

内边界层光化学反应初探*

向 可 宗

(广东省热带海洋气象研究所)

提 要

本文以距海较近之茂名石油工业区为例,探讨了干(热力)内边界层所形成的持续高浓度 NO_x 及烃类污染及对大气低层光化学反应的影响。并且通过光化学反应模拟及与实测结果对比,分析了在上述特定条件下 O_3 等光化学氧化剂的某些分布特征。

一、引 言

以石油工业为主的茂名石油城距其东南方水东港海域仅十余公里。根据 1988 年 1 月,1988 年 5 月和 1989 年 7 月 3 次现场观测资料统计,时有海陆风及热力内边界层出现。内边界层对炼油工业污染所造成的持续薰烟必然会对臭氧等光化学污染带来一定的影响。为了搞清这一问题,我们首先需要探讨沿海内边界层的结构及其与大气扩散的关系,而后进一步分析在这种条件下的光化学反应。

Lyons 及 Cole (1973)^[1]通过实际观测发现吹海风或湖风时,常形成热力内边界层(以下简称内边界层),并同时监测到了在内边界层影响下持续的薰烟型污染。Kerman, B.R. (1982)^[2]提出估算内边界层顶高度变化的基本公式,同时持续薰烟型污染浓度估算方案也逐渐得到了较广泛的应用。本文拟建立多源薰烟模式,以便能够较好地估计在内边界层控制条件下石油工业区及其附近, NO_x 及烃类(HC)等与光化学反应有关的各种初级污染物的分布状况。并在前人工作^[3-5]的基础上对华南沿海地区内边界层存在条件下之大气光化学反应及其特征作一初步的探讨。

二、沿海内边界层及对 NO_x 和 HC 分布的影响

据 1988 年冬季低空探测结果来看,茂名有 37%于白天存在着低空逆温或等温层。图 1 a 为茂名 1988 年 1 月 24 日 11—19 时(海风时段)平均温度廓线,表现了明显下层不稳定而稍高处又有低空等温覆盖的特点;图 1 b 为 1988 年 1 月 28 日 14 时茂名以

