

厂界噪声测量的不确定度评定

张涛, 熊光陵

(江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘要: 阐述了厂界噪声测量的不确定度来源和对不确定度分量的评定, 并且对不确定度分量评定中有关的内容进行了实例计算, 为测量的不确定度在环境监测领域中的评定提供了参考。

关键词: 厂界噪声; 不确定度; 评定

中图分类号: X830.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-2009(2007)02-0052-02

测量不确定度是用以表明基准、检定测试、量值溯源准确程度的依据, 合理评定测量不确定度是实验室必须具有的能力。

1 测量

现按照《工业企业厂界噪声测量方法》(GB 12349-1990), 对某企业锅炉房界外噪声进行监测, 主要噪声源是锅炉, 为稳态噪声。测量仪器为噪声统计分析仪(AWA 6218B型 2级), 在无雨、无雪、风力 < 5.5 m/s 的气候条件和风机正常运行工况下, 采用 A 计权、F 档测量, 采样时间间隔为 1 s 采样时间为 1 min 评价量为等效连续声级。为同时分析稳态噪声测量重复性的不确定度, 在正常工况下连续 6 次进行(每次测量 1 min)等效连续声级测量。

2 建立数学模式

等效声级的计算公式:

$$L_{eq} = 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10} \quad (1)$$

式中: L_{eq} ——噪声测量的等效声级;

n ——采样总数;

L_i ——第 i 次采样测得的 A 声级。

合成不确定度的计算公式^[1]:

$$\frac{u(x)}{x} = \sqrt{\left[\frac{u_{a(x)}}{x} \right]^2 + \left[\frac{u_{b(x)}}{x} \right]^2} \quad (2)$$

式中: $u(x)$ ——噪声测量的标准不确定度;

\bar{x} ——噪声测量的等效声级;

$u_{a(x)}$ ——噪声测量 A 类标准不确定度分量;

$u_{b(x)}$ ——噪声测量 B 类标准不确定度分量。

3 不确定度来源

3.1 A 类不确定度

A 类不确定度主要是由测量方法引起的不确定度。其中单次测量的不确定度在一个测量时段内, 用于代表厂界噪声等效声级是观测声级的能量均值, 厂界噪声代表值的不确定度, 可用一系列声级的标准偏差, 除以测量时段内采集样本个数的平方根表示; 重复测量的不确定度, 可用一系列重复测量的等效声级标准偏差, 除以重复测量次数的平方根表示。

3.2 B 类不确定度

在噪声测量过程中, 要排除操作不规范因素, 因仪器性能影响产生的不确定度主要有噪声监测仪器整机的准确度、噪声监测仪器级量程线性的不确定度、噪声监测测量方向偏差导致的不确定度和校准声源的不确定度 4 部分组成。

4 不确定度分量的评定

4.1 A 类不确定度评定 $u_{a(x)}$

某企业锅炉房界外噪声等效声级测量结果见表 1。

表 1 某企业锅炉房界外噪声等效声级测量结果 ($n=6$)

测量次数	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
标准偏差 L_{eq}/dB ^①	0.7	0.6	0.7	0.7	0.4	0.6
等效声级 L_{eq}/dB	62.0	61.7	62.4	62.2	62.3	61.8

① 1 min 测量。

收稿日期: 2005-12-04 修订日期: 2007-02-13

作者简介: 张涛(1968-), 女, 江苏淮安人, 高级工程师, 学士, 从事环境监测工作。

4.1.1 单次测量值的不确定度 $u_{a1(x)}$

1 min 测量标准偏差最大值 $s(x_i)$ 为 0.7, 采样时间间隔 1 s, 1 min 厂界噪声等效声级测量值的不确定度为:

$$u_{a1(x)} = s(x_i) / \sqrt{n_1} \approx 0.09 \text{ dB(A)}$$

式中 n_1 为 60 是 1 min 测量的样本数。

4.1.2 重复性的不确定度 $u_{a2(x)}$

$$L_{eq} = 10 \lg\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_i/10}\right) \approx 62.1 \text{ dB(A)}$$

$$s(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{x})^2}{n-1}} \approx 0.28 \text{ dB(A)}$$

测定结果重复性的不确定度分量:

$$u_{a2(x)} = s(\bar{x}) / \sqrt{n_2} \approx 0.11 \text{ dB(A)}^{[2]}$$

式中 n_2 为 6 是重复测量次数。

A 类相对标准不确定度计算为:

$$\frac{u_a(x)}{x} = \sqrt{\left[\frac{u_{a1(x)}}{x}\right]^2 + \left[\frac{u_{a2(x)}}{x}\right]^2} \approx 0.0023$$

