

ICS 01.040.01

CCS Z 00

DB61

陕西省地方标准

DB 61/T XXXX—20XX

## 温室气体高精度自动监测技术规范

Technical specification for high-precision automatic monitoring of greenhouse gases

(征求意见稿)

202X - XX - XX 发布

202X - XX - XX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 方法原理与系统组成 .....	2
5 技术性能要求 .....	2
6 安装、调试与验收 .....	3
7 系统日常维护 .....	7
8 质量保证和质量控制 .....	9
9 数据有效性判断 .....	10
附录 A 性能审核方法 .....	12

## 前 言

本文件按GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件由陕西省生态环境厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西省环境监测中心站、中国科学院西安光学精密机械研究所、西安邮电大学。

本文件主要起草人：张霖琳 杨震 吕婧 曹磊 徐崧博 梁磊。

本文件由陕西省环境监测中心站负责解释。

联系信息如下：

单位：陕西省环境监测中心站

电话：029-85429112

地址：陕西省西安市雁塔区西影路106号

邮编：710054

# 温室气体高精度自动监测技术规范

## 1 范围

本文件规定了温室气体高精度连续自动监测系统的方法原理与系统组成、技术性能要求、安装、调试与验收、系统日常运行维护、质量保证和质量控制、数据有效性判断等技术要求。

本技术规范适用于中红外量子级联激光光声光谱（QCLPAS）法对二氧化碳、甲烷、一氧化碳等温室气体的连续自动监测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的版本适用于本文件。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）的有效版本适用于本文件。

HJ 193 环境空气质量自动监测技术规范

HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ 654-2013 环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统技术要求及检测方法

HJ 664 环境空气质量监测站点布设技术规范（试行）

总站气字 [2022] 475号 环境空气温室气体及其示踪物(CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O和CO)连续自动监测采样系统技术要求(第一版)

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 温室气体高精度连续自动监测

指采用高精度连续自动监测仪器对温室气体进行连续的样品采集、处理、分析的过程。

### 3.2

#### 连续自动监测系统性能审核

指对连续自动监测系统进行精密度审核、准确度审核的过程。

### 3.3

#### 标准气体

指经过可靠量值溯源程序认可的气体标准物质，主要是以干洁空气或合成空气为底气、被测物种浓度已知的混合气。标准气体按照用途可分为工作气和目标气。工作气是指作为校准用途的标准气体。目标气是指作为验证分析仪器运行稳定性等质控用途的标准气体。

### 3.4

#### 光声光谱法

光声光谱技术使用间接测量的方法，检测物质对光能的吸收量。当光强为 $I_0$ 的光束通过待测气体分子后，其中部分光被待测气体分子所吸收。吸收光能后的气体分子由基态跃迁到激发态，由于激发态的分子不稳定，绝大部分受激分子经过无辐射跃迁回到基态并放出热量，从而产生以光源为中心向外扩展的声波（一种压力波）。当光的强度一定时，声波大小与待测气体浓度成正比，因此通过传感器探测声波的大小，即可获得待测气体的浓度信息。

## 4 方法原理与系统组成

### 4.1 方法原理

通过高性能共振增强型光声腔、低噪声放大处理电路、高灵敏度共振型探测器，采用中红外量子级联激光光声光谱（QCLPAS）测量方法，利用不同气体指纹区特征检测波长的中红外激光光源和光学组件，实现 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}$ 等温室气体的连续自动监测。

