

# 《环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值技术规范》

## 编制说明

### 一、任务来源

根据国家市场监督管理总局办公厅“市监计量发〔2024〕40 号文件《市场监管总局办公厅关于印发 2024 年国家计量技术规范项目制定、修改及宣贯计划的通知》要求，为满足我国环境空气高精度温室气体监测的需求，《环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值校准规范》制定的项目列入 2024 年计划，归口单位为全国标准物质计量技术委员会。本规范由中国环境监测总站牵头，联合中国计量科学研究院、复旦大学、浙江工业大学、中国测试技术研究院等共同起草。

### 二、编制规范的目的和意义

服务“双碳”战略，落实“减污降碳”总要求，生态环境部印发《碳监测评估试点方案》，将温室气体监测作为温室气体排放量核算的重要支撑、校核和辅助手段。相较于常规大气污染物监测，环境空气温室气体监测具有背景浓度高、年际变化小、高准确度、高精密度等特点，在测量精度、可比性和溯源性方面有更高的要求。

计量溯源性是实现测量可比性和可靠性的基础，高精度温室气体监测则需要有更高精度的量传体系作为保障。气体标准物质作为量传体系的载体，在保障监测数据准确可比方面发挥重要作用。

在温室气体高精度量值溯源体系中，以一级气体标准物质（国家基准）为量值源头，通过高精度比较法将基准的量值传递至下级工作气体标准物质，用于在线校准监测仪器，保障监测数据的准确性、可比性和计量溯源性。温室气体标准物质高精度比较法定值技术是温室气体量值溯源技术体系的关键环节，也是保障气体标准物质准确性和溯源性的关键，目前尚无相关计量校准规范。

《环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值》计量规范的建立将规范高精度温室气体标准物质定值技术，进一步确保标准物质质量值的准确可比和溯源性，支撑数据可比性目标的实现，为准确评估温室气体排放量提供坚实计量

基础。

### 三、编制原则和依据

3.1 本规范在制定中遵循以下基本原则：

a) 本规范编写格式应符合 JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》等规范的规定。

b) 本规范与国家的节能政策、环境保护政策等相一致；

c) 本规范与已颁布实施的相关标准规范进行衔接；

d) 本规范规定的技术内容及要求科学、合理，具有适用性和可操作性。

3.2 本规范主要参考一下已发布的标准规范，并在要求方面保持系统协调与一致：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1005 标准物质通用术语和定义

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

JJF 1186 标准物质证书和标签要求

JJF 1344 气体标准物质的研制

JJF 1507 标准物质的选择与应用技术规范

GB/T 10628 气体分析 校准混合气组成的测定和校验比较法 (ISO 6143:2001, IDT)

GB/T 14850 气体分析 词汇 (ISO 7504, IDT)

GB/T 34415 大气二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 光腔衰荡光谱观测系统

GB/T 35861 气体分析 校准用混合气体使用过程中的一般质量保证 指南

GB/T 45133 气体分析 混合气体组成的测定 基于单点和两点校准的比较法 (ISO 12963:2017, MOD)

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。

### 四、规范的制定过程

本计量规范的主要时间节点的工作内容包括：

1. 2022 年 4 月至 2023 年 6 月：查阅国内外文献、标准、规范，建立环境空气高精度温室气体标准物质定值系统，发布《环境空气二氧化碳、甲烷标准物质高精度光谱定值技术规定》，开展温室气体标气定值工作。

2. 2023 年 6 月至 2023 年 9 月：收集相关信息和查阅相关技术资料、文献，为规范申请立项、制定进行准备工作。

3. 2023 年 10 月至 2023 年 11 月：起草小组向全国标准物质计量技术委员会秘书处提交《环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值技术规范》立项征集表和规范草案。11 月 1 日，参加立项评审会

4. 2023 年 12 月至 2024 年 2 月：全国标准物质计量技术委员会年会讨论同意立项，起草小组根据委员会秘书处要求提交了规范申报书并上报总局。

5. 2024 年 3 月至 2025 年 7 月：起草小组在前期调研基础上，经过多次讨论，形成《环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值技术规范（征求意见稿）》及编制说明。

6. 2025 年 7 月至 2025 年 8 月：根据委员会专家评审意见，对征求意见稿进行修改完善。

## 五、规范内容简介

### 5.1 适用范围

该部分明确了规范的应用范围，适用于除一级气体标准物质（基准）外的下一级高精度温室气体标准物质比较法定值。

该部分说明了规范适用的温室气体种类，包括但不限于二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、氧化亚氮（N<sub>2</sub>O）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）、氢氟碳类化合物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）等。

