

污染源排气自动监测氮氧化物的不确定度分析

刘 雯, 沈健康, 俞言霞

(江苏省环境监测中心, 江苏 南京 210036)

摘 要: 使用烟气排放连续监测系统自动监测仪器测定污染源排气中氮氧化物, 按照最新的《测量不确定度评定与表示》(JJF 1059.1—2012)的要求, 测量不确定度评定的要求, 首次对其氮氧化物自动监测的不确定度进行分析, 得出不确定度报告。

关键词: 污染源; 自动监测; 氮氧化物; 不确定度

中图分类号: X831

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2013)-03-0027-02

Uncertainty Analysis on Nitrogen Oxides by Pollution Source Automated Emission Monitoring

LIU Wen, SHENG Jian-kang, YU Yan-xia

(Jiangsu Provincial Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210036, China)

ABSTRACT: This article is about the measuring of Nitrogen Oxides (of pollution source exhaust) by the automatic monitoring instrument of CEMS. It is the very first time to make the uncertainty analysis on Nitrogen Oxides automatic monitoring and to get the relative uncertainty report, according to the latest evaluation standard JJF 1059.1—2012 of uncertainty monitoring.

KEY WORDS: pollution source; automatic monitoring; Nitrogen Oxides; uncertainty

0 前言

测量不确定度是对测量结果可能误差的度量, 也是定量说明测量结果质量好坏的一个参数, 因此它是一个与测量结果相联系的参数。笔者按照最新发布的《测量不确定度评定与表示》(JJF 1059.1—2012)要求, 首次对污染源排气(锅炉烟气)中氮氧化物自动监测的不确定度进行分析。

JJF 1059.1—2012 中对测量不确定度方法的评定适用于各种准确度等级的测量领域, 有明确定义、并可用唯一值表征的被测量估计值的测量不确定度, 实验、测量方法、测量装置、复杂部件和系统的设计和理论分析中有关不确定度的评定与表示。

笔者旨在通过对江苏省某电厂的烟气排放连续监测系统(CEMS)中氮氧化物不确定度的测定分析, 为企业烟气自动监测领域的不确定度分析提供资料。

1 概述

1.1 测定方法

按国家环境保护总局《固定污染源烟气排

放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)》(HJ/T 76—2007)附录 D《固定污染源二氧化硫、氮氧化物排放浓度的测定—仪器分析法》中的分析方法进行污染源排气中氮氧化物的测定。

1.2 设备信息

烟气排放连续监测系统(赛默飞世尔科技(上海)有限公司), 最大允许误差 $\Delta = \pm 2\%$ 。

该仪器采用稀释采样法, 采集烟气并除尘, 然后用洁净的零气按一定的稀释比稀释除尘后的烟气, 以降低气态污染物的浓度, 将稀释后的烟气引入分析单元, 分析气态污染物浓度。氮氧化物的测定采用进口化学发光分析仪, 分析仪器具有多段量程自动选择功能。

2 数学模型

根据分析方法, 进行污染源排气中氮氧化物的

收稿日期: 2013-04-27

作者简介: 刘雯(1978—), 女, 工程师, 本科, 从事环境监测工作。

测定。烟气氮氧化物浓度,由监测仪器直接读出测量值。

因此,数学模型为: $c = c_{\text{KN}}$

式中: c ——烟气中氮氧化物质量浓度, mg/m^3 ; c_{KN} ——烟气分析仪氮氧化物质量浓度示值, mg/m^3 。

3 不确定度预估和来源分析

烟气氮氧化物浓度测量,不确定度的来源主要有:一是测量重复性引入的标准不确定度 u_A ,采用 A 类方法评定;二是烟气分析仪引起的标准不确定度 u_B ,可由最大允许误差采用 B 类方法评定(包括分析仪示值的合理过量空气系数折算引起的不确定度)。

4 测量不确定度的评定

4.1 测量重复性引入的标准不确定度

对江苏某电厂氮氧化物浓度测量进行 20 次重复独立测量,结果见表 1,氮氧化物质量浓度平均值为 606,标准偏差为 8.6。

使用贝塞尔公式计算测量结果的标准偏差

$$s(c):s(c) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{20} (C_i - \bar{C})^2}{20 - 1}} = 8.6 \text{ mg}/\text{m}^3。$$

表 1 氮氧化物浓度测量结果 mg/m^3

次数	结果	次数	结果	次数	结果	次数	结果
1	602	6	608	11	591	16	605
2	604	7	599	12	598	17	614
3	616	8	595	13	619	18	612
4	610	9	597	14	618	19	611
5	606	10	591	15	611	20	6136

按照 HJ/T 57—2000 的规定,对 2012 年第四季度同一工况进行连续 $m = 3$ 次测量,结果分别为 673,684,676 mg/m^3 ,平均值为 $c = 678 \text{ mg}/\text{m}^3$ 。所以测量重复性引入标准不确定度 u_A 为: $u_A = \frac{s(c)}{\sqrt{m}}$

$$= \frac{8.6}{\sqrt{3}} = 5.0 \text{ mg}/\text{m}^3; \text{ 其相对标准不确定度为:}$$

$$u_{Ar} = \frac{u_A}{c} = \frac{5.0}{678} = 0.7\%, \text{ 自由度为 } \gamma_A = 20 - 1$$

= 19。

4.2 烟气分析仪引起的标准不确定度

350-XL 烟气分析仪有校准证书,其示值的最大允许误差为 $\Delta = \pm 2\%$,被测量的可能值服从矩形(均匀)分布,包含因子 $k_1 = \sqrt{3}$,区间半宽度 $a_1 = 2\%$,所以,由此引起的相对标准不确定度 u_{Br} 为: $u_{Br} = \frac{a_1}{k_1} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.2\%$ 。

5 结论

5.1 合成不确定度评定

不确定度分量 u_{Ar} 和 u_{Br} 互不相关,标准不确定度采用方和根方法合成:

$$u_{Cr} = \sqrt{u_{Ar}^2 + u_{Br}^2} = \sqrt{0.7^2 + 1.2^2} = 1.4\%$$

5.2 扩展不确定度评定

依据惯例取包含因子 $k = 2$,扩展不确定度提供 $p \approx 95\%$ 的包含概率。则氮氧化物浓度测量结果的扩展标准不确定度 u_r 为 $u_r = k \times u_{Cr} = 2 \times 1.4\% = 2.8\%$ 。

5.3 结果讨论

对烟气氮氧化物进行 3 次测定的结果报告应为 678 mg/m^3 ,扩展不确定度 $u_r = 2.8\%$, $k = 2$ 。

笔者通过使用烟气排放连续监测系统对氮氧化物的测定,按照最新计量技术要求分析计算,得出测量不确定度,即准确度或最大允许误差为 $u = 2.8\%$ ($k = 2$)。

分析结果表明,自动监测污染源排气中氮氧化物的不确定度主要来源于样品的重复测定和监测仪器的不确定度。因此,在实际工作中保持仪器的最佳工作状态可以减小分析结果的不确定度,提高监测质量。

[参考文献]

- [1] 奚海明,李霞. 锅炉氮氧化物排放浓度的不确定度评定[J]. 科技资讯,2008(2):134.
- [2] 潘建娥. 测量试样中的氮氧化物含量不确定度评定[J]. 污染防治技术,2007,20(6):98-100.
- [3] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示[S].
- [4] HJ/T 75—2007 固定污染源烟气排放连续监测技术规范(试行)[S].
- [5] HJ/T 76—2007 固定污染源烟气排放连续监测系统技术要求及检测方法(试行)[S].