

2001—2012 年北京市 API 变化趋势分析

栾桂杰¹ 殷鹏² 周脉耕²

摘要: 随着北京雾霾天气的频繁发生,空气质量状况日益受到关注。运用时间序列分析描述方法,描述 2001—2012 年间北京市的空气污染指数(air pollution index, API) 随时间的变化趋势及与降雨量、风速、气温、湿度等气象因素的相关性。结果表明 API 指数整体呈下降趋势;春季和冬季的月 API 指数最高,夏季最低,存在明显的季节性,3、4 月的月 API 指数较高,7、8 月的月 API 指数最低;首要污染物中 SO₂ 所占的比例在减少,可吸入颗粒物的比例在升高;API 指数与降雨量存在负相关关系,与风速、气温、湿度等存在正相关的关系。

关键词: API; 空气污染; 时间序列分析; 气候变化

DOI: 10. 13421/j. cnki. hjwsxzz. 2015. 04. 021

Analysis on Trend of API in Beijing in 2001—2012

LUAN Guijie¹, YIN Peng², ZHOU Maigeng²

Abstract: As the haze occurred frequently in Beijing, more and more attentions have been paid to air quality. A time series analysis method was used to describe the trend of air pollution index (API) in Beijing in 2001—2012, and to find out the correlation of API with precipitation, wind speed, temperature and humidity. There was a declining trend for API index in general, and a significant seasonal variation of API, which was the highest in the spring and winter, and the lowest in the summer; The API was higher in March and April, and lower in July and August. Among the primary pollutants, the proportion of SO₂ reduced as the proportion of inhalable particulate matter increased; the API index was negatively correlated with precipitation, and positively correlated with wind speed, temperature and humidity.

Keywords: API; air pollution; time series; climate change

空气污染是影响健康的重要环境卫生问题。据 WHO 2012 年的报告显示,有 700 多万人死于空气污染,占有死亡人口数的 1/8,且 88% 的死亡发生在中低收入国家^[1]。空气污染指数(air pollution index, API) 是根据常规监测的 PM₁₀、SO₂ 和 NO₂ 的浓度,参照环境空气质量标准计算的概念性指数,用以分级表征空气污染程度,对人们的日常生活提

供指示^[2]。指数越大表明空气污染越严重,反之则表示空气质量相对较好。中国对空气污染指数的研究始于二十世纪末^[3-4],主要集中于对 API 预测方法和数值模拟方法的改进^[5-6]、时间序列变化特征^[7-8]、区域性的 API 时空变化特征^[9-10]等相关研究。本研究根据北京市 2001—2012 年的逐日 API 数据,分析了北京市空气质量状况的时间变化特

作者简介: 栾桂杰,硕士,从事气候变化研究

作者单位: 1 中国疾病预防控制中心慢病中心生命登记与死因监测室,北京协和医学院公共卫生学院; 2 中国疾病预防控制中心慢病中心生命登记与死因监测室

联系方式: 北京市西城区南纬路 27 号; 邮编: 100050; Email: luanguijie@sina.com

通信作者: 周脉耕,研究员,从事卫生统计工作; Email: maigengzhou@126.com

征,并在此基础上,揭示了“奥运效应”和气象因素等对空气质量的影响。

1 数据来源和分析方法

空气污染指数数据来源于国家环保部数据中心网站^[1],从 2001 年 1 月—2012 年 12 月,北京市共 12 年的每日 API 的数值资料。将日 API 数据进行算数平均,转换为月平均数据,建立一个由 144 个月 API 数值组成的时间序列。气象数据来源于中国气象科学数据共享网,包括降雨量、平均气压、平均风速、平均温度和平均湿度。

运用 SAS9.4 软件,计算 API 的年平均、月平均和季节平均值,结果都采用算数平均值,进而探讨 API 的年际变化、月际变化和季节变化。利用 R 3.1.1 做出时序图,讨论 API 的变化趋势,并利用

