

第五章 大气环境影响评价

第一节 点源扩散的高斯模式

第二节 非点源扩散模式

第三节 大气预测模式中参数的估算

第四节 大气环境影响评价





第一节 点源扩散的高斯模式

(一) 连续点源的高斯模式

■ 坐标系

■ 高斯模式的四点假设

- (1) 污染物在空间 yOz 平面中按高斯分布(正态分布), 在 x 方向只考虑迁移, 不考虑扩散;
- (2) 在整个空间中风速是均匀、稳定的, 风速大于 1m/s ;
- (3) 源强是连续均匀的;
- (4) 在扩散过程中污染物质量是守恒的。

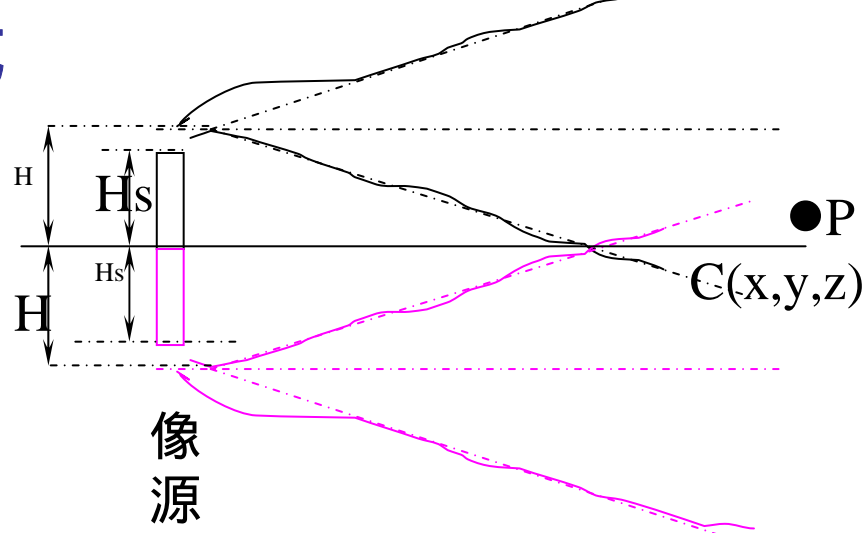
■ 无限空间连续点源的高斯模式

$$C(x, y, z) = A(x)e^{-ay^2}e^{-bz^2}$$

高架连续点源的高斯模式

P点的实际污染物浓度

$$C = C_1 + C_2$$



(1) 实源的作用

$$C_1 = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right)\right]$$

(2) 像源的作用

$$C_2 = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right)\right]$$

式中： u ——排气筒高度处的风速，m/s；

y ——垂直于主导风向的横向扩散参数，m；

z ——铅直扩散系数，m；

Q ——污染物单位时间排放量，mg/s；

H ——有效源高度 $H = H_1 + H_2$ ，m



（二）高斯公式的地面及源高的修正

1. 污染物在地面浓度的分布

$$C_{(x,y,0)} = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{H_e^2}{\sigma_z^2}\right)\right]$$

2. 污染物沿下风轴线的分布

$$C_{(x,0,0)} = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{H_e^2}{\sigma_z^2}\right]$$



3. 最大地面浓度及其位置

$$C_m(x_m) = \frac{2Q}{e\pi u H^2 p_1}$$

$$x_m = \left(\frac{H}{\gamma_2} \right)^{1/a_2} \left(1 + \frac{a_1}{a_2} \right)^{-[1/2a_2]}$$



4.高架连续点源地面浓度

以排气筒地面位置为原点，下风方地面任一点的浓度：

$$C = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2} F\right]$$

式中：Q——源强，mg/s；

y——与通过排气筒的平均风向轴线在水平面上的垂直距离，m；



u ——排气筒高度处的风速，m/s；

y ——垂直于主导风向的横向扩散参数，m；

z ——铅直扩散系数，m；

$$F = \sum_{n=-k}^{+k} \left\{ \exp \left[-\frac{(2nh - H)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[-\frac{(2nh + H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\}$$

h ——混合层厚度，m；

H ——有效源高，m。



(三) 点源特殊扩散模式

1、静风点源扩散模型

$$C_1(x, y) = \frac{2Q}{(2\pi)^{\frac{3}{2}} r_{02} \eta^2} G$$

2、熏烟模型

$$C_f = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} u h_f \sigma_{yf}} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_{yf}^2}\right) \Phi(P)$$

