

2003—2010 年西南地区省会城市空气污染指数的动态变化

赵荣仙¹, 刘传姚², 张兵², 袁晶²

1. 华中科技大学同济医学院公共卫生学院 2009 级预防医学专业 湖北 武汉 430030 2. 华中科技大学同济医学院公共卫生学院劳动卫生与环境工程系 环境与健康教育部重点实验室 省部共建国家重点实验室培育基地湖北省环境卫生学重点实验室 国家环境保护环境与健康重点实验室(武汉)

摘要 目的 分析 2003—2010 年西南地区省会城市(成都、重庆、昆明、贵阳和拉萨)的空气污染指数(API)的动态变化。方法 基于环境保护部网站数据中心和国家统计局发布的成都、重庆、昆明、贵阳和拉萨 API 值、空气质量等级、首要污染物及 PM₁₀、SO₂、NO₂ 年均浓度值,分析上述城市 API 年均值、季均值及主要污染物浓度。结果 2003—2010 年上述 5 个城市的 API 年均值均呈下降趋势,重庆市 API 年均值由 2003 年的 102 逐年降至 2010 年的 75,成都、昆明、贵阳和拉萨 API 年均值分别在 89~77、71~58、69~63 和 59~44 之间波动。研究年限内 5 个城市 API 季均值的变化特点均为“冬高夏低”。拉萨市的空气首要污染物仅为 PM₁₀,其他 4 个城市空气首要污染物均以 PM₁₀ 为主,其次为 SO₂。成都、重庆和贵阳 PM₁₀ 年均浓度均超过 GB 3095—2012 二级标准。成都、昆明和贵阳 NO₂ 年均浓度均呈缓慢上升趋势。结论 2003—2010 年重庆市的空气质量明显好转,其他 4 个城市空气质量基本稳定。控制 PM₁₀ 排放是进一步改善 5 个城市空气质量的重要环节。

关键词 空气污染指数; 首要污染物; 可吸入颗粒物

中图分类号 R122.2 文献标志码 A 文章编号:1001-5914(2013)05-0422-04

Dynamic changes in air pollution index of provincial capital cities in southwestern China from 2003 to 2010 ZHAO Rong-xian*, LIU Chuan-yao, ZHANG Bing, YUAN Jing.*2009 Class Preventive Medicine Major, School of Public Health, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan, Hubei 430030, China

Corresponding author: YUAN Jing, E-mail: jyuan@tjh.tjmu.edu.cn

Abstract **Objective** Dynamic changes in air pollution index (API) of provincial capitals of southwestern China (including Chengdu, Chongqing, Kunming, Guiyang and Lhasa) from 2003 to 2010 were analyzed. **Methods** Data was collected from the Urban Ambient Air Quality Daily Report announced by the Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China and annual average concentration of inhalable particles, sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen dioxide (NO₂) published by the National Bureau of Statistics of the People's Republic of China, from 2003 to 2010. **Results** The annual average APIs of the five cities showed a gradual decrease from 2003 to 2010. The annual average APIs of Chongqing decreased from 102 in 2003 to 75 in 2010, however, the fluctuation of annual average APIs for Chengdu, Kunming, Guiyang and Lhasa cities were 89 to 77, 71 to 58, 69 to 63 and 59 to 44, respectively. During the study period, the characteristics of average seasonal-change in APIs of the cities were the highest in winter and the lowest in summer. The primary and secondary air pollutants of the other four cities were inhalable particles and SO₂, respectively, except for Lhasa city (only inhalable particles was detected). The annual average concentrations of inhalable particles of Chengdu, Chongqing and Guiyang cities exceeded class II of the national ambient air quality standard. With the exception of Chongqing and Lhasa cities, the increased trends of annual average NO₂ concentrations were observed in the other three cities. **Conclusion** From 2003 to 2010, the air quality of Chongqing city was obviously improved, and change of air quality was not obvious in the other four cities. However, the further control of inhalable particles emission is important to improve air quality in these cities.

