8.27	-2.65	4.71	9.33	2.62	9.92	6.26	3.16	-7.77	-0.57	-1.82	-10.96	-1.23	16.50	0.18	-3.30	-16.12

表2 2000—2016年2月份气象条件变化对全国各省PM<sub>2.5</sub>月均质量浓度的影响(η)

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
北京	-18.90	4.96	11.93	7.18	-9.46	-0.82	-6.92	33.28	-32.84	5.10	-6.26	21.40	-6.10	-7.84	48.24	-7.38	-35.56
天津	6.97	9.05	27.44	19.17	-9.93	3.24	-7.96	17.99	-9.98	-4.56	-7.77	7.64	-9.99	-2.61	-0.70	-13.32	-24.67
河北	2.11	-1.78	16.14	16.72	-15.86	2.62	-12.49	20.46	-18.71	2.59	-3.41	12.52	-8.62	2.35	21.84	-9.92	-26.57
山西	10.97	-0.60	0.28	11.19	-20.66	13.14	-15.49	6.48	-13.97	12.25	0.96	13.06	-7.34	-2.46	25.24	-10.65	-22.39
内蒙古	10.64	-13.80	-4.84	22.57	-19.69	11.35	-4.01	8.50	-11.59	-8.09	-4.05	9.54	-15.79	-9.96	46.98	0.01	-17.79
辽宁	22.57	3.65	9.15	25.45	-16.20	-0.86	-5.28	9.40	-5.85	-8.34	-12.91	-0.63	-17.71	-6.56	18.00	5.31	-19.20
吉林	18.16	-1.79	1.91	28.92	-10.64	-5.14	-12.07	3.64	0.94	-6.25	-15.67	-1.51	-22.27	-19.27	37.85	13.46	-10.27
黑龙江	5.00	0.48	15.99	25.91	0.59	-16.99	-10.94	10.17	-12.99	-15.37	-20.32	4.07	-18.59	-19.14	35.59	10.56	5.99
上海	11.74	-3.24	19.63	17.19	16.63	-9.43	-19.97	-0.24	14.09	-9.18	-6.73	6.58	-19.47	-10.19	-29.56	7.38	14.78
江苏	12.34	4.35	23.86	19.53	5.26	-13.68	-15.48	-0.66	13.95	-6.11	-13.62	7.66	-21.96	-2.13	-27.91	1.15	13.47
浙江	10.30	-4.02	15.15	12.74	10.63	-10.90	-12.74	-2.96	10.13	-2.04	-18.98	21.46	-11.69	-10.44	-22.57	9.68	6.24
安徽	9.28	5.60	12.79	12.93	3.67	-11.42	-17.92	-1.68	16.54	-2.50	-16.02	15.26	-13.27	4.71	-16.48	-4.14	2.64
福建	-3.97	-9.19	15.41	2.44	10.00	-15.27	-7.40	7.45	4.96	8.97	-18.51	29.66	-18.17	-16.55	-25.83	26.98	9.02
江西	17.89	2.76	20.35	-2.73	13.06	0.15	-5.41	-3.84	16.17	-13.16	-29.29	24.85	-3.97	-6.05	-23.59	1.51	-8.70
山东	11.52	6.38	17.16	25.17	-11.48	-11.00	-10.27	1.29	3.51	3.92	-10.24	3.74	-15.40	2.42	-4.29	-4.82	-7.62
河南	11.03	2.35	-3.45	18.53	-14.53	2.08	-16.59	8.72	-7.42	12.07	-1.25	7.91	-4.73	7.42	13.06	-14.29	-20.94
湖北	10.27	-2.32	7.66	6.05	-1.02	-1.08	-12.03	-0.30	5.12	-2.53	-10.21	19.41	0.44	17.63	-14.49	-4.68	-17.90
湖南	11.50	3.68	19.92	-3.93	3.86	6.61	-7.32	-7.11	13.08	-13.94	-16.79	16.61	6.83	5.87	-18.58	-3.17	-17.11
广东	8.15	4.29	18.76	-12.52	8.72	-7.76	-7.61	-7.97	29.86	-14.28	-29.01	31.73	-7.47	-22.27	-18.64	18.15	7.86
广西	17.39	-2.54	8.93	-22.67	7.66	-4.38	-3.15	-28.51	41.98	-24.75	-24.27	20.22	12.14	-15.95	-9.91	16.09	11.71
海南	34.78	-4.71	0.14	-23.08	0.01	-16.09	-24.69	-31.30	91.47	-27.42	-35.52	10.21	0.18	-34.21	-10.57	31.96	38.83