相关度检验,验证 API 与气象因素之间的关系。

2 结果分析

2.1 API 指数的年变化趋势

对国家环保部数据中心网站 2001—2012 年的 API 指数数据和空气质量状况数据汇总后得到的结果(表 1)。北京市年平均 API 指数在 2001—2012 年整体呈下降趋势,且以 2008 年为转折点,在 2008 年之前年 API 数值基本都在 100 以上,2008 年以后年 API 指数下降到 90 以下,2012 年降到 78;从空气质量级别的天数来看,空气质量“优”的天数在增加,“中度污染”和“重度污染”的天数在减少,“优”和“良”的天数所占的比例由 2001 年的 50% 上升到 75% 以上。

表 1 北京市 2001—2012 年 API 指数及空气质量状况

年份	API 均值	空气质量级别/d					优良天数所占的比例/%
		I/优	II/良	III/轻度污染	IV/中度污染	V/重度污染	
2001	113	12	173	157	14	9	50.1
2002	112	22	181	143	8	11	55.6
2003	97	27	197	136	4	1	61.4
2004	103	33	195	121	9	8	62.3
2005	99	36	198	122	3	6	64.1
2006	110	26	215	100	13	11	66.0
2007	101	32	214	108	8	3	67.4
2008	87	62	212	84	4	4	74.9
2009	85	47	237	76	3	2	77.8
2010	86	53	232	74	4	2	78.1
2011	81	76	209	75	3	2	78.1
2012	78	85	196	81	3	1	76.8

2.2 API 指数的月、季度变化趋势

从北京市 2001—2012 年 API 指数月值的时间序列(图 1)可看出有明显时间差异,在一年中呈现“高一低一高”的趋势。1 月份开始较高,随后在 3、4 月达到高峰,其后下降;7、8 月时处于低谷,随后又逐渐上升到 11、12 月的高值。最低点出现在 2011 年 1 月(51)和 2008 年 8 月(57)、9 月(57)。此外,从时序图上也可以看出,API 峰值在不断下降。

季节 API 指数,春季最高,冬季次之,夏天最低,这主要与风向、降水、沙尘等气象因素有关^[12-13]。在相关性分析中显示,API 与降水、温度、湿度呈负相关,相关系数分别为 -0.402、-0.212、-0.286,与风速呈正相关,相关系数为 0.369,风速越大,可能会产生更多的扬尘等,API 越大(表 2)。

表 2 北京市 2001—2012 年 API 季节均值

季节	月份	API	均值
春	3	111	111
	4	118	
	5	105	
夏	6	91	83
	7	80	
	8	79	
秋	9	83	94
	10	96	
	11	102	
冬	12	103	97
	1	93	
	2	95	

2.3 API 中污染物种类的变化趋势

2001—2012 年北京市首要污染物是可吸入颗

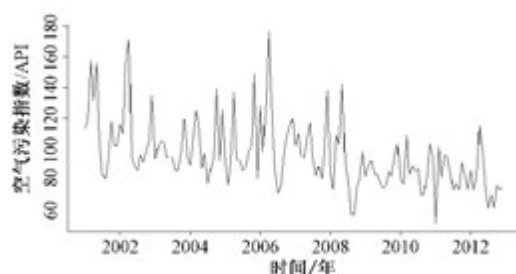


图1 北京市 2001—2012 年 API 指数月值的时间序列图

颗粒物(表3),SO₂作为首要污染物的天数明显减少。首要污染物中“无”的天数在增加,“无”对应的是空气质量为“优”的天数,表明“优”的天数呈现增加的趋势。

表3 北京市 2001—2012 年首要污染物

年份	首要污染物/d		
	SO ₂	可吸入颗粒物	无
2001	46	307	12
2002	36	307	22
2003	43	295	27
2004	28	305	33
2005	35	294	36
2006	9	330	26
2007	7	326	32
2008	10	294	62
2009	9	309	47
2010	4	308	53
2011	1	288	76
2012	1	280	85

