

等天然水样中的 Cr(III), 获得较为满意的结果。

测定结果见表 1。

三、结 语

1. 反相流动注射化学发光分析方法具有灵敏度高、精密度好、分析速度快和节省试剂等优点, 是一种先进的现代仪器分析方法。

2. ABEI-H₂O₂-Cr(III) 发光体系测 Cr(III), 其分析方法的灵敏度高, 线性范围宽。当采用 EDTA 掩蔽剂时, 成功地用于天然水中痕量 Cr(III) 的测定, 是一种较为成熟的 Cr(III) 的分析方法。

3. 本方法仪器设备简单, 操作方便, 便于应用和推广, 在环境监测中具有重要应用价值。

参 考 文 献

- [1] Rios, J. R. A. et al., *Anal. Chem.*, **186**, 139 (1986).
- [2] Cox, A. G. et al., *Analyst*, **110**, 331(1985).
- [3] Midge M. R. and Fishman, N. J., *Atomic Absorption Newsletter*, **6**, 128(1980).
- [4] 李光浩, 于振安, 环境科学与技术, (2), 15(1990).
- [5] 郑朱粹, 王尊本, 分析化学, **12**(1), 10(1984).
- [6] 王沐沂等, 环境科学与技术, (2), 32(1986).
- [7] Donald, A. M. et al., *Anal. Chem.*, **51**, 2077 (1979).

(收稿日期 1990 年 4 月 11 日)

南京市下关电厂周围地区气溶胶粒径分布规律研究

梁保英 马 英

(能源部电力环保所)

摘要 利用车载 PC-2 型气溶胶粒度分析仪流动监测南京市下关电厂周围地区, 得到了电厂上、下风向不同的气溶胶粒径分布。通过比较分析, 阐述了该地区悬浮颗粒物粒度分布的变化规律及电厂的影响程度, 该方法快速、方便、准确, 获得了较为满意的结果。

关键词 气溶胶; 流动监测; 粒径分布

气溶胶是悬浮于气体介质中的固体或液体粒子系统。国内外的研究表明: 有毒物质 Pb、Mn、Cd、Cr、Ti、As、Ni 及致癌性多环芳烃(PAH)等化合物在大气悬浮颗粒物中的分布与其粒度有关。不同粒径的颗粒物进入人体呼吸系统的不同位置, 对人体造成程度不同的危害。南京下关电厂地处市区, 其排出物含大量烟尘, 测定该厂周围地区烟尘污染现状, 理清气溶胶粒度分布规律甚为必要。

一、监 测 方 法

1. 仪器工作原理

美国加利福尼亚测量仪器公司 (California Measurements, INC) 生产的 PC-2 型气

溶胶粒度分析仪由 10 级串联石英压电晶体冲击器、微处理机及自动打印装置组成, 测量传感器是石英压电晶体。由于石英晶体的双向性质, 在电路中它以自己的固有频率振荡, 引起回路以同样的频率振荡。气流进入喷嘴后加速, 由于粒子的惯性作用, 大的粒子动量大, 它将脱离气流流线而撞击在捕集板(晶体片)上, 达到分级采集粒子的目的。石英晶体上由于气溶胶的沉积将引起其固有频率的改变:

$$-\frac{\Delta f}{\Delta m} = \frac{f^2}{\rho_0 N A} = C = \text{质量灵敏度}$$

(Hz/μg)

式中, f ——晶体固有频率, 对 PC-2, $f =$

10MHz.

Δf ——由 Δm 引起的 f 变化.

Δm ——加在晶体上的质量.

ρ_0 ——石英晶体的密度(2.65g/cm³).

N ——AT 切割频率常数 (1.66MHz-mm).

A ——压电晶体面积.

