

DOI 编码: 10. 3969/j. issn. 1006-6144. 2010. 03. 002

广州大气细粒子中有机碳、元素碳和水溶性有机碳的分布特征

黄虹^{* 1,2}, 曹军骥², 曾宝强³, 李顺诚⁴,
何建辉⁴, 邹长伟¹, 邹世春⁵, 李诗敏⁵

(1. 南昌大学环境与化学工程学院, 江西南昌 330031;

2. 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西西安 710075;

3. 香港教育学院, 香港; 4. 香港理工大学土木及结构工程系, 香港;

5. 中山大学化学与化学工程学院, 广东广州 510275)

摘要: 在广州市中山大学采样点进行了为期 1 年的大气细粒子($PM_{2.5}$)采样, 监测分析得到 $PM_{2.5}$ 及有机碳(OC)、元素碳(EC)和水溶性有机碳(WSOC)等组分的质量浓度, 并进行了比较和评价分析。结果表明广州市细粒子碳污染较严重。对 OC、EC 和 WSOC 质量浓度的月变化和季节变化特征进行了讨论, 并分析了原因。OC、EC 浓度相关性好, 表明 OC、EC 来源大部分相同。根据 OC/EC 比值, 估算二次有机碳(SOC)量, 结果是 SOC 占 OC 的 1/3。讨论了 SOC 和 SOC/OC 比值的季节分布, 结果证明 SOC 夏季生成比冬季多。

关键词: 大气细粒子; 有机碳; 元素碳; 水溶性有机碳

中图分类号: O659.32

文献标识码: A

文章编号: 1006-6144(2010)03-0255-06

气溶胶基本特性的研究中, 早期是采集总悬浮颗粒物(TSP), 到 20 世纪 80 年代初, 美国率先开始对可吸入颗粒物(PM_{10})的研究^[1]。近年来, 学者们进一步认识到气溶胶颗粒物中的细颗粒物对人类健康、能见度和气候的影响远比粗粒子大^[2-3], 因此, 对细粒子($PM_{2.5}$)的研究越来越得到人们的重视。

$PM_{2.5}$ 产生不利于健康、气候及能见度的影响, 源于它的化学组分及其特性。 $PM_{2.5}$ 的化学组分主要包括碳气溶胶、硫酸盐、硝酸盐、铵盐和矿物元素等^[4]。碳气溶胶主要包括有机碳(Organic Carbon, OC)和元素碳(Elemental Carbon, EC)。OC 来源于化石燃料燃烧直接排放的一次有机物和经过大气化学反应生成的二次有机物, EC 只存在于化石燃料或生物质不完全燃烧直接排放的一次气溶胶中, 均为判别大气污染来源的重要参数^[5]。

OC 主要代表气溶胶颗粒的有机物, 给人类健康带来巨大风险; EC 是黑色、高聚合、难被氧化的物质。环境空气中的 EC 并不是纯的元素碳, 有时还含有复杂的脂肪类, 酚类, 羧基等有机化合物, 危害人类健康^[6]。OC、EC 分别对太阳辐射产生负的和正的强迫作用, 是全球气候变化重要的影响因子^[5]。OC 又分为水溶性的 OC(WSOC)和非水溶性的 OC(WNIC)^[7]。近年来国内外有关 OC、EC 的研究明显增多, 然而有关 WSOC 的研究仍少见。WSOC 主要包括二元羧酸等, 主要存在于细粒子中^[8]。城市大气 $PM_{2.5}$ 中的 WSOC 主要来源于光化学反应形成的二次有机气溶胶, 研究 WSOC 浓度的变化情况对理解大气光化学反应过程等有重要意义。WSOC 中极性有机酸很容易被大气中的碱性粒子中和成盐, 形成凝结核, 使云的凝结核增多, 而增强云的反射, 对气候产生间接的影响^[8]。因此, 对 $PM_{2.5}$ 中 WSOC 浓度和特征等研究

收稿日期: 2009-06-15

修回日期: 2009-09-25

基金项目: 中科院黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金(No. SKLLQG 0808; No. SKLLQG0902); 香港裘槎基金

