

复杂地形区域之大气环境容量

向 可 宗

(广东省热带海洋气象研究所)

提 要

复杂地形区域之风场及污染物的输送,受地形影响往往是非均匀的,这类地区大气环境容量的估算也有别于平坦地形区域.本文以粤东山区之梅州市工业居民混合区为例,介绍了复杂地形条件下大气环境容量的计算方法.主要包括:1.确定地形影响下近地面之主要流型.2.合理给出模式调整前容量的初估值,以尽量减少模式调整的工作量.3.建立非均匀风场条件下的环境容量调整模式.4.通过模式调整得出大气环境容量的准确值.

关键词:污染;环境容量;复杂地形;风场;环境目标.

一、引 言

这里所讨论的大气环境容量是指在保证达到环境目标值的前提下,单位时间允许排入大气的最大污染物质,环境目标值通常是根据不同地区不同功能区的类别以国家制定的一、二、三级标准给出的.大量实验分析表明这些标准是保护人群健康及生态系统功能正常的基本环境条件.由于在分析大气环境时主要着眼于对人类、生态有明显影响的近地层污染,故风场也主要着重于近地层;而且因受某一季节大尺度盛行风(或主导风)及地形影响,这种流场常常表现为几种主要流型.很明显,由于湍流的随机性,在容量分析中难以考虑到所有可能出现的不规则流型,我们可以近似认为:据主要流型所调整得出之大气环境容量,也能大体上适用于少数其它不规则风场影响下的情况.

关于复杂地形条件下的中尺度风场,已有很多讨论和研究,Pielke^[1]曾提出地形坐标系之中尺度动力学方程组,但模拟计算量很大.Dickerson^[2]根据变分原理和三维无辐散的假定提出了一种质量守恒地形调整模式,但其中误差参数(α)须经验给定,从而在一定程度上影响了准确性.Han^[3]等人对于近地层中尺度流的数值研究,取得了较符合实际的结果,通过这种方法可以求出:在假定基本气流与主导风一致的情况下之主要稳态流型.

显然,由于风场的非均匀性导致了污染物的非均匀输送与扩散.Zannetti^[4]曾在通用之高斯模式基础上加以改进和扩充,使得新建立的模式能够适用于中尺度非均匀风场,但他对于排放与任意计算点之间平均风向量的求取,没有给出明确的方法,这在一定程度上降低了该模式的实用性.本文试图弥补这一缺陷,建立起能够用于非均匀中尺度流型的大

1988年10月21日收到,1989年5月3日收到再改稿.

气环境容量调整模式.由于风场是非均匀的,故一般需将所讨论的区域分成若干网格,垂直厚度则主要考虑混合层高度以下对人群及生态有明显影响的近地层.由于扩散性质的不同,一般可将污染源分作两类:一类是包括居民源、汽车流动源、无组织排放和中小企业锅炉、窑炉在内之近地面排放源.因其排放高度较低,最大污染区常出现于近源处,故受中尺度风场非均匀性影响较小.另一类则是排放高度较高的高架源,受非均匀流场的影响较大,且扩散范围较广.显然,在讨论大气环境容量时,按上述各类源污染分担率给予不同的处理再行迭加,能够得出更合理的估算结果.

通过简单的分析和计算可以得到大气环境容量的初估值,但还须经模式调整,才能得到较准确的容量值.下面将以粤东山区梅州市工业居民混合区为例,对复杂地形区域之主要流型模拟及大气环境容量分别加以讨论.

二、复杂地形区域之近地层流场

可以近似认为地形导致的运动之水平尺度远大于其垂直影响深度,于是中尺度地形调整模式便可以采用满足静力平衡条件的浅水方程作为控制方程,其向量形式可以写作^[1]

$$\frac{\partial \mathbf{V}}{\partial t} + (\mathbf{V} \cdot \nabla) \mathbf{V} + f_0 \mathbf{k} \wedge \mathbf{V} = -g' \nabla(h + h_s) - \frac{C_D / |\mathbf{V}| |\mathbf{V}|}{h} + f_0 \mathbf{k} \wedge \mathbf{V}_g, \quad (1)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -\nabla \cdot (V_h), \quad (2)$$

