

# 京郊悬浮微粒的干沉积速度的测定

陈 泮 勤

(中国科学院大气物理研究所)

## 提 要

本文根据北京市北郊的悬浮微粒及风和温度的同时观测,用浓度梯度法对悬浮微粒的干沉积速度进行了测量。结果表明:京郊悬浮微粒的干沉积速度约为0.15—10.62厘米/秒,与国外林地上的结果相当;质点在输送过程中受到的地面阻力平均约为空气动力阻力的4倍。干沉积速度与地面摩擦速度有较好的正相关函数关系,这些结果有较明显的实用价值。

## 一、引 言

干沉积过程是污染物迁移的二个主要物理过程之一,在空气污染研究中占有重要地位。从机遇的角度看,干沉积比湿沉积过程更为人们所关注。近年来,随着人们对中、长距离空气污染问题的关注,污染物沉积速度的测定亦日趋增多,但多数是在平坦地形下进行的,地表特征多为水面、雪面或草地,粗糙度较小,而测定的对象亦多为气态物质(如 $\text{SO}_2$ 等)<sup>[1-4]</sup>。

另一方面,从世界各国污染物的组成来看,悬浮微粒是另一类主要污染物。但由于测量技术(采样、分析)的限制,对该类物质沉积速度的研究相对较少,而在粗糙度较大,下垫面特征更为复杂的城镇郊区,由于场地条件的限制,沉积速度的测定更是寥寥无几<sup>[5-7]</sup>。

我国基本上尚未开展沉积速度的测定研究,从探讨悬浮微粒的干沉积速度的角度出发,我们在北京市北郊,325米气象塔上设置了悬浮微粒垂直浓度廓线观测,配合塔上的风速、温度资料,用浓度梯度法(廓线法)对悬浮微粒的干沉积速度进行了初步测定和研究。

## 二、干沉积理论

干沉积现象是污染物质在地、气间输送的结果,通常用沉积速度  $V_d$  来量度从大气到地表所发生的沉积效应,它等于物质的通量  $F$  与浓度  $C$  之比,记作

$$V_d(x) = F/C(x). \quad (1)$$

物质从大气向地面输送主要受大气输送扩散能力和地表吸收作用的支配<sup>[8]</sup>。在常通量层,平流和湍流造成的混合是主要的输送动力。假定气流是水平均匀的,则物质向下的

1985年4月2日收到,1985年5月27日收到修改稿。

输送通量  $F$  与扩散系数  $K(z)$  有关,记为

$$F = K(z) \frac{dC}{dz}, \quad (2)$$

式中  $z$  为离地面的高度。对(2)式从  $z_1$  到  $z$  高度积分,有

$$F = \frac{C(z) - C(z_1)}{\int_{z_1}^z dz/K(z)} = \frac{C(z) - C(z_1)}{r_a(z)}, \quad (3)$$

其中  $r_a(z)$  为输送物质所承受的空气动力阻力。

地面的吸收能力取决于地表特征,受重力沉降、布朗扩散、碰撞、静电吸引及扩散质点吸湿能力等因素的影响。地面吸收率通常与地面附近的浓度  $C_i$  成正比,因此通量也可以写作

$$F = C_i/r_s, \quad (4)$$

式中  $r_s$  为输送物质所承受的地表面阻力。

若(3)式中  $z_1 \rightarrow 0$ , 有  $C(z_1) \approx C_i$ , 这样,将(4)式代入(3)式可以得到

$$F = \frac{C(z)}{r_a(z) + r_s}. \quad (5)$$

由(1)式和(5)式可以看出,干沉积速度与输送阻力之间有如下关系

$$V_d(z) = \frac{1}{r_a(z) + r_s} = \frac{1}{r_t}. \quad (6)$$

式中  $r_t$  为物质向下输送过程中所受到的总的阻力。

至此,上述方程以数学形式表达了物质从大气中某一高度向下输送到地面的物理过程及全部影响因子。由此可见,  $V_d$  可由(1)式和(3)式或(1)式和(4)式两条途径获取,但(4)式中  $r_s$  受众多因子的影响,是一个不易测定的量,故  $V_d$  的获取一般通过(1)、(3)式进行。假定物质的扩散系数  $K(z)$  恒等于动量交换系数  $K_m$ , 则利用微气象学中的相似理论,根据风速和温度的垂直梯度观测,以及同一下垫面上物质浓度的廓线资料,则可测定  $V_d$ 。