2 2000—2016年气象条件变化对PM<sub>2.5</sub>污染影响数据集

续表

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
重庆	19.55	14.75	29.29	-4.12	4.83	-1.99	-9.23	-0.07	7.35	-12.05	-15.34	7.13	-1.06	-22.41	-19.01	-5.73	8.12
四川	9.83	5.57	8.81	-2.78	-6.66	11.74	-2.54	-1.45	0.95	-6.22	-0.67	10.47	4.30	-4.35	-5.59	-8.58	-12.84
贵州	-0.81	3.06	-11.82	-20.15	14.04	-10.13	-15.58	-9.18	36.88	-26.77	-6.54	29.76	20.68	-9.32	-8.39	0.14	14.12
云南	4.44	2.16	-9.86	-10.23	23.94	-22.31	-26.01	2.84	31.12	-21.87	-22.96	2.05	11.37	-20.97	-4.51	-3.39	64.19
西藏	21.79	4.43	18.10	22.84	43.88	1.01	-6.62	-8.20	2.32	-18.20	-13.20	-13.46	-14.78	-13.99	-17.93	-1.89	-6.10
陕西	7.03	-5.10	-5.55	6.03	-23.39	15.76	-10.02	-0.35	-0.63	12.66	-0.05	7.65	4.73	5.77	18.89	-13.74	-19.69
甘肃	6.96	-11.41	-15.74	3.83	-33.22	13.66	-6.28	0.49	4.06	13.11	1.48	2.32	19.14	2.04	29.92	-11.55	-18.79
青海	2.49	-9.67	-17.00	1.41	-25.22	-0.31	0.02	-7.26	15.89	-4.50	-10.51	-4.28	27.79	-7.36	42.87	-3.05	-1.31
宁夏	14.83	-12.42	-3.31	4.78	-39.50	18.43	-18.51	-4.36	4.14	12.86	2.44	3.77	16.20	-13.82	50.22	-9.99	-25.74
新疆	-6.90	0.09	2.16	-11.57	-11.30	2.32	-5.79	-4.17	19.65	-6.34	0.35	2.18	15.02	1.28	6.51	-1.26	-2.23
全国	9.97	1.33	9.12	9.48	-5.77	-1.01	-10.90	1.44	4.69	-2.64	-10.06	11.66	-5.44	-1.54	1.09	-2.68	-8.74

表3 2000—2016年3月份气象条件变化对全国各省PM<sub>2.5</sub>月均质量浓度的影响( $\eta$ )