式中 $\mathbf{V}$ 为近地层平均速度向量, f_0 为地转参数, $\mathbf{k}$ 为单位垂直向量, $g' = (\Delta\theta / \bar{\theta})g \approx 0.017g$ ^[3] 为重力加速度订正因子, C_D 为阻力系数, 可以用下式求出^[5]

$$C_D = [\kappa / \ln(Z / Z_0)]^2, \quad (3)$$

式中 $\kappa = 0.4$ 为卡曼常数, Z_0 为粗糙度, 依照常值通量层理论, 可根据低空测风结果统计求出^[6], $Z_1 = h / 2$ 为近地面流平均高度. 通过对梅州边界层实际探测和分析得到该区域 $Z_0 = 0.63\text{m}$, 而 $Z_1 \sim 150\text{m}$, 于是可得出阻力系数 $C_D = 0.005$, 与 Deardorff^[7] 等人的结果是一致的. V_g 为混合层顶风速, 可近似地根据近地层大尺度盛行风场来确定. h_s 为地形高度, h 为混合层顶厚度, 其初始值 h_0 , 根据 Deardorff 等人的研究, 可以由下式给出

$$h_0 = (C_p \bar{\theta} / g) [(p_s / p_0)^k - (p_x / p_0)^k], \quad (4)$$

式中 C_p 为定压比热等于 $4.18 \times 240\text{J} / \text{kg} \cdot \text{K}$, $\bar{\theta}$ 为混合层下平均位温, g 为重力加速度, p_s 为地面气压, p_x 为混合层顶气压, $p_0 = 1000\text{hpa}$ 为参考气压, $k = R / C_p$. 参照低空探测结果取 $\bar{\theta} = 300\text{K}$, 近地层每 10m 下降 $\sim 1\text{hpa}$, 则可得到 $h_0 = 307\text{m}$, 是比较符合梅州地区的实际情况的. 在 $t = 0$ 时取各处 h_0 皆相等.

(1)式表明流场的变化主要是由于摩擦阻力项、重力项和地转偏差项所造成的. 对于较复杂地形, 垂直运动一般不能忽视; 作为一级近似, 本文在分析中尺度风场时仍着重于二维情形, 而将污染物的垂直输送于扩散模式中加以考虑. 显然这种处理方法有一定缺陷而有待改进; 但为简便, 仍将(1), (2)式写成如下标量式:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -u \frac{\partial u}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} + f_0(v - v_g) - g' \frac{\partial(h + h_s)}{\partial x} - \frac{C_D(u^2 + v^2)^{1/2} u}{h}, \quad (5)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -u \frac{\partial v}{\partial x} - v \frac{\partial u}{\partial y} - f_0(u - u_g) - g \frac{\partial(h + h_s)}{\partial y} - \frac{C_D(u^2 + v^2)^{1/2} v}{h}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -h \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} \right) - \left(u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} \right). \quad (7)$$

上面方程组包含三个变量 u, v, h 和三个方程, 故方程组是闭合的.

根据梅州地区低空探测结果发现混合层顶处有两个主要盛行风向, 一个是南偏东风, 另一个则是北偏西风, 平均风速一般约 4 m/s . 因此可近似地分别取 $u_{g1} = -2 \text{ m/s}$, $v_{g1} = 3 \text{ m/s}$, $v_{g2} = 2 \text{ m/s}$, $v_{g2} = -3 \text{ m/s}$, 由此可产生两个主要稳态流型. 在初始时刻:

$$\partial h_0 / \partial x = \partial h_0 / \partial y = 0. \quad (8)$$

而且 u_0, v_0 可由下列平衡条件确定:

$$f_0(u_0 - u_g) + g \frac{\partial h_s}{\partial y} + \frac{C_D(u_0^2 + v_0^2)^{1/2} v_0}{h} = 0, \quad (9)$$

$$f_0(v_0 - v_g) - g \frac{\partial h_s}{\partial x} - \frac{C_D(u_0^2 + v_0^2)^{1/2} u_0}{h} = 0. \quad (10)$$

如果将式中 $(u_0^2 + v_0^2)^{1/2}$ 近似用 $(u_g^2 + v_g^2)^{1/2}$ 来代替, 则近地层初始场的 u_0, v_0 值是容易得到的.