对于 PC-2 型,

$$C = \frac{f^2}{\rho_0 N A} = \frac{(10^7)^2}{1.4 \times 10^5} = \frac{10^9}{1.4} \text{ (Hz/g)}$$

$$\Delta m = - \frac{\Delta f}{C} = -1.4 \times 10^{-9} \Delta f$$

PC-2 型中的双晶体(感应晶体和参考晶体)系统可以很好地消除由气流温度、湿度等引起的频率飘移,减小测量的随机误差.

2. 监测方法及范围

车载 PC-2 型气溶胶粒度分析仪,流动监测点如图 1 所示. 流动监测范围是以下关电厂为中心,上风向的监测在 8km 以内,下风向在 5km 以内. 监测点共二十多个,分布在鼓楼、玄武、下关、浦口四区之内. 下风向

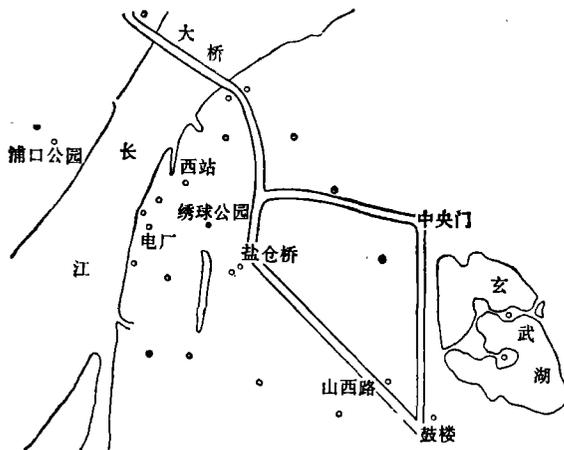


图 1 流动监测点示意图
主导风向 WS; 为监测点

主要监测电厂排放烟羽不同距离处烟尘的沉降量及粒径分布; 电厂上风向主要监测无电厂影响时其它污染源的影响程度. 监测时间是 1989 年 7 月 14 日到 7 月 19 日,此时正值

盛夏,气溶胶排放源相对减少,对摸清电厂的影响程度非常有利.

二、监测结果与分析

1. 监测数据概况

电厂下风向气溶胶瞬时浓度在 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —391 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,日平均在 130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —205 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,五日平均值是 167 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 电厂上风向气溶胶的瞬时浓度在 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,日平均在 59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间,五日平均值为 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 所测数据显示,上、下风向的浓度均在国家二级标准以内. 电厂下风向受电厂排放烟尘的影响使地面浓度增加,增加量在 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ —130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间的占总数的 90% 以上. 当然,上风向的测点由于受其它污染源的影响,瞬时浓度有时高于电厂下风向是正常的.

将上、下风向监测的瞬时浓度,时间间隔短的几组数据列于表 1 进行比较. 从表 1 可知,西站和绣球公园两点,西站浓度的增加量主要集中在第 3、4、5 三级上; 而江边点浓度的增加量主要集中在第 1、2、7 三级上,两点浓度的增量几乎相等,但增加的气溶胶浓度是由不同粒径的颗粒物影响所致,其原因很复杂(如气象因素、离源距离、其它污染源的影响等). 大桥、方家营、大兴码头等点浓度与上风向点的浓度之差均在 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右.

2. 粒度分布特征

测量数据分电厂上风向和下风向两组进行统计,有关的参数列于表 2、3 中,并绘制出分布曲线.

从图 2 可以看出,两组曲线均在 0.1 μm 处有一突出的峰值. 上风向的气溶胶粒度大于 0.2 μm 的分布状况基本上与日本东京千代田的相吻合,而下风向粒度大于 0.2 μm 的分布状况基本与北京市的假设控制线*相吻合. 下风向粒度分布在 0.2 μm —0.8 μm 处是一

* 假设控制线以日本东京千代田 1983 年 12 月的数据为基点,每个粒径段的质量浓度加 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