第二节 非点源扩散模式

线源扩散模式

1. 无限长线源扩散模式

$$C = \frac{Q_l}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right) \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right) dy$$
$$= \frac{\sqrt{2} Q_l}{\sqrt{\pi u \sigma_z}} \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

2. 有限长线源扩散模式

$$C = \frac{\sqrt{2} Q_l}{\sqrt{\pi u \sigma_z}} \exp\left(\frac{-H^2}{2\sigma_z^2}\right) \int_{p_1}^{p_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-0.5 p_2) dp$$

$$\text{式中：} p_1 = \frac{y_1}{\sigma_y} ; p_2 = \frac{y_2}{\sigma_y}$$

多源和面源排放模式

导则规定平原城区排气筒高度不高于 40m 或排放量小于 0.04 t/h 的排放源可作为面源处理。面源扩散的处理模式是将评价区在选定的坐标系内网格化。即以评价区的左下角为原点；分别以东（E）和北（N）为 x 和 y 轴。网格和单元，一般可取 1 × 1 (km²)，评价区较小时，可取 500 × 500 (m²)，建设项目所占面积小于网格单元，可取其为网格单元面积。然后，按网格统计面源的主要污染物排放量 [t/(h.km²)] 和面源平均排放高度 (m) 等参数。



第三节 大气预测模式中参数的估算

- (一) 有效源高
- (二) 大气稳定度分级
- (三) 扩散参数的确定



(一) 有效源高 ($H_s + H$)

■ 1、烟气抬升高度 (H)

- 烟流抬升高度的确定是计算有效源高的关键。热烟流从烟囱出口喷出多大体经过四个阶段：烟流的喷出阶段、浮升阶段、瓦解阶段和变平阶段。
- 产生烟流抬升的原因有两个：
- 一是烟囱出口处的烟流具有一定的初始动量，二是由于烟流温度高于周围空气温度而产生的净浮力。影响这两种作用的因素很多，归结起来可分为排放因素和气象因素两类。
- 排放因素有烟囱出口的烟流速度、烟气温度和烟囱出口内径。气象因素有平均风速、环境空气温度、风速垂直切变、湍流强度及大气稳定度。

2、烟气的热释放率

选用抬升公式时首先需要考虑烟气的排放因素，计算出烟气的热释放率。烟气的热释放率是指单位时间内向环境释放的热量，即：

$$Q_h = C_p \Delta T Q_N$$

这里 T 是烟气温度与环境温度的差值， Q_N 是烟气折合成标准状态时的体积流量（ NM^3/s ） C_p 是标准状态下的定压热容（ $=1.298 \text{ KJ/度} \cdot \text{NM}^3$ ）。当烟气以实际出口温度 $T_s^\circ \text{ K}$ 时的排烟流量 $Q_v \text{ m}^3/\text{s}$ 表示时，热释放率的计算公式为：

$$Q_h = 3.5 P_a \frac{\Delta T}{T_s} Q_v$$



3. 烟气抬升高度公式

(1) 霍兰德 (Holland) 公式

$$\Delta H = V_s D (1.5 + 2.7 \frac{\Delta T}{T_s} D) \bar{u}^{-1}$$
$$\Delta H = (1.5 V_s D + 0.01 Q_h) \bar{u}^{-1}$$

(2) 布里吉斯 (Briggs) 公式

$$x < 10H \quad \Delta H = 0.33 Q_h^{\frac{1}{3}} x^{\frac{2}{3}} \bar{u}^{-1}$$

$$x > 10H \quad \Delta H = 1.55 Q_h^{\frac{1}{3}} H_s^{\frac{2}{3}} \bar{u}^{-1}$$



（二）大气稳定度分级

- 由常规气象资料求大气稳定度
- 我国的环境影响评价技术导则中推荐：当使用常规气象资料时，大气稳定度等级可采用修订的帕斯奎尔（Pasquill）稳定度分级法（简记P.S），分为强不稳定、不稳定、弱不稳定、中性、较稳定和稳定六级。它们分别表示为A、B、C、D、E、F。
- 确定等级时，首先由云量与太阳高度角（日高角），查出太阳辐射等级数，再由太阳辐射等级数与地面风速确定稳定度等级。



（三）扩散参数 y 、 z 的确定

1、帕斯圭尔和吉福德法

根据常规气象观测资料确定稳定度级别，在大量扩散试验的数据和理论分析的基础上，总结出每一种稳定度级别的扩散参数随距离变化的经验曲线，解决了扩散参数的取值问题。这一经验曲线一般称为帕斯圭尔—吉福德扩散曲线，简称P—G扩散曲线。我国的“环境评价技术导则”采用扩散参数的幂函数表达式数据（取样时间0.5h）

