

· 研究报告 ·

基于 MapInfo 的大气污染物复合多源模式研究及应用

杨卫华^{1,2}, 徐涛², 李树文²

(1 中国矿业大学(北京校区)资源与安全工程学院, 北京 100083

2 河北工程学院城市建设系, 河北 邯郸 056038)

摘要: 研究了在 MapInfo 环境下的大气污染物复合多源模式, 利用 MapBasic 编制了不同风向条件下的污染源坐标转换程序, 同时利用 Surfer 软件绘制了污染物浓度等值线, 并在 MapInfo 中与基础底图叠加。通过对某工业区 SO₂ 长期平均浓度的预测, 证明复合多源模式在环境影响评价中具有很好的应用价值。

关键词: 大气污染物; 复合多源模式; MapInfo 环境影响评价

中图分类号: X830.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2005)03-0014-04

Study and Application of Air Pollutant Complex Multi-source Model Based on MapInfo

YANG Weihua¹, XU Tao², LI Shuwen²

(1 Resource and Safety School, Chinese Mineral University, Beijing 100083 China;

2 Urban Construction Department, Hebei Engineering Institute, Handan, Hebei 056038 China)

Abstract To study air pollutant complex multi-source model based on MapInfo. To write pollution source coordinate conversion program in different wind direction condition using MapBasic. And to draw pollutant concentration contour line using Surfer software, and to add it with MapInfo. To predict long-term average concentration of SO₂.

Key words Air pollution; Complex multi-source model; MapInfo; EIA

在大气环境影响评价中经常会遇到复合多源的排放类型。在多源排放时, 对评价区域任一点的浓度贡献都是多个污染源叠加的结果。高斯烟流模型在计算某一具体污染气象条件和单一污染源对单一受污点污染贡献时, 其计算工作量并不大, 但要计算多个污染源对多个受污点长期污染影响的浓度贡献时, 其复杂的逻辑关系和大量繁琐的循环计算, 就离不开计算机的模式识别了^[1]。

MapInfo 是由美国 MapInfo 公司推出的一个桌面地理信息系统, 通过桌面地理信息系统, 用户可将空间信息及其相关内容放在地图上, 使各种枯燥无味的表格数据可视化, 从而可以极大的方便数据分析和辅助决策。MapBasic 是 MapInfo 地理信息系统软件提供的类 Basic 二次开发语言。它具有自己的编译环境, 具有支持多种高级语言的开发接口, 生成的执行文件能直接在 MapInfo 软件平台上

运行。

现以某工业区 SO₂ 长期平均浓度模拟计算为例, 说明在 MapInfo 环境下的复合多源排放浓度预测方法。

1 复合多源模式的原理和计算

在多源并存的情况下, 因污染源分布很不规则, 叠加的浓度场必须随风向改变, 故要求对每个风向都进行计算。此时, 若采用随风向改变的坐标系会很繁琐, 所以, 多源模式一般采用固定的坐标系。每个污染源和计算点都有确定的坐标位置, 只要按风向做适当的坐标变换, 仍可采用高斯扩散模

收稿日期: 2004-12-06 修订日期: 2005-03-20

基金项目: 河北省科技厅博士基金(03547012D)

作者简介: 杨卫华(1973-), 男, 山西太原人, 在读博士生, 讲师, 从事环境工程和环境科学方面的教学和科研工作。

式计算污染物浓度分布^[2]。

1.1 多源叠加的坐标系变换原理^[3]

设固定坐标系为 EON, E 轴指东, N 轴指北。污染源的坐标为 $P(E_p, N_p)$, 计算点的坐标为 $R(E_r, N_r)$, 见图 1。

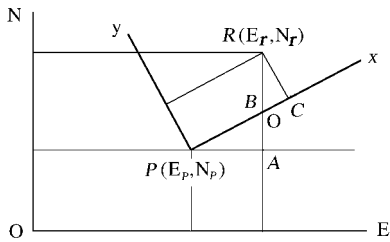


图 1 复合多源模式下的污染源坐标转换

高斯模式的坐标系 xoy 仍随风向改变, x 轴与风向一致, 若风的来向为 θ 则由图 1 可知:

$$y = RB \cdot \cos\theta \quad (1)$$

$$x = PB + BC \quad (2)$$

$$RB = N_r - N_p - BA \quad (3)$$

$$BA = (E_r - E_p) \operatorname{tg}\theta \quad (4)$$

$$PB = (E_r - E_p) / \cos\theta \quad (5)$$

$$BC = y \operatorname{tg}\theta \quad (6)$$

将式 (3)、式 (4)代入式 (1), 整理得:

