

重庆酸雨分布的一个数值模拟

雷孝恩 贾新媛 袁素珍

(中国科学院大气物理研究所)

骆启仁 陈思龙 徐 渝

(重庆市环境科研监测所)

提 要

在大气污染物的输送、扩散、迁移、转化、降水化学和微观云物理等方面国内外已有的认识基础上,本文设计了一适用于区域性酸雨研究的拉氏烟团轨迹模式,用此模式模拟了重庆市1982年7—10月的6个连续降水过程的酸雨分布。结果表明,重庆酸雨的来源主要是自身污染造成的,这与该市污染源排放低、风小的事实一致,这种类型的酸雨和美国、西欧由超高烟囱排放造成的在污染源下风方很远区域形成的酸雨从机理上可能有所不同。

一、前 言

近几年来,污染物在大气中长距离(100—1000公里)输送引起的环境问题不断为人们所重视,比如酸雨就是当前世界上最突出的环境问题之一。在我国局部地区酸雨已造成了灾害,它是影响我国西南和长江流域以南地区农业增产的因素之一,根据西欧和美国的经验教训,如不重视这一问题,势必会越来越突出。

目前国内不少地方和部门虽已注意到了这一问题,并开展了不少雨水中酸度测量及酸雨危害的调查研究工作,但对酸雨的成因,酸雨与大气污染的关系,它的影响范围及来源等这些急待弄清的问题还没有开展深入系统的研究。

酸雨是一个与大气污染有关的降水现象,该问题的研究必然要涉及到污染物在大气中微观和宏观的理化过程。因此,它是一个时间和空间尺度变化范围比较大,综合性非常强的研究课题。

为此,在大气污染输送、扩散、迁移、转化、降水化学和微观云物理等方面国内外已有的认识基础上,本文初步设计了一个适用于区域性酸雨研究的拉氏烟团轨迹模式,以期能对酸雨的来源、成因及发展趋势的预测预报等方面有个定量或半定量的认识,为生态平衡的维持、能源的合理消耗、环境工程设计方案的最佳制订,以及农业土地资源的保护等战略考虑提供科学依据。

二、模式建立

一般区域性的污染模式,必然是多源的,又由于污染物在大气中经历的时间长,距离远,其模式应包括从源到接收点之间的输送、扩散、转化、衰减、干湿沉降(包括降水物理和降水化学),以及复杂下垫面影响问题等等。如何将这些理化过程参数化,模式化,就是本节的主要内容,下面分别给以介绍。

1. 多源污染物浓度的分布型

本模式^[1]的中心是用一系列的拉氏烟团来近似模拟长时间平均连续污染源的烟道(或轨迹),每个烟团的位置在移动过程中可随风向改变,因而烟道可以弯曲,也可以转向。对任一关心的空间点 (x, y, z) 上的浓度,是由对该点有贡献的所有烟团作用之总和。

$$C_q(x, y, z) = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M Q_{ijq} Ph(x - \bar{x}_j, y - \bar{y}_j) P_{sq}(z, t), \quad (1)$$

其中下标 $q=1$ 或 2 分别表示污染物 SO_2 和 SO_4^{2-} , Q_{ijq} 是第 q 类污染物质,第 i 个污染源,第 j 个烟团释放出来的源强, M 是污染源的总数, N 为每个烟道的烟团总数, Ph 和 P_{sq} 分别是污染物浓度的水平和垂直分布函数。

$$Ph(x - \bar{x}_j, y - \bar{y}_j) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\left(\frac{x - \bar{x}_j}{\sigma_x}\right)^2 + \left(\frac{y - \bar{y}_j}{\sigma_y}\right)^2\right]\right\}, \quad (2)$$

