

热电厂点源高度对大气环境影响探讨

陈煜

(大唐淮南洛河电厂)

摘要: 采取《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》(GB/T13201-91)推荐的最大落地浓度和长期平均浓度方法,分析了燃煤热电厂高架点源对区域大气环境影响,提出了烟囱高度分析原则方法。

关键词: 高架点源; 环境影响; 高度预测

[Abstract] This paper takes the method of the maximum ground concentration and long-term average concentration recommended by The Technical methods for making local emission standards of air pollutants (GB/T13201-91) to analyze the impact of the coal thermal power plant elevated point source on regional atmospheric environment, and to put forward the principle of the chimney height analysis method.

[Keywords] elevated point source; the environmental impact; highly predictive

1 引言

我国的热电厂大都在城市主城区,一般装机容量 6~250MW、烟囱高度 60~120m,在最不利气象条件下,半径 500m 范围大气污染突出,故《火电厂环境影响评价技术导则》要求烟囱高度需经技术论证。

鉴于环评与设计单位出发点不同,使火(热)电厂点源高度论证结果差异较大。笔者以安徽淮化集团热电厂为例,提出热电厂烟气脱硫与除尘条件下,高架点源对区域大气环境影响和烟囱高度分析原则方法。

2 预测方法

根据《环境影响评价技术导则·总纲》(HJ/T2.1-2011)^[1]、《环境影响评价技术导则·大气环境》(HJ/T2.2-2008)^[2]、《制定地方大气污染物排放标准的技术方法》(GB/T13201-91)^[3]精神,预测淮化集团热电厂有显著影响的大气污染物。

2.1 点源高度预测

某高架点源——烟囱高度可行性研究,采用“迭代法”计算出 H_s 。计算式如下:

$$(1) \quad H_s = \left[\frac{2Q}{\pi e u (C_o - C_b) P_1} \right]^{1/2} - \Delta H$$

其中：

$$(1-1) \quad P_i = \frac{2\gamma_1 \cdot \gamma_2^{-\alpha_1/\alpha_2}}{[1+(\alpha_1/\alpha_2)]^2 \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right] \left[H_s + \Delta H \right] \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right] e^{\frac{1}{2} \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right]}}$$

$$(1-2) \quad \Delta H = 0.292 Q_h^{3/5} H_s^{2/5} \bar{u}^{-1}$$

$$(1-3) \quad Q_h = 0.35 P_a Q_v \Delta T / T_s$$

$$(1-4) \quad \bar{u} = u_{10} \times (H_s / 10)^p$$

某高架点源——烟囱出口烟气温度的，按 5°C/100m 温降计算。

2.2 最大地面浓度

某高架点源大气污染物最大地面浓度预测，如下式：

$$C_m = \frac{2Q}{e\pi \bar{u} H e^2 P_i} \quad (2)$$

其中：

$$P_i = \frac{2\gamma_1 \gamma_2^{-\alpha_1/\alpha_2}}{[1+(\alpha_1/\alpha_2)]^2 \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right] \left[H_e \right] \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right] e^{\frac{1}{2} \left[\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right]}} \quad (2-1)$$

2.3 最大落地距离

某高架点源大气污染物最大落地距离预测，如下式：

$$X_m = \left[-\frac{H_e^2}{\alpha \gamma_2^2} \right]^{\frac{1}{2}\alpha_2} \left[1 + \frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right]^{-\left(\frac{1}{2}\alpha_2\right)} \quad (3)$$

2.4 长期平均浓度

某高架点源大气污染物长期平均浓度预测，如下式：

$$C_{ijh} = \frac{Q}{\sqrt[3]{2\pi u \sigma_z x / n}} \cdot F \quad (4)$$

2.5 模式指标释义

式 1~4 中，各大气环境影响预测模式的指标符号表达意义，见表 1。

表 1 预测模式中指标意义

序号	预测式指标	符号	计量单位
1	烟囱几何高度	H_s	m
2	烟气抬升高度	ΔH	m
3	大气污染物排放速率	Q	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$
4	烟囱高度处平均风速	\bar{u}	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$
5	环境空气质量标准限值	C_o	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
6	大气污染物本底浓度	C_b	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
7	烟气热释放率	Q_h	$\text{Kcal}\cdot\text{s}^{-1}$
8	横向扩散参数中回归指数	a_1	—
9	垂直扩散参数中回归指数	a_2	—
10	横向扩散参数中回归系数	γ_1	—
11	垂直扩散参数中回归系数	γ_2	—
12	有风条件下某污染物浓度	C_{ijh}	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
13	长期平均浓度	C_{ijh}	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
14	风向方位数	n	—