3 讨论

北京市 2001—2012 年 API 指数处于下降的趋势。这主要与国家的可持续发展战略以及对空气污染的重视有关,另外也与“奥运效应”有关^[4]。从申办成功到奥运会的举行,北京采取了一系列空气质量控制措施,如改善能源结构、治理机动车污染、重整市内污染工业和治理扬尘污染等。从 API 数据在 2008 年出现转折点以及 2008 年 8 月和 9 月出现 API 最低值可以看出,奥运会为城市健康带来了直接的变化^[5]。API 指数有明显的季节分布,春季和冬季较高,主要是由于冬季是北方的取暖季节,煤等燃料的燃烧会产生大量的污染物,北京属于季风气候区,冬季盛行的是偏北风,会从内蒙等北部周边地区带来沙土等污染物,春季的 3、4 月份尤其严重,此段时间也是沙尘的高发季节,会对空

气质量产生严重影响^[6],也是春季 API 指数高于冬季 API 的主要原因。夏季北京盛行的是偏南风,风从海上吹来,湿度大而且洁净,污染物容易沉积,同时夏季 6、7、8 月也是北京主要的降雨时节,降雨吸收、沉降空气中的颗粒物。

大气首要污染物的种类在发生变化,主要是可吸入颗粒物,可吸入颗粒物主要来源于工业的排放、建筑施工和沙尘等,SO₂作为首要污染物的天数在下降,大气中的 SO₂ 主要是由煤、石油、天然气等化石燃料的燃烧产生,随着新的洁净能源的产生和煤脱硫工艺的应用,SO₂ 的排放量逐渐较少。

空气污染指数 API 整体呈下降趋势与人们的感受是相反的,雾霾越来越多,空气越来越差主要是悬浮在大气中的大量微小尘粒、烟粒或盐粒的集合体^[7],他的形成主要与气象因素的水平静风增多和逆温现象有关,主要是由气候变化引起的^[8],另外也与工业发展和机动车辆增多带来的悬浮颗粒物增加有关系。雾霾可以理解为气候问题和环境问题的结合造成的综合结果,而不能简单地将雾霾的增多完全归因于环境的恶化。

从 2013 年开始,新的环境空气质量标准出台,空气质量指数(air quality index,AQI)取代 API,用以反映空气污染种类的变化和更好的服务于人群,AQI 指数增加了 PM_{2.5}和 O₃,但本质上还是以单一污染物的指数代替空气质量,这种方法无法全面的反映空气质量的真实情况,也无法对人们的健康给出完善的指导,说明现有的空气评价指标存在缺陷,需要去研究更全面有效的空气质量监测方法。2008 年加拿大环境保护部和原卫生部提出了空气质量健康指数(air quality health index,AQHI)^[9]的概念,充分考虑空气中的各种污染物,直接将人群流行病学观察到的多个污染物健康效应指数化,利用时间序列分析,考虑每日死亡数与每天的污染物浓度的交互作用,更能全面反映空气质量状况。

空气质量的监测数据及时发布,是对公众健康负责的表现,但更应客观的看待数据反映的问题,应该同时考虑气候变化、污染物构成等因素,开发更合理的反应环境状况的指标,如 AQHI。利用这些数据,为国家政策的制定、城市规划和管理等提供依据。

参考文献

- [1] WHO. Air Quality & Health Questions and Answer [EB/OL]. (2012-05-21). [2015-01-19]. www.who.int/phe/air-quality_q&a.pdf.