### 4.2 系统组成

#### 4.2.1 采样单元

采样单元由采样塔、采样管、除水设施、采样泵、流量压力控制模块、标校模块等组成。

#### 4.2.2 分析单元

分析单元由光源、腔室、探测器、控制电路、温控模块和压控模块等组成，实现进样气体的检测与分析。

#### 4.2.3 气象监测单元

气象监测单元由温度、湿度、气压、风速和风向五个参数的监测模块组成。

#### 4.2.4 数据采集与控制单元

数据采集与控制单元用于设置仪器参数、控制仪器、采集和存储监测数据。

#### 4.2.5 数据处理与通讯单元

数据处理与通讯单元用于处理和传输监测数据。

#### 4.2.6 辅助设备及试剂、耗材

包括标准气体、除氧器、进样针、三脚架、气象传感器等。

## 5 技术性能要求

### 5.1 温度测量示值误差

仪器与标准温度计的环境温度测量示值误差应在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内。

### 5.2 大气压测量示值误差

仪器与标准气压计的环境大气压测量示值误差应在 $\pm 1\text{kPa}$ 范围内。

### 5.3 采样流量

平均流量偏差应在 $\pm 5\%$ 范围内；流量相对标准偏差应 $\leq 2\%$ ；平均流量示值误差应在 $\pm 2\%$ 范围内。

### 5.4 分析流量

仪器分析流量一般在 $100\text{ml}/\text{min}\sim 1000\text{ml}/\text{min}$ 范围内；平均流量偏差应在 $\pm 5\%$ 范围内；流量相对标准偏差应 $\leq 2\%$ ；平均流量示值误差应在 $\pm 2\%$ 范围内。

### 5.5 精密度

仪器示值相对标准偏差应 $\leq 0.05\%$ 。

### 5.6 准确度

$\text{CO}_2/\text{CH}_4$ 校准曲线相关系数 $r > 0.99999$ ，CO校准曲线相关系数  $r > 0.9999$ 。

### 5.7 可比性

$\text{CO}_2/\text{CH}_4/\text{CO}$ 的可比度 $\leq \pm 0.2\text{ppm}/5\text{ppb}/5\text{ppb}$ 。

## 6 安装、调试与验收

### 6.1 监测点位

#### 6.1.1 布设要求

##### (1) 城市点

综合考虑城市环境条件、经济社会特点以及温室气体排放特征，新建或者依托城市现有符合要求的设施，在城市内合理布设点位。

##### (2) 背景点

综合考虑城市环境条件、经济社会特点以及温室气体排放特征，新建或者依托城市现有符合要求的设施，在远离温室气体排放源的地区合理布设点位。

背景点布设流程与城市点类似，但应注意如下事项。

- a) 背景点布设应在城市点布设基础上进行。
- b) 实地勘察时应注意点位附近植被等对监测的影响。
- c) 背景点应在远离城市内及区域主要温室气体排放源的地区布设。

##### (3) 边界点

综合考虑城市环境条件、经济社会特点以及温室气体排放特征，新建或者依托城市现有符合要求的设施，在城市边缘远离温室气体排放源的地区合理布设点位。

边界点布设流程与城市点类似，但应注意如下事项。

- a) 边界点布设应在城市点布设基础上进行。
- b) 使用模式模拟计算方法开展点位精确筛选时，应最大限度地提高所选点位对区域外温室气体排放贡献的代表性，并使所选点位能较好反映区域外温室气体排放对城市点监测的影响。
- c) 实地勘察时应注意点位附近植被等对监测的影响。

#### 6.1.2 点位布设数量要求

结合城市大气温室气体监测目标、经费情况、技术力量等因素合理确定点位布设数量。

一般情况，最小监测网络至少需要 2 个点位。在主导风的上、下风向各设置 1 个边界点。适用于前期试验性监测；中型监测网络需要 4~6 个点位。在主导风的上、下风向各设置 1 个边界点在城市内设置 2~4 个点位。适用于中小型城市，或主导风向明确、地势平坦、以服务业为主的大城市；大型监测网络需要超过 8 个点位。点位类型涵盖城市点、背景点和边界点，一般需要开展系统性的监测网络设计。适用于大型城市；城市重要温室气体排放源区大型电厂、工业园区等）可以补充布设适当数量的中精度传感器点位。城市点、背景点和边界点根据城市具体情况合理布设，处于上风向的边界点可兼具背景点功能。

### 6.1.3 监测点周围环境要求

(1) 监测点与城市主要温室气体排放源保持至少 1 公里，背景点与城市主要温室气体排放源保持至少 10 公里。应采取措施保证监测点附近 1 公里内的土地使用状况相对稳定。

(2) 监测点周围环境状况相对稳定，所在地质条件需长期稳定和足够坚实，所在地点应避免受山洪、雪崩、山林火灾和泥石流等局地灾害影响，安全和防火措施有保障。

(3) 监测点附近无强大的电磁干扰，周围有稳定可靠的电力供应和避雷设备，通信线路容易安装和检修。

## 6.2 采样口要求

6.2.1 采样口周围水平面尽可能保证 360° 以上的捕集空间。

6.2.2 采样口距采样塔塔基的相对高度应在 50~100 米，以保证采集充分混合的样气，避免局地人为和自然的源汇影响。下垫面情况简单的，可适度将采样高度调整到 30~50 米。

