

团 体 标 准

T/ACEF XXXX—XXXX

环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪技术要求及检测方法

Technical requirements and test procedures for continuous automatic monitoring instrument of greenhouse gases in ambient air using photonic acoustic spectroscopy

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2024-XX-XX 发布

2024-XX-XX 实施

中华环保联合会 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 仪器的原理、结构与组成	2
5 技术要求	4
6 检测方法	6
7 质量保证与质量控制	8
8 注意事项	9
9 检测项目	9
附 录 A （规范性） 数据采集和处理要求	11
附 录 B （资料性） 环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪安装验收说明	13
参 考 文 献	16

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会提出并归口。

本文件起草单位：北京环丁大数据研究院、苏州高隆智能科技有限公司、北京市生态环境监测中心、清华大学碳中和研究院、北京英视睿达科技股份有限公司

本文件主要起草人：吕广丰、苗波、王志浩、肖青青、郑丽婉、王露露

环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪技术要求及检测方法

1 范围

本文件规定了环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪的组成结构、技术要求、检测方法、检验规则等。

本文件适用于环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪（以下简称“仪器”）的设计、生产和检测。

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，仅该日期对应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）适用于本文件。

GB 50168 电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 11606 分析仪器环境试验方法

GB/T 15479 工业自动化仪表绝缘电阻、绝缘强度技术要求和试验方法

HJ 75 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测技术规范

HJ 76-2017 固定污染源烟气（SO₂、NO_x、颗粒物）排放连续监测系统技术要求及检测方法

HJ 212 污染物在线监控（监测）系统数据传输标准

HJ 1012-2018 环境空气和废气总烃、甲烷和非甲烷总烃便携式监测仪技术要求及检测方法

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

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 greenhouse gas, GHG

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然的和人为的气态成分。京都议定书中规定控制的 6 种温室气体为：二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、氢氟碳化合物（HFC_s）、全氟碳化合物（PFC_s）、六氟化硫（SF₆）。本文件所述温室气体是指二氧化碳（CO₂）、一氧化二氮（N₂O）、六氟化硫（SF₆）、甲烷（CH₄）。

3.2

T/XXX

环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪 GHG PAS continuous automatic monitoring instrument in ambient air

环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪采用光声光谱检测方法,可直接对环境中温室气体进行连续的样品采集、处理、分析。检测参数可包含二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷等其中的一种或多种气体。

3.3

最低检出限 instrument detection limit

仪器在给定的置信度内可从样品中定性检出待测物质的最小浓度。

3.4

准确度 accuracy

采用参比方法与仪器同步测量样品中二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷的浓度,取同时间区间相同状态的测量结果组成若干数据对,数据对之差的平均值的绝对值与置信系数的绝对值之和与参比方法测定数据的平均值之比。

3.5

零点漂移 zero drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下,仪器按规定的时间运行后通入零点气体,仪器的读数与零点气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

3.6

量程漂移 span drift

在仪器未进行维修、保养或调节的前提下,仪器按规定的时间运行后通入一定浓度的标准气体或量程校准气体,仪器的读数与标准气体或量程校准气体初始测量值之间的偏差相对于满量程的百分比。

4 仪器的原理、结构与组成

4.1 原理

4.1.1 光声光谱法原理

用一束强度可调制的单色光照射到密封于光声池中的样品上,样品吸收光能,并以释放热能的方式退激,释放的热能使样品和周围介质按光的调制频率产生周期性加热,从而导致介质产生周期性压力波动,这种压力波动可用灵敏的麦克风或压电陶瓷传声器检测,并通过放大得到光声信号,这就是光声效应。若入射单色光波长可变,则可测到随波长而变的光声信号图谱,这就是光声光谱。

4.1.2 工作原理

二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷每种气体只对一定波长的光子吸收能量最大,仪器采用非相干宽光源,运用与每种气体吸收频谱对应的滤光片实现分光,气态水与二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷吸收光谱存在交叉重叠,通过增加水滤光片可以交叉补偿方式消除检测过程中水气对二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷气体检测浓度的干扰。检测过程中样气以恒定流速进入采样单元,利

用二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷气体相对应波长的光波来激发被测气体产生共震，微音器将共震的声音信号转化为电信号，声音信号的强度与样品中气体的浓度呈线性关系，则可通过数据分析来得出气体浓度。

4.1.3 干扰与消除

气态水与目标化合物的红外吸收光谱存在交叉重叠，气体样品中的水分易对目标化合物的测定产生干扰。光声光谱法检测时须增加单独水分测量滤光片，通过光声光谱分析单元的标定拟合，能有效补偿水交叉干扰，无需前置处理。

