

# 大气环境影响预测与评价模拟试题及参考答案

## 一、内容提要

### (一) 大气环境影响评价预测模式

#### 1、大气环境影响的预测方法

大气环境影响的预测方法大体上分为经验方法和数学方法。经验方法主要是在统计、分析历史资料的基础上，结合未来的发展规划进行预测。数学方法主要指利用数学模式进行计算或模拟。数学方法可分为三大类，第一类是基于 Taylor 统计理论的所谓“统计理论”；第二类是假设湍流通量正比于平均梯度的所谓“梯度理论”；第三类是基于因次分析的“相似理论”。

#### 2、预测空气质量的箱式模式

基本假设：研究区域可以视为一个箱子，其长设为  $L$ 、宽设为  $B$ 、箱子的高度为混合层高度  $H$ ；忽略分散项，污染物浓度在箱内处处相等，且等于流出箱子边界的浓度  $C$ ；风速取平均风速，设为常数  $u$ ；输入端的浓度为  $C_a$ ，并为常数；水平方向的浓度梯度以  $(C_a - C)/L$  代替；箱内污染源在建立质量平衡方程时按源汇项处理；箱内污染物的衰减用  $-kC$  表示；若存在初始浓度，以  $C_0$  表示。

当  $C_0 = C_a$ 、 $k = 0$  时，则：

$$C = C_a + \frac{LQ}{uH} (1 - e^{-\frac{u}{L}t}) \quad (4-1)$$

平衡浓度为： $C = C_a + \frac{LQ}{uH}$

当  $C_0 = C_a$ 、 $k \neq 0$  时，则：

$$C = C_a + \frac{\frac{Q}{H} - C_a k}{\frac{u}{L} + k} \{1 - \exp[-(\frac{u}{L} + k)t]\} \quad (4-2)$$

平衡浓度为： $C = C_a + \frac{\frac{Q}{H} - C_a k}{\frac{u}{L} + k}$

当  $C_0 \neq C_a$ 、 $k = 0$  时，则：

$$C = (C_a + \frac{LQ}{uH}) (1 - e^{-\frac{u}{L}t}) + C_0 e^{-\frac{u}{L}t} \quad (4-3)$$

当  $C_0 \neq C_a$ 、 $k \neq 0$  时，则：

$$C = \frac{\frac{Q}{H} + C_a \frac{u}{L}}{\frac{u}{L} + k} \{1 - \exp[-(\frac{u}{L} + k)t]\} + C_0 \exp[-(\frac{u}{L} + k)t] \quad (4-4)$$

式中， $Q$  为污染源源强。

#### 3、高斯扩散模式和污染物浓度的计算

高斯扩散模式的主要公式如下：

更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

(1) 无界连续稳定点源烟流扩散模式

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (4-5)$$

$$= \frac{Q}{2\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right]$$

式中,  $C(x,y,z)$ 为下风向某一点 $(x,y,z)$ 处空气污染物的浓度,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ;  $x$ 为下风向距离,  $\text{m}$ ;  $y$ 为横向距离,  $\text{m}$ ;  $z$ 为垂直方向的高度,  $\text{m}$ ;  $Q$ 为源强,  $\text{mg}/\text{s}$ ;  $\bar{u}$ 为源高处平均风速,  $\text{m}/\text{s}$ ;  $\sigma_y$ 、 $\sigma_z$ 为横向、垂向的扩散参数, 分别用横向、垂向浓度分布的标准差表示,  $\text{m}$ 。

(2) 无界瞬时点源模型 (瞬时单烟团高斯扩散模式)

无风情况,  $u_x=0$ ,  $u_y=0$ ,  $u_z=0$ , 则:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2}\bar{u}\sigma_x\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \quad (4-6)$$

有风情况下,  $u_x \geq 1.5\text{m}/\text{s}$ ,  $u_y=0$ ,  $u_z=0$ , 则

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2}\bar{u}\sigma_x\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{(x-u_x t)^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \quad (4-7)$$

式中,  $u_x t$ 为烟团中心  $t$ 时刻迁移的距离。

(3) 高架连续稳定点源烟流扩散模式 (有界高斯模式)

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (4-8)$$

式 (4-8) 应用于计算任意点污染物落地浓度的地面浓度:

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{H_e^2}{\sigma_z^2}\right)\right] \quad (4-9)$$

式 (4-9) 应用计算地面轴线浓度:

$$C(x, 0, 0) = \frac{Q}{\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right] \quad (4-10)$$

式中,  $H_e$ 为烟囱有效排放高度,  $\text{m}$ 。  $H_e=H_s+\Delta H$ , 式中,  $H_s$ 为烟囱的几何 (实际) 高度,  $\text{m}$ ;  $\Delta H$ 为烟气 (羽) 抬升高度,  $\text{m}$ 。

式 (4-8) 应用计算地面最大落地浓度及其出现的位置:

$$C_{\max} = \frac{\sqrt{2}Q}{\pi\bar{u}\sigma_y H_e} = \frac{Q}{\pi\bar{u}\sigma_y\sigma_{z_{\max}}} = \frac{2Q}{\pi\bar{u}H_e^2} \cdot \frac{\sigma_{z_{\max}}}{\sigma_y} \quad (4-11)$$

$$x_{\max} = \frac{\bar{u}H_e}{4K_z} = \frac{H_e^2 \bar{u} t}{2\sigma_z^2} \quad (4-12)$$

$$\sigma_z \Big|_{x=x_{\max}} = \frac{H_e}{\sqrt{2}} \quad (4-13)$$

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

当有效源高  $H_e=0$  时，由式 (4-8) 可得到地面连续点源扩散模式为：

$$C(x, y, z, 0) = \frac{Q}{\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \left( \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2} \right)\right) \quad (4-14)$$

可见，地面源产生的浓度恰好是无限空间连续点源所产生浓度的 2 倍。

(4) 颗粒物扩散模式

$$C(x, y, 0, H) = \frac{(1+\alpha)Q\beta}{2\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \exp\left[-\frac{(H_e - u_s x / \bar{u})^2}{2\sigma_z^2}\right] \quad (4-15)$$

式中， $u_s$  为颗粒物的沉降速度，cm/s； $\alpha$  为地面反射系数， $0 \leq \alpha \leq 1$ ； $\beta$  为可沉降颗粒物在总悬浮颗粒物中所占比重的系数， $0 \leq \beta \leq 1$ 。

(5) 熏烟型扩散模式

当逆温刚好消退到烟流顶高时，有熏烟完全发生的地面浓度公式为：

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \bar{u} \sigma_{fy} h_f} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_{fy}^2}\right) \quad (4-16)$$

式中， $h_f$  为逆温层消退到烟流顶部的高度，m； $\sigma_{fy}$  为熏烟条件下  $y$  方向的扩散参数，m。式(4-16)是在假定全部污染物都已经向下混合均匀的条件下得出的，是熏烟过程中的最大浓度公式。在一般的环境影响评价工作中，只要计算出这个最大浓度值就可以了。

逆温层消退高度尚未达到烟流顶高时：

$$C_f(x, y, 0) = \frac{Q\phi(p)}{\sqrt{2\pi} \bar{u} \sigma_{fy} z_f} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_{fy}^2}\right) \quad (4-17)$$

式中， $z_f$  为逆温层消失高度，m； $\phi(p)$  为标准正态分布函数，其中  $p = \frac{z_f - H_e}{\sigma_z}$ 。

(6) 有上部逆温层的高架连续点源烟流扩散模式（有混合层反射的扩散模式）

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \cdot \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \left\{ \exp\left[-\frac{(z - H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z + H_e + 2nh)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (4-18)$$

式中， $h$  为由地面到逆温层底部的高度，即混合层的厚度，m； $n$  为烟流在地面和上部逆温层底之间发生反射的次数，一般经 1—4 次反射之后，虚源的影响已经很小了，通常取  $n=4$ — $4$ ，计算结果即可达到足够的精度要求。根据我国环境保护行业标准 HJ/T2.2-93《环境影响评价技术导则——大气环境》中的建议，一、二级评价项目可取  $n=4$ — $4$ ；三级评价项目可取  $n=0$ 。

(7) 小风和静风时点源扩散模式

小风是指  $0.5\text{m/s} \leq \bar{u}_{10} < 1.5\text{m/s}$ ，静风是指  $\bar{u}_{10} < 0.5\text{m/s}$ ，其中  $\bar{u}_{10}$  表示距地面 10m 高的平均风速。

