

一次山区大气扩散试验结果的初步分析

大气试验技术小组*

一、前言

随着工业的不断发展,每天排放到大气中的有害气体越来越多,要保证人们生活的大气环境满足空气质量标准,一方面对新建企业要作合理布局,对已建企业的排放物质要加以控制;另一方面对污染物质未来的危害程度要作预告。所有这些,都迫切要求了解不同气象条件下大气对污染物质的稀释能力。

近年来,由于在复杂山区和海岸沿线的建厂越来越多,因而不均匀地形条件下低层大气结构和大气扩散规律的研究也日益受到重视。山区与平原相比,大气近地层结构和扩散稀释能力都很不相同。如何充分利用山区的有利因素,避开不利条件减少山区建厂的工业污染,使大气这个自然环境为工程设计和工业合理布局服务是大气物理工作者的一项重要任务。

本文利用 1975 年春秋两季,在某山区作的人工烟云和中子活化钢的扩散试验结果及有关的气象观测资料,用不同方法计算了该地区的大气扩散参数,特别强调了污染物在山区和平原扩散稀释能力的差别,并和国外有关结果进行比较,得出一些有益的结果。

二、实验概况及资料来源

1. 地形 实验地点为一山区,其地形如图 1 所示。图中 A 点为高 98.2 米的铁塔,塔基位于海拔 372 米的台地上,它的西、北和东面为高山地形,南面为相对平坦区。塔处在南北走向山沟出口处的一侧。

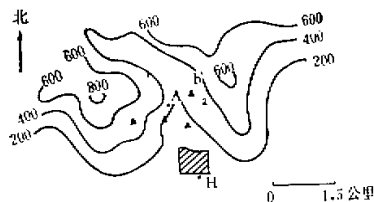


图 1 大气试验地形 实线为等高线(米), A 为铁塔 ▲ 摄影点, ab 为立体摄影基线 ▨ 建筑群, H 为烟囱

2. 塔上的气象观测 气象观测仪器安装在从塔架伸出来的活动悬臂上,臂长为塔身边长的 2 倍。应用电接风向风速计、热敏电阻温度计和热线风速计(分别在 2、13.4、22.4、31.4、44.9、62.9、80.9 和 97.4 米八个高度上)作平均风和温度梯度测。每小时观测一次,平均时间为 20 分钟。水平风向脉动资料,采用改进后的 EL-2 型瞬时风向风速计(安装在 49.4 米高度上)获得。

* 由清华大学、中央气象局、北京大学、中国科学院大气物理研究所和兰州高原大气物理研究所派员组成,参加工作的还有北京大学、清华大学工农兵学员和中国科学院地理研究所。

3. 人工烟云扩散试验 在铁塔不同高度上架设 48 公斤重的烟罐,作为人工烟云的释放源。这种方法产生的烟量均匀,每罐发烟时间为 8—12 分钟。在烟道的下风方,用普通相机和地面立体摄影机^[1]两种方法对烟云进行连续拍照,每次烟云可连续拍摄十至二十张照片,取样时间约 10 分钟。

4. 示踪元素钼的扩散试验 在铁塔 80 米高度上进行了 20 次试验,每次硝酸钼的发射量为 200—500 克,其发射方式是将硝酸钼的酒精溶液在高压喷灯里燃烧,形成直径小于 0.1 微米的氧化钼微粒,以模拟排放气体在大气中的扩散运行情况。释放时分别在下风方向 0.4、0.8、1.5、3.0、5.0、10.0 及 45.0 公里的七道弧上(相对排放点张角为 60°)的扇形布置采样点。

在完成山地试验后,还在塔的南边约 2 公里的平坦田野进行了五次试验。分别在下风方 50、150、250 和 450 米的四道弧上(60°扇形内)等距地布七个采样点。每次释放硝酸钼量为 100 克。