* 通讯作者: 黄虹, 女, 博士, 副教授; 研究方向为大气环境及环境规划与评价。

显得迫切和重要。本文对广州大气细粒子中的 OC、EC 和 WSOC 的分布特征进行了研究。

1 实验部分

1.1 样品采集

本研究于 2006 年 8 月 16 日~ 2007 年 8 月 9 日期间,每隔 6 d 采集一个 $PM_{2.5}$ 样品,每个样品采样时间为连续 24 h,共采集 52 个样本。采样点位于广州市新港西路中山大学一办公楼楼顶(离地约高 10 m)。采样器为配有 2.5 μm 切割头的大流量(113 L/min)采样器。滤膜为石英纤维滤膜。滤膜预处理方法是 800 $^{\circ}\text{C}$ 马弗炉内热处理 3 h,以除去滤膜上的有机物,避免采样正偏差。滤膜采样前后均用同样热预处理过的铝箔包好,并于 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰柜中保存。每季度采集一次空白样(采样泵不开,其余与正常采样一样)。样品分析结果为最终扣除空白样品的分析结果。

1.2 样品分析

1.2.1 称重 $PM_{2.5}$ 质量浓度分析采用称重法,仪器为灵敏度 1 μg 的电子天平。滤膜在稳定温度条件下(20~ 23 $^{\circ}\text{C}$)于硅胶干燥器内恒重 24 h 后称重。采样前、后均称重 3 次,取 3 次平均值。 $PM_{2.5}$ 的质量浓度等于采样滤膜与空白滤膜质量差(μg)与采样空气标态下体积(m^3)的商^[9]。

1.2.2 OC/EC 的分析方法 OC、EC 的质量浓度分析采用热分解光反射结合法(TOR),分析仪器为热光反射碳分析仪,热解升温采用 IMPROVE-A 方案^[10](样品在纯氮气环境中 4 阶段升温(140 $^{\circ}\text{C}$ 、280 $^{\circ}\text{C}$ 、480 $^{\circ}\text{C}$ 、580 $^{\circ}\text{C}$)热解有机碳物质,然后在 2% 氧气和 98% 氮气的环境中,3 阶段温度条件下(580 $^{\circ}\text{C}$ 、740 $^{\circ}\text{C}$ 、840 $^{\circ}\text{C}$)氧化元素碳。

从采样滤膜上截取 0.526 m^2 圆形滤膜用于 OC/EC 分析。分析基于 OC 和 EC 在不同的温度和气体环境中选择性氧化的原理:在纯氮气环境中,滤膜上 OC 在相对低温条件下(< 580 $^{\circ}\text{C}$)挥发,而 EC 不能在这个温度条件下被氧化或除去。挥发的 OC 在氧化剂 MnO_2 作用下转化为 CO_2 ; CO_2 在甲烷转化器(富氢且镍催化作用下)中被还原为 CH_4 ,氢火焰离子化检测器(FID)检测 CH_4 。

1.2.3 WSOC 的分析方法 WSOC 的分析采用先提取再用 TOC 分析仪分析的方法。截取 1/4 面积的采样滤膜置于具塞离心管中,移液管加入 10 mL 高纯水,加上盖。超声振荡 60 min 后,静置。冷藏 24 h。用洁净注射器抽取提取液,再用 0.45 μm 孔径针筒式滤膜过滤器滤掉不溶、悬浮颗粒,取 4 mL 滤后溶液用于 TOC 分析。TOC 分析结果折算成整个滤膜上 WSOC 的量,除以相应滤膜采样气量,得到采样日 $PM_{2.5}$ 中 WSOC 的质量浓度。本次实验,每十张滤膜做一次重复样分析,重复样分析偏差均小于 5%。

2 结果与讨论

2.1 $PM_{2.5}$ 及 OC、EC、WSOC 组分的质量浓度

经采样、分析,得到广州市 $PM_{2.5}$ 及 OC、EC、WSOC 的平均质量浓度(标态),统计结果见表 1。

表 1 $PM_{2.5}$ 和 OC、EC、WSOC 组分的质量浓度统计

Table 1 Statistical summary of $PM_{2.5}$ and OC, EC, WSOC species

	$PM_{2.5}$	OC	EC	OC/ $PM_{2.5}$	EC/ $PM_{2.5}$	WSOC	WSOC/OC
Annual average concentration($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	42.4	7.1	4.0	18.3%	10.2%	2.0	28.3%
Standard difference	± 19.6	± 3.3	± 2.5	$\pm 3.8\%$	$\pm 2.6\%$	± 1.2	$\pm 9.6\%$
Sample number	33*	52	52	33	33	52	52
Range of concentration($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	15.3~ 97.6	2.1~ 20.1	0.7~ 15.5	12.1%~ 28.8%	5.8%~ 15.8%	0.4~ 5.4	10.9%~ 54.1%
Rate of over-high NAAQS standard(%)	51.5%	-	-	-	-	-	-

