

张轶男, 向运荣, 张毅强, 等. 2009 我国与国际空气污染指数系统的比较 [J]. 环境科学学报, 29(8): 1604–1610
Zhang Y N, Xiang Y R, Zhang Y Q, et al. 2009. A comparison of the mainland Chinese and international Air Pollution Index system [J]. Acta Scientiae Circumstantiae 29(8): 1604–1610

我国与国际空气污染指数系统的比较

张轶男^{1*}, 向运荣², 张毅强¹, 陈尊裕¹, 李倩倩¹

1 中山大学环境科学与工程学院, 广州 510275

2 广东省环境监测中心, 广州 510045

收稿日期: 2008-12-14 修回日期: 2009-03-28 录用日期: 2009-06-01

摘要: 通过对中国内地、中国香港、韩国和美国的空气污染指数系统进行比较, 结果发现, 中国内地 API 系统在污染分级描述、数据的时空代表性、污染物种类和污染分级的浓度限值等方面与其他系统存在很大的差别. 同时, 以珠三角区域空气质量监控网的天湖、万顷沙和荃湾 3 个站点 2005~2007 年的数据为依据, 评价了在中国现行的评级系统中加入 O₃ 和 PM_{2.5} 对 API 水平和首要污染物的影响, 并讨论了采用不同的污染物浓度限值对臭氧和颗粒物分指数的影响, 最后从科学研究和环境管理的角度论述了修订我国 API 评级系统的必要性.
关键词: API 系统; 浓度限值; 珠三角
文章编号: 0253-2468(2009)08-1604-07 中图分类号: X51 文献标识码: A

A comparison of the mainland Chinese and international Air Pollution Index system

ZHANG Yinan^{1*}, XIANG Yunrong², ZHANG Yiqiang¹, CHAN Chuenyu¹, LI Qianqian¹

1 School of Environmental Science and Engineering of Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510275

2 Guangdong Environmental Monitoring Center, Guangzhou 510045

Received 14 December 2008; received in revised form 28 March 2009; accepted 1 June 2009

Abstract The Air Pollution Index (API) system of mainland China reportedly provides air pollution information that is inconsistent with the impressions of the public. In this paper we compare the API systems used in Hong Kong, the United States, Korea and mainland China. The results show substantial differences in the descriptions of the implications of various pollution levels, temporal and spatial coverages of the data used, pollutant species reported and the concentration thresholds defining the pollution level. Based on the 2005~2007 air quality data from Tianhu, Wanqingsha and Tsuen Wan stations of the Pearl River Delta Region Air Quality Monitoring Network, the impacts of adding ozone and PM_{2.5} into the Chinese system were evaluated in terms of the overall API levels and the dominant resulting pollutants. The impacts of adopting various thresholds used in the other systems are also discussed. Finally, we discuss the need to revise the Chinese API system from a scientific and environmental management point of view.
Keywords API system; concentration threshold; Pearl River Delta

1 引言 (Introduction)

空气污染指数 (Air Pollution Index, API) 系统是许多国家和地区用来表述城市环境空气污染状况的方式. 我国现行 API 系统仅包含 SO₂、NO₂ 和 PM₁₀ 3 个指标, 不能完全反映珠三角空气污染特征, 所提供的空气质量信息, 经常与公众的直观感受及实际空气质量状况不相符. 如 2007 年广州市“优良天

气”天数 (API<100) 高达 330d (广州市环保局, 2008), 而气象部门观测到的霾天气却多达 131d. 因此, 本文以 2005~2007 年珠三角和香港地区空气质量监测数据为例, 对中国内地、香港地区、韩国和美国 4 套 API 系统在等级描述、健康关注水平、时空代表性、污染物种类和浓度限值等方面的异同进行对比, 并着重分析了增加 PM_{2.5} 和 O₃ 的分指数对 API 和首要污染物的影响, 以及 4 套 API 系统下

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863) 项目 (No. 2006AA06A308)
Supported by the High-Tech Research and Development Program of China (No. 2006AA06A308)
作者简介: 张轶男 (1971—), 女, 讲师 (博士); * 通讯作者 (责任作者), Tel + 86-20-84112293, E-mail: eeszyr@163.com
Biography: ZHANG Yinan (1971—), female, lecturer (Ph.D.); * **Corresponding author** Tel + 86-20-84112293, E-mail: eeszyr@163.com
© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

浓度限值的改变对臭氧和颗粒物分指数的影响. 提出中国内地 API系统在各方面存在的不足及改进我国现行 API系统的必要性, 最后从科学研究和环境管理的不同角度分别评述了我国目前应该采用的评级系统方案. 本文通过对比我国与国际空气污染指数系统在多方面的异同, 旨在指出中国内地 API系统存在的不足及改进的必要性, 并提出今后调整的方向.

