

广州万顷沙大气中醛酮类化合物的污染特征与来源分析

胡平^{1,3}, 文晟^{1*}, 魏世龙^{1,3}, 刘永林^{1,3},

毕新慧¹, 盛国英^{1,2}, 傅家谟^{1,2}

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, 广东 广州 510640;

2. 上海大学环境与化学工程环境污染与健康研究所, 上海 200444; 3. 中国科学院研究生院, 北京 100049

摘要: 对广州万顷沙大气中的醛酮类化合物进行了检测。实验方法是应用醛酮类化合物和 2,4-二硝基苯肼 (DNPH) 迅速反应生成衍生物, 产物在高效液相色谱上检测。结果表明, 大气中可以检出 12 种醛酮类化合物, 其中丙酮质量浓度最高, 其次是甲醛、乙醛和丙醛。这 4 种化合物平均质量浓度分别是 22.07、9.99、7.80 和 1.20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ 。白天醛酮类化合物的质量浓度比夜晚的高。 $\rho_{(\text{甲醛})}/\rho_{(\text{乙醛})}$ 、 $\rho_{(\text{乙醛})}/\rho_{(\text{丙醛})}$ 的数值显示大气中醛酮类污染主要和人为来源有关。甲醛、乙醛、丙醛和丁醛的质量浓度具有良好的相关性。广州城区的污染物随风迁移到万顷沙, 使万顷沙也具有城市环境污染特征。

关键词: 醛酮类化合物; 风向; 大气; 万顷沙; 广州

中图分类号: X51

文献标识码: A

文章编号: 1674-5906 (2010) 06-1387-05

醛酮类化合物是大气中的主要污染物之一, 在大气光化学反应中扮演着重要的角色, 这类污染物不仅是一次污染物, 而且是二次污染物, 是光化学烟雾的主要成分。大气中醛酮类化合物一方面直接来源于汽车尾气、化工行业、建筑材料、家具等行业, 另一方面来源于大气中有机物的光化学反应^[1]。大多数挥发性的醛酮类化合物具有强烈的刺激性和毒性, 例如甲醛对人的眼睛、皮肤和呼吸道有强烈的刺激作用, 会导致头疼、恶心、疲劳等症状^[2], 对人体健康产生严重的危害, 已引起国内外广泛地关注。目前针对醛酮类污染物的测试方法和室内污染研究较多, 但对其在大气环境中的污染变化规律以及来源研究较为薄弱^[3]。广州近年来大气环境质量不断恶化, 醛酮类化合物对大气污染的形成起着十分显著的作用。大气醛酮类污染物的分布特征除受直接来源排放影响外, 还受时空迁移扩散条件的影响。为此本研究的目的是探讨广州万顷沙大气醛酮类化合物的污染特征, 并分析其来源和迁移扩散规律, 以为广州大气污染防治提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验材料与试剂

本实验所采用的试剂均为色谱纯。乙腈为德国 Meck 公司产品; 2,4-二硝基苯肼 (2,4-dinitrophenylhydrazine, DNPH) 购于美国 Fluka 公司; 实验用水为二次蒸馏后再经过 Milli-Q 过滤。采样管为 Sep-Pak Silica Gel cartridge (Waters, USA)。20

种醛酮-DNPH 衍生物标准品购于 Supelco 公司。

1.2 样品采集过程

采样管为 Sep-Pak Silica Gel cartridge (Waters, USA)。用 DNPH 涂布。涂布方法如下: DNPH 用乙腈结晶和清洗 3 次, 然后加入乙腈制成 DNPH 饱和储备液。取 60 mL DNPH 饱和储备液, 加入 500 mL 容量瓶中, 加 4 mL 正磷酸酸化, 用乙腈稀释到刻度, 摇匀, 即为 DNPH 涂渍液。每个硅胶小柱先用 10 mL 乙腈冲洗, 然后用 7 mL DNPH 溶液缓慢涂布。再用氮气将硅胶小柱缓慢吹干。吹干后的采样管用铝箔纸包好, 再包一层浸过 DNPH 溶液的滤纸, 放入密封袋封口, 置于冰箱中 4 $^{\circ}\text{C}$ 保存。