* Numbers of loaded filter without breakage and effective for weight analysis, and analysis of species of particle in the filter was not affected by the breakage.

由表 1 可见,广州市 $PM_{2.5}$ 年均质量浓度为 42.4 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,超过美国(2006)国家环境空气质量标准(NAAQS)年均限值 15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。33 个有效的日均质量浓度值变化范围为 15.3~ 97.6 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,日均浓

度值与美国(2006) NAAQS 的日均浓度限值 $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 相比, 超标率为 51.5%。 $PM_{2.5}$ 中 OC、EC 的年平均质量浓度分别为 $7.1, 4.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 日平均浓度范围分别为 $2.1\sim 20.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 和 $0.7\sim 15.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 占 $PM_{2.5}$ 的比例为 $18.3\% \pm 3.8\%$ 和 $10.2\% \pm 2.6\%$ 。反映广州市 $PM_{2.5}$ 污染形势严峻, 其中 OC、EC 组分占 $PM_{2.5}$ 的比例最大分别可达到 28.8% 和 15.8%, 是 $PM_{2.5}$ 中主要的组分。同样由表 1, 广州市 $PM_{2.5}$ 中 WSOC 年均质量浓度为 $2.0 \pm 1.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, WSOC/OC 比值平均为 28.3%, 比值变化范围处在 10.9%~54.1% 区间。OC 中水溶性的组分比非水溶性的组分所占比例要少。

本次采样结果与文献记录的广州市及国内外其它部分城市的 OC/EC/WSOC 的研究结果比较见表 2。由表 2 可见, 本研究中广州混合采样点 OC、EC 及 WSOC 的值, 与 Ho 等^[8] 在香港同类型采样点的 OC、EC 结果相当, 但 WSOC 略小。分析 WSOC 更小的原因应该是在本研究采样过程中降雨频率高, 导致滤膜上水溶性有机碳物质被雨水冲刷掉一部分。本研究结果与 Feng 等^[11] 在广州、北京和上海市同类型采样点结果相比, 除上海 2003 年夏季采样结果比本研究中夏季采样结果小外, 广州本次采样结果中 OC、EC 和 WSOC 为最小。分析其原因有二: 一是样本的数量不同, 本次采样样本数量更多; 二是分析方法的不同, 本研究中 OC/EC 采用热光反射结合法(TOR, DRI, USA), 而文献[11]在广州、北京、上海的样本采用热光透射结合法(TOT, Sunset lab. Inc., USA)。本研究广州市 $PM_{2.5}$ 中 OC、EC 和 WSOC 的采样结果, 与国外城市(荷兰的阿姆斯特丹、西班牙的巴塞罗纳、比利时的根特)^[12] 相比, 均出现浓度更大的情况, 说明细粒子碳组分污染比国外这些城市更为严重。

