

# 大气污染物排放的最大落地浓度及其距离的一种简化计算方法

沈建新

(环境工程部)

**〔摘要〕**本文根据《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》(GB/T13201-91)中提出的最大落地浓度及其距离公式,运用数学方法,推导出一种简单、明了、实用的简单计算方法。

**〔关键词〕**最大落地浓度 数学方法 计算方法

## 0 前言

无论在环境影响评价过程中,还是在工程设计中,经常需要计算大气污染物排放的最大落地浓度及其距离,而 GB/T13201-91 提出的公式中参数繁多,计算复杂,在实际应用中不大方便。本文试图运用数学方法,推导出一种较为简捷的计算方法,以便计算过程简单化,且具有实用性。

## 1 最大落地浓度及其距离公式简化公式的推导

### 1.1 最大落地浓度及其距离公式

根据 GB/T13201-91 大气污染物的最大落地浓度及其距离公式如下:

$$C_m = \frac{Q \cdot \alpha^2}{\pi u r_1 r_2^{1-\alpha}} \cdot \frac{\exp(-\frac{z^2}{2\alpha^2})}{H_e^2} \dots\dots(1)$$

$$X_m = (\frac{H_e^2}{\alpha r_2^2})^{\frac{1}{2\alpha_2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\alpha = 1 + \alpha_1/\alpha_2 \dots\dots\dots(3)$$

式中:  $C_m$ ——最大落地浓度, mg/m<sup>3</sup>;

$Q$ ——单位时间排放量, mg/s;

$\alpha_1, \alpha_2, r_1, r_2$ ——扩散参数系数;

$\bar{u}$ ——平均风速, m/s;

$H_e$ ——有效源高, m;

$X_m$ ——最大落地浓度对应的距离, m。

### 2.2 公式的推导

最大落地浓度计算过程一般是:由  $H_e \rightarrow X_m \rightarrow$  扩散参数  $\rightarrow C_m$ 。由于扩散参数随距离不同而不同,因此,在计算过程中确定  $X_m$  时需要试算,才能确定扩散参数,这样,计算非常繁杂。由此看来,首先应推导  $X_m$  与  $H_e$  之间的关系式,将式(2)两边取对数,即

$$\lg X_m = \lg(\frac{H_e^2}{\alpha r_2^2})^{\frac{1}{2\alpha_2}}$$

$$\lg X_m = \frac{1}{\alpha_2} \lg H_e - \frac{1}{2\alpha_2} \lg \alpha r_2^2 \dots\dots(4)$$

式(4)中,  $\alpha_2, r_2, \alpha$  均为参数,则  $\frac{1}{2\alpha_2} \lg \alpha r_2^2$  为

常数,令  $-\frac{1}{2\alpha_2} \lg \alpha r_2^2 = b, \lg X_m = Y, \lg H_e =$

$X$ , 式(4)可简化为  $Y = \frac{1}{\alpha_2} X + b$ , 由此表明:

$\lg X_m$  与  $\lg H_e$  可表示成直线关系,即以  $\lg X_m$  为纵坐标,  $\lg H_e$  为横坐标,在坐标系中成一直线,这样,通过绘图,从图中由  $\lg H_e$ 。