小风条件下的扩散模式为：

$$C(x, y, 0) = \frac{2Q}{(2\pi)^{3/2} \gamma_{02} \eta^2} G \quad (4-19)$$

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$\text{式中, } \eta^2 = x^2 + y^2 + \left(\frac{\gamma_{01} H_e}{\gamma_{02}}\right)^2, \quad G = \exp\left[-\frac{\bar{u}_x^2}{2\gamma_{01}^2}\right] \left[1 + \sqrt{2\pi} \cdot s \cdot \exp\left(\frac{s^2}{2}\right) \cdot \phi(s)\right],$$

$$\phi(s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^s e^{-t^2/2} dt, \quad s = \frac{\bar{u}_x x}{\gamma_{01} \eta}, \quad \sigma_x = \sigma_y = \gamma_{01}, \quad \sigma_z = \gamma_{02} t, \quad \gamma_{01} \text{ 为扩散参数 } \sigma_x、\sigma_y \text{ 的回归}$$

系数;  $\gamma_{02}$  为扩散参数  $\sigma_z$  的回归系数。

静风条件下的扩散模式为:

$$C(x, y, 0) = \frac{2Q}{(2\pi)^{3/2}} \cdot \frac{\gamma_{02}}{\gamma_{02}(x^2 + y^2) + \gamma_{01}^2 H_e^2} \quad (4-20)$$

另一种静风条件下高架连续点源污染物地面浓度模式, 是假设污染物浓度沿垂直方向为高斯分布, 水平方向是在以点源为圆心的同心圆上均匀分布, 然后利用连续性条件积分整理后得到, 其地面浓度模式为:

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}^{3/2} R \bar{u} \sigma_z} \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (4-21)$$

式中,  $R$  为计算点至点源的直线距离,  $R = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $m$ ;  $\bar{u}$  为静风条件下计算用的平均风速,

取  $\bar{u} = 0.5 \text{ m/s}$ 。

#### 4、线源扩散模式

无限长线源:

$$C(x, y, 0, H) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) dy \quad (4-22)$$

有限长线源:

$$C(x, 0, 0, H) = \frac{2Q}{\sqrt{2\pi} u \sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \int_{-P_1}^{P_2} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{P^2}{2}\right) dP \quad (4-23)$$

#### 5、多源排放模式

如果需要评价的点源数多于一个, 计算地面浓度时应将各个源对接受点浓度的贡献叠加。评价区内任意地面点  $(X, Y)$  的浓度  $C_n$  可按下式计算:

$$C_n(X, Y) = \sum_r C_r(X - X_r, Y - Y_r) \quad (4-24)$$

式中,  $C_r$  为  $r$  个源  $(X_r, Y_r)$  对  $(X, Y)$  点的浓度贡献, 其公式形式与相应气象条件的点源模式相同, 可根据不同计算目的选用, 但应注意坐标变换,  $(X, Y)$  代以  $(X - X_r, Y - Y_r)$ 。

#### 6、封闭山谷中的扩散模式

$$C(x, z, H) = \frac{2Q}{\sqrt{2\pi} u W \sigma_z} \left\{ \exp\left[-\frac{(z - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (4-25)$$

#### 7、烟囱设计和厂址选择

(1) 按地面最大浓度的计算方法

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$H_s \geq \sqrt{\frac{2Q\sigma_z}{\pi u(C_0 - C_b)\sigma_y}} - \Delta H \quad (4-26)$$

(2) 按地面绝对最大浓度的计算方法

$$H_s \geq \sqrt{\frac{2Q\sigma_z}{2\pi u(C_0 - C_b)\sigma_y} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_y}} \quad (4-27)$$

(3) 按一定保证率的计算方法：取上述两种情况之间一定保证率下的平均风速和扩散参数计算。

(4) P 值法 (GB13201-91)

$$H_s \geq \sqrt{\frac{Q \times 10^6}{P}} - \Delta H \quad (4-28)$$

厂址选择时应当考虑污染物的本底浓度、风向、风速、温度层结和地形等各方面的因素。

## 8、面源扩散模式

点源排放的污染物在经过  $x_0$  距离扩散后与面源具有相同的扩散帽，则有  $\alpha = 4.3\sigma_y$ ，由此定出  $x$ 。于是，

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y (x + x_0) \sigma_z(x)} \cdot \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2(x + x_0)}\right] \cdot \exp\left[-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2(x)}\right] \quad (4-29)$$

式中，Q 为源强， $x_0$  为向上风向后退的距离， $\alpha$  为面源边长。

## 9、颗粒物扩散模式

环评中主要应用 HJ/T2.2-93 推荐的倾斜烟云模式，该模式认为由于颗粒的重力沉降作用，烟羽的轴线将产生倾斜，有效源高将降低，必须对有效源高进行修正。有风时的倾斜烟云模式为：

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{(H_e - xV_g/u)^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (4-30)$$

式中， $V_g$  为尘粒的沉降速度，按下式计算得到：

$$V_g = \frac{d^2 g \rho}{18\mu} \quad (4-31)$$

式中， $d$  为尘粒的粒径， $\rho$  为大气密度， $\mu$  为空气动力粘滞系数。倾斜烟云模式适合粒径大于  $10\mu\text{m}$  的颗粒物的扩散，采用倾斜烟云模式必须给出颗粒物的粒径分布。

## 10、日平均浓度计算

计算日均浓度的方法有保证率法、典型日法、换算法等。通常采用典型日法。

典型日法是利用典型日的气象条件计算日均浓度，即根据典型日的逐时气象条件，利用扩散模式求得小时平均浓度，然后求其 24h 的平均值：

$$\bar{C}_d = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} C_i \quad (4-32)$$

## 11、长期平均浓度计算

长期评价浓度计算，通常采用联合频率法。即对年、季、期长期平均浓度的计算，按气象站观测的逐时风向、风速和大气稳定度资料，统计出年、季、期时段内风向、风速、大气稳定度联合频率，乘以相应气象条件下各污染源的小时平均浓度值，即得相应各点的年、季、期平均浓度：

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C = \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^3 C_{ijk} f_{ijk} \quad (4-33)$$

式中， $i$ 、 $j$ 、 $k$  分别为风向、风速、大气稳定度等级； $f_{ijk}$  分别为风向、风速、大气稳定度联合频率；

$C_{ijk}$  为  $i$ 、 $j$ 、 $k$  气象条件下小时浓度。

## （二）卫生防护距离的估算方法

为了保护大气环境和人群健康，应设置卫生防护距离。确定卫生防护距离通常采用国家规定和无组织排放量算法。无组织排放量计算卫生防护距离公式如下：

$$\frac{Q_c}{C_m} = \frac{1}{A} (BL^C + 0.25r^2)^{0.50} L^D \quad (4-34)$$

式中， $C_m$  为标准浓度限值， $\text{mg}/\text{m}^3$ ； $L$  为工业企业所需卫生防护距离， $\text{m}$ ； $R$  为有害气体无组织排放源所在生产单位的等效半径， $\text{m}$ ，根据该生产单元占地面积  $S$  ( $\text{m}^2$ ) 计算， $r = (S/\pi)^{0.5}$ ； $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ —卫生防护距离计算系数； $Q_c$  为工业企业有害气体无组织排放量可以达到的控制水平， $\text{kg}/\text{h}$ 。