2 资料与方法 (Data and methods)

2.1 资料来源

采用 2006 年珠三角天湖和万顷沙区域站的监测数据, 同时结合 2005 年 10、11 和 12 月, 2006 全年及 2007 年 1、2、3 和 4 月香港荃湾站的监测数据. 所有数据均来源于粤港珠三角空气质量监控网络 (广东省环保局, 2007).

2.2 API 计算方法

各污染物 (SO_2 、 NO_2 、 CO 、 O_3 和 PM_{10} / $\text{PM}_{2.5}$ 等) 的 API 分指数与相应实测浓度呈分段线性函数关系. 以现行空气质量标准和显著危害水平等规定的浓度限值作为分段线性函数的几个转折点, 按照分段线性函数关系建立分段线性函数方程. 当已知污染物 i 的实测浓度 C 后, 可从相应方程计算出分指数 I_i . 计算公式如下: 当 $C_{ij} \leq C_i \leq C_{i,j+1}$ 时,

$$I_i = (C_i - C_{ij}) / (C_{i,j+1} - C_{ij}) \times (I_{i,j+1} - I_{ij}) + I_{ij} \quad (1)$$

式中, I_i 为第 i 种污染物的 API 分指数; I_{ij} 为第 i 种污染物 j 转折点上的 API 分指数; $I_{i,j+1}$ 为第 i 种污染物 $j+1$ 转折点上的 API 分指数; C_i 为第 i 种污染物的浓度监测值; C_{ij} 为第 j 转折点上 i 种污染物的 (对应于 I_{ij}) 浓度限值; $C_{i,j+1}$ 为第 $j+1$ 转折点上 i 种污染物的 (对应于 $I_{i,j+1}$) 浓度限值; 取各污染物的分指数最大者为当地最终的 API, 同时, 该项污染物即为首要污染物.

3 结果 (Results)

3.1 API 不同等级描述和解释的比较

中国内地对 API 的描述分为“优、良、轻度污染、轻度污染、中度污染、中度重污染、重污染”, 描述对象是空气质量状况. 中国香港对 API 的描述是“轻度、中等、偏高、甚高、严重”, 描述对象是空气污染水平. 而韩国和美国对 API 的描述是健康关注等级, 分为“优良、中等、对敏感人群的健康有害、对健

康有害、对健康非常有害、危险”, 描述对象是对公众健康的影响.

比较而言, 韩国和美国对 API 的描述更加明确, 直接关注公众健康, 而中国内地和香港对 API 的描述不够清晰明确, 公众很难理解轻微与轻度污染, 中度与中度重污染等概念的区别. 例如, 对 API 值在 51~100 之间, 空气质量超过二级标准较多的天数里, 中国内地的描述是“良, 可正常活动”, 中国香港的是“偏高空气污染, 市民无需立即采取预防措施, 但要注意长期吸入亦会对人体产生不良影响”. 而韩国和美国都提醒公众“注意长期吸入亦会对人体产生不良影响, 极个别敏感人士应该避免长时间在户外活动”. 相比之下, 中国内地 API 对不同等级的描述和解释与其他 3 个系统还有一定差异, 对潜在的健康隐患关注不够. (ARKOREA, 2006; Bureau of Air Quality Maine, USA, 2006; Florida Department of Environment Protection, USA, 2006; 广东省环保局, 2007).

3.2 时空代表性比较

中国内地 API 系统与其他评级系统相比, 一是发布频次的不同. 中国内地是每日 API 而中国香港、韩国和美国是每小时 API. 小时 API 能够反映一天不同时段的气质量的变化, 便于公众尤其是敏感人群 (老人、儿童、心脏和呼吸道疾病患者等) 合理安排出行时间, 对一些超标排放的监督管理也十分有利. 二是站点类型不同. 中国内地 API 未区分一般站和路边站, 而中国香港、美国等的 API 预报分为一般站和路边站两种情况. 因此, 中国内地 API 系统可以在一般城市站基础上, 增加交通繁忙路段的路边站点及城市工业区等特殊站点, 实现逐时 API 发布, 更加真实、准确地反映空气质量状况及满足公众不同程度的需求.