* 本文于 1990 年 4 月 17 日收到,1991 年 1 月 30 日收到修改稿。

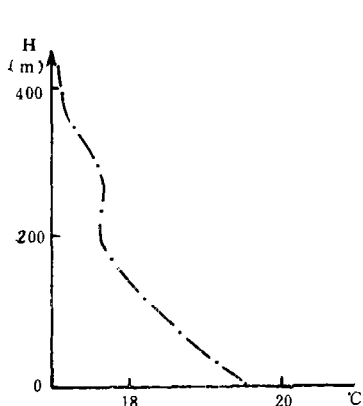


图 1a 1988 年 1 月 24 日 11—19 时茂
名平均温度廓线

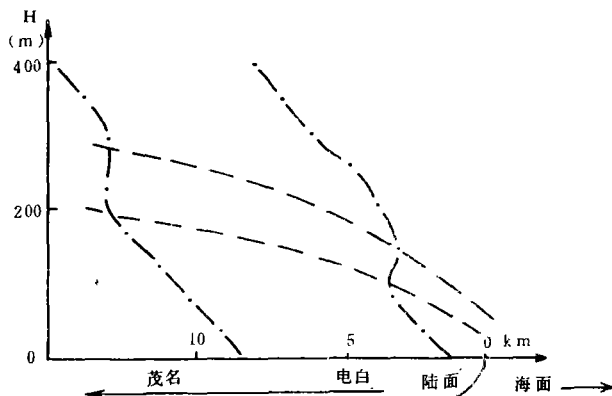


图 1b 1988 年 1 月 28 日 14 时茂
名以东地区内边界层垂直结构

东地区内边界层垂直剖面,是根据同期有关资料绘制的。从中可以看出近地层有一层自海岸线向内陆升高的低空逆温层(有时为等温或稳定层);在其下部则是不稳定层。这是由于白天来自海上较冷的向岸流逐渐被较暖的陆面加热而形成的。向岸流风向东南,平均风速 2.7 m/s。上部逆温层或稳定层一般可看作是不稳定扰动的边界。处于内边界层下之“茂油”所排出的 NO_x 和 HC 于不稳定层迅速向下扩散,向上则受到上部逆温或稳定层的抑制,从而导致持续的近地面高浓度污染即形成所谓“薰烟”。从多点监测结果来看, NO_x 最高浓度达 0.307 mg/m^3 ; 臭氧最高浓度为 0.284 mg/m^3 , 皆出现在日间薰烟时段。 NO_x 最大日均浓度为 0.165 mg/m^3 ; HC 日均浓度超标率在 90% 以上。显然,氮氧化物与烃类的持续高浓度污染无疑对光化学氧化剂的形成是有利的。“茂油”污染源可归为两类:一类为高排放源,另一类是包括无组织排放在内之近地面源。由于各类源都分散在一定区域且包含多个不同高度的排气筒,计算时除将少数强排放源作为孤立点源仍按 Lyons 方法处理外,其它则合并作面源,故须进行面源及高度订正^[6],即令

$$\begin{cases} \sigma'_y = \sigma_y + \sigma_{y0} = \sigma_y + d/4.3 \\ \sigma'_z = \sigma_z + \sigma_{z0} = \sigma_z + \bar{H}/2.15 \end{cases} \quad (1)$$

式中 σ'_y, σ'_z 分别为订正后的水平和垂直扩散参数, d 为面源宽度, \bar{H} 为平均有效源高。当烟流排出而到达内边界层时为第一阶段,其地面浓度可用加入面源和高度订正的烟流公式计算,并考虑光化学反应修正项 P_{A0} ;为简单这里主要考虑沿源下风方中心轴线上 ($y=0$) 的浓度,即

$$C_1 = \frac{AQ}{\pi \bar{u} (\sigma_y + \sigma_{y0}) (\sigma_z + \sigma_{z0})} \exp\left[-\frac{\bar{H}^2}{2(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right] + C_0 + P_{A0}(x, t) \quad (2)$$

A 为单位换算系数。通常所算出的浓度为 mg/m^3 , 利用 A 将其换算成 ppm; C_0 为本底浓度值。第二阶段,即部分薰烟阶段;令

$$L_B = \bar{H} - 2.15(\sigma_{zB} + \sigma_{z0})$$

$$L_D = \bar{H} + 2.15(\sigma_{zD} + \sigma_{z0})$$

$$L_B \leq L_x \leq L_D$$

D 和 B 分别表示烟流上、下界与内边界层的两个交点(其详细示意图可参见文献[1])。 L_x 为内边界层顶高度,其表达式将由(12)式给出,在第二阶段计算时只用到 D, B 两点间之 L_x ,其值满足上面的不等式。 σ_{zB}, σ_{zD} 为相应点的扩散参数值。且令

$$P = (L_x - \bar{H}) / (\sigma_z + \sigma_{z0})$$

则其下风方地面轴浓度式为:

$$C_2 = \frac{AQ}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}(\sigma_y + \sigma_{y0} + \bar{H}/8)\bar{u}L_x} \left[\int_{-\infty}^P \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} \exp\left(-\frac{P^2}{2}\right) dp \right] + C_0 + P_{h0}(x, t) \quad (5)$$

第三阶段为全部熏烟阶段下方风轴线上($y=0$)浓度为

$$C_3 = \frac{AQ}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}(\sigma'_y + \sigma_{y0})\bar{u}L_x} + C_0 + P_{h0}(x, t) \quad (6)$$

这里 σ_y, σ_z 表示稳定气层之水平和垂直扩散参数, σ'_y, σ'_z 则表示不稳定层之水平和垂直扩散参数。如源有效高度低于内边界层顶,则仅用(6)式估算就行了。