三、用照相方法测定烟云的扩散参数

1. 扩散参数的计算方法 在释放点的下风侧,对烟云轨迹拍照,由烟云平均轮廓计算垂直扩散参数 σ_z 的基本关系为^[2]

$$\sigma_z^2 = z_c \left\{ \ln \frac{e z_m^2}{\sigma_z^2} \right\}^{-1} \quad (1)$$

式中 z_c 为平均烟道轴线到可见边缘的距离(或称垂直半宽度) z_m 为最大垂直半宽度, e 为自然对数的底。

应用图解法求解超越方程(1),就可根据在下风方某一距离上量测的 z_c 和 z_m 值得到垂直扩散参数 σ_z 。用完全类似的方法,可以得到横风方向的扩散参数 σ_y 。

2. 主要结果 按照各种不同条件,现将观测得到的结果分述如下:

(1) 过山气流背风坡的扩散 当有西北风越过北部山脊时,塔上烟源排放点恰好位于背风坡的空腔区内,其扩散特点是烟道倾斜下压和强烈的扰动,试验测得的四次资料平均结果见图 2a 直线 1。(以后除特殊说明外,稳定度均按 Pasquill^[3] 分类方法给出。)

(2) 地方性局地环流控制下的扩散

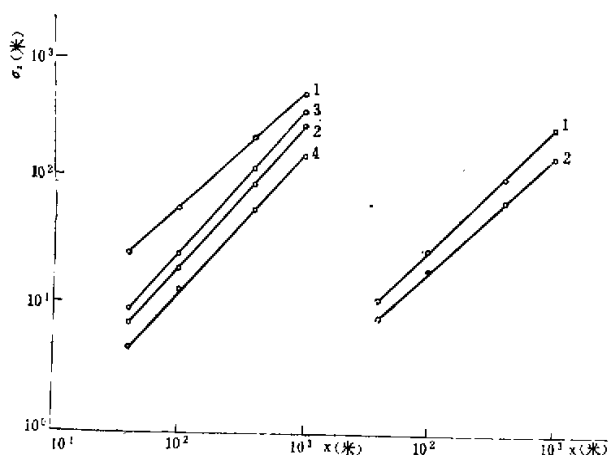
a. 偏北风情况的扩散 当没有系统过山气流时,晴天夜间,山区堆积的冷空气主体由东部峡谷中流出。塔上烟云施放点的风向以东北风为主,烟道比较平稳,试验测得的五次资料平均结果见图 2a 直线 2。

b. 偏南风情况的扩散 在偏南风条件下的 9 次试验中,由于气流从平坦区流向山区,扰动较小,烟道比偏北风时更平稳,其平均结果见图 2a 直线 3 和 4。

(3) 相对平坦区的扩散 为了比较说明背风坡不同位置扩散状况的差别,对相对平坦区的烟囱 H(见图 1)排放出来的烟道,也进行了拍摄和量测。它的北部为 500 平方米范围的建筑群,平均高度为 20 米,它的南部是比较平坦的农田,烟囱高度为 37 米。

当有系统西北风时,烟囱仍处于高山扰流的尾流区中,加上建筑群的影响,烟道摆动仍较大,4 次量测的平均结果见图 2b 直线 1。

当气流从南部平坦地区吹来时,烟道比较平直,三次量测的平均值见图 2b 直线 2。



a. 山区情况, 烟云释放高度为 80 米, 平均
时间 10 分钟

- 1 西北大风, D 类, 4 次平均.
- 2 东北风, C-D 类, 5 次平均.
- 3 偏南风, B 类, 5 次平均.
- 4 偏南风, C 类, 4 次平均.
- 0 表示量测点值

b. 平坦地形情况, 烟囱高度 37 米, 平均
时间 10 分钟

- 1 西北风, C 类, 4 次平均.
- 2 偏南风, B-C 类, 3 次平均.
- 0 表示量测点值.

