贵州省地方计量技术规范

JJF（黔）XX-XXXX

烟气（CO2）连续监测系统校准规范

Calibration Specification for Flue Gas (CO2) Continuous Monitoring Systems

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布 XXXX-XX-XX 实施

烟气（CO2）连续

JJF（黔）XX—XXXX

监测系统校准规范

Calibration Specification for Flue

Gas (CO2) Continuous Monitoring Systems

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：北京雪迪龙科技股份有限公司

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

 X X（X X X X X X X）

 X X（X X X X X X X）

 X X（X X X X X X X）

参加起草人：

X X（X X X X X X X）

 X X（X X X X X X X）

 X X（X X X X X X X）

 X X（X X X X X X X）

目 录

[引 言 （II](#_Toc200287458)）

[1 范围 （1](#_Toc200287459)）

[2 引用文件 （1](#_Toc200287460)）

[3 概述 （1](#_Toc200287461)）

[4 计量特性 （2](#_Toc200287462)）

[4.1 系统响应时间 （2](#_Toc200287463)）

[4.2 零点漂移和量程漂移 （2](#_Toc200287464)）

[4.3 示值误差 （2](#_Toc200287465)）

[4.4 重复性 （2](#_Toc200287466)）

[5 校准条件 （2](#_Toc200287467)）

[5.1 环境条件 （2](#_Toc200287468)）

[5.2 测量标准及其他设备 （2](#_Toc200287469)）

[6 校准项目和校准方法 （2](#_Toc200287470)）

[6.1 校准项目 （2](#_Toc200287471)）

[6.2 校准方法 （3](#_Toc200287472)）

[7 校准结果表达 （5](#_Toc200287473)）

[8 复校时间间隔 （5](#_Toc200287474)）

[附录A 二氧化碳示值误差测量结果的不确定度评定 （6](#_Toc200287475)）

[附录B 校准记录格式 （8](#_Toc200287477)）

[附录C 校准证书内页格式 （9](#_Toc200287479)）

引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》和JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性文件。

烟气（CO2）连续监测系统校准规范

1 范围

本规范适用于非工况状态下烟气（CO2）连续监测系统的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1585 固定污染源烟气排放连续监测系统校准规范

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

HJ 76 固定污染源烟气（SO2、NO2、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检

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；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

烟气（CO2）连续监测系统（以下简称监测系统）由二氧化碳浓度监测单元、烟气参数监测单元、数据采集与控制系统等组成。依据测量方式和原理的不同，监测系统由上述或全部或部分结构组成，在火电、钢铁、水泥等高污染行业广泛应用。

监测系统组成如图1所示。



图1 烟气（CO2）连续监测系统组成示意图

4 计量特性

4.1 系统响应时间

≤200 s

4.2 零点漂移和量程漂移

±2%FS

4.3 示值误差

±5%

4.4 重复性

≤2%

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1温度

温度：（15～35）℃。

5.1.2 湿度

相对湿度：≤85％。

5.1.3 供电电源

电压及频率：（220±22）V，（50±2）Hz。

5.1.4其他

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 零点气体

99.99%高纯氮气。

5.2.2 二氧化碳气体标准物质

氮气中二氧化碳气体标准物质，相对扩展不确定度应不大于2%（*k*=2）。

5.2.3 电子秒表

测量范围（0~3600）s，最大允许误差：±0.10 s。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表1。

表1 烟气（CO2）连续监测系统校准项目一览表

| 序号 | 校准项目名称 | 校准方法的条款 |
| --- | --- | --- |
| 1 | 系统响应时间 | 6.2.2 |
| 2 | 零点漂移和量程漂移 | 6.2.3 |
| 3 | 示值误差 | 6.2.4 |
| 4 | 重复性 | 6.2.5 |

6.2 校准方法

6.2.1 外观及工作正常性检查

目测监测系统外观，不应有影响正常工作的机械损伤；仪器名称、型号、制造单位、出厂编号及输入输出接口等均应有明确标记；通电后，仪器应正常工作。

6.2.2 系统响应时间

监测系统校准零点后，首先向监测系统中通入约为满量程80%的标准气体，读取仪器稳定初值，然后通入零点校准气，让仪器回零后，再通入上述标准气体，并同时用秒表记录仪器达到初值 90%的时间，重复上述步骤3次，取算术平均值为系统的响应时间。

