

[7] FAO, *Water Quality Criteria for Freshwater Fish*, 1982.

[8] Wolke, R. E., *Marine Pollution Bulletin*, 10 (3), 79 (1979).

大连湾海岸附近的热内边界层 及 SO₂ 浓度的估算*

刘万军 宫福久

(辽宁省气象科学研究所)

一、引 言

中纬度地区海岸附近,由于海陆热力学和动力学的性质差异,存在系统性的向岸气流,即海风,在海岸地带可产生热内边界层。春夏季和秋季的早期尤为明显。这种热内边界层的出现,对海岸地带的烟云扩散产生了不可忽视的影响。

1981年秋季我们在大连湾沿岸对热内边界层进行了探测,并用其它气象参数推测的热内边界层高度进行了比较,用 Lyons 等人的公式对 SO₂ 的浓度进行了估算,结果较为一致。

二、热内边界层的探测

大连湾的西北岸是工业区,工厂全部集中在较平坦的海岸地带。在天气系统较弱时,由于陆地和海水的热状况的日夜变化,地方性的风很明显。我们定义 E—S 方向的风为海风。在垂直于海岸线的方向,分别距海岸 2.5 公里和 6 公里的地方建立两个垂直观察点,用低空探空仪测温,用经纬仪测风。同时建立六个 SO₂ 浓度监测点,并在离海岸只有 50 米的地方设立地面测风点(图 1)。

根据 9—10 月共计 25 天的观测资料分析,海风的平均转向高度为 450 米,海风出现的时间一般为 08—09 时,19—20 时转陆风,转换前一般时间多为静风。



图 1 观测布点图

当冷的海面气流吹向暖的陆地时,陆地气团开始变性,接地气层很快增温,层结自下而上转向超绝热状态或绝热状态。随着离岸距离的增长,受陆地增热的气层变厚,形成所谓热内边界层。热内边界层顶上下的温度层结截然不同,上面保持了海面稳定层结特性,位温梯度 $\partial\theta/\partial Z > 0$, 下面 $\partial\theta/\partial Z = 0$, 而在近地面层呈现 $\partial\theta/\partial Z < 0$ 的超绝热状态。对于烟云扩散,热内边界层就起着混合层的作用。

热内边界层的出现,总是伴随着 A、B、C 三类稳定度。只要向岸气流存在,这种热内边界层在白天就会保持下去。利用两个探测点的低空探空仪探测的资料,把

$$\partial T/\partial Z > -1^\circ\text{C}/100$$

的高度定为热内边界层的高度,结果给在表 1。

用实测的热内边界层高度与用下式计算的高度进行了比较:

* 韩玺山、王景乾、赵国珍及大连市环保监测站的部分同志参加了工作。

表 1 海风期间热内边界层高度

月	日	风 向	风 速	L(X ₁)	L(X ₂)
9	19	E	2	250m	
9	20	S	2	300m	400m
9	21	SSE	3	220m	280m
9	22	E	3	280m	
9	23	SE	1	220m	350m
9	24	E	1	200m	400m
10	3	SSE	2	380m	500m
10	5	S	1	230m	400m
10	7	S	2		400m
10	12	S	2	200m	

$$L(X) = \frac{U_*}{U} \left[\frac{(T_A - T_w)X}{\beta_i} \right]^{1/2} \quad (1)$$

其中 $L(X)$ 为热内边界层高度； U_* 为摩擦速度； U 为海风风速； T_A 为陆地气温； T_w 为海面气温； β_i 为海面上稳定空气的位温垂直递减率； X 为距离海岸的距离。其中 U_* 的值用了沈阳的结果。

如取试验期间海风的平均风速为 2m/s, 08~19 时的海面与陆地平均温差为 3.0℃, β_i 的值为 0.005℃/米, (1) 式计算的结果给在图 2。同时把两处探测的平均高度也点在同一图上, 可以看出, 估算的平均高度与实测高度较一致。说明用上式推算的热内边界层高度是可以接受的。

三、SO₂ 浓度的估算

源强资料由大连市环境监测站提供, 气象资料抄自周水子机场, 海温资料取自大连海文站。稳定度分类采用 Pasquill-Turner 的方法。扩散参数采用提级的办法。即把

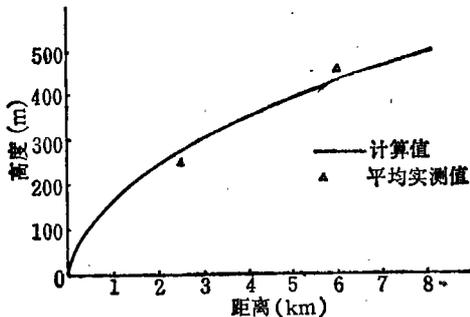


图 2 计算的热内边界层高度与实测的比较

Pasquill-Gifford 的水平扩散参数 σ_y 向不稳定方向提半级, 垂直扩散参数 σ_z 向不稳定方向提两级, 大于 1000 米的距离采取外延。把大连湾西岸工业区划分为 1KM × 1KM 的网格 156 块, 分别估算面源和高架点源的落地浓度, 然后迭加。利用风向, 风速, 稳定度联合频率分布表, 可估算出季平均, 年平均浓度分布。