其中 $\bar{x}_j$ 和 $\bar{y}_j$ 为烟道平均轨迹坐标, σ_x 和 σ_y 为烟团轨迹的标准差,对 SO_2 和 SO_4^{2-} 浓度的垂直分布函数 P_s 给成

$$P_{s_1}(z, t) = (4\pi k_z t)^{-\frac{1}{2}} \exp\left\{-\frac{(z - z_j)^2}{4k_z t} - \frac{2V_{d_1} t^{1/2}}{(\pi k_z)^{1/2}} - \Lambda_1 t - A_1 t\right\}, \quad (3)$$

$$P_{s_2}(z, t) = (4\pi k_z t)^{-\frac{1}{2}} \exp\left\{-\frac{z^2}{4k_z t} - \frac{2V_{d_2} t^{1/2}}{(\pi k_z)^{1/2}} - \Lambda_2 t - A_2 t\right\}, \quad (4)$$

k_z 为垂直涡旋扩散系数,由下式给出^[2]

$$k_z = k_{u*} z \cdot \exp\left[-7.8 \left(\frac{zf}{k_{u*}}\right)^{0.764}\right], \quad (5)$$

k 为卡门常数,计算时取成 0.36 。 f 为科氏参数, u_* 为近地面层速度尺度^[3]

$$u_* = 0.335 + 0.31z_0, \quad (6)$$

z_0 为有效粗糙度^[4]。 Λ_1 和 Λ_2 分别是 SO_2 和 SO_4^{2-} 的降水冲刷率, A_1 和 A_2 分别是 SO_2 和 SO_4^{2-} 的衰减常数, v_{d_1} 和 v_{d_2} 分别是 SO_2 和 SO_4^{2-} 的干沉积速度, z_s 为烟气有效排放高度,其抬升高度按布里格斯^[5]公式计算。

2. 流场及轨迹的导出

要完成上节的浓度计算,首先要确定基本参数 σ_x , σ_y 和 $\bar{x}_j$, $\bar{y}_j$ 。其每个时刻烟团的轨迹坐标定义成^[1]

$$x_{j1} = u(x_{(j-1)1}, y_{(j-1)1}) \Delta t, \quad (7)$$

$$y_{il} = v(x_{(j-1)l}, y_{(j-1)l})\Delta t, \quad (8)$$

其中 Δt 为两个烟团之间的时间间隔, u 和 v 分别是 x 及 y 方向的风速分量. $j=1, 2\cdots N$ 是烟团排放后 $t=\Delta t, 2\Delta t\cdots N\Delta t$ 时刻的轨迹端点, l 为每个轨迹 (或烟团形成的烟道) 的标记, 则轨迹的平均坐标可表示成

$$\bar{x}_j = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L x_{jl}, \quad (9)$$

$$\bar{y}_j = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L y_{jl}, \quad (10)$$

很清楚, 要完成平均轨迹和 σ_y, σ_x 的计算, 关键要知道所考虑范围的每个网格坐标点上的风速分量 u 和 v , 但实际测风站网远远小于计算所要求的密度. 因此, 如何由稀的观测站网资料客观分析出每个计算点上的值, 也是一个重要问题. 另外, 大多数测站只有地面风资料, 如何将地面风换算成不同高度上的风速也是模式计算的重要问题之一, 尤其是高的排放源, 这就有一个如何正确选择风速随高度分布廓线的计算公式问题. 本模式采用 [6] 的经验爱克曼风廓线

$$U_z = 1.832[1 - \exp(-0.3218z^{0.2695})\cos(0.3218z^{0.2695})]U_{10}, \quad (11)$$

其中 U_{10} 为 10 米高度上观测的地面风速, 其风速分量为

$$u_z = U_z \cos(270 - \theta), \quad (12)$$

$$v_z = U_z \sin(270 - \theta), \quad (13)$$

式中 $U_z = (u_z^2 + v_z^2)^{1/2}$, θ 为风向, 对每个网格点上的风速分量采用以下客观内插公式计算^[1]

$$u = \sum_{T=1}^{N_1} \frac{u_T T}{r_T^2} / \sum_{T=1}^{N_1} \frac{1}{r_T^2}, \quad (14)$$

$$v = \sum_{T=1}^{N_1} \frac{v_T T}{r_T^2} / \sum_{T=1}^{N_1} \frac{1}{r_T^2}, \quad (15)$$

其 N_1 为客观内插的测点数目, r_T 为测点与网格点之间的距离.