6.2.3 零点漂移和量程漂移

零点漂移：通入零点气体，待稳定后，记录监测系统示值*c*z0，然后通入浓度约为监测系统满量程50%的二氧化碳气体标准物质，然后再通入零点气体，待仪器稳定后读取示值。在8h内，每隔2h重复一次上述步骤，将第i次示值记录为*c*zi。按照式（1）计算仪器的零点漂移$Δ\_{zi}$，取绝对值最大的$Δ\_{zi}$作为监测系统的零点漂移。

|  |  |
| --- | --- |
| $$Δ\_{zi}=\frac{c\_{zi}-c\_{z0}}{R}×100\%$$ | （1） |
| 式中：$Δ\_{zi}$———零点漂移，%；$c\_{zi}$———第i次通入零点气体监测系统示值，%；$c\_{z0}$———第1次通入零点气体监测系统示值，%；$R$———监测系统满量程值，%。 |  |

量程漂移：通入零点气体，待稳定后，通入浓度约为监测系统满量程50%的二氧化碳气体标准物质，待稳定后，记录监测系统示值*c*s0。在8h内，每隔2h重复一次上述步骤，将第i次示值记录为*c*si。按照式（2）计算仪器的量程漂移$Δ\_{si}$，取绝对值最大的$Δ\_{si}$作为监测系统的量程漂移。

|  |  |
| --- | --- |
| $$Δ\_{si}=\frac{(c\_{si}-c\_{zi})-(c\_{s0}-c\_{z0})}{R}×100\%$$ | （2） |

式中：

$Δ\_{si}$———量程漂移，%；

$c\_{si}$———第i次通入二氧化碳气体标准物质系统示值，%；

$c\_{s0}$———第1次通入二氧化碳气体标准物质系统示值，%。

6.2.4 示值误差

监测系统运行稳定并分别进行零点漂移和量程漂移校准后。依次通入约为满量程的20%、50%和80%的二氧化碳气体标准物质，每种浓度的标准气体通入3次，计算3次示值的算术平均值，按公式（3）分别计算出不同浓度值的示值误差。

$∆\_{ei}=\frac{\left(\overline{C\_{di}}-C\_{si}\right)}{C\_{si}}×100\%$ （3）

式中：

$∆\_{ei}$——监测系统测量第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质的示值误差，%；

$C\_{si}$——第$i$种二氧化碳气体标准物质浓度标称值，%；

$\overline{C\_{di}}$——第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质3次测量的平均值，%；

$i$——测量气体标准物质序号，$i$ =1,2,3。

6.2.5 重复性

监测系统校准零点后，通入约为满量程50%的气体标准物质，待读数稳定后记录示值$c\_{i}$，然后回零，重复上述测试操作至少6次，按公式（4）计算监测系统的重复性，应符合4.2的要求。

$S\_{r}=\frac{1}{\overline{c}}\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{n}\left(c\_{i}-\overline{c}\right)}{n-1}}×100\%$（4）

式中：

$S\_{r}$——监测系统重复性，%；

$c\_{i}$——第$i$次测量值，%；

$\overline{c}$——测量平均值，%；

$i$——记录数据的序号（$i$=1～$n$）；

$n$——测量次数（$n$≥6）。

7 校准结果表达

校准证书应至少包括以下内容：

1. 标题“校准证书”；
2. 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
4. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
5. 客户的名称和地址；
6. 被校对象的描述和明确标识；
7. 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和有关时，应说明被校对象的接收日期；
8. 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；
9. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
10. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
11. 校准环境的描述；
12. 校准结果及其测量不确定度的说明；
13. 对校准规范的偏离的说明；
14. 校准证书和校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
15. 校准结果仅对被校对象有效的声明；
16. 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行决定，建议不超过12个月。

附录A

二氧化碳示值误差测量结果的不确定度评定

A.1 概述

A.1.1 校准方法：按照本校准规范对仪器进行校准。

A.1.2 环境条件：温度：25℃；相对湿度：≤85%。

A.1.3 测量标准：氮中二氧化碳气体标准物质，测量范围：（0~20）%，不确定度：*Urel*=1%，*k*=2。

A.1.4 被校对象：烟气（CO2）连续监测系统，测量范围：（0~20）%

A.2 测量模型

$∆\_{ei}=\frac{\left(\overline{C\_{di}}-C\_{si}\right)}{C\_{si}}×100\%$ (A.1)

式中：

$∆\_{ei}$——监测系统测量第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质的示值误差，%；

$C\_{si}$——第$i$种二氧化碳气体标准物质浓度标称值，%；

$\overline{C\_{di}}$——第$i$种浓度二氧化碳气体标准物质3次测量的平均值，%；

$i$——测量气体标准物质序号，$i$ =1,2,3。

A.3 不确定度来源

a）测量重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$；

b）分辨力引入的标准不确定度$u(c\_{i2})$。

c）二氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度$u(c\_{s1})$

A.4 标准不确定度评定

A.4.1 由二氧化碳气体标准物质引入的标准不确定度$u(c\_{s1})$

用B类评定方法进行评定，由标准物质证书可知，二氧化碳气体标准物质的相对扩展不确定度*U*rel＝1%，包含因子*k*=2。则由二氧化碳气体标准物质（浓度10%）引入的标准不确定度为：

