

参 考 文 献

[1] 美国工业导报, 20(1976).

[2] Thowas N. C. *Water Research*, 4, 343(1979).

[3] 胡舜慧, 植物生态学与地植物学丛刊, 5(3), 187 (1981).

北京郊区春季飘尘特征

陈 万 奎

(国家气象局人工影响天气研究所)

为了分析北京郊区春季飘尘特征, 我们于 1982 年 4 月 19、21、26、27、28 日在沙河机场附近进行了航空测定。前四天观测区域处于市区和东郊工业区的下风向, 属浑浊大气, 最后一天处于上风向, 又值雨后, 能见度极好, 属洁净大气。飞机飞行空域达 400 平方公里, 本文引用资料的测量空域约为 160 平方公里。主要测量仪器为机载前向散射粒子谱仪。

观 测 结 果

1. 飘尘浓度随高度的分布

各层飘尘平均浓度列于表 1。从表 1 看出, 飘尘浓度不是随高度的增加而单调下降, 在近地层浓度随高度增加而增加, 到一定高度后再明显下降, 飘尘平均浓度最大值在 400—1000 米层。各个观测日最大浓度层出现高度因逆温层顶高度不同而异, 如 4 月 21 日, 逆温层顶高, 最大浓度层出现高度亦高, 但上述平均分布形式仍是相似的。

本文测得的 0—400 米层平均浓度与朱文琴等人^[1]在北京北郊德胜门外观测铁塔测得的平均飘尘浓度($0.5 \leq D \leq 8$ 微米) $\bar{N} = 33.7$ 个/厘米³ 是接近的, 测量时能见度在 10 公里以下。

2. 飘尘粒子浓度的分布

各段大小间隔飘尘粒子浓度列于表 2。从表 2 看出, 0—400 米层, 400—1000 米层

表 1 低空飘尘($0.5 \leq D \leq 8$ 微米)平均浓度

观测时间	高度 (米)			
	0—400	400—1000	1000—1500	1500—3000
19日14时	19.4	21.0	18.0	5.8
21日13时	20.2	32.1	63.4	9.8
26日14时	72.1*	114.4	6.4	3.9
27日8时	32.5	35.2	7.6	7.0
平均浓度	36.0	50.7	23.9	6.6
浓度标准差	24.8	42.9	26.9	2.5
浓度极端值比 (最大平均浓度) 最小平均浓度)	3.7	5.4	9.9	2.5

* 72.1 是按 0—400、400—1000 米层中浓度比值最小值 0.63 推算得出的。

都是 0.5—2 微米粒子浓度最高。

飘尘粒子大小谱分布密度若按 Junge 幂指数形式 $dN/d \log D = C \cdot D^{-\alpha}$ 来拟合, $0.5 \leq D \leq 2$ 微米段拟合较好, 其结果列于表 3。

从表 3 可看出, 同一观测日低空飘尘谱参数 α 变化不大。这说明飘尘来自相同气溶胶源, 被乱流混合得比较均匀。

3. 飘尘质量分布

飘尘质量 M 是按关系

$$M = \frac{\pi}{6} \sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i^3 \rho$$

计算的。式中, D_i 为等效球形粒子直径 (对应折射率为 1.33), $N_i(D_i)$ 是大小为 D_i 的飘

表 2 各段大小间隔浓度

观测时间	高度层 粒子浓度 (个/厘米 ³)	0—400 米层			400—1000 米层		
		$0.5 \leq D \leq 2$ 微米	$2 < D \leq 5.5$ 微米	$5.5 < D \leq 8$ 微米	$0.5 \leq D \leq 2$ 微米	$2 < D \leq 5.5$ 微米	$5.5 < D \leq 8$ 微米
19日14时		17.38	1.73	0.29	18.33	2.32	0.33
21日13时		19.17	0.85	0.16	30.91	1.16	0.13
26日14时		71.30	0.69	0.12	113.18	1.09	0.19
27日8时		31.95	0.50	0.06	34.53	0.60	0.12
28日14时		1.02	0.30	0.04	1.33	0.33	0.05

表 3 0.5—2 微米大小粒子谱密度参数

观测时间	谱密度 参数 观测高度	0—400 米		400—1000 米		1000—1500 米	
		c	α	c	α	c	α
19日14时		2.07	2.00	2.76	1.90	2.46	1.90
21日13时		1.15	2.60	2.08	2.60	5.96	2.10
26日14时				26.18	1.60	1.15	1.70
27日8时		1.82	2.60	2.61	2.50	0.71	2.30
28日14时		0.41	1.00	0.48	1.20	0.50	0.90

表 4 飘尘质量的分布

观测时间	质量M (微克/米 ³) 观测高度	0—400 米	400—1000 米	1000—1500 米
19日14时		237.5	280.0	206.0
21日13时		106.5	140.8	190.0
26日14时		188.2	249.0	71.3
27日8时		77.0	96.3	41.0
28日14时		35.2	39.3	22.5
质量平均值 $\bar{M}$		128.9	161.1	106.2
质量标准差 S_M		82.6	101.6	85.8
质量极端值比 $\left(\frac{\text{质量最大值}}{\text{质量最小值}}\right)$		6.7	7.1	9.1