相似理论认为,常通量层中动量交换系数有如下形式:

$$K_m = k u_* z / \phi_m, \quad (7)$$

式中  $k$  为卡曼常数,取值 0.4,  $u_*$  是摩擦速度,  $\phi_m$  是风切变函数,与大气稳定度有关。本文中  $\phi_m$  取下列 Businger<sup>[9]</sup> 表达式

$$\phi_m = (1 + 4.7z/L)^{-1} = (1 - 4.7R_i)^{-1}; \quad R_i \geq 0 \quad (8)$$

$$\phi_m = (1 - 15z/L)^{-1/4} = (1 - 15R_i)^{-1/4}, \quad R_i \leq 0 \quad (9)$$

从而可实现对  $V_d$  的测定。

应该看到,在求算  $V_d$  的过程中,由于采用了  $K(z) = K_m$  的假定,将会带来一定误差。事实上,对于一个确定的地面,由于植物叶冠的存在,物质从大气输送到地面所受到的空气动力阻力比大气的动量交换所受到的空气阻力大。因此,为了弥补  $K(z) = K_m$  的假定带来的误差,通常引入一订正因子  $r_b$ , 根据 Owen 等<sup>[10]</sup>的工作,  $r_b$  可表示为

$$r_b = (B u_*)^{-1}, \quad (10)$$

式中  $B$  为一无因次斯坦顿数,这样,(6)式可改写为

$$V_d = \frac{1}{(r'_a + r_b) + r_s} = \frac{1}{r_t}, \quad (11)$$

$r'_a$  为动量传输中所承受的空气动力阻力。

由方程(11)可知, 若  $r_t$  等于  $r'_a + r_b$ , 则地面是一个理想的汇, 全部到达地面的物质均被吸收, 水面是这种情况的典型例子; 若  $r_t > r'_a + r_b$ , 则  $r_s$  存在, 地面并非一个理想的汇,  $r_s$  的大小则反映了地面阻力对沉积速度的相对贡献。

### 三、实验方法

**1. 场地概貌** 实验场地位于北京市北郊马甸附近, 325 米气象塔矗立在元大都土城城基上, 附近有零星低矮房舍, 间以农田, 由于时值深秋季节, 地表多为枯草或裸地, 略有少数林木。塔的南、北方向数百米以外为马甸村和小关镇, 具有典型市郊特征。塔附近无大污染源。

**2. 观测项目** 利用 325 米气象塔进行风、温和浓度梯度的同时测量。风向、风速取 9, 15, 32, 47 米高度的观测结果, 而温度则增加 1 米高度的资料, 取五个层次的测量结果。每 20 分钟观测一次, 由专用微机进行数据处理, 提供观测前 10 分钟平均值(每 10 秒钟采样一次, 取 60 个样本均值)。

悬浮微粒浓度梯度观测分别在 2 米, 10 米, 16 米, 33 米和 48 米五个高度上进行, 采样时段为 2—3 小时。样本用称重法分析。此外, 还进行了相对湿度及天空状况的观测。

**3. 仪器性能** 风向采用特制的电位器作为感应元件, 电位器的活动臂与风向标同轴。风速采用三风杯式感应器, 起动风速为 0.4 米/秒, 测量精度为  $\pm(0.2 + 0.02 \times \text{实际风速})$ , 量程为 0.4—50 米/秒。

温度元件采用 Dew-1 型地面温度仪, 测量精度  $< 0.1^\circ\text{C}$ , 测温范围为  $-59.9 \sim 59.9^\circ\text{C}$ , 其细节可参阅文献[11]。

浓度测量仪选用 CQ-DLL3 型大流量串联式采样器和山东崂山小流量采样器。大流量采样器分六级, 主要用来收集小于 10 微米的飘尘, 小流量采样器用作总悬浮物的收集。采样器有关技术性能如表 1 所示