表 1 上、下风向浓度及粒径分布比较

地点	样品数	时间 (月、日、时分)	风向	总浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	粒度分布状况 (μm)									
					17-38	8.3-17	4.3-8.3	2.2-4.3	1.1-2.2	0.53-1.1	0.31-0.53	0.15-0.31	0.07-0.15	0.03-0.07
西站	2	7.14.15:20	烟羽下	191	11	21	21	53	31	19	9	9	14	4
绣球公园	2	7.14.15:25	上风	62	0	9	0	4	4	5	10	6	28	5
两点浓度差				129			21	49	27					
大兴码头	2	7.15.16:30	下风偏	119	14	17	3	11	21	4	15	12	16	6
二附院	2	7.15.16:00	上风	70	17	6	0	0	9	0	17	16	28	0
两点浓度差				49		11		11	12				-12	
大桥	2	7.16.10:00	烟羽下	146	5	32	0	13	18	13	0	18	37	9
玄武湖	2	7.16.13:10	上风	80	11	13	0	8	12	7	9	13	16	2
两点浓度差				66		19							21	
江边	2	7.17.9:50	烟羽下	198	29	34	0	31	26	19	44	9	6	7
大兴码头	2	7.17.9:15	上风	71	4	6	0	13	16	8	2	17	7	6
两点浓度差				127	25	28					42			
方家营	2	7.18.10:40	烟羽下	167	12	26	31	28	11	11	8	9	26	6
华宁饭店	2	7.18.11:40	上风	89	4	23	11	17	13	8	6	3	6	3
两点浓度差				77			20						20	

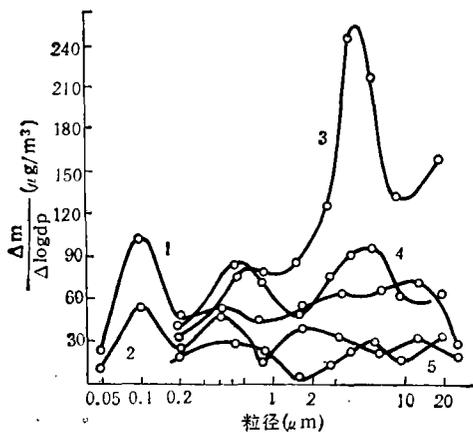


图 2 微分质量浓度粒度分布曲线
1. 电厂下风向 2. 电厂上风向 3. 北京石景山
4. 假设控制线 5. 日本东京千代田

一个平滑的曲线；而 $1.6\mu\text{m}$ — $12.5\mu\text{m}$ 处又是一个平滑的曲线，但比前一曲线高； $12.5\mu\text{m}$ 处又是一个峰，仅次于 $0.1\mu\text{m}$ 处的峰值。从曲线可以看出电厂对下风向气溶胶浓度的影响，主要集中在 D_{p50} 是 $0.1\mu\text{m}$ 、 $1.6\mu\text{m}$ 、 $3.2\mu\text{m}$ 、

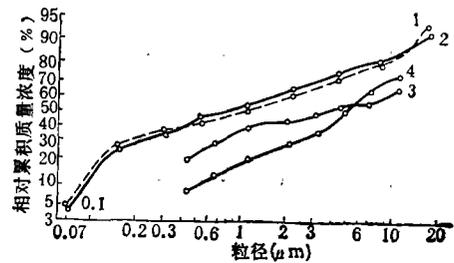


图 3 积分质量浓度曲线
1. 电厂下风向 2. 电厂上风向 3. 日本东京千代田 4. 北京石景山

$6.4\mu\text{m}$ 、 $12.5\mu\text{m}$ 的五级上。电厂下风向小于 $10\mu\text{m}$ 粒径的气溶胶浓度增加量，占浓度增加总量的 84%；小于 $17\mu\text{m}$ 的浓度增加量，占浓度增加总量的 95% 以上。可见，电厂主要排放小于 $17\mu\text{m}$ 的烟尘，而排放的大颗粒烟尘很少。

图 3 是在对数正态概率纸上，用累积质量浓度百分数对各级有效切割直径作图。曲线 1 是下关电厂下风向积分质量浓度分布，该曲线有两个直线段，一个在 $0.15\mu\text{m}$ — 1.1

