

· 解析评价 ·

doi: 10.3969/j.issn.1674-6732.2010.03.009

国内外空气污染指数的现状及发展趋势

钟声, 丁铭, 夏文文

(江苏省环境监测中心, 江苏, 南京 210036)

摘要:针对中国目前使用的空气污染指数(Air Pollution Index, API)中存在的问题,通过比较国内外空气污染指数在基本概念、级别限值及等级划分等方面的区别,结合中国的实际情况,提出了增加监测指标、提高发布效率、优化统计模型等改进意见。

关键词:空气污染指数; 分级; 标准; 空气质量

中图分类号: X823

文献标识码: A

文章编号: 1674-6732(2010)-03-0035-04

Status and Development Trend of Domestic and External Air Pollution Index

ZHONG Sheng, DING Ming, XIA Wen-wen

(Jiangsu Provincial Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

ABSTRACT: There are problems for current API (Air Pollution Index, API). Through comparing the domestic and external air pollution index in the basic concepts, graded concentrations and level classification in different countries and based on the situation in China, improvements are proposed here for increasing the monitoring indicators, improving the efficiency of publishing, optimizing the statistical models, etc.

KEY WORDS: API; classification; standards; air quality

空气污染指数是评价空气质量的一种数值模型,最早是由美国环保署(EPA)于20世纪70年代研究制定的一种反映每日空气质量的报告方法,当时称为“污染标准指数(PSI)”。因其能够向公众提供及时、准确、易于理解的城市地区空气质量状况,并可用来进行环境现状评价、回顾性评价和趋势评价,因此在国内外被普遍应用^[1]。

1 中国环境空气污染指数现状

随着中国经济的高速发展,公众对空气污染问题日趋关注,自1997年以来,部分城市开始采用空气污染指数 API (Air Pollution Index) 来综合评价环境空气质量。它是根据环境空气质量标准和各项污染物对人体健康和生态环境的影响来确定污染指数的分级及相应的污染物浓度限值。

目前,中国使用的 API 指数按照2000年颁布的《城市空气质量日报技术规定》进行计算发布。纳入计算的污染物项目暂定为:二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)和可吸入颗粒物(PM₁₀),将污染物浓度的日均值转换为0~500的污染指数,并确定首要污染物。根据指数大小,把空气质量状况分为优、良、轻微污染、轻度污染、中度污染、中度重污染、重污染7个等级。空气污染指数分级、影响和

对应污染物浓度限值见表1—2^[2]。

表1 中国空气污染指数分级及影响

空气污染指数	空气质量状况	对健康的影响	建议采取的措施
0~50	优	基本无影响	可正常活动
51~100	良		
101~150	轻微污染	易感人群症状轻度加剧,健康人群出现刺激症状	心脏病和呼吸系统疾病患者应减少体力消耗和户外活动
151~200	轻度污染		
201~250	中度污染	心脏病和肺病患者症状显著加剧,运动耐受力降低,健康人群中普遍出现症状	老年人和心脏病、肺病患者应当留在室内,并减少体力活动
251~300	中度重污染		
>300	重污染	健康人运动耐受力降低,有明显强烈症状,提前出现某些疾病	老年人和病人应当留在室内,避免体力消耗,一般人群应避免户外活动