4.2 结构

仪器由采样单元、光声光谱分析单元、数据采集与传输单元构成，如图 1 所示。

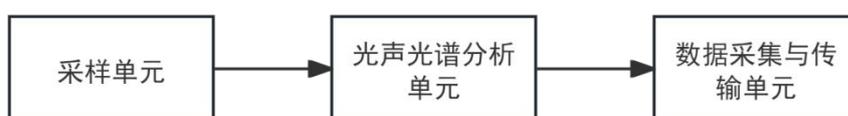


图 1 环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪结构示意图

4.3 组成

4.3.1 采样单元

4.3.1.1 采样单元主要由进气过滤器、采样管线、采样泵、温度平衡模块、压力/流量控制模块等组成，用于环境空气中温室气体的连续自动采样。

4.3.1.2 采样单元采样管路尽量短不超过 3m，以保证样气从室外进样口至光声光谱分析单元的驻留时间不超过 200s，材质选用防腐蚀和不吸附、不与二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷发生反应的材料，不影响待测气体的正常测量。

4.3.1.3 样气在进入光声光谱分析单元之前经过温度平衡、压力控制。样气温度基本相同，压力接近于 1 个标准大气压（或为环境压力）。

4.3.1.4 采样单元具备颗粒物过滤功能，其前端或后端具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，能去除粒径大于 5 μm 颗粒物，过滤器滤料的材质不吸附和与二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷发生反应。

4.3.1.5 采样泵应为无油隔膜泵，隔膜材质选用防腐蚀和不吸附、不与二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷发生反应的材料，推荐使用聚四氟乙烯，流量不低于 2L/min。

4.3.2 光声光谱分析单元

光声光谱分析单元包括气室、滤光片、斩光盘、红外光源、微音器等，部件如图 2 所示，采用光声光谱法对采集的环境空气中二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷进行准确定性和定量分析。

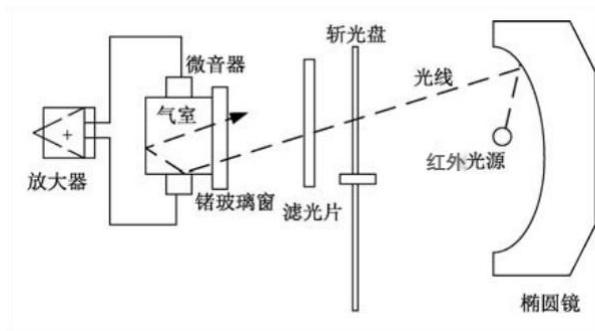


图 2 光声光谱分析单元结构示意图

4.3.3 数据采集与传输单元

4.3.3.1 数据采集与传输单元用于采集、处理、存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和仪器工作状态信息。

4.3.3.2 具有信号采集、存储、转换、计算功能。

4.3.3.3 可通过仪器内置或外标的校正因子，调整线性拟合率以及截距对响应进行校正，直接输出校正后样气浓度。

4.3.3.4 能够记录存储至少 3 个月以上的有效数据，具备查询历史数据的功能。

4.3.3.5 内置一块可续航至少 24h 的充电电池，仪器断电后可自动保存数据；恢复供电后仪器可自动启动，恢复运行状态并正常开始工作。

4.3.3.6 具备数字信号输出和通讯功能。

4.3.3.7 具有中文数据采集和控制软件功能。

4.3.3.8 具备将实时监测数据以报表或报告形式输出的功能，具有质量浓度和体积浓度单位切换功能，相关要求见附录 A。

5 技术要求

5.1 工作条件

监测仪在以下条件中能正常工作：

- a) 环境温度：-20℃~50℃；
- b) 相对湿度：≤95%；
- c) 大气压：80kPa~106kPa；
- d) 供电电压：AC (220±22) V，(50±1) Hz。

5.2 外观要求

5.2.1 仪器表面涂、镀层无起泡、龟裂、脱落和划伤、变形等现象，金属零件无锈蚀及损伤。

5.2.2 仪器的外壳耐腐蚀、密封性良好、防尘。

5.2.3 仪器所有的铭牌及标志清晰、齐全、正确，且应包含以下内容：

- a) 仪器型号；
- b) 仪器全称；
- c) 制造厂全称及商标；
- d) 出厂年月及出厂编号；
- e) 仪器输入电压、额定功率。

5.3 性能指标

监测仪的测量范围为二氧化碳 $0\mu\text{mol/mol}\sim 1000\mu\text{mol/mol}$ 、一氧化二氮 $0\mu\text{mol/mol}\sim 20\mu\text{mol/mol}$ 、六氟化硫 $0\mu\text{mol/mol}\sim 20\mu\text{mol/mol}$ 、甲烷 $0\mu\text{mol/mol}\sim 50\mu\text{mol/mol}$ ，其性能指标应符合表 1 要求。