收稿日期:1994-07-18

可直接求得  $\lg X_m$ 。

## 2 各种稳定度下, $\lg X_m$ 与 $\lg H$ 的关系式

根据式(4),将各种稳定度下,不同区段的扩散参数的系数代入,(本文系数均选自 GB/T13201 - 91),则可获得各种稳定

度下,不同区段的  $\lg X_m$  与  $\lg H$  的关系式,其关系式列于表 1 中。

将表 1 中各种关系式分别绘于坐标纸上,则可得出各种稳定度下,  $\lg X_m$  与  $\lg H$  的直观图,详见图 1 至图 9。

表 1 不同稳定度,不同区段的  $\lg X_m$  与  $\lg H$  关系式

稳定度	距离, m	关系式
A	1 ~ 300	$\lg X_m = 0.864 + 0.8916 \lg H$
	300 ~ 500	$\lg X_m = 1.299 + 0.6606 \lg H$
	500 ~ 1 000	$\lg X_m = 1.706 + 0.4742 \lg H$
	> 1 000	$\lg X_m = 1.708 + 0.4742 \lg H$
B	1 ~ 500	$\lg X_m = 0.7784 + 1.0368 \lg H$
	500 ~ 1 000	$\lg X_m = 1.017 + 0.9144 \lg H$
	> 1 000	$\lg X_m = 1.022 + 0.9144 \lg H$
B - C	1 ~ 500	$\lg X_m = 0.8421 + 1.0626 \lg H$
	500 ~ 1 000	$\lg X_m = 0.973 + 0.9924 \lg H$
	> 1 000	$\lg X_m = 0.978 + 0.9924 \lg H$
C	< 1 000	$\lg X_m = 0.8937 + 1.0898 \lg H$
	> 1 000	$\lg X_m = 0.8988 + 1.0898 \lg H$
C - D	< 1 000	$\lg X_m = 0.8794 + 1.1924 \lg H$
	1 000 ~ 2 000	$\lg X_m = 0.8853 + 1.1924 \lg H$
	2 000 ~ 10 000	$\lg X_m = 0.6075 + 1.322 \lg H$
D	> 10 000	$\lg X_m = 0.8639 + 1.266 \lg H$
	< 1 000	$\lg X_m = 0.989 + 1.21 \lg H$
	1 000 ~ 10 000	$\lg X_m = 0.326 + 1.5822 \lg H$
D - E	> 10 000	$\lg X_m = -0.21 + 1.8 \lg H$
	< 1 000	$\lg X_m = 1.006 + 1.2872 \lg H$
	1 000 ~ 2 000	$\lg X_m = 1.011 + 1.2872 \lg H$
E	2 000 ~ 10 000	$\lg X_m = 0.1278 + 1.748 \lg H$
	> 10 000	$\lg X_m = -0.4828 + 2.004 \lg H$
	< 1 000	$\lg X_m = 1.0966 + 1.2684 \lg H$
F	1 000 ~ 10 000	$\lg X_m = 0.2777 + 1.7694 \lg H$
	> 10 000	$\lg X_m = -1.1805 + 2.4112 \lg H$
	< 1 000	$\lg X_m = 1.3204 + 1.274 \lg H$
F	1 000 ~ 10 000	$\lg X_m = 0.4126 + 1.902 \lg H$
	< 10 000	$\lg X_m = -2.0726 + 3.0992 \lg H$

3 最大落地浓度与  $H_e$  关系式的简化  
 将各种稳定度下,不同区段的扩散参

数的系数代入式(1)中,即可得出不同稳定度下,不同区段的最大落地浓度与  $H_e$  简化的关系式,其关系列于表2中。

表2 最大落地浓度与  $H_e$  的关系式

稳定度	区段.m	关系式
A	0 ~ 300	$C_m = 0.0679 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.8084}$
	300 ~ 500	$C_m = 0.0287 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.595}$
	500 ~ 1 000	$C_m = 0.0127 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.4273}$
	> 1 000	$C_m = 0.011 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.4085}$
B	0 ~ 500	$C_m = 0.116 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.948}$
	500 ~ 1 000	$C_m = 0.0718 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.8561}$
	> 1 000	$C_m = 0.0574 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.791}$
B-C	0 ~ 500	$C_m = 0.122 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.9123}$
	500 ~ 1 000	$C_m = 0.094 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.9123}$
	> 1000	$C_m = 0.076 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.8684}$
C	0 ~ 1 000	$C_m = 0.139 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.0073}$
	> 1 000	$C_m = 0.115 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-1.9846}$
C-D	0 ~ 1 000	$C_m = 0.171 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.1082}$
	1 000 ~ 2 000	$C_m = 0.141 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.0578}$
	2 000 ~ 10 000	$C_m = 0.242 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.1728}$
	> 10 000	$C_m = 0.146 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.088}$
D	000	$C_m = 0.155 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.19}$
	1 000 ~ 10000	$C_m = 0.516 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.41}$
	> 10 000	$C_m = 1.467 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.6}$
D-E	0 ~ 1 000	$C_m = 0.188 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.1908}$
	1 000 ~ 2 000	$C_m = 0.160 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.149}$
	2 000 ~ 10 000	$C_m = 0.878 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.56}$
	> 10 000	$C_m = 2.84 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.789}$
E	0 ~ 1 000	$C_m = 0.179 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.188}$
	1 000 ~ 10 000	$C_m = 0.777 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.5868}$
	> 10 000	$C_m = 13.0177 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-3.1625}$
F	0 ~ 1 000	$C_m = 0.168 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.1849}$
	1 000 ~ 10 000	$C_m = 0.798 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-2.6897}$
	> 10 000	$C_m = 89.42 Q \cdot u^{-1} \cdot H_e^{-3.7544}$