## 二、习题

### （一）单项选择题

- 近年来发展迅速的随机游动模式（或 Monte Carlo 模式）属于哪种预测方法。  
 (1) 经验方法                      (2) 统计理论                      (3) 梯度理论                      (4) 相似理论
- 某一高架连续点源排放污染物，在风速为  $2\text{m}/\text{s}$ ，有效高度为  $H$  时，地面最大浓度为  $C_{\text{max}}$ ，试问当风速为  $4\text{m}/\text{s}$ ，有效高度为  $3/4H$  时，地面最大浓度是  $C_{\text{max}}$  的几倍？（假定扩散参数  $\delta_y$  不变）  
 (1) 2                                  (2)  $2/3$                                   (3)  $3/4$                                   (4)  $4/5$
- 对于由排放源排放的粒径小于  $15\mu\text{m}$  的颗粒物，地面浓度采用什么模式计算。  
 (1) 气体模式                      (2) 斜烟羽模式                      (3) 虚点源模式                      (4) 窄烟云模式
- 对于由排放源排放的粒径大于  $15\mu\text{m}$  的颗粒物，地面浓度采用什么模式计算。  
 (1) 气体模式                      (2) 斜烟羽模式                      (3) 虚点源模式                      (4) 窄烟云模式
- 下列哪些条件会造成烟气抬升高度的增加：  
 (1) 风速增加，排气速率增加，烟气温度降低；(2) 风速增加，排气速率降低，烟气温度增加；  
 (3) 风速降低，排气速率增加，烟气温度降低；  
 (4) 风速降低，排气速率降低，烟气温度降低；(5) 风速降低，排气速率增加，烟气温度增加。
- 下列关于气象要素的说法正确的有：  
 (1) 所谓逆温就是温度随着高度的升高而降低  
 (2) 在干绝热过程中，每升高或降低  $100\text{m}$  气温降低或升高约  $1\text{K}$   
 (3) 在干绝热过程中，位温要发生变化 (4) 大气边界层的厚度一般距地面以上  $10\text{km}$  左右
- 当平均风速大于等于  $10\text{m}/\text{s}$  时，预测浓度采用什么模型：  
 (1) 小风和静风扩散模型      (2) 有风点源扩散模型      (3) 熏烟模式      (4) 面源扩散模式
- 烟熏模式的应用条件是：  
 (1) 无风条件      (2) 有多个点源  
 (3) 主要用于计算日出以后，贴地逆温从下而上消失，逐渐形成混合层 (4) 小风和静风条件下

更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

9、下面关于“封闭性”扩散模型的一般应用条件不正确的是\_\_\_\_\_。

- (1) 在烟囱排放口上空几百米至 1~2km 空中存在一个明显的逆温层
- (2) 烟羽不仅受到地面的反射，还要受到逆温层的反射
- (3) “封闭性”扩散模型就是箱式模型
- (4) 污染物的浓度可以看成是实源和虚源多次反射作用之和

10、高斯模式的理论依据\_\_\_\_\_。

- (1) 梯度输送理论
- (2) 湍流统计理论
- (3) 相似理论

11、排放标准中的允许排放量和环境影响评价中需要预测的 1 小时浓度，通常都是利用\_\_\_\_\_公式计算。

- (1) 日均浓度
- (2) 长期平均浓度
- (3) 最大落地浓度
- (4) 地面轴线浓度

12、在源强、气象条件确定的条件下，对地面浓度的最大值及其出现的位置起决定性影响的是\_\_\_\_\_。

- (1) 风速
- (2) 烟气有效高度
- (3) 扩散参数
- (4) 烟囱高度

13、在小风和静风时，下列哪些假设条件不能成立。

- (1) 假设沿 x 方向的湍流扩散速率远远大于风速对污染物的推流输送速率
- (2) 假设沿 x 方向的湍流扩散速率大大小于风速对污染物的推流输送速率
- (3) 假设沿 y 方向的湍流扩散速率远远大于风速对污染物的推流输送速率
- (4) 假设沿 y 方向的湍流扩散速率大大小于风速对污染物的推流输送速率

14、估算有限长线源产生的环境浓度时，必须考虑的问题是：

- (1) 有限长线源的长度
- (2) 有限长线源的源强
- (3) 有限长线源两端引起的“边缘效应”
- (4) 接收点的位置

15、在那种情况下要考虑“边缘效应”。

- (1) 无限长线源扩散模型
- (2) 面源扩散模型
- (3) 有限长线源扩散模型
- (4) 点源扩散模型

16、应用有风点源正态烟羽扩散模式计算污染源下风向地面轴线的浓度公式是\_\_\_\_\_。

$$(1) C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (2) C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right)$$
$$(3) C = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (4) C = \frac{Q}{2\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

17、有风时，稳定条件下可选用下列选项中\_\_\_\_\_计算烟气抬升高度 $\Delta H(m)$ 。各式中  $dT_a/dZ$  为烟囱几何高度以上的大气温度梯度， $Q_h$  为烟气热释放率， $U$  为排气筒出口处平均风速， $n_0$  为烟气热状况及地表状况系数， $H$  为烟囱距地面几何高度。

- (1)  $\Delta H = Q_h^{1/3} (dT_a / dZ + 0.0098)^{-1/3} U^{-1/3}$
- (2)  $\Delta H = 5.50 Q_h^{1/4} (dT_a / dZ + 0.0098)^{-3/8}$
- (3)  $\Delta H = 2(1.5V_s D + 0.01Q_h) / U$
- (4)  $\Delta H = n_0 Q_h^{n_1} H^{n_2} U^{-1}$

18、计算日平均浓度有多种方法，环评中通常采用\_\_\_\_\_。

- (1) 保证率法
- (2) 换算法
- (3) 典型日法
- (4) 周日平均法

19、对于一级评价项目，大气环境影响评价范围的边长一般不应小于\_\_\_\_\_。

- (1) 4—6km
- (2) 10—14km
- (3) 16—20km
- (4) 25—30km

20、大气环境影响评价中，考虑到界外区域对评价区的影响，对于地形、地理特征和排放高度、排放量较大的点源的调查，还应扩大到界外区域，各方位的界外区域的边长大致为评价区域边长的

倍。

- (1) 0.5 (2) 1 (3) 2 (4) 3

21、某拟建化工厂位于平原地区，排放的三种主要污染物量为硫酸雾 40kg/h，氮氧化物 10kg/h，硝基苯 1kg/h；该厂排气筒高拟定为  $H=60\text{m}$ ；那么该项目的评价级别应是\_\_\_\_\_。

- (1) 一级 (2) 二级 (3) 三级 (4) 无法确定

22、下列选项中可用于计算山区存在逆温时的大气扩散模式是\_\_\_\_\_。下列方程中  $W$  为山谷平均宽度； $T$  为地形参数，是考虑因地形引起烟流与地面高度差的改变以及烟流断面形变的综合因子。

$$(1) C = \left(\frac{2}{\pi}\right)^{1/2} \frac{Q}{W\sigma_z\bar{u}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{H_e}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

$$(2) C = \frac{Q}{W D \bar{u}}$$

$$(3) C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z \bar{u}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{T H_e}{\sigma_z}\right)^2\right]$$

$$(4) C = \frac{Q}{\pi U \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right)$$

## (二) 多项选择题

1、高斯模式适用的范围和条件是\_\_\_\_\_。

- (1) 污染物在空间按正态分布 (2) 污染源源强是连续均匀的  
(3) 风速是均匀稳定的 (4) 扩散参数是下风距离  $x$  的函数  
(5) 大于下风距离 10km 以外的范围

2、如果采用正态模式对一个建设项目主排气筒的瞬时最大落地浓度进行预测，必要的输入参数有\_\_\_\_\_。

- (1) 烟囱的几何高度和抬升高度 (2) 单位时间排放量  
(3) 排口处的风向、风速 (4) 风向、风速稳定度联合频率  
(5) 各种稳定度下的扩散参数

3、大气扩散模式中的小风和静风条件的风速为\_\_\_\_\_，相应的在高斯扩散模式中必须考虑的扩散参数是\_\_\_\_\_。

- (1) 小风 ( $0.5\text{m/s} \leq u < 1.5\text{m/s}$ ) 和静风 ( $u < 0.5\text{m/s}$ ) (2) 小风 ( $1.0\text{m/s} \leq u < 1.5\text{m/s}$ ) 和静风 ( $u < 0.5\text{m/s}$ )  
(3) 扩散参数  $\delta_x$  (4) 扩散参数  $\delta_z$

4、熏烟型扩散计算的关键需要注意的是\_\_\_\_\_。

- (1) 抬升高度 (2) 混合层高度 (3) 抬升速度 (4) 有效源高

5、颗粒物扩散模型，由于沉降速度的存在及地面反射作用的不同，对高斯扩散模型进行修正，修正的两处分别为\_\_\_\_\_。

- (1) 有效源高为  $H - v_s x / u_x$  (2) 有效源高为  $H + v_s x / u_x$   
(3) 反射项乘以反射系数 (4) 反射项除以反射系数

