

中华人民共和国国家计量技术规范

**JJF XXXX**—**XXXX**

温室气体无组织排放监测系统校准规范

**Calibration Specification for Greenhouse Gas Fugitive Emissions Monitoring Systems**

**（征求意见稿）**

202X-XX-XX发布202X-XX-XX实施

国家市场监督管理总局 发 布

|  |  |
| --- | --- |
| 温室气体无组织排放监测系统校准规范  Calibration Specification for Greenhouse Gas Fugitive Emission Monitoring Systems | **JJF XXXX**—**XXXX XXXXXX-XXXX** |

归口单位: 全国碳达峰碳中和计量技术委员会

主要起草单位: 郑州计量先进技术研究院

中国计量科学研究院

参加起草单位: 中国环境监测总站

本规范委托全国碳达峰碳中和计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

[引 言 (II](#_Toc30958))

[1 范围 (1](#_Toc11582))

[2 引用文件 (1](#_Toc3622))

[3 术语 (1](#_Toc8277))

[4 概述 (2](#_Toc10054))

[5 计量特性 (3](#_Toc19353))

[6 校准条件 (3](#_Toc30844))

[6.1 环境条件 (3](#_Toc3184))

[6.2 测量标准及其他设备 (3](#_Toc2098))

[7 校准项目和校准方法 (4](#_Toc6079))

[7.1 校准前准备 (4](#_Toc9100))

[7.2 示值误差 (4](#_Toc18425))

[7.3 示值重复性 (5](#_Toc23973))

[8 校准结果表达 (7](#_Toc17524))

[9 复校时间间隔 (7](#_Toc18048))

[附录A 温室气体无组织排放监测系统校准原始记录（推荐）格式 (8](#_Toc21286))

[附录B 校准证书内页（推荐）格式 (9](#_Toc4682))

[附录C 可控气体释放装置（CRF）不确定度评定方法 (10](#_Toc3403))

[附录D 温室气体无组织排放监测系统测量不确定度评定示例 (12](#_Toc31725))

# 引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》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的基础工作。本规范主要参考JJG 1132—2017 《热式气体质量流量计检定规程》、JJF 1118—2004 《全球定位系统（GPS）接收机（测地型和导航型）校准规范》、JJF 1942—2021《导航型卫星接收机校准规范》编制而成。

本规范为首次发布。

温室气体无组织排放监测系统校准规范

1 范围

本规范适用于温室气体无组织排放监测系统的校准，其他气态污染物无组织排放监测系统可参考本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001—2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1118—2004 全球定位系统（GPS）接收机（测地型和导航型）校准规范

JJG 1132—2017 热式气体质量流量计检定规程

JJF 1942—2021导航型卫星接收机校准规范

GB 16297—1996 大气污染物综合排放标准

GB 37822—2019 挥发性有机物无组织排放控制标准

GB/T 39499—2020 大气有害物质无组织排放卫生防护距离推导技术导则

ISO 14061-1—2018 Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals

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 术语

JJF 1001—2011界定的及以下术语和定义适用于本规范。

## 3.1 温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。本规范适用温室气体包括二氧化碳 （CO2）和甲烷（CH4）。

[来源：ISO 14064—1:2018, 定义3.1，有修改]

## 3.2 无组织排放 fugitive emission

不经过排气筒的无规则排放，包括开放式作业场所逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口(孔)的排放等。

[来源：GB 37822-2019, 定义3.4，有修改]

## 3.3 无组织排放量 fugitive emission volume

测量区域内生活生产活动过程中通过无组织排放途径的温室气体的排放量。

[来源：GB/T 39499—2020, 定义3.4，有修改]

## 3.4 无组织排放源定位 fugitive emission source localization

利用仪器设备或测量系统以一定的精度确定无组织排放源几何中心位置的经纬度信息。

## 3.5 温室气体无组织排放监测系统 greenhouse gas from fugitive emission monitoring system

指能够通过直接测量或反演计算的方式定位无组织排放源位置、定量排放量大小的仪器设备和系统，如基于雷达、无人机、高精度固定监测设备等排放源测量系统。

## 3.6 可控释放装置 controlled release facility （CRF）

能够控制目标气体浓度和排放速率的装置，一般包括标准气体通路、控制系统和气体排放设备。

## 3.7 排放速率 emission rate

1 h内向大气中排放温室气体的质量。

注：单位为千克每小时（kg/h）。

[来源：GB 16297—1996，3.3，有修改]