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
北京	-3.57	-25.84	-13.29	44.88	-0.80	-23.33	-18.47	35.58	3.05	-1.32	3.55	-27.61	1.92	14.78	8.56	6.37	-4.45
天津	1.32	-9.51	7.79	23.25	0.03	-5.65	-5.53	10.23	2.33	-16.64	-11.27	-5.53	-17.27	-8.32	22.58	5.46	6.73
河北	4.38	-21.84	-2.75	27.90	0.43	-6.66	-6.56	21.69	1.59	-9.69	-6.13	-15.39	-7.52	-2.86	16.31	3.71	3.38
山西	6.65	-19.58	-0.85	17.53	-4.74	-0.81	-10.74	17.17	-1.55	-6.78	-6.56	-12.24	0.05	0.09	9.01	4.56	8.78
内蒙古	3.66	-21.03	-5.02	43.12	-8.86	-8.87	-14.50	26.12	4.24	-0.28	-4.52	-15.05	-0.07	-13.08	9.24	-4.05	8.95
辽宁	3.47	-5.49	-3.41	23.90	1.94	-4.18	-4.41	7.93	-0.11	2.43	-13.10	-7.62	-15.77	-5.94	22.23	-1.13	-0.75
吉林	1.03	1.92	-13.83	17.28	-3.45	-3.45	-4.58	1.66	-0.73	-3.17	-7.81	-3.82	-4.26	1.72	18.21	7.82	-4.53
黑龙江	0.96	5.83	-12.01	2.70	4.30	-18.11	-7.96	-0.50	-4.48	-0.44	-2.58	-1.12	-9.41	-6.72	23.02	17.12	9.40
上海	0.29	17.66	14.48	-2.33	-6.51	16.34	12.86	-8.73	1.81	-5.57	-27.96	3.54	3.70	-5.80	-2.27	-5.66	-5.85
江苏	0.82	2.89	13.95	-4.18	-9.09	15.49	15.12	1.21	-3.81	-3.19	-24.82	5.04	-8.38	-10.85	5.33	0.56	3.88
浙江	0.65	22.51	11.47	0.22	-5.90	5.83	14.05	-11.29	3.30	-2.97	-20.00	6.27	-1.72	-10.75	-8.09	-2.30	-1.26
安徽	-1.89	0.13	7.69	-4.33	-4.48	3.50	14.76	0.05	-0.33	-5.28	-17.83	5.75	-0.93	-9.52	-2.17	5.15	9.74
福建	-4.40	24.42	-3.24	-5.28	-2.45	2.97	17.11	-12.82	11.78	-7.17	-17.22	-0.63	-22.13	-4.83	-13.84	9.17	28.56
江西	7.95	22.91	4.25	3.06	8.44	3.99	18.11	-13.48	0.40	-10.01	-25.01	5.10	-6.35	-6.50	-18.80	-1.79	7.73
山东	2.23	-13.42	9.79	10.86	4.00	10.00	1.88	10.41	-2.04	-13.65	-18.11	-2.87	-7.59	-12.54	17.96	-0.02	3.12
河南	-2.10	-23.80	3.10	10.01	-1.32	1.21	-0.27	8.56	1.49	-6.18	-9.69	-13.24	1.38	-2.90	15.58	8.24	9.93
湖北	1.50	1.82	3.44	-3.73	-1.32	3.45	11.13	-3.92	1.14	-5.41	-19.31	-1.95	2.76	1.62	-0.24	5.98	3.03
湖南	14.21	17.70	1.75	2.44	8.39	2.08	15.18	-8.28	-2.45	-10.79	-25.77	3.13	-1.98	-4.91	-12.17	0.90	0.59
广东	14.30	22.06	-11.87	1.04	16.88	5.14	8.55	-17.78	19.89	-17.63	-15.85	31.29	-10.55	-19.39	-14.21	-20.65	8.81
广西	8.54	27.98	-10.36	-9.89	12.64	1.15	15.75	-17.82	7.27	-12.93	-13.45	31.25	-6.83	-18.50	-0.34	-18.09	3.61
海南	23.26	25.78	-18.19	-18.58	3.74	8.24	18.55	-34.42	31.49	-28.55	-2.89	67.62	-13.09	-8.76	-23.18	-47.91	16.90