图 2 照相法测得的 σ_y 随距离变化曲线

四、用风向脉动资料计算扩散参数

1. 风向脉动标准差 σ_θ 的计算 由烟云横向扩散和释放点风向脉动资料的统计分析⁽⁴⁾, 可得出风向脉动资料推算污染物浓度分布的方法, 其风向脉动标准差表示成 $(\sigma_\theta)_{\tau, s}$, 其中 τ 为取样时间, $s = \frac{x}{\beta \bar{u}}$ 为平均时间, $\beta = \frac{T}{s}$ 为拉格朗日时间尺度和欧拉时间尺度之比, $T = \frac{x}{\bar{u}}$ 为质点运行时间, x 为顺风方向质点行走的距离, $\bar{u}$ 为顺风方向的平均风速. 因而, $(\sigma_\theta)_{\tau, s}$ 是在释放点上, 取样时间为 τ , 平均时间为 $s = \frac{x}{\beta \bar{u}}$ 的风向脉动标准差. 在实验中, 采用改进后的 EL-2 型瞬时风向风速计, 其惯性时间小于 5 秒, 风向记录器的走纸速度为 0.5 毫米/秒, 在取样时间 τ 内, 每 5 秒读一个风向脉动值 $\theta'_{i, s}$, 对不同的平均时间, 得到不同的 $\theta'_{i, s}$ 的新序列, 记为 $\theta'_{i, s}$, 其方差表达成

$$\overline{\theta'^2_{i, s}} = (\sigma_\theta^2)_{\tau, s} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left[\theta'_{i, s} - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \theta'_{i, s} \right]^2 \quad (2)$$

其中 θ' 为水平风向脉动值, N 为样品数. 由 (2) 可以导出 $(\sigma_\theta)_{\tau, s}$ 随平均时间 s 的变化曲线, 也可计算出各种不同稳定度类的 σ_θ 值.

2. β 值的计算结果 利用塔上 (49.4 米) 风向脉动资料及扩散试验 (烟云和示踪元素钼) 资料, 可以建立以下关系

$$\frac{\sigma_y^2}{x^2} = \overline{\theta'^2_{\tau, T/\beta}} \quad (3)$$

由扩散实验测定某一距离 x 处的 σ_y^2 , 与同时观测的 $\overline{\theta_{y,T/\beta}^2}$ 随 s 变化的曲线, 在曲线上找出满足 $\frac{\sigma_y^2}{x^2} = \overline{\theta_{y,T/\beta}^2}$ 的 s_0 值。则由

$$\beta = x/\bar{u}s_0 \tag{4}$$

可以求出 β 值。在整个计算中, 取样时间 $\tau = 10$ 分钟, $\bar{u}$ 为 10 分钟内的平均风速, 对山区情况, σ_y 是用照相法在 $x = 1000$ 米以内得到的; 对平坦区, σ_y 是由铀的浓度分布资料, x 在 450 米以内得到的。有关 β 值的计算结果列于表 1 和表 2。

表 1 山区 β 值

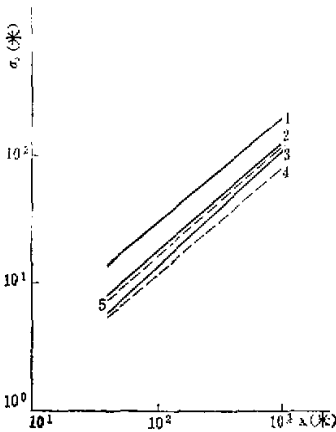
稳定度类	D-E						C-D	F	平均
β	2.4	2.4	2.9	1.7	1.6	1.4	2.1	1.5	2.0

表 2 平坦区 β 值

稳定度类	D			B-C						平均
β	4.5	4.5	5.3	8.9	2.1	3.7	3.7	6.3	8.4	5.2

从表中看出, 在相对平坦地形区, β 在 2.1 到 8.9 范围内变化, 平均为 5.2, 比 Hujy 和 Pasquill^[4] 计算的 (距源 100 米处) β 值 4 偏大, 与我们在某海岸开阔山地做的扩散试验得到的 (距源 400—800 米) 平均值 5.4 (其变化范围为 2.4—10.5) 基本一致。而复杂山区 $\beta = 2.0$, 这个值比上述结果偏低, 这一方面反映了山区湍流强度比平坦区大, 因而 β 偏小; 另一方面, 由照相资料测得的 σ_y 所决定的 β 还存在一定误差, 本结果是否反映实际情况, 还有待更多更准确的实验资料证实。