$u\left(c\_{s1}\right)=\frac{C\_{si}×1\%}{C\_{si}}=0.05\%$ (A.2)

A.4.2 测量重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$。

用A类评定方法进行评定，将二氧化碳气体标准物质（浓度10%）通入被测仪器，待示值稳定后，重复测量10次，读取测量值，计算标准偏差。重复性测量数据见表A.1。

表A.1重复性测量数据

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 | s |
| 测量结果（%） | 9.93 | 9.93 | 9.91 | 9.76 | 9.96 | 9.87 | 9.87 | 9.82 | 9.82 | 9.98 | 9.89 | 0.0698 |

测量数据经处理得单次测量相对标准偏差*s*：

$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i}^{n}\left(c\_{di}-\overbar{c\_{di}}\right)}{n-1}}=0.0698\%$ (A.3)

由于实际测量中，在重复条件下连续测量3次，以3次测量得平均值作为测量结果，则可得标准不确定度为：

$u\left(c\_{i1}\right)=\frac{s}{\sqrt{3}}=0.0403\%$ (A.4)

A.4.3 由监测系统分辨力引入的标准不确定度$u(c\_{i2})$

监测系统的显示分辨力为0.01%，按均匀分布，则其引入的标准不确定度为：

$u\left(c\_{i2}\right)=\frac{1}{2\sqrt{3}}×0.01=0.0029\% $ (A.5)

由重复性带来的不确定度分量中包含有分辨力的影响，为了避免重复，取$u(c\_{i1})$与$u\left(c\_{i2}\right)$两者中较大者，故将被测仪器重复性引入的标准不确定度$u(c\_{i1})$作为主要标准不确定度。

A.5 合成标准不确定度

标准不确定度汇总见表A.2。

表A.2 标准不确定度汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 标准不确定度（%） |
| 气体标准物质 | $$u(c\_{s1})$$ | 0.05 |
| 测量重复性 | $$u(c\_{i1})$$ | 0.0403 |

以上各项标准不确定度分量互不相关，合成标准不确定度为：

$u\left(c\right)=\sqrt{u(c\_{s1})^{2}+u(c\_{i1})^{2}}=0.0642\%$ (A.6)

A.6 扩展不确定度

$U=ku\left(c\right)$，取包含因子*k*=2，*U*=2×0.0642%≈0.13%

附录B

校准记录格式

第 页 共 页

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 |  |
| 生产厂家 |  | 测量范围 |  |
| 校准依据 |  |
| 主要测量设备： |
| 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 |  |   |  |  |  |

B.1 非工况状态下计量特性校准

1 系统响应时间

|  |  |
| --- | --- |
| 气体名称 | 系统响应时间/s |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 |
| 二氧化碳 |  |  |  |  |

2 零点漂移和量程漂移

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体名称 | 时间 | 0 h | 2 h | 4 h | 6 h | 8 h | 漂移/%FS |
| 二氧化碳 | *Z* |  |  |  |  |  | Δ*Z*= |
| *S* |  |  |  |  |  | Δ*S=* |

3 示值误差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 气体标准物质浓度值/102（mol/mol） | 测量值/102（mol/mol） | 平均值/102（mol/mol） | 示值误差/% | 扩展不确定度*U，k*=2 |
| 1 | 2 | 3 |
| 二氧化碳 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

4 重复性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 气体标准物质浓度值/102（mol/mol） | 测量值/102（mol/mol） | 重复性/% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 二氧化碳 |  |  |  |  |  |  |  |  |

校准员： 核验员： 日期： 年 月 日

附录C

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

|  |
| --- |
| 校准机构授权说明： |
| 校准环境条件及地点： |
| 温 度 | ℃ | 地 点 |  |
| 相对湿度 | ％  | 气 压 |  |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）：  |
| 校准所使用的主要测量标准： |
| 名 称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级 | 证书编号 | 证书有效期至(YYYY-MM-DD) |
|  |  |  |  |  |

第X页 共X页

 证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |
| --- |
| 非工况下计量特性校准结果 |
| 校准项目 | 校准结果 |
| 二氧化碳 |
| 响应时间/s |  |
| 零点漂移/%FS |  |
| 量程漂移/%FS |  |
| 校准浓度/102（mol/mol） |  |  |  |
| 示值误差/% |  |  |  |
| 校准结果的不确定度（*k*=2） |  |
| 重复性/% |  |

以下空白 |
| 说明：根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下 个月校准一次。 |
| 声明：1. 仅对加盖“XXXXX校准专用章”的完整证书负责。2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。 |

第X页 共X页

JJF（黔）XX-XXXX