表 1 采样器有关技术指标

| 仪器型号                  | 集尘范围 |             | 流量(米 <sup>3</sup> /分) |
|-----------------------|------|-------------|-----------------------|
|                       | 级    | 空气动力学直径(微米) |                       |
| CQ-DLL3<br>串联式<br>采样器 | 0    | ~0.38       | 0.92                  |
|                       | 1    | 0.38—1.5    |                       |
|                       | 2    | 1.5—3.29    |                       |
|                       | 3    | 3.29—5.78   |                       |
|                       | 4    | 5.78—7.92   |                       |
|                       | 5    | 7.92—10     |                       |
| 崂山泵                   | 总 尘  |             | 0.11                  |

#### 四、资料分析及主要结果

1984年11月1日—15日,我们进行了风、温度和浓度梯度的同时观测,得到了包括稳定、中性及不稳定条件在内的风、温度和浓度廓线资料。实验期间的气象条件如表2所示。

为了按第二节所述方法进行干沉积速度的计算,并使其结果准确可靠,必须对观测资料进行分析处理。由于受仪器精度的限制,浓度采样不得不在较长的时段(2—3小时)内进行,在此时段内,大气稳定度可能会发生较大变化,这样对空气动力阻力和沉积速度的计算将会带来重大影响,为此我们舍去了稳定度变化剧烈的部分资料。为了得到每次浓度采样时段内大气稳定度和摩擦速度的平均值,以便作沉积速度的计算,我们先利用浓度采样期间的风、温度廓线资料(每20分钟读数一次)进行回归分析,然后用回归线上的风和温度值计算理查孙数  $R_i$  和摩擦速度  $u_*$ 。 $R_i$  和  $u_*$  的计算方法见文献[12,13]。

同样地,对于浓度梯度资料,为了消除人为等因素带来的随机误差,也采用对每次观测结果进行对数回归分析处理,舍去了部分相关系数较差的资料。实际计算中使用回归线上的读数。

表2 气象概况

| 编 号  | 1                       | 2                       | 3                       | 4                       | 5                       | 6                       |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 时 间  | 84.11.1<br>14:00—17:00  | 84.11.1<br>18:00—21:00  | 84.11.2<br>08:00—11:00  | 84.11.2<br>18:00—21:00  | 84.11.2<br>21:30—0:30   | 84.11.3<br>01:00—04:00  |
| 天空状况 | 晴                       | 晴                       | 晴                       | 晴                       | 晴                       | 晴                       |
| 相对湿度 | 24—30                   | 33—40                   | 42—72                   | 59—83                   | 77—87                   | 81—97                   |
| 地表   | 干                       | 干                       | 干                       | 干                       | 干                       | 干                       |
| 编 号  | 7                       | 8                       | 9                       | 10                      | 11                      | 12                      |
| 时 间  | 84.11.3<br>08:00—11:00  | 84.11.3<br>13:00—16:00  | 84.11.3<br>18:00—21:00  | 84.11.5<br>19:00—22:00  | 84.11.6<br>08:00—11:00  | 84.11.12<br>08:00—11:00 |
| 天空状况 | 晴                       | 晴                       | 晴                       | 9-10/1 <sub>c</sub>     | 10/1 <sub>c</sub>       | 阴                       |
| 相对湿度 | 37—90                   | 30—35                   | 57—85                   | 61—74                   | 24—31                   | 64—92                   |
| 地表   | 干                       | 干                       | 干                       | 干                       | 干                       | 湿                       |
| 编 号  | 13                      | 14                      | 15                      | 16                      | 17                      |                         |
| 时 间  | 84.11.12<br>13:20—16:20 | 84.11.14<br>09:13—12:13 | 84.11.14<br>14:15—16:15 | 84.11.14<br>18:25—21:25 | 84.11.15<br>10:12—13:12 |                         |
| 天空状况 | 阴                       | 阴                       | 阴                       | 阴                       | 阴                       |                         |
| 相对湿度 | 88—94                   | 84—100                  | 83—86                   | 91—94                   | 88—95                   |                         |
| 地表   | 湿                       | 雨后                      | 雨后                      | 湿                       | 湿                       |                         |