3. σ_θ 与取样时间的关系 σ_θ 与取样时间 τ 的关系可以经验地表示为



- 1 山区, 偏南风, C-D 类, 18 次平均。
2 山区, 偏北风, D-E 类, 18 次平均。
3 山区, 偏北风, E 类, 4 次平均。
4 平坦区, 偏北风, D 类, 3 次平均。
5 平坦区, 偏南风, C 类, 3 次平均。

} 平均时间 10 分钟测量高度 49.4 米。
} 测量高度 3 米, 平均时间 10 分钟。

图 3 由风向脉动资料计算 σ_θ

$$\frac{\sigma_{\theta}(\tau_1)}{\sigma_{\theta}(\tau_2)} = \left(\frac{\tau_1}{\tau_2} \right)^p \quad (5)$$

从 6 次山区塔上观测的 2 小时资料中,分别计算了 $\tau = 10、20、30、60、90$ 和 120 分钟的 6 组 $\sigma_{\theta}(\tau_i)$,然后应用线性回归分析方法,很容易求出 p 值来,6 次资料 p 值平均为 0.21 ,其变化范围为 $0.14—0.31$,国外平原地区^[5]通常取 $p = 0.2$,与本文结果较为一致。

4. σ_y 的计算结果 根据前面已经得到的 $(\sigma_{\theta})_{\tau_i}$ 和 β 值,可以很方便地求出不同下风方距离上的 σ_y 值,对山区和平坦地形不同风向和不同稳定度类的结果见图 3。

五、用廓线资料计算扩散参数

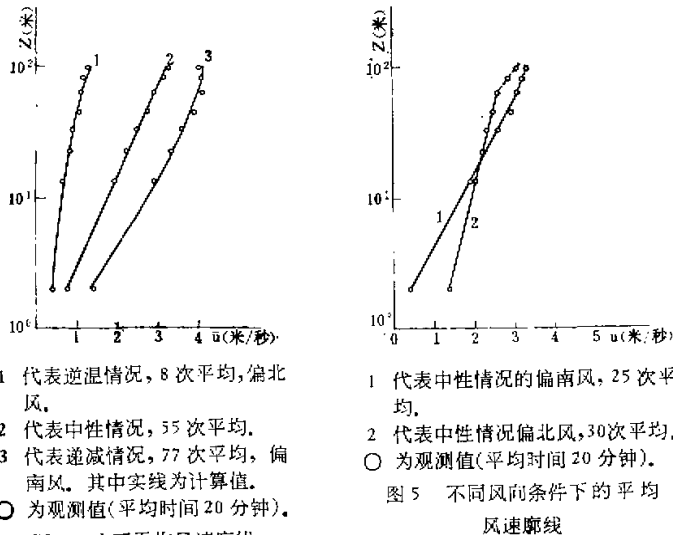
1. 平均风速廓线特征 我们将所观测的平均风梯度资料(145 次),按照温度垂直梯度分成逆温、中性和递减三种不同稳定度类型,每类的平均风速廓流见图 4。

从廓线 1(8 次平均)看出,直到 100 米高度,平均风速随高度分布基本上满足对数线性规律观测值和计算值两者相当一致。其风向主要为偏北风。

廓线 2(55 次平均)代表中性层结的平均风速廓线。可以看出,直到 100 米高度,风基本上满足对数规律,计算值与观测值一致。同时,很容易由直线与纵轴交叉点得到平均粗糙度长度为 0.62 米。

从廓线 3(77 次平均)看出,60 米以下基本上满足对数规律,再往上风速随高度很慢地减小。不过,整层用对数线性规律去逼近,计算值与观测值比较一致。其风向主要为偏南风。