Key words: Air pollution index; Primary pollutant; Inhalable particulate matter

目前纳入中国空气污染指数(API)的监测指标包括可吸入颗粒物(PM₁₀)、二氧化硫(SO₂)和二氧化氮(NO₂)。研究表明,PM₁₀可致人类多种健康危害,包括肺功能下降、呼吸系统炎症,甚至累及心血管系统、神经和免疫系统等^[1-7]。空气中 SO₂ 和 NO₂ 浓度每

升高 10 μg/m³, 心血管疾病死亡率分别增加 1.45% 和 1.05%^[8]。我国西南地区包括三省一市一区(四川省、云南省、贵州省、重庆市和西藏自治区),1999 年国家实施西部大开发战略以来,西南地区的经济已快速发展。因此,保护成都、重庆、昆明、贵阳和拉萨等市大气环境,对保障人民健康、保护旅游资源、促进当地国民经济的可持续发展具有重要意义。笔者对 2003—2010 年上述 5 个西南地区省会城市的 API 值进行动态变化分析,并探讨大气主要污染物的年度变化特征。

基金项目:国家 973 计划前期研究专项(2011CB512102);国家 973 项目子课题(2011CB503804)

作者简介:赵荣仙(1990-),女,本科生,从事预防医学研究。

通讯作者:袁晶, E-mail:jyuan@tjh.tjmu.edu.cn

1 材料与方法

1.1 数据来源 2003—2010 年西南地区省会城市(成都、重庆、昆明、贵阳和拉萨)的 API 值、空气质量等级、首要污染物及污染物浓度数据是利用 R2.15.2 软件的 XML 程序包(3.96-1.1)从环境保护部网站数据中心 (<http://datacenter.mep.gov.cn/>) 和国家统计局 (<http://www.stats.gov.cn/>) 下载获得。

1.2 统计学方法 使用 SPSS 12.0 统计软件。API 公报中的 API 数值缺失项以其前后 2 d 的 API 值取算术平均值代替^[9]。空气质量分为 I 级(API :0~50)、II 级(API :51~100)、III₁(API :101~150)、III₂(API :151~200)、IV₁(API :201~250)、IV₂(API :251~300)、V 级(API :>300)。环境空气质量优良率指 API 达到 I 级和 II 级的天数占全年天数的百分比。季节以天文季节与气候季节相结合的方式划分,即春季(3—5 月)、夏季(6—8 月)、秋季(9—11 月)和冬季(12—2 月)。API 年均值和季均值以算术平均值表示。空气污染物浓度依据 GB 3095—2012《环境空气质量标准》二级标准进行评价(PM₁₀ :70 μg/m³, SO₂ :60 μg/m³, NO₂ :40 μg/m³)。

2 结果

2.1 API 年均值的变化 2003—2010 年西南地区省会城市的 API 年均值均呈下降趋势。尤以重庆 API 年均值下降明显,即由 2003 年的 102 逐年降至 2010 年的 75;成都、昆明、贵阳、拉萨 API 年均值分别在 89~77、71~58、69~63、59~44 之间呈波动性下降。见表 1。