使用  $K(z) = K_m$  的假定, 并引入订正因子  $r_b$ , 用第二节所述方法, 根据公式(1)和(3)计算得到的干沉积速度如表 3—4 所示。表 3 给出了串级式采样器收集到的各级尘粒在不同气象条件下的干沉积速度。由表可见, 对于直径小于 10 微米的飘尘, 其沉积速度在各种气象条件下差别甚大, 约在 0.15—10.62 厘米/秒之间。在此粒径范围内, 沉积速度与粒径之间无明显函数关系, 说明对小于 10 微米的尘粒, 在其沉积过程中将受众多因子的影响, 而重力沉降并不占主导地位。

表 4 给出了 0—10 米, 0—15 米, 0—33 米, 和 0—48 米飘尘和总尘的干沉积速度。所列数据表明, 总尘的沉积速度几乎都大于飘尘的沉积速度, 说明由于总尘包含了直径较大的尘粒, 当尘粒的空气动力学直径大于 10 微米时, 其重力沉降作用在沉积过程中占有相对重要的地位。

表 3 各级尘粒的沉积速度(厘米/秒)

| 序 号 | $V_d$ (0 级) | $V_d$ (1 级) | $V_d$ (2 级) | $V_d$ (3 级) | $V_d$ (4 级) | $V_d$ (5 级) |
|-----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1   | 5.77        | 0           | 4           | 4.99        | 2.93        | 4.44        |
| 2   | 0.28        | 1.77        | 1.77        | 0.81        | 0.15        | 0.89        |
| 3   | 3.15        | 0           | 2.13        | 0           | 0           | 3.69        |
| 4   | 4.1         | 3.65        | 2.01        | 0           | 2.57        | 2.19        |
| 5   | 1.0         | 3.59        | 2.89        | 0           | 5.37        | 2.65        |
| 6   | 2.02        | 4.73        | 4.14        | 2.47        | 2.83        | 2.65        |
| 7   | 1.02        | 1.75        | 0           | 0           | 0           | 0           |
| 8   | 2.69        | 9.33        | 2.98        | 0           | 0           | 0           |
| 9   | 3.04        | 4.58        | 3.55        | 3.22        | 0           | 6.34        |
| 10  | 3.13        | 5.99        | 3.73        | 5.37        | 7.7         | 1.89        |
| 11  | 5.07        | 2.66        | 0           | 1.33        | 1.83        | 0           |
| 12  | 2.49        | 4.74        | 5.94        | 2.63        | 0           | 1.64        |
| 13  | 10.62       | 1.47        | 7.6         | 1.95        | 3.1         | 1.88        |
| 14  | 0           | 1.3         | 3.9         | 5.2         | 0           | 0           |
| 15  | 1           | 3.85        | 1.88        | 0.98        | 0           | 0           |
| 16  | 0           | 1.09        | 0           | 0           | 0           | 1.37        |
| 17  | 0.78        | 1.09        | 1.99        | 0.86        | 2.58        | 0.88        |

注: 0 表示浓度经对数回归分析后舍去的部分资料。

地面状态对沉积速度有重要影响。除前述地表覆盖状况外, 对本次实验场地, 计算得到北风条件下地面粗糙度  $z_0 = 0.69$  米, 南风时  $z_0 = 0.88$  米。在此条件下, 表 5 给出了当  $B = 5$  时, 计算得到的空气动力阻力和地面阻力。所列数据表明, 在城郊环境中, 地面阻力远大于空气动力阻力, 平均约为空气动力阻力的 4 倍多。说明在城郊环境中, 地面阻力比空气动力阻力在沉积过程中有更为重要的作用。

表 6 给出了本次实验及国外有关  $V_d$  的实验结果。它表明本次所得的沉积速度较粗糙度较小的草地所得的沉积速度大, 而与粗糙度较大、下垫面为树林的结果相当。这是因为在城郊环境中, 由于地表特征发生了变化, 建筑物增多, 粗糙度加大, 尘粒与地表的作用面较大, 被捕获的几率增高, 故沉积作用显著。表明粗糙度的影响至关重要。