表 2 本次广州 OC、EC 和 WSOC 质量浓度与其它研究结果的比较

Table 2 Comparison of OC, EC, WSOC in Guangzhou with that in other cities

City	Sampling site	Site type	Time	n	OC	EC	WSOC	WSOC/OC	OC/EC analysis	Reference
Guangzhou	Sun Yat-sen University	Mixing site	2006~ 2007 summer	13	6.0	3.5	0.8	0.11	TOR, DRI,	This study
			2006~ 2007 winter	13	8.5	4.8	2.4	0.28	USA	
			2006. 8~ 2007. 8	52	7.1	4.0	2.0	0.29		
HongKong	T su en Wan	Mixing site	2000~ 2001 summer	22	5.9	4.5	2.1	0.36	TOR, DRI,	Ho et al., 2006 ^[8]
			2000~ 2001 winter	22	8.8	4.8	3.4	0.39	USA	
			Annual Average	44	7.4	4.7	2.8	0.37		
Guangzhou	Tianhe	Mixing site	2003. 7(summer)	7	10.5	6.1	4.6	0.44	TOT, DRI,	Feng et al., 2006 ^[11]
			2002. 12(winter)	7	26.2	6.7	7.5	0.29	USA	
			Annual Average	14	18.4	6.4	6.1	0.36		
Beijing	Peking University	Mixing site	2002. 7(summer)	7	17.6	5.7	5.7	0.32	TOT, DRI,	Feng et al., 2006 ^[11]
			2002. 11(winter)	7	25.2	5.7	6.6	0.26	USA	
			Annual Average	14	21.4	5.7	6.2	0.29		
Shanghai	Fudan University	Mixing site	2003. 8(summer)	7	3.9	1.8	1.5	0.38	TOT, DRI,	Feng et al., 2006 ^[11]
			2002. 11(winter)	7	15.8	4	5.9	0.37	USA	
			Annual Average	14	9.9	2.9	3.7	0.38		
Amsterdam, Netherlands	Urban highway roadside	Urban highway roadside	2005. 7. 4~ 8. 2(summer)	30	3.9	1.9	1	0.26	TOT, Sunset Lab, USA	Viana et al., 2007 ^[12]
			2006. 1. 9~ 2. 16(winter)	30	6.7	1.7	1.9	0.28		
			Annual Average	60						
Barcelona, Spain	Urban roadside	Urban roadside	2004. 7. 27~ 8. 31(summer)	30	3.6	1.5	1.6	0.44	TOT, Sunset Lab, USA	Viana et al., 2007 ^[12]
			2004. 11. 16~ 12. 16(winter)	30	6.9	2.6	2.1	0.30		
			Annual Average	60						
Ghent, Belgium	Urban roadside	Urban roadside	2004. 6. 10~ 7. 16(summer)	30	2.7	0.8	1.0	0.37	TOT, Sunset Lab, USA	Viana et al., 2007 ^[12]
			2005. 1. 10~ 2. 14(winter)	30	5.4	1.2	2.3	0.43		
			Annual Average	60	-	-	-	-		

2.2 OC、EC、WSOC 质量浓度的月变化和季节变化

OC、EC 和 WSOC 的月变化情况见图 1。从图 1 知, OC 和 WSOC 的浓度年内月变化特征相似, 呈现“单峰型”, 2、3 月份时最小, 之后浓度慢慢增加, 10~ 12 月份达到最大, 之后慢慢减小, 到 3 月份最小。根据广州市气象统计数据, 采样期间 4~ 9 月为广州的雨季, 尤其是在 6~ 8 月, 降雨频率高, 降雨量大, 而 10~ 1 月份之间, 降雨频率和降雨量均很小。本研究中广州 $PM_{2.5}$ 中 OC、WSOC 浓度的月变化特征与广州市降雨分布特征相符合, 主要原因是 WSOC 是 $PM_{2.5}$ 的 OC 中溶于水的有机组分, 因此降雨对 $PM_{2.5}$ 及其 OC、WSOC 等组分均有较好的清除作用。图 1 中 EC 浓度的月分布则没有明显特征, 这与 EC 不易被雨水

冲刷的特征相符。

图2是OC、EC和WSOC浓度在不同季节的分布。由图2知,OC浓度的季节分布特征是冬季($8.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 秋季($7.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 春季($6.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 夏季($6.0 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$); EC浓度的季节分布同样也是冬季($4.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 秋季($4.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 春季($3.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 夏季($3.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), 而WSOC浓度的季节分布稍有不同, 为秋季($2.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 冬季($2.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 春季($1.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) > 夏季($0.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。这3个组分中, 在不同的季节, 浓度变异最大的是WSOC, 第二是OC, 最小是EC, 主要原因可归于降雨的影响差异。降雨对WSOC、OC和EC这3个组分的影响是从大到小, 秋、冬季降雨少, 而夏季最多, 春季其次。第二, 夏季空气对流强、风速大, 利于物质扩散稀释, 而秋、冬季的大气稳定、风速小, 不利于物质扩散稀释。第三, 夏季主导风向是南风, 冬季主导风向是北风, 北风时把内陆地区的污染物输移到广州地区, 而南风带来的是相对清洁的南海上空的空气。