6.2.3 优先新建铁塔或在已有的开放式高塔上采样。已有塔基平台优先选择气象塔、通信塔等不影响城市大气环流的公共设施，或雷达站、水塔等不受人影响的公共设施，或厘清出气口影响的高建屋顶。

## 6.3 监测站房及辅助设施

### 6.3.1 站房内环境条件

站房内应安装温湿度控制设备，站房内温度应控制在  $(25 \pm 5)$  °C 范围内，相对湿度应控制在 80% 以下，大气压应控制在  $(80-106)$  kPa 范围内。

注：低温、低压等特殊环境条件下，仪器的配置应满足当地环境条件的使用要求。

### 6.3.2 配电要求

站房供电系统采用三相五线供电，分相使用；站房供电系统应配有电源过压、过载和漏电保护装置，电源电压波动不超过 AC  $(220 \pm 22)$  V，频率波动不超过  $(50 \pm 1)$  Hz；站房应有防雷电和防电磁波干扰的措施，应有良好的接地线路，接地电阻应  $< 4\Omega$ ；有条件的站房可配备 UPS 电源。

### 6.3.3 其他要求

其他要求如下：

- (1) 站房应配备实验台或机柜，用于安装监测仪器及辅助设备；
- (2) 站房应配备通风装置（排风扇）或废气口，保持室内空气清洁，排风扇要求带防尘百叶窗；
- (3) 站房应设置气瓶放置间（柜）并安全放置气瓶；没有条件设置气瓶放置间（柜）时，应在特定位置放置气瓶并将其固定；站房内应安装气瓶漏气报警装置；
- (4) 站房安装的冷暖式空调机出风口不能正对仪器和采样管，空调应具有来电自启功能；
- (5) 站房应配置自动灭火装置。

## 6.4 安装

### 6.4.1 一般要求

监测仪器安装的一般要求如下：

- (1) 仪器铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、生产日期等信息；
- (2) 仪器各零部件应连接可靠，表面无明显缺陷，各操作旋钮或按键使用灵活，定位准确；
- (3) 仪器各显示部分的刻度、数字清晰，涂色牢固，不应有影响读数的缺陷；
- (4) 仪器应具备数字信号输出功能；
- (5) 仪器电源引入线与机壳之间的绝缘电阻应 $\geq 20\text{M}\Omega$ ；
- (6) 电缆和管路的相关标识明显，电缆线路的施工应满足 GB 50168 的相关要求。

#### 6.4.2 具体要求

监测仪器安装的具体要求如下：

- (4) 依照仪器清单进行检查，要求所有零配件配备齐全；
- (5) 仪器应安装在实验台上或机柜内，确保水平安装；
- (6) 仪器安装完毕后，确保仪器后方有 0.8m 以上的操作维护空间，仪器采样入口和站房天花板之间有足够的空间安装溶蚀器、采样管等。

#### 6.4.3 采样管安装

a) 采样管线安装在侧边，置于保护槽（管）内上从顶部沿引采样管线安装在采样塔侧边，置于保护槽（管）内，塔上采样管线从顶部沿保护槽（管）引下，保护槽（管）的直径不小于 10 厘米。多层气路管线布设尽量保持整齐和美观，并在适当位置采用卡箍固定，避免出现死弯及凹陷，导致管线内积水。根据实际情况选择地下管道或架空保护槽（管）引入监测室。若采用地下管道方式，为维护方便，尽量使用盖板地沟而非埋管方式架设，地下管道深度宜在 0.5-0.8 米，并有一定的向下倾斜角度。地下管道内应使用采样管线托架（杆）或保护槽（管），保护槽应做到防腐、防水、防鼠，并应在气路最低点设置冷凝水检查点。若采用架空保护槽（管）方式，架空高度应不小于 2.5 米，并有一定的向下倾斜角度。对于多层气路，每根管线间隔一定长度处米，并有一定的向下倾斜角度。对于多层气路，每根管线间隔一定长度处及进入仪器前应粘贴管线层高等说明标签。保护槽（管）应尽量使用不易老化的材质。