3.3 污染物种类对 API 计算的影响

中国内地 API 系统只计算了 SO_2 、 PM_{10} 和 NO_2 3 个参数, 而中国香港、韩国和美国增加了 CO 和 O_3 分指数, 美国更是用 $\text{PM}_{2.5}$ 代替了 PM_{10} . 相比较而言, $\text{PM}_{2.5}$ 与人体健康关系更密切、更直接. 对于目前珠三角地区所表现出来的特征鲜明的大气颗粒物细粒子污染、大气氧化性升高及光化学烟雾频发等复杂的区域性环境问题, 适当增加 O_3 和 $\text{PM}_{2.5}$ 等污染物的分指数可以更全面、准确地反映区域大气复合污染的状况. 本次在珠三角北部和中南部分别选取天湖站和万顷沙站为研究目标, 天湖站作为区域背

景点相对较清洁, 万顷沙位于珠三角几何中心, 周围 50km 范围内有包括几个大型电厂在内的污染源. 以这两个点 2006 年的数据为基础, 分析在现行

条件下增加 O_3 和 $PM_{2.5}$ 分指数对 API 及首要污染物的影响 (见图 1).

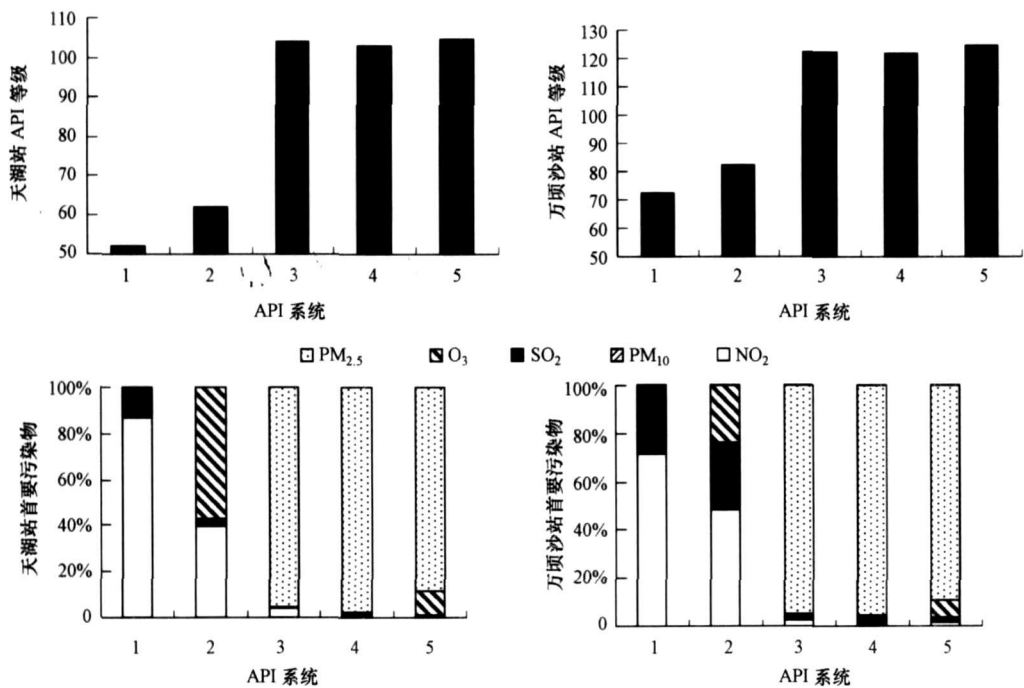


图 1 2006 年天湖站和万顷沙站增加 O_3 和 $PM_{2.5}$ 后 API 水平和首要污染物的变化 (1. 中国内地现行 API 系统; 2 中国内地现行 API 基础上添加 O_3 ; 3 中国内地现行 API 基础上添加 $PM_{2.5}$; 4 中国内地现行 API 基础上将 PM_{10} 替换成 $PM_{2.5}$; 5 中国内地现行 API 基础上添加 O_3 和 $PM_{2.5}$)

Fig 1 The API levels and the dominant pollutants at Tianhu and Wanqingsha station in 2006 when O_3 and $PM_{2.5}$ are introduced into the calculations (1. Current Chinese API system; 2 Adding O_3 into current Chinese API system; 3 Adding $PM_{2.5}$ into current Chinese API system; 4. Exchanging PM_{10} to $PM_{2.5}$ in the current Chinese API system; 5. Adding O_3 and $PM_{2.5}$ into the current Chinese API system)