沉积速度与摩擦速度的关系如图 1—2 所示。由图可见, 沉积速度与摩擦速度之间存在正相关, 即摩擦速度越大, 沉积速度也越大。其相关系数和回归方程分别为

表 4 飘尘和总尘的沉积速度(米/秒)

| 序号 | $V_d(10)$ | $V_d(15)$ | $V_d(33)$ | $V_d(48)$ | $V_d(10)$ | $V_d(16)$ | $V_d(33)$ | $V_d(48)$ |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1  | 0.0674    | 0.1093    | 0.242     | 0.4111    | 0.0769    | 0.1293    | 0.3247    | 0.6651    |
| 2  | 3.7E-03   | 5.1E-03   | 7.5E-03   | 8.9E-03   | 0.0138    | 0.0223    | 0.0481    | 0.0793    |
| 3  | 0.0214    | 0.029     | 0.0424    | 0.0503    | 0.0419    | 0.0599    | 0.0965    | 0.1216    |
| 4  | 0.0198    | 0.0274    | 0.0415    | 0.0502    | 0.0436    | 0.0659    | 0.1207    | 0.1679    |
| 5  | 0.0244    | 0.0339    | 0.052     | 0.0634    | 0.0493    | 0.0747    | 0.1367    | 0.1902    |
| 6  | 0.029     | 0.0418    | 0.0687    | 0.0877    | 0.0271    | 0.0388    | 0.0627    | 0.0792    |
| 7  | 3.5E-03   | 4.5E-03   | 5.9E-03   | 6.6E-03   | 8.5E-03   | 0.0115    | 0.0167    | 0.0197    |
| 8  | 0.0265    | 0.036     | 0.0526    | 0.0625    | 0.0556    | 0.08      | 0.1309    | 0.1669    |
| 9  | 0.0283    | 0.0401    | 0.0637    | 0.0796    | 0.0363    | 0.0529    | 0.0892    | 0.1161    |
| 10 | 0.0125    | 0.017     | 0.0251    | 0.0298    | 0.0212    | 0.03      | 0.0475    | 0.0592    |
| 11 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 12 | 0         | 0         | 0         | 0         | 0.035     | 0.051     | 0.0856    | 0.111     |
| 13 | 0.0227    | 0.0317    | 0.049     | 0.0601    | 0.0322    | 0.0467    | 0.0774    | 0.0997    |
| 14 | 0.0158    | 0.0209    | 0.0293    | 0.0339    | 0.0609    | 0.0867    | 0.139     | 0.1747    |
| 15 | 0.0138    | 0.019     | 0.0285    | 0.0343    | 0.0252    | 0.0367    | 0.0616    | 0.09      |
| 16 | 5.3E-03   | 6.6E-03   | 8.5E-03   | 9.4E-03   | 0.0101    | 0.0138    | 0.0206    | 0.0247    |
| 17 | 0.0356    | 0.0548    | 0.1046    | 0.1511    | 0.021     | 0.0299    | 0.048     | 0.0603    |
| 平均 | 0.0220    | 0.0318    | 0.0548    | 0.0759    | 0.0349    | 0.0519    | 0.0941    | 0.1384    |

注：同表 3。

飘尘： $R = 0.77, V_d = 13.236u_* - 1.1199$ ，

总尘： $R = 0.83, V_d = 17.396u_* - 0.9665$ 。

由于干沉积速度与摩擦速度有良好的函数关系，因此可以这样认为，只要观测的次数足够

表 5 空气动力阻力和地面阻力

| 序号                  | 1      | 2      | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9      |
|---------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| $R_t$               | 0.0750 | 0.1756 | -0.9149 | 1.8917  | 0.5557  | 0.8089  | -0.3606 | -0.4128 | 0.9570 |
| $u_*$ (米/秒)         | 0.44   | 0.17   | 0.28    | 0.26    | 0.25    | 0.23    | 0.15    | 0.43    | 0.26   |
| $r'_a + r_b$ (秒/厘米) | 0.13   | 0.49   | 0.08    | 0.13    | 0.11    | 0.13    | 0.19    | 0.08    | 0.12   |
| $r_s$ (秒/厘米)        | 0.02   | 2.21   | 0.38    | 0.38    | 0.30    | 0.21    | 2.67    | 0.29    | 0.23   |
| $r_s/(r'_a + r_b)$  | 0.15   | 4.51   | 4.75    | 2.92    | 2.73    | 1.62    | 14.05   | 3.63    | 1.92   |
| 序号                  | 10     | 11     | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      |        |
| $R_t$               | 0.7867 | 0.0582 | -0.0412 | -0.0929 | -3.5394 | -0.7595 | -0.6018 | -0.0916 |        |
| $u_*$ (米/秒)         | 0.20   | 0.53   | 0.34    | 0.31    | 0.27    | 0.15    | 0.13    | 0.23    |        |
| $r'_a + r_b$ (秒/厘米) | 0.15   | —      | —       | 0.13    | 0.07    | 0.16    | 0.20    | 0.17    |        |
| $r_s$ (秒/厘米)        | 0.65   | —      | —       | 0.31    | 0.57    | 0.56    | 1.69    | 0.11    |        |
| $r_s/(r'_a + r_b)$  | 4.33   | —      | —       | 2.38    | 8.14    | 3.50    | 8.45    | 0.64    |        |