4 计算实例

假定一污染源源强  $Q = 10\ 000\ \text{mg/s}$ ;

在效源高度  $H_e = 150\ \text{m}$ ,平均风速为  $1.5\ \text{m/s}$ ,计算稳定度A类,D类,E类最大落地浓度及其距离。

f

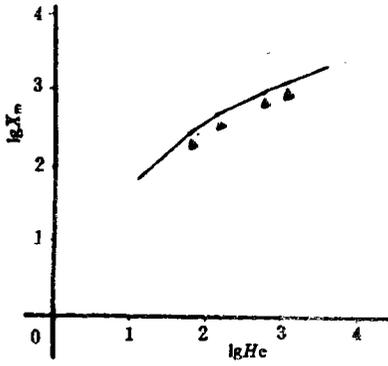


图1 A类

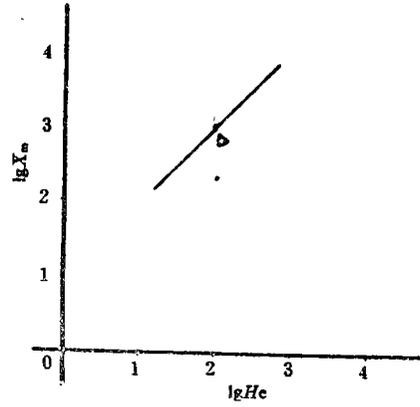


图4 C类

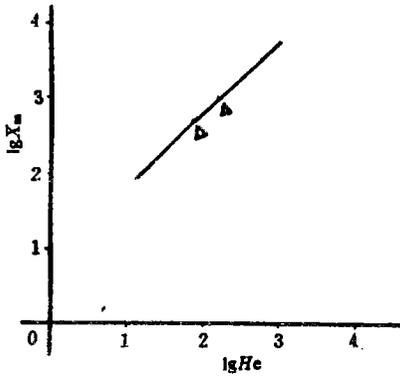


图2 B类

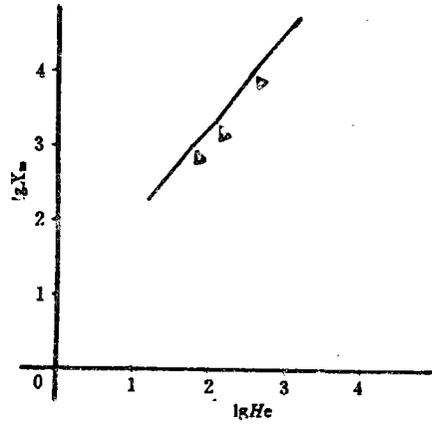


图5 C-D类

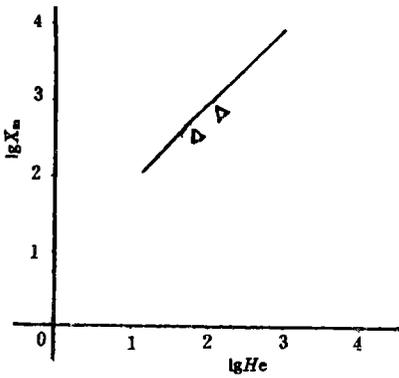


图3 B-C类

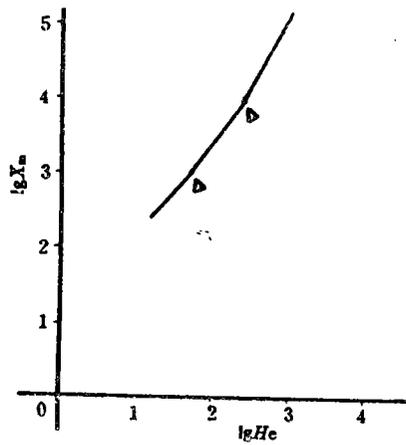


图6 D类

先求 A 类:

由  $H_0 = 150 \text{ m}$ ,  $\lg H_0 = 2.176$ , 查图 1 可知  $\lg X_m = 2.70$ , 则  $X_m = 501 \text{ m}$