从图 1 可以看出, 对于天湖站, 现行 API 系统下 API 年平均值为 55, 85% 的天数首要污染物是 PM_{10} , 其余 15% 的天数是 SO_2 . 如果在现行 API 基础上增加 O_3 分指数后, API 年平均值增加为 62, 首要污染物由 O_3 和 PM_{10} 分担, 分别占 58% 和 40%, SO_2 只占 2%. 如果用 $PM_{2.5}$ 代替 PM_{10} , $PM_{2.5}$ 执行美国日均值标准后, API 年均值增加了 1 倍, 达到 104, 首要污染物中 96.4% 是 $PM_{2.5}$, 取代了大部分的 PM_{10} 的位置. 如果在现行 API 基础上同时引入 O_3 和 $PM_{2.5}$ 的情况下, API 达到 105 左右, $PM_{2.5}$ 占了首要污染物的 90%, 其余 10% 是 O_3 .

对于万顷沙站, 现行 API 系统下 API 年平均值为 72, 比天湖站高 17, 72% 的首要污染物都是 PM_{10} , 其余 28% 的首要污染物是 SO_2 , 比天湖站高 13%. 如果在现行 API 基础上增加 O_3 分指数后, API 年平均值增加为 82, 首要污染物主要为 PM_{10} , 占 48%, O_3 和 SO_2 差不多, 分别占 28% 和 24%. 现行基

础上加入 $PM_{2.5}$ 的分指数的情况和天湖类似, API 均值已经增加到 122, 而同时加入 $PM_{2.5}$ 和 O_3 分指数, API 均值则增加至 124, 首要污染物都是 $PM_{2.5}$.

目前, 国内还没有相应的 $PM_{2.5}$ 环境质量和浓度限值, 本文中 $PM_{2.5}$ 分指数的计算依据美国的评级系统 (见表 1). 从表 1 可以看出, 在 API 为 100 的情况下, 中国内地的 PM_{10} 浓度限值是 0.15 mg m^{-3} , 而美国 $PM_{2.5}$ 的浓度限值是 0.0404 mg m^{-3} , 只相当于中国内地 PM_{10} 浓度限值的 27%, 而本文中统计 2006 年珠三角天湖站的 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 的比例为 75%. 因此, 美国 $PM_{2.5}$ 的标准或者浓度限值相对严于中国内地珠三角地区 PM_{10} 标准或者浓度限值, 这也是下面要讨论的浓度限值的问题.

综上所述, 如果在现行 API 基础上加入 O_3 和 $PM_{2.5}$ 分指数, 对 API 值大小和首要污染物变化的影响都较大. 尤其是 $PM_{2.5}$ 一旦加入, 就会代替 PM_{10} 和 O_3 成为占绝对优势的首要污染物. 这说明在目前的

评级系统中引入 O₃和 PM_{2.5}分指数是十分必要的, 同时也说明珠三角氧化性气体和细粒子的污染情况较突出, 尤其是在较严格的美国 PM_{2.5}浓度限值下的细粒子污染情况.

表 1 4套 API系统颗粒物和臭氧浓度限值的比较
Table 1 A comparison of the concentration threshold of particulates and ozone in four API systems

API	中国香港标准 Hong Kong standard		中国内地标准 Mainland China standard		韩国标准 Korea standard		美国标准 USA standard		
	PM ₁₀ 24h average	O ₃ 1h average	PM ₁₀ 24h average	O ₃ 1h average	PM ₁₀ 24h average	O ₃ 1h average	PM _{2.5} 24h average	PM ₁₀ 24h average (abolished)	O ₃ 8h average
0	0	0	0	0	0	0	0	—	0
25	0.028	0.06	—	—	—	—	—	—	—
50	0.055	0.12	0.05	0.12	0.03	0.08	0.0154	0.05	0.12
100	0.18	0.24	0.15	0.2	0.08	0.16	0.0404	0.15	0.15
150	—	—	—	—	0.12	0.24	0.0654	—	0.19
200	0.35	0.4	0.35	0.4	—	—	0.1504	0.35	0.23
250	—	—	—	—	0.2	0.59	—	—	—
300	0.42	0.8	0.42	0.8	—	—	0.2504	0.42	0.73
350	—	—	—	—	0.3	0.98	—	—	—
400	0.5	1.0	0.5	1.0	—	—	—	0.5	—
500	0.6	1.2	0.6	1.2	0.6	1.18	—	0.6	—

注: O₃换算系数参考唐孝炎《大气环境化学》, 1ppm = 0.51mg m⁻³ (唐孝炎, 1990), “—”表示对应该评级系统下 API值没有浓度限值规定.