表 1 监测仪的性能指标要求

监测项目	二氧化碳	一氧化二氮	六氟化硫	甲烷	检测方法
检出限 ($\mu\text{mol/mol}$)	≤ 1	≤ 0.05	≤ 0.005	≤ 0.05	按 HJ1012-2018 第 7.3.1 节方法执行
示值误差	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 3\%$	$\leq \pm 2\%$	$\leq \pm 3\%$	按 HJ76-2017 第 7.2.3.1.1 节方法公式 16 执行
准确度	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 3\%$	$\leq \pm 2\%$	$\leq \pm 3\%$	按 HJ76-2017 第 7.2.3.1.4 节方法执行
24h 零点漂移和量程漂移	$\leq \pm 1\%$	$\leq \pm 2\%FS$	$\leq \pm 2\%FS$	$\leq \pm 2\%FS$	按 6.4.1 方法执行
7 天零点漂移和量程漂移	$\leq \pm 2\%$	$\leq \pm 3\%FS$	$\leq \pm 3\%FS$	$\leq \pm 3\%FS$	按 6.4.2 方法执行
精密度	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	$\leq 2\%$	按 6.4.3 方法执行
平行性	$\leq 3\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	按 HJ1045-2019 第 7.1.4.11 节方法执行
响应时间	$\leq 200s$				按 HJ1045-2019 第 7.1.4.4 节方法执行
分析周期	$\leq 3min$				按 HJ1012-2018 第 7.3.6 节方法执行
抗水气干扰性	具备抗水气干扰性，示值误差符合本表要求				按 6.4.4 方法执行

5.4 安全要求

5.4.1 绝缘电阻

仪器在正常工作大气条件下，按 GB/T15479-1995 第 5.3 节方法执行测试，仪器电源端对地或机壳的绝缘电阻不小于 $20M\Omega$ 。

5.4.2 绝缘强度

在仪器正常工作大气条件下，按 GB/T15479-1995 第 5.4 节方法执行测试，仪器在 $1500V$ （有效值）、 $50Hz$ 正弦波实验电压下持续 $1min$ ，不出现击穿或飞弧现象。

5.4.3 防护等级

T/XXX

在满足性能要求的前提下，按 GB/T4208 相关方法执行测试，仪器防护等级为 IP55。

5.5 环境适应性

5.5.1 低温适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 4 章进行测试后，示值误差符合表 1 要求。

注：在温度-20℃条件下，测试2h。

5.5.2 高温适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 5 章进行测试后，示值误差符合表 1 要求。

注：在温度50℃条件下，测试2h。

5.5.3 恒定湿热适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 7 章进行测试后，示值误差符合表 1 要求。

注：在温度40℃、相对湿度93%条件下，测试2h。

5.5.4 盐雾适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 14 章进行测试后，试验后仪器无腐蚀现象。

注：温控制在 (35 ± 2) ℃，pH值在 $(6.5 \sim 7.2)$ 下测试。

5.6 运输适应性

5.6.1 跌落适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 17 章进行测试，试验后仪器能正常运行。

注：测试时自由跌落高度250mm，跌落4次。

5.6.2 碰撞适应性

仪器按 GB/T 11606-2007 中第 18 章进行测试，试验后仪器能正常运行。

注：测试时加速度为 $100\text{m/s}^2 \pm 10\text{m/s}^2$ ，脉冲持续时间 $16\text{ms} \pm 2\text{ms}$ ，碰撞次数1000次。

6 检测方法

6.1 试验环境

开展仪器性能检测的实验室环境要求应满足 5.1

6.2 标准物质

6.2.1 零点气体（零气）

纯度 $\geq 99.999\%$ 的氮气或不干扰测定的洁净空气，含有其它气体的浓度不得干扰仪器的读数。

6.2.2 标准气体

由国家计量主管部门批准的国家一、二级标准气体，二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷标准物质，其不确定度不超过 $\pm 1.0\%$ 。较低浓度的标准气体如不能满足不确定度要求，可以使用满足要求的高浓度标准气体采用等比例稀释的方式获得，等比例稀释装置的精密度应在 1.0% 以内；量程校准气体

采用二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷浓度在（80%~100%）满量程范围内的标准气体。

6.3 外观检查

用目视和手动检查，满足 5.2 所列要求。

6.4 性能指标试验

6.4.1 24h 零点漂移和量程漂移

待测仪器运行稳定后，通入零点气体，记录待测仪器零点稳定读数为 Z_0 ；然后通入量程校准气体，记录稳定读数 S_0 。通气结束后，待测仪器连续运行 24h 后（期间不允许任何校准和维护）后重复上述操作，并分别记录稳定后读数 Z_n 和 S_n 。分别按公式（1）、（2）、（4）和（5）计算待测仪器的一氧化二氮、六氟化硫、甲烷 24h 零点漂移 Z_d 和 24h 量程漂移 S_d ，按公式（3）、（6）计算待测仪器的二氧化碳的 24h 零点漂移 Z_s 和 24h 量程漂移 S_s ，然后可对待测仪器进行零点和量程校准（如果不校准可将本次零点和量程测量值作为仪器运行 24h 后零点和量程漂移测试的初始值 Z_0 和 S_0 ）。重复上述测试 7 次，全部 24h 零点漂移值 Z_d 和 24h 量程漂移 S_d 均应符合表 1 的要求。

$$\Delta Z_n = Z_n - Z_0 \dots \dots \dots (1)$$

$$Z_d = \frac{\Delta