光化学反应项是一时段光化学反应所引起之浓度变化(包括这一部分的平流与扩散)的累加值,即

$$P_{h0}(x, t) = \int_{t_0}^t dP_{h0} \approx \sum \Delta P_{h0} \quad (7)$$

P_{h0} 反映出光化学反应物(及其平流扩散)的附加影响。显然,对于连续排放的烟流,不同下风距离,光化学反应的时间累加影响是不同的。例如近源处由于新排出的污染物很快到达,光化学反应的影响时段就比较短,而距离很远的下风处,污染物自源排出乃至到达该点须经历较长时段的光化学反应过程,故其时间累加影响也比较大,表现在(7)式中积分下限 t_0 以及积分时段($t-t_0$)随下风距离 x 而有变化。上限 t 为相对时间,即

$$t = t_L - t_* \quad (8)$$

式中 t_L 为所要计算浓度的相应的当地时间; t_* 为当地日出时间,而下限 t_0 则定义为:

$$t_0 = (t_L - t_*) - x/\bar{u} = t - x/\bar{u} \quad (t_0 \geq 0) \quad (9)$$

式中 x 为下风距离, \bar{u} 为平均风速,当 $t_0 < 0$ 时,取 $t_0 = 0$ 。

内边界层的时空变化,认为采用Kerman(1982)^[2]提出的公式较好,基本上与茂名地区实际观测结果相符(图1b例)。令

$$N^2 = \frac{g}{T} \frac{\partial Q}{\partial z} \quad (10)$$

及 $\Delta_R b = g/\bar{T} \cdot \text{Arcos}(\omega t + \varphi_0)$ (11)

其中 A_r 为海陆温差振幅(K);则在某时刻内边界层顶高度 L_x 可写作:

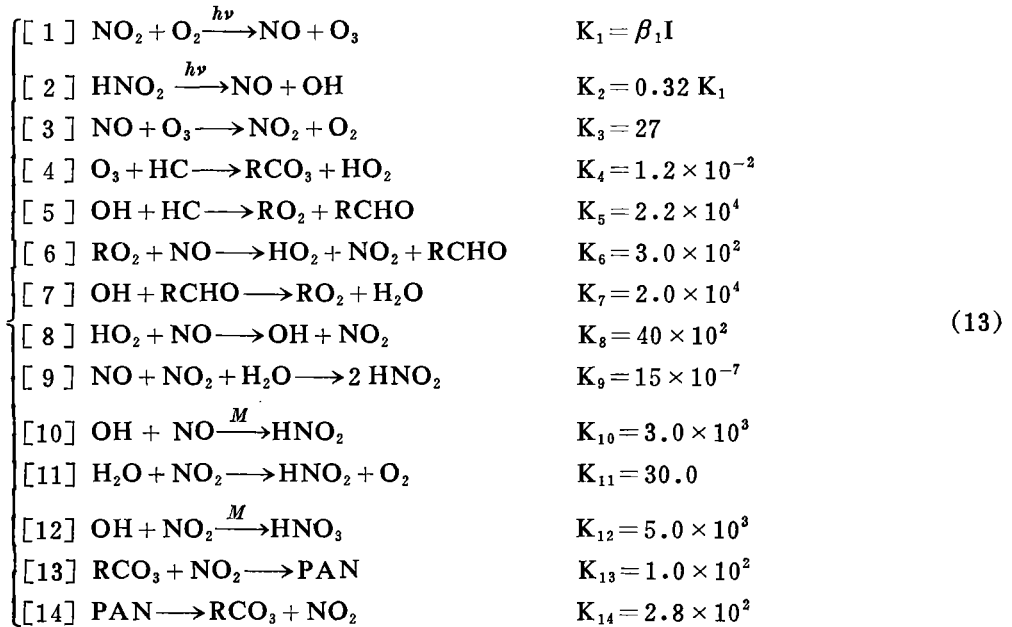
$$L_x = \frac{u_*}{\bar{u}} \left(\frac{\Delta_R b x}{N^2} \right)^{1/2} \quad (12)$$

式中 x 为距海岸线的下风距离; u_* 为摩擦速度, \bar{u} 为海风向岸流平均风速。

三、光化学反应模拟

当前已发展了许多复杂的光化学烟雾模式,如CBM-I, CBM-Ex等,但一般计算量皆

很大,在通用小型机上是很难完成的;作者根据华南地区光化学反应的一些特点,参照日本的经验^[4],抓住最主要的光化学反应过程,通过实际模拟分析,认为比起上述复杂模式,简化模式尽管有一定误差,但仍能反映光化学烟雾的基本分布趋势或状况,且使计算大大简化,这对于我们仅试图初步分析内边界层影响下光化学反应某些基本特征而言,仍不失为一种有效的方法,故参照 Koteke 等人的模式,选取下列 14 个光化学反应方程来模拟主要的反应过程,并给出相应的反应速率常数,即