3.4 不同 API系统下浓度限值的比较及对 API计算的影响

从表 1中 4套 API系统的臭氧和颗粒物浓度限值可以看出, 中国内地臭氧的浓度限值与中国香港的相同, 但要高于韩国和美国的浓度限值; 中国内地 PM₁₀的浓度限值略严于中国香港, 是韩国的 2倍, 相当于美国 PM_{2.5}的浓度限值的 4倍. 因此, 在 4

套 API系统下, 相同站点的相同颗粒物和臭氧浓度的 API计算结果是不同的. 本文利用天湖站 2006年和中国香港荃湾站 2005~ 2007年数据分别验证了浓度限值的改变对天湖站臭氧分指数 (O₃-API) 和中国香港荃湾站颗粒物 (PM₁₀和 PM_{2.5})分指数 (PM-API)的影响 (图 2).

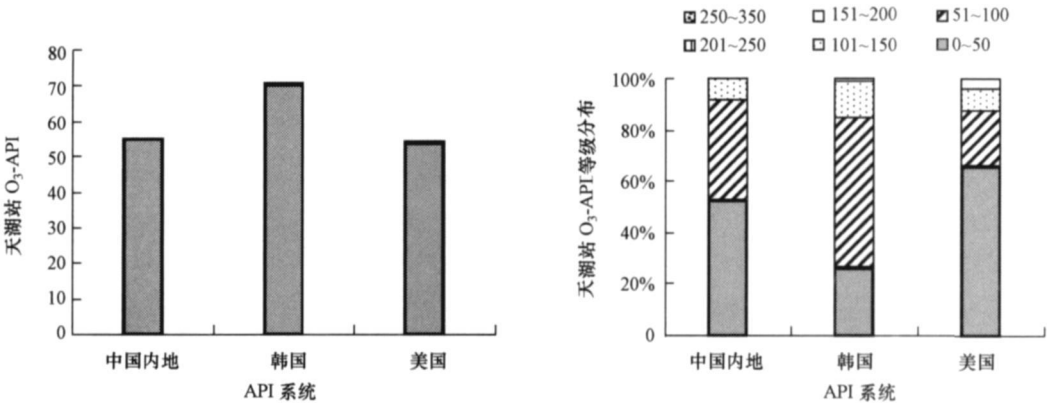


图 2 2006年天湖站在不同 API系统下 O₃-API年均值和等级分布变化
Fig 2 The annually averaged O₃-API and the proportion of O₃-API levels in different API systems at Tianhu station in 2006

从图 2可以看出, 3套系统下的 O₃-API年平均值韩国最高为 71, 中国内地和美国同为 55 O₃-API分布在 0~ 50之间的比例美国最大而韩国最低, O₃-

API分布 0~ 100之间的比例 3套系统相似. 美国评级系统在 API值较高的等级 (API值为 151~ 250) 有比较明显的体现.

这主要是因为美国臭氧标准为 8h 平均值, 而 8h 平均浓度比最大小时浓度要低, 所以虽然美国 8h 平均值的浓度限值比中国内地 1h 平均值的浓度限值严格, 但反应在 API 值上美国的 O_3 -API 年平均值与中国内地相同. 而韩国采用的 1h 平均值浓度限值也较严格, 即采用臭氧最大小时浓度, 所以韩国评级系统的 O_3 -API 年均值最大. API 值为 50 的浓度限值中, 韩国最严格为 $0.08\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (见表 1), 而中国和美国同为 $0.12\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, API 值为 100 的浓度限值 3 套系统较接近. 所以 O_3 -API 分布在 0~50 之间的比例美国最大而韩国最低, 而分布在 0~100 之间的比例 3 套系统相似. 但从 API 较高等级 (API 值为 150) 开始, 美国的标准明显比韩国和中国内地严格, 因此, 美国评级系统下的 O_3 -API 出现在较高等级 (API 值在 151~250 之间) 的比例有所增加.