### 5.2 规范性引用文件

该部分引用了国家标准、计量技术规范等用于术语以及校准方法、不确定度评定等技术指标参考。

### 5.3 术语及定义

该部分定义了环境空气高精度温室气体标准物质比较法所涉及的专业术语。主要引用 JJF 1001、JJF 1005、JJF 1344、GB/T 14850 等规范。为明确量值传递中一级气体标准物质与下级工作气体标准物质区别，根据本规范要求进行

定义。

#### 5.4 量值溯源体系建立

该部分明确了温室气体标准物质质量值溯源体系。

一级气体标准物质（国家基准）：直接溯源至国际单位制（SI），并通过国际比对（如 BIPM、WMO-GAW）验证其等效性。采用绝对法定值（如重量法、光谱基准法）确定标准值。

下级工作气体标准物质：其量值通过高精度比较法（单点/双点/多点校准）溯源至一级气体标准物质，包括特定二级标准气体、特定三级标准气体、特定四级标准气体。

#### 5.5 一般程序

该部分明确了环境空气高精度温室气体标准物质比较法定值的规则，首先确定候选物目标组分浓度范围和可接受的不确定度水平，进行测量方法确认与验证，确定测量方法和测量系统，进行测量实验。并给出了基本步骤图示。本部分主要参照 GB/T 45133 根据温室气体特点制定。

#### 5.6 校准方法

该部分首先明确比较法定值的原则，即通过与上一级别的气体标准物质进行比较测量，实现对下一级气体标准物质候选物的定值。提出了当高级别标准物质与候选物存在基体效应影响时的方案。

##### 5.6.1 校准方法要求

参照 GB/T 45133、JJF1344 规范，根据标准物质的浓度范围和不确定度要求，选择以下方法之一进行定值：

表 1 校准方法适用条件及技术要求

校准方法	适用条件	关键技术要求
单点精确匹配法	候选物与标准物质浓度在统计学上无显著性差异，响应信号比 0.9~1.1	需确保仪器线性响应，避免基体效应干扰。
两点校准	候选物浓度介于两瓶标准物质之间（50%~150%）	标准物质应覆盖候选物浓度，并验证线性关系。
多点校准曲线法	线性响应（需≥ 5 瓶标准物质）	拟合残差需满足目标组分监测可比性要求（如 CO <sub>2</sub> ≤0.1 ppm）。

5.6.2 测量方法确认或验证

该部分主要参照 JJF 1344 6.3.1 制定要求在开展标准物质定值前先进行测量方法确认或验证。提出了测量方法优化需考虑的内容及所需特性参数，并提出温室气体比较法重复性和正确度的指标要求。

5.6.3 目标组分含量的确定

该部分给出校准方法的数学模型，主要参照 JJF1344 6.3.2 制定。

5.7 测量系统

5.7.1 测量系统组成及性能指标

该部分给出了测量系统的示意图，简要说明了测量系统主要组成部分的性能指标。气体进样控制装置对组成和气瓶减压阀材质提出要求。气体前处理装置主要提出除水装置要求。压力流量控制装置主要对精度提出要求。气体分析装置主要提出需考虑的性能指标以及吹扫气的要求与用途。辅助耗材对管路提出要求。

5.7.2 评估测量系统稳定性

该部分提出通过质控图及漂移控制测试定期评估系统稳定性。

5.8 质量控制与质量保障

5.8.1 气体标准物质质控

该部分提出了高等级气体标准物质、待定值气体标准物质的要求，并提出通过参与标准物质比对评价实验室比较法定值的能力

### 5.8.2 期间核查

本部分提出分级期间核查，分为每次定值所用工作质控气以及每三个月或半年定值所需核查质控气，并提出质控气定值准确度要求。

### 5.8.3 系统检查

该部分提出测定系统需重点关注的性能指标，以评判测量系统的稳定可靠。

## 5.9 结果报告

该部分给出了定值气体证书和分析报告要求。

### 5.10 附录 A

该部分参照 WMO/GAW 给出了主要温室气体可比性目标的要求。

### 5.11 附录 B

该部分给出了环境空气高精度 CO<sub>2</sub> 标准物质比较法定值的实例供参考。

国家标准物质计量技术委员会规范编制说明