3. SO_2 向 SO_4^{2-} 转化过程的参数化

大气中或降水雨滴中 SO_4^{2-} 的主要来源是 SO_2 , 因此, 要完成 SO_4^{2-} 在大气中或降水中浓度分布的计算, 必须要知道 Q_{iix} (即源强), 与 SO_2 是来源于每个排放源的情况不一样, 它是由每个步长和网格上的 SO_2 浓度决定的 (是时间和空间的函数), 对 Q_{iix} 我们采用欧洲区域性模式^[7]的处理方法

$$Q_{iix} = \frac{3}{2} k_T \int_0^t c_1 V dt \quad (16)$$

k_T 是 SO_2 向 SO_4^{2-} 的转化系数, V 是每个时刻的烟团体积, 其计算表达式为

$$V = \pi h R^2 \quad (17)$$

R 为任一时刻 t 烟团的半径, h 为混合层高度, 在烟团输送的过程中, 假设按斐克扩散, 则 R 可近似给成

$$R = (R_0^2 + k_0 t)^{1/2} \quad (18)$$

式中 k_0 为水平涡旋扩散系数, R_0 为烟团的初始半径, 将 (18) 和 (17) 代入 (16) 则

$$Q_{iiz} = \frac{3}{2} \pi h k_T \left[R_0^2 \int_0^t c_1 dt + k_0 \int_0^t c_1 t dt \right] \quad (19)$$

对 (19) 作数值积分后, 方可导出每个烟团经过处的源强 Q_{iiz} 来。

4. 降水冲刷过程的参数化

降水冲刷系数 A_1 和 A_2 的正确决定, 是酸雨模式的关键问题之一。本文采用 [8] 提出的理论计算冲刷系数的方法, Scott 认为其结果可用到中尺度或区域尺度的问题。经过一系列的降水微观云物理过程的考虑, 最后他得到如下冲刷系数 A 的表达式

$$A = 1.26 J(x)^{0.78}, \quad (hr^{-1}) \quad (20)$$

其中 1.26 是有量纲的常系数, $J(x)$ 为降水率 (毫米/小时), 它是高度的函数, 其表达式给成

$$J(x)^{0.22} = J(g)^{0.22} - 3.1 \cdot 10^{-4} \bar{m}(x - z_g), \quad (21)$$

这里 $\bar{m}$ 是地面和高度 x 之间平均的云水浓度 (克/米³), $J(g)$ 是地面的降水率, z_g 是地面海拔高度 (米), 将 (21) 代入 (20) 则

$$A = 1.26 [J(g)^{0.22} - 3.1 \cdot 10^{-4} \bar{m}(x - z_g)]^{\frac{3}{11}}, \quad (22)$$

5. 降水过程中水气之间的浓度平衡关系

如何将大气中污染物浓度与降水过程中在地面测得的酸度 pH 建立起联系, 是我们在本模式中作的一个尝试。文献 [9] 在 SMICK 模式中, 已经将大气化学动力学和大气输送扩散过程联合起来作了分析, 明确提出了污染物在降水过程中液相和气相浓度的两类控制方程, 在实际应用中获得了较好的结果, 指出液相浓度受气体浓度大小的影响。

文献 [10] 最近也研究过降水中 SO_2 的含量和地面大气中 SO_2 浓度之间的关系, 并进而分析了与地面降水的 pH 关系。文献 [11] 利用 SO_2 的液相和气相浓度平衡理论, 由已知的气体 SO_2 浓度计算了水中 SO_2 浓度 c_x , 并和实际作了比较。对降水过程的液相和大气中 SO_2 之间的浓度关系, [11] 给成如下公式

$$c_x = \frac{c_y}{H} + \{-[H_3O^+]_{ex} + \sqrt{[H_3O^+]_{ex}^2 + 4k_1 c_y / H}\} / 2, \quad (23)$$

这里 $[H_3O^+]_{ex}$ (克分子量/升) 表示贡献给降水的氢离子浓度, 作为第一近似, 它与 pH 有关

$$[H_3O^+]_{ex} = 10^{-pH} \quad (24)$$

将 (24) 代入 (23), 并利用关系 $c_x = H' c_y$, 则 (23) 变成

$$c_y H' = c_y / H + \{-10^{-pH} + (10^{-2pH} + 4k_1 c_y / H)^{1/2}\} / 2, \quad (25)$$