从图 3 可以看出, 中国内地和中国香港 API 系统下的荃湾站 PM-API 年均值相近且不超过 50, 而按照韩国 PM_{10} 和美国 $PM_{2.5}$ 浓度限值来计算, 荃湾站 PM-API 年均值分别达到 78 和 108 因为美国已

经废除的 PM_{10} 日均值标准限值与中国内地 API 系统目前使用的 PM_{10} 的浓度限值是相同的 (孙鸿良等, 1999; 虞统, 2000), 所以本文不再计算美国 PM_{10} 日均标准限值下的 PM-API. 鉴于目前国内颗粒物常规监测项目通常都是 PM_{10} , 缺少 $PM_{2.5}$ 的常规监测数据, 所以本文通过两者的比例关系来计算 $PM_{2.5}$ 值. 根据世界卫生组织 2006 年推荐的发展中国家 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 为 0.5 具有代表性的原则 (世界卫生组织, 2006), 本文利用 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 为 0.5 的比例求得荃湾站 $PM_{2.5}$ 的质量浓度, 并按照美国 $PM_{2.5}$ 日均值标准限值对其结果进行 API 值计算 (图 3 中美国 1). 计算结果发现其值远远低于由 $PM_{2.5}$ 实际监测数据计算的 PM-API (图 3 中美国 2). 这表明通过计算得到的 $PM_{2.5}$ 的质量浓度要远低于珠三角实际细颗粒物污染的水平, 本次工作对天湖站的统计结果也说明了这一点. 另外, 近年来多项关于香港颗粒物的研究结果也证实, $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值已经分别达到了 70%、72% 和 82% (Chan et al., 2000; 2002; Lan et al., 1999).

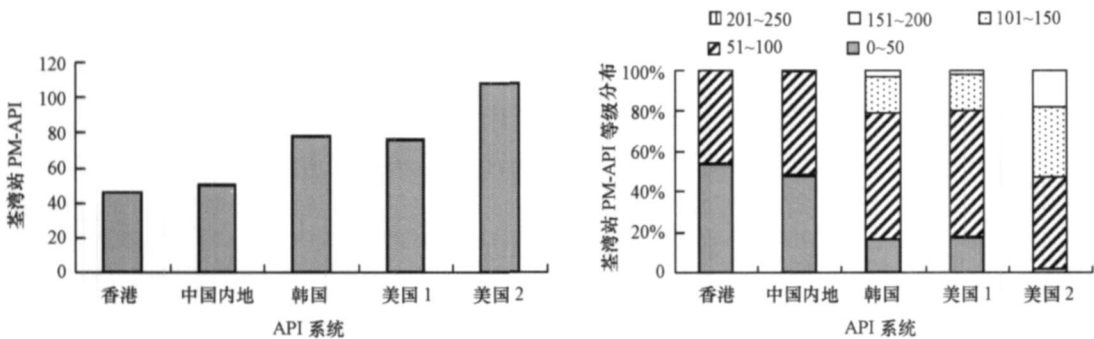


图 3 2005~2007 年香港荃湾站不同 API 系统下 PM-API 年均值和等级分布的变化 (中国内地、中国香港和韩国采用荃湾站 PM_{10} 的实际监测数据计算; 美国 1 采用荃湾站 PM_{10} 监测数据乘以 0.5 计算得到的 $PM_{2.5}$ 浓度进行计算; 美国 2 采用荃湾站 $PM_{2.5}$ 实际监测数据进行计算)

Fig 3 The annually averaged PM-API and the proportion of PM-API levels in different API system in Tsuen Wan from 2005~2007 (mainland China, Hong Kong and Korea PM-API was calculated with PM_{10} real-time monitoring data; USA 1 PM-API was calculated by multiplying PM_{10} by 0.5 to get the $PM_{2.5}$ concentration; USA 2 PM-API was calculated with $PM_{2.5}$ real-time monitoring data)

在 4 套 API 系统下荃湾站 PM-API 的等级分布也发生很大变化. 在香港 API 系统下 PM-API 全部分布在 0~50 和 51~100 之间, 分别占 54% 和 46%; 中国内地 API 系统与中国香港类似, 0~50 和 51~100 之间的天数分别占 49% 和 51%, 另外, 只有不到 1% 在 101~150 之间; 按照韩国 API 系统, PM-API 分布在 51~100 之间的天数比中国内地增加 11%, 达到 63%, 还有 18% 分布在 101~150 之间, 在 151~200 之间的不到 3%; 而按照美国的 API

系统, 处在 101~150 和 151~200 之间的天数明显增多, 分别达到 35% 和 18%. 韩国和美国 API 系统下, 颗粒物污染明显加重, 而优良的天数却在减少. 这说明浓度限值对 API 值的计算很重要.

4 讨论 (Discussion)

研究表明, 中国内地 API 系统不同于其他国家和地区的主要原因是我国空气污染指数系统的计算式中只包括 3 个参数 SO_2 、 NO_2 和 PM_{10} , 而没有考

虑代表大气氧化性增加和细粒子污染状况的 O_3 和 $PM_{2.5}$, 不能充分反映珠三角大气污染的特征. 而中国香港、韩国和美国的 API 系统都包含了 O_3 , 美国更是用 PM_2 替代了 PM_{10} . 另外, 由于 API 值的计算基于浓度限值, 而各套系统的浓度限值不同, 所以随着臭氧和颗粒物浓度限值的改变, API 值产生很大的变化. 因此, 改进我国 API 系统是十分必要的.