4.2 B 类不确定度评定

4.2.1 噪声监测仪器整机读数准确度的不确定度 $u_{b1(x)}$

根据仪器检定证书, 参考频率 1 kHz 所用噪声仪器指示的声级与声级计不在声场时, 传声器位置上声压级的偏差为 0.2 dB(A), 声级计检定时, 测量的扩展不确定度为 0.4 dB(A), 即整机读数的准确度为 0.6 dB(A), 按矩形分布原则, 包含因子 $k = \sqrt{3}$ $u_{b1(x)} = 0.6 / \sqrt{3} \approx 0.35 \text{ dB(A)}$ 。

$$\frac{u_{b1}(x)}{x} = \frac{0.35}{62.1} \approx 0.0056$$

4.2.2 噪声监测仪器级量程线性的不确定度 $u_{b2(x)}$

根据仪器检定证书, 所用仪器的量程范围在 40 dB(A) ~ 130 dB(A) 之间, 系统级线性偏差为 0 dB(A) ~ 0.6 dB(A), 检定时, 级线性误差的扩展不确定度为 0.3 dB(A), 则仪器系统的线性误差可按最大 0.9 dB(A) 考虑, 按矩形分布原则, $u_{b2(x)} = 0.9 / \sqrt{3} \approx 0.52 \text{ dB(A)}^{[3]}$ 。

$$\frac{u_{b2}(x)}{x} = \frac{0.52}{62.1} \approx 0.0084$$

4.2.3 噪声监测测量方向偏差导致的不确定度 $u_{b3(x)}$

根据《声级计》(JJG 188-2002) 检定规程和传

声器手册, 2 级声级计在偏离参考方向 30° (参考频率 1 kHz ~ 2 kHz) 以内, 指示声级最大绝对差值为 2.5 dB(A), 偏离 10° 以内, 指向性响应平直, 指示声级变化 $< 0.5 \text{ dB(A)}$, 在实际测量时, 按操作偏离角度在 10° 以内估算该因素的不确定度, 引起的绝对差值取 0.5 dB(A), 按矩形分布原则, $u_{b3(x)} = 0.5 / \sqrt{3} \approx 0.28 \text{ dB(A)}$ 。

$$\frac{u_{b3}(x)}{x} = \frac{0.28}{62.1} \approx 0.0045$$

4.2.4 校准声源的不确定度 $u_{b4(x)}$

测量前后使用声级标准器 (2 级) 校准, 根据《声校准器》(JJG 176-1995) 检定规程声压级允差为 0.75 dB(A), 按矩形分布原则, $u_{b4(x)} = 0.75 / \sqrt{3} \approx 0.43 \text{ dB(A)}$ 。

$$\frac{u_{b4}(x)}{x} = \frac{0.43}{62.1} \approx 0.0069$$

B 类相对标准不确定度计算为:

$$\frac{u_b(x)}{x} = \sqrt{\left[\frac{u_{b1}(x)}{x}\right]^2 + \left[\frac{u_{b2}(x)}{x}\right]^2 + \left[\frac{u_{b3}(x)}{x}\right]^2 + \left[\frac{u_{b4}(x)}{x}\right]^2} \approx 0.013$$

5 扩展不确定度计算及结果

合成标准不确定度的计算为:

$$\frac{u(x)}{x} = \sqrt{\left[\frac{u_a(x)}{x}\right]^2 + \left[\frac{u_b(x)}{x}\right]^2} \approx 0.013$$

得 $u(x) = 0.81 \text{ dB(A)}$, 取包含因子 $k = 2$ (近似 95% 置信概率)^[4], 扩展不确定度的计算为:

$$U = 0.81 \times 2 \approx 1.6 \text{ dB(A)}^{[5]}$$

厂界噪声结果为 $(62.1 \pm 1.6) \text{ dB(A)}$ 。

[参考文献]

- [1] 中国实验室国家认可委员会. 化学分析中不确定度的评估指南 [M]. 北京: 中国计量出版社, 2002.
- [2] 杨凯, 滕恩江. 烟气连续监测系统的相对准确度检测 [J]. 环境监测管理与技术, 2005, 17(4): 31-34.
- [3] 全浩, 韩永志. 标准物质及其应用技术 [M]. 2 版. 北京: 中国标准出版社, 2003.
- [4] 邹云娣. 水中挥发酚的测量不确定度评定 [J]. 环境监测管理与技术, 2004, 16(2): 30-32.
- [5] 国家技术监督局. JJF 1059-1999 测量不确定度评定与表示 [S]. 北京: 中国标准出版社, 1999.

本栏目责任编辑 张启萍