6、两种常用的颗粒物扩散模式为\_\_\_\_\_。

- (1) 窄烟云模式 (2) 斜烟羽模式 (3) 源亏损模式 (4) 虚点源模式

7、日均浓度的计算方法有\_\_\_\_\_。

- (1) 保证率法 (2) 换算法 (3) 典型日法 (4) 联合频率法

8、在孤立源长期平均浓度计算中，设计到的量有\_\_\_\_\_。

- (1) 风向风位数 (2) 混合层高度 (3) 有效源高 (4) 风速

9、常用的面源模式有\_\_\_\_\_。

- (1) 点源积分法 (2) 点源修正法 (3) 点源叠加法

10、计算线源模式中道路汽车尾气总源强时需要的参数有\_\_\_\_\_。

- (1) 道路汽车类型总数 (2) 某类型汽车的车流量

更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

(3) 某类型汽车尾气的综合排放因子 (4) 道路长度

11、关于可沉降颗粒物的扩散模型的说法正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 可以用高斯扩散模型
- (2) 颗粒物沉降速率可用斯托克斯公式计算
- (3) 可沉降颗粒物的粒径颗粒物大于等于 10um
- (4) 可用修正得到的“倾斜烟云”模型计算地面浓度

12、用于计算面源对评价点的影响的模型有\_\_\_\_\_。

- (1) 箱式模型
- (2) 倾斜烟云模型
- (3) 窄烟云模型
- (4) 烟熏模型

13、关于有毒有害物质在大气中的迁移转化的说法正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 大气输运是污染物在大气中随风运动，其中风向决定污染物在大气中的扩散方向，通常是在水平风的作用下将气载污染物不断地向下风向输送
- (2) 大气扩散是气载污染物在随风输运过程中因大气湍流的作用导致在横向和垂直方向上不断加大与周围空气的混合范围
- (3) 大气弥散包括大气输运与大气扩散两个过程。
- (4) 风速大小和湍流强度的大小决定着气载污染物的稀释速率，其它气象因子都是通过风和湍流的作用间接影响空气污染。

14、高斯模型的基本假设是\_\_\_\_\_。

- (1) 污染物在烟羽或烟团的各断面上呈正态分布
- (2) 在整个空间中风速是均匀、稳定的
- (3) 源强是连续均匀的
- (4) 在扩散过程中污染物是守恒的

15、关于大气稳定度的说法正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 大气稳定度是衡量大气扩散能力的一项重要气象因素。
- (2) 大气的稳定度与气温垂直递减率和绝热减温率有密切关系。
- (3) 从烟囱排出的废气在大气中形成羽状烟流，烟羽的形状随着气温层结的不同而不同，因此，可以通过烟羽形状来估计大气稳定度。
- (4) 大气是否稳定，垂直运动是加大还是减小，取决于气温垂直递减率与绝热减温率的对比。

16、下列关于大气扩散模式正确的有\_\_\_\_\_。

- (1) 高斯烟羽模式假定烟羽中污染物浓度分布在水平方向和垂直方向都遵循高斯分布（正态分布）
- (2) 对于在恒定气象条件（指风向、风速、大气稳定度不随时间而变）高架点源的连续排放，在考虑了烟羽在地面的全反射后，下风向任一点的污染物浓度  $C(x, y, z)$  为：

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

- (3) 对于较长的排放时间，可假定污染物总量在关心方位内均匀分布，并应用三维频率分布参数  $f_{ijk}$  可得出某方位（按 16 方位制）的年均扩散因子如下：

$$\left(\frac{C}{Q}\right)_i = \frac{8\sqrt{2}}{x\sqrt{\pi^3}} \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^M \frac{f_{ijk}}{\sigma_j u_{jk}} \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_j^2}\right)$$

- (4) 在事故后果评价中，常采用下述形式的烟团公式：

$$C(x, y, 0) = \frac{2Q}{(2\pi)^{3/2}\sigma_x\sigma_y\sigma_z} \exp\left[-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma_x^2}\right] \exp\left[-\frac{(y-y_0)^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{z_0^2}{2\sigma_z^2}\right]$$

式中： $C(x, y, 0)$ ——下风向地面  $(x, y)$  坐标处的空气中污染物浓度， $g/m^3$ ；

$x_0, y_0, z_0$ ——烟团中心坐标； $Q$ ——事故期间烟团的排放量， $g$ 。

17、纵向弥散系数的估值方法主要有\_\_\_\_\_。

- (1) 室内实验数据估算
- (2) 两点法
- (3) 经验公式法
- (4) 示踪实验法

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

18、利用简单的扇形公式计算长期平均浓度时，下列说法正确是\_\_\_\_\_。

- (1) 弧线上与弧线外的污染物浓度均相等
- (2) 弧线上浓度处处相等，弧线以外的污染物浓度为 0
- (3)  $u$  和  $\sigma_z$  应取平均浓度时段内的最大风速和垂直扩散参数的最大值
- (4)  $u$  和  $\sigma_z$  应取平均浓度时段内的平均风速和垂直扩散参数的平均值

19、利用联合频率计算长期平均浓度时，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- (1) 计算中包括有风时和静风或小风时的联合频率加权
- (2) 风向方位数一般取 16
- (3) 当有效源高较大时 ( $>200\text{m}$ )，且得自常规地面气象资料的静风或小风联合频率不太大时，可不单独统计静风或小风联合频率
- (4) 稳定度的总数不宜少于 3

20、计算面源扩散模式时，导则规定的平原城区面源的划分为\_\_\_\_\_。

- (1) 排气筒高度不高于 50m
- (2) 排气筒高度不高于 40m
- (3) 排放量小于 0.04t/h 的排放源
- (4) 排放量小于 0.05t/h 的排放源

21、面源扩散模式常用等效点源法处理，下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- (1) 假设虚拟点源在面源单元中心线处产生的烟流宽度等于面单元宽度
- (2) 方法中的横向及垂向扩散参数仍然为  $\sigma_y$  和  $\sigma_z$
- (3) 该方法相当于面单元处有一初始的扩散参数，因此扩散参数为  $\sigma_y+\sigma_{y0}$  和  $\sigma_z+\sigma_{z0}$
- (4)  $\sigma_{y0}$  和  $\sigma_{z0}$  常用经验方法确定

### (三) 简答题

- 1、简述大气环境影响预测方法。
- 2、简述日均浓度的几种计算方法。
- 3、简述长期评价浓度计算的方法。
- 4、请写出有毒有害气体释放的散发速率估算的常用方法?
- 5、写出高斯公式的标准形式，及其公式成立的几条假设。
- 6、讨论无界高斯烟流扩散模式中污染物浓度  $\rho(x, y, z)$  与其他参数的关系。
- 7、简述熏烟型扩散模式形成的原因。
- 8、请写出卫生防护距离的计算方法。

### (四) 计算题

1、设有某污染源由烟囱排入大气的  $\text{SO}_2$  源强为  $90\text{mg/s}$ ，有效源高为  $60\text{m}$ ，烟囱出口处平均风速为  $5\text{m/s}$ ，当时气象条件下，正下风向  $500\text{m}$  处的  $\delta_y=18.1\text{m}$ ， $\delta_z=35.3\text{m}$ ，计算  $x=500\text{m}$ ， $y=50\text{m}$  处的  $\text{SO}_2$  浓度。

2、某厂一锅炉的  $\text{SO}_2$  排放量为  $10.8\text{kg/h}$ ，其烟囱几何高度为  $30\text{m}$ ，已知在中性稳定度情况下，烟羽的抬升高度为  $15\text{m}$ 。计算中性稳定度、地面风速  $2\text{m/s}$  情况下，距源下风向  $500\text{m}$  处轴线  $\text{SO}_2$  地面浓度 ( $\text{mg/m}^3$ ) (不考虑混合层反射)。提示：在中性情况下，下风向  $500\text{m}$  处： $\delta_y=100\text{m}$ ， $\delta_z=90\text{m}$ ，风廓线指数  $P=0.2$ 。

3、某一石油精炼厂投产后，将会自平均抬升高度  $10\text{m}$  处排放  $9\times 10^4\text{mg/s}$  的二氧化硫，排气筒高度为  $50\text{m}$ 。试预测在距地面  $10\text{m}$  高处，风速为  $4\text{m/s}$ ，大气稳定度为 D 级时，该排气筒下风向  $500\text{m}$ 、距排气筒的平均风向轴线水平垂直距离  $50\text{m}$  处的一个地面点所增加的二氧化硫浓度值。提示：下风向距离  $500\text{m}$  及 D 级大气稳定度下， $\delta_y=35.7\text{m}$ ， $\delta_z=17.8\text{m}$ 。

4、已知某一高架连续点源，在沿轴线地面最大浓度模式中， $\delta_y=\delta_z=0.08$ ， $\bar{u}=5.0\text{m/s}$ ，排烟有效源高  $H_e=180\text{m}$ ，排烟量为  $4.1\times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ ，排烟中  $\text{SO}_2$  浓度为  $1000\text{cm}^3/\text{m}^3$ ，试问该高架点源在轴线上最大浓度为多少?