尘粒子的浓度, ρ 为飘尘粒子密度, 平均取作 2.5 克/厘米³[2]。计算结果列于表 4、5。

从表 4、5 看出: 飘尘质量随高度的变化和浓度的高度分布相似, 质量分布中以 4—8 微米段粒子占优势。

表 4、5 中计算的飘尘粒子质量(0—400 米层)和汪安璞等[3]在怀柔水库(离市区中心北约 50 公里)测得的飘尘质量平均值 138 微克/米³接近。比王明星等[4]在北京德胜门外(离市区中心北约 10 公里)测得的尘暴质量(0.5—8 微米段)339.4 微克/米³低得多(仅为

0.38 倍)。若和西北气流控制时飘尘质量相比, 尘暴质量高出 9.7 倍, 即尘暴发生时, 不仅有很多大粒子被搅起进入大气中, 0.5—8 微米粒子也被大量卷入大气中, 特别是 2—4 微米段粒子质量, 尘暴比浑浊大气高出 8.6 倍, 比洁净大气高出 25.2 倍。0—400 米层各段大小的飘尘质量与[4]对应值列于表 6。

4. 地面能见度与飘尘几何切面积的关系

低空飘尘使低空能见度变坏, 影响飞机起飞和降落。飘尘削弱可见光的强度与其几何切面积

表 5 不同大小飘尘粒子质量分布

粒子质量 (微克/米 ³) 观测时间	观测高度	0—400 米			400—1000 米		
		0.5≤D≤2 微米	2<D≤4 微米	4<D≤8 微米	0.5≤D≤2 微米	2<D≤4 微米	4<D≤8 微米
19日14时		18.0	38.5	181.3	19.5	55.0	205.5
21日13时		17.5	22.3	66.8	28.0	28.8	84.0
26日14时		108.0	18.3	61.8	143.0	24.3	82.0
27日8时		28.0	12.3	36.8	31.8	15.3	49.3
28日14时		1.5	7.8	26.0	2.0	8.3	29.0
质量极端值比(质量最大值 质量最小值)		72.0	5.0	7.0	71.5	6.6	7.1

表 6 0—400 米层飘尘质量

观测日期	观测高度 (米)	0.5≤D≤2 微米		2<D≤4 微米		4<D≤8 微米	
		飘尘质量 (微克/米 ³)	与 0.5—8 微 米质量比(%)	飘尘质量 (微克/米 ³)	与 0.5—8 微 米质量比(%)	飘尘质量 (微克/米 ³)	与 0.5—8 微 米质量比(%)
19、21、26、27日 质量平均	0—400	42.9	29.4	22.8	15.6	86.6	54.8
28日质量	0—400	1.5	4.5	7.8	21.8	26.0	73.7
文献[4]	铁塔(0—280)	18.4	5.4	197.0	57.5	124.0	37.1

$$\bar{S} = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i^2$$

有关,图1给出了观测区域地面能见度 VV 与 0—400 米层

$$\sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i^2, \quad \sum_{i=1}^3 N_i(D_i) D_i^2$$

和

$$\sum_{i=4}^7 N_i(D_i) D_i^2$$

的关系,即与 0.5—8、0.5—2、2.5—4 微米粒子几何切面积的 $\frac{4}{\pi}$ 倍的关系。从图 1 可看出,地面能见度与粒子几何切面积有明显的负相关关系。在浑浊大气中,平均而言,0.5—2 和 2—4、4—8 微米粒子的几何切面积

$$\bar{S}_1 = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^3 N_i(D_i) D_i^2,$$

$$\bar{S}_2 = \frac{\pi}{4} \sum_{i=4}^7 N_i(D_i) D_i^2,$$

$$\bar{S}_3 = \frac{\pi}{4} \sum_{i=8}^{15} N_i(D_i) D_i^2$$

各为 15.4、3.02、6.29 微米²/厘米³,各占总几

何切面积

$$\bar{S} = \frac{\pi}{4} \sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i^2$$

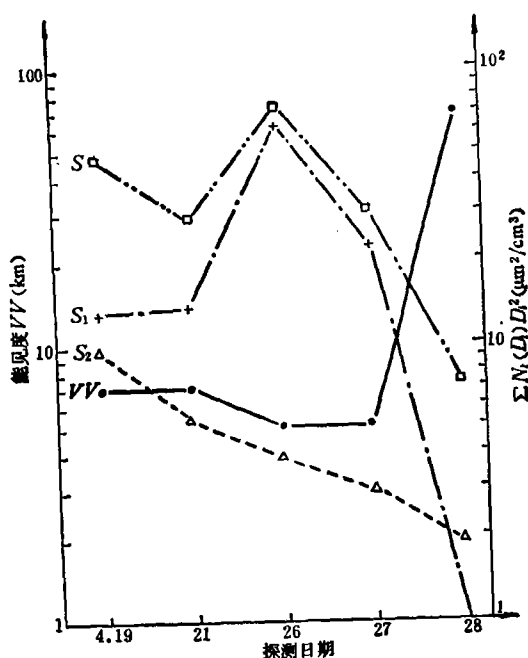
的 62.3%、12.2%、25.4%,即 0.5—2 微米的粒子几何切面积所占比例最大,对能见度影响也最大,次为 4—8 微米,再次为 2—4 微米的粒子。