为了说明地面粗糙度变化对平均风速廓线的影响,我们将中性层结资料又按风向进行了分类,图 5 的曲线 1 和 2 就是分别代表偏南风 and 偏北风的平均风速廓线。从中看出,风速廓线均由两根不同斜率的对数廓线组成,这两种不同斜率反映了两种不同粗糙度地



形对它的影响,低的部份表示塔附近地形对气流的影响,高的部份反映了与塔附近粗糙度明显不同的更远地形影响,因而两部分的粗糙度长也不一样。关于地形变化对风速廓线的影响国外已有一些结果,比较一致地认为受塔附近地形影响的低层与受更远的地形影响的高层气流之间有个界面,在这个界面上廓线出现拐点。本文资料分析表明,廓线拐点高度平均在 60 米左右,对单个廓线拐点高度随风向不同而异。

2. 对数线性廓线参数计算及结果 从上一节讨论清楚看出,在非中性情况下,平均风速廓线均可用对数线性关系去逼近。Senshu^[6] 在日本沿岸的气象观测表明,对数线性规律适用高度可超过 100 米,有时可达 200 米。除了少数不符合此规律的廓线(如 90 次非中性廓线中有 5 次辐射逆温条件下的抛物线型)外,本文作了各种稳定度类的对数线性廓线参数的计算。

近地面层相似理论只有在平稳均匀条件满足时才能应用,而本实验地处山区,严格讲是不满足的。我们这里借用一些由相似理论导出的关系式,作为一种经验性的近似,不作理论讨论。由近地面层的相似理论,平均风和温度随高度分布可以表达成^[7]:

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{K} \left(\ln \frac{z}{z_0} + \alpha \frac{z}{L} \right) \quad (6)$$

$$T(z) - T(z_0) = T_* \left(\ln \frac{z}{z_0} + \alpha \frac{z}{L} \right) \quad (7)$$

式中 u_* 是摩擦速度, T_* 是温度尺度, K 为卡门常数(通常为 0.4), z_0 为粗糙度长, L 为 Obukhov 长度尺度, α 为一普适常数。

同样,我们假设每次观测的平均风和温度廓线,可以写成以下实验表达式

$$\bar{u}(z) = A_u \lg z + B_u z + C_u \quad (8)$$

$$T(z) = A_T \lg z + B_T z + C_T \quad (9)$$

式中 A_u 、 B_u 、 A_T 、 B_T 、 C_u 和 C_T 由每次风和温度廓线的实测值,应用二元线性回归方法求出。又由(6)——(9)对比分析,可以导出以下关系

$$\left. \begin{aligned} u_* &= 0.174 A_u \text{ (米/秒)} & L &= 13.3 A_u^2 / A_T \text{ (米)} \\ \alpha &= 15.2 \left(\frac{B_u}{A_u} + \frac{B_T}{A_T} \right) \frac{A_u^2}{A_T} & \lg z_0 &= -\frac{C_u}{A_u} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

按照上述方法,为配合烟云扩散试验资料,一共计算了 42 次廓线例子。有关 α 值国外已有很多结果,为了比较将有关 α 的值列于表 3。

表 3 α 值比较表^[6]

作者	Deaco	Monin-Obukhov	Priestley	Yamamoto	Taylor	Panofsky	Kondo	Sensku	本 文
α	2.25	0.6	4	2—12	2.5—12	4.5	3.3	1.07	1.8 ± 1.15

从表看出,除了 Monin-Obukhov 和 Sensku 给出的值外,本文的 $\alpha = 1.8 \pm 1.15$ (0.5—4.6) 值最小,这可能与山区地形扰动大,使风速变动变小有关。

3. 用廓线资料计算扩散参数 垂直方向标准差 σ_z 可用以下经验关系^[8]:

$$\sigma_z = \frac{\sigma_w}{u} g(x) \quad (11)$$

给出,式中 σ_w 为垂直方向风速脉动标准差, $g(x)$ 为距离函数。由 Monin^[9] 给出的结果,

σ_w 可表达成

$$\sigma_w = u_* \left[1 - \frac{1}{f'(\zeta)} \right]^{\frac{1}{4}} \quad (12)$$