本实验采样点位于广州南沙万顷沙中学教学楼 7 层楼顶。万顷沙采样从 2008 年 11 月 25 日到 2008 年 12 月 1 日, 24 h 采样, 采样频率为每 4 h 采集一次, 连续采集 7 d。万顷沙在广州的最南端, 是广州、东莞和香港的郊区, 冬季处于广州的下风向。特殊的地理位置和气象条件对研究污染物的迁移扩散有比较重要的意义。

采样时将硅胶小柱接在真空泵 (Thomas, USA) 上, 为了防止臭氧与醛酮类化合物的衍生物发生反应, 在采样管前置一碘化钾管。每个样品采样流量为 0.8 $\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$, 采样前、后用流量计测定流速。采样结束后, 样品立即用铝箔纸和涂布了 DNPH 溶液的滤纸包好放入密封袋, 再放入 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存。

基金项目: 国家自然科学基金创新群体项目 (40821003); 中科院创新群体项目 (KZCX2-YW-403; SKLOG2009A03)

作者简介: 胡平 (1986 年生), 女, 硕士, 从事大气挥发性有机物来源与同位素分析的研究。E-mail: huping_cas@yahoo.cn

*责任作者: 文晟, 副研究员, 博士, 从事大气环境科学的研究。E-mail: wensheng@gig.ac.cn

收稿日期: 2010-04-23

1.3 样品分析

采集的样品和现场空白用 2 mL 乙腈冲洗至容量瓶中定容,再转移到细胞瓶,然后用 HPLC-UV 检测, HPLC 为 Hewlett-Packard Aglient 1100, 分析柱为 Aglient SB-C18 反相柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm)。检测波长为 360 nm。进样量为 10 μL。流动相为乙腈和水, 流量 1 mL·min⁻¹, 采用梯度洗脱。梯度如下: 60%~70%(体积分数)乙腈 20 min, 70%~100%乙腈 3 min, 100%乙腈 4 min, 100%~60%乙腈 8 min。

1.4 质量控制与质量保证

样品的质量浓度测定用已知质量浓度的混合标样在相同的色谱条件下分离, 以保留时间定性, 用峰面积外标法定量。实验中配置 7 个不同质量浓度的标样绘制 20 种醛酮化合物质量浓度-峰面积标准曲线, 线性回归系数均大于 0.999, 质量浓度范围是 0.1~20 ng·μL⁻¹, 涵盖了实际大气中醛酮类化合物的质量浓度范围。空白柱中除少量的甲醛和乙醛外没有其它的物质, 符合 EPA 空白标准。实验中用两根采样管串联采样, 检测采样管的吸附效率及穿透情况, 结果发现, 前管的采集效率达 97%以上, 后管中几乎未检测到目标化合物, 没有穿透效应。实验中有实验空白和现场空白。样品回收率为 95%以上。精确度小于 10%。样品分析均在 1 周内完成。

2 结果与讨论

2.1 醛酮类化合物的质量浓度特征

在广州万顷沙大气中检出的醛酮类化合物有 12 种, 它们是甲醛、乙醛、丙酮、丙醛、巴豆醛、丁醛、苯甲醛、环己酮、戊醛、辛醛、壬醛和癸醛。它们的质量浓度见表 1。醛酮类化合物总质量浓度为 45.69 μg·m⁻³。丙酮质量浓度最高, 其次是甲醛、

乙醛和丙醛, 平均质量浓度分别是 22.07、9.99、7.80 和 1.20 μg·m⁻³, 占大气中醛酮类化合物总量的百分比分别是 48.29、21.86、17.07 和 2.63%, 这 4 种化合物占了 89.9%, 其它 8 种化合物占 10.1%。本实验中万顷沙甲醛、乙醛和丙酮的质量浓度接近于广州城区的质量浓度^[4]。大气污染物的质量浓度受气象条件的影响(风向、温度、太阳辐射)。万顷沙是广州与东莞的交界郊区, 在采样期间, 采样点的风向如图 1 所示, 风向为北风, 万顷沙在广州、东莞的下风向, 这两地的污染物可以随风迁移到万顷沙, 使得万顷沙大气环境具有和城区大气相当的质量浓度特征。国外已有研究者观测到醛酮类化合物的污染不仅局限于城市大气环境, 还包括城区下风向区域的大气环境^[5]。要改善广州大气环境质量, 可以结合城市气象条件等, 合理布置工业布局, 以减少或避免由于工业布置不合理引起大气污染物往市区及其周围累计、迭加。