面源估算采用了 Turner 的方法, 如果烟云低于热内边界层, 则烟云在这个盖子下按其稳定度类别扩散。对烟云高于热内边界层的大连二发电厂和石油七厂两个高架点源进行了特殊处理。其扩散估算按图 3 进行。

当源发射的烟云高出热内边界层时, 烟云的扩散分三个阶段:

第一阶段: 烟云没有进入边界层时, 即至 X_B 点以前, 是在海上来的稳定的气层里输送并扩散。由于这个气层保持着海面上空气层的特性, 故取其为 F 类稳定度。浓度用下式估算:

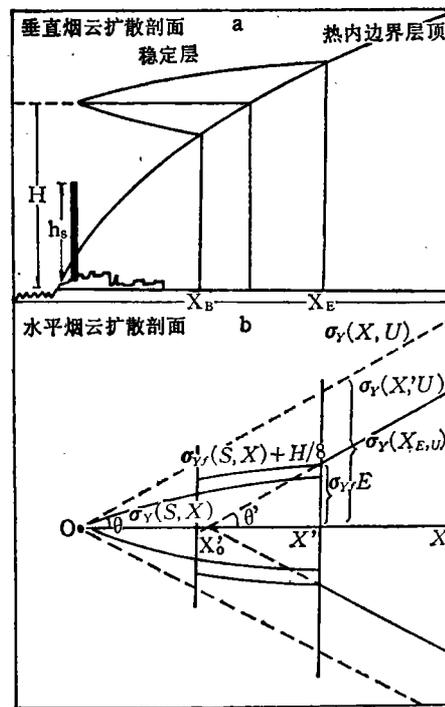


图 3 烟云扩散示意图

$$\begin{aligned} \chi(X, Y, O:H) = & \frac{Q}{\pi \bar{U} \sigma_y(X, S) \sigma_z(X, S)} \\ & \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y(X, S)}\right)^2\right] \\ & \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H}{\sigma_z(X, S)}\right)^2\right] \quad (2) \end{aligned}$$

上式中, χ 是污染物浓度, X 是下风距离, Y 是横风距离, O 表示在地面, H 是烟云高度, Q 是源强, π 是常数, U 是海风风速, $\sigma_y(X, S)$ 是水平扩散参数, S 代表稳定气层, $\sigma_z(X, S)$ 是垂直扩散参数。

第二阶段: 即烟云到达 $X_B \leq X \leq X_E$ 时, 烟云一部分进入了热内边界层, 一部分还未进入。烟云的上边缘与下边缘与边界层的交点由下式定义:

$$\begin{aligned} L(X_E) &= H + 2.15\sigma_z(X, S) \\ L(X_B) &= H - 2.15\sigma_z(X, S) \quad (3) \end{aligned}$$

$L(X_E)$, $L(X_B)$ 分别是下风距离 X_E , X_B 处热内边界层的高度。按照烟云的有效高度, 分别可以定出 X_B 和 X_E 的位置。在 X_B 至 X_E 这段距离内, 烟云遵循下面公式扩散:

$$\begin{aligned} \chi(X, Y, O:H) = & \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \sigma_{yf}(X, S) U L(X)} \\ & \times \left[\int_{-\infty}^P (2\pi)^{-1/2} \exp\left(-\frac{P^2}{2}\right) dP \right] \\ & \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_{yf}(X, S)}\right)^2\right] \quad (4) \end{aligned}$$

其中:

$$P = [L(X) - H] / [\sigma_z(X, S)] \quad (5)$$

$$\sigma_{yf}(X, S) = \sigma_y(X, S) + H/8 \quad (6)$$

$\sigma_{yf}(X, S)$ 是烟云在 $X_B \leq X \leq X_E$ 之间的扩散参数, 把稳定层结的扩散参数加上烟云有效高度的 $1/8$ 。

第三阶段: 从 X_E 之后, 烟云全部进入了热内边界层。假定垂直浓度趋于均匀。这里主要问题是合理地选取水平扩散参数, 如果根据高架源的距离选取不稳定气层时的水平扩散参数 $\sigma_y(X, U)$ 显然是不合理的, 因为不稳定状态只在 X_B 和 X_E 之间才开始影响烟云。那样做, 只会过大地估计了横向扩散。

假定有一个虚点源位于 X_B 和 X_E 之间, X' 是这个虚点源的下风距离。根据 X' 去确定 $\sigma_y(X', U)$ 是合理的。用一个几何图形确定虚点源的位置 (图 3b)。在不稳定气层里, 有两条烟云边界线, 它们代表了 $\sigma_y(X, U)$ 和 $\sigma_y(X', U)$, 前者起源于实源, 后者起源于虚源 X'_0 。