收稿日期:2009-03-29; 修订日期:2009-07-21

基金项目:国家“十二五”规划前期研究课题(环规院2009B014)。

作者简介:钟声(1984—),男,助理工程师,硕士,从事环境自动监测和应急监测工作。

表 2 中国空气污染指数分级及其对应的污染物浓度

空气污 染指数	$\rho(\text{污染物})/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$				
	SO ₂ 日均值	NO ₂ 日均值	PM ₁₀ 日均值	CO* 小时均值	O ₃ * 小时均值
0 ~ 50	0.00 ~ 0.05	0.00 ~ 0.08	0.00 ~ 0.05	0.00 ~ 5.00	0.00 ~ 0.12
51 ~ 100	0.05 ~ 0.15	0.08 ~ 0.12	0.05 ~ 0.15	5.00 ~ 10.00	0.12 ~ 0.20
101 ~ 200	0.15 ~ 0.80	0.12 ~ 0.28	0.15 ~ 0.35	10.00 ~ 60.00	0.20 ~ 0.40
201 ~ 300	0.80 ~ 1.60	0.28 ~ 0.57	0.35 ~ 0.42	60.00 ~ 90.00	0.40 ~ 0.80
300 ~ 400	1.60 ~ 2.10	0.57 ~ 0.75	0.42 ~ 0.50	90.00 ~ 120.00	0.80 ~ 1.00
400 ~ 500	2.10 ~ 2.62	0.75 ~ 0.94	0.50 ~ 0.60	120.00 ~ 150.00	1.00 ~ 1.20
> 500	> 2.62	> 0.94	> 0.60	> 150.00	> 1.20

注: * 暂未纳入空气污染指数计算。

2008 年中国对现行空气污染指数提出了修改意见,并发布了《城市空气质量日报和预报技术规定》(征求意见稿)^[3]。其中,CO 日均值和 O₃ 8 h (9 点到 17 点) 均值也被要求纳入 API 指数的计算,并用绿、蓝、黄、红、黑 5 种颜色分别表示优、良、轻度污染、中度污染、重度污染 5 个污染等级。该规定有望在近期正式施行,从而取代原有规定,提高空气污染指数的代表性和准确性。

2 其他国家和地区空气污染(质量)指数现状

世界上很多国家和地区根据各自的特点,采用了不同的空气质量分级方法。下面介绍几种分级情况。

美国 1999 年 7 月,美国 EPA 公布了空气质量日报发布规范(EPA-454/R-99-010)。按照联

邦法 40CFR 中 58.50 部分的要求,凡人口超过 35 万的城市和地区都应向公众报告每日的空气质量,并使用空气质量指数(AQI)而不是原本使用的污染标准指数(PSI)来表示,分别采用绿、黄、橙、红、紫、棕来表示不同的污染等级(表 3)^[4]。

同时,美国率先将 PM_{2.5} 也纳入了 AQI 指数的计算范围,提高对细粒子的监测能力,随着全国大部分州空气质量的改善,在 AQI 指数统计时,改用 8 h 臭氧浓度取代原有的 1 h 臭氧浓度。2004 年,美国 EPA 又将 AQI 分级标准中的 PM_{2.5} 标准由 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 调至 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ^[5]。在统计指标和浓度限值方面,美国的空气质量指数标准呈现越来越严格的趋势,且越来越关注由于汽车尾气引起的光化学污染问题。

表 3 美国空气质量指数的分级及其相应污染物浓度

AQI 范围	$\varphi[\text{O}_3(1\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{O}_3(8\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{CO}(8\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{SO}_2(24\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\rho[\text{PM}_{10}(24\text{h})]/\rho[\text{PM}_{2.5}(24\text{h})]/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	$(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$
0 ~ 50	—	0 ~ 0.059	0 ~ 4.4	0 ~ 0.034	0 ~ 54	0.0 ~ 15.4
51 ~ 100	—	0.06 ~ 0.075	4.5 ~ 9.4	0.035 ~ 0.144	55 ~ 154	15.5 ~ 35.4
101 ~ 150	0.125 ~ 0.164	0.076 ~ 0.095	9.5 ~ 12.4	0.145 ~ 0.224	155 ~ 254	35.5 ~ 55.4
151 ~ 200	0.165 ~ 0.204	0.096 ~ 0.115	12.5 ~ 15.4	0.225 ~ 0.304	255 ~ 354	55.5 ~ 140.4
201 ~ 300	0.205 ~ 0.404	0.116 ~ 0.374	15.5 ~ 30.4	0.305 ~ 0.604	355 ~ 424	140.5 ~ 210.4
301 ~ 400	0.405 ~ 0.504	—	30.5 ~ 40.4	0.605 ~ 0.804	425 ~ 504	210.5 ~ 350.4
401 ~ 500	0.505 ~ 0.604	—	40.5 ~ 50.4	0.805 ~ 1.004	505 ~ 604	350.5 ~ 500.4
500	—	—	—	—	605 ~ 4 999	500.5 ~ 999.9