4 概述

温室气体无组织排放监测系统主要用于监测区域、园区、企业等范围的温室气体无组织排放源的位置和排放速率。该系统组件包括采样单元、温室气体浓度监测单元、气象监测单元、数据采集与控制单元、计算单元和其他辅助单元等，系统测定目标区域内无组织排放源温室气体浓度和气象信息，监测数据通过控制单元传输至计算单元，得到排放源的位置（经纬度信息）和排放量的测量结果。

5 计量特性

温室气体无组织排放监测系统的主要计量性能指标见表1。

表1主要计量性能指标

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 计量性能 | 测量范围 | | 示值误差 | | 重复性 |
| 排放源定位 | 0 ~ 5 km2 | ±30 m | | ≤5% | |
| >5 ~ 25 km2 | ±100 m | |
| 排放量 | 0 ~ 50 kg/h | ±30% | | ≤5% | |
| >50 ~ 500 kg/h | ±20% | |
| 注：以上技术指标仅供参考, 不作为合格性判别依据。 | | | | | |

6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 温度：（-10～40）℃。

6.1.2 湿度：≤ 85% RH。

6.1.3 风速范围1 m/s ~ 15 m/s。

6.1.4 环境大气压：（86～106）kPa。

6.1.5 电源：额定电压（220±22） V。

6.1.6 场地条件

评价场地满足安全操作相关要求，且外界磁场、振动和噪声对计量标准装置以及被校准系统的影响可忽略。

## 6.2 测量标准及其他设备

表2 测量标准及设备

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 技术指标 |
| 1 | 可控释放装置（CRF） | 流量不确定度 ≤ 1 %（*k*=2）  排放量不确定度 ≤ 3%（*k*=2） |
| 2 | 温室气体标准气体 | 扩展不确定度 ≤ 2%（*k*=2） |
| 3 | 全球定位系统（GPS）接收机 | 定位精度< 10m |
| 4 | 大气压力表（带温度） | 温度：*U*=0.2℃ *k*=2；压力：0.5 级 |
| 5 | 风传感器 | 风速：0.01 m/s；风向：1° |

7 校准项目和校准方法

## 7.1 校准前准备

选择无其他排放源干扰的空旷区域，大气环境较为稳定，无风雪沙尘等恶劣天气，大气能见度不少于3 km。根据温室气体无组织排放监测系统技术说明书要求正确部署CRF和被校系统，按照说明书要求对监测系统进行预热稳定，开启可控气体释放装置，等待装置的气体排放量达到稳定状态。

## 7.2 示值误差

7.2.1 排放源定位示值误差

监测系统运行稳定后，分别释放约为10 kg/h、25 kg/h、40 kg/h（测量范围0 ~ 50 kg/h），或 140 kg/h、230 kg/h、410 kg/h（测量范围50 ~ 500 kg/h）的CO2或CH4，当被校监测系统的测量上限超出本规范规定时，示值误差校准点仍选取上述校准点；当被校监测系统的测量上限或测量目标低于本规范规定时，则示值误差校准点可按约满量程的20%、50%、80%选取。每个校准点测量3次，每次无组织排放监测系统测量得到的排放源中心点经纬度坐标为（）， 通过全球定位系统接收机确定的CRF释放点经纬度坐标为（），记录数据。将GPS接收机确定的CRF释放点坐标与被校准无组织排放监测系统测量排放源中心点坐标转换成同一坐标系下的直角坐标（）和（），转换方法参考JJF 1942—2021。