表 1 西南地区省会城市 2003—2010 年 API 年均值

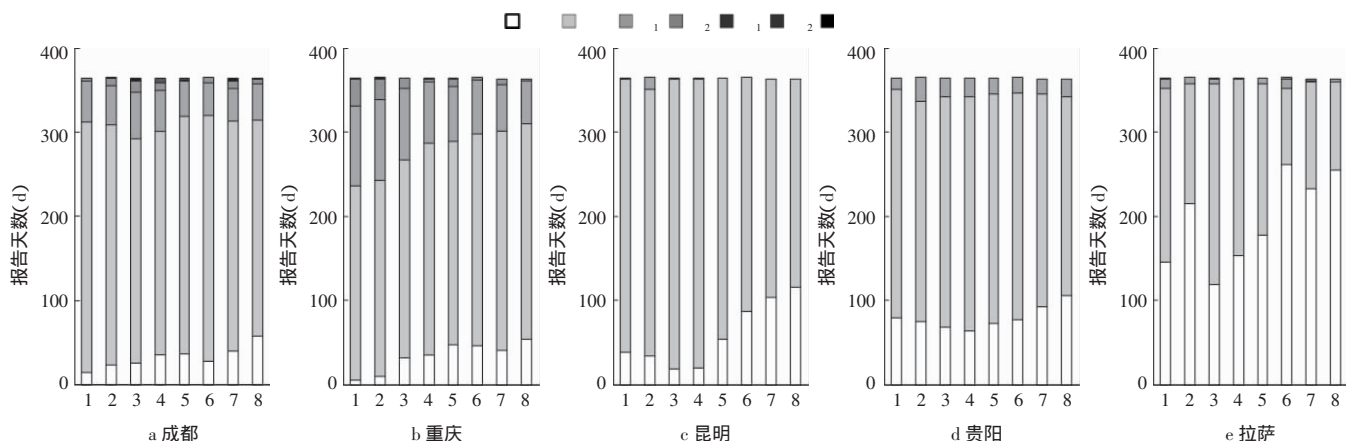
城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	84	84	89	87	81	81	81	77
重庆	102	98	85	81	79	78	77	75
昆明	66	69	67	71	65	58	58	61
贵阳	65	69	67	69	68	68	64	63
拉萨	55	45	59	54	51	45	46	44

2.2 API 的季节性变化 2003—2010 年西南地区省会城市的 API 季均值均呈“冬高夏低”的变化特点。此外,成都、重庆、拉萨春季的 API 季均值基本高于秋季,昆明、贵阳春秋季的 API 季均值差距较小。8 年间成都、重庆、昆明、贵阳、拉萨 API 季均值分别介于 112~64、111~60、78~47、81~52 和 69~21。见表 2。

表 2 西南地区省会城市 2003—2010 年 API 季均值

城市	季节	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	春	80	89	92	83	80	92	87	75
	夏	75	73	75	78	69	72	68	64
	秋	85	75	78	79	79	69	81	75
	冬	97	98	112	109	97	89	90	95
重庆	春	91	108	91	81	80	81	71	69
	夏	95	79	73	69	60	67	66	62
	秋	110	94	76	79	78	69	77	72
	冬	111	109	102	96	98	94	95	98
昆明	春	68	72	69	73	68	63	57	68
	夏	59	59	58	64	58	53	48	47
	秋	67	68	70	72	64	55	63	62
	冬	72	78	69	75	70	62	63	66
贵阳	春	64	73	68	75	67	70	61	61
	夏	55	53	61	60	59	63	57	52
	秋	70	69	59	68	75	60	68	65
	冬	71	79	79	77	71	81	72	73
拉萨	春	68	55	69	57	56	46	57	58
	夏	43	21	49	44	40	29	34	35
	秋	48	49	48	52	48	40	42	35
	冬	60	54	69	64	59	65	49	48

2.3 2003—2010 年空气质量优良率 2003—2010 年仅重庆空气质量优良率呈明显升高趋势,其值由 2003 年的 64.9%逐年上升至 2010 年的 85.2%。其余城市的空气质量优良率基本保持稳定,8 年间成都空气质量优良率在 80.3%~87.4%之间波动;昆明空气质量优良率除 2004 年为 95.9%外,其余年份均超过 99.4%;贵阳和拉萨 8 年间的空气质量优良率均分别超过 92.0%和 96.3%。见图 1、表 3。



注: 1—2003 年 2—2004 年 3—2005 年 4—2006 年 5—2007 年 6—2008 年 7—2009 年 8—2010 年。

图 1 2003—2010 年西南地区省会城市空气质量等级报告天数

表 3 西南地区省会城市 2003—2010 年空气质量优良率(%)

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	85.5	84.4	80.3	82.5	87.4	87.4	86.3	86.5
重庆	64.9	66.4	73.2	78.6	79.2	81.4	83.0	85.2
昆明	99.5	95.9	99.5	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0
贵阳	96.2	92.1	94.0	94.0	94.8	94.8	95.1	94.0
拉萨	96.7	97.8	98.1	99.5	98.1	96.4	98.9	98.9