其中 c_y 为大气中 SO_2 浓度 (克分子量/升), H' 为与 SO_2 有关的有效亨利定律常数, 与雨滴的酸度 pH 有关, [12] 给成

$$H' = H_0 (1 + k_1 / 10^{-pH}), \quad (26)$$

这里 H_0 为一特定常数, k_1 为一与温度有关的参数 (克分子量/升), 其表达式为

$$k_1 = \exp(2.34 - 0.0224T), \quad (27)$$

此式由 [11] 给出的数据利用回归分析方法得到, 其相关系数 $r = 0.9999$, T 为大气中的

绝对温度, H 为与温度有关的参数(无量纲), 其表达式为

$$H = 1.015 \cdot 10^{-25} T^{9.499}. \quad (28)$$

此式也是由 [11] 给出的数据利用回归方法得到, 相关系数 $r = 0.998$, 由 (25) 和 (26), 经过逐次逼近和非线性回归分析, 最后得到关于降水中的酸度 pH, 大气中 SO_2 浓度和气温之间有如下经验关系:

$$\text{pH} = (40.606 - 6.464 \ln T) c_y^{-0.04817} \quad (29)$$

此式中的 c_y 单位为毫克/米³, 与 (25) 式不同。由式 (29) 看出, 在已知大气温度和其它参数后, 将 (1) 计算出的浓度结果代入 (29) 式, 就可求出相应 pH 值的空间分布来, 这样就便于将代表雨水中酸化程度的 pH 因子和污染源联系起来, 和污染物在大气中所经历的理化过程联系起来。

三、参数的选取和资料来源

上节导出的数学模式适用于一般的情况, 如果要将它用到某一具体的区域, 则应有每个区域的特点, 其输入到模式里的数据和参数应有所不同。这一节我们将以重庆地区的酸雨为例, 对模式所需要的输入资料作如下说明:

1. 计算例子的选择

使用来计算例子一共有 6 个连续降水过程(1982 年 7 月 1 日, 7 月 16—18 日, 8 月 21—24 日, 9 月 7—12 日, 9 月 15—19 日和 10 月 3—5 日)的 408 小时资料, 计算范围(包括重庆所有的县及现有的 10 个 pH 测站)是一个 75×150 公里² 的矩形方块, 每小时释放一个烟团, 每个污染源一共释放 408 个烟团, 其计算的网格距 $\Delta x = \Delta y = 3$ 公里。

2. 污染源

本模式计算用的污染源是重庆市城区的电厂及 6 个区的工业和民用 SO_2 源, 其工业源(除了电厂外)均按 50 米的有效烟气排放高度计算, 民用源是将每个区的面源折合成 4 个 10 米高的点源, 这样一共用来计算的有 33 个点源, 其资料来源于 [13, 14]。

3. 气象参数

风向、风速、温度及降水资料是由 8 个地面气象站观测得到的, 输入模式中的气象参数均以每小时间隔连续输入, 因此整个计算可作到每小时跟踪一次烟团的轨迹。

混合层高度 h 是由重庆气象台的探空资料得到的, 其整个计算时段的平均值 $h = 1150$ 米。

4. 其它输入参数

除了上述资料和 [1] 中给过的参数外, 计算中还应用了以下参数:

为反映重庆市地形起伏大和城市建筑密集的特点, 根据重庆市环监所作过的工作, 其有效粗糙度 z_0 选成 2 米。

中纬度区域的科氏参数 $f = 10^{-4}$ 秒 $^{-1}$ 。

关于 SO_2 向 SO_4^{2-} 转换率 k_T 的选取, 根据[15]提供的资料, 对城市或潮湿环境, $k_T = 1 - 13\%$ 小时 $^{-1}$, 因此对重庆(既潮湿又粗糙地区 k_T 选成 0.1 小时 $^{-1}$ 。