式中 $f(\zeta)$ 为一普适函数, 下面计算时, 均用对数线性关系逼近, $\zeta = \frac{z}{L}$. 此方程也是在平流均匀条件下导出来的, 我们这里借用这个关系式, 只作为一种试验性的近似. 按此处理, 如果与实验结果的相差很大, 说明这种近似并不合理; 反之, 这样的近似实际工作中是可以接受的. 则 (12) 式可写成,

$$\left. \begin{aligned} L > 0 \quad \sigma_w &= u_* \left[1 - \frac{\zeta}{1 + \alpha\zeta} \right]^{\frac{1}{4}} \\ L < 0 \quad \sigma_w &= u_* \left[1 + \frac{|\zeta|}{1 - \alpha|\zeta|} \right]^{\frac{1}{4}} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

(11) 式中的 $g(x)$, 在实际计算中, 经验地给成 x^r , r 由平均风速按下式指数规律变化的指数 n 给出 $\left(r = \frac{2-n}{2} \right)$.

$$\bar{u} = \bar{u}_1 \left(\frac{z}{z_1} \right)^{\frac{n}{2-n}} \quad (14)$$

则

$$\left. \begin{aligned} L > 0 \quad \sigma_z &= \frac{u_*}{\bar{u}} \left[1 - \frac{\zeta}{1 + \alpha\zeta} \right]^{\frac{1}{4}} \cdot x^{\frac{2-n}{2}} \\ L < 0 \quad \sigma_z &= \frac{u_*}{\bar{u}} \left[1 + \frac{|\zeta|}{1 - \alpha|\zeta|} \right]^{\frac{1}{4}} \cdot x^{\frac{2-n}{2}} \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

式中 $\bar{u}$ 取整层风速的平均, u_* 、 α 、 L 及 $r = \frac{2-n}{2}$ 已经计算给出. z 取观测层的几何平均高度, (在实际计算中, $z = \sqrt{97.4 \times 2} \approx 14$ 米). 则由 (15) 式可导出 σ_z 随下风方距离 x 的关系来.

为了对这种计算 σ_z 的方法作检验, 我们将计算值和同时作的烟云扩散实验实测的 σ_z 进行比较. 由烟云平均轮廓的半厚度 h 的实测资料, 应用以下的近似关系

表 4 计算 σ_z 和烟云实测比较

时 间	σ_z (米)	距离 x (米)							稳定度类
		40	60	80	100	150	200	300	
5:30	烟 实 测	3.4	4.5	5.4	6.4	8.5	10.3	13.8	E
	计 算	1.4	2.03	2.65	3.26	4.7	6.2	8.4	
8:36	烟 实 测	3.4	5.1	7.0	8.8	13.5	18.0	28.0	B-C
	计 算	3.9	5.45	7.4	9.15	13.4	17.4	23.7	
9:20	烟 实 测	3.6	5.0	6.4	7.8	11.0	14.0	20.0	B-C
	计 算	3.04	4.4	5.75	7.05	10.2	13.4	18.2	
18:30	烟 实 测	3.6	5.1	6.6	8.1	11.5	15.0	21.5	B-C
	计 算	2.8	3.94	5.1	6.2	8.9	11.5	16.4	

$$\sigma_z = \frac{h}{2.15} \quad (16)$$

可以很方便地求出 σ_z 来。由 9 次廓线观测和烟云照相时间完全对应的资料(其中七次属 B-C 类两次属 E 类, 包括四天实验资料), 两种方法计算的 4 次有代表性(包括一致性最好和最差的例子)的结果列于表 4。