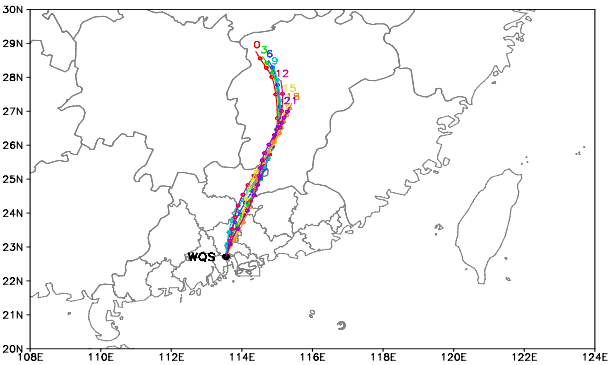


图 1 采样期间万顷沙的风向

Fig.1 Wind direction of Wanqingsha during sampling time

2.2 醛酮类化合物质量浓度的日变化特征

大气光化学反应是大气醛酮类化合物产生的

表 1 万顷沙醛酮类化合物的质量浓度

Table 1 Concentrations of carbonyl compounds in Wanqingsha Guangzhou during 25th of November to 1st of December

化合物	平均值加标准偏差(AM±SD)/(μg·m ⁻³)						平均质量浓度/(μg·m ⁻³)	含量比例/%
	08:00—12:00	12:00—16:00	16:00—20:00	20:00—00:00	00:00—04:00	04:00—8:00		
甲醛	13.75±3.49	15.24±7.72	9.54±2.97	8.63±3.03	6.58±2.48	6.19±2.23	9.99±5.16	21.86%
乙醛	11.09±4.27	11.09±5.89	6.99±1.72	6.92±1.99	5.52±3.36	5.18±3.00	7.80±4.21	17.07%
丙酮	21.26±11.58	22.27±8.63	23.09±16.04	29.88±17.55	19.37±11.11	16.52±16.79	22.07±13.78	48.29%
丙醛	1.72±0.84	1.70±0.97	1.12±0.35	1.23±0.47	0.71±0.57	0.74±0.48	1.20±0.73	2.63%
巴豆醛	2.25±0.27 ^c	2.46±0.08 ^c	1.01±0.39 ^c	2.29±1.22 ^c	2.53 ^b	1.00 ^b	0.47±0.92	1.02%
丁醛	1.28±0.83	1.83±0.69 ^e	0.95±0.39	0.51±0.22 ^e	0.71 ^b	0.52±0.30 ^d	0.73±0.72	1.61%
苯甲醛	1.32±0.19 ^e	1.68±0.40 ^d	1.16 ^b	ND ^a	ND	ND	—	0.60%
环己酮	5.14±1.47 ^f	4.41±1.24 ^e	2.46±1.76 ^e	2.66±1.05 ^e	3.56±0.93 ^f	4.00±0.94 ^f	2.87±2.03	6.29%
戊醛	ND	1.48 ^b	ND	ND	ND	ND	—	0.08%
辛醛	0.32±0.03	0.90±0.55 ^f	ND	0.6 ^b	ND	ND	—	0.30%
壬醛	ND	2.31±2.09 ^c	ND	ND	ND	ND	—	0.24%
癸醛	ND	0.13 ^b	ND	ND	ND	ND	—	0.01%
总和	54.25±19.74	58.61±24.77	44.26±18.09	49.97±20.66	35.19±13.52	31.85±22.43	45.69±21.68	