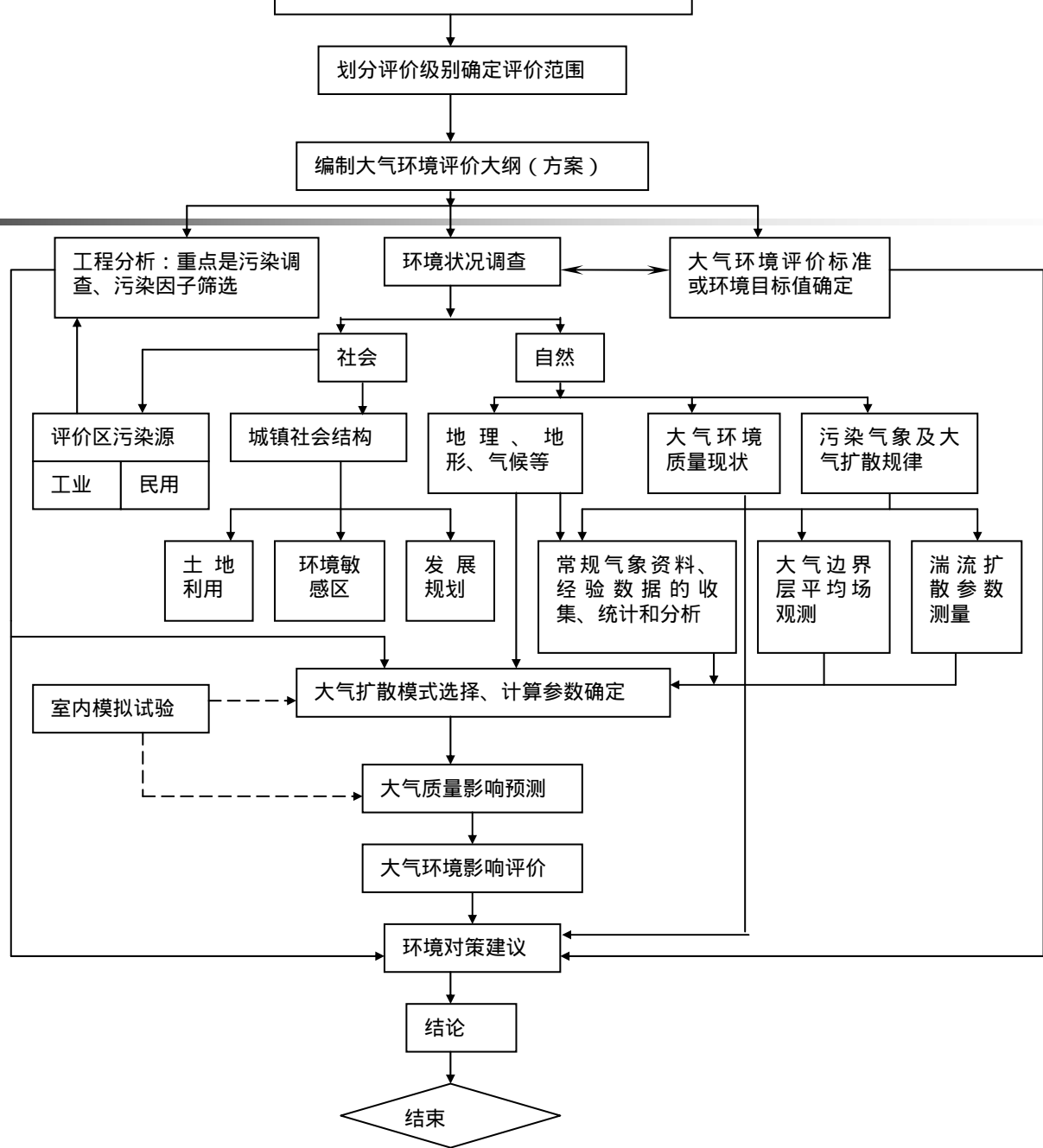
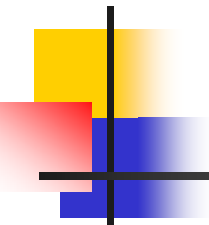
2、大气湍流扩散参数的测量

