

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-202X

便携式烟气预处理器校准规范

Calibration Specification for Portable Flue Gas Preprocessor

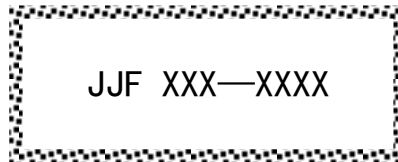
(初稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

便携式烟气预处理器 校准规范



Calibration Specification for

Portable Flue Gas Preprocessor

归口单位：全国生态环境监管专用计量测试技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

上海市环境监测中心

中国环境监测总站

参加起草单位：青岛崂应海纳光电环保集团有限公司

本规范委托全国生态环境监管专用计量测试技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李亚飞（上海市计量测试技术研究院）

宋 钊（上海市环境监测中心）

丁臻敏（上海市计量测试技术研究院）

刘通浩（中国环境监测总站）

参加起草人：陈仲辉（青岛崂应海纳光电环保集团有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和定义.....	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 测量标准装置及配套设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法	(4)
8 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A	(8)
附录 B	(10)
附录 C	(12)

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》等共同构成支撑本规范的基础性系列标准。

本规范参考了 GB/T 16157-1996《固定污染源排气中颗粒物和气态污染物采样方法》、HJ/T 46-1999《定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件》、HJ 629-2011《固定污染源废气 二氧化硫的测定 非分散红外吸收法》、HJ 1045-2019《固定污染源烟气（二氧化硫和氮氧化物）便携式紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法》等标准中内容。

本规范为首次发布。

便携式烟气预处理器校准规范

1 范围

本规范适用于固定污染源烟气采集或分析使用的便携式烟气预处理器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

HJ/T 46-1999 定电位电解法二氧化硫测定仪技术条件

HJ 1045-2019 固定污染源烟气（二氧化硫和氮氧化物）便携式紫外吸收法测量仪器技术要求及检测方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

3 术语和定义

3.1 术语

下列术语适用于本标准。

3.1.1 湿度 moisture

气体中水蒸气含量的体积百分数（ X_{sw} ）。

3.1.2 露点温度 dew point

在空气中水汽含量不变，保持气压一定的情况下，使空气冷却达到饱和时的温度。

4 概述

便携式烟气预处理器（以下简称预处理器）主要用于固定污染源废气采集或分析时的样品预处理。预处理器由取样单元、除湿单元和显示单元组成，结构如图 1 所示。

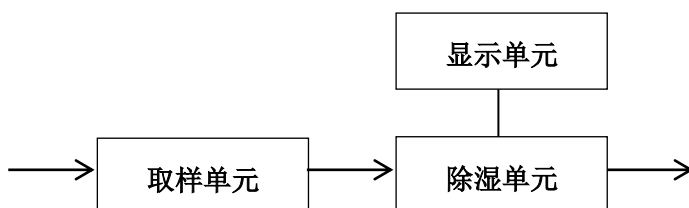


图 1 预处理器结构组成

取样单元的作用是将烟道内的烟气取出。为了避免烟气在采集过程中冷凝，取样管具有加热保温功能，根据加热方式不同，可分为电阻丝加热、加热带加热和加热圈加热。

除湿单元的作用是将烟气中的水分去除。根据除湿原理不同，分为冷却除湿和膜渗透气态除湿。

冷却除湿法是将电子制冷器的冷端与圆柱形薄壁热交换器外罩紧密接触，通过制冷器降低热交换器外壳的温度至设定值，烟气流经热交换器时被迅速降温，烟气中的水蒸气即被冷凝析出于热交换器的内壁上，并从内壁滑落，通过蠕动泵从排水口排出，从而达到“除湿”的目的。

膜渗透气态除湿依靠强亲水性的磺酸基自动平衡管内外的湿度，在提供干燥反吹气体的情况下，会将渗透膜一侧烟气中的水分子带走，其它所有无机待测气体组分不流失，整个除湿过程连续且自我再生，具有除湿速度快，除湿效率高等特点。

5 计量特性

5.1 加热温度示值误差

不超过 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 除湿效率

预处理器除湿效率要求如表 2 所示。

表 2 除湿效率技术要求

湿度范围	除湿效率
$>5\% \sim \leq 10\%$	$\geq 85\%$
$>10\% \sim \leq 15\%$	$\geq 90\%$
$\geq 15\%$	$\geq 95\%$