^a 未检出; ^b 只在一个样品中检出; ^c 只在两个样品中检出; ^d 只在三个样品中检出; ^e 只在四个样品中检出; ^f 只在五个样品中检出; ^g 在六个样品中检出

重要原因之一，而光辐射强度则直接影响光化学反应速率，因此，有必要研究不同光照辐射强度下醛酮类化合物质量浓度的日夜变化情况。本实验对白天和夜晚醛酮类化合物质量浓度的日夜变化进行了分析，见图 2。本实验中白天（08:00—20:00）的质量浓度比夜晚（20:00—08:00）的质量浓度要高。甲醛和乙醛等的质量浓度在 12:00—16:00 左右最高，因为此时太阳光辐射强度最高。甲醛和乙醛有着类似的日变化规律，这表明可能这两个化合物有着相似的形成和消除途径。丙酮的质量浓度在晚上 20:00—00:00 最高，这可能是由于丙酮有和其它化合物不同的生成或去除速率。每一种醛酮类化合物的来源及形成机理(如光化学反应生成速率、与自由基反应速率及光解速率)各不相同，因而导致它们有各自的变化规律^[5]。

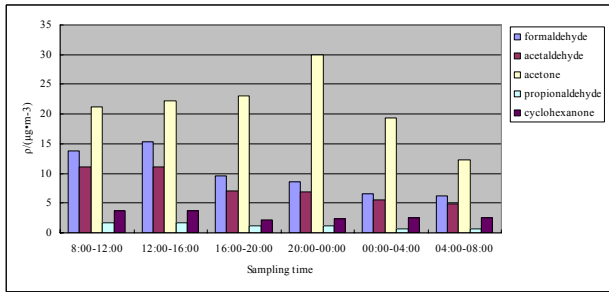


图 2 万顷沙大气中醛酮类化合物质量浓度日变化
Fig.2 Diurnal variation of carbonyl compounds concentrations
in Wanqingsha ambient air

每个采样时段，丙酮的质量浓度都是最高的，丙酮的生成速率和光解速率常数与甲醛等差别较大，且化学性质较稳定，在大气中存留时间也比甲醛、乙醛长。丙酮光解及于 OH 自由基反应的速率分别是 50 d 和 60 d，而甲醛、乙醛与 OH 自由基反应消耗的寿命是 1.5 h 到 1 d 左右^[6-7]，因此各种源释放的丙酮在大气中有一个累积效应，导致丙酮的质量浓度比甲醛、乙醛的高。广州、东莞周边地区有许多涂料、油漆等工厂，丙酮是这些工厂常用的工业溶剂，这些工厂的排放也是丙酮主要来源之一^[4]。可能是这两个因素导致了万顷沙丙酮的浓度高于其它化合物。

2.3 甲醛/乙醛、乙醛/丙醛的质量浓度比值

大气中甲醛/乙醛质量浓度比值和乙醛/丙醛质量浓度比值可以用来大致判断大气中醛酮类化合物的主要来源。大气中甲醛/乙醛质量浓度比值一般在 1~10 之间，由于自然排放的碳氢化合物光氧化生成的甲醛的产率高于乙醛，因此森林及偏远郊区大气中甲醛/乙醛质量浓度比为 10 左右，城市大气种因受人为来源影响甲醛/乙醛质量浓度比值一般

为 1~2^[7]。本实验中， $\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$ 的比值在 0.93~1.91 之间（表 2），平均值为 1.38，反映的是城市大气的一种特征，如前所述，万顷沙在广州的下风向，广州城区的污染物随风迁移到万顷沙，使得万顷沙大气环境具有城市大气污染的特征。晚上 $\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$ 的比值略大于白天的 $\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$ 的比值。夜晚甲醛和乙醛主要的去除途径是和 NO₃ 自由基反应、干沉降和湿沉降^[1]。甲醛、乙醛和 NO₃ 自由基反应的速率分别为 $3.2\times10^{-16} \text{ cm}^3 \text{ moles } \mu\text{L} \text{ e}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 和 $1.5\times10^{-16} \text{ cm}^3 \text{ moles } \mu\text{L} \text{ e}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ^[8]。乙醛在晚上的消耗的速率更快，这可能使得晚上 $\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$ 的比值略高于白天的比值。