A_1 由 (22) 给出, $A_2 = 0.1A_1$ 。

$\bar{m} = 0.3$ 克/米 3 (对暖云降水)。

H' 中的 H_0 是由重庆市测得的平均 pH 值, 参考[12]提出的经验公式 $H' \approx 1.2 \cdot 10^{pH}$ 计算的, 其值最后给成 26。

四、计算结果

按上两节介绍的模式和输入的资料, 在 TQ-6 机上对代表夏半年情况的 6 个连续降水过程 SO_2 、 SO_4^{2-} 浓度, 酸度 pH 的空间分布和酸雨污染路径进行了数值计算, 其结果分别给在图 1-4 中。

图 1 是重庆酸雨污染路径, 图上虚线所包括的范围为模式使用的污染源范围(即重庆市城区)。其中我们只点了不同时段(将 408 小时资料分成四个时段计算)有代表性的 5 条平均轨迹, 从中看出有以下特点: 1. 有的路径打转, 如第 4 个污染源在第三时段的平均轨迹 3(4), 它从污染源出发 26 小时后又返回到了源点; 2. 所有的路径没有一个完全走直线, 都有明显的风向切变出现; 3. 四个时段的平均轨迹方向很不一样, 时段 1 是从西南向东北, 时段 2 是从西北向东南, 时段 4 则是东北西南走向, 时段 3 更复杂一些。这几个特点充分说明重庆市的酸雨污染有局地性的特点, 但总的趋势还是南北走向, 这一现象也可以从重庆站在这一时段的风向频率看出, 风向在 $315^\circ - 45^\circ$ 范围的频率为 50.24%, $225^\circ - 157.5^\circ$ 范围 31.13%, 其余的偏东和偏西方向之和不到 19%, 这与基本上为南北走向的轨迹有很好的 consistency。

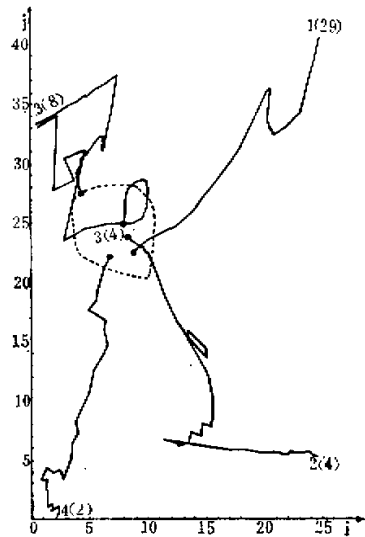
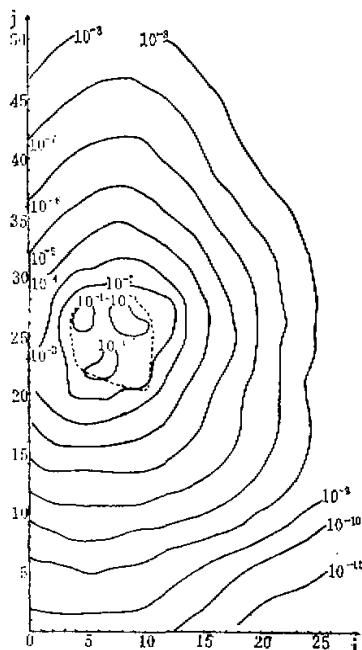