式中 K_1, K_2, \dots, K_m 等分别为相应的反应速率常数。(一元反应单位为 min^{-1} ; 二元反应为 $\text{ppm}^{-1}, \text{min}^{-1}$; 三元反应为 $\text{ppm}^{-2}, \text{min}^{-1}$ 。)其中 $K = \beta_1 I$ 表示该项反应速率依赖于太阳辐射强度 I 。该项 I 值可以根据进入大气层前之辐射强度 I_0 , 地理位置, 太阳倾角和太阳高度角等有关参数求得^[7,8]; 困难的是无法准确估计迅速变化着的云层的影响; 在实际模拟计算中是与 β_1 的取值一并进行经验调整的。

上述方程组描述了太阳紫外线照射下对氮氧化物及烃类等所诱发的光化学反应之最主要过程。从中可以看出主要中间物是 $\text{OH}, \text{HO}_2, \text{RO}_2$ 等活性自由基; 光化学氧化剂则是 O_3, PAN (过氧乙酰基硝酸酯) 及 RCHO (醛类) 等。由于 PAN 及醛类未进行实测, 无法比较、对照, 故不作为讨论的重点, 而主要分析 O_3 以及 NO_2 等结果。

可将上面的光化学反应方程改写成反应速率方程, 例如,

$$\begin{cases}
 \frac{d\text{NO}_2}{dt} = -K_1[\text{NO}_2] + K_3[\text{NO}][\text{O}_3] + K_6[\text{RO}_2][\text{NO}] + K_8[\text{HO}_2][\text{NO}] \\
 \quad - K_2[\text{NO}][\text{NO}_2][\text{H}_2\text{O}] - K_{11}[\text{HO}_2][\text{NO}_2] - K_{13}[\text{RCO}_3][\text{NO}_2] + K_{14}[\text{PAN}] \\
 \frac{d\text{O}_3}{dt} = K_1[\text{NO}_2][\text{O}_2] - K_3[\text{NO}][\text{O}_3] - K_4[\text{O}_3][\text{HC}]
 \end{cases} \quad (14)$$

等等。对于原子氧在光解后将很快与分子氧结合成臭氧, 故这里近似认为 $\frac{d\text{O}}{dt} = 0$, 而将其

合并于(13)式的方程[1]中。上述反应速率方程组可以用龙格-库塔法差分求解,从而得到各有关光化学反应物质随时间的变化。

撇开源的排放部分而仅考虑光化学反应部分及其平流扩散,则

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = R(\text{光化学反应部分}) + A_d(\text{平流项}) + D(\text{扩散项}) \quad (15)$$

为了保证在取较大时间步长情况下计算非线性项的稳定性,并尽可能减小截断误差,Batles, J. R. (1982)^[9]等人提出了半拉格朗日方法。如图 2,令 $x_i = i\Delta x$ 表示格点 i 上之 x 坐标值,且令

$$a = \bar{u}\Delta t/\Delta x \quad (16)$$

$$P = INT(\bar{u}\Delta t/\Delta x + 0.5) \quad (17)$$

式中 INT 表示取整的意思, Δt 为时间步长, Δx 为空间步长, \bar{u} 为平均风速。取

$$\hat{a} = a - P \quad (18)$$

则可以保证

$$-0.5 \leq \hat{a} \leq 0.5 \quad (19)$$

采用二次内插法半拉格朗日平流式,即

$$C_{*i}^{n+1} = 0.5 \hat{a} (1 + \hat{a}) C_{(i-P-1)}^n + (1 - \hat{a}) (1 + \hat{a}) C_{(i-P)}^n - 0.5 \hat{a} (1 - \hat{a}) C_{(i-P+1)}^n \quad (20)$$