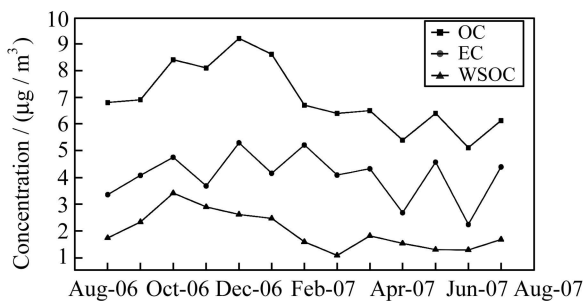


图1 OC、EC和WSOC的月变化
Fig. 1 Monthly distribution of OC, EC and WSOC

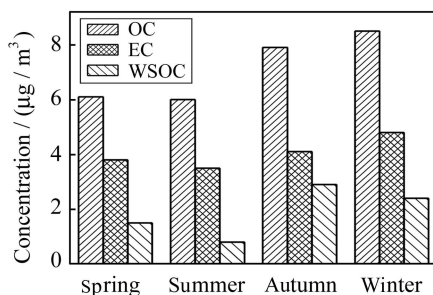


图2 OC、EC和WSOC的季节变化
Fig. 2 Seasonal distribution of OC, EC and WSOC

2.3 OC-EC相关性、二次气溶胶(SOC)和SOC/OC分布特征

EC主要来源于燃烧过程, 常被用来作为一次有机碳的示踪物。因此, 颗粒物中含碳物质的来源可以基于OC、EC质量浓度的相关性来进行判断。广州市本次采样的OC、EC质量浓度的相关关系见图3。OC、EC质量浓度的相关系数 $R^2 = 0.81 (P < 0.0001, n = 52)$, OC、EC质量浓度显著相关。这表明广州市 $PM_{2.5}$ 中OC、EC的来源大部分是相同的, 其中OC主要是一次有机碳。

OC/EC的浓度比值超过2时, 常被视为有二次有机碳(SOC)的生成。本次广州采样结果OC/EC的平均比值等于2, 可认为广州市 $PM_{2.5}$ 中存在SOC。

对SOC的贡献率进行定量描述, 可根据Turpin等及Castro等提出的经验公式^[9]:

$$SOC = OC_{tot} - EC^* (OC/EC)_{min} \quad (1)$$

式中, SOC为二次有机碳; OC_{tot} 为总有机碳; $(OC/EC)_{min}$ 为所观测到的OC/EC的最小值。

通过以上经验公式, 对SOC质量浓度的预测结果列于表3。本次监测中 $(OC/EC)_{min}$ 为1.2。从表3可知, 广州市 $PM_{2.5}$ 中SOC年平均质量浓度是 $2.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, 占对应OC质量浓度的34%。根据计算, 广州市 $PM_{2.5}$ 中SOC约占OC的1/3, 而一次有机碳量约占OC的2/3, 这一结果与上面OC/EC相关性得到的OC、EC来源基本相同、一次气溶胶占OC主要部分的结果相符。由表3, 比较SOC在不同季节的计算结果, 发现SOC和SOC/OC的值均为秋季 > 冬季 > 夏季 > 春季。一般来说, 夏季的太阳光辐射和温度比冬季大和高, 为SOC的光化学生成提供更为有利的条件, 单从这一方面看, 对SOC及SOC/OC来说, 应该是夏季 > 冬季。但是, SOC占OC很重要的一部分, 本文2.2节分析的3种影响OC和WSOC季节分布(秋、冬季 > 夏、春季)的原因同样对SOC起作用。结合OC、WSOC的分布特征和SOC、SOC/OC的季节分布特征进行分析, 对SOC的季节分布特征的结果可以有更好的理解。夏季SOC($1.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)比秋季该值($2.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)低50%, 比冬季该值($2.7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)低61.1%; 而夏季SOC/OC比值(32%)比秋季该比