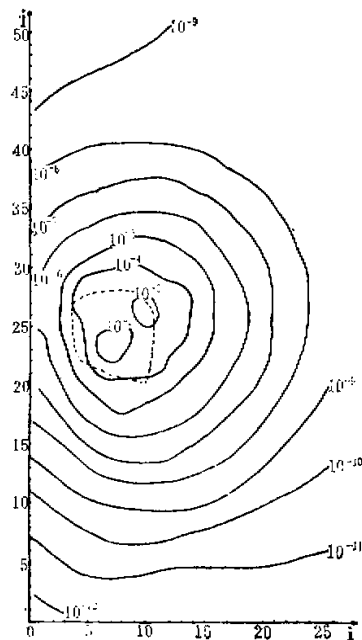
图 1 重庆酸雨污染路径

$$x = i\Delta x \quad y = j\Delta y \quad \Delta x = \Delta y = 3\text{km}$$

图 2 是整个计算时段的 SO_2 平均浓度, 从中看出, 有三个浓度大于 0.1 毫克/米 3 的中心, 这三个中心所包括的范围正好与重庆地区一致, 整个浓度等值线成椭圆形, 长轴走向为北北东到南南西, 这与风向频率和计算的轨迹结果一致, 为了检验计算结果的可靠性, 我们将计算值和 [13] 给出的重庆城区夏天的 SO_2 平均浓度值作比较, 其实测的平均值为 0.17 毫克/米 3 , 在同样范围内, 本模式计算出的空间平均浓度为 0.14 ± 0.035 毫克/米 3 , 这个结果比实测值略低, 这可能有两个原因。一是实测值只是在少数固定测点上的值, 而计算值则是由每间隔 3 公里就有一个数据参加平均, 因而空间平均比实测更有代表性, 另一

图2 重庆 SO_2 浓度 (mg/m^3) 分布

$$x = i\Delta x \quad y = j\Delta y \quad \Delta x = \Delta y = 3\text{km}$$

图3 重庆 SO_4^{2-} 浓度 (mg/m^3) 分布

$$x = i\Delta x \quad y = j\Delta y \quad \Delta x = \Delta y = 3\text{km}$$

个原因是实测值是包含了所有气象条件下作的,而本文计算的只是降水过程的情况,常通由于降水冲刷,大气中 SO_2 浓度比没有降雨时要小,因此,计算值比实测平均值略偏低是符合实际的。

图3是 SO_4^{2-} 的平均浓度,基本分布型和走向与 SO_2 大体相同,但 SO_4^{2-} 的浓度比 SO_2 小,这种差别的大小在不同方向和不同距离是很不一样的,这与[1]得出的结论一致,源附近一般相差两个量级,在计算范围的最东北方向,两者浓度比为1.38,最远的东南方向两者比值为1.65,最远的西北方比值为22.4,而最远的西南方两者相差可达3个量级,这种差别与各个方向风速大小关系很大。

图4是雨水中平均酸度 pH 的分布,从中看出,如果以5.6为有无酸雨的界线,则由于重庆城区本身的污染源造成的酸雨范围基本上是以城中心为圆心,半径为25公里的一个圆,比城区范围向四周扩大了15公里,其酸雨中心基本上与图2中的 SO_2 浓度中心相符合。

在整个计算范围和时段内,一共有9个pH

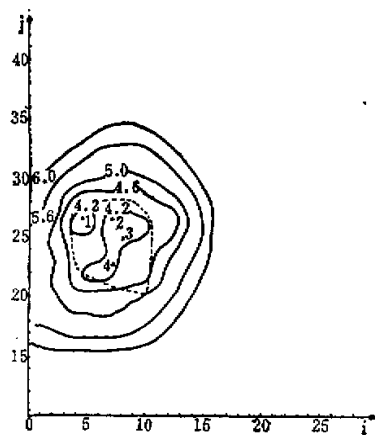


图4 重庆雨水酸度 pH 分布

$$x = i\Delta x \quad y = j\Delta y \quad \Delta x = \Delta y = 3\text{km}$$

的测站,我们采用雨量加权平均方法,求出每个站的总平均值。但这九个站只有四个在城区,本工作只考虑了重庆城区污染源的影响,因此只能用城区的四个测点资料进行比较分析。第一个是沙坪坝站,监测的平均 $\text{pH} = 3.83$, 计算的最低中心为 4 左右;第二站是市监所,实测平均值为 3.96, 计算值为 4.1 左右;第三个站为长江电厂, 实测值为 3.99, 计算值为 4.2 左右;第四个站为九龙坡,由于只有两次实测资料,其中一次为 4.68, 但计算值最低中心在 4 左右。从以上结果我们可以认为,在城区范围内,由于自身污染源造成的酸度 pH 最低可达 4.0, 比实测值略高,这主要是实测值可能还包括城区以外的污染源影响,因此,从总的趋势看,模拟的结果与观测值有相当好的相关性。