多，就可以通过建立沉积速度与摩擦速度的线性回归方程的办法，实现用摩擦速度来估算沉积速度。而上述结果为京郊及类似地区干沉积速度的估算提供了基础。

表 6 本次及国外有关  $V_d$  的实验结果

| 沉积物质           | 悬浮微粒                            |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 | 尘粒                       |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 直径(微米)         | <0.38                           | 0.38—1.5                        | 1.5—3.29                        | 3.29—5.78                       | 5.78—7.92                       | 7.92—10                         | ~100±                           | 0.05—1                   |
| 下垫面状况          | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | 城郊<br>$\bar{z}_0 = 79\text{cm}$ | $\bar{z}_0 = 3\text{cm}$ |
| 沉积速度<br>(厘米/秒) | 0.28—<br>10.62                  | 1.08—5.99                       | 1.77—5.94                       | 0.81—5.37                       | 0.15—5.37                       | 0.88—6.34                       | 0.65—7.69                       | 0.12—1.18                |
| 参考文献           |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 |                                 | [14]                     |

| 沉积物质           | 自然气溶胶 | 硫化锌       | 荧光素钠      |           |           | 花 粉  |       |        |
|----------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|-------|--------|
| 直径(微米)         | 1—10  | 5         | 2         | 5         | 10        | 20   | 32—35 | 90—100 |
| 下垫面状况          | 裸地和草地 | 山艾树       | 松树和<br>橡树 | 松裸和<br>橡树 | 松裸和<br>橡树 | 森 林  | 森 林   | 森林     |
| 沉积速度<br>(厘米/秒) | 0.80  | 1.50—3.40 | 0.003—10  | 0.02—30   | 0.1—60    | 1.5  | 3.3   | 20     |
| 参考文献           | [15]  | [16]      | [ 5 ]     |           |           | [17] |       |        |

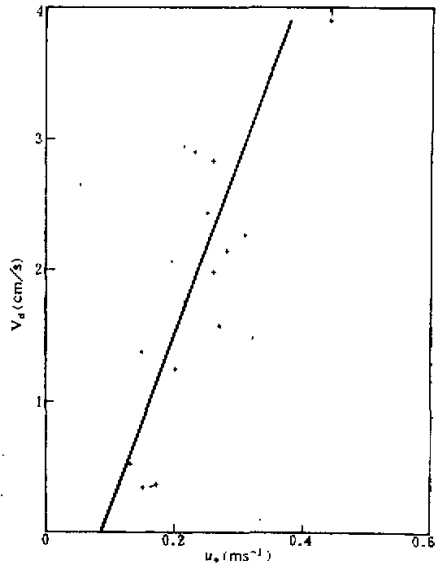


图 1 沉积速度与摩擦速度的关系(飘尘)

五、小 结

在北京市北郊用浓度梯度法对沉积速度的测定表明：

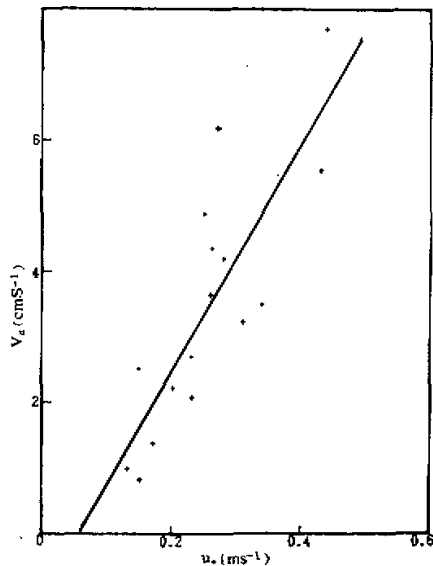


图 2 沉积速度与摩擦速度的关系(总尘)