注:当 8 h 臭氧质量浓度超过 785 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时,改用 1 h 臭氧质量浓度计算 AQI 指数。

香港 香港环境保护署根据 11 个一般站和 3 个路边站的监测结果,向社会公布每小时的“一般”和“路边”空气污染指数,并用绿、蓝、黄、红、黑

分别表示不同的污染等级^[6]。该标准与中国内地相比,从污染指数值 200 以上,与中国内地标准和美国 PSI 标准完全相同;API = 100 时,PM₁₀、SO₂

浓度等值略宽于中国内地标准;同时增加了污染指数 25 档,相当于中国内地空气质量为“优”的 50 档,因此,虽然浓度范围较宽,但实际上其标准更为严格。此外,计入了 SO₂ 1 h 均值、NO₂ 1 h 均值和 CO 8 h 均值,使评价空气污染状况时能够综合瞬时和长时间的影响,代表性更广。

日本 如表 5 所示,日本的空气质量分级指数

共分为 6 级,并根据不同污染物的浓度限值将污染状况用蓝、青、绿、黄、橙、红 6 种颜色表示^[7]。日本将所有指标在地图上分开表示,并不计算综合的污染物指数。此外,日本将非甲烷总烃也列入空气质量分级系统,有助于光化学污染的及时预警。同时,在地图上将风速风向等气象信息用不同颜色的箭头表示,有利于人们动态预测污染物的变化趋势。

表 4 香港空气污染指数分级及其相应污染物浓度

空气质量状况	空气污染指数	$\rho(\text{污染物})/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$							
		PM ₁₀ (24 h)	SO ₂ (24 h)	SO ₂ (1 h)	NO ₂ (24 h)	NO ₂ (1 h)	CO (8 h)	CO (1 h)	O ₃ (1 h)
轻微	0 ~ 25	0 ~ 28	0 ~ 40	0 ~ 200	0 ~ 40	0 ~ 75	0 ~ 2 500	0 ~ 7 500	0 ~ 60
中等	26 ~ 50	28 ~ 55	40 ~ 80	200 ~ 400	40 ~ 80	75 ~ 150	2 500 ~ 5 000	7 500 ~ 15 000	60 ~ 120
偏高	51 ~ 100	55 ~ 180	80 ~ 350	400 ~ 800	80 ~ 150	150 ~ 300	5 000 ~ 10 000	15 000 ~ 30 000	120 ~ 240
甚高	101 ~ 200	180 ~ 350	350 ~ 800	800 ~ 1 600	150 ~ 280	300 ~ 1 130	10 000 ~ 17 000	30 000 ~ 60 000	240 ~ 400
严重	201 ~ 300	350 ~ 420	800 ~ 1 600	1 600 ~ 2 400	280 ~ 565	1 130 ~ 2 260	17 000 ~ 34 000	60 000 ~ 90 000	400 ~ 800
	301 ~ 400	420 ~ 500	1 600 ~ 2 100	2 400 ~ 3 200	565 ~ 750	2 260 ~ 3 000	34 000 ~ 46 000	90 000 ~ 120 000	800 ~ 1 000
	401 ~ 500	500 ~ 600	2 100 ~ 2 620	3 200 ~ 4 000	750 ~ 940	3 000 ~ 3 750	46 000 ~ 57 000	120 000 ~ 150 000	1 000 ~ 1 200