5、某电厂烟囱有效高度  $150\text{m}$ ， $\text{SO}_2$  排放量  $151\text{g/s}$ ，大气稳定度 B 级，烟羽轴处风速为  $4\text{m/s}$ ，试

更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)

确定下风向 3km 处的地面轴线  $\text{SO}_2$  浓度。(已知在 B 级大气稳定度下的扩散参数为:  $\delta_y=403\text{m}$ ,  $\delta_z=602\text{m}$ )

6、某一工业锅炉烟囱高 30m, 直径 0.6m, 烟气出口速度为 20m/s, 烟气温为 405K, 大气温度为 293K, 此条件下的烟气抬升高度为 5.84m, 已知  $\delta_y=50.1\text{m}$ , 烟囱出口处风速为 4m/s,  $\text{SO}_2$  排放量为 10mg/s。试计算此条件下  $\text{SO}_2$  的地面最大浓度和出现的位置。

7、某一高架连续点源排放污染物, 在风速为 2m/s, 有效高度为 H 时, 地面最大浓度为  $C_{\max}$ , 试问当风速为 4m/s, 有效高度为  $3/4H$  时, 地面最大浓度是  $C_{\max}$  的几倍? (假定扩散参数  $\delta_y$  不变)

8、某城市电厂有一座 100m 的烟囱, 烟囱出口内径 5m, 烟囱出口烟流速度 17.42m/s, 烟囱出口工况烟气流量  $342\text{m}^3/\text{s}$ , 烟气温 100°C, 大气温度 20°C, 烟囱出口处平均风速 4m/s, 试用霍兰德和布里吉斯公式计算 0.9km 和 1.3km 处阴天时的抬升高度。

9、某电厂烟囱有效高度 150m,  $\text{SO}_2$  排放量 151g/s。夜间和上午有效烟囱高度风速为 4m/s, 夜间稳定度 E 级。若清晨烟流全部发生熏烟现象, 确定下风向 16km 处的地面轴线  $\text{SO}_2$  浓度。已知 E 级 16km 处  $\sigma_y=733\text{m}$ ,  $\sigma_z=96\text{m}$ 。

10、在阴天 (D 级稳定度) 情况下, 风向与公路垂直, 平均风速为 4m/s, 最大交通量为 8000 辆/h, 车辆平均速度为 64km/h, 每辆车排放 CO 量为  $2 \times 10^{-2}\text{g/s}$ , 试求距公路下风向 300m 处的 CO 浓度。已知 D 级稳定度 300m 处  $\sigma_z=12.1\text{m}$ 。

11、某城市按边长为 1.5km 的正方形划分面源单元, 每一面源单元的  $\text{SO}_2$  排放量为 6g/s, 面源平均有效高度为 20m。试确定大气稳定度 E 级, 风速为 2.5m/s 时, 下风向相邻面源单元中心处  $\text{SO}_2$  的地面浓度。

12、某污染源排放的  $\text{SO}_2$  的量为 80g/s, 有效源高为 60m, 烟囱出口处平均风速为 6m/s。在当时的气象条件下, 正下风方向 500m 处的  $\sigma_y=35.3\text{m}$ ,  $\sigma_z=18.1\text{m}$ , 试求正下风方向 500m 处  $\text{SO}_2$  的地面浓度。

13、设某电厂烧煤 15t/h, 含硫量 3%, 燃烧后有 90% 的  $\text{SO}_2$  由烟囱排入大气。若烟羽轴离地面高度为 200m, 地面 10m 处风速为 3m/s, 稳定度为 D 级, 求地面最大浓度。(提示: 此级稳定度下风速廓线指数 0.25,  $\delta_y=50.1\text{m}$ )

14、某城市各项参数如下: 宽  $W=5\text{km}$ , 长  $L=15\text{km}$ , 风速  $u=3\text{m/s}$ , 污染物的混合层高度  $H=1000\text{m}$ 。CO 的上风向浓度或者背景浓度  $b=5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。单位面积污染物的排放速率  $q=4 \times 10^{-6}\text{g/s m}^2$ 。城市上空一氧化碳的浓度是多少?

15、一个工厂在高度为 H 处以 20g/s 的排放量排放  $\text{SO}_2$ 。风速为 3m/s。在下风向 1km 处,  $\sigma_y$  和  $\sigma_z$  的值分别为 30m 和 20m。求烟羽中心  $\text{SO}_2$  的浓度以及中心线一侧 60 米下方 20 米处的污染物浓度。

16、某市在环境质量评价中, 划分面源单元为  $1000\text{m} \times 1000\text{m}$ , 其中一个单元的  $\text{SO}_2$  排放量为 10g/s, 当时的风速为 3m/s, 风向为南风。平均有效源高为 15m。试用虚拟点源的面源扩散模式计算这一单元北面的邻近单元中心处  $\text{SO}_2$  的地面浓度。

17、已知某开发区长 50km, 宽 5km, 混合层高度为 150m。该开发区位于一山谷地带, 上风向风速为 3m/s, 二氧化硫的本底浓度为 0。该开发区建成后计划燃煤量为 800t/d, 煤的硫含量为 5%, 二氧化硫的转化率为 90%, 无污染物天然衰变, 试用单箱模型估计该开发区二氧化硫的平衡浓度。

18、在长 6m、宽 5m 的房间中, 试用一个没有接烟囱的燃煤炉取暖 2 小时。已知该燃煤炉以 0.03mg/s 的速率排出二氧化硫, 室内空气二氧化硫的衰减速率常数为  $6.4 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}$ , 空气进入房间的速率为 0.003m/s, 且室内空气混合均匀。假定房间周围空气中二氧化硫浓度及室内空气中二氧化硫初始浓度均为 0.08mg/m<sup>3</sup>。试计算 2 小时后室内空气二氧化硫的浓度。

19、某烧结厂烧结机的  $\text{SO}_2$  的排放量为 180g/s, 在冬季下午出现下沉逆温, 逆温层底高度为 360m, 地面平均风速为 3m/s, 混和层内的平均风速为 3.5m/s。烟囱有效高度为 200m。试计算正下风方向 2km 和 6km 处  $\text{SO}_2$  的地面浓度。

20、某硫酸厂尾气烟囱高 50m,  $\text{SO}_2$  排放量为 100g/s。夜间和上午地面风速为 3m/s, 夜间云量为

**更多环评工程师资格考试资料, 请浏览: [www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

3/10。当烟流全部发生熏烟现象时，确定下风方向 12km 处 SO<sub>2</sub> 的地面浓度。

21、试证明高架连续点源在出现地面最大浓度的距离上，烟流中心线上的浓度与地面浓度之比值等于 1.38。

22、某污染源 SO<sub>2</sub> 排放量为 80g/s，烟气流量为 265m<sup>3</sup>/s，烟气温度为 418K，大气温度为 293K。

这一地区的 SO<sub>2</sub> 本底浓度为 0.05mg/m<sup>3</sup>，设  $\sigma_z / \sigma_y = 0.5$ ， $\overline{u}_{10} = 3m/s$ ， $m=0.25$ ，试按《环境空气质量标准》的二级标准来设计烟囱的高度和出口直径。

### 三、答案与解析

#### (一) 单项选择题

1、(2)；2、(2)；3、(1)；4、(2)；5、(5)；6、(2)；7、(2)；8、(3)；9、(3)；10、(2)；11、(3)；12、(2)；13、(2)；14、(3)；15、(3)；16、(2)；17、(1)；18、(3)；19、(3)；20、(1)；21、(3)；22、(2)。

#### (二) 多项选择题

1、(1) (2) (3)；2、(1) (2) (3) (5)；3、(1) (3) (4)；4、(2) (3)；5、(1) (3)；6、(2) (3)；7、(1) (2) (3)；8、(1) (2) (3)；9、(1) (2)；10、(1) (2) (3)；11、(2) (4)；12、(1) (3)；13、(1) (2) (3) (4)；14、(1) (2) (3) (4)；15、(1) (2) (3) (4)；16、(1) (2) (3) (4)；17、(3) (4)；18、(2) (4)；19、(1) (2) (3) (4)；20、(2) (3)；21、(1) (3) (4)。

#### (三) 简答题

1、预测方法大体上分经验方法和数学方法。经验方法主要是在统计、分析历史资料的基础上，结合未来的发展规划进行预测。数学方法主要指利用数学模式进行计算或模拟。数学方法可分为三大类，即统计理论，梯度理论，和相似理论。