- [2] 王小辉,刘芸芸. 解读空气质量指数与空气污染指数 [J]. 中国科技语,2011,13(6):49-51.
- [3] 修彦超,万本太. 城市空气质量周报及其进展 [J]. 气候与环境研究,1999,3(1):275-282.
- [4] 范元中. 空气污染指数计算程序 [J]. 环境保护,1998,8(3):18-19.
- [5] Zhang Q, Laurent B, Velay-Lasry F, et al. An air quality forecasting system in Beijing application to the study of dust storm events in China in May 2008 [J]. J of Environ Sci, 2012, 24(1):102-111.
- [6] Tao Z, Qin Z, Han L. Improvement of air pollution parameter mode [J]. Environ Protection Sci:2006, 32(1):14-16.
- [7] 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.
- [8] Zhao J, Chen S, Wang H, et al. Quantifying the impacts of socioeconomic factors on air quality in Chinese cities from 2000 to 2009 [J]. Environ Pollution, 2012, 167(1):148-154.
- [9] 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(24):6078-6087.
- [10] Gao H, Chen J, Wang B, et al. A study of air pollution of city clusters [J]. Atmos Environ, 2011, 45(18):3069-3077.
- [11] 中华人民共和国环境保护部数据中心. 全国空气质量日报 (API) [EB/OL]. (2013-12-20). [2015-01-19]. <http://www.datacenter.mep.gov.cn/>.
- [12] 高会旺,陈金玲,陈静. 中国城市空气污染指数的区域分布特征 [J]. 中国海洋大学学报,2014,44(10):25-34.
- [13] 范庆亚,陈功勋. 上海市空气污染指数 API 的时空分布特征 [J]. 四川卫生,2013,32(4):52-57.
- [14] 马宁,刘民. 奥运空气质量保障措施对北京城市空气污染指数的影响及持续效应研究 [J]. 中华预防医学杂志,2009,43(6):517-521.
- [15] 刘民,梁万年,傅鸿鹏,等. 奥运健康遗产的概念体系和形成机制 [J]. 首都公共卫生,2007,4(1):49-51.
- [16] 师华定,史华伟,白鹤鸣,等. 沙尘与大雾天气对京津石空气质量影响 [J]. 生态环境学报,2014,23(2):262-266.
- [17] 王秦,李湛湛,陈晨,等. 我国雾霾天气 PM_{2.5} 污染特征及其对人群健康的影响 [J]. 中华医学杂志,2013,93(34):2691-2694.
- [18] 秦大河,周波涛. 气候变化与环境保护 [J]. 科学与社会,2014,4(2):19-26.
- [19] David MS. A new multipollutant, no-threshold air quality health index based on short-term associations observed in daily time series analyses [J]. J of the Air & Waste Management Assoc, 2008, 58:435-450.

【读者·作者·编者】

论文中阿拉伯数字与汉字数字的使用原则

使用阿拉伯数字或是汉字数字,有的情形选择是唯一而确定的。

1. 阿拉伯数字的使用原则:

- (1) 统计表中的数值,如正负整数、小数、百分比、分数、比例等,如 48、63% ~ 68%、1/4、1:500。
- (2) 公历世纪、年代、年、月、日和时刻必须使用阿拉伯数字,如公元前 8 世纪。年份一般不用简写。如:2000 年不应简作“○○年”或“00 年”。
- (3) 引文著录、行文注释、表格、索引、年表等须使用阿拉伯数字,年月日的标记可按 GB/T 7408-94 的 5.2.1.1 中的扩展格式,如 2012 年 1 月 30 日和 2012 年 10 月 1 日可分别写作 2012-01-30 和 2012-10-01。
- (4) 时、分、秒必须使用阿拉伯数字,如 4 时、14 时 12 分 36 秒。
- (5) 物理量量值必须用阿拉伯数字,如 8736.80 km(8 736.80 千米)。
- (6) 非物理量一般情况下应使用阿拉伯数字,如 550 名。
- (7) 引文标注中版次、卷次、页码,除古籍应与所据版本一致外,一般均使用阿拉伯数字。
- (8) 多位整数与小数的分节,从小数点起,向左和向右每三位数字一组,组间空四分之一汉字(二分之一阿拉伯数字)的位置,不使用千分撇“,”分节的办法。四位以内的整数不分节。年份、部队代号、仪器型号等非计量数字不分节。

2. 汉字数字的使用原则:

- (1) 定型的词、词组、成语、惯用语、缩略语或具有修辞色彩的词语中作为语素的数字,必须使用汉字,如十滴水、四氧化三铁、一〇五九(农药内吸磷)等。
- (2) 相邻的两个数字并列连用表示概数,必须使用汉字,连用的两个数字之间不得用顿号“、”隔开,如二三米、一两个小时。
- (4) 中国干支纪年和夏历月日及中国清代和清代以前的历史纪年、各民族的非公历纪年,如秦文公四十四年(公元前 722 年)。
- (5) 含有月日简称表示事件、节日和其他意义的词组,如“一·一七”批示(1 月 17 日)。
- (6) 不是出现在具有统计意义的一组数字中的,可以用汉字,如四种产品、五个百分点。
- (7) 部队医院编号有“第”字者,其编号用汉字,如解放军第三〇四医院。