表 2 $\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$ 和 $\rho_{(乙醛)}/\rho_{(丙醛)}$ 的数值
Table 2 Concentration ratios of $\rho_{(formaldehyde)}/\rho_{(acetaldehyde)}$
and $\rho_{(acetaldehyde)}/\rho_{(propionaldehyde)}$

比值	平均值加标准偏差(AM±SD)/(μg·m ⁻³)				
	白天 (08:00-20:00)	晚上 (20:00-08:00)	日夜	Min	Max
$\rho_{(甲醛)}/\rho_{(乙醛)}$	1.36±0.24	1.39±0.51	1.38±0.39	0.69	2.45
$\rho_{(乙醛)}/\rho_{(丙醛)}$	6.66±1.01	7.60±2.56	7.13±1.98	4.05	13.40

乙醛/丙醛的质量浓度比值可作为大气中醛酮类化合物人为污染的有效指标。一般人为丙醛只来源于人为源，而其它醛酮类化合物还有自然源。因此 $\rho_{(乙醛)}/\rho_{(丙醛)}$ 可以用来指示人为污染的存在。本实验中 $\rho_{(乙醛)}/\rho_{(丙醛)}$ 在 4.8~8.4 之间，平均值是 7.13，说明万顷沙大气中醛酮类化合物的主要来自于人为污染源。

2.4 醛酮类化合物的相关性及来源

大气种醛酮类化合物质量浓度之间的线性系数，可以用来判定它们是否有相同的源和汇。万顷沙大气中醛酮类化合物的质量浓度符合正态分布，用 SPSS13.0 进行相关性分析，化合物之间的皮尔森系数见表 3。甲醛、乙醛、丙醛和丁醛的质量浓度值显著相关（皮尔森相关系数在 0.76 到 0.95 之间），这比广州夏季大气中醛酮类化合物的相关性要好^[4]。在夏季除了汽车尾气排放外，光化学反应二次生成是醛酮类化合物的另一重要来源。而在冬季醛酮类化合物的主要来源是汽车尾气排放。广州的汽车保有量在逐年增加，大气环境受汽车尾气污染比较严重。万顷沙大气中甲醛、乙醛、丙醛和丁醛的质量浓度比值具有良好的相关性，说明这些醛酮类化合物之间可能有共同的来源，比如汽车尾气排放源。万顷沙大气中丙酮除与丙醛外，与其它化合物之间没有显著相关,这表明万顷沙大气中的丙酮可能有不同的来源途径，如上文所述的工业溶剂使用的排放。

表 3 醛酮类化合物 Pearson 相关系数

Table 3 Pearson correlation coefficients for carbonyl compounds

化合物	甲醛	乙醛	丙酮	丙醛	丁醛	环己酮
甲醛	1					
乙醛	0.89**	1				
丙酮	0.23	0.31*	1			
丙醛	0.84**	0.95**	0.51**	1		
丁醛	0.74**	0.76**	0.26	0.72**	1	1
环己酮	0.36*	0.32	0.12	0.27	0.41	1

** : Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); * : Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)。

2.5 万顷沙与国外郊区的对比

万顷沙郊区大气甲醛、乙醛和丙酮质量浓度与其它地区大气中的对比见表 4。本研究中万顷沙郊区大气的甲醛、乙醛和丙酮质量浓度分别为 8.14×10^{-9} 、 4.33×10^{-9} 和 9.30×10^{-9} 。2008 年万顷沙大气中丙酮的质量浓度比 2003 年广州郊区质量浓度高,说明这两年广州郊区大气中丙酮的污染在增加,这可能是受周边地区工业溶剂使用累计的影响。与其它国家郊区相比,万顷沙大气中甲醛、乙醛和丙酮质量浓度比亚洲其它郊区(日本)、欧洲郊区(挪威、芬兰、丹麦、德国、爱尔兰)和北美洲郊区(美国、加拿大)的质量浓度明显高很多,广州郊区大气醛酮类化合物质量浓度处于最高水平。