2、(1) 保证率法。对关心点，根据一年的逐时气象资料计算逐时地面浓度按日取平均，将一年的日均浓度值按大小排列，确定某一累积频率，对应该频率的日均浓度值即为该关心点的日均浓度。

(2) 典型日法。选择可能出现的高浓度污染日 3—5 天，对任一关心点，按每日的气象条件逐时预测其地面浓度，并按日取平均。取其中最大的一个作为该关心点的日平均浓度，选择的这几天高浓度污染日即典型日。

(3) 换算法。指用长期平均浓度（年或季）预测值按一定比例换算为日平均浓度的一种方法。通常采用典型日法。典型日法是利用典型日的气象条件计算日均浓度，即根据典型日的逐时气象条件，利用扩散模式求得小时平均浓度，然后求其 24h 的平均值：

$$\bar{c}_d = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} c_i$$

3、长期评价浓度计算，通常采用联合频率法。即对年、季、期长期平均浓度的计算，按气象站观测的逐时风向、风速和大气稳定度资料，统计出年、季、期时段内风向、风速、大气稳定度联合频率，乘以相应气象条件下各污染源的小时平均浓度值，即得相应各点的年、季、期平均浓度：

$$C = \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^5 \sum_{k=1}^3 C_{ijk} f_{ijk}$$

式中， $i$ 、 $j$ 、 $k$  分别为风向、风速、大气稳定度等级； $f_{ijk}$  分别为风向、风速、大气稳定度联合频率；

$C_{ijk}$  分别为  $i$ 、 $j$ 、 $k$  气象条件下小时浓度。

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

4、固体废弃物除了一部分有异味或恶臭外，极大部分是在生物或细菌的作用下或遇水引起化学反应或自燃的情况下释放出大量的有毒有害气体。

对于恶臭气体的挥发速率估算，一般用下面的公式：

$$E_r = 2CW \sqrt{\frac{DLV}{\pi F}} \frac{m}{M}$$

式中，C 为化学气体的蒸汽压，(101.325kPa)；W 为堆场或填埋场的宽度，cm；D 为扩散率，cm<sup>2</sup>/s；L 为堆场或填埋场的长度，cm；V 为风速，cm/s；F 为蒸汽压校正系数；m 为土壤中挥发性化合物的重量，kg；M 为土壤与化合物的总重量，kg；E<sub>r</sub> 为散发速率，cm<sup>3</sup>/s。如果有条件时，最好是通过现场试验求得实际参数为宜。

5、高斯公式如下：

$$c(x, y, z) = \frac{Q}{2 \times \pi \times u \times \delta_y \times \delta_z} \times e^{-\left(\frac{y^2}{2\delta_y^2} + \frac{z^2}{2\delta_z^2}\right)}$$

其假设：(1) 假定大气流动是有主动方向的，且是均匀稳定的；

(2) 假定源强是连续均匀的，在预测范围内没有其它同类的源或汇；

(3) 假定污染物在大气中只有物理运动，无化学或生物变化，即在污染物迁移、扩散过程中，污染物质是守恒的。

6、(1) C(x, y, z) 与 Q 成正比关系，即源强越大，单位时间污染物排放量越大，C(x, y, z) 越大；

(2) C(x, y, z) 与 u 成反比，风速愈大，C(x, y, z) 愈小；

(3) C(x, y, z) 与  $\sigma_y$  和  $\sigma_z$  的关系，必定在某一距离 x 处出现拐点，即出现浓度最大值；

(4) 分析模式 C(x, y, z) 与 y, z 的关系，令 y=0, z=0, 可得烟流中心轴线浓度公式。

7、夜间，高架源的烟流排入稳定的逆温层中，垂直扩散相当缓慢。日出后，辐射逆温层自下而上的消失，当逆温层消退到烟流下界时，含污染物的烟流迅速向下扩散，此时上部仍为逆温，扩散只能向下发展，造成地面高浓度污染，即形成熏烟型扩散。这个过程持续发展，当逆温层消退到烟流顶部时达到高潮，逆温继续向上消退后，烟流完全处于不稳定气层中，原先的高浓度区不复存在，熏烟过程终止。

8、为了保护大气环境和人群健康，应设置卫生防护距离。确定卫生防护距离通常采用国家规定和无组织排放量计算法。无组织排放量计算卫生防护距离公式如下：

$$\frac{Q_c}{C_m} = \frac{1}{A} (BL^C + 0.25r^2)^{0.50} L^D$$

式中，C<sub>m</sub> 为标准浓度限值，mg/m<sup>3</sup>；L 为工业企业所需卫生防护距离，m；R 为有害气体无组织排放源所在生产单位的等效半径，m，根据该生产单元占地面积 S (m<sup>2</sup>) 计算，r = (S/π)<sup>0.5</sup>；A、B、C、D 分别为卫生防护距离计算系数；Q<sub>c</sub> 为工业企业有害气体无组织排放量可以达到的控制水平，kg/h。

#### (四) 计算题

1、直接由高斯扩散模式得浓度：

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C(x, y, 0) = Q(\pi u \sigma_y \sigma_z)^{-1} \exp[-y^2 / (2\sigma_y^2) - He^2 / (2\sigma_z^2)]$$

分别将  $x=500\text{m}$ ,  $y=50\text{m}$ ,  $Q=90\text{mg/s}$ ,  $u=5\text{m/s}$ ,  $\delta_y=18.1\text{m}$ ,  $\delta_z=35.3\text{m}$ ,  $He=60\text{m}$  代入公式, 得到所求浓度为  $4.643 \times 10^{-5} \text{mg/m}^3$ .

2、 $Q=10.8\text{kg/h}=10.8 \times 10^6 / 3600 = 3000\text{mg/s}$

烟囱排放有效源高为  $He=30+15=45\text{m}$

此处风速为  $\bar{u} = \bar{u}_{10} \left(\frac{H}{10}\right)^p = 2 \times \left(\frac{45}{10}\right)^{0.2} = 2.70\text{m/s}$

由于在中性情况下, 下风向 500 米处:  $\delta_y=100\text{m}$ ,  $\delta_z=90\text{m}$ ,

则下风向 500 米处  $\text{SO}_2$  轴线地面浓度:

$$\begin{aligned} C &= \frac{Q}{\pi \bar{u} \delta_y \delta_z} \times e^{-\left(\frac{He^2}{2\delta_z^2}\right)} \\ &= \frac{3000}{3.1416 \times 2.70 \times 100 \times 90} \times e^{-\left(\frac{45^2}{2 \times 90^2}\right)} \\ &= 0.0347\text{mg/m}^3 \end{aligned}$$

3、排气筒有效高度:  $H=50+10=60\text{m}$

此处风速:  $\bar{u} = \bar{u}_{10} \left(\frac{H}{10}\right)^p = 4 \times \left(\frac{60}{10}\right)^{0.25} = 6.26\text{m/s}$

则:

$$\begin{aligned} C &= \frac{Q}{\pi \bar{u} \delta_y \delta_z} \times e^{-\left(\frac{y^2}{2\sigma_y^2} + \frac{He^2}{2\delta_z^2}\right)} \\ &= \frac{90000}{3.1416 \times 6.26 \times 35.7 \times 17.8} \times e^{-\left(\frac{50^2}{2 \times 35.7^2} + \frac{60^2}{2 \times 17.8^2}\right)} \\ &= 9.209 \times 10^{-3} \text{mg/m}^3 \end{aligned}$$

4、先求出在排烟  $4.1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$  中的  $\text{SO}_2$  的量, 即

$$Q = (4.1 \times 10^4 / 3600) (10^3 / 10^6) = 1.139 \times 10^{-2} \text{m}^3/\text{s}$$

由于平均风速  $\bar{u}=5.0\text{m/s}$ ,  $He=180\text{m}$ ,  $\delta_y/\delta_z=1.00$ ,

根据  $C(x, 0, 0) = Q(\pi u \delta_y \delta_z)^{-1} \exp[-He^2 / (2\delta_z^2)]$

将  $\delta_y=\delta_z$  代入上式, 并令  $\partial C / \partial \delta_z = 0$ , 即可得到出现地面轴线最大浓度点的  $\delta_z$  值:  $(\delta_z)_{\max} = \frac{He}{\sqrt{2}}$ ,