总之,重庆的酸雨主要是自身污染源造成的。其原因一方面是污染源排放高度低;另一方面是风小,污染物平均每小时只行走 1.26 公里,风向不定。因此,这种类型的酸雨与美国和西欧由超高烟囱排放造成的在污染源下风方向很远的区域形成的酸雨从机理上可能有所不同,这有待进一步加强研究。

五、小结和结论

从以上分析可以看出,作为酸雨问题的研究,本模式有以下几个特点:

1. 本模式可以提供 SO_2 、 SO_4^{2-} 浓度的空间分布、扩散、输送、干湿沉降、迁移、转化以及衰减等因子的相对重要性和酸雨路径等信息。
2. 它将污染源强和降水中的 pH 值联系起来,对酸雨的来源研究有帮助,可为控制酸雨的发生提供科学依据。
3. 大气化学和大气物理过程,宏观和微观过程初步合并到模式中,尽管有些过程考虑得还很粗,但至少看出象在酸雨这样一个综合性很强,各学科相互交叉的边缘性课题的研究中,数值模式作为一个工具是有着发展前景的。
4. 在有关部门提供能源消耗及未来发展规划的前提下,本模式可对未来酸雨发生发展趋势作预测预报。

总之,酸雨问题的研究,数学模式是一个有用的工具,即使是本文使用的较粗的输入资料,也能说明一些问题,特别是对一些大的战略考虑上。随着区域性酸雨研究工作的进一步开展,尤其是降水化学和降水物理研究的进一步深入,该模式更能发挥它的潜在作用。

本工作得到陶诗言先生和赵殿五同志的热情支持,并由西南地区酸雨污染研究协作组提供了酸度资料,特此感谢。

参 考 文 献

- [1] 任阵海、雷孝恩、姜振远、彭贤安,中国环境科学,1(3),1981.
- [2] Wisplaere, C. D., Air pollution Modeling and its Application I, 251—266, 1980.
- [3] 雷孝恩,邓玉珍,行星边界层(PBL)内扩散特征的一个数值研究(待发表).
- [4] 雷孝恩,贾新媛,杨锦德,大气科学,5(4),1981.
- [5] 雷孝恩,中国环境科学,1(6),1981.
- [6] 袁素珍,雷孝恩,中国环境科学,2(3),1982.
- [7] Johnson, W. B., Joint Conference on Application of air pollution Meteorology, 52—63, 1977.

- [8] Scott, B. C., *Atmospheric Environment*, 7(16), 1753—1762, 1982.
[9] Drewes, D. R., 同 [8], 1717—1724, 1982.
[10] Pena, J] A., 同 [8], 1711—1715, 1982.
[11] Hales, J. M., 同 [8], 13, 1121—1132, 1979.
[12] Fisher, B. E. A., 同 [8], 4(16), 775—783, 1982.
[13] 重庆市环境保护局, 重庆市环境质量报告书, 1981.
[14] 重庆环境科研监测所等, 重庆市 SO₂ 排放标准的研究, 1980.8.
[15] Durran, D. R., 同 [8], 13, 1021—1037, 1979.

A NUMERICAL SIMULATION OF DISTRIBUTION ON THE ACID PRECIPITATION IN CHONGQING AREA

Lei Xiaoen Jia Xinyuan Yuan Suzhen

(*Institute of Atmospheric Physics, Academia Sinica*)

Luo Qiren Chen Silong Xu Yu

(*Chongqing Institute of Environmental Science and Monitor*)

Abstract

Based on the knowledge of transport, diffusion, removal and transformation of air pollution, precipitation chemistry, and cloud microphysics, a Lagrangian puff trajectory model, adopted in the study of regional acid precipitation is designed. The distributions on the acid rains of six continuous precipitation processes in Chongqing during the period July to October 1982 are simulated with the model. The results show that the source of acid rain in the Chongqing area is air pollution itself, which corresponds with the facts of lower effective stack height and slight wind in the city. The mechanism for the formation of the acid precipitation here may be different from that in the United States of America and West Europe, where acid precipitations appear in the area far from pollution source with a great effective stack height.