5.3 SO_2 损失率

在湿度为 $(15 \pm 2)\%$ 条件下，预处理器对 SO_2 损失率要求如表 3 所示。

表 3 损失率技术要求

SO ₂ 浓度范围	损失率
≤50μmol/mol	≤5μmol/mol
>50μmol/mol ~ ≤200μmol/mol	≤8%
>200μmol/mol	≤5%

6 校准条件

6.1 环境条件

- a) 环境温度：（10~35）℃；
- b) 相对湿度：≤85%；
- c) 大气压：（86~106）kPa；
- d) 电源电压：AC（220±22）V，（50±1）Hz；
- e) 无明显的电磁干扰、无明显的机械振动。

6.2 测量标准装置及配套设备

6.2.1 精密露点仪

露点温度测量范围：（10~80）℃，最大允许误差：±0.5℃。

6.2.2 精密数字式温湿度计

- a) 温度测量范围：（0~300）℃，最大允许误差：±0.5℃；
- b) 相对湿度测量范围：（0~100）%RH，最大允许误差：±2%RH。

6.2.3 标准湿度发生混匀装置

- a) 湿度发生范围：（0~30）%，稳定性不大于5%；
- b) SO₂ 气体标准物质经加湿混匀后，稳定性不大于5%。

6.2.4 SO₂ 气体分析仪

测量范围：（0~400）μmol/mol，最大允许误差：±5%。

6.2.5 气体标准物质

氮气中 SO₂ 气体有证标准物质， $U_{rel} \leq 2\%$ （ $k=2$ ）。

6.2.6 大气压力表

测量范围：（80~106）kPa，最大允许误差：±2.5 hPa。

7 校准项目和校准方法

7.1 加热温度示值误差

将预处理加热温度设置为 120℃，待预处理器显示温度达到设定温度并稳定 10min 后，再将精密数字温度计伸入取样管至 1/4 长度处，待示值稳定后，同时记录预处理器加热温度与精密数字温度计的显示值，按照上述方法分别记录将精密数字式温度计伸入至取样管 1/2 和 3/4 长度时的显示值，重复上述操作 3 次，按照公式（1）计算预处理器加热温度示值误差。

$$\Delta T_h = T_h - T_{hs} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔT_h —加热温度示值误差，℃；

T_h —预处理器加热温度 3 次测量均值，℃；

T_{hs} —精密数字温度计 3 次测量均值，℃。

7.2 除湿效率

启动预处理器进行预热，利用标准湿度发生装置依次发生标准湿度为（8±2）%、（12±2）%、（20±2）%三个工况，在预处理器出气口安装精密露点仪，无动力的预处理和有动力的预处理器管路连接分别如图 2 和图 3 所示，设置采样流量为 1L/min，待精密露点仪示值稳定后，记录预处理器出口露点温度，按照公式（2）计算出口含湿量，按照公式（3）计算除湿效率。

$$R = \frac{P_{sw} \times A}{P} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\varphi = \frac{R - R_s}{R_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