每个校准点单次排放源定位误差计算公式：

（1）

式中：

——排放源定位误差，m；

; ；

——测试数据X轴方向分量；

——测试数据Y轴方向分量；

——CRF释放点X轴方向分量；

——CRF释放点Y轴方向分量；

*i*——第*i*次测量，*i*= 1, 2, 3。

按公式（2）计算被校准系统的定位示值误差，

（2）

式中：

­——被校系统的排放源定位示值误差，m；

——测量次数，*n* = 3。

7.2.2 温室气体排放量示值误差

监测系统运行稳定后，分别释放约为10 kg/h、25 kg/h、40 kg/h（测量范围0 ~ 50 kg/h），或 140 kg/h、230 kg/h、410 kg/h（测量范围50 ~ 500 kg/h）的标准气体，当被校监测系统的测量上限超出本规范规定时，示值误差校准点仍选取上述校准点；当被校监测系统的测量上限或测量目标低于本规范规定时，则示值误差校准点可按约满量程的20%、50%、80%选取。每个校准点测量3次，每次无组织排放监测系统测量得到的温室气体排放量为。取3次示值的算术平均值作为被测系统的排放量示值，计算公式：

（3）

式中：

——第i次测量获得的排放量，kg/h；

——被测系统的排放量示值，kg/h ；

*i*——第*i*次测量，*i*= 1, 2, 3；

——测量次数，*n* = 3 。

无组织排放监测系统排放量相对示值误差计算公式：

（4）

式中：

——CRF针对目标温室气体的排放量设定值，kg/h；

——无组织排放监测系统测量排放量示值，kg/h；

——无组织排放监测系统测量排放量相对示值误差，%。

## 7.3 示值重复性

7.3.1 排放源定位示值重复性

无组织排放监测系统运行稳定后，释放排放量约为满量程50%的标准气体，重复测量6次，每次无组织排放监测系统排放源中心点坐标测量值为（），转换为直角坐标系 （），则无组织排放监测系统排放源定位的重复性以相对标准偏差表示，计算公式如下：

； （5）

（6）

（7）

式中：

——测试数据X轴方向分量；

——测试数据Y轴方向分量；

——6次测量的X轴方向平均值；

——6次测量的Y轴方向平均值；

——第*i*次排放源定位测量值与平均值的差，m；

——6次测量的算术平均值，，m；

——排放源定位实验标准偏差，m；

*n*——测量次数，*n* = 6。

7.3.2 温室气体排放量示值重复性

无组织排放监测系统运行稳定后，释放排放量约为满量程50%的标准气体，重复测量6次，每次排放量测量值为。无组织排放监测系统排放量定量的重复性以相对标准偏差表示，计算公式：

（8）

式中：

——排放量测量相对标准偏差，%；

——第*i*次测量的示值，kg/h ；

——6次示值的算术平均值，kg/h ；

*n*——测量次数，*n* = 6。

8 校准结果表达

温室气体无组织排放监测系统经校准后出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，校准原始记录格式及校准证书内页格式可参考附录C。温室气体无组织排放监测系统排放源定位和排放量示值误差测量不确定度评定示例参见附录B。

9 复校时间间隔

温室气体无组织排放监测系统复校时间间隔建议一般不超过1年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身性能等因素所决定，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果在使用过程中对仪器测量结果产生怀疑或更换主要部件，应及时校准。

# 附录A

温室气体无组织排放监测系统校准原始记录（推荐）格式

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 受检单位 |  | | 系统名称 | |  | | 测量范围 |  |
| 型号规格 |  | | 校准地点 | |  | | 校准日期 |  |
| 环境条件 | | | | | | | | |
| 温度 | ℃ | | 相对湿度 | | % | | 大气压 |  |
| 计量标准装置 | 规格型号 | | 测量范围 | | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | | | 校准证书编号 |
|  |  | |  | |  | | |  |
| **排放源定位** | | | | | | | | |
| CRF校准点 | 测量值与标准值的定位误差 | | | | | | 平均值 | 示值误差 |
|  |  | |  | |  | |  |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |
| CRF校准点 | 测量值与平均值的定位差 | | | | | | 平均值 | 重复性 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **排放量** | | | | | | | | |
| CRF校准点 | 测得值 | | | | | | 平均值 | 示值误差 |
|  |  | |  | |  | |  |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |
|  |  | |  | |  | |  |  |
| CRF校准点 | 测得值 | | | | | | 平均值 | 重复性 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 校准员： 核验员： 日期： | | | | | | | | |