表 2 电厂下风向粒度分布数据

样品数	级号	粒径范围 $D_p(\mu\text{m})$	质量浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	有效切割直径 (μm)	累积质量 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	累积质量 百分数 (%)	平均粒径 (μm) D_{p50}	$\frac{\Delta m}{\Delta \log dp}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
69	1	17—38	10.15	17	157.23	93.94	25	27
	2	8.3—17	21.13	8.3	136.10	81.31	12.5	70
	3	4.3—8.3	12.09	4.3	124.01	74.09	6.4	64
	4	2.2—4.3	18.00	2.2	106.01	63.33	3.2	63
	5	1.1—2.2	19.67	1.1	86.34	51.58	1.6	66
	6	0.53—1.1	13.32	0.53	73.02	43.63	0.8	43
	7	0.31—0.53	12.70	0.31	60.32	36.04	0.4	53
	8	0.15—0.31	16.73	0.15	43.59	26.04	0.2	48
	9	0.07—0.15	35.75	0.07	7.84	4.68	0.1	103
	10	0.03—0.07	7.84		0	0	0.05	23

表 3 电厂上风向粒度分布数据

样品数	级号	粒径范围 $D_p(\mu\text{m})$	质量浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	有效切割直径 (μm)	累积质量 浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	累积质量 百分数 (%)	平均粒径 (μm) D_{p50}	$\frac{\Delta m}{\Delta \log dp}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
102	1	17—38	6.56	17	83.79	92.74	25	18
	2	8.3—17	9.19	8.3	74.60	82.57	12.5	30
	3	4.3—8.3	5.63	4.3	68.97	76.34	6.4	21
	4	2.2—4.3	8.89	2.2	60.08	65.50	3.2	31
	5	1.1—2.2	11.08	1.1	49.00	54.23	1.6	37
	6	0.53—1.1	6.61	0.53	42.39	46.92	0.8	21
	7	0.31—0.53	11.35	0.31	31.04	34.35	0.4	48
	8	0.15—0.31	8.67	0.15	22.37	24.76	0.2	25
	9	0.07—0.15	18.33	0.07	4.04	4.47	0.1	53
	10	0.03—0.07	4.04		0	0	0.05	12

μm 之间,另一个在 $1.1\mu\text{m}$ — $8.3\mu\text{m}$ 之间。曲线 2 是下关电厂上风向粒度分布曲线,该曲线也有两个直线段,一个在 $0.15\mu\text{m}$ — $0.53\mu\text{m}$ 之间,另一个在 $1.1\mu\text{m}$ — $8.3\mu\text{m}$ 之间。从图 3 可以看出,南京市下关电厂上下风向的气溶胶粒度分布特征非常相似,两曲线基本吻合。南京市四城区气溶胶的浓度小粒子占的百分比高。小于 $10\mu\text{m}$ 的飘尘所占百分比明显高于北京石景山和日本东京千代田;小于 $2\mu\text{m}$ 的细粒子所占百分比是北京石景山的两倍多,是日本东京千代田的 1.5 倍多。但小于 $10\mu\text{m}$ 的绝对浓度,下关电厂下风向浓度比北京石景山区、宣武区和崇文区的浓度要低,而小于 $2\mu\text{m}$ 的细粒子浓度则高于北京上述三

地区。有关数据列于表 4。根据文献,北京城区夏季的可吸入颗粒物中值直径是 1.8 — $2.1\mu\text{m}$,采暖季中值直径是 1.1 — $1.8\mu\text{m}$,采暖期燃煤量大,生成的小颗粒多,使采暖期的中值直径趋向于变小。采样器采集粒子范围缩小,显然会使采集样品的中值直径变小。从表 4 可知,南京市中值直径比其它地区要小,此地区主要是小粒子污染。下关电厂下风向气溶胶浓度与巢湖、北京城区夏季的污染水平相当,而电厂上风向则比上述地区低 50% 左右。这主要是南京绿化程度高,空气湿润、植被复盖率高所致。