由  $X_m = 501 \text{ m}$  查表 2 得公式为:

$$C_m = 0.0127 Q \cdot \bar{u}^{-1} \cdot H_0^{-1.4273}$$

将  $Q = 10\,000 \text{ mg/s}$ ,  $\bar{u} = 1.5 \text{ m/s}$ ,  $H_0 = 150$  代入上式即得:

$$C_m = 0.0663 \text{ mg/m}^3$$

D 类:

由  $H_0 = 150 \text{ m}$

$\lg H_0 = 2.176$ , 查图 6 可知:

$\lg X_m = 3.77$ , 则  $X_m = 5888 \text{ m}$

由  $X_m = 5888 \text{ m}$  查表 2 得公式为:

$$C_m = 0.516 Q \cdot \bar{u}^{-1} \cdot H_0^{-2.41}$$

将  $Q, \bar{u}, H_0$  的值代入式中即得:

$$C_m = 0.0196 \text{ mg/m}^3$$

E 类:

由  $H_0 = 150 \text{ m}$ ,  $\lg H_0 = 2.176$  查图 8 可知:

$\lg X_m = 4.06$  则  $X_m = 11481.5 \text{ m}$

由  $X_m = 11481.5 \text{ m}$  查表 2 得公式为:

$$C_m = 13.0177 Q \cdot \bar{u}^{-1} \cdot H_0^{-3.1625}$$

将  $Q = 10\,000 \text{ mg/s}$ ,  $\bar{u} = 1.5 \text{ m/s}$ ,  $H_0 = 150 \text{ m}$  代入上式即可得:

$$C_m = 0.0114 \text{ mg/m}^3$$

## 6 结语

本文在最大落地浓度及其距离的推导过程中,  $\lg X_m$  与  $\lg H_0$  在坐标系中成直线关系, 各区段之间, 两段直线连结均看作是连续的, 事实上, 在稳定度 A 类, B 类, B-C 类, C 类, C-D 类中两段直线之间的连结有重复部分, 而在 D 类, D-E 类, E 类, F 类中, 两段直线之间均存在一定的间隔, 而间隔内的  $H_0$  与  $X_m$ , 也将存在的因此, 图中对两段直线的连结均近似地看作是连续的。本文认为这种近似处理, 对计算结果的准确性影响不大。

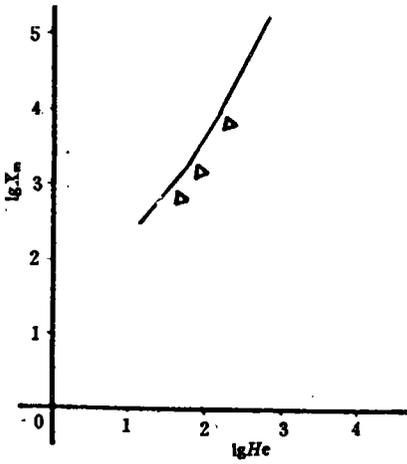


图 7 D-C

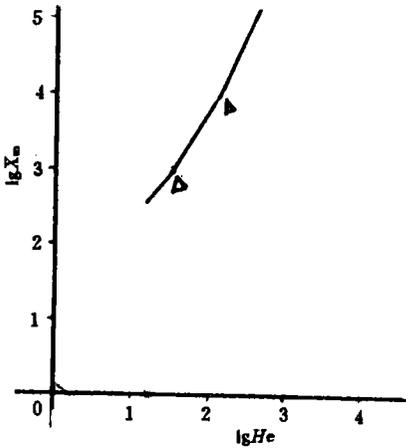


图 8 E类

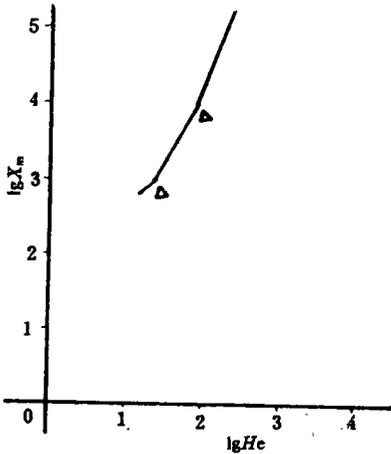


图 9 F类