1. 对于直径小于 10 微米的飘尘,其沉积速度约有二个数量级的差异,在此粒径范围内,由于布朗运动和重力沉降作用都占有重要作用,因而尘粒的干沉积速度与粒径间无明显关系。

2. 总尘的沉积速度明显大于飘尘的沉积速度,说明直径大于 10 微米的尘粒,其重力沉降作用在沉积过程中占有相对重要的地位。

3. 悬浮微粒在城郊环境中具有与林地环境相当的干沉积速度,在此环境中,尘粒在沉积过程中所受到的地面阻力远远大于所受到的空气动力阻力。

4. 无论是飘尘还是总尘,其干沉积速度与摩擦速度有明显的正相关函数关系。从应用的角度看,对于一个特定地区,若有足够的观测次数,似乎可以用建立沉积速度与摩擦速度间的回归方程的办法,来进行干沉积速度的估算。本次实验所得的回归方程,可在逐步完善过程中付诸使用。

天津市环保所张宗城等同志为本工作提供了浓度资料,在此表示衷心感谢。

### 参 考 文 献

- [1] Owers, M. J. and Powell, A. W., 1974, *Atmos. Environ.*, 8, 63—67.
- [2] Shepherd, J. G., 1974, *Atmos. Environ.*, 8, 69—74.
- [3] Douland, H. and Eliassen, A., 1976, *Atmos. Environ.*, 10, 783—785.
- [4] Garland, J. A. et al., 1973, *Nature*, 24, 256—267.
- [5] Schmel, G. A., 1980, *Atmos. Environ.*, 14, 983—1011.
- [6] Platt, U., 1978, *Atmos. Environ.*, 12, 363—367.
- [7] McMahon, T. A., 1979, *Atmos. Environ.*, 13, 571—586.

- [8] Wesely, M. L. and Hicks, B. B., 1977, *APCA*, 27(11), 1110—1116.
- [9] Businger, J. A., 1973, in Workshop on Micrometeorology, 67—100, Amer. Met. Soc., Boston.
- [10] Owen, P. R. and Thompson, W. R., 1963, *J. Fluid Mech.*, 15, 321—324.
- [11] 李兴生、杨宝忠, 1979, 大气科学, 3(2), 170—174.
- [12] 陈泮勤, 1983, 环境科学学报, 3(4), 357—364.
- [13] Panofsky, H. A., 1963, *QJRMS*, 89, 85—94.
- [14] Wesely, M. L. et al., 1977, *Atmos. Environ.*, 11, 561—563.
- [15] Clough, W. S., 1973, *Aerosol Sci.*, 4, 227—234.
- [16] Nickola, P. W. and Clark, G. H., in Proc. Atmosphere-surface Exchange of Particulate and Gaseous Pollutants—1974 Symp., NTIS, U. S. Dept. of Commerce Springfield, VA, pp. 74—86.
- [17] Raynor, G. S., in Proc. Atmosphere-surface Exchange of Particulate and Gaseous Pollutants—1974 Symp., NTIS, U. S. Dept. of Commerce, Springfield, VA, pp. 264—279.

## MEASUREMENTS OF THE DRY DEPOSITION VELOCITY FOR SUSPENDED PARTICLES OVER THE SUBURBS OF BEIJING

Chen Panqin

(Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica)

### Abstract

On the basis of the data of concentrations as well as wind and temperature, simultaneously observed in the north suburb of Beijing, measurements have been made of the dry deposition velocities of suspended particles. Results show that over such an environment, the dry deposition velocities for suspended particles vary from 0.15 to 10.62 cm sec<sup>-1</sup>, which are comparable with those over forests, the average surface resistance in the transfer process of particles is about four times as large as the aerodynamic resistance, and the dry deposition velocity is well related to the frictional velocity in terms of a positive correlation function.