2 2000—2016年气象条件变化对PM<sub>2.5</sub>污染影响数据集

续表

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
重庆	22.82	15.71	5.80	-0.56	-1.07	15.33	23.07	-3.99	-1.20	-4.16	-13.88	7.78	-18.22	-16.42	-10.51	-13.45	-7.04
四川	11.13	-3.04	0.48	-2.71	-8.79	12.99	15.20	-0.73	-1.02	-3.96	-14.75	10.36	2.13	-9.38	-3.42	-0.07	-4.43
贵州	-8.19	18.42	-7.85	-9.22	-1.96	-0.83	16.73	-9.91	9.15	-1.57	-7.41	19.68	-4.47	0.89	-4.48	-9.85	0.87
云南	-5.10	25.58	-10.20	-24.62	1.76	-3.92	-3.08	-13.08	8.24	-9.06	4.36	48.46	4.14	7.81	-8.77	-20.06	-2.46
西藏	25.32	36.07	40.47	16.51	9.90	3.56	-6.63	-3.60	-8.83	-15.17	-6.90	-16.54	-11.58	-9.11	-24.53	-16.82	-12.14
陕西	11.29	-16.46	-5.25	0.37	-5.50	2.64	-7.63	3.96	-0.62	-1.28	-15.86	-2.88	8.28	-3.80	9.04	10.94	12.76
甘肃	16.83	-19.83	-10.23	6.95	-15.07	5.41	-10.48	11.08	-4.70	1.75	-24.03	8.62	21.71	-4.59	6.22	6.46	3.91
青海	28.04	-19.78	-10.92	20.77	-11.54	11.71	-12.89	14.05	-10.70	-3.31	-27.15	7.03	17.98	-6.32	7.83	4.47	-9.25
宁夏	17.99	-26.77	-1.09	13.49	-17.20	4.50	-26.17	29.69	-0.80	-0.48	-24.17	1.08	20.61	-14.94	12.39	3.09	8.78
新疆	26.54	-0.43	-11.23	14.16	-8.60	-11.42	-4.89	0.38	-22.00	-12.83	-13.38	13.70	11.64	1.74	13.28	3.40	-0.06
全国	4.90	-1.40	0.51	5.70	-1.02	2.57	5.07	1.78	0.31	-6.41	-15.17	1.71	-2.61	-6.35	4.65	1.46	4.29

表4 2000—2016年4月份气象条件变化对全国各省PM<sub>2.5</sub>月均质量浓度的影响(η)

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
北京	-16.90	1.45	-9.09	-1.78	3.81	-15.33	3.59	-12.99	16.60	30.37	0.09	-13.43	5.93	-18.80	36.70	-7.99	-2.25
天津	-10.70	-1.04	-14.29	9.87	6.40	-5.48	-1.55	-4.52	13.97	17.52	-4.73	1.06	-10.74	-13.79	14.49	0.96	2.57
河北	-16.94	-1.74	-8.83	2.90	5.41	-9.38	-3.01	-2.38	12.50	22.43	-5.16	-7.19	-3.12	-12.13	25.13	-1.19	2.69
山西	-17.27	7.98	-1.94	-2.54	2.85	-9.20	-7.61	-9.19	8.78	28.56	-10.40	-9.44	-2.14	-8.48	27.58	-2.64	5.11
内蒙古	-11.05	2.99	3.39	4.26	-2.22	-17.99	-7.17	-8.18	21.64	31.79	-12.27	-3.45	-4.44	-16.73	25.02	-7.12	1.51
辽宁	-8.01	-2.72	-15.72	9.87	3.56	-3.71	-4.43	13.22	19.19	13.68	-6.41	4.74	-17.50	-16.18	12.03	0.31	-1.92
吉林	-6.03	-1.46	-10.49	0.11	-2.53	-6.32	-3.01	17.43	24.01	16.29	-7.76	-1.79	-11.52	-9.58	7.04	3.35	-7.74
黑龙江	6.85	4.16	1.86	-0.61	-21.08	-4.95	-1.98	5.44	34.24	6.21	-4.38	-11.06	-1.22	-8.19	9.34	-4.61	-10.02
上海	-4.35	-15.38	-5.14	-1.89	-0.03	2.43	-3.97	15.17	4.63	12.31	-11.31	22.05	-9.21	0.29	-6.13	-1.48	2.02
江苏	-5.71	-16.45	-9.00	4.32	1.53	4.55	-0.15	17.00	1.54	9.65	-17.41	12.21	-2.65	-3.87	-5.64	-5.04	15.12
浙江	0.76	-11.25	-18.47	9.59	0.91	1.66	-2.85	12.86	0.19	7.31	-8.98	22.80	-8.44	8.00	-8.91	-2.86	-2.31
安徽	-9.38	-11.22	-13.02	14.52	-5.37	2.33	0.25	8.44	0.87	9.08	-14.25	8.42	0.89	-2.84	-0.15	1.36	10.06
福建	-14.48	-15.79	-20.18	-2.85	19.58	9.46	5.94	10.82	-2.86	-6.42	-17.82	34.02	-26.13	8.19	-0.14	4.57	14.10
江西	-0.68	3.29	-24.27	20.56	1.45	6.35	-2.76	15.71	1.54	-0.03	-12.81	26.06	-9.80	-3.88	-2.42	-5.11	-13.21
山东	-16.62	-11.67	-17.61	4.87	5.55	-0.79	6.43	9.91	2.61	14.49	-13.52	-0.85	-5.36	-4.21	14.58	0.11	12.07
河南	-19.74	-1.21	-10.58	-2.64	-1.96	0.96	-4.34	2.72	1.85	18.10	-7.49	-12.78	1.70	-1.47	18.62	2.54	15.72
湖北	-5.56	7.03	-11.83	7.05	-3.85	2.69	-4.58	1.85	3.70	2.56	-3.63	7.70	-3.88	-5.81	1.56	0.08	4.93
湖南	6.27	14.24	-21.97	8.21	-6.54	6.34	-5.03	6.20	14.71	-3.04	-8.72	19.66	-9.02	-8.18	-4.77	-4.29	-4.07
广东	-14.30	-7.55	-20.06	-5.49	12.96	20.53	-4.92	43.49	7.69	7.94	-14.41	45.92	-33.27	-2.58	-4.90	-2.43	-28.63
广西	0.66	-5.53	-22.83	-13.64	16.16	14.95	-2.89	30.45	5.54	9.59	-12.96	40.69	-15.75	-13.17	-8.35	0.51	-23.44
海南	-1.06	-8.92	-19.57	-4.04	-5.80	26.68	10.54	50.69	-9.26	-3.16	-29.40	39.09	-19.30	-8.38	-19.37	24.71	-23.44