式中 C_{*i}^{n+1} 表示单纯平流影响下,格点 i 上第 $(n+1)\Delta t$ 时刻之 C 值,它是由 $(i-a)$ 点上

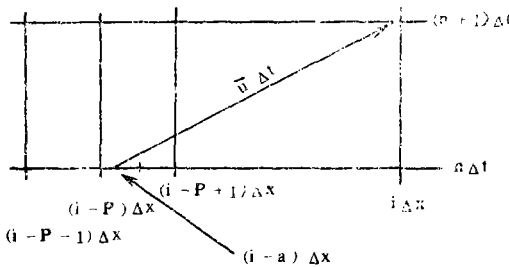


图 2 半拉格朗日坐标平流计算方法示意图

之 C 值平流移来的。而 $(i-a)$ 点上之值又是由 $(i-P)$, $(i-P-1)$ 及 $(i-P+1)$ 三格点值内插得到的(显然 $(i-a)$ 点总是位于 $[i-P-0.5, i-P+0.5]$ 区间内)。Batles 等人业已证明上式计算是绝对地稳定的。

如果我们主要考虑源下风方轴线上的浓度则一般来说 NO_x , HC 及因之而产生的光化学氧化剂浓度是向横风两侧

($y^2 > 0$) 逐渐减小的。当上述物质向下风方平流时也将同时向两侧扩散,于是用下列方法可导出单一的平流扩散计算式。

一般认为沿下风轴线(x)方向的平流远大于沿该方向上的扩散^[6],且假定内边界层顶下之不稳定层浓度垂直分布是均匀的^[8],即主要考虑横风扩散的影响,正态横风浓度分布可写作:

$$C_y = C_{00} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

C_{00} 为下风方轴线上的浓度。对上式沿横风方向积分,可以得到横风积分浓度:

$$C_w = \int_{-\infty}^{\infty} C_y dy = 2 \int_0^{\infty} C_y dy = 2 C_{00} \int_0^{\infty} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) dy \quad (22)$$

$$\text{即 } C_w = C_{00} (2\pi)^{1/2} \sigma_y$$

$$\text{或 } C_{00} = (2\pi)^{-1/2} C_w / \sigma_y \quad (23)$$

注意到在各 Δt 时刻内化学反应和平流扩散的计算是分别进行而后相迭加的，故在单纯计算平流扩散时，可近似认为没有新的化学反应物质补充，根据质量守恒原理，移动烟团的横风积分浓度应基本保持不变；即因扩散影响 δ_y 将随时间增加，而下风方轴浓度则将减小，亦即

$$C_{00}\sigma_{y00} = C_{01}\sigma_{y01} \quad (24)$$

式中 σ_{y00} ， σ_{y01} 分别为 Δt 时刻前后之横风分布方差； C_{00} ， C_{01} 为相应时刻的源下风轴线上的浓度；通常总是将 δ_y 写作幂指数形式，即

$$\sigma_y = bx^\alpha \quad (25)$$

x 为源下风距离， b ， α 可利用平衡气球或三向风速表测定，也可查标准扩散参数值，并注意 $\Delta x = \bar{u}\Delta t$ ；于是(24)式可写作：

$$\text{或} \quad C_{01} = C_{00} \frac{bx_0^\alpha}{bx_1^\alpha} = C_{00} \frac{bx_0^\alpha}{b(x_0 + \bar{u}\Delta t)^\alpha} = C_{00} \left(\frac{1}{1 + \bar{u}\Delta t/x_0} \right)^\alpha \quad (26)$$

$$C_{01} = C_{00} \left(\frac{1}{1 + A} \right)^\alpha \quad (26')$$

式中 $A = \bar{u}\Delta t/x_0$ ， \bar{u} 为平均风速。 x_0 可近似看作移动烟团在 x 方向的平均尺度，经验地取其大体上等于平均湍涡尺度^[6,10]。合并(20)及(26')式，于是得到单一的半拉格朗日坐标之平流扩散式，

$$C_i^{n+1} = C_{*i}^{n+1} \left(\frac{1}{1 + A} \right)^\alpha$$

或

$$C_i^{n+1} = \left(\frac{1}{1 + A} \right)^\alpha [0.5 \hat{a}(1 + \hat{a})C_{i-p-1}^n + (1 - \hat{a})(1 + \hat{a})C_{i-p}^n - 0.5 \hat{a}(1 - \hat{a})C_{i-p+1}^n] \quad (27)$$