气溶胶粒子按其几何直径通常分为三个模态,粒径小于 $0.1\mu\text{m}$ 称爱根核,粒径在

表 4 不同地区质量浓度对比

地点	粒径范围 (μm)	平均浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	中值直径 (μm)	<10 μm		<2 μm		时间 (年·月)
				所占比重 (%)	浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	所占比重 (%)	浓度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
电厂下风向	0.03—38	167	1.0	83.8	140	66.0	110	1989.7
电厂上风向	0.03—38	90	0.9	84.6	76	69.0	62	1989.7
日本东京千代田	0.08—30	56	3.1	66.4	37	43.6	24	1983.3
北京石景山	0.08—30	274	4.1	68.0	186	28.6	78	1988.3
巢湖	0.03—38	172		82.6	142	74.4	128	1988.5
北京宣武区	<15	180	2.1	85.5	153	49.3	89	1984.7
北京崇文区	<15	180	2.1	84.4	152	46.6	84	1984.7
北京西城区	<15	130	1.8	86.9	113	50.3	65	1984.6

0.1—2 μm 的粒子称积聚态, 大于 2 μm 的粒子称粗粒子。从表 5 表明, 南京市在尘污染中起主导作用的是积聚态粒子, 与巢湖的污染特征相似, 只是粗粒子所占百分含量高于巢湖,

表 5 颗粒物模态含量分布(%)

模态 区域	爱根核	积聚态	粗粒子
电厂上风向	11.2	57.8	31.0
电厂下风向	12.5	53.5	34.0
巢湖	16.3	66.3	16.9

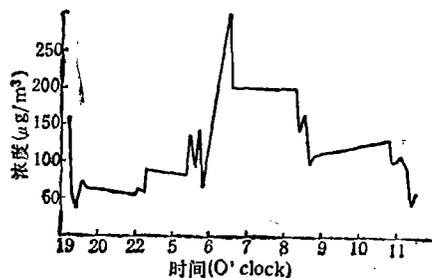


图 4 浦口定点监测浓度变化趋势

3. 定点监测

图 4 是浦口点用 PC-2 型气溶胶粒度分析仪在不同时间的定点监测结果。图 4 表明,

早晨 6—7 点有一明显的峰值, 这可能是在该段时间内, 人们已经开始活动, 而逆温又未破坏, 做饭及茶炉等排放的烟尘难以扩散出去, 造成该段时间内浓度偏高。8—9 点逆温层已经逐步消失或抬高, 由于湍流的搅动混合, 低层的烟尘逐步扩散开来, 使该段时间内的浓度呈逐步下降趋势。从图 4 中知浦口点的夜间浓度比白天低。

根据气象资料, 浦口点不处在电厂下风向位置, 6—7 点时, 该点的平均浓度已达 253 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 比夜间平均浓度高 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。可见, 居民煤炉排放对该点的气溶胶浓度影响比电厂要大。因此, 在提高电厂除尘效率的同时, 还应加强面源的管理与治理。

致谢 本文得到杨会谷高工的指导, 谨表谢意。

参 考 文 献

- [1] 丁国斌等, 大气环境, 4(2), 15(1989).
- [2] 洪伟雄等, 中国环境科学, 5(6), 51(1985).
- [3] Gad Shani et al., Atmospheric Environment, 13(10), 2223 (1986).
- [4] Howard S. P., Environmental Engineering, p. 514, Mc Graw-Hill Book Company, New York, 1985.

(收稿日期: 1990 年 3 月 1 日)

wastewater containing 1—25%(weight) acetic acid has been developed with electro dialysis. In pilot-plant-scale operation, after the wastewater passed through a 400×800 mm electro dialyzer equipped with 30—80 pairs of membrane modules, the concentration of recovered acetic acid reached 20%(weight), and only 0.02—0.05% of it remained in wastewater, which could be discharged or reused. Furthermore, the recovered acetic acid could be utilized to produce industrial-graded acetic acid by means of extraction and distillation.