b) 为断开金属导雷，实现防雷，进入站房前需断开黑胶铝塑采样管，换接 1 米左右与采样管同等直径的聚四氟乙烯管，断开处采用不锈钢接头连接，保证气密性符合要求。进入站房的采样管室外合要求。进入站房的采样管室外部分应安装在保护管内，防止老化及磕碰。

c) 严禁重型物压过采样管，如大载货车等。

d) 采样管路所在位置严禁挖掘施工，避免断气路。

#### 6.4.4 辅助设备安装

辅助设备安装要求如下：

- a) 采样管支撑部件与房顶、采样管的连接应牢固、可靠，防止采样管摇摆；
- b) 采样辅助设备与采样管应连接可靠；
- c) 环境温湿度及大气压传感器应安装在采样入口附近，不干扰切割器的正常工作；
- d) 环境温湿度及大气压传感器的信号传输线与站房连接处应符合防水要求；
- e) 环境温湿度传感器应防止太阳光直射，具备防雨、遮光的功能。

#### 6.4.5 数据采集和传输设备安装

未与主机集成的数据采集和传输设备安装要求如下：

- a) 设备应采用无线或有线通信方式，数据可实时传输到服务器；
- b) 设备应安装在实验台上或机柜内，确保安装牢固、可靠；
- c) 设备应能正确记录、存储、显示数据和仪器状态；
- d) 设备线路应连接牢固。

### 6.5 调试

监测系统在现场安装并正常运行后,在验收前应进行调试,调试完成后的性能指标应满足调试检测指标及要求。调试检测可由系统制造者、供应者、用户或受委托的有检测能力的部门承担。

#### 6.5.1 调试检测的一般要求如下:

- a) 在现场完成温室气体高精度连续自动监测系统安装、调试后投入试运行;
- b) 系统连续运行 24h-48h 后,进行调试检测;
- c) 如果因系统故障、断电等原因造成调试检测中断,则需重新进行调试检测;
- d) 调试检测后应编制安装调试报告,安装调试报告格式参见附录 A。

#### 6.5.2 调试检测指标

调试监测指标按照本文 5 性能指标要求和 8.4 监测仪器的性能审核中相关内容完成。

### 6.6 试运行

温室气体高精度自动监测系统试运行至少 30d。因系统故障等造成运行中断,恢复正常后,重新开始试运行。试运行结束时,按下公式计算系统数据获取率,数据获取率应 $\geq 90\%$ 。根据试运行结果编制试运行报告。

$$Ra = \frac{T_t - T_f}{T_t} \times 100\%$$

式中:  $Ra$ ——数据获取率, %;

$T_t$ ——试运行总小时数;

$T_f$ ——系统故障小时数。

### 6.7 验收

#### 6.7.1 验收准备与申请

##### 6.7.1.1 验收准备

在申请验收前应做好以下准备工作:

- a) 提供温室气体高精度连续自动监测系统的安装调试报告、试运行报告和联网证明;
- b) 温室气体高精度连续自动监测系统已至少连续稳定运行 30d, 出具监测数据报表;
- c) 提供质量保证和质量控制计划文档;
- d) 建立完整的温室气体高精度连续自动监测系统的技术档案。

##### 6.7.1.2 验收申请

温室气体连续自动监测系统完成安装、调试及试运行后提出验收申请,经验收单位核准符合验收条件后实施验收。

#### 6.7.2 验收内容

##### 6.7.2.1 性能指标验收

性能指标验收按照本文件 5 性能指标要求和 8.4 监测仪器的性能审核中相关内容完成。

##### 6.7.2.2 联网验收

联网验收分为通信及数据传输验收、现场数据比对验收和联网稳定性验收三部分。

###### a) 通信及数据传输验收:

数据采集和传输设备与监测仪器之间的通信应稳定,不出现经常性的通信连接中断、报文丢失、报文不完整等通信问题。为保证监测数据在公共数据网上传输的安全性,应进行加密传输。

###### b) 现场数据比对验收:

对数据进行抽样检查,随机抽取试运行期间 7d 的监测数据,对比上位机接收到的数据和现场机存储的数据,数据传输正确率应 $\geq 95\%$ 。

## c) 联网稳定性验收:

在连续一个月内,数据采集和传输设备能稳定运行,不出现除通信稳定性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