式中 C_i^{n+1} 为经 Δt 时段平流扩散后，第 $(n+1)\Delta t$ 时刻格点 i 上之 C 值。如加入光化学反应影响，可令

$$\begin{cases} C_{i-p-1}^{n+1'} = C_{i-p-1}^n + \Delta R_{(i-p-1)}^{n+1} \\ C_{i-p}^{n+1'} = C_{i-p}^n + \Delta R_{(i-p)}^{n+1} \\ C_{i-p+1}^{n+1'} = C_{i-p+1}^n + \Delta R_{(i-p+1)}^{n+1} \end{cases} \quad (28)$$

式中 $\Delta R_{(i-p-1)}^{n+1}$ ， $\Delta R_{(i-p)}^{n+1}$ ， $\Delta R_{(i-p+1)}^{n+1}$ 表示自 $n\Delta t$ 时刻到 $(n+1)\Delta t$ 时刻，在相应格点未考虑平流扩散单纯由于光化学反应而带来的变化。由于光化学反应包含着快速化学反应，通常在解方程组(13)或(14)而求 ΔR 时总是将 Δt 再分成几步(令 $\Delta t = m\Delta\tau$)差分求解再求和。实例中取 $\Delta t = 2 \text{ min}$ ，而取 $\Delta\tau = 0.5 \text{ min}$ ，即每求4小步($\Delta t = 4\Delta\tau$)光化学反应量之和，再利用下式求一次平流扩散所导致的变化：

$$C_i^{n+1} = \left(\frac{1}{1 + A} \right)^\alpha [0.5 \hat{a}(1 + \hat{a})C_{i-p-1}^{n+1'} + (1 - \hat{a})(1 + \hat{a})C_{i-p}^{n+1'} - 0.5 \hat{a}(1 - \hat{a})C_{i-p+1}^{n+1'}] \quad (29)$$

对比(27)式和(29)式，可以看出后者 C_i^{n+1} 已包含了光化学反应以及平流扩散的综合效应。

(2)、(5)、(6)、(13)及(14)、(28)、(29)式组成了一个完整的内边界层光化学反

应模式。我们利用它以华南沿海“茂油”为例，分析了内边界层光化学反应的某些特征。

四、结果与分析

以 1988 年 1 月 28 日为例，海风主导风向 SE，平均风速 $\bar{u}=2.7$ m/s。NO_x 自源排出之初始阶段 NO₂ 和 NO 所占比例是经验给出的。NO_x，HC 和 O₃ 初值取：NO_{x0} = 0.01PPm，HC₀ = 0.10 ppm，O₃₀ = 0.015 ppm，其它则取近于零。主要计算沿下风方中心线上的浓度。时间步长取 $\Delta t = 2$ min (计算光化学反应时取 $\Delta t = 4\Delta\tau$, $\Delta\tau = 0.5$ min, 空间步长 $D = 1$ km。计算范围为自茂油厂区至源下风方 80 km，每 3 h 打印一次结果。

图 3 给出了利用上述模式计算得到的 NO₂ 11 时，14 时和 17 时随下风距离的浓度化曲线，从中可以看出由于内边界层持续熏烟的影响，厂区附近始终保持一个明显的峰值区；最大值为 0.25 PPm 而后由于光化学反应又在远处约 40—50 km 处逐渐形成第二个峰值区，比第一个近源区峰值要小些，且因平流影响而略向下风方推移。