并将之代入上式得, 地面轴线最大浓度为:

$$C_{\max} = \frac{2Q}{\pi e u He^2} \times \frac{\delta_z}{\delta_y} = \frac{(2)(1.139 \times 10^{-2})}{(3.14)(2.72)(5.1)(180)^2} = 0.016 \times 10^6 = 0.016 \text{ (cm}^3/\text{m}^3)$$

5、由地面轴线浓度公式:

$$C(x, 0, 0) = Q(\pi u \delta_y \delta_z)^{-1} \exp[-He^2 / (2\delta_z^2)]$$

$$=151 \times (\pi \times 4 \times 403 \times 362)^{-1} \exp[-150^2 / (2 \times 362^2)]$$

$$=7.56 \times 10^{-5} (\text{g/m}^3)$$

即下风向 3km 处的地面轴线浓度为  $7.56 \times 10^{-5} \text{g/m}^3$ 。

6、烟囱有效高度为： $H=30+5.84=35.84\text{m}$

$$\text{地面最大浓度 } C_{\max} = \frac{2Q}{\pi u H_e^2} g \frac{\delta_z}{\delta_y}, \text{ 有 } (\delta z)_{\max} = \frac{H_e}{\sqrt{2}}, \text{ 则}$$

$$(\delta z)_{\max} = \frac{H_e}{\sqrt{2}} = 35.84 / 2^{0.5} = 25.34\text{m}$$

则地面最大浓度为：

$$C = \frac{2 \times 10}{3.14 \times 4 \times 35.84^2 \times 2.718} \times \frac{25.34}{50.1}$$

$$= 0.231 \mu\text{g/m}^3$$

$$7、\text{地面最大浓度 } C_{\max} = \frac{2Q}{\pi u H_e^2} g \frac{\delta_z}{\delta_y}, \text{ 有 } (\delta z)_{\max} = \frac{H_e}{\sqrt{2}}$$

$$\text{则 } C_{\max 1} = \frac{\frac{3}{4}}{2 \times (\frac{3}{4})^2} C_{\max} = 2/3 C_{\max}$$

8、热释放率为：

$$Q_h = 3.5 P_a \frac{\Delta T}{\Delta T_s} Q_v = 3.5 \times 100 \times \frac{80}{373} \times 342 = 25673 (\text{KJ/s})$$

计算结果和使用的公式见下表。

电厂烟流抬升高度的计算公式和结果

模型 (x)		计算公式	结果(m)
霍兰德		$\Delta H = (1.5V_s D + 0.01Q_h)u^{-1}$	97
布里斯	$0.9 < 10H_s$	$\Delta H = 0.33Q_h^{\frac{1}{3}} x^{\frac{2}{3}} u^{-1}$	227
	$1.3 > 10H_s$	$\Delta H = 1.55Q_h^{\frac{1}{3}} x^{\frac{2}{3}} u^{-1}$	246

计算表明，即使霍兰德公式的结果再放大一倍，仍小于用布吉斯公式计算的结果。因此，适当选用抬升高度公式在环境质量评价工作中具有重要意义。环境评价导则规定，对于一二级评价项目，可通过实际观测，采用更符合实际条件的烟气抬升公式。

9、 $h_f = H + \sigma_z = 150 + 2 \times 96 = 342(\text{m})$ ,

熏烟扩散时地面上的横向扩散参数  $\sigma_{yf}$ ：

$$\sigma_{yf} = \sigma_y + \frac{H}{8} = 733 + \frac{150}{8} = 752 (\text{m})$$

于是，

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}uh_f\sigma_{yf}} = \frac{151}{\sqrt{2\pi} \times 4 \times 342 \times 752} = 5.85 \times 10^{-5} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

10、把公路当作一无限长线源，源强为：

$$Q_L = \frac{2 \times 10^{-2} \times 8000}{64000} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ (g/(s}\cdot\text{m))}$$

$$\text{于是, } C = \frac{2Q_L}{\pi u \sigma_z} = \frac{2 \times 2.5 \times 10^{-3}}{\pi \times 4 \times 12.1} = 4.1 \times 10^{-5} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

11、将面源当作虚拟点源处理，于是  $\sigma_{y0} = W/4.3 = 1500/4.3 = 348.8\text{m}$

查表解出 E 级  $\sigma_{y0} = 348.8\text{m}$  位于  $x_0 = 9400\text{m}$  处，由  $x + x_0 = 9400 + 1500 = 10900\text{m}$ ，有  $\sigma_y = 393\text{m}$ ；由  $x = 1500\text{m}$ ，有  $\sigma_z = 28.1\text{m}$

$$C = \frac{6}{\pi \times 2.5 \times 393 \times 28.1} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{20}{28.1}\right)^2\right] = 5.4 \times 10^{-5} \text{ (g/m}^3\text{)}$$

12、用高斯扩散公式计算：

$$\begin{aligned} C(x, y, z, H) &= \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \\ &= \frac{80}{2 \times 3.14 \times 6 \times 35.3 \times 18.1} \exp\left(-\frac{0}{2 \times 35.3^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(0-60)^2}{2 \times 18.1^2}\right] + \right. \\ &\quad \left. \exp\left[-\frac{(0+60)^2}{2 \times 18.1^2}\right] \right\} \\ &= 2.73 \times 10^{-5} \text{ g/m}^3 = 27.3 \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

13、首先计算源强： $Q = 15 \times 10^6 \times 3\% \times 2 \times 90\% / 3600 = 225\text{g/s}$

$$H_e = 200\text{m} \quad \text{风速 } \bar{u} = \bar{u}_{10} \left(\frac{H}{10}\right)^p = 3 \times \left(\frac{200}{10}\right)^{0.25} = 6.34\text{m/s}$$

地面最大浓度  $C_{\max} = \frac{2Q}{\pi u H_e^2} g \frac{\delta_z}{\delta_y}$ ，有  $(\delta z)_{\max} = \frac{H_e}{\sqrt{2}}$ ，则

$$(\delta z)_{\max} = \frac{H_e}{\sqrt{2}} = 200/2^{0.5} = 141.42\text{m}$$

则地面最大浓度为：

$$\begin{aligned} C &= \frac{2 \times 225}{3.14 \times 6.34 \times 200^2 \times 2.718} \times \frac{141.42}{50.1} \\ &= 5.87 \times 10^{-4} \mu\text{g/m}^3 \end{aligned}$$

14、从城市上风向一侧流入的污染物的流量为：

$$\text{(流入的流量)} = uWHb$$

由城市排放的进入体系较低一侧的污染物的流量为：

$$\text{(流入的流量)} = Q = qWL$$

假设整个城市的浓度不变，等于 C。污染物从该体系中去掉的唯一途径就是被穿过下风向的气流带

出，于是流出的流量可以由下面的方程表示：

$$(\text{流出的流量}) = uWHc$$

根据物料平衡方程式，所有流入城市的污染物的量应等于所有流出城市的污染物的量，于是

$$uWHC = uWHb + qWL, \text{ 由此可以得到}$$

$$\begin{aligned} C &= \frac{uWHb}{uWH} + \frac{qWL}{uWH} = b + \frac{qL}{uH} \\ &= \frac{5\mu\text{g}}{\text{m}^3} + (4 \times 10^{-6} \frac{\text{g}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}) (\frac{15000\text{m}}{(3\text{m/s})(1000\text{m})}) \\ &= 5 + 20 = 25\mu\text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

15、对于中心线  $y=0, z=H$ ，所有指数项均为 1，所以中心线处的浓度是：

$$C = \frac{20\text{g/s}}{2\pi(3\text{m/s})(30\text{m})(20\text{m})} = 0.00177 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 1770 \frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$$

对于远离轴线的点，需要将上面的式子再乘以指数项，

$$\exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{60\text{m}}{30\text{m}}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{-20\text{m}}{20\text{m}}\right)^2\right] = \exp\left(-2 + \frac{1}{2}\right) = 0.0818$$

因此可以得到，

$$C = \frac{1770 \mu\text{g}}{\text{m}^3} \times 0.0818 = \frac{145\mu\text{g}}{\text{m}^3}$$

高斯烟羽的基本方程是预测关于  $y$  轴和  $z$  轴对称的烟羽的浓度。因此，如果我们要求中心线另一侧 60 米上方 20 米处的浓度值，得到的结果也是一样的。

$$16、\text{设大气稳定度为 C 级，} \sigma_{y0} = \frac{1000}{4.3} = 232.56\text{m}, \sigma_{z0} = \frac{15}{2.15} = 6.98\text{m}。$$