联网验收技术指标见下表。

表1 联网验收技术指标

验收检测项目	考核指标
通信稳定性	1. 现场机在线率为90%以上; 2. 正常情况下,掉线后,应在5min之内重新上线; 3. 单台数据采集传输仪每日掉线次数在5次以内; 4. 报文传输稳定性在99%以上,当出现报文错误或丢失时,启动纠错逻辑,要求数据采集传输仪重新发送报文。
数据传输安全性	1. 对所传输的数据应按照HJ 212中规定的加密方法进行处理,保证数据传输的安全性; 2. 服务器端对请求连接的客户端进行身份验证。
通信协议正确性	现场机和上位机的通信协议应符合HJ 212中的相关规定,正确率100%。
数据传输正确性	随机抽取试运行期间7d的监测数据,对比上位机接收到的数据和现场机存储的数据,数据传输正确率应 $\geq 95\%$ 。
联网稳定性	在连续一个月内,不出现除通信稳定性、数据传输正确性以外的其他联网问题。

## 6.7.2.3 相关制度、记录和档案验收

相关制度、记录和档案验收要求如下:

- a) 仪器操作和使用制度,包括仪器使用管理说明、系统运行操作规程等;
- b) 仪器质量保证和质量控制计划,包括日常巡检、定期维护、定期校验及校准、易损易耗品定期检查及更换等制度和相关记录;
- c) 仪器档案,包括仪器说明书、辅助器材及备品备件清单等档案。

## 6.7.3 验收报告

验收报告应附安装调试报告、试运行报告和联网证明。

## 7 系统日常维护

## 7.1 基本要求

温室气体高精度自动监测仪器应全年365天连续运行,如出现故障等应采取有效措施及时恢复运行。

监测仪器主要技术参数应与仪器说明书要求和系统安装验收时的设置值保持一致。如确需对主要技术参数进行调整应开展参数调整试验和仪器性能测试,记录测试结果并编制参数调整测试报告。

## 7.2 仪器操作维护

## 7.2.1 监测站房及辅助设备日常巡检

对子站站房及辅助设备定期巡检,每周至少巡检1次,巡检工作主要包括:

- a) 检查站房内温度是否保持在 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 建议24小时变化幅度不超过2相对湿度保持在80%以下。在冬、夏季节应注意站房内外温差,及时调整站房温度或对采样管采取适当的温控措施,防止因温差造成采样装置出现冷凝水的现象。
- b) 检查采样管进气、排气是否正常。检查抽气泵工作是否正常。若配有阀箱,应检查阀箱是否正常,多口阀切换是否正常。
- c) 检查站房排风排气装置工作是否正常。

d) 检查标气瓶是否漏气，检查标气消耗情况，压力值接近 500psi 时需更换标气瓶。检查标气瓶二级分压是否在正常范围（一般在 15-20psi）内，并与样气进样压力保持一致。若分析仪测量水汽浓度，则应检查标气水汽浓度值（一般在 0-0.008%）如出现水汽浓度值显著增高应检查瓶阀、管路、进样系统是否漏气。

e) 检查数据采集、传输与网络通讯是否正常。

f) 检查各种运维工具、仪器耗材、备件是否完好齐全。

g) 检查空调、电源等辅助设备的运行状况是否正常，检查站房空调机的过滤网是否清洁，必要时进行清洗。

h) 检查各种消防、安全设施是否完好齐全。检查各种消防、安全设施是否完好齐全。

i) 对站房周围的杂草和积水应及时清除对站房周围的杂草和积水应及时清除，对监测有影响的树枝应及时进行剪除。有影响的树枝应及时进行剪除。

j) 检查避雷设施是否检查避雷设施是否正常，子站房屋是否有漏雨现象，子站房屋是否有漏雨现象。

k) 每年检查采样塔、每年检查采样塔、采样管线等辅助设施。管线等辅助设施。

l) 记录巡检情况记录巡检情况。

### 7.2.2 监测仪器日常维护

应对监测子站的仪器设备进行定期维护，主要内容包括：

a) 每日远程查看监测数据及仪器工作状态参数，发现异常时，应及时至现场进行故障检测及排除。

b) 每周进行仪器、数据采集系统时钟检查，确保时钟偏差不超过 30 秒。应注意时区设置情况，监测仪器可使用自带时区，数据采集系统应使用北京时区。

c) 每周检查仪器配备的干燥系统等，包括设备工作状态参数、干燥后水汽浓度、耗材使用情况、积水情况等，及时维护、更换耗材。

d) 每季度检查抽气泵泵膜、阀片，必要时更换；每年至少更换 1 次。

e) 每季度使用检漏液对气路正压部分进行气密性检查。

注：使用检漏液查看连接处是否漏气，漏气则有气泡出现。检漏液必须使用对连接处无腐蚀、无污染的专用液体。

f) 根据仪器说明书的要求，定期更换和清洁仪器设备中的过滤装置。采样入口处和采样管路中的过滤器至少每年更换 1 次，颗粒物浓度较高地区或浓度较高季节，应视颗粒物过滤膜实际污染情况加大更换频次。