$$y = (N_r - N_p) \cos\theta - (E_r - E_p) \sin\theta \quad (7)$$

将式 (5)、式 (6)代入式 (2), 整理得:

$$x = (N_r - N_p) \sin\theta + (E_r - E_p) \cos\theta \quad (8)$$

1.2 多源叠加的坐标系变换程序

假定某评价区域内有 $P_1, P_2 \dots P_n$ 个排放源, 要求计算整个评价区域内各网格点 (共有 $H \times L$ 个网格, 网格大小为 $M \times M$) 上的浓度值。用 MapBasic 编制各种风向条件下的坐标转换程序。

```
For p= 1 to n    共 n 个污染源
For f= 0 to 16  将风向划分为 16 个方位
theta=f*22.5
```

```
For j= 0 to L- 1
```

```
For i= 0 to H- 1
```

$$x(j, i, f) = (i \times M - N_p) \sin\theta + (j \times M - E_p) \cos\theta$$

$$y(j, i, f) = (i \times M - N_p) \cos\theta - (j \times M - E_p) \sin\theta$$

```
Next i; Next j; Next f; Next p.
```

将这些坐标值代入高斯扩散模式, 就可算出所

有点源和面源在各种风向条件下, 某一点上的浓度值, 计算完成后, 就可以画出区域浓度等值线图。

1.3 工作流程图

在 MapInfo 中完成大气污染物复合多源叠加计算的工作流程见图 2。利用 Surfer 软件绘制等值线, 并与 MapInfo 基础底图叠加的工作流程见图 3。

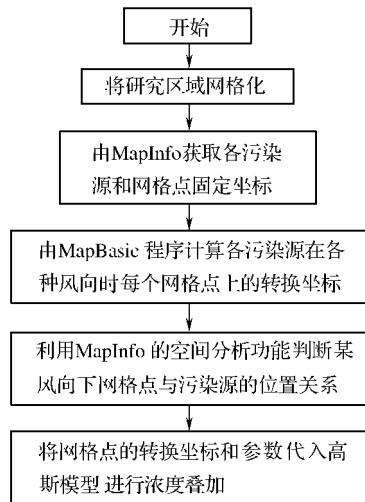


图 2 大气污染物复合多源叠加计算流程

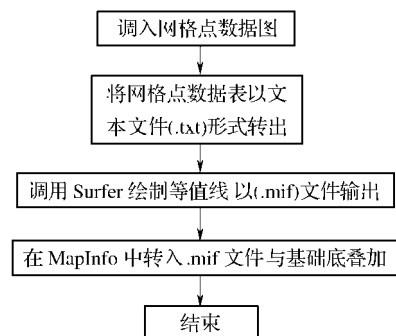


图 3 调用 Surfer 绘制污染物等值线流程

2 应用

2.1 概述

某工业区区域面积 18.5 km^2 。在此区域内有电力、冶金、化工、医药、棉纺等 31 个主要厂家和 181 个 SO_2 污染源 (其中 78 个点源, 103 个面源), 还混有居民居住区。利用上述方法, 将点源和面源对各个计算点的贡献浓度逐个计算, 然后在计算点上将污染物浓度叠加, 求出计算浓度。

2.2 多源模式选择

由于长期平均浓度值对气象、源参数和浓度监测值都比较稳定和比较容易取得, 故选用长期平均

浓度模式^[4]。当风向取 16 个方位时, 可以假定在每个 22.5° 扇形内的风向在每季或年的时期内是随机分布的, 同时也可以假定排放污染物在该扇形内的水平方向是均匀分布的。对于孤立排放源, 以排气筒地面位置为原点, 任一风向方位 i 距排气筒的下风向 X 处的季(期)或年长期平均浓度 $\bar{C}(X)_i$ (mg/m^3) 按下式计算:

$$\bar{C}(X)_i = \sum_j \left(\sum_k \bar{C}_{ijk} f_{ijk} + \sum_k \bar{C}_{Lijk} f_{Lijk} \right) \quad (9)$$

式中:

f_{ijk} ——有风时风向方位、稳定度、风向联合频率;

\bar{C}_{ijk} ——对应于该联合频率在下风向 X 点的浓度值;

j, k ——分别为稳定度和风速段的序号;