为了保证得到较符合实际的稳态流型, 有必要进行下面的讨论. 首先引入下列无量纲量:

$$\left. \begin{aligned} V &= V/V^*, \quad t = (L/V)t^*, \\ h_s &= H_s h_s^*, \quad h = \bar{h} h^*, \\ \nabla &= (1/2) \nabla^*, \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

取

$$\eta = h + h_s - \bar{h}, \quad (12)$$

且令

$$\eta = (f_0 L V / g^*) \eta^*, \quad (13)$$

其中 $\bar{h}$ 为平均混合层高度, V 为特征速度, L 为特征长度尺度, H_s 为地形特征高度. 于是 (1), (2) 式可改写作下列无量纲形式:

$$R_o \left[\frac{\partial V^*}{\partial t^*} + (V^* \cdot \nabla^*) V^* \right] + k_x (V^* - V_g^*) = -\nabla^* \eta - \frac{E_d / V^* / V^*}{h^*}, \quad (14)$$

$$F_r \left(\frac{\partial \eta^*}{\partial t^*} + \nabla^* \cdot V^* \eta^* \right) = R_o (-\nabla^* \cdot V^* + \mu \nabla^* \cdot V^* h_s^*). \quad (15)$$

式中 $R_o = V / f_0 L$ 为 Rossby 数, 取 $V \sim |V_g| / 2$ 则近地层 $V \sim 2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$, $f_0 \sim 10^{-4} \text{ s}^{-1}$, $L \sim 2 \times 10^4 \text{ m}$, 故 $R_o \sim 1$, 这表明地转偏向力与加速度影响有同样数量级. $E_d = C_D V / f_0 h$ 为表面阻力埃克曼数, 注意到 $C_D = 0.005$, $\bar{h} \sim 300 \text{ m}$, 可以得到 $E_d \approx 0.33$. 由于 $E_d < 1$, 说明地表阻力影响是比较大的; 更重要的是根据 Han^[3] 及 Deardorff 等人的实验分析, 证实当 $R_o / E_d < 10$ 时, 地形对流场的调整一般能够最终形成稳态流型. 这里 $R_o / E_d \sim 3$, 故可以保证对应于前述两种主导风的条件下, 得出两种主要稳态流型. $F_r = V^2 / g^* \bar{h}$ 称为弗罗德

数,其值越小表示重力项影响越大,在下面计算实例中 $F_r \approx 0.8$,说明重力项对所形成的稳态流型也起到了一定的作用而不可忽略。 $\mu = H_r / h$ 为地形参数,经验表明只有当 $\mu > 0.5$ 时,地形调整作用才会明显,而在粤东山区梅州一带 μ 值近于 0.83,故考虑该区地形对中尺度风场的影响是合理的。

用差分方法解方程组(5)–(7);计算范围为 $20 \times 20 \text{ km}^2$;取格距 $d = 1 \text{ km}$ (可根据需要改变其大小);使用“C”网格,即将 u 格点值置于 x 方向相邻两个 h 格点值的中间,而 v 格点值置于 y 方向相邻两个 h 格点值中间。同时每 10 分钟进行一次时间光滑,以减少时间中央差分所带来的某些计算误差。地形廓线则用经验平滑略去更小的不规则曲折或起伏。采用固定边界条件,最外 5 圈进行边界松弛处理;同时流线图仅根据 15×15 内格点区域计算结果绘制。图 1 为梅州市附近地区盛行南偏东风时($u_g = -2 \text{ m/s}$, $v_g = 3 \text{ m/s}$)的近地层稳态流型。图 2 为该地区盛行北偏西风时($u_g = 2 \text{ m/s}$, $v_g = -3 \text{ m/s}$)的近地层稳态流型。

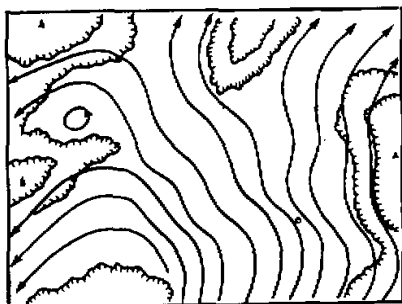


图 1 梅州市附近地区盛行南偏东风时
($u_g = -2 \text{ m/s}$, $v_g = 3 \text{ m/s}$)近地层之稳态流型

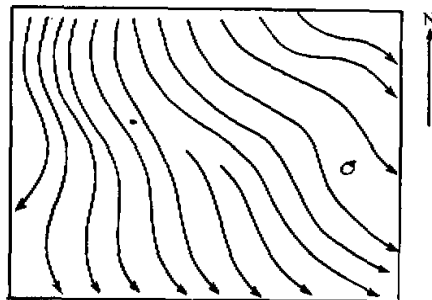


图 2 梅州市附近地区盛行北偏西风时
($u_g = 2 \text{ m/s}$, $v_g = -3 \text{ m/s}$)近地层之稳态流型

从图 1 中可以看出东北部由于地形绕流影响使风向逐渐转为南偏西;而西部山间谷地则形成小的涡流区;西南部风向逐渐转为东偏北,从而使得中尺度风场变得很不均匀。显然,风场的某些变化会对污染物的输送及高值浓度区的分布产生明显的影响。