g) 颗粒物浓度较高地区建议每年清洁 1 次室外采样管，其他地区视情况开展。每次清洁后，应进行检漏测试。

注：（1）使用超纯水冲洗，并用大流量泵抽干（连续抽 0.5 天），抽干后分析仪水汽含量测定应 $<0.05\%$ 。（2）检漏测试方法为将采样管上的一个支路接头接上压力计，并将其他支路接头和采样口封死，然后抽真空至大约 1.25hPa，将抽气口密封，使整个采样系统不与外界相通，15 分钟内真空度不应有变化。

h) 根据仪器说明书的要求，定期检查、清洗、更换仪器重要部件。

### 7.2.3 故障检修

对出现故障的仪器设备应及时进行针对性的检查和维修。

a) 应在 24 小时内响应，原则上 7 天内完成修复。

b) 根据仪器制造商提供的维修手册要求，开展故障判断和检修。

c) 对于在现场能够诊断明确，并且可以通过简单更换备件解决的故障，如电磁阀控制失灵、抽气泵泵膜破损、气路堵塞等，应及时检修并尽快恢复正常运行。

d) 对于不能在现场完成故障检修的仪器，应送至系统支持实验室进行检查和维修并及时采用备用仪器开展监测。

e) 对泵膜、散热风扇、气路接头、颗粒物过滤器或接插件等普通易损件维修后，应进行目标气检查。对机械部件、光学部件、检测部件和信号处理部件等关键部件维修后应进行仪器性能测试，测试合格后，方可投入使用。

f) 每次故障检修完成后，应对检修、校准和测试情况进行记录并存档。每次故障检修完成后，应对检修、校准和测试情况进行记录并存档。

## 8 质量保证和质量控制

### 8.1 量值溯源和传递

#### 8.1.1 量值溯源和传递要求精密度检查

用于量值传递的计量器具，如流量计、气压表、压力计、真空表、温度计等，应按计量检定规程的要求进行周期性检定。

标准气体应储存于高压铝合金气瓶中。气瓶阀门应为非密闭黄铜或不锈钢材质内有带 PCTFE、PA66、PEEK 垫片或金属阀座。

标准气体应溯源至我国温室气体测量基准标尺，并在有效期内使用。

#### 8.1.2 标准气体管理要求

a) 城市地区使用 2 瓶工作气（1 瓶高浓度气、1 瓶低浓度气）和 1 瓶目标气。工作气应涵盖所监测地区被测气体浓度范围，建议高浓度工作气浓度在全年小时浓度的 90 百分位附近，低浓度工作气浓度在全年小时浓度的 10 百分位附近。建议目标气在全年小时浓度的 50 百分位附近。

b) 本底（背景）地区被测气体浓度变化范围较小时，可使用 1 瓶工作气、1 瓶目标气。工作气、目标气浓度建议在全年小时浓度的 50 百分位附近。

c) 工作气与目标气不应同时更换。建议有条件时增配 1 组备用标气。

d) 标气瓶使用两级减压调节阀控制，以保证输出标气的压力恒定。

e) 标气瓶建议固定放置在站房使用。确需移动时应携带减压阀，并保持减压阀内有一定正压移动后至少静置 24 小时方可使用；连接气路后应检查气路是否漏气，并冲洗管路至少 4 次，减压阀和管路应在充气条件下静置 6 小时。