3 结论

(1) 广州万顷沙大气中可以检出 12 种醛酮类化合物,其中丙酮的质量浓度最高,其次是甲醛、乙醛和丙醛,这 4 种化合物占了醛酮类化合物总量的 89.9%。

(2) 甲醛/乙醛的质量浓度比值和乙醛/丙醛的质量浓度比值反映了万顷沙大气种醛酮的污染特

征是城市大气的污染特征。

(3) 冬季,万顷沙在广州、东莞的下风向,这两地城区的污染物可以随风迁移到万顷沙大气环境中。万顷沙大气中丙酮的污染在增加,这可能是受周边地区工业溶剂使用累计的影响。广州万顷沙大气中的甲醛、乙醛和丙酮的质量浓度明显高于国外郊区大气中的浓度。要改善广州大气环境质量,可以结合城市气象条件等,合理布置工业布局,以减少或避免由于工业布置不合理引起大气污染物迁移及其周围累计、迭加。

参考文献:

[1] CHRISTENSEN C S, SKOV H, NIELSEN T, et al. Temporal variation of carbonyl compound concentrations at a semi-rural site in Denmark[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34(2): 287-296.

[2] WHO (World Health Organization). 1987. Air Quality Guide-lines for Europe. WHO European Series No. 23, Copenhagen, Denmark.

[3] 谭培功,于彦彬,蒋海威,等.青岛市大气中醛酮类化合物的分析及浓度变化[J].中国环境科学,2002, 22(5):451-455.

TAN PeiGong, YU YanBing, JIANG HaiWei. et al. Analysis and concentration variability of carbonyl compounds in Qingdao atmosphere[J].China Enviromental Science,2002, 22(5):451-455.

[4] FENG Y L, WEN S, CHEN Y J, et al.Ambient levels of carbonyl compounds and their sources in Guangzhou, China[J]. atmosphericEn-vironment, 2005, 39(10): 1789-1800.

[5] POSSANZINI M, DIPALO V, PETIRCCA M, et al. Measurement of lower carbonyls in Rome ambient air [J].Atmospheric Environment, 1996, 30(22):3757-3764.

[6] ATKINSON R. Atmospheric chemistry of VOCs and NOx [J]. At-mospheric Environment, 2000, 34(12/14): 2063-2101.

[7] SHEPSON P B, HASTIE D R, SCHIFF H I, et al. Atmospheric con-centrations and temporal variations of C1-C3 carbonyl compounds at two rural sites in central Ontario[J]. Atmospheric Environment, 1991, 25(9):2001-2015.

[8] WAYNE R P, BAMES I, BIGGS P, et al. THE NITRATE RADI-

表 4 本文醛酮类化合物质量浓度与其它研究的对比

Table 4 Comparison of mean concentrations of carbonyl compounds with other studies

地点	采样时间	甲醛 ($\rho_{\text{甲醛}}/10^{-9}$)	乙醛 ($\rho_{\text{乙醛}}/10^{-9}$)	丙酮 ($\rho_{\text{丙酮}}/10^{-9}$)	参考文献
中国广州万顷沙郊区	2008.11~2008.12	8.14	4.33	9.30	本文
中国广州城区	2003.06~2003.12	9.85	5.23	10.91	[4]
中国广州郊区	2003.06~2003.09	9.80	4.05	5.06	[4]
中国香港城区	1997.10~2000.09	4.0	1.3	0.46	[9]
日本郊区(Annaka)	1998.06~2003.03	2.85			[10]
美国郊区(Whiteface Mountain)	1994.07	1.16	0.49	1.61	[11]
挪威郊区(Birkenes)	1993.03~1995.05	0.89	0.44	1.2	[12]
芬兰郊区(Hyytiala)	2003.03~2003.04	0.39	0.20	0.56	[13]
丹麦郊区(Lille Valby)	1995.05~1995.07	1.2	0.8	1.9	[1]
加拿大郊区(Ontario)	1988.07~1988.08	1.6	0.46	1.8	[7]
美国郊区(Langmuir)	1997.07~1997.08	2.3	1.0	1.2	[14]
美国郊区(Alabama)	1990.06~1990.07		1.3	4.2	[15]
德国郊区(Schauinsland)	1992.09	1.0	0.7	2.6	[16]
爱尔兰郊区(Mace Head)	1993.10~1995.04	0.4	0.2	0.4	[12]