预测模式组属隐形关系，即使热电厂锅炉及其脱硫与除尘等配套设施相同，但因高架点源——烟囱高度不同，同类大气污染物最大落地距离亦相距甚远；大气污染物落地距离差异导致扩散参数不同，扩散参数不同又决定了烟囱高度，依次联系起来。

热电厂烟囱高度预测需采用“迭代法”，当预测结果相对误差 $<1/10,000$ 时，烟囱高度预测误差 $<5\text{cm}$ 。

3 应用实例

3.1 烟囱高度预测参数

淮化集团热电厂一二期工程 $2\times 260\text{t/h}$ 锅炉、 $1\times 60\text{MW}$ 机组，共用 1 根 100m 烟囱，脱硫效率 90% ，除尘效率 99.5% ；大气污染源各计算参数见表 2、表 3。

表 2 烟囱几何高度预测参数

序号	指 标	单 位	取 值
1	烟囱初始高度	m	100
2	烟囱出口烟气温度	$^{\circ}\text{C}$	68
3	中性大气稳定度	—	D
4	10m 高度处平均风速	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	2.5
5	Co/SO_2	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.150
6	Cb/SO_2	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.030
7	Co/PM_{10}	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.150
8	Cb/PM_{10}	$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.123

表 3 大气污染源排放速率

序号	指 标	单 位	取 值
1	一期工程 SO_2 排放速率	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$	7094.4
2	一期工程烟尘排放速率	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$	12880
3	二期工程 SO_2 排放速率	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$	14188.8
4	二期工程烟尘排放速率	$\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$	25760

3.2 大气环境影响预测

有风时，中性稳定度下大气污染物最大地面浓度为点源下风向 $3,500\text{m}$ 处；静风时， 500m 处， SO_2 贡献值 $0.35\text{mg}/\text{m}^3$ 、 PM_{10} 贡献值 $0.63\text{mg}/\text{m}^3$ ；熏烟时， 500m 处， SO_2 贡献值 $0.054\text{mg}/\text{m}^3$ 、 PM_{10} 贡献值 $0.097\text{mg}/\text{m}^3$ ；均超过《环境空气质量标准》（GB3095-1996）二级标准。

3.3 烟囱高度预测结果

热电厂高架点源——烟囱高度预测结果，见表 4。

表 4 烟囱高度预测结果 单位: m

序号	燃煤热电厂改造工程	烟 尘	SO ₂
1	一期工程预测烟囱高度	112.3	41.8
2	二期工程预测烟囱高度	152.8	57.3

淮化集团热电厂烟囱几何高度需 $\geq 113\text{m}$ ，一二期工程共用 1 根烟囱，则烟囱几何高度约需 $\geq 153\text{m}$ ，以保障区域环境空气质量不至下降。

4 问题讨论

4.1 达标排放要求

以大气污染物最大落地浓度为条件，可保证 153m 烟囱的大气环境影响最低，但热电厂环境投资较高。

4.2 降低标准可行性

若烟囱几何高度 $< 153\text{m}$ ，降低环境空气质量，可节省热电厂环境投资；但不符合环境功能区划要求。

4.3 烟囱高度合理性

因各敏感点环境本底不同，需在分析大气污染物时空变化规律基础上，判定热电厂点源高度合理性。

4.4 长期环境影响

根据 $\geq 153\text{m}$ 点源长期平均浓度模式预测，热电厂环境投资最小化，部分敏感点可定点预测环境影响。

参考文献:

[1] 环境保护部环境工程评估中心.HJ/T2.1-2011, 环境影响评价技术导则·总纲[S].环境保护部.2011, 修订(1): 7~9.

[2] 环境保护部环境工程评估中心.HJ/T2.2-2008, 环境影响评价技术导则·大气环境[S].环境保护部.2008, 修订(1): 3~6, 12~18.

[3] 中国环境科学研究院, 中国气象科学研究院, 等.GB/T13201-91, 制定地方大气污染物排放标准的技术方法[S].国家环境保护局.1991, 修订(1): 5~11.

作者简介:

陈煜, 男, 大唐淮南洛河电厂, 专工, 主要研究领域: 环境保护。

(联系方式: 陈煜, 联系单位: 大唐淮南洛河电厂, 联系电话: 0554-2526276

Email: cy8557@163.com)