当  $x=1.0\text{km}$ ， $\sigma_y = 99.1\text{m}, \sigma_z = 61.4\text{m}$ 。于是，

$$\begin{aligned} C(x, y, 0, H) &= \frac{Q}{\pi u (\sigma_y + \sigma_{y0})(\sigma_z + \sigma_{z0})} \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{y^2}{(\sigma_y + \sigma_{y0})^2} + \frac{H^2}{(\sigma_z + \sigma_{z0})^2}\right]\right\} \\ &= \frac{10}{\pi \times 3 \times (99.1 + 232.56)(61.4 + 6.98)} \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{15^2}{(61.4 + 6.98)^2}\right] = 4.57 \times 10^{-5} \text{g}/\text{m}^3 \end{aligned}$$

17、依题意可求得污染源强为：

$$Q = \frac{800 \times 10^3}{24 \times 3600} \times \frac{5}{100} \times \frac{90}{100} \times \frac{64}{32} = 0.83\text{kg/s} = 833333.3\text{mg/s}$$

$$\text{该开发区单位面积二氧化硫的排放速率 } q = \frac{833333.3}{5 \times 10^3 \times 50 \times 10^3} = 0.0033\text{mg}/(\text{s m}^2)$$

则该开发区二氧化硫的平衡浓度为：

**更多环评工程师资格考试资料，请浏览：[www.rzfs.com/st](http://www.rzfs.com/st)**

$$C = \frac{L \times Q}{u \times h} = \frac{50 \times 1000 \times 0.0033333}{3 \times 150} = 0.37 \text{mg/m}^3$$

18、已知  $q = \frac{0.03 \text{mg/s}}{6 \text{m} \times 6 \text{m}}$ ,  $k = 6.4 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ ,  $t = 2 \times 3600 = 7200 \text{s}$ ,  $u = 0.003 \text{m/s}$ ,  $C_0 = 0.08 \text{mg/m}^3$ ,  $L = 6 \text{m}$ ,

$b = 6 \text{m}$ ,  $h = 5 \text{m}$ ,  $C_a = 0$ , 于是:

$$C = \frac{\frac{q}{h} + C_a \frac{u}{L}}{\frac{u}{L} + k} \left\{ 1 - \exp \left[ - \left( \frac{u}{L} + k \right) t \right] \right\} + C_0 \exp \left[ - \left( \frac{u}{L} + k \right) t \right]$$

$$= \frac{\frac{0.03}{6 \times 6 \times 5} + 0 \times \frac{0.003}{6}}{\frac{0.003}{6}} \left\{ 1 - \exp \left[ - \left( \frac{0.003}{6} + 6.4 \times 10^{-5} \right) 7200 \right] \right\} + 0.08 \exp \left[ - \left( \frac{0.003}{6} + 6.4 \times 10^{-5} \right) 7200 \right]$$

$$= 0.327588258 + 0.078621182 = 0.41 \text{mg/m}^3$$

19、设大气稳定度为 C 级。  $\sigma_z = \frac{D - H}{2.15} = \frac{360 - 200}{2.15} = 74.42 \text{m} \Rightarrow x_D = 1226.5 \text{m}$

当  $x = 2 \text{km}$  时,  $x_D < x < 2x_D$ , 按  $x = x_D$  和  $x = 2x_D$  时浓度值内插计算。

$x = x_D$  时,  $\sigma_y = 118.26 \text{m}$ ,  $\sigma_z = 74.42 \text{m}$ , 于是

$$C_1 = \frac{Q}{\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left( - \frac{H^2}{2\sigma_z^2} \right) = \frac{180}{\pi \times 3.5 \times 118.26 \times 74.42} \exp \left( - \frac{200^2}{2 \times 74.42^2} \right) = 0.050 \text{mg/m}^3$$

$x = 2x_D$  时,  $\sigma_y = 221.41 \text{m}$ ,  $\sigma_z = 139.10 \text{m}$ , 得

$$C_2 = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} u D \sigma_y} \exp \left( - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) = \frac{180}{\sqrt{2\pi} \times 3.5 \times 360 \times 221.41} = 0.257 \text{mg/m}^3;$$

$$\text{通过内插求解 } C = 0.05 + \frac{0.257 - 0.050}{1226.5} (2000 - 1226.5) = 0.181 \text{mg/m}^3$$

当  $x = 6 \text{km} > 2x_D$  时,  $\sigma_y = 474 \text{m}$ ,  $C = \frac{180}{\sqrt{2\pi} \times 3.5 \times 360 \times 474} = 0.120 \text{mg/m}^3$

计算结果表明, 在  $x_D \leq x \leq 2x_D$  范围内, 浓度随距离增大而升高。

20、由所给气象条件应取稳定度为 E 级。查表得  $x = 12 \text{km}$  处,  $\sigma_y = 427 \text{m}$ ,  $\sigma_z = 87.4 \text{m}$ 。

$$\sigma_{yf} = \sigma_y + \frac{H}{8} = 427 + \frac{50}{8} = 433.25 \text{m}, \quad h_f = H + 2\sigma_z = 50 + 2 \times 87.4 = 224.8 \text{m}$$

$$C_F(12000, 0, 0, 50) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} u h_f \sigma_{yf}} = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \times 3 \times 224.8 \times 433.25} = 1.365 \times 10^{-4} \text{g/m}^3。$$

21、高架连续点源出现浓度最大距离处, 烟流中心线的浓度为

$$C_1 = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp \left( - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right) \left\{ \exp \left[ - \frac{(z - H)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[ - \frac{(z + H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\} \Big|_{y=0, z=H}$$

$$= \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} [1 + \exp[-\frac{4H^2}{2 \cdot H^2 / 2}]] = \frac{1.018Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \quad \text{而 } \sigma_z = \frac{H}{\sqrt{2}}$$

$$\text{而地面轴线浓度 } C_2 = C_{\max} = \frac{2Q}{\pi u H^2 e} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_y}$$

$$\text{因此, } \frac{C_1}{C_2} = \frac{1.018Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} / (\frac{2Q}{\pi u H^2 e} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_y}) = \frac{1.018H^2 e}{4\sigma_z^2} = \frac{1.018H^2 e}{4(\frac{H}{\sqrt{2}})^2} = \frac{1.018e}{2} = 1.38$$

得证。

$$22、 Q_H = 0.35 P_a Q_v \frac{\Delta T}{T_s} = 0.35 \times 1013 \times 265 \times \frac{418 - 293}{418} = 2.810 \times 10^4 \text{ kW} > 2100 \text{ kW}$$

$$\bar{u} = \bar{u}_{10} \left(\frac{Z}{Z_{10}}\right)^m = 3 \left(\frac{H_s}{10}\right)^{0.25} = 1.687 H_s^{0.25}$$

按城市及近郊区条件，查表中数据取  $n=1.303$ ， $n_1=1/3$ ， $n_2=2/3$ ，得到

$$\Delta H = n_0 Q_H^{n_1} H_s^{n_2} \bar{u}^{-1} = \frac{1.303 \times 28100^{1/3} \times H_s^{2/3}}{1.687 H_s^{1/4}} = 23.48 H_s^{5/12}$$

《环境空气质量标准》的二级标准限值为  $0.06 \text{ mg/m}^3$ （年均），于是

$$H_s \geq \sqrt{\frac{2Q}{\pi e u (\rho_0 - \rho_b)} \cdot \frac{\sigma_z}{\sigma_y} - \Delta H}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 80 \times 10^{-3} \times 0.5}{3.142 \times 2.718 \times 1.687 (H_s + \Delta H)^{0.25} (0.06 - 0.05) \times 10^{-6}} - \Delta H}$$

$$\text{解得 } H_s + \Delta H = H_s + 23.48 H_s^{5/12} \geq 357.4 \text{ m}$$

于是  $H_s \geq 162 \text{ m}$ 。实际烟囱高度可取为  $170 \text{ m}$ 。

烟囱出口烟气流速不应低于该高度处平均风速的 1.5 倍，即  $u_v \geq 1.5 \times 1.687 \times 170^{0.25} = 9.14 \text{ m/s}$ 。但为保证烟气顺利抬升，出口流速应在  $20 \sim 30 \text{ m/s}$ 。取  $u_v = 20 \text{ m/s}$ ，则有

$$D \leq \sqrt{\frac{4Q_v}{\pi u_v}} = \sqrt{\frac{4 \times 265}{\pi \times 20}} = 4.1 \text{ m}， \text{实际直径可取为 } 4.0 \text{ m}。$$