从表 4 可以看出, 应用相似理论方法, 由平均风和温度廓线资料, 导出的垂直扩散参数与实际情况有较好的一致性, 尤其在不稳定条件下一致性更好。为了进一步说明计算值与实测值一致的程度, 我们将这九次例子(40—300 米之间)所有 σ_z 的计算值与实测值的比值作了统计, 结果表明: 比值小于 1.5 的占 76.1%, 小于 2 的占 87.2%, 大于 2 的基本上是 E 类的例子出现的。这说明尽管山区均匀条件很难满足, 相似理论方法作为经验性的使用, 不会引起较大的误差。我们应用此方法一共计算了 42 次例子, 并按长度尺度大小分成五种稳定度类, 每类平均参数列于表 5, σ_z 的计算结果见图 6。

表 5 计算 σ_z 的参数表

稳定度类	L(米)	Pasquill 稳定度类 ^[3]	次数	u_g (米/秒)	α	$\bar{u}$ (米/秒)	r
I	~27	B-C	14	0.290	1.8	2.70	0.98
II	~100	C-D	9	0.442	1.8	3.94	0.96
III	~300	D-E	6	0.280	1.8	2.80	0.94
V	100	E-F	8	0.133	1.8	1.90	0.91
VI	25	F	5	0.086	1.8	1.30	0.87

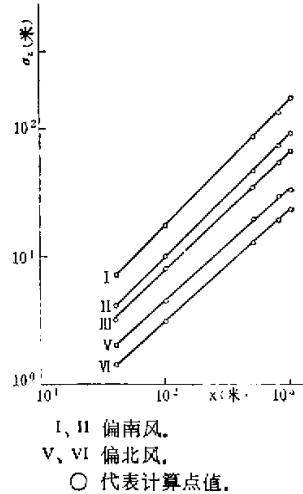


图 6 用廓线资料计算的扩散参数 σ_z

六、用铟的浓度分布计算扩散参数

应用实测地面铟浓度资料, 分别计算了水平和垂直扩散参数, 其 σ_y 由

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum C_i y_i^2}{\sum C_i} - \left(\frac{\sum C_i y_i}{\sum C_i} \right)^2 \quad (17)$$

给出, 式中 C_i 为采样点实测浓度, σ_z 用横向积分浓度方法求出, 其表达式为

$$C_c = \int_{-\infty}^{\infty} C dy = \sum_{i=1}^N C_i \Delta y = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{Q}{\sigma_y \bar{u}} e^{-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}} \quad (18)$$

式中横向积分浓度 C_c , 源强 Q , 平均风速 $\bar{u}$ 和有效源高 H 均为已知量, 则 σ_z 可以求出。

利用上述处理方法, 计算了三次平坦地形偏南风条件的试验资料, 其 σ_z 和 σ_y 的结果见图 7。

对山区的 20 次试验, 由于 800 米以内地形起伏太大, 浓度不满足正态分布, 从 800 米

开始地形起伏较小,其浓度近似满足正态分布。我们只作了 800 和 1500 米两道弧上天气类型属于 E 类(偏北风情况)的 9 次例子的 σ_y 计算,其平均结果也见图 7。

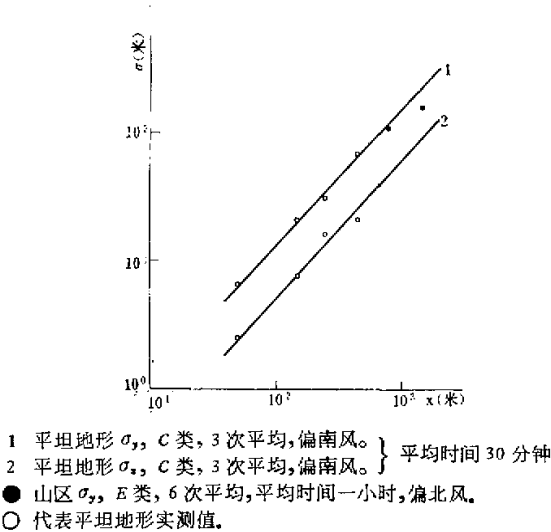


图 7 由铀的浓度分布计算扩散参数

七、结果讨论

1. 山区和平原扩散参数比较 由于山区地形起伏,扩散参数往往比平原要大,为比较起见,我们将从 Pasquill-Gifford^[5] 的扩散参数随距离变化曲线内插得到的 σ_y 和 σ_z 为平原情况的代表值,与本文四种方法给出的同一类稳定度的结果进行比较,其 800 米处扩散参数的比值列于表 6。