# 附录B

校准证书内页（推荐）格式

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 温室气体无组织排放监测系统校准结果 | | | | | |
| 排放源定位 | | | | | |
| 标准值 | | 测量值 | | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  |
| 排放量 | | | | | |
| 标准值 | | 测量值 | | 示值误差 | 测量不确定度 |
|  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  |
|  | |  | |  |  |
| 测量重复性 | 排放源定位 | |  | | |
| 排放量 | |  | | |
| 校准员： 核验员： | | | | | |

JJF XXXX—XXXX

# 附录C

**可控气体释放装置（CRF）不确定度评定方法**

应按JJF 1059.1要求对可控气体释放装置进行不确定度分析。

C.1 测量方法

将CRF的被校流量控制器与标准流量计串联安装在同一管路上，通过比较质量流量控制器的值和标准值，计算示值误差和不确定度。

可控气体释放装置的排放量相对示值误差计算如下：

（C.1）

式中：

——CRF排放量相对示值误差，%；

——CRF排放量示值，kg/h；

——标准装置给出的标准值，kg/h。

C.2 CRF排放量合成标准不确定度评定

根据CRF示值误差计算公式，依据不确定度传播规律得合成标准不确定度公式为：

（C.2）

式中：

——测量值的标准不确定度，kg/h；

——标准值的标准不确定度，kg/h；

灵敏系数如下：

; （C.3）

CRF的排放量合成标准不确定度：

（C.4）

排放量扩展相对不确定度为

（C.5）

C.3 不确定度来源

是由标准装置引入的不确定度，标准装置为小活塞流量计、有证标准气体等，依据JJG1132《热式气体质量流量计》检定规程，小活塞流量计的标准不确定度为0.43%，有证标准气体为体积分数为20%的CO2，不确定度为0.1%（*k* =2），因此的标准不确定度为

是由被测CRF测量重复性引入的不确定度，测量值分别为1.48 kg/h，1.52 kg/h，1.50 kg/h，采用极差法计算重复性：

C.4 扩展不确定度

根据公式（C.4），CRF的合成标准不确定度为：

= 1%

可控释放装置排放量示值误差不确定度取覆盖因子*k*=2，校准结果的不确定度为：

# 附录D

温室气体无组织排放监测系统测量不确定度评定示例

D.1 测量方法

依据本规范对无组织排放监测系统的排放源定位示值误差和排放量示值误差校准评定不确定度。

D.2 测量模型

D.2.1 排放源定位示值误差计算公式

排放源定位示值误差可由公式（D.1）给出：

（D.1）

式中：

; ；

——排放源定位误差，m；

——测试数据X轴方向分量；

——测试数据Y轴方向分量；

——CRF释放点X轴方向分量；

——CRF释放点Y轴方向分量;

i——第*i*次测量，*i*= 1, 2, 3。

D.2.2 排放量示值误差计算公式

排放量示值误差可由公式（D.2）给出：

（D.2）

式中：

——CRF标准值，kg/h ；

——测量系统测量值，kg/h ；

——测量系统排放量相对示值误差，%。

D.3 排放源定位不确定度评定

D.3.1 不确定度传播公式

根据公式（D.1），无组织排放监测系统测量的排放源定位误差，其不确定度传播计算公式为：

（D.3）

式中

——的标准不确定度，m；

——的标准不确定度，m；

灵敏系数：

; （D.4）

假设,，则，代入公式（B.3）得：

（D.5）

式中：

——的标准不确定度，m；

——的标准不确定度，m。

合成标准不确定度为：

（D.6）

式中：

——排放源定位测量重复性引入的不确定度，m。

D.3.2 排放源定位不确定度分量评定

D.3.2.1 由被校无组织排放监测系统排放源定位重复性引入的不确定度

此标准不确定度为A类评定，在规定的测试评价环境条件下，可控释放装置经预热稳定后，设定校准点为7 kg/h，开启无组织排放监测系统（差分吸收激光系统）测量排放源位置，重复测量6次，得到排放源定位测量值与平均值的误差如下：

表D.1 被校无组织排放监测系统的定位测量值与平均值的误差

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值，m） |
| 排放源定位误差（，m） | 3.6 | 3.3 | 3.6 | 3.7 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |

