

广州夏季硫酸盐巨粒子的分布特征¹⁾

吴 兑 甘春铃 何应昌

(广州热带海洋气象研究所, 广州 510080)

提 要

作者分析了1987年8—9月在广州观测的硫酸盐巨粒子资料。主要结果是:(1)干直径大于 $2\mu\text{m}$ 的硫酸盐巨粒子平均浓度 $1.2\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$,平均含盐量 $3.0\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,其中干直径大于 $4\mu\text{m}$ 的特大粒子平均为 $0.6\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$,均低于南海西沙永兴岛的结果。(2)浓度谱是典型的准单调下降型幂函数递减谱,其谱型参数与永兴岛的结果甚为接近;质量谱在单对数坐标中为较为平直分布,表明各谱段粒子对含盐量均有贡献。(3)微量化学法的观测对象仅局限于干直径大于 $2\mu\text{m}$ 的结晶态盐粒子,而不能识别亚微米粒子,也不能识别沉积在非水溶性气溶胶凹槽中的盐类以及粘附在絮状气溶胶上的盐类。

关键词: 硫酸盐 巨粒子 谱分布

引 言

海盐核巨粒子是大气中形成云雾现象的基本条件之一,尤其在暖雨形成过程中它的作用十分重要,以往对吸湿性粒子的研究较多地偏重于 Cl^- 核的研究,但近年来通过对气溶胶中水溶性成分的研究发现,在吸湿性气溶胶粒子中,硫酸盐粒子也是一个重要的角色,有时其重要性并不亚于 Cl^- 核^[1],我们曾于1987年夏季在西沙永兴岛对硫酸盐巨粒子进行过观测^[2],就发现在海盐核巨粒子中存在相当数量的硫酸盐巨粒子。由于硫酸盐粒子在生态环境中的作用也日益引起人们的关心,例如硫酸盐粒子对雨水酸化的作用就是当前令人瞩目的研究课题。鉴于此,有必要了解华南大陆测点大气中硫酸盐巨粒子的分布情况,故我们于1987年8—9月在广州组织了一次采用微量化学法识别硫酸盐粒子的观测,本文介绍这部分研究结果。

1 观测方法与资料处理方法

观测点设在地处广州市区东部边缘地带的热带海洋气象研究所五楼平台上,约离地面25m高,观测期从8月12日—9月29日,每天08、14、20时取样观测,共观测到有效资

料117份。

使用三用滴谱仪^[3]收集大气中的气溶胶粒子,取样体积15.97升至67.25升,样品收集在涂有玫瑰红酸钡胶膜的取样片基上,硫酸盐粒子在其上沉降后吸湿扩散会发生褪色反应,其斑痕与 SO_4^{2-} 含量有一定关系^[2]。使用生物显微镜读数,放大450倍,观测的 SO_4^{2-} 干核下限为 $0.83\mu\text{m}$,这种斑在辨认上较为困难,边缘不清楚,对较大斑痕不同的人辨读会有正负1格的误差,相当于干核直径有正负0.7%—1.8%的误差。资料处理中采用Rang和Wong^[4]的圆孔窄缝仪器的气溶胶射流理论的实验撞击效率值进行了捕获订正,考虑了湿度不同引起粒子密度变化的影响,谱分布按 $1\mu\text{m}$ 等间隔进行了相对化处理,本文讨论对象均指干直径 $d \geq 2\mu\text{m}$ 的 SO_4^{2-} 巨粒子。

2 观测结果

我们曾于1987年5月在西沙永兴岛用同样方法观测过 SO_4^{2-} 巨粒子^[2],另外在这次观测中亦同时观测了 Cl^- 核^[5],为了讨论的方便,均列于表1(表中 N 指浓度,单位 $\text{个}\cdot\text{L}^{-1}$, d 指干核直径,单位 μm , c 为含盐量,单

1) 由国家气象局气象科学基金云物理项目资助,参加观测的还有毛伟康、关越坚、游积平、陈位超、刘传营。

位 $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)。从表中可以看到,广州夏季的 SO_4^{2-} 核浓度为平均 $1.2 \text{ 个} \cdot \text{L}^{-1}$, 比永兴岛的观测结果低, 浓度仅为永兴岛的 8%, 含盐量为 12.6%, 反映广州的粒径相对较粗些。结合图 1 我们注意到, 广州 SO_4^{2-} 巨核的浓度主要出现在 $0.1-10 \text{ 个} \cdot \text{L}^{-1}$ 间, 而永兴岛主要出现在 $1-100 \text{ 个} \cdot \text{L}^{-1}$ 间; 广州 SO_4^{2-} 巨核的最大干直径以 $\geq 30 \mu\text{m}$ 的最多, $0-10 \mu\text{m}$ 间也是一个集中出现区段, 不同于永兴岛集中出现在 $10-30 \mu\text{m}$ 间。这些现象说明, 海洋是 SO_4^{2-} 巨核的源地之一, 晶体形态的硫酸盐在海洋地域较之陆地环境中浓度高, 含量大。与同期观测的 Cl^- 核相比, 虽然广州硫酸盐巨核的浓度为 Cl^- 核的 $1/30$ 左右, 但含盐量反而是 Cl^- 核含盐量的 3.75 倍, 这主要是由于硫酸盐的粒子尺度较大所致。