图 2 则是梅州附近地区另一种主要流型。从中可以看到也存在着一一些小范围的地形扰动。

三、大气环境容量的初步估计

如上节所介绍的,复杂地形区域风场往往是非均匀的,故在容量估算中,需将所讨论区域分成若干网格。一般可取每一网格为 $1 \times 1 \text{ km}^2$ 。由于扩散性质的某些差异,对于近地面源和高架源需分别进行处理。近地面源是指居民源,无组织排放,汽车流动源以及中小企业之锅炉、窑炉等;高架源主要是工业高烟囱排放源。两者的平均源高及对近地面污染的分担率需根据污染源和环境调查或未来发展规划分析确定。环境目标值则应按国家对不同地区的环境分类标准确定,例如梅州市环境目标应取二级,以 SO_2 为例其日均浓度不得超过 0.15 mg/m^3 。

此外,在确定环境容量时应以日均浓度为主,因为一次浓度时空变化剧烈,有较大的偶然性,而环境容量则应具有相对的稳定性,故一次浓度不宜作为估算容量的主要依据;年平均浓度则因时间尺度太长,掩盖了一年内季节变化,如有的城市采暖和非采暖季浓度相差甚大,用年均浓度计算容量不能达到控制各季容量的目的,亦不宜作为估算依据,故主要以日均浓度为准.网格内各类源可统一看作面源,因而扩散参数须加订正^[8];即 $\sigma_{y1} = \sigma_y + \sigma_{y0} = \sigma_y + d/4.3$; $\sigma_{z1} = \sigma_z + \sigma_{z0} = \sigma_z + \bar{H}/2.15$.式中 σ_{z0} , σ_{y0} 为扩散参数面源订正值; d 为网格宽度或格距; $\bar{H}$ 为网格内各类源平均有效源高.一次浓度与日均浓度有如下关系^[8]:

$$\bar{C} = \left(\frac{T_1}{T_{24}} \right)^a \cdot C = AC, \quad (16)$$

式中 A 为浓度时间换算系数; $T_1 = 20$ 分钟,为一次浓度时间; $T_{24} = 24$ 小时;指数 $a \approx 0.3$ (Gifford, 1975),于是得到 $A = (T_1/T_{24})^a \approx 0.278$.梅州地区扩散稳定度以中性为主,有关扩散参数为: $\sigma_y = 0.32x^{0.78}$, $\sigma_z = 0.22x^{0.78}$.可采用下式计算最大日均浓度^[8]:

$$\bar{C}_m = \frac{2AQ_y}{\pi e \bar{V} \bar{H}^2} \cdot \frac{\sigma_{z0} + \sigma_{zm}}{\sigma_{y0} + \sigma_{ym}}, \quad (17)$$

式中 σ_{zm} 及 σ_{ym} 分别表示最大落地浓度处(即 $x = x_m$ 处)之垂直和水平扩散参数,令 $\sigma_{y0} + \sigma_{ym} = (1 + \sigma_{ym}/\sigma_{y0})\sigma_{y0} = (1 + K)\sigma_{y0} = (1 + K) \cdot d/4.3$.因在最大落地浓度处 σ_{ym} 有确定值,故比值 $K = \sigma_{ym}/\sigma_{y0}$ 也有确定的值;且参照点源分析令 $\sigma_{z0} + \sigma_{zm} = \alpha \bar{H}$;式中 α 为经验系数;此外,在估算各网格容量时, $\bar{C}_m$ 应取环境目标值;同时分别考虑近地面源与高架源的污染分担率 E_{w0} 和 E_{w1} ;于是可以得到单一网格近地面源容量 θ_0 估算式:

$$\theta_0 = 2.4(1 + K)E_{w0} \bar{C}_m \bar{V}_0 \bar{H}_0 d. \quad (18)$$

注意到单一网格面积为 $1 \times 1 \text{ km}^2$,设估算区域面积为 $S \text{ km}^2$,并且由于上风向网格迭加影响而使整个功能区近地面源容量有所减小,设减小 $S^{-\beta_0}$ 倍,则总的估算区域近地面源容量 θ_{f0} 为:

$$\theta_{f0} = \theta_0 S^{1-\beta_0}, \quad (19)$$

式中 $\bar{H}_0$ 为近地面源平均有效源高, $\bar{V}_0$ 为近地面平均风速, d 为格距, E_{w0} 为近地面源污染分担率.由于功能区性质不同容量差异也大,故需分别估算.这里仅以梅州市工业居民混合区为例进行计算,其面积为 $S = 6.6 \text{ km}^2$; $\bar{V}_0 \sim 2 \text{ m/s}$; $\bar{C}_m = 0.15 \text{ mg/m}^3$; β_0 为经验值,因该功能区沿上风向平均宽度近 2.5 km ,于是可近似认为沿上风向大约有两个半面源网格有相互迭加影响(不考虑横风面源影响且功能区外再往远面源源强迅速减小,故予以忽略).若以所计算网格面源对浓度的贡献为 1,并注意功能区最后近于半个网格,则各网格面源之迭加贡献为: $1 + 0.32 + 0.18 \times 0.5 = 1.41$,也就是说浓度由于面源迭加将增大约 1.4 倍,而有关容量则将减小 $1/1.41$;亦即 $S^{-\beta_0} = 1/1.41$,由此得到 $\beta_0 \approx 0.18$.于是得到近地面源容量初步估算值 $\theta_0 = 8.64 \text{ g/s}$, $\theta_{f0} = 40.4 \text{ g/s}$.

类似地单一网格高架源容量也可写作

$$Q_1 = 2.4(1 + K)E_{w1} \bar{C}_m \bar{V}_1 \bar{H}_1 d, \quad (20)$$

式中 $\bar{H}_1$ 及 $\bar{V}_1$ 分别为高架源平均有效源高及相应的平均风速,对于所讨论的功能区, $\bar{H}_1 = 80 \text{ m}$, $\bar{V}_1 = 2 \text{ m/s}$, $K = 0.33$, $E_{w1} = 0.4$,于是得到 $\theta_1 = 30.64 \text{ g/s}$.显然在分析高架源污染

时更须考虑相邻网格迭加影响,其结果是使迭加最大浓度比单一网格高架源污染增高,而使容量减小,设减小 $S^{-\beta}$ 倍,由此通过两种情况的模式计算和对比发现 $\beta \sim 0.5$;于是整个功能区高架源容量可写作:

$$\theta_{r1} = \theta_1 S^{1-\beta} \approx \theta_1 S^{1/2}. \quad (21)$$

从而得到 $\theta_{r1} = 79 \text{ g/s}$.

上述结果,可作为模式调整前,源强及相应源的初估值,这样做会大大减少模式调整的工作量,因为它相对而言,比任意给定更接近于准确的容量值.

四、复杂地形区域大气环境容量的模式调整

1. 适用于非均匀流场的扩散模式

如前所述复杂地形区域流场往往是非均匀的,而通用的正态烟流模式则仅适用于均匀风场,故必须加以改进.如令 $\mathbf{s} = \mathbf{s}(x_s, y_s)$ 表示污染源的位置,而以 $\mathbf{r} = \mathbf{r}(x_r, y_r)$ 表示格点 (I, J) 的坐标向量,则任意点的浓度 C 都可看作是这两个向量的函数,即 $C = C(\mathbf{s}, \mathbf{r})$. 在非均匀风场中沿流线的下风距离 ξ 和横风距离 η 可由下两式得出:

$$\xi = [(\mathbf{r} - \mathbf{s}) \cdot \bar{\mathbf{V}}] / |\bar{\mathbf{V}}|, \quad (22)$$

$$\eta = (|\mathbf{r} - \mathbf{s}|^2 - \xi^2)^{1/2}, \quad (23)$$

式中 $\bar{\mathbf{V}}$ 为污染源到计算格点的平均风向量.