- CAL-PHYSICS, CHEMISTRY, AND THE ATMOSPHERE [J]. Atmospheric Environment Part a-General Topics, 1991, 25(1): 1-203.
- [9] SIN D W M, WONG Y C, LOUIE P K K. Trend of ambient carbonyl compounds in the urban environment of Hong Kong[J]. Atmospheric Environment, 2001, 35(34): 5961-5969.
- [10] TAGO H, KIMURA H, KOZAWA K, et al. Formaldehyde concentrations in ambient air in urban and rural areas in Gunma Prefecture, Japan[J]. Water Air and Soil Pollution, 2005, 163(1/4): 269-280.
- [11] KHWAJA H A, NARANG A. Carbonyls and non-methane hydrocarbons at a rural mountain site in northeastern United States[J]. Chemosphere, 2008, 71(11): 2030-2043.
- [12] SOLBERG S, DYE C, SCHMIDBAUER N, et al. Carbonyls and non-methane hydrocarbons at rural European sites from the Mediterranean to the Arctic[J]. Journal of Atmospheric Chemistry, 1996, 25(1): 33-66.
- [13] HELLEN H, HAKOLA H, REISELL A, et al. Carbonyl compounds in boreal coniferous forest air in Hyytiala, Southern Finland[J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2004, 4: 1771-1780.
- [14] VILLANUEVA-FIERRO I, POPP C J, MARTIN R S, et al. Biogenic emissions and ambient concentrations of hydrocarbons, carbonyl compounds and organic acids from ponderosa pine and cottonwood trees at rural and forested sites in Central New Mexico[J]. Atmospheric Environment, 2004, 38(2): 249-260.
- [15] GOLDAN P D, KUSTER W C, FEHSENFELD F C, et al. Hydrocarbon measurements in the southeastern United States: The Rural Oxidants in the Southern Environment (ROSE) program 1990[J]. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 1995, 100(D12): 25945-25963.
- [16] SLEMR J W, JUNKERMANN W, VOLZ T A. Temporal variations in formaldehyde, acetaldehyde and acetone and budget of formaldehyde at a rural site in southern Germany[J]. Atmospheric Environment, 1996, 30(21): 3667-3676.

Character of carbonyl compounds and their source in Guangzhou Wanqingsha atmosphere

HU Ping^{1,3}, WEN Sheng^{1*}, WEI Shilong^{1,3}, LIU Yonglin^{1,3}, BI Xinhui¹, SHENG Guoying^{1,2}, FU Jiamo^{1,2}

1. State Key Laboratory of Organic Geochemistry//Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;

2. Institute of Environmental Pollution and Health, School of Environmental and Chemical Engineering, Shanghai University, Shanghai 200444, China;

3. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract: Carbonyl compounds were measured in Wanqingsha, Guangzhou. The measurements were based on the rapid reaction of carbonyl compounds with 2, 4-dinitrophenylhydrazine (DNPH), and their derivatives were detected by HPLC. 12 carbonyls were detected in samples. Acetone was the most abundant carbonyl, followed by formaldehyde, acetaldehyde and propionaldehyde. Concentrations of these four carbonyls were 22.07, 9.99, 7.80 and 1.20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, respectively. Concentrations of carbonyl in daytime were higher than that at night. Concentrations ratios of formaldehyde/acetaldehyde and acetaldehyde/propionaldehyde showed that anthropogenic sources were the main sources. Pearson correlations for formaldehyde, acetaldehyde, propionaldehyde and butyraldehyde showed they had similar sources. Wanqingsha was in the downwind of Guangzhou, the pollutants in urban atmosphere can transport to Wanqingsha.

Key words: carbonyls; wind direction; ambient air; Wanqingsha; Guangzhou