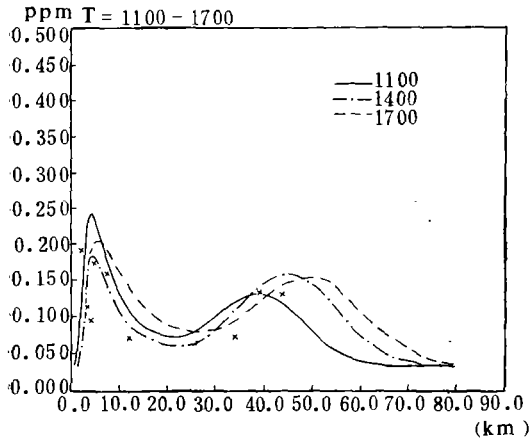


图 3 11—17 时 NO₂ 下风浓度分布曲线 (ppm)

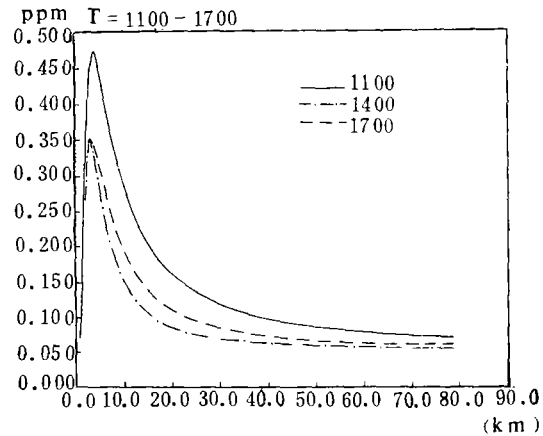


图 4 11—17 时 HC 下风浓度分布曲线 (ppm)

图 4 为 11, 14, 17 时 HC 下风浓度分布曲线。随下风距离的增加 HC 浓度很快衰减。根据光化学反应方程组 (13) 可看出，反应主要使烃类与其它物质作用而产生各种自由基并最终形成醛类、PAN 等光化学氧化剂，加之扩散影响，而使其排出后不断衰减。

图 5 为 O₃ 11 时，14 时及 20 时下风方浓度 (ppm) 分布状况。从中可看出 O₃ 也呈双峰型分布，其峰值随着太阳辐射强度和光化学反应累积时间多少而有明显的变化：峰值午前较小，而在午后达最大值，至 20 时以后又迅速减小。近源峰比 HC 和 NO₂ 峰位置偏后，表明氧化剂浓度分布有一定的位相滞后，最大峰值为 0.21 ppm。远源峰位于下风方 ~50 km 处，其峰值浓度变化比前者明显，且随时间而略向下风方推移。不过 14 时远源峰峰值为 0.12 ppm，比近源峰要小，与监测结果对比表明模拟结果基本上与实际情况相符。

图 6 为源下风方 50 km 处 O₃ 的时间变化曲线。从中也可看出随着光强和光化反应

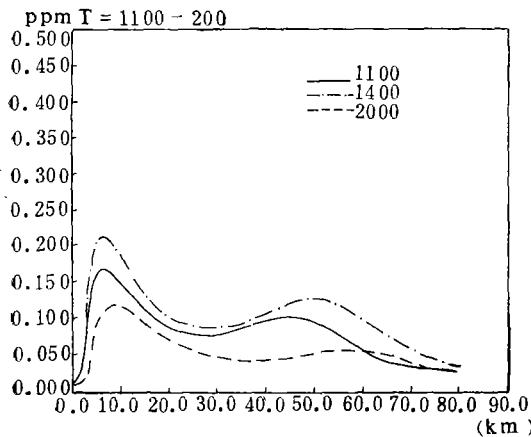


图 5 O_3 11—20 时下风浓度曲线(ppm)

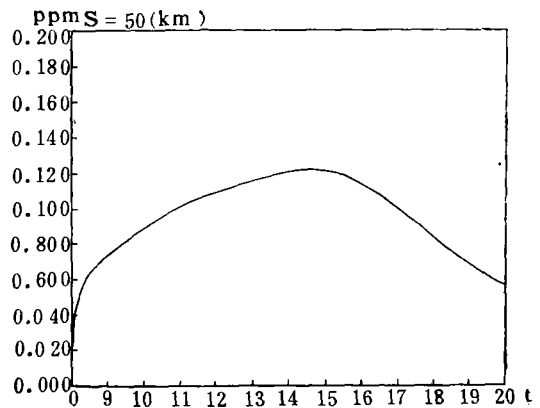


图 6 下风方 50 公里处, O_3 浓度时间变化曲线(ppm)