类似地可将扩散参数看作是下风距离 ξ 的函数,并可用幂指数形式表达:

$$\sigma_\eta = a_\eta \xi^{p_\eta}, \quad (24)$$

$$\sigma_\xi = b_\xi \xi^{q_\xi}. \quad (25)$$

众所周知,通常可用标记示踪粒子法测定扩散参数,而示踪粒子运动轨迹往往不是一条直线,故测定结果应该也基本适用于非均匀风场条件,即可近似认为:

$$\sigma_\eta = a_\eta \xi^{p_\eta}, \quad (26)$$

$$\sigma_\xi = b_\xi \xi^{q_\xi}. \quad (27)$$

经过上述各种处理,并考虑到小区面积订正,同样可以写出类似的、适用于非均匀风场的烟流模式:

$$C = \frac{Q}{\pi |\bar{\mathbf{V}}|_y [(\sigma_\eta + d/4.3)(\sigma_\xi + \bar{H}/2.15)]} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\eta^2}{(\sigma_\eta + d/4.3)^2} + \frac{\bar{H}^2}{(\sigma_\xi + \bar{H}/2.15)^2} \right] \right\}. \quad (28)$$

如计算日均浓度还需乘以时间换算系数 A , 即¹⁾

1) 向可宗, 1989, 非均匀风场条件下大气环境容量的探讨, 热带气象(待发表).

$$\bar{C} = \frac{AQ}{\pi |V_{ij}| (\sigma_y + d/4.3)(\sigma_z + \bar{H}/2.15)} \cdot \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\eta^2}{(\sigma_y + d/4.3)^2} + \frac{\bar{H}^2}{(\sigma_z + \bar{H}/2.15)^2} \right] \right\} \quad (29)$$

由上节得到 θ_{f0} , $\bar{H}_0$ 和 θ_{f1} , $\bar{H}_1$, 根据(29)式进行计算而后迭加, 并加入本底浓度 (由源区上风方监测值内插再加入时间尺度订正), 得到模式调整前的浓度分布如图 3. 从中可看出最大 SO_2 日均浓度为 $0.125\text{mg}/\text{m}^3$, 比二级环境目标值 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 要小些, 故尚须进行某些调整, 才能得出更准确容量.

2. 模式调整实例

(1) 先调整近地面源容量 θ_{f0} , 使其模式计算得到的最大日均浓度值 $\bar{C}_m$, 近似满足于 $\bar{C}_m = E_{w0}(\bar{C}_m - \bar{C}_0)$, 其中 $\bar{C}_m$ 为环境目标值, $\bar{C}_0$ 为本底值, 得到 $\theta_{f0} = 68\text{g}/\text{s}$.

(2) 参照主要流型 I (如图 1) 调整高架源容量 Q_0 , 并求取上式两类源的迭加日均浓度, 且考虑本底污染日均值 $\bar{C}_0$, 使最大日均污染浓度近于 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$, 如图 4. 从图中可看出最大 SO_2 日均浓度为 $0.149\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.15\text{mg}/\text{m}^3$.

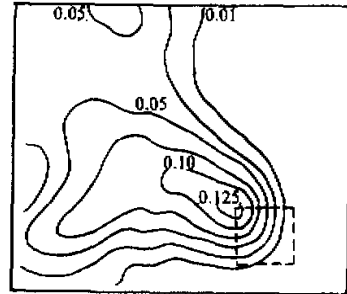


图 3 根据容量初估值和稳态流型 I, 计算得到 SO_2 日均浓度分布 (mg/m^3)

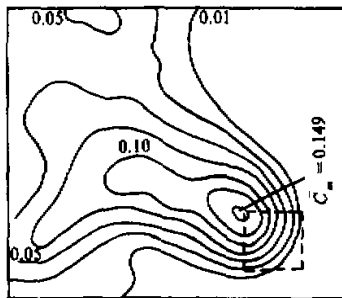


图 4 在流型 I 控制条件下, 按模式调整之容量 (即最大允许排放量) 计算得到之 SO_2 日均浓度 (mg/m^3) 分布

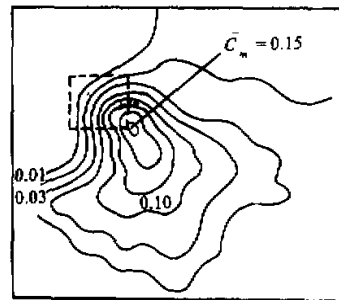


图 5 在流型 II 控制条件下, 按模式调整容量 (即最大允许排放量) 计算得到之 SO_2 日均浓度 (mg/m^3) 分布

(3) 参照主要流型 II (如图 2) 用已经得到的 θ_{f0} , θ_{f1} 以及 $\bar{H}_0$, $\bar{H}_1$ 计算迭加的日均浓度, 如图 5. 从中可看出其迭加日均浓度基本上皆小于或等于 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$; 只有一个点为 $0.151\text{mg}/\text{m}^3 \sim 0.15\text{mg}/\text{m}^3$. 故认为所得的结果是准确的, 即 $\theta_{f0} = 68\text{g}/\text{s}$.