2.4 2003—2010 年首要污染物报告天数 2003—2010 年拉萨空气首要污染物仅为 PM10；其他城市空气首要污染物均以 PM10 为主，其次为 SO₂。见图 2。

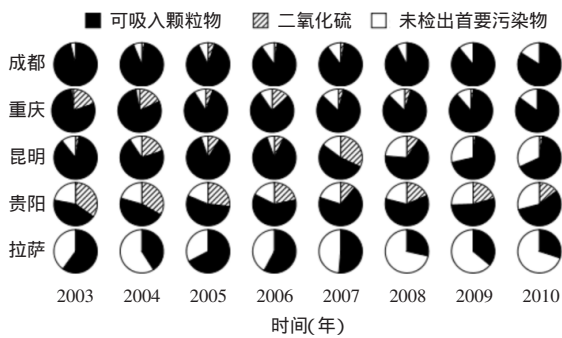


图 2 2003—2010 年西南地区省会城市首要污染物报告天数

8 年间成都、重庆、昆明、贵阳、拉萨首要污染物为 PM10 的年均报告天数分别为 326、300、267、202 和 170 d。8 年间成都、昆明和拉萨以 PM10 为首要污染物的报告天数呈波动性减少趋势，成都由 2003 年的 351 d 减至 2010 年的 306 d，昆明由 2003 年的 316 d 减至 2010 年的 239 d，拉萨由 2003 年的 219 d 减至 2010 年的 109 d，重庆波动在 281~316 d 之间，贵阳呈抛物线样变化，其峰值出现在 2007 年，为 251 d。

在 5 个研究城市中，以 SO₂ 为首要污染物的报告天数最多的城市为贵阳，年均高达 83 d。8 年间重庆以 SO₂ 为首要污染物的报告天数呈逐年减少趋势，2010 年已减至 0 d。

2.5 大气主要污染物浓度的年度变化 2003—2010 年重庆 PM10 年均浓度呈明显下降趋势，由 2003 年的 147 μg/m³ 逐年降至 2010 年的 102 μg/m³。成都、昆明、贵阳和拉萨 PM10 年均浓度呈波动性下降，分别在 125~104、91~67、104~74、70~48 μg/m³ 之间波动。成都、重庆和贵阳各年度、昆明除 2008 和 2009 年的各年度 PM10 浓度均超标。拉萨 PM10 年均浓度均未超标。见表 4。

表 4 西南地区省会城市 2003—2010 年 PM10 年均浓度(μg/m³)

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	118	115	125	123	111	111	111	104
重庆	147	142	120	111	108	106	105	102
昆明	86	85	82	91	75	67	67	72
贵阳	104	76	83	85	82	74	75	83
拉萨	65	52	70	62	57	51	50	48

2003—2010 年成都 SO₂ 年均浓度呈抛物线样变化，在 31~77 μg/m³ 之间波动。重庆 SO₂ 年均浓度呈明显下降趋势，由 2003 年的 115 μg/m³ 逐年降低至 2010 年的 48 μg/m³。昆明和贵阳 SO₂ 年均浓度分别在 40~69、55~94 μg/m³ 之间波动。成都 2004—2007 年、重庆除 2009、2010 年的各年度、昆明 2004、2006、2007 年、贵阳除 2006、2008、2009 年的各年度 SO₂ 浓度均超标，拉萨 SO₂ 年均浓度均达一级标准(20 μg/m³)。见表 5。

表 5 西南地区省会城市 2003—2010 年 SO₂ 年均浓度(μg/m³)

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	52	67	77	65	62	49	38	31
重庆	115	113	73	74	65	63	53	48
昆明	45	69	55	62	68	51	41	40
贵阳	89	63	65	55	64	58	57	94
拉萨	2	3	10	9	7	5	8	7

2003—2010 年重庆和拉萨的 NO₂ 年均浓度总体呈下降趋势，分别在 67~37、29~20 μg/m³ 之间波动；成都、昆明和贵阳 NO₂ 年均浓度总体呈缓慢上升趋势，分别在 46~55、38~46 和 13~27 μg/m³ 之间波动。成都各年度、重庆除 2009、2010 年的各年度、昆明除 2004、2005、2008 年的各年度 NO₂ 浓度均超标，贵阳和拉萨 NO₂ 年均浓度均未超标。见表 6。