则无组织排放监测系统排放源定位的重复性以实验标准偏差表示：

实际校准时在重复性条件下连续测量3次，以3次测量的算术平均值作为结果，则由测量重复性引人的A类标准不确定度为:

D.3.2.2 由被校无组织排放监测系统排放源定位示值的数显量化误差引入的不确定度

被校无组织排放监测系统的排放源定位读数分辨力为0.01 m，其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在半宽度为0.005 m的区间内，其引入的标准不确定度为：

= 0.002 m

按照JJF 1033-2023《计量标准考核规范》要求，由于重复性引人的标准不确定度分量远大于被测仪器的分辨力，可不考虑分辨力所引入的不确定度分量。

D.3.2.3 由GPS标准装置引入的不确定度

计量定位装置为GPS，GPS的系统误差引入的不确定度以及坐标转换引入的不确定度（0.001m，矩形分布），计算方法依据JJF1118-2004和 JJF1942-2001。依据规程GPS校准后标准不确定度为0.5 m。

D.3.3 不确定度分量一览表

标准不确定度分量见下表。

表 D.2 标准不确定度分布一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 类型 | 标准不确定度值 | 灵敏系数 | 不确定度分量 |
| 测量重复性 |  | A | 0.081 m | / | 0.081 m |
| GPS |  | B | 0.5 m | / | 0.5 m |

D.3.4 合成标准不确定度

由于标准不确定度之间相互独立，则排放源定位示值误差的合成标准不确定度为：

D.3.5 扩展不确定度

取*k* = 2，保留两位有效数字，则无组织排放监测系统排放源定位示值误差的扩展不确定度为：

D.4 排放量示值误差不确定度评定

D.4.1 不确定度传播公式

根据公式（D.2），排放量示值误差不确定度传播公式为：

（D.7）

式中：

——的标准不确定度，kg/h ；

——标准不确定度，kg/h ；

灵敏系数：

（D.8）

代入公式（B.7）得：

（D.9）

D.4.2 不确定度分量评定

D.4.2.1 由被校微型空气站温室气体浓度重复性引入的不确定度分量

此标准不确定度为A类评定，在规定的测试评价环境条件下，可控释放装置经预热稳定后，设定校准点为7 kg/h，开启无组织排放监测系统测量，重复测量6次，得到的测量值如下：

表D.3 被校无组织排放监测系统的排放量测量值

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值（ |
| 排放量测量值  （kg/h ） | 7.01 | 7.32 | 6.91 | 7.10 | 7.01 | 7.07 | 7.07 |

排放量示值误差的重复性以实验标准差表示：

实际校准时在重复性条件下连续测量 3 次，以3 次测量的算术平均值作为结果，则由测量重复性引人的A类标准不确定度为:

= 0.079 kg/h

D.4.2.2 由被校无组织排放监测系统排放量示值的数显量化误差引入的不确定度

被校无组织排放监测系统（差分吸收激光系统）的排放量读数分辨力为0.01 kg/h , 其量化误差以等概率分布（矩形分布）落在半宽度为0.005 kg/h 的区间内，其引入的标准不确定度为：

= 0.003 kg/h

按照JJF 1033-2023《计量标准考核规范》要求，分量大于分量， 由于重复性引人的标准不确定度分量远大于被测仪器的分辨力，可不考虑分辨力所引入的不确定度分量。

D.4.2.3 由可控释放装置计量标准装置引入的不确定度

测量所使用计量标准器为可控释放装置，其不确定度可依据附录A计算，其排放量测量相对不确定度为2%（*k*=2），则标准不确定度：

D.4.3 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量见下表。

表 D.4 标准不确定度分量一览表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准不确定度符号 | 类型 | 标准不确定度值  (kg/h) | 灵敏系数  (kg/h)-1 | 不确定度分量 |
| 测量重复性 |  | A | 0.079 | 0.14 | 1.11% |
| CRF |  | B |  | -0.15 | -1.05% |

D.4.4 合成不确定度

由于各标准不确定度分量不相关，无组织排放监测系统排放量的合成不确定度为：

D.4.5 扩展不确定度

取*k* = 2，保留两位有效数字，则无组织排放监测系统排放量示值误差的扩展不确定度为：