244.8kg/h ; $\theta_f = 95\text{g/s} = 342\text{kg/h}$; 功能区 SO_2 总的环境容量 $\theta_f = \theta_{f0} + \theta_{f1} = 586.8\text{kg/h}$. 很明显,也可以将其换算为日或年能耗量(标煤),这里不再详细讨论.

五、结 语

复杂地形区域之大气环境容量,由于涉及很多因素而尚无一定的计算方法,本文试图抓住主要方面提出一个基本的分析计算流程和方法.其中某些参数的选取是通过反复模拟和对比而得出的,故有一定的代表性,但有些参数尚需作进一步的研究.例如一次浓度与日均浓度时间尺度换算系数(A^{-1})较常用的就有三种:一种是取 3(见《制定大气污染物的技术原则和方法》),第二种是取 3.6(BNL),第三种是取 4.4(见《电厂大气环境评价规范》).本文 $A^{-1} = 3.6$ 或 $A = 0.278$.但这只是用于容量初步的估算,而后还要进行模式调整,这也说明最后通过模式确定容量准确值,特别是在复杂地形区域是十分必要的.此外,环境容量要求能得出较稳定的结果,经验表明改进的烟流模式和稳态流型比其它模式更易于达到这一要求.

最后还须说明,本文仅试图对容量计算作一初步的探讨,方法上不免过于粗糙,作者将于今后的进一步工作中加以完善.

参 考 文 献

- [1] Pielke, R.A. & Martin, C.L., 1981, The derivation of terrain-following coordinate system for use in a hydrostatic model, *J. Atmos. Sci.*, **38**, 1707—1713.
- [2] Dickerson, M.H., 1978, A mass consistent atmospheric flux model for regions with complex terrain, *J. Appl. Meteor.*, **17**, 241—253.
- [3] Han, Y.J. et al., 1982, Numerical Study of terrain-induced mesoscale motions in a mixed layer, *J. Atmos. Sci.*, **39**, 2464—2476.
- [4] Zannetti, P., 1981, An improved puff algorithm for pulme dispersion simulation, *J. Appl. Meteor.*, **20**, 1203—1211.
- [5] Keyser, D. & Anthes, R.A., 1977, The applicability of a mixed model of the planetary boundary layer to real-data forecasting, *Mon. Wea. Rev.*, **105**, 1355—1371.
- [6] 向可宗, 1985, 广州近地层风的垂直分布与动力特性, 热带气象, 第1卷, 第2期, 129—138.
- [7] Deardorff, J.W. et al., 1984, Numerical study of terrain mesoscale motions and hydrostatic form drag in a heated growing mixed layer, *J. Atmos. Sci.*, **41**, 1420—1441.
- [8] 李宗恺等, 1985, 空气污染气象学原理及应用, 气象出版社, 264—266.

ATMOSPHERIC ENVIRONMENTAL CAPACITY IN REGIONS WITH COMPLEX TERRAIN

Xiang Kezong

(Guangdong Institute of Tropical Marine Meteorology)

Abstract

The wind fields and transport of pollutants in regions with complex terrain generally are non-homogeneous due to orographic effects. The evaluation of atmospheric environmental capacity in regions mentioned above are also different from even orographic regions. Taking industrial and resident hybrid area, the west of Meizhou, which belong to mountainous Yuedong, as an example the computational method of atmospheric environmental capacity under the condition of complex terrain is introduced, which mainly includes: (1) To determine the dominant flow patterns near surface effected by terrain; (2) To give the first estimating of capacity before adjustment in order to reduce the work amount of model adjustment; (3) To set up a model for environmental capacity in the condition of non-homogeneous wind field; (4) To obtain the exact results of atmospheric environmental capacity from the model mentioned above.