表 6 西南地区省会城市 2003—2010 年 NO₂ 年均浓度(μg/m³)

城市	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
成都	46	48	52	49	49	52	55	51
重庆	46	67	48	47	44	43	37	39
昆明	44	40	38	44	42	39	46	46
贵阳	19	13	17	23	23	26	27	24
拉萨	29	20	25	26	25	24	21	21

3 讨论

本研究显示，2003—2010 年成都市 API 年均值和 PM10 浓度较高，与当地地理气象、工业布局、城区人口稠密且耗煤量较多有关。重庆市空气质量在 5 个研究城市中相对较差，API 年均值、PM10 浓度和 SO₂ 浓度均处于较高水平，与盆地地形、燃用当地高硫原煤有关，推进民用气化措施后空气污染状况已日趋改善。昆明市空气质量优良率均达到 95.9% 及以上，API 年均值、PM10 浓度呈下降趋势，但 NO₂ 浓度总体呈缓慢上升趋势，与机动车保有量快速增长有关。贵阳市空气质量优良率均超过 92.0%，但 SO₂ 年均浓度一直较高，除 2006、2008 和 2009 年外，其他年份均超标，可能是因为该市以含硫煤为主要能源。5 个研究城市中拉萨市空气质量最佳，但随着西部大开发，拉萨经济快速发展，保持良好空气质量也将面临压力。

2003—2010 年 5 个研究城市的 API 季均值均呈“冬高夏低”的变化特点，这与气象因素和地理因素的

共同作用有关^[10]。冬季易出现逆温层,大气层稳定,不利于空气污染物的扩散,同时冬季采暖期的燃料消耗量大,大气污染物排放量明显增加,加剧了大气污染。夏季降水充沛,空气湿度增大,植被生长茂盛,且太阳辐射强,近地面层热力对流旺盛,不易出现逆温层,有利于污染物的自净,因而空气质量相对较好^[11-12]。成都和重庆均为亚热带季风气候,拉萨为高原温带半干旱季风气候且干湿季节明显,因此成都、重庆、贵阳四季相对较为分明,空气质量的季节性变化较为显著,昆明和贵阳分别为北纬低纬度亚热带-高原山地季风气候和亚热带湿润温和型气候,夏无酷暑,冬无严寒,因此空气质量的季节性变化相对不明显。

综上所述,2003—2010 年重庆市 API 指数及 3 种主要污染物浓度均明显下降,其他 4 个城市的空气质量基本保持稳定。研究城市的首要污染物主要为 PM10,加强 PM10 的防控措施对进一步改善 5 个城市的空气质量有重要意义。

参考文献

[1] Ballester F, Rodriguez P, Iniguez C, et al. Air pollution and cardiovascular admissions association in Spain: results within the EMECAS pro-

ject[J]. Spain J Epidemiol Com Health, 2006, 60:328-336.
 [2] Samoli E, Analitis A, Touloumi G, et al. Estimating the exposure response relationships between particulate matter and mortality within the APHEA multicity project [J]. Environ Health Perspect, 2005, 113:88-95.
 [3] 朱悦,杨小南,李宇斌.沈阳市某地区大气污染与儿童呼吸系统疾病门诊人次的关系[J]. 环境与健康杂志, 2008, 25(7):575-578.
 [4] 洪新如,孙庆华.大气污染对心血管疾病影响及其机制的研究进展[J]. 中国心血管杂志, 2008, 13(3):223-226.
 [5] Gotschi T, Heinrich J, Sunyer J, et al. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review[J]. Epidemiol, 2008, 19:690-701.
 [6] Nawrot TS, Torfs R, Fierens F, et al. Stronger associations between daily mortality and fine particulate air pollution in summer than in winter: evidence from a heavily polluted region in western Europe [J]. J Epidemiol Com Health, 2007, 61:146-149.
 [7] 阚海东,陈秉衡.我国大气颗粒物暴露与人群健康效应的关系[J]. 环境与健康杂志, 2002, 19(6):422-424.
 [8] 宋桂香,江莉莉,陈国海,等.上海市大气气态污染物与居民每日死亡关系的时间序列研究[J]. 环境与健康杂志, 2006, 23(5):390-393.
 [9] 王海鹏,张斌,刘祖涵,等.基于小波变换的兰州市近十年空气污染指数变化[J]. 环境科学报, 2011, 31(5):1070-1076.
 [10] Chen ZH, Cheng SY, Li JB, et al. Relationship between atmospheric pollution processes and synoptic pressure patterns in northern China[J]. Atmos Environ, 2008, 42: 6078 - 6087.
 [11] 李小飞,张明军,王圣杰,等.中国空气污染指数变化特征及影响因素分析[J]. 环境科学, 2012, 33(6):1936-1943.
 [12] 邹军,杨柳.四川省城市环境空气质量及变化趋势[J]. 四川环境, 2010, 29(4):50-53.