Key Words: fuffural wastewater, membrane separation, recovery, electro dialysis.

Reclamation of Wax from the Waste Clay in Oil Refining by the Method of Liquid Membrane Emulsification. Zhu Xian (Shanghai University of Science and Technology); Zhu Zhi-ping (Taicang Petrochemical Engineering Institute, Shanghai); Zhu Bing-geng (Taicang Pigment Chemical Factory No. 2, Shanghai): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 49—51.

The process of recovering wax is as follows: The dilute alkaline solution reacts on the waste clay to weaken or destroy its surface energy, pore structure and activation so as to release wax fully. The surfactants produced from the reaction cause spontaneous emulsification to make wax transform water-phase with unstable liquid membrane. When water is diluted to it, the membrane will break and then wax is released. The rate of wax recovery reaches 90%.

Key Words: emulsification, liquid membrane, waste clay, wax, recovery.

Chemiluminescent Method for Determination of Chromium in Natural Water by Reversed Flow Injection Analysis. Li Guang-hao (Benxi Metallurgy Training School, Liaoning Province); Yu Zan-an (Dept. of Chemistry, Northeast China University of Technology, Shenyang): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(1), 1991, pp. 52—55

The determination of chromium in natural water by reversed flow injection technology combined with ABEI-H₂O₂-Cr(III) chemiluminescent system is reported in this paper. The detection limit of this method is 4.5×10⁻¹² g/ml for Cr(III), its linear range is in 1×10⁻¹⁰—8×10⁻⁶ g/ml, and the relative standard deviation is 1.1%. The sample throughput is 100 samples per hour.

Key Words: chromium, natural water, chemiluminescence, Reversed Flow Injection Analysis.

An Investigation on Aerosol Size Distribution around the Area of Xianguan Powerplant, Nan-

jing, Liang Bao-ying, Ma Ying (Environmental Protection Institute of Electrical Industry, Ministry of Energy, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 55—59.

The main intent of this work is to survey aerosol size distribution around the area of the powerplant with a vehicular instrument PC-2 Typed Aerosol Analyzer. The aerosol sizes downwind and upwind of stack plumes were monitored. The data obtained in comparison with those by other measurements, demonstrated the distributive variations of suspended particulate sizes in the air of the said area and the impact of the powerplant to a certain extent.

Key Words: powerplant, aerosol size distribution, plumes.

A Simple Method for Determination of Diluted Muple of Water Samples in Analysis of BOD₅. Yang Han (Environmental Monitoring Station of the Dongtinghu Lake, Yuanjiang, Hunan Province): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp.60—62.

Presented in this paper is a simple, speedy and reliable method for determining BOD₅ in water samples. After the values of COD_{Cr} have been determined, three proper diluted muples are calculated in accordance with the general formula for evaluating the coefficients of dilution:

$$C_n = \text{COD}_{Cr} / 6.5 \times 2^{n-1} \quad (n = 1, 2, 3)$$

Key Words: water sample, BOD₅, determination.

Application of Photosynthetic Bacteria (PSB) to the Treatment of Organic Wastewater. Liu Ru-lin (Department of Biology, Nankai University, Tianjin): *Chin. J. Environ. Sci.*, 12(2), 1991, pp. 63—67.

This paper reports the research on PSB in treating organic wastewater. Some heterotrophic bacteria decompose complex organic compounds into low molecular substances such as lower fatty acid, and then PSB utilize them. Some strains of *Rhodospirillaceae* have been found to utilize low molecular compounds and to multiple rapidly under the Conditions of light or dark, aeration or un-aeration. By means of the PSB, BOD₅ in sewage massively decreases from more than 10000 mg/L to less than 1000 mg/L. In addition, the bacteria protein can be used as by-product.

Key Words: photosynthetic bacteria, sewage, organic compound.

Photochemical Transformation of Pesticides and Its Environmental Implication. Wan Yi-