目前, 珠三角大气细粒子污染较严重, 按美国环保局的 $PM_{2.5}$ 标准 (Emery, 2006; Florida Department of Environment Protection, USA, 2006), 广州市大气中 $PM_{2.5}$ 超标天数大于 70% (傅家谟, 2008). 同时, 大气颗粒物中细粒子的消光作用是灰霾现象的主要原因 (张远航, 2008), 大气细粒子所参与的复杂的光化学反应, 也是造成光化学烟雾污染的主要原因.

因此, 从科学研究的角度应该推荐具有前瞻性, 能够反映当前珠三角空气污染特征的 API 系统. 比如, 在现行 API 基础上添加 O_3 和 $PM_{2.5}$, 并使用较严格的污染物浓度限值. 远期还可以引入能见度和某些挥发性有机物等参数. O_3 可以选择最大小时值, 执行韩国 1h 浓度限值, 或者选择 8h 平均值, 执行美国 8h 浓度限值. 这主要是因为韩国评级系统使 O_3 -API 在低等级 (API 值为 0~50 和 API 值为 51~100) 之间的比例进行了重新分配, 而美国评级系统使 O_3 -API 在高等级 (API 值为 151~250) 有更好的体现. $PM_{2.5}$ 可以执行美国日均值标准.

从环境管理角度来说, API 系统的推荐要适合我国目前空气质量现状, 并具有实际操作的可行性. 目前, 我国 API 系统应该进一步完善分级描述的内容, 细化站点类型及增加 API 值发布频次. 同时, 在现行 API 基础上添加 O_3 , 并适当提高 O_3 和 PM_{10} 的浓度限值标准. 比如, O_3 可选择 8h 平均值, 执行美国 8h 浓度限值, 这是因为目前美国 API 评级系统下的 O_3 -API 和中国评级系统下的 O_3 -API 年均值相同, 而美国标准下的 API 在较高等级有较好的体现. 为了更好地反映环境质量状况, PM_{10} 的浓度限值可以采用比中国内地严格的韩国的标准, 而如美国的评级系统一样, 在中国的评级系统中加入 $PM_{2.5}$ 还不太现实. 因为我国目前经济发展还不平衡, 除了京津塘、长三角和珠三角几个经济发达地区外, 全国大部分地区还没有开展 $PM_{2.5}$ 的常规监测. 另外, 我国也没有制定 $PM_{2.5}$ 的环境质量标准 and API 浓度限值, 因此, 加严 PM_{10} 的现行标准和增加 $PM_{2.5}$ 分指数

可以分阶段考虑, 中间要有较长的过渡时期. 目前, 较紧迫的是逐步建立完善的大气环境质量标准体系, 采取提高 O_3 和 PM_{10} 的标准限值的方案, 待中国内地 $PM_{2.5}$ 常规监测网络和监测技术不断完善之后, 再增加 $PM_{2.5}$ 分指数.

5 结论 (Conclusions)

1) 目前, 我国 API 系统在分级描述、站点细化和发布频次等方面有待改进.

2) 从科学研究的角度来说, API 系统应该具有前瞻性, 可以在现行 API 基础上添加 O_3 和 $PM_{2.5}$, 使用较严格的污染物浓度限值. 远期还可以引入能见度和某些挥发性有机物等参数. O_3 选择最大小时值, 执行韩国 1h 浓度限值, 或者选择 8h 平均值, 执行美国 8h 浓度限值, $PM_{2.5}$ 执行美国日均值标准.

3) 从环境管理角度来说, API 系统要适合我国目前空气质量现状, 并具有实际操作意义. 可在现行 API 基础上添加 O_3 , 并适当提高 O_3 和 PM_{10} 的浓度限值. O_3 选择 8h 平均值, 执行美国 8h 浓度限值, PM_{10} 执行韩国的浓度限值. 提高 PM_{10} 的现行标准和增加 $PM_{2.5}$ 分指数要分阶段考虑, 中间需要较长的过渡时期. 目前, 较紧迫的是逐步建立完善的大气环境质量标准体系.

