

# Testo 350 M /XL 烟气分析仪比对实验及应用中的问题

罗 敏

(宁波市环境监测中心站, 浙江 宁波 315012)

中图分类号: X 830

文献标识码: C

文章编号: 1006- 2009( 2006) 06- 0047- 02

Testo 350 M /XL 烟气分析仪 (简称烟气分析仪) 广泛用于烟气分析、控制工业排放和生产过程中, 可用于调试各种类型工业燃烧器, 长时间测量锅炉净化前后烟气的浓度, 检测燃烧器周边的环境, 还可以维护固定发动机, 检测烟气的气压及流速。

宁波市环境监测中心站使用的 Testo 350 M /XL 烟气分析仪属实用型, 各测量模块通过分析单元可测量 O<sub>2</sub>、CO、NO、SO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub> 和计算 CO<sub>2</sub>。通过一段时间的检验和比对实验, 对烟气分析仪的性能和使用方面存在的问题有了较全面的了解。

## 1 实验

### 1.1 标定检验

将高、低浓度的标准气体以 1.0 L/min 流量通入 Testo 350 M /XL 烟气分析仪, 待仪器读数稳定后, 每 30 s 读取 1 个数据, 记录测量值。通过计算测量值, 得出各项目测量数据的准确度和精密度。

标定结果显示, 烟气分析仪对高低两种质量浓度的测量值与标气质量浓度相当接近, 相对误差一般在 10% 以下, RSD 在 2% 以下, 表明测量结果的准确度和精密度都较好, 见表 1。

### 1.2 比对分析

#### 1.2.1 实验内容

选择庆丰热电厂 75 锅炉, 锅炉烟气经烟气

表 1 高、低浓度标准气体的标定结果 (n = 6)

标准气体	测量值	均值	RSD %	相对误差 %
φ(O <sub>2</sub> ) %	11.9	11.8	0.15	-0.8
	21	21	0.10	-0.0
ρ(CO) / (mg·m <sup>-3</sup> )	462	510	0.45	+10.4
	56.1	44.4	1.48	+20.9
ρ(SO <sub>2</sub> ) / (mg·m <sup>-3</sup> )	144	131	1.41	-9.0
	589	586.5	0.38	-0.4
ρ(NO) / (mg·m <sup>-3</sup> )	488	515	0.46	-5.5
	61.9	61.2	1.10	-1.1
ρ(NO <sub>2</sub> ) / (mg·m <sup>-3</sup> )	322	293.5	0.19	-8.9

碱水喷淋脱硫除尘后测试<sup>[1,2]</sup>。测点处的烟气温度为 52℃, 含湿量 4.70%。

#### 1.2.2 比对方法

烟气中的 SO<sub>2</sub> 采用自动滴定碘量法、甲醛缓冲溶液吸收-盐酸副玫瑰苯胺分光光度法 (简称分光光度法 (1)) 和定电位电解法 (采用 Peltier (帕尔斯) 冷冻原理) 比对, NO<sub>x</sub> 采用盐酸萘乙二胺分光光度法 (简称分光光度法 (2)) 与定电位电解法比对。

#### 1.2.3 采样

在进行相同污染物比对时, 用 Testo 350 M /XL 烟气分析仪和 TH 600B 型智能烟气分析仪同时在采样口采样和分析, 以保证测试结果的可比性<sup>[3,4]</sup>。

#### 1.2.4 比对结果

SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>x</sub> 比对测试结果分别见表 2 表 3。

表 2 样品中 SO<sub>2</sub> 比对测试结果

分析方法	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值
自动滴定碘量法	916	781	742	858	840	857	909	852	812	882	845
分光光度法 (1)	785	790	782	773	784	795	785	802	770	775	784
定电位电解法	864	852	830	842	856	862	860	860	836	842	849

利用 Gubbs 检验法对 SO<sub>2</sub> 的 3 种分析方法进行一致性检验, 经计算, 统计量 T<sub>1</sub> = 0.631, T<sub>2</sub> = 1.153, 分光光度法 (1) 的显著性水平 α 为 0.025, 0.01, 0.005 时, 临界值为 1.155, 表明测试 SO<sub>2</sub> 的

3 种分析方法的测试值之间具有一致性。而在显

收稿日期: 2005-07-29 修订日期: 2006-09-11

作者简介: 罗敏 (1974-), 男, 浙江宁波人, 工程师, 学士, 从事环境监测工作。

表 3 样品中 NO<sub>x</sub> 比对测试结果

分析方法	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值
分光光度法 (2)	101	96	126	128	136	101	88	86	104	106	107
定电位电解法	112	118	121	105	104	102	113	116	115	112	112

mg/m<sup>3</sup>

著性水平  $\alpha$  为 0.05 时的临界值为 1.153, 分光光度法 (1) 测试均值  $\bar{X}_{m_i}$ , 则可以剔除<sup>[5]</sup>。因此, 在该比对试验中, 烟气分析仪的测试值与 TH 600B 型智能烟气分析仪的自动滴定碘量法的测试值之间比较吻合, 可信度高。