续表

省份	年 份																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
重庆	4.93	-0.26	-2.48	0.34	1.34	12.74	2.15	14.26	*15.12	-4.43	7.35	12.27	-19.02	-17.72	-18.86	-9.37	1.65
四川	-5.44	12.13	-0.58	0.28	0.10	-0.14	-2.36	6.20	8.84	-3.12	4.79	15.23	-7.52	-9.01	-8.54	-11.77	0.91
贵州	0.40	-5.30	-16.73	-15.57	0.11	9.91	5.20	18.26	2.69	0.09	-3.40	34.50	-1.46	-5.13	-14.66	-3.64	-5.27
云南	8.49	-4.47	-8.32	-10.18	9.03	-2.21	10.69	19.90	-1.89	9.10	-8.01	22.21	-5.63	-7.92	-7.88	-7.38	-15.52
西藏	19.64	31.86	28.64	23.17	8.38	11.92	17.71	13.85	-16.06	-2.55	-12.52	-8.34	-26.67	-32.14	-14.77	-23.46	-18.63
陕西	-14.92	14.59	-4.99	-4.64	-0.72	-3.87	-9.90	-10.82	8.66	13.94	-7.23	2.84	0.21	-1.15	9.45	-4.67	13.21
甘肃	-13.84	22.72	-0.86	-4.29	-11.89	-9.03	-12.69	0.17	1.47	24.97	-9.87	10.28	-5.84	-1.50	14.19	-4.77	0.76
青海	0.04	13.07	-1.58	-3.15	5.36	-2.91	-9.68	7.30	-9.80	34.22	-19.67	14.07	-14.66	-7.20	2.64	-7.86	-0.16
宁夏	-8.91	20.21	-0.37	2.55	-12.60	-13.62	-23.96	-8.23	12.98	29.86	-16.10	8.23	-9.14	-8.58	29.16	-0.18	-1.29
新疆	-2.01	-4.99	0.23	-1.50	-8.97	-4.19	-3.00	3.87	-4.08	6.11	9.03	16.25	-7.60	-2.09	-6.74	14.70	-5.04
全国	-8.59	-1.20	-11.64	2.97	0.57	0.96	-2.33	8.44	6.71	10.28	-8.65	8.96	-6.44	-5.70	4.92	-1.97	2.71