\bar{C}_{Lijk} ——计算方法同小风和静风时的计算模式;

f_{Lijk} ——静风和小风时, 不同风向和稳定度的出现频率。

式中参数具体计算方法见 HJ/T 2.2-1993 《环境影响评价技术导则》(大气环境)。

如果评价区域的排气筒数目多于一个, 则评价

区域任一点 (X, Y) 的年长期平均浓度为:

$$\bar{C}(X, Y) = \sum_i \sum_j \sum_k \left(\sum_r \bar{C}_{rijk} f_{ijk} + \sum_r \bar{C}_{Lrijk} f_{Lijk} \right) \quad (10)$$

式中: \bar{C}_{rijk} 和 \bar{C}_{Lrijk} 分别是在接受点上风向 $2\pi/n$ 方位角内对应于 f_{ijk} 和 f_{Lijk} 联合频率的第 r 个源对接受点的浓度贡献, 其余符号同式 (9)。

在处理无组织排放源地域内的空气污染物扩散时, 近似的方法是把给定地域内的全部排放源合并起来, 把一个面源转化为具有初始水平标准差 δ_0 和铅直标准差 δ_z 的点源。于是找到一个虚拟的距离 X , 在此距离给出一个标准差 δ , 那么 δ 就是 $X + X_0$ 的函数, 扩散浓度可按点源模式计算^[5]。

2.3 大气污染源

为了模式计算方便, 将污染源分为点源和面源两类, 点源分为高架点源(几何高度在 100 m 及以上的)和中架点源(几何高度在 100 m 以下及 25 m 以上的), 把几何高度在 25 m 以下的低矮源作为面源来处理。点源和面源参数见表 1 和表 2 (由于污染源数目较多, 故只列出其中主要的污染源)。

表 1 研究区域内的点源参数

序号	污染源	排气筒			坐标		排烟率 $Q / (\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$	SO_2 排放量 $Q / (\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$	SO_2 允许排放量 $Q / (\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$
		高度 h / m	直径 d / m	烟气温度 T / K	x $/ \text{m}$	y $/ \text{m}$			
1	化肥厂锅炉	65	2.0	443	9 025	6 945	$53\,630 \times 10^4$	1 306	130
2	热电厂锅炉	80	4.0	343	8 303	5 470	$567\,710 \times 10^4$	10 490	650
3	焦化厂锅炉	45	2.0	343	10 779	5 476	$52\,500 \times 10^4$	640	66
4	钢厂烧结机	80	3.3	329	10 783	5 110	$205\,844 \times 10^4$	1 588	230
5	煤矿机械厂锅炉	45	1.5	383	11 340	6 810	$9\,598 \times 10^4$	177	19
6	热电三厂锅炉	80	2.5	353	12 915	5 050	$114\,707 \times 10^4$	1 703	650
7	拖拉机厂锅炉	45	2.0	353	9 397	5 160	$21\,062 \times 10^4$	600	19

表 2 研究区域内的面源参数

序号	污染源	排气筒			坐标		排烟率 $Q / (\text{m}^3 \cdot \text{a}^{-1})$	SO_2 排放量 $Q / (\text{t} \cdot \text{a}^{-1})$	面积 A / m^2
		高度 h / m	直径 d / m	烟气温度 T / K	x $/ \text{m}$	y $/ \text{m}$			
1	搪瓷厂	18	0.5	373	10 970	6 500	$1\,415 \times 10^4$	22	42 500
2	拖拉机厂	20	0.4	363	9 440	4 950	$1\,887 \times 10^4$	31	86 400
3	机械厂	12	0.35	373	10 360	4 940	$1\,078 \times 10^4$	16	82 000
4	编织厂	14	0.3	368	8 500	4 270	724×10^4	18	14 450
5	冶研所	15	0.3	473	10 850	4 320	$2\,963 \times 10^4$	54	36 000
6	化工学校	17	0.4	368	10 500	4 100	$1\,106 \times 10^4$	20	38 000

2.4 多源模式验证

模式中采用的扩散参数选用实测大气扩散参数。高架源用平衡球实测扩散参数, 低架源和面源用双向风标实测扩散参数。将实测风速廓线以及实际调查的研究区域内 SO_2 污染源参数, 代入多源模式中, 在各个监测点(又称控制点)上进行计算浓度叠加。各控制点上的 SO_2 计算值与实测年月平均浓度值比较见表 3。