累积时间的变化 O_3 浓度也有明显的变化, 通常于午后 14—15 时前后达最大值, 比最高温度出现时间略晚些。

我们还选择不同平均风速及内边界层顶高度的个例进行了模拟, 同样发现类似的双峰型特征。

总之在有热力边界层条件下, 光化学反应更加明显, 并呈双峰型, 其影响是不可忽视的。

五、结 论

通过上述内边界层光化学反应模拟, 可以初步得到以下结论:

1. 由于内边界层导致的近源区 NO_x 及 HC 等持续高浓度污染, 使得光化学反应也在该区域较强, 表现为 O_3 等光化学氧化剂于近源区形成强的峰值区, 其位置较 NO_x 及 HC 峰值带要略偏后一些, 由于光化学反应累积时间及平流的影响, 在离源较远 (~ 50 km) 处常会形成第二个光化学氧化剂峰值, 但比前一个峰要小些。明显的双峰型分布是内边界层光化学反应结果的主要特征之一。

2. 随着光强及辐射累积时间的变化, 光化学氧化剂 O_3 等的近地层浓度也有明显的时间变化, 一般在午后 14—15 时前后达最大值。

3. HC 自源排出后只有一个近源浓度峰值而后随下风距离增加而迅速衰减; NO_2 则由于光化学反应结果同样会出现第二个峰值, 但比近源浓度峰要小。

以上结论基本上与初步监测结果相一致, 不过, 因监测资料有限, 今后需作进一步检验和证实。

参 考 文 献

- [1] Lyons, W. A., and Cole, H. S., Fumigation and plume trapping on the shores of lake Michigan during stable onshore flow, *J. App. Meteor.*, **12**, 494—510, 1973.
- [2] Kerman, B. R., A similarity model of shoreline fumigation, *J. Atmos. Envi.*, **16**, 467—473, 1982.
- [3] Atkinson, R., et al., An updated chemical mechanism for hydrocarbon/NO_x/SO₂ photooxidations suitable for inclusion in atmospheric simulation model, *Atmo. Envi.*, **16**, 1341-1355, 1982.
- [4] Kotake, S., et al., Simulation model of air pollution in complex terrain including streets and buildings, *Atmos. Envi.*, **15**, 1001—1009, 1981.
- [5] 莫天麟, 大气化学基础, 383-384, 气象出版社, 1988.
- [6] 李宗恺, 空气污染气象学原理及应用, 463—470, 气象出版社, 1985.
- [7] 杨大升等, 动力气象学, 65—74, 气象出版社, 1980.
- [8] 康得拉捷夫, 李怀瑾译, 太阳辐射能, 4—12, 科学出版社, 1962.
- [9] Bats, J. R., and McDonald, A., Multiply-upstream semi-Lagrangian advective schemes: analysis and application to a multi-level primitive equation model, *Mon. Wea. Rev.*, **110**, 1831-1837, 1982.
- [10] Xiang Kezong, The cell-move-expansion model for the evaluation of ground level pollutant concentration, *Adv. Atmos. Sci.*, **5**, 3, 325-334, 1988.
- [11] Bazzell, C. C., and L. K. Peters, The transport of photochemical pollutants to the background troposphere, *Atmos. Envi.*, **15**, 957—968, 1981.
- [12] Moussiopoulous, N., et al., Numerical simulation of the photochemical air pollution levels, *Environ.-Soft.*, **3**, 105—108, 1988.

AN PRELIMINARY APPROACH TO PHOTOCHEMICAL REACTION IN THE INTERNAL BOUNDARY LAYER

Xiang Kezong

(Guangdong Institute of Tropical Marine Meteorology)

Abstract

Taking Maoming Oil industrial area which is not far away from the South-China Sea as an example, the continued high level pollution of NO_x and HC formed under the internal boundary layer and their effects on photochemical reaction in low-level atmosphere are studied. By way of photochemical reaction modelling and comparison with the monitoring results, some distribution features of photochemical oxidants such as O₃ etc. are analyzed.