对于 $X \leq X_E$, 假定两条线是平行的, 由一个简单的三角形去确定 X'_0 , 虚源下风距离能够由下式导出:

$$X' = X - [X_E - (X_E - X'_0)] \quad (7)$$

其中 X'_0 可由相似三角形导出:

$$\begin{aligned} \tan \theta' &= \sigma_y(X_E, U) / X_E \\ &= \sigma_{yf}(X_E, S) / (X_E - X'_0) \quad (8) \end{aligned}$$

θ' 是由 $\sigma_y(X', U)$ 线和烟云中心轴夹角, 因此:

$$X'_0 = X_E - \left[\frac{\sigma_{yf}(X_E, S)}{\sigma_y(X_E, U)} \right] X_E \quad (9)$$

而第三阶段的浓度估算采用下式进行:

$$\begin{aligned} \chi(X', Y, O:H) = & \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \sigma_y(U, X') L(X) U} \\ & \times \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{Y}{\sigma_y(X', U)}\right)^2\right] \quad (10) \end{aligned}$$

四、结 果

在非采暖季节的微风期间, 即使在秋季

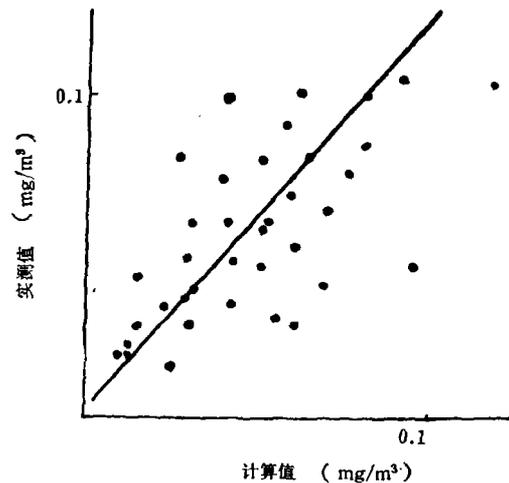


图 4 估算值与实测值的比较

的白天也是如此,沿海地带存在着热内边界层,烟云的下陷和熏烟造成了沿海工业区的空气污染。这种由连续高架点源造成的最大浓度落地位置随着烟云高度和热内边界层高度而变。对于石油七厂和二发电厂,SO₂的最大落地浓度位置分别在下风方六公里和四公里。

因大连湾西岸是一个复合源地区,无法对单高架点源进行检验,只有对多源复合落地浓度进行检验。根据四个监测点十天的监测数据与计算的日平均浓度比较(图4),其

相关系数为 0.76。

热内边界层的存在是一个事实。在这种层结下污染物的扩散,迁移,转化问题,是沿海大气扩散需要解决的一个问题,我们的工作只是一个尝试。

参 考 文 献

- [1] W. A. Lyons and H. S. Cole, *J. Appl. Meteor.*, 3(12), (1973).
 [2] Misra, *Atmos. Environ.*, 4 (14), (1980).
 [3] 刘万军,环境科学,4(4),20(1985).

微量元素硒对梨形四膜虫 BJ4 同步化分裂的研究

曹同庚 唐任寰

(北京大学生物系) (北京大学技术物理系)

硒用来防癌、治疗克山病和大骨节病等,已日益引起人们的重视和研究^[1,2]。为了了解硒在细胞中的作用,我们曾经用四膜虫 S1 细胞株进行了虫群生长和繁殖的研究,发现在较高浓度硒的作用下,细胞群体生长受到抑制,表现为分裂次数减少和世代时间延长^[3]。

为了便于集中观察硒对四膜虫分裂的影响,我们选用了一株同步分裂的梨形四膜虫,侧重于研究硒对细胞分裂指数的变化。实验结果表明, BJ4 细胞株的分裂既受低浓度硒的抑制,亦对高浓度硒显出较强的耐受性。我们认为同步化分裂的梨形四膜虫,在今后用于探讨硒及其它微量元素对细胞作用的机理方面,可成为一个有用的细胞模型。

一、材料与方法

梨形四膜虫 BJ4 的贮备培养和同步分裂的诱导方法,以及硒溶液的配制均见曹同庚^[4]和唐任寰等^[5]的报告。

测定二氧化硒对梨形四膜虫 BJ4 生长

研究时培养基中的浓度为 5、10、20、50、100 和 200ppm 等六种,分别在细胞生长试验开始时加入。并从其中选用了 10、20、50 和 100ppm 四种浓度用于同步分裂的试验,硒是在诱导细胞同步化开始时加入的。处理结束后观察细胞分裂指数的变化。

二、结果

1. 硒对梨形四膜虫 BJ4 细胞群体生长和繁殖速率的影响

在进行硒对同步化细胞分裂的研究之前,我们首先选用六种不同浓度硒对培养在豚豚溶液中的四膜虫 BJ4 进行生长和繁殖的测定,结果绘于图 1 中。从生长曲线中可以看出,随着硒浓度的逐渐增加,细胞生长繁殖的抑制作用亦趋明显,细胞分裂的时间相应地延长。这一结果与四膜虫 S1 细胞株比较^[3],两者之间颇为相似,说明硒在不同的四膜虫细胞株之间(BJ4 细胞只有大核而无小核^[4], S1 细胞具有大核和小核^[5]),存在着相同的抑