表 3 各控制点 SO_2 计算值与实测值比较

序号	实测值 ^① $\rho/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	计算值 $\rho/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	百分偏差 %	实测值 /计算值
1	0.075 6	0.056 5	-25.3	1.338
2	0.087 7	0.065 4	-25.4	1.341
3	0.092 8	0.106 1	24.3	0.875
4	0.057 9	0.058 2	0.5	0.995
5	0.054 6	0.069 1	26.6	0.790
6	0.050 0	0.039 6	-20.8	1.263

①实测值为各监测点实测值乘以研究区域对各监测点(控制点)的贡献浓度值($0.573 \text{ mg}/\text{m}^3$)。

由表 3 可知, 检验的百分偏差绝对值都 < 30%, 在 1.5 倍偏差范围内, 说明模拟结果与实测结果吻合较好。将计算结果与实测结果进行相关性分析, 得到回归方程为:

$$C_{\text{计算值}} = 0.865C_{\text{实测值}} + 0.0055 \quad \text{相关系数 } r =$$

0.71, 回归直线的斜率为 0.865, 从而证实了该模式中大气扩散参数、风速廓线幂指数等选取的比较合适, 用该模式进行大气污染物浓度计算是可行的。

2.5 绘制 SO_2 长期平均浓度等值线

利用复合多源模式计算研究区域各网格点上的 SO_2 浓度值, 将计算结果以及各网格点坐标 (x, y) 保存在 MapInfo 表中, 然后按图 3 所示流程绘制等值线, 结果见图 4。

3 结语

应用结果表明, 在复合多源模式下, 经过坐标转换和适当的简化处理, 仍然可以采用高斯扩散模式计算。利用 MapInfo 进行复合多源模式计算的优点为:

• 简讯 •

石家庄市环境监测中心获国家嗅觉实验法实验资格证书

近日, 石家庄市环境监测中心通过了国家环境保护恶臭污染控制重点实验室的资质考核, 获得嗅觉实验法 (GB/T 14675-93) 实验资格证书, 证书编号为 SKL[0503003]。

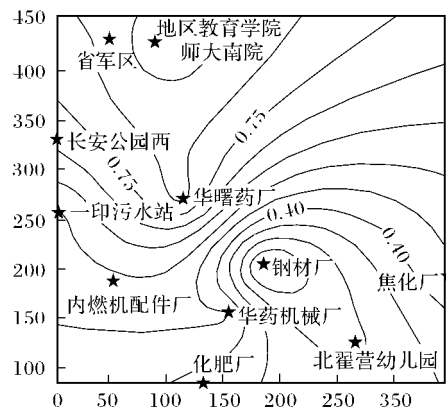


图 4 研究区域 SO_2 长期平均浓度等值线

- (1) 研究区域网格划分方便灵活;
- (2) 利用 MapInfo 可自动获取污染源和网格点坐标;
- (3) 利用 MapBasic 可编制在各种风向条件下的网格点坐标转换程序;
- (4) 利用 MapInfo 的空间分析功能可判断污染源和计算点的位置关系;
- (5) 在 MapInfo 中调用 Surfer 软件绘制等值线, 增强了可视性。

[参考文献]

- [1] 王 容. 大气多源排放全方位 C_{max} 预测方法及编程技巧 [J]. 新疆环境保护, 2000, 22(1): 32-34
- [2] 朱丽霞, 蔚元明, 高雪峰, 等. 多源评价中矢量回归和多源迭加的原理与计算 [J]. 甘肃环境研究与监测, 1998, 11(3): 5-7.
- [3] 蔚元明, 郝惠玲, 张景平. 环境影响评价中多源排放的浓度预测 [J]. 甘肃气象, 1999, 17(1): 46-48
- [4] 杜书田, 李寅年, 吕 伟. 工业复合源大气污染长期扩散浓度模拟计算 [J]. 城市环境与城市生态, 1998, 11(3): 61-63.
- [5] 张宝宁, 赵其明, 郝瑞霞. 大气污染物长期平均浓度计算及等浓度曲线的绘制 [J]. 河北科技大学学报, 1999, 20(1): 69-72.
- [6] 孙晓梅. 工业污染源地理信息系统研究 [J]. 环境保护科学, 2002, 28(3): 42-48
- [7] 李俊峰, 全化民. 多源模拟模型在中等城市 SO_2 规划中的应用 [J]. 内蒙古环境保护, 1999, 11(3): 14-15.

摘自中国环境监测总结《环境监测信息简报》2005年第 4 期