可以看出,在平坦地区作的铀和风向脉动资料计算的 σ_y 和 σ_z 与同一稳定度类的 Pasquill 结果基本上一致。山区与 Pasquill 同类天气比较,山区 σ_z 为平原的 1.9—2.5 倍,山区 σ_y 为平原的 2.0—2.5 倍。因此可以平均地认为,山区的扩散参数为平原扩散参数的

表 6 山区和平原扩散参数比值*

天气类型 方法	C(南风)		E(北风)	
	σ_y/σ_{yp}	σ_z/σ_{zp}	σ_y/σ_y	σ_z/σ_{zp}
铀	1.3 _平	0.9 _平	2.4 _山	—
廓线法	—	1.9 _山	—	2.2 _山
照相法	2.5 _山	2.5 _山	—	—
脉动法	2.5 _山	—	2.0 _山	—
	1.1 _平	—	—	—

* 凡标有 P 的表示 Pasquill 平原情况的值,下标有“平”的表示平坦地形观测结果,下标有“山”的表示山区结果

2.0—2.5 倍。当风特别大时,地形扰地更强,两者差更大。如用照相法,在西北大风 D 类时,山区 σ_x 为平原的 8 倍。因此,从本实验结果,就平均情况,可以近似认为:如果采用平原情况的扩散参数来估计山区的浓度,则比较实际高 4—6 倍。Houind^[10] 在山区的某一开阔山地作高架源扩散试验,对 D 类天气 $C_{计算}/C_{观测} = 6.0$,与本文的结果比较一致。同样,Start^[11] 在山顶和山谷中分别作扩散试验,中性情况(相当 C-D 类) $C_{计算}/C_{观测} = 5$,也和本文结果基本一致。

2. 山区扩散参数与风向关系 由于山区地形粗糙度空间分布的不均匀性,造成扩散参数随气流来向有很大差别。如偏南风时,地形较平坦,偏北风时,上游为高山起伏的地形,这两种地面状况对气流的扰动差别很大。把图 2a 直线 1、2 和 3、4 作比较可以看出,东北风的 C-D 类比南风的 C 类 σ_x 大将近两倍,在西北大风时就大得更多。如西北大风时 D 类的 σ_x 比南风时的 B 类还要大得多,同一稳定度类,可大 4—5 倍。因此,在山区扩散参数的选取中,风向是一个非常重要的因子。

3. 山区近地面层平均风速廓线特征 100 米以下近地面层山区平均风梯度资料分析表明,非中性条件时平均风速廓线可以用对数线性规律逼近,其 α 值比平原小得多,本文平均结果为 1.8 ± 1.15 ,这地形垂直方向扰动大,造成混合均匀有关。中性条件基本满足对数分布,其粗糙度长为 0.62 米。

参 考 资 料

- [1] 中国科学院冰川冻土沙漠研究所,地面立体摄影测量基础及其应用,1973.
- [2] U. S. Atomic Energy Commission, *Meteorology and Atomic Energy*, 1968.
- [3] H. E. Hesketh, *Understanding & Controlling Air Pollution*, 1972.
- [4] J. S. Hay and F. Pasquill, *Advances in Geophysics*, 1959, 6, P 471.
- [5] D. B. Turner, PB 191482, 1970.
- [6] T. Sensku, *Symposium On Atmospheric Diffusion and Air Pollution*, 1974, PP180—183.
- [7] K. Takeuchi, *J. Meteor. Soc. Japan*, 1961, 39(6) PP 346—367.
- [8] H. A. Panofsky and B. Prasad, *Int. J. Air. Wat. Poll*, 1965, 9(7—8), P419.
- [9] A. S. Monin, 同[4], PP331—341.
- [10] E. Houind, 同[6], PP214—217.
- [11] G. E. Start, 同[6], PP226—232.