参考文献 (References):

- AirKorea, Korea. 2006. Air Quality Standards [OL]. 2006-09-26.
- AirKorea, Korea. 2006. Comprehensive Air Quality Index [OL]. 2006-09-26. <http://eng.airkorea.or.kr/>
- Bureau of Air Quality, Maine, USA. 2006. Air Quality Index (AQI) [OL]. http://www.state.me.us/dep/air/ozone/aqi_conversion_pm.htm
- 柴微涛, 宋述军, 宋学鸿. 2007. 成都市城区空气污染指数的时间序列分析 [J]. 成都理工大学学报 (自然科学版), 34(4): 485-488.
- Chai W T, Song S J, Song X H. 2007. Time series analysis of the air pollution index in Chengdu City [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science & Technology Edition), 34(4): 485-488 (in Chinese).
- Chan L Y, Kwok W S, Lee S C, et al. 2000. Spatial variation of mass concentration of roadside suspended particulate matter in metropolitan Hong Kong [J]. Atmospheric Environment, 35: 3167-3176.
- Chan L Y, Lau W L, Lee S C, et al. 2002. Commuter exposure to particulate matter in public transportation models in Hong Kong [J]. Atmospheric Environment, 36: 3363-3373.
- Emery J C. 2006. Report on Air Quality in the State of Maine 2006 [R]. Maine Department of Environmental Protection Bureau of Air Quality, Maine: 45-47.
- Environmental Protection Department, Hong Kong. 2007. Air Quality in

- Hong Kong 2007 [OL]. EPD/TR 01/08 <http://www.epd-asg.gov.hk>
- Florida Department of Environment Protection USA. 2006 Air Monitoring Report 2006[OL]. <http://www.dep.state.fl.us/air/flags/aqi.htm>
- Florida Department of Environment Protection USA. 2008. [OL] <http://www.dep.state.fl.us/air/flags/aqi.htm>
- 傅家谟. 2008 二次气溶胶对灰霾贡献大 [J]. 环境, (7): 28
- Fu J M. 2008 Secondary aerosols made great contributions to haze [J]. Environment (7): 28 (in Chinese)
- 广州市环保局. 2008 广州市 2007 年度环境质量通报 [OL]. 2008-04-29 <http://www.gzepb.gov.cn/zw/gk/hjgb/>
- Environmental Protection Bureau of Guangzhou 2008 Air quality report of Guangzhou in 2007[OL]. 2008-04-29, <http://www.gzepb.gov.cn/zw/gk/hjgb/> (in Chinese)
- 广东省环保局. 2007 广东省环境质量综合发布平台 [OL]. 2007-10-06 <http://www.gdeph.gov.cn/gsgg/200>
- Environmental Protection Bureau of Guangdong Province. 2007 Issuance of Guangdong Province Environmental quality [OL]. 2007-10-06, <http://www.gdeph.gov.cn/gsgg/200> (in Chinese)
- Lam G C K, Leung D Y C, Nieuwoudt M, *et al* 1999. Street level concentrations of nitrogen dioxide and suspended particulate matter in Hong Kong [J]. Atmospheric Environment 33: 1—11
- 世界卫生组织. 2006 世界卫生组织关于颗粒物、臭氧、二氧化氮和二氧化硫空气质量准则风险评估概要 (2005 年全球更新版) [R]. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02.1—20
- WHO. 2006. World Health Organization. Air quality guidelines for risk assessment of particulates, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide (Global version 2005) [R]. WHO/SDE/PHE/OEH/06.02.1—20 (in Chinese)
- 孙鸿良, 祁国伟. 1999 空气污染指数及其在杭州市空气质量周报中的运用 [J]. 环境污染与防治 (增刊), 20: 59—61
- Sun H L, Qi G W. 1999. Air Pollution Index and application in weekly air quality report of Hangzhou city [J]. Environmental Pollution and Control (supplement), 20: 59—61 (in Chinese)
- 唐孝炎. 1990 大气环境化学 [M]. 北京: 高等教育出版社, 25—26
- Tang X Y. 1990 Atmospheric Environmental Chemistry [M]. Beijing Higher Education Press 25—26 (in Chinese)
- 虞统. 2000 空气质量日报中的空气污染指数 [J]. 城市管理与科技, 2(1): 23—26
- Yu T. 2000 Air Pollution Index in daily quality report [J]. City Management or Science and Technology, 2(1): 23—26 (in Chinese)
- 张远航. 2008 大气复合污染是灰霾内因 [J]. 环境, (7): 32
- Zhang Y H. 2008 Air pollution complex is the internal factors of haze [J]. Environment (7): 32 (in Chinese)