

广州市街道交通高峰期 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 质量浓度的初步研究*

空气动力学直径小于 $10\mu\text{m}$ 的可吸入颗粒物 (PM_{10}), 尤其是粒径小于 $2.5\mu\text{m}$ 的细颗粒 ($\text{PM}_{2.5}$), 是大气光化学烟雾、酸沉降、极端气候事件发生的重要贡献者. 广州是可吸入颗粒物污染较为严重的城市, 目前, 已有许多关于广州市可吸入颗粒物的浓度水平及其化学组成的研究. 本文在广州市东山区一过街天桥采集样品, 研究交通高峰期 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 质量浓度的水平.

1 样品的采集

采样设备为在线直读式 DustTrak 8520 (TSI Inc. USA) 颗粒物浓度测定仪, 可以对粒径为 $0.1\text{--}10\mu\text{m}$ 的颗粒物在质量浓度为 $0.001\text{--}100\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 范围内进行在线直接测定, 两台仪器分别同时测定 $\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} . 测量频率为每 15s 读数 1次, 所有数据贮存在测定仪中并在返回实验室后在电脑上读出. 每次测量前对仪器进行校正. 采样时间为 2003 年 7月至 2004年 6月, 每周三或周四测定一次 (08:00—08:30) (下雨除外), 共获得 42组数据.

2 总体特征

$\text{PM}_{2.5}$ 和 PM_{10} 的平均质量浓度分别为 0.278 和 $0.345\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 变化范围分别为 $0.001\text{--}1.549\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 与 $0.040\text{--}1.946\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 相对标准偏差分别为 77%和 76%. 相对于在广州市的高空和其它地点测得的污染浓度, 广州市区街道 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 的浓度水平普遍较高, 同时也较其它城市污染严重 (如北京). $\text{PM}_{2.5}$ 与 PM_{10} 具有很好的相关性, 线性相关系数为 0.99, 说明它们可能来自相同的源. 由于是街道在线监测, 机动车尾气和地面扬尘是 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 的主要来源, 08:00—08:30为广州市的交通高峰期, 平均车流量达每小时 7014辆, 污染物排放量较大. 此外, 广州市区街道的显著特点是路面狭窄, 路口多, 高架桥纵横交错, 在近地面形成立体式的污染物排放, 加之高大密集的建筑群等产生的峡谷效应, 以及广州近地面小风和静风多的气象特点均不利于污染物的扩散, 污染物在近地面层容易产生累积效应, 加重了广州市区街道的空气污染.

3 季节变化

$\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 具有相似的时间变化趋势, 月平均浓度均在 12月出现最大值, 分别为 0.525 和 $0.627\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$; 在 7月出现最小值, 分别为 0.150 和 $0.186\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$; 1月 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 的浓度也出现较低水平, 分别为 0.178 和 $0.204\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 根据广州夏季长, 冬季短的气象特点, 四季分为春季 (2—3)、夏季 (4—9)、秋季 (10—11) 和冬季 (12—1). 广州市区街道 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 的浓度在冬春季污染最重, 秋季次之, 而夏季相对较轻, 与广州出现严重灰霾天气的时间相一致 (10月至次年 4月). 秋冬季节污染重与这些季节较干燥少雨有关. 春季 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 出现了较高的水平, 主要是因为春季常易出现雾的天气, 不利于污染物的扩散, 在街道产生累积. 在夏季, $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 的污染浓度出现较低值, 主要是广州位于亚热带季风气候带, 雨量主要集中在夏季, 台风频繁, 对污染物具有冲刷和扩散作用.

4 PM_{10} 与 API的比较

空气污染指数 (Air Pollution Index, API) 是一种反映和评价空气质量的方法, 就是将常规监测的几种空气污染物的浓度简化成为单一的概念性数值形式并分级表征空气质量状况与空气污染的程度, 然而, 环境监测点往往设置在离地面约 15m 以上的高度, API值计算依据污染物的平均浓度. 因此, 由于扩散、光化学消除、计算模式等诸多因素使得 API不能较好地反映污染较为严重的近地面环境 (如街道) 的空气质量状况. 本文中, PM_{10} 质量浓度与 API值具有相似的变化趋势, 线性相关系数为 0.87. 然而, 依据 $150>\text{API}\geq 100$ 为空气质量二级标准, 本文中 88%的空气质量为良或优, 而在街道实测的 PM_{10} 质量浓度中仅有 24%低于 $0.150\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 说明街道的空气污染比较严重, 但不能较好地被 API值所反映, 特别是发生突发污染事件时会给人们的生活和工作带来不便.

5 小结

广州市居民在早交通高峰期出行的人数占总量的 21.79%. 此研究显示广州市街道在交通高峰期的 $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 质量浓度水平较高, 平均浓度为 0.278 和 $0.345\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$, 变化范围较大, 对人群健康具有较大危害. $\text{PM}_{2.5}$ / PM_{10} 质量浓度的季节变化与广州亚热带季风气候有关, 均在 12月出现最高值, 7月出现最小值; 冬春季污染最为严重, 秋季次之, 夏季空气质量相对较好. API值显示 88%的研究时间里广州的空气质量为良或优, 但街道 PM_{10} 的质量浓度 76%超过 $0.150\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. 总体上, 街道 PM_{10} 质量浓度与 API值具有较好的线性相关性, 相关系数为 0.87. 此研究建议应加强街道的空气污染监测, 设立监测点作为 API的补充.

赵利容^{1,2} 王新明¹ 何秋生¹ 丁翔¹ 李龙凤¹ 王好¹ 供稿
(1 中国科学院广州地球化学研究所, 有机地球化学国家重点实验室, 广州, 510640 2 中国科学院研究生院, 北京, 100039)

2004年 10月 14日收稿.
* 广东省自然科学基金 (20003046) 资助.