f) 标气瓶应放置在站房内温度和湿度稳定处，或保存在气瓶柜中，并避免空调直吹。标气瓶应水平固定放置，避免碰倒或剧烈震动。

g) 标气瓶压力值低于 500psi 时，应及时更换新的标气。

h) 标气使用超出证书有效期时，应重新定值。

### 8.2 采样周期要求

8.2.1 样气通过采样管路时间不超过 1 分钟。

8.2.2 开展单层采样时应保证监测系统连续自动采样。

8.2.3 开展多层采样时，应尽量平均设置各层采样时间，切换不同高度样气后应充分冲洗管路。建议每层采样时间 5 分钟，前 2 分钟冲洗管路，后 3 分钟采样。

8.2.4 进气管路通完标气后，需用样气冲洗管路 2 分钟。

### 8.3 监测仪器的校准周期和要求

8.3.1 监测系统应具备自动校准条件。工作气校准周期可根据仪器运行状态调整，校准周期建议不超过仪器漂移达到限值时所用时间的一半。

8.3.2 运行状态不稳定的仪器工作气校准周期频次应加密，运行状态稳定的仪器工作气校准周期频次可适当降低。工作气校准周期建议不超过 7 天。

8.3.3 通过工作气校准，得到校准方程，期间仪器不做任何调整。校准方程用于仪器监测数据的修正。计算方法详见附录 A。

8.3.4 每间隔 12 小时进行 1 次目标气检查。当发现漂移超过要求时，认为监测系统处于异常状态，应及时检查和维护。

8.3.5 工作气和目标气通气时间不少于 15 分钟，前 10 分钟冲洗管路。通气时间一般选在整点时刻前后，以尽量保证数据有效性。

## 8.4 监测仪器的性能审核

### 8.4.1 精密度审核

a) 精密度审核的方法见附录 A。

b) 在精密度审核之前，不能改动监测仪器的任何设置参数。

c) 精密度审核时，仪器示值相对标准偏差应 $\leq 0.05\%$ 。

d) 每台监测仪器至少每年进行 1 次精密度审核。

e) 精密度审核用于对监测系统进行外部质量控制，审核人员不从事所审核仪器的日常操作和维护。

用于精密度审核的标准物质不得用于日常的质量控制。

### 8.4.2 准确度审核

a) 准确度审核的方法见附录 A。

b) 在准确度审核之前，不能改动监测仪器的任何设置参数。

c) 准确度审核使用最小二乘法做出多点校准曲线，用相关系数和工作气检查结果对仪器的准确度进行评价。应符合以下要求： $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  校准曲线相关系数  $r > 0.99999$ ， $\text{CO}$  校准曲线相关系数  $r > 0.9999$ ；使用校准曲线的拟合方程计算站点工作气的修正浓度值  $\text{CO}_2/\text{CH}_4/\text{CO}$  修正浓度值与标称浓度值的差值应不超过  $\pm 0.2\text{ppm}/5\text{ppb}/5\text{ppb}$ ，有条件的进一步提升为不超过  $\pm 0.1\text{ppm}/2\text{ppb}/2\text{ppb}$ 。

d) 每台监测仪器至少每年进行 1 次准确度审核。

e) 准确度审核用于对监测系统进行外部质量控制，审核人员不从事所审核仪器的日常操作和维护。

f) 用于准确度审核的标准物质不得用于日常的质量控制。

### 8.4.3 可比性审核

a) 可比性审核的方法见附录 A。

b) 在可比性审核之前，不能改动监测仪器的任何设置参数。

c) 可比性审核时，审核用标准气体的修正浓度值与标称浓度值的差值应符合以下要求  $\text{CO}_2/\text{CH}_4/\text{CO}$  差值应不超过  $\pm 0.2\text{ppm}/5\text{ppb}/5\text{ppb}$ ，有条件的进一步提升为不超过  $\pm 0.1\text{ppm}/2\text{ppb}/2\text{ppb}$ 。

d) 每台监测仪器至少每年进行 1 次监测系统可比性审核。

e) 可比性审核用于对监测系统进行外部质量控制，审核人员不从事所审核仪器的日常操作和维护。

f) 用于监测系统可比性审核的标准物质不得用于日常的质量控制。

## 9 数据有效性判断

a) 监测系统正常运行时的所有监测数据均为有效数据。

b) 仪器产生的原始监测数据需使用校准方程计算得到修正浓度值，数据统计分析均使用修正浓度值。

c) 对仪器进行检查、校准、维护保养或仪器出现故障等非正常监测期间的数据为无效数据；仪器启动至仪器预热完成时段内的数据为无效数据；样气或标准气体冲洗管路期间的数据为无效数据。

