

6.5 污染物落地浓度计算（五）例题

- 在东经 104° 、北纬 31° 的某平原郊区，建有一个工厂。工厂产生的含 SO_2 废气是通过一座高 $110m$ 、出口内径为 $2m$ 的烟囱排放的。废气量为 $4 \times 10^5 m^3/h$ （烟囱出口状态），烟气出口温度 $150^\circ C$ ， SO_2 排放量为 $400kg/h$ 。在1989年7月13日北京时间13时，当地的气象状况是气温 $35^\circ C$ 、云量2/2、地面风速 $3m/s$ ，试计算此时距烟囱 $3000m$ 的轴向浓度和由该厂造成的 SO_2 最大地面浓度及产生距离。

6.5.1 确定已知量

- 经度： $\lambda = 104^\circ$
- 纬度： $\varphi = 31^\circ$
- 烟囱实体高度： $H_s = 110m$
- 烟囱出口直径： $D = 2m$
- 烟气（实际）排放量： $Q_v = Q_y = 4 \times 10^5 m^3/h = 111.11 m^3/s$
- 烟气出口温度： $T_s = 273.15 + 150 = 423.15 K$
- 环境大气温度： $T_a = 273.15 + 35 = 308.15 K$
- 源强： $Q = 400kg/h = 1.11 \times 10^5 mg/s$
- 观测进行时的北京时间： $t = 13h$
- 水平扩散距离： $x = 3000m$

6.5.2 确定大气稳定度

- 根据式1-8计算得7月13日的太阳倾角： $\theta = 21^\circ$
- $15t + \lambda - 300 = 15 \times 13 + 104 - 300 = -1(^\circ)$
- 将参数代入式（1-7）得太阳高度角：

$$h_0 = \arcsin[\sin 31^\circ \sin 21^\circ + \cos 31^\circ \cos 21^\circ \cos(-1)^\circ] = \arcsin 0.985 \approx 80.0^\circ$$

- 根据云量2/2和 $h_0 = 80.0^\circ$ 查表1-4得太阳辐射等级为：+3
- 由太阳辐射等级+3和地面风速 $3m/s$ 查表1-3得此时大气稳定度为：C类

6.5.3 确定烟囱口平均风速

- 根据烟囱高度 $z = H_s = 110m$ 查表1-2确定风速指数： $m = 0.20$
- 高度 $10m$ 处的风速近似为地面风速： $u_{10} = 3m/s$
- 代入式（1-2）得烟囱口处平均风速：

$$\bar{u} = u_{10} \left(\frac{z}{10} \right)^m = 3 \times \left(\frac{110}{10} \right)^{0.20} = 4.85 m/s$$

6.5.4 确定有效源高

- 单位时间内排出烟气的热量，公式（2-3）：

$$\begin{aligned} Q_h &= 0.35 p_a Q_v \frac{T_s - T_a}{T_s} \\ &= 0.35 \times 101.325 \times 111.11 \times \frac{423.15 - 308.15}{423.15} = 1070.88 kJ/s \end{aligned}$$

- 烟气抬升公式采用国标推荐公式，由于 $Q_h = 1070.88 kJ/s < 500 \times 4.18 = 2090 kJ/s$ ，采用公式（2-4）进行计算：

$$\begin{aligned}\Delta H &= \frac{2(1.5\nu_s D + 0.01Q_h)}{\bar{u}} \\ &= \frac{2(1.5 \frac{Q_v}{\pi D^2/4} D + 0.01Q_h)}{\bar{u}} \\ &= \frac{2 \times (1.5 \times \frac{111.11}{\pi \times 2^2/4} \times 2 + 0.01 \times 1070.88)}{4.85} = 48.16m\end{aligned}$$

- 根据式 (2-1) 算出有效源高:

$$H = H_s + \Delta H = 110 + 48.16 = 158.16m$$

6.5.5 确定3000m处轴线浓度

- 由平原郊区、大气稳定度为C类且 $x = 3000m$, 查表7-19和7-20得:
- $\sigma_y = 0.232123 \times 3000^{0.885157} = 277.66$
- $\sigma_z = 0.106803 \times 3000^{0.917595} = 165.64$
- 根据高架连续点源地面轴线浓度公式 (3-4) 得:

$$\begin{aligned}\rho(3000, 0, 0, H) &= \frac{Q}{\pi \bar{u} \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{H^2}{2\sigma_z^2}\right) \\ &= \frac{1.11 \times 10^5}{\pi \times 4.85 \times 277.66 \times 165.64} \exp\left(-\frac{158.16^2}{2 \times 165.64^2}\right) = 0.104mg/m^3\end{aligned}$$

6.5.6 确定地面最大浓度及产生距离

- 由式 (3-6) 求得出现最大地面浓度时的垂直扩散参数:

$$\sigma_z \Big|_{x=x_{max}} = \frac{H}{\sqrt{2}} = \frac{158.16}{\sqrt{2}} = 111.83m$$

- 查表7-20, 大气稳定度为C级时:

$$\gamma_2 = 0.106803$$

$$\alpha_2 = 0.917595$$

- 求得:

$$x_{max} = \left(\frac{\sigma_z \Big|_{x=x_{max}}}{\gamma_2} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}} = \left(\frac{111.83}{0.106803} \right)^{\frac{1}{0.917595}} = 1955.17m$$

$$\sigma_y = 0.232123 \times 1955.17^{0.885157} = 190.08$$

- 由式 (3-5) 求得地面最大浓度:

$$\rho_{max} = \frac{2Q}{\pi \bar{u} e H^2} \frac{\sigma_z}{\sigma_y} = \frac{2 \times 1.11 \times 10^5}{\pi \times 4.85 \times e \times 158.16^2} \times \frac{111.83}{190.08} = 0.126mg/m^3$$