表 5 日本空气质量指数的分级及其相应污染物浓度

空气质量状况	$\varphi[\text{SO}_2(1\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{NO}(24\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{NO}_2(24\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{CO}(8\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi[\text{光化学氧化剂}(1\text{h})]/\times 10^{-6}$	$\varphi(\text{非甲烷总烃}^*)/\times 10^{-6}$	$\rho[\text{PM}_{10}(1\text{h})]/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	风速/ $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$
	0.000 ~ 0.020	0.000 ~ 0.050	0.000 ~ 0.020	0.0 ~ 5.9	0.000 ~ 0.020	0.00 ~ 0.09	0.000 ~ 0.050	0.2 ~ 3.9
	0.021 ~ 0.040	0.051 ~ 0.100	0.021 ~ 0.040	6.0 ~ 10.9	0.021 ~ 0.040	0.10 ~ 0.19	0.051 ~ 0.100	4.0 ~ 6.9
	0.041 ~ 0.100	0.101 ~ 0.200	0.041 ~ 0.060	11.0 ~ 20.9	0.041 ~ 0.060	0.20 ~ 0.31	0.101 ~ 0.200	7.0 ~ 9.9
	0.101 ~ 0.120	0.201 ~ 0.400	0.061 ~ 0.100	21.0 ~ 25.9	0.061 ~ 0.119	0.32 ~ 0.50	0.201 ~ 0.400	10.0 ~ 12.9
	0.121 ~ 0.150	0.401 ~ 0.600	0.101 ~ 0.200	26.0 ~ 30.9	0.120 ~ 0.239	0.51 ~ 1.00	0.401 ~ 0.600	13.0 ~ 14.9
	>0.151	>0.601	>0.201	>31.0	>0.240	>1.01	>0.601	>15.0

注: 1. * 以总碳计, 2. 风速 < 0.2 m/s 为静稳状态。

表 6 英国空气污染指数的分级及其相应污染物浓度

空气质量状况	O ₃ (8 h 或 1 h [*])		NO ₂ (1 h)		SO ₂ (15 min)		CO (8 h)		PM ₁₀ (24 h)		
	$\rho/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	$\varphi/\times 10^{-9}$	$\rho/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	$\varphi/\times 10^{-9}$	$\rho/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	$\varphi/\times 10^{-9}$	$\rho/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	$\varphi/\times 10^{-6}$	$\rho/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$ (当量重量法)	$\rho/(\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$ (震荡天平法)	
优	1	0 ~ 33	0 ~ 16	0 ~ 95	0 ~ 49	0 ~ 88	0 ~ 32	0 ~ 3.8	0.0 ~ 3.2	0 ~ 21	0 ~ 16
	2	34 ~ 65	17 ~ 32	96 ~ 190	50 ~ 99	89 ~ 176	33 ~ 66	3.9 ~ 7.6	3.3 ~ 6.6	22 ~ 42	17 ~ 32
	3	66 ~ 99	33 ~ 49	191 ~ 286	100 ~ 149	177 ~ 265	67 ~ 99	7.7 ~ 11.5	6.7 ~ 9.9	43 ~ 64	33 ~ 49
中	4	100 ~ 125	50 ~ 62	287 ~ 381	150 ~ 199	266 ~ 354	100 ~ 132	11.6 ~ 13.4	10.0 ~ 11.5	65 ~ 74	50 ~ 57
	5	126 ~ 153	63 ~ 76	382 ~ 477	200 ~ 249	355 ~ 442	133 ~ 166	13.5 ~ 15.4	11.6 ~ 13.2	75 ~ 86	58 ~ 66
	6	154 ~ 179	77 ~ 89	478 ~ 572	250 ~ 299	443 ~ 531	167 ~ 199	15.5 ~ 17.3	13.3 ~ 14.9	87 ~ 96	67 ~ 74
差	7	180 ~ 239	90 ~ 119	573 ~ 635	300 ~ 332	532 ~ 708	200 ~ 266	17.4 ~ 19.2	15.0 ~ 16.5	97 ~ 107	75 ~ 82
	8	240 ~ 299	120 ~ 149	636 ~ 700	333 ~ 366	709 ~ 886	267 ~ 332	19.3 ~ 21.2	16.6 ~ 18.2	108 ~ 118	83 ~ 91
	9	300 ~ 359	150 ~ 179	701 ~ 763	367 ~ 399	887 ~ 1 063	333 ~ 399	21.3 ~ 23.1	18.3 ~ 19.9	119 ~ 129	92 ~ 99
极差	10	>360	>18	>764	>400	>1 064	>400	>23.2	>20	>130	>100