- d) 若目标气检查不合格，且判断为因监测系统故障导致，则从上次目标气检查合格的结束时刻算起，到监测系统故障解决完成时间为止，该时段内的监测数据为无效数据。
- e) 应标记受局地污染事件、人为与自然干扰情况等影响的监测数据，数据有效但不参与统计。
- f) 对于缺失和判断为无效的数据均应注明原因，并保留原始记录。
- g) 监测数据浓度单位及保留小数位数要求如下：

表 2 数据单位和保留小数位要求

监测项目	单位	保留小数位数
二氧化碳	ppm	2
甲烷	ppb	1
一氧化碳	ppb	1

A

## 附录 A

(资料性附录)

## 性能审核方法

## A.1 精密度审核

## A.1.1 审核方法

向监测系统通入某一浓度的标气，标气浓度在所监测地区被测气体全年小时浓度范围的 50 百分位浓度附近，每次等待仪器读数稳定后记录仪器示值，根据仪器示值的相对标准偏差，来确定仪器的精密度。

## A.1.2 审核流程

1) 向监测系统通入要求浓度的标气，待仪器读数稳定后，记录仪器示值 ( $Y_i$ ) 建议每次通气15分钟，取后5分钟原始监测数据参与计算。

2) 该仪器示值的相对标准偏差按照公式A.1、A.2计算。

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (\text{A.1})$$

式中：SD—标准偏差；

$Y_i$ —标准气体第*i*次测量值；

$\bar{Y}$ —标准气体测量平均值；

*n*—测量次数。

$$RSD = \frac{SD}{\bar{Y}} \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中：RSD—相对标准偏差；

SD—标准偏差；

$\bar{Y}$ —标准气体测量平均值。

3) 用相对标准偏差作为该仪器报出的精密度。

## A.2 准确度审核

## A.2.1 审核方法

向监测系统通入一系列浓度的标气，每次等待仪器读数稳定后记录仪器示值，用最小二乘法步骤做出多点校准曲线，用相关系数和站点工作气相关差值对仪器准确度进行评价。

## A.2.2 审核流程

1) 将1组6瓶审核标气（建议标气浓度见表A.1）与站点工作气交叉通入监测系统，浓度由低到高，

每次通气15分钟，取后5分钟监测数据均值为记录结果（ $X_i$ ）。

表A.1 准确度审核建议标气浓度

审核点	CO <sub>2</sub> (ppm)	CH <sub>4</sub> (ppb)	CO (ppb)
1	350	1900	100
2	400	2000	300
3	450	2100	500
4	500	2200	750
5	550	2300	1000
6	600	2400	1500

2) 将审核标气的仪器响应浓度值（ $X_i$ ）与标气标称浓度值（ $Y_i$ ）进行线性相关分析，用最小二乘法绘制仪器校准曲线。

3) 将工作气仪器响应值代入校准曲线的拟合方程，计算出工作气的差值。

4) 对所获校准曲线的相关系数和工作气差值应符合以下要求：

CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>校准曲线相关系数 $r > 0.99999$ ，CO校准曲线相关系数 $r > 0.9999$ ；

CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>/CO/差值不超过 $\pm 0.2\text{ppm}/5\text{ppb}/5\text{ppb}$ ，有条件的进一步提升为不超过 $\pm 0.1\text{ppm}/2\text{ppb}/2\text{ppb}$ 。

若其中任何一项指标不满足要求，则需对监测仪器及系统进行保养、检修，直至检验指标符合要求。

### A.3 可比性审核

#### A.3.1 审核方法

向监测系统通入某一浓度的标气，等待仪器读数稳定后记录仪器示值，根据仪器示值的修正浓度值与标称浓度值的差值，来确定监测系统与标准气体的可比性。

#### A.3.2 审核流程

1) 将审核用标气从站房内除水设备前端通入监测系统。建议每次通气20分钟，取后5分钟监测数据均值为记录结果。

2) 根据校准方程计算出审核标气的修正浓度值。

3) 将审核标气修正浓度值与标气标称浓度值比较，计算出审核标气差值。

4) 审核标气差值应符合以下要求：CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>/CO不超过 $\pm 0.2\text{ppm}/5\text{ppb}/5\text{ppb}$ ，有条件的进一步提升为不超过 $\pm 0.1\text{ppm}/2\text{ppb}/2\text{ppb}$ 。