表 1 广州与永兴岛的巨盐核观测结果

地点	次数	N	$N_{d>3\mu\text{m}}$	$N_{d\geq 4\mu\text{m}}$	N_{max}	d_{max}	c
SO_4^{2-} 广州	117	1.2	0.8	0.6	15.7	60	3.0
SO_4^{2-} 永兴岛	129	15.0	15.0	14.0	230.0	59	23.8
Cl^- 广州	98	31	10	3	253	25	0.8
Cl^- 永兴岛	113	618	232	118	8993	32	57.2

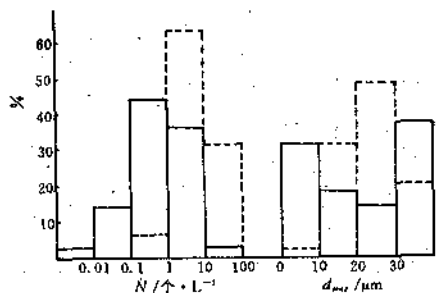


图 1 广州硫酸盐巨核浓度 N 与最大干直径 d_{max} 出现百分率
实线为广州, 虚线为永兴岛

图 2 给出了广州硫酸盐巨核的平均谱分布, 我们看到广州的浓度谱连续谱宽达 $51 \mu\text{m}$, 最大干直径为 $60 \mu\text{m}$, 较西沙永兴岛的宽些, 表现为准单调下降式的幂函数递减谱, 但在较大粒子段有多峰现象; 峰值直径在 $2 \mu\text{m}$ 处 (永兴岛峰值直径位于 $5 \mu\text{m}$ 处)。按文献 [2] 配置了硫酸盐的浓度谱分布曲线 ($2 \mu\text{m} \leq d \leq 51 \mu\text{m}$):

$$N(d) = 10^2 N_0 \cdot d^{-3.50} \quad (1)$$

式中 N_0 为总浓度, d 为巨盐核干直径, 负指

数 α 与谱型有关, 回归相关系数为 0.9549, 我们看到负指数 α 与西沙永兴岛硫酸盐核谱 $2 \mu\text{m} \leq d \leq 33 \mu\text{m}$ 谱段间的 -3.53 十分接近, 说明两者有一定关系。质量谱分布表现为在 $10^{-3}-10^{-1} \mu\text{m} \cdot \text{m}^{-3}$ 间窄幅振荡, 表明各谱段的粒子对含盐量的贡献均不能忽视, 较大粒子更为重要。这种分布与西沙永兴岛的分布差别较大, 后者存在明显的质量峰值直径 (位于 $9 \mu\text{m}$ 处), 且 $4-24 \mu\text{m}$ 的粒子对质量的贡献较为重要 [2]。

我们在分析华南从大陆到海岸、远海海岛的气溶胶中水溶性成分时发现, 陆地测站的 SO_4^{2-} 比海岸、远海岛屿的浓度要高得多 [2], 而我们这里出现了相反的情况。这主要是由于观测方法的不同造成的。微量化学法一般只能识别结晶态的盐类, 而对于附着在多孔状不可溶气溶胶粒子的凹槽中以及粘附在絮状气溶胶中的盐类则很难识别; 而我们做气溶胶水溶性成分时是将样品常温水淬取, 这样以上情况下的盐类均会被淬出。此外, 我们这里仅是讨论干直径大于 $2 \mu\text{m}$ 的巨粒子, 不包括较小粒子的情况。这样从我们的例子来看, 在大气中结晶态的硫酸盐类巨粒子是海洋环境比陆地环境中的浓度高, 其来源应主要是海浪飞沫, 与 Cl^- 核巨粒子的来源相似。而陆地源, 主要是人类活动污染源产生的硫酸盐类可能较多地附着于非水溶性气溶胶的凹槽中以及粘附在絮状气溶胶中 [6], 据我们观测到广州地区气溶胶中水溶性 SO_4^{2-} 的年平均浓度为 $27.4 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 8—9 月间其浓度在 $32.9-38.4 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 间, 水溶性 Cl^- 的年平均浓度为 $3.3 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 8—9 月间其浓度是 $3.6 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ 左右 [1], 本文所述结晶态 SO_4^{2-} 粒子含量仅占气溶胶中总水溶性 SO_4^{2-} 含量的 $1/10$ 左右, 结晶态 Cl^- 粒子含量仅占气溶胶中总水溶性 Cl^- 含量的 $1/4$ 左右。