收稿日期:2013-01-11 责任编辑:黄丽媛

• 监督监测 •

2006—2010 年天津市河北区大气污染调查

赵航

天津市河北区环境保护监测站,天津 300142

关键词:空气污染;分布特征;卫生调查

中图分类号:R122.2 文献标志码: E 文章编号:1001-5914(2013)05-0425-01

为了解天津市河北区大气质量变化规律,依据 GB 3095—1996《环境空气质量标准》于 2006—2010 年对河北区大气中可吸入颗粒物(PM10)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)进行监测并依据二级标准评价,采样方法是 24 h 自动连续采样,分析方法是紫外荧光法(SO₂)、化学发光法(NO₂)和振荡天平法(PM10)。结果显示 2006—2010 年 SO₂ 年均值分别为 0.058、0.053、0.058、0.042、0.050 mg/m³,达到二级标准限值(0.06 mg/m³)。二氧化硫的季节性污染状况趋势一致,各年采暖期(11 月—次年 3 月)浓度高于非采暖期,见表 1。2006—2010 年 NO₂ 年均值分别为 0.048、0.033、0.029、0.052、0.032 mg/m³,均达二级标准(0.08 mg/m³)。2006—2008 年呈逐年下降趋势,采暖期均高于非采暖期。2006—2010 年可吸入颗粒物年均值分别为 0.116、0.084、0.085、0.097、0.087 mg/m³,2007—2010 年均达二级标准(0.10 mg/m³)。2006 年超过二级标准,2006、2007 年采暖期高于非采暖期,2008、2010 年非采暖期高于采暖期,可能与春、夏季风沙、施工扬尘有关。结果提示该区大气主要污染物为 SO₂ (污染负荷系数 0.29~0.48)和 PM10(污染负荷系数 0.30~0.42)。

表 1 2006—2010 年河北区大气污染物浓度(mg/m³)

时间 (年)	天数	SO ₂		NO ₂		PM10	
		采暖期	非采暖期	采暖期	非采暖期	采暖期	非采暖期
2006	365	0.092	0.033	0.062	0.037	0.127	0.107
2007	365	0.082	0.032	0.041	0.027	0.091	0.079
2008	366	0.091	0.034	0.035	0.025	0.075	0.092
2009	365	0.081	0.015	0.062	0.045	0.097	0.097
2010	365	0.092	0.020	0.044	0.023	0.085	0.089

河北区二级良好及以上水平天数逐年增加,特别是 2009 年全区所有 10 t 以上燃煤供热锅炉进行高效脱硫除尘的改造,取得了一定的效果,但低空面源采暖燃煤仍然影响该区空气质量,2010 年河北区燃煤消耗总量达到 40.64 万 t,较 2009 年(37.33 万 t)增加了 8.9%;同时,由于煤炭资源紧张,导致煤质较差等原因,SO₂ 排放量无明显下降。因此,应进一步加强清洁能源推广,控制燃煤引起的 SO₂ 污染,加强建筑施工、交通运输所产生的二次扬尘和机动车尾气排放的控制,使污染物浓度稳定在合理水平。

收稿日期:2013-02-07 责任编辑:杜宇欣