同样, NO<sub>x</sub> 比对测试结果的统计检验也表明, Testo 350 M /XL 烟气分析仪测试值与盐酸萘乙二胺分光光度法测试值之间也存在一致性。

## 2 Testo 350 M /XL 烟气分析仪应用中注意的问题

### 2.1 烟气标况流量的计算

采用烟气分析仪测量烟气流量时, 显示的是计算风量, 而不是标况风量, 在使用时必须加以注意。在使用风量数据时, 可以通过下式计算标况风量:

$$Q_{nd} = V_s \times A \times (1 - X_w) \frac{27.315 \times P_{abs}}{(27.315 + FT) \times 10^{130}} \times 10^{-6} \times 3600$$

式中:  $Q_{nd}$ ——标况风量, m<sup>3</sup>/h

$V_s$ ——烟气流速, m/s

$A$ ——烟道面积, m<sup>2</sup>;

$X_w$ ——含水量, %;

$P_{abs}$ ——绝对压力, mbar

$FT$ ——烟气温度, °C。

### 2.2 烟气传感器的校正

进行气体测量时, 应注意安全规程和事故预防规程, 并在通风好的房间进行。要获得精确的测量结果, 校正气体的质量浓度应在期望值的 75% ~ 125% 之间, 不能低于 50%, 否则会增加误差。校正时, 应使用带溢气口的流速调节器, 校正气体流量约为 2 L/min, 以 1 L/min 流入分析仪, 或不到 1 L/min 流出, 可以确保充足供应。在仪器使用过程中, 混合标准气会导致交叉感染, 使仪器测量值偏高, 故在校正仪器时应使用单组分气体。

### 2.3 烟气传感器的自检

烟气分析仪开机后, 仪器电路系统自动对各个传感器自检。氧传感器会以新鲜空气 (含氧量 20.94%) 作为标准自检, 其误差范围为 ±0.2%, 若氧传感器的测量值超过误差范围, 仪器会出现传

感器用完或信号太高的英文提示。遇到这种情况, 应重新关机/开机, 如果仪器仍然通不过自检, 应联系厂家更换传感器。在使用 Testo 350 M /XL 烟气分析仪时, 氧传感器若发生故障, 不仅含氧量无法显示, 其他各组分气体及需要含氧量参数进行计算的数据也无法监测或显示。氧传感器更换后, 约需 60 min 的补偿期, 仪器必须插入 AC 电源, 此时不要开机。其他传感器的自检是检测其能否归零, 通不过自检, 也不会影响其他组分气体的监测。

### 2.4 测试高温、高湿气体时应注意的问题

Testo 350 M /XL 烟气分析仪在测试高温、高湿烟气时, 必须避免仪器进水。该仪器的气体预处理器采用 Peltier (帕尔斯) 冷冻原理, 最大湿度负载可达到露点温度 + 70 °C<sup>[3]</sup>。烟气通过冷凝器、风扇降温后, 产生的冷凝水被泵抽入仪器左下方的积水器中。一般情况下, 积水器中的水不得高于最高水位 Max 标线, 一旦积水应及时倒掉。但在实际使用时, 即使水位较低, 也有可能发生水汽倒流或被冷凝泵倒吸的情况, 在气体湿度很高时, 积水情况就更为严重。Testo 350 M /XL 烟气分析仪体积较小, 一旦进水就会造成电路板、继电器或电磁阀损坏, 故在高温、高湿烟气情况下监测时, 建议取下积水器, 连接一根软管将水导流到仪器外部。仪器的冷凝水管路是独立的, 取下积水器不会影响测量。

### [参考文献]

- [1] 《电力工业大气污染源控制手册》编写组. 电力工业大气污染源控制手册 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999.
- [2] 张新生, 李长春, 李光霞. 燃煤电厂烟气脱硫 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991: 102-134.
- [3] 宋卫东. 选择烟气分析仪应该考虑的因素 [J]. 国际电力, 2003, 7(3): 49-50.
- [4] 国家环境保护总局《空气和废气监测分析方法》编委会. 空气和废气监测分析方法 [M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [5] 郝吉明. 大气污染控制工程 [M]. 2版. 北京: 高等教育出版社, 2002: 287-326.

本栏目责任编辑 张启萍