- （1）示踪剂浓度法
- （2）平移球示踪法（等容球或平衡球）
- （3）放烟照相法（光学轮廓法）
- （4）激光测烟雷达法
- （5）环境风洞模拟实验法



第四节 大气环境影响评价

定量地评价拟建设项目建设前大气环境质量的现状，识别对大气环境的哪些质量参数产生影响和预测建设项目投产后大气污染指数的变化，解释污染物质在大气中的输送、扩散和变化的规律，提出建设项目污染源的控制治理对策。



(一) 评价工作等级和范围的确定

1、评价工作的分级

$p_i / (\text{m}^3/\text{h})$	$p_i \geq 2.5 \times 10^9$	$p_i < 2.5 \times 10^8$
复杂地形	—	三
平原	二	三
	$2.5 \times 10^9 > p_i > 2.5 \times 10^8$	
复杂地形	二	
平原	三	



（一）评价工作等级和范围的确定

2、评价范围的确定

一般可取项目的主要污染源为中心，主导风向为主轴的方形或矩形区域。如无明显的主导风向，可取东西向或南北向为主轴。

一级评价项目，边长不应小于16~20公里；

二级评价项目，边长不应小于10~14公里；

三级评价项目，边长不应小于4~6公里；

注：平原取上限，复杂地形取下限。



(二) 工程分析和环境调查

- 1、评价区污染源调查
- 2、大气环境质量现状调查
- 3、工程分析



（三）大气环境影响预测

- 1、选择综合项目工程特征及项目所在地地形、气象特征的扩散模式；
- 2、确定预测因子；
- 3、确定预测范围；
- 4、确定源参数和模式参数；
- 5、大气环境影响预测



（三）大气环境影响预测

■ 预测内容：

- （1）最大落地浓度及位置；
- （2）各稳定度条件下的地面轴线浓度；
- （3）薰烟浓度及薰烟可能持续的时间及频率；
- （4）静风频率 20%的地区应作小风、静风时的浓度预测。

6、模式验证

7、预测结果整理



（四）大气环境影响评价

1、评价方法

（1）大气环境影响评价目标值判断法

（2）容许排放量判断法

（3）指数法

（4）污染分担率（ K_{ij} ）判别法



（四）大气环境影响评价

2、选址、总图布置和生产工艺评价

（1）选址与总图布置评价

（2）生产工艺评价

（3）排气筒高度合理性评价

（4）卫生防护距离的确定



（四）大气环境影响评价

3、避免、消除和减轻负面环境影响的对策

- 建设阶段对策
- 运行阶段对策
- 环境管理的建议

4、评价结论

大气环境质量影响预测及评价学习要点

1. 大气污染与污染源和扩散环境有关。主要污染物有粉尘、可吸入颗粒物、二氧化硫、氮氧化物和一氧化碳等。大气污染源排放方式有点源、线源和面源三种。

2. 了解有关大气层的基本物理量、基本结构及大气污染成因。

3. 了解大气边界层中的温度场、风场及湍流特征；掌握气温层结、干绝热直减率、位温、逆温的概念，认识气温层结与大气稳定度的关系。

重点

4. 高斯模式是求解点源大气污染物扩散的主要计算方法，掌握各种不同条件下高斯模式的应用公式；掌握烟气抬升高度与地面最大浓度的计算公式，及在环境评价中的应用方法。

5. 学习利用常规气象资料确定大气稳定度的分级方法，在此基础上获得大气湍流扩散参数（ x ， y ， z ），并在环境评价中应用。

难点

6. 认识点源、线源、面源，以及特殊气象条件下大气污染物扩散模式的处理方法。

7. 了解大气环境影响评价技术工作程序，练习用Excel模板进行大气环境影响计算。



第五章复习题

简答题

1. 大气污染监测评价的工作程序。
2. 以植物体内污染物含量作为监测指标的优点。
3. 植物样品采集的要求。
4. 大气污染生物学评价的方法有哪些？
5. 大气环境影响评价范围的确定。
6. 大气环境影响预测的内容。



第三章复习题

计算题

某评价区欲进行环境影响评价，现状监测数据如下（日平均）： $C_{TSP}=0.38\text{mg}/\text{m}^3$ ， $C_{SO_2}=0.2\text{mg}/\text{m}^3$ ， $C_{NO_x}=0.08\text{mg}/\text{m}^3$ ，如果该评价区大气质量执行国家二级标准GB3095—1996，试用上海大气污染指数评价其大气环境质量状况。

$S_{TSP}=0.30\text{mg}/\text{m}^3$

$$S_{SO_2}=0.15\text{mg}/\text{m}^3$$

$$S_{NO_x}=0.10\text{mg}/\text{m}^3$$