3 小结

3.1 广州盛夏期大气硫酸盐巨粒子的平均

2) 吴兑等, 南海北部大气气溶胶水溶性成分谱分布特征, 待发表。

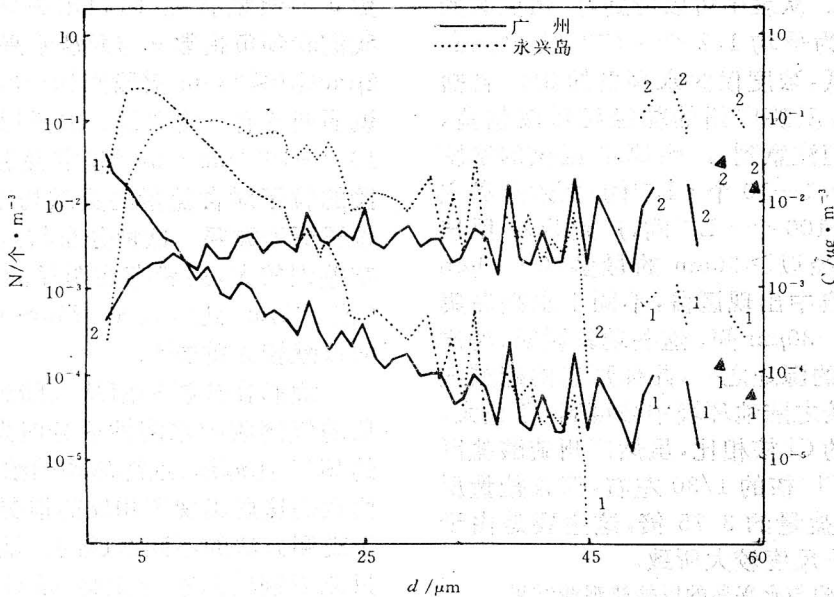


图2 广州硫酸盐巨核的平均谱分布(浓度谱 N , 质量谱 C)
实线为广州, 虚线为永兴岛

浓度为 $1.2 \text{ 个} \cdot \text{L}^{-1}$, 平均含盐量 $3 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$, 最大干直径 $60 \mu\text{m}$, 其浓度与含盐量均低于南海中部西沙永兴岛的观测结果。

3.2 硫酸盐巨粒子的谱分布为准单调下降的幂函数递减谱, 质量谱分布较为平直, 显示各谱段粒子对含盐量均有贡献。

3.3 微量化学法的观测对象是结晶态盐类的巨粒子, 对于沉积在非水溶性气溶胶凹槽中以及粘附在絮状气溶胶中的盐类无法识别, 此外, 这种方法仅能识别干直径 $> 2 \mu\text{m}$ 的巨粒子, 不能识别亚微米粒子。

参考文献

- 1 吴兑等. 广州大气气溶胶质量谱与水溶性成分谱分布的年变化特征. 气象学报. 1994, 52(4).
- 2 吴兑等. 西沙永兴岛西南季风期大气中 Cl^- 和 SO_4^- 核的分布特征. 热带气象, 1990, 6(4): 357—364.
- 3 张佑年等. 云雾观测的仪器和方法问题. 北京: 科学出版社. 1963, 2—15.
- 4 W. E. Rang and J. B. Wong. Inspection of dust and smoke particles on surface and body collectors. Ind. and Eng. Chem. 1952, 44(6): 1371—1381.
- 5 吴兑等. 广州盛夏期海盐核 (Cl^-) 巨粒子的分布特征. 大气科学, 1991, 15(5): 124—128.
- 6 毛节奏等. 芜湖冶炼厂大气尘的物理化学特征. 大气环境, 1988, 3(2): 3—6.

The Distribution Feature of Giant Particles of Sulfate in Guangzhou during Summer

Wu Dui Gan Chunling He Yingchang

(Guangzhou Institute of tropical and Oceanic Meteorology, 510080)

Abstract

The data of giant particles of sulfate observed in Guangzhou during August and September 1987 are analyzed. The main results are:

1) The average concentration of sulfate ion nuclei and the average salt content with which dried diameters are larger than $2 \mu\text{m}$ are 1.2 per litre in number and $3.0 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ respectively, and the special giant nuclei with which dried diameters are larger than $4 \mu\text{m}$ is 0.6 per litre in number. They are all much lower than the values observed in Yongxing (Xisha islands) in South China Sea.

2) The spectrum type of concentration shows a quasiunimodal and exponential lapse rate, in which the spectrum parameters are very close to that of the Yongxing island. The spectrum of mass shows a gentle distribution in single—logarithm—coordinate. Therefore all the results show that all size particles have contributed to salt content.

Key Word: sulfate giant particles size-distribution