5. 相对湿度与算术平均直径的关系

观测表明,相对湿度是影响飘尘浓度的一个重要因子,相对湿度增大时,小于 0.5 微米飘尘有可能长大到 0.5 微米以上,而被仪器检测,使 0.5—8 微米粒子的浓度增加。但是粒子浓度增加并不一定使粒子算术平均直径

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^{15} N_i(D_i) D_i}{\sum_{i=1}^{15} N_i(D_i)}$$

增大。本文观测结果为:相对湿度增加, D_1 减小(见图 2、3)。这就表明,即使在晴天,因相对湿度增加,仍有可能使 0.5 微米以下粒子长大到 0.5 微米以上,使 0.5—1.5 微米粒子比重增大,以致造成 D_1 减小。而当观测区域处于城市和东郊工业区上风向,受西北气流控

图1 0—400 米层能见度与 $\sum N_i(D_i)D_i^2$ 的关系

$$S = \sum_{i=1}^{15} N_i(D_i)D_i^2, \quad S_1 = \sum_{i=1}^3 N_i(D_i)D_i^2,$$

$$S_2 = \sum_{i=4}^7 N_i(D_i)D_i^2$$

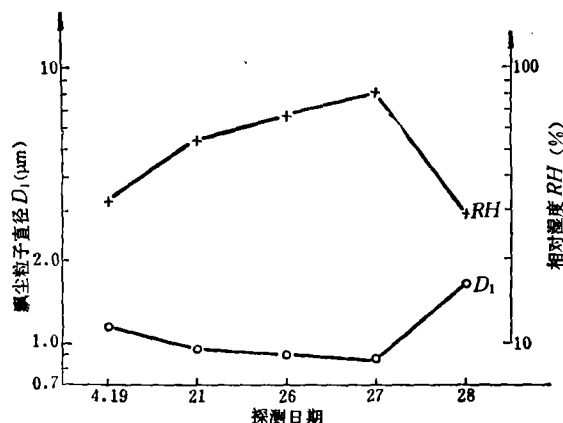


图2 0—400 米层相对湿度与算术平均直径的关系

制时,相对湿度低,即使气流中有 0.5 微米以下粒子也长不大,因而 0.5—1.5 微米粒子浓度占总浓度的百分比比浑浊大气低,算术平均直径反而大。如 4 月 28 日,0—400 米层的相对湿度小于 30%(最低),但算术平均直径

最大,为 1.67 微米。而 4 月 27 日,在 0—400 米层中,相对湿度为 80—82%(最高),但算术平均直径最小,为 0.83 微米。

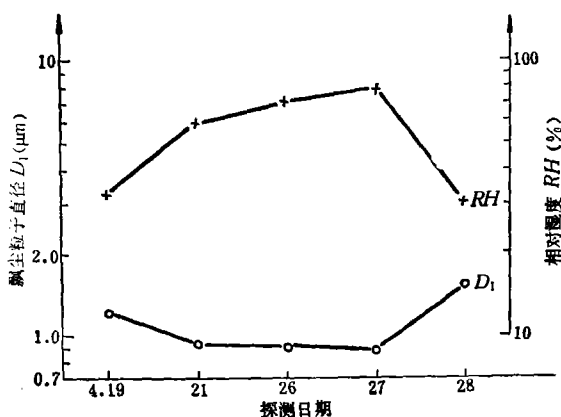


图3 400—1000 米层相对湿度与算术平均直径的关系

小 结

1. 沙河地区不受城市和东郊工业区影响时,天气晴朗,能见度极好。当处于城市和东郊工业区下风向而受其影响时,低层大气浑浊,能见度变坏,飘尘浓度明显增加,最大可达 114.4 个/厘米³。

2. 当受城市和工业区影响时,0.5—2 微米粒子的浓度增加最多。低层风速小,相对湿度大,粒子浓度增加越显著。这种大小的粒子是造成大气浑浊、能见度变坏的一个重要因子。

3. 当受城市和工业区影响时,低空飘尘浓度不是随高度增加而单调下降,而是在低层随高度增加而增大,到一定高度后再明显减小。平均而言,最大浓度层在 400—1000 米。质量的高度分布与浓度的高度分布相似。

参 考 文 献

- [1] 朱文琴,大气科学,6(2),217(1982).
- [2] Patterson, E. M., Gillette, D. A., Atmos. Environ., 11(2), 193(1977).
- [3] 汪安璞等,环境科学学报,1(3),22(1981).
- [4] 王明星等,科学通报,27(7),419(1982).