注: * 两者取较高值参与计算。

英国 英国的空气污染物指数共分为4个等级10个指数,分别用由绿、橙、红、紫的4种颜色,分10个不同深浅的等级表示(表6)。O₃浓度同时采用了8 h和1 h均值中较高值参与计算,兼顾了瞬时和单日的污染状况;SO₂以15 min均值计算,能更好地反映实时的污染。此外,英国的PM₁₀标准相当严格,PM₁₀的计算还将震荡天平法与当量重量法相区别,这可能与当地的气候条件等因素有关。英国与香港类似,也会定时发布城镇空气污染指数和道路污染指数状况,此外,一些地区还有农村空气污染指数,能够为人们提供全面的资讯^[8]。

3 建议

近年来,中国大气环境状况已发生了很大变化,呈现出煤烟型与氧化型污染共存、局地污染和区域污染叠加、污染物之间相互耦合的复合性大气污染特征。以灰霾天气为代表的新型复合型污染对人们健康的影响越来越严重,城市光化学烟雾引起的大气污染越来越引起人们的关注。原有主要针对传统煤烟型污染的空气质量评价指标体系已经难以完整地反映空气质量的真实状况。

比照环境空气质量监测的发展趋势和要求,与国外空气污染指数评价体系相比,中国在以下方面还需要进一步改进。

3.1 进一步增加监测指标,全面反映空气质量

现行国家标准还未将O₃、CO等参数列入API指数计算,缺乏对城市光化学污染的反映,不过即将颁布的新标准将有效弥补这方面的不足,但仍与部分发达国家有一定差距。例如,美国已将PM_{2.5},日本将非甲烷总烃列入了空气污染指数的范畴,这类污染物指标对相关敏感人群的出行和城市光化学烟雾的形成都有很重要的预警作用。而另一些国家和地区如英国和香港则选择O₃等指标的不同时间均值来计算API指数,这有助于对空气污染状况的综合评价。

3.2 增加监测频次,提高发布效率

目前,中国还是采用一日一报的空气日报

制度,面对通常以小时乃至分钟计算的环境空气污染事件,往往显得不够及时。而国外发达国家目前已普遍实现污染物指数时报制度,这对突发性环境污染事件的预警和决策有重要意义。

3.3 优化预测预报和统计模型,提高监测数据的代表性和准确性

目前,中国的空气污染物指数的统计仅涵盖了设置在城市区域的自动监测点位,而在不少国家和地区,对于交通繁忙地区,以及农村、郊区的空气质量也纳入空气污染指数统计,这能够方便人们的出行,也能为生活在各个区域的人们提供更加全面的信息。

3.4 加强信息化水平建设,提高数据发布体系的直观性

目前,中国还主要采用表格形式发布API指数,而国外则普遍采用了地图的形式,该形式方便人们的认知和查询,也方便决策者对区域性污染事件作出判断。此外,日本还将风向、风速等指标在地图上标出,这有助于人们对污染物的发展变化趋势作出判断。因此,加强信息化能力建设,增加发布途径和方式,能更好地服务于民。

[参考文献]

- [1] 虞统. 空气质量日报中的空气污染指数[J]. 城市管理与科技, 2000, 2(1): 23-26.
- [2] 中华人民共和国环境保护部. 城市空气质量日报技术规范[S]. 2000.
- [3] 中华人民共和国环境保护部. 城市空气质量日报和预报技术规范(二次征求意见稿)[Z]. 2008.
- [4] U. S. EPA. EPA-454/R-99-010 Guideline for Public Reporting of Daily Air Quality-Air Quality Index(AQI)[S].
- [5] U. S. EPA. 40CFR Part50 National Ambient Air Quality Standards[S].
- [6] 日本国環境省. 環境大気常時監視マニュアル[Z]. 5版, 2007.
- [7] U. K. DEFRA. Air Quality Standards[Z]. 2007.
- [8] 香港特别行政区环境保护署. 空气质素指标副指数分级[Z]. 2006.