φ —除湿效率，%；

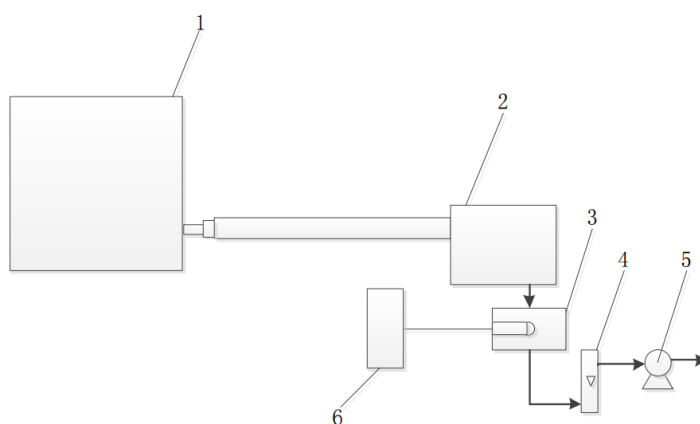
R ——装置湿度示值，%；

R_s ——通过精密露点仪测量计算的实际湿度值，%；

P_{sw} ——出气口测量气室内温度对应的饱和蒸气压（利用测得的露点温度等通过查阅饱和蒸气压表获得），Pa；

A ——出气口测量气室内湿度，%RH；

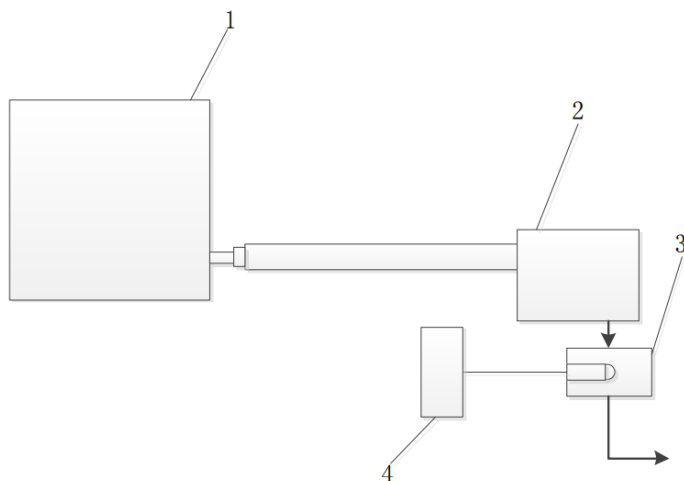
P ——出气口测量气室内大气压，Pa。



1-标准湿度发生混匀装置；2-预处理器；3-出气口测量气室；

4-转子流量计；5-抽气泵；6-精密露点仪

图 2 无动力预处理器管路连接示意图



1-标准湿度发生装置；2-预处理器；3-出气口测量气室 4-精密露点仪

图 3 有动力预处理器管路连接示意图

7.3 SO₂ 损失率

启动预处理器进行预热（冷却除湿方法的预处理设置制冷温度为出厂默认值）。调节标准湿度发生混匀装置，依次发生浓度为 $(10\pm 2)\mu\text{mol/mol}$ 、 $(100\pm 2)\mu\text{mol/mol}$ 和 $(200\pm 2)\mu\text{mol/mol}$ 的 SO_2 气体标准物质，并加湿至 $(15\pm 2)\%$ ，利用 SO_2 分析仪测量通过标准湿度发生混匀装置后的 SO_2 气体初始值，记录为 C_i 。然后将上述加湿后的 SO_2 气体通入预处理器中，预处理器出气口连接 SO_2 分析仪，使用 SO_2 分析仪再次测量经过预处理器后的 SO_2 气体浓度，记录测量值 C'_i 。当 SO_2 标准气体浓度小于 $50\mu\text{mol/mol}$ 时，按照公式(4)计算 SO_2 损失率；当 SO_2 标准气体浓度不小于 $50\mu\text{mol/mol}$ 时，按照公式(5)计算 SO_2 损失率。

$$\eta = C_i - C'_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\eta = \frac{C_i - C'_i}{C_i} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

η —— SO_2 损失率， $\mu\text{mol/mol}$ 或%；

C_i ——第*i*组预处理器前的 SO_2 气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

C'_i ——第*i*组经过预处理器后的 SO_2 气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过 1 年，如果预处理器经维修、更换重要部件或对预处理器性能有怀疑时，应及时校准。

由于复校时间间隔的长短是由预处理器的使用情况、使用者、设备本身质量等诸多因素所决定的，因此，送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

标准湿度发生混匀装置的技术要求和校准方法

A.1 工作原理

标准湿度发生混匀装置基于分流法原理，内置精密露点仪和控制模块，全自动发生干气和湿气，并与 SO₂ 气体标准物质在恒温控制的测量腔室内均匀混合，实现了湿度的精确控制。