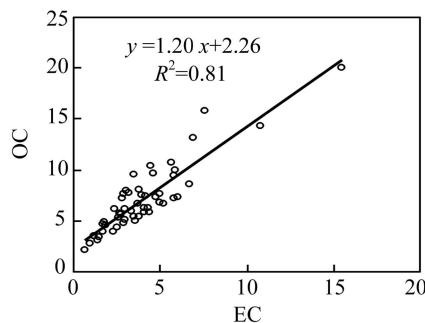


图3 OC/EC质量浓度相关关系
Fig. 3 Relationship between OC and EC

值(38%)低18.8%,比冬季该比值(35%)低9.4%。SOC和SOC/OC在不同季节趋势相同,但分布仍存在很大差异,说明SOC在越有利于光化学生成的夏季增加越多。

表3 OC/EC比值、SOC和SOC/OC比值情况

Table 3 OC/EC ratio, SOC and SOC/OC

Item	OC/EC	SOC($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	SOC/OC
Annual average	2.0	2.2	34%
Spring average	1.8	1.6	30%
Summer average	2.0	1.8	32%
Autumn average	2.0	2.9	38%
Winter average	2.0	2.7	35%

3 结论

经过持续一年在广州市中山大学的采样,并根据以上实验与结果分析讨论,可得到如下结论:

(1)广州市持续一年的采样结果得到 $PM_{2.5}$ 的年平均质量浓度为 $42.4\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,超过美国(2006)国家环境空气质量标准年均限值($15\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)的182.7%,污染严重; $PM_{2.5}$ 中OC、EC的年均质量浓度分别为7.1、 $4.0\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,占 $PM_{2.5}$ 的比例为 $18.3\%\pm 3.8\%$ 和 $10.2\%\pm 2.6\%$,是 $PM_{2.5}$ 中主要的组分; $PM_{2.5}$ 中WSOC年均质量浓度为 $2.0\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,WSOC/OC比值平均为28.3%。本研究广州市OC/EC/WSOC采样结果与文献纪录国内外城市相关研究相比发现,国内城市的细粒子碳污染比国外一些城市更为严重。

(2)OC、WSOC浓度月变化呈“单峰型”,2、3月份最小,10~12月份到最大,与降雨分布特征(4~9月为雨季)刚好相反,与OC、WSOC易被雨水清除相符;EC浓度无明显月分布特征,与EC不易被雨水冲刷相符。OC/EC/WSOC浓度的季节分布特征为秋冬季>春夏季,原因是秋、冬季降雨少、春夏季降雨多;夏季空气扩散条件好、秋冬季的大气环境不利扩散;夏季主导南风,冬季主导北风,北风易传输内陆污染物,而南风携带相对清洁的空气。

(3)广州市本次采样的OC、EC质量浓度显著相关, $PM_{2.5}$ 中OC、EC的来源大部分相同。根据计算,SOC年均浓度为 $2.2\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,SOC占OC的1/3,而一次有机碳量占OC的大部分(2/3),与OC/EC显著相关得到结果相符。SOC和SOC/OC值呈现秋季>冬季>夏季>春季的特征,分析发现SOC和SOC/OC在不同季节趋势相同,但分布仍存在很大差异,结果证明SOC在越有利于光化学生成的夏季更容易形成。

参考文献:

- [1] Prospero J M. Reviews of Geophysics and Space Physics[J], 1983, 21: 1607.
- [2] Heintzenberg J. Tellus[J], 1989, 41B, 149.
- [3] Viana M, Querol X, Alastuey A, Ballester F, Llop S, Esplugues A, Fernandez-Patier R, Garcia dos Santos S, Herce M D. Atmospheric Environment[J], 2008, 42: 1552.
- [4] Chow J C, Watson J G, Lowenthal D H, Solomon P A, Magliano K L, Ziman S D, Willard Richards L. Aerosol Science and Technology[J], 1993, 18: 105.
- [5] Andri s Gelenc s r. Carbonaceous[M]. Springer. 2004
- [6] ZOU Chang-wei(邹长伟), HUANG Hong(黄虹), CAO Jun-ji(曹军骥). Environmental Pollution & Control(环境污染与防治)[J], 2006, 28(4): 270.
- [7] Yu J Z, Yang H, Zhang H Y, Lau Alexis K H. Atmospheric Environment[J], 2004, 38: 1061.
- [8] Ho K F, Lee S C, Cao J J, Li Y S, Chow J C, Watson J G., Fung K. Atmospheric Chemistry and Physics[J], 2006, 6: 1.
- [9] HUANG Hong(黄虹), LEE Shun-cheng(李顺诚), CAO Jun-ji(曹军骥), ZOU Chang-wei(邹长伟), CHEN Xin-geng(陈新庚), FAN Shao-jia(范绍佳). Acta Scientiae Circumstantiae(环境科学学报)[J], 2005, 25(9): 1242.
- [10] Chow J C, Watson J G, Chen L W, Chang M C, Robinson N F, Trimble D and Kohl S. Journal of the Air & Waste Management Association[J], 2007, 57: 1014.
- [11] Feng J L, Hu M, Chan C K, Lau P S, Fang M, He L Y, Tang X Y. Atmospheric Environment[J], 2006, 40: 3983.

- [12] Viana M, Maenhaut W, ten Brink H M, Chi X, Weijers E, Querol X, Alastuey A, Mikuška P, Večerka Z. Atmospheric Environment[J], 2007, 41: 5972.

Characterization of Organic Carbon, Elemental Carbon and Water-Soluble Organic Carbon in $PM_{2.5}$ of Guangzhou City

HUANG Hong^{*1,2}, CAO Junji², TSANG Po-keung³, LI Shun-cheng⁴,
HE Jianhui⁴, ZOU Changwei¹, ZOU Shichun⁵, LI Shiming⁵

(1. School of Environmental and Chemical Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031;

2. State Key laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710075; 3. The HongKong Institute of Education, HongKong;

4. Department of Civil and Structural Engineering, The HongKong Polytechnic University, HongKong;

5. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275)

Abstract: Daily $PM_{2.5}$ samples were collected at Sun Yat-sen University in Guangzhou city, lasting 1 year. The loaded samples were weighted for $PM_{2.5}$ mass concentration, and analyzed for organic carbon (OC), elemental carbon (EC), and water-soluble organic carbon (WSOC). Monthly and seasonal distribution characters of $PM_{2.5}$ and OC, EC, WSOC were discussed and the results obtained in this study were compared with others, showing severe carbonaceous pollution in Guangzhou. OC-EC relationship was good, indicating most of sources of OC and EC was the same. Secondary organic carbons (SOC) were estimated based on OC/EC ratio. SOC contributed average 1/3 to OC in $PM_{2.5}$. SOC and SOC/OC ratio seasonal distributions were investigated, and the results demonstrated that SOC formed more in summer than in winter.

Keywords: $PM_{2.5}$; Organic carbon; Elemental carbon; Water-soluble organic carbon

“2010年全国有机质谱学术会议”征文通知

由中国分析测试协会主办、清华大学分析中心承办 2010 年全国有机质谱学术交流会定于 2010 年 11 月 4~9 日在广西南宁召开。会议将就质谱新技术、新方法及其在各领域的应用研究进行学术讨论。热忱邀请全国从事质谱工作的科技人员及相关企业与会交流。会议征文要求如下:

- (1) 论文格式: 参考《分析试验室》, A4 版面, 采用 Word2003 版本。
- (2) 论文全文不超过 4 页, 不少于 2 页(包括论文题目、内容、参考文献、英文题目和英文摘要)。
- (3) 论文经审稿录用后再通知作者, 按 100 元/页缴纳版面费。不交版面费或逾期交稿, 不予刊载。
- (4) 不参加会议交流的稿件恕不接受。

收稿截止日期为 2010 年 7 月 31 日(邮戳为准)。电子版或者打印稿件一式两份, 寄至: 北京朝阳区北三环东路 14 号北京化工研究院分析室 张颖收

邮编: 100013 电话: 010-59202133

E-mail: zhangy.bjhy@sinopec.com 或 ying_1111@sina.com

欢迎国内外分析仪器公司和厂商到会介绍和展出产品, 具体事宜请与会务组联系。

会议网站: <http://mr.chem.tsinghua.edu.cn/ms2010>

会务组联系人: 梁建华, 清华大学分析中心, 邮编: 100084; E-mail: liangjh@mail.tsinghua.edu.cn; 电话: 010-62771139。