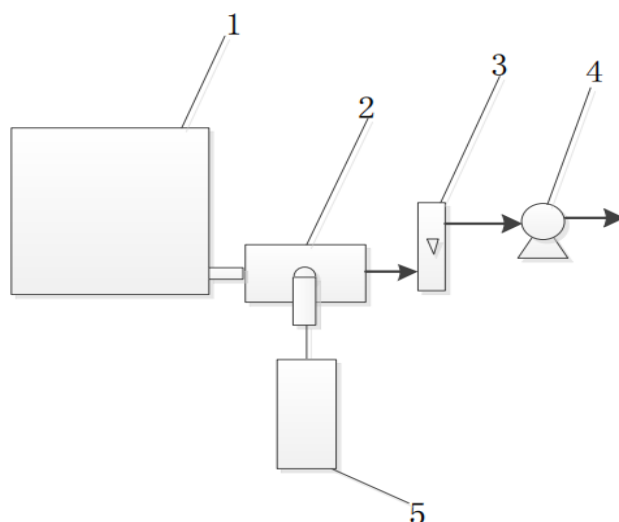
A.2 技术要求

- a) 湿度发生范围：（0~30）%，稳定性不大于 5%；
- b) SO₂ 气体标准物质经加湿混匀后，稳定性不大于 5%。

A.3 校准方法

A.3.1 湿度稳定性

在标准湿度发生混匀装置的出气口，串联一个带精密露点仪的测量气室、转子流量计和抽气泵，如图 A.1 所示。分别设置湿度为（8±2）%、（12±2）%、（20±2）%，设置转子流量计流量为 1.0L/min。



1-标准湿度发生混匀装置；2-出气口测量气室；
3-转子流量计；4-抽气泵；5-精密露点仪或 SO₂ 气体分析仪

图 A.1 标准湿度发生装置性能评价连接示意图

启动标准湿度发生混匀装置，待达到设定湿度后，记录出气口测量气室内温度、露点温度和压力等参数，按照公式 A.1 计算湿度测量值。连续运行 1h，每隔 15min 计算记录 1 次湿度测量值，共 5 次，按照公式 A.2 计算稳定性。

$$R = \frac{P_{sw} \times A}{P} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

P_{sw} ——出气口测量气室内温度对应的饱和蒸气压（利用测得的露点温度等通过查阅饱和蒸气压表获得），Pa；

A ——出气口测量气室内湿度，%RH；

P ——出气口测量气室内大气压，Pa。

$$\delta_R = \frac{R_{max} - R_{min}}{R_0} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

δ_R ——湿度稳定性，%；

R_{max} ——湿度测量最大值，%；

R_{min} ——湿度测量最小值，%；

R_0 ——初始的湿度测量值，%。

A.3.2 SO₂ 气体稳定性

将浓度为（10±2）μmol/mol、（100±2）μmol/mol 和（200±2）μmol/mol 的 SO₂ 气体标准物质通入标准湿度发生混匀装置，待混匀稳定后，使用 SO₂ 气体分析仪在出气口测量气室测量 SO₂ 气体浓度，如图 A.1 所示。连续运行 1h，每隔 15min 计算记录 1 次湿度测量值，共 5 次，按照公式 A.3 计算稳定性。

$$\delta_{SO_2} = \frac{C_{max} - C_{min}}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

δ_{SO_2} ——SO₂ 气体稳定性，%；

C_{max} ——SO₂ 气体浓度测量最大值，μmol/mol；

C_{min} ——SO₂ 气体浓度测量测量最小值，μmol/mol；

C_0 ——SO₂ 气体浓度初始测量值，μmol/mol。

附录 B

便携式烟气预处理器校准原始记录格式（参考）

原始记录编号		证书编号			
送校单位		规格型号			
仪器名称		出厂编号			
生产企业		测量范围			
校准项目和校准依据					
主要校准设备：					
名称/型号	编号	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期
环境条件	温度： ℃	相对湿度： %	大气压： kPa		
校准地点		校准时间			
校准员		核验员			
备注					

1. 加热温度示值误差

测量次数	取样管 1/4 处		取样管 1/2 处		取样管 3/4 处	
	显示温度 ℃	标准温度 ℃	显示温度 ℃	标准温度 ℃	显示温度 ℃	标准温度 ℃
1						
2						
3						
平均值/℃						
示值误差						

2. 除湿效率

	8%		12%		20%	
	预处理器出口湿度，%	标准湿度，%	预处理器出口湿度，%	标准湿度，%	预处理器出口湿度，%	标准湿度，%
测量值						

除湿 效率/%			
------------	--	--	--

3.SO₂ 损失率

测量 次数	10μmol/mol		100μmol/mol		200μmol/mol	
	预处理器前测 量值	预处理器后 测量值	预处理器前 测量值	预处理器后 测量值	预处理器前 测量值	预处理器后 测量值
1						
2						
3						
平均值						
SO ₂ 损 失率/%						

附录 C

便携式烟气预处理器校准证书格式（参考）

校准结果	
校准项目	校准结果
加热温度示值误差/%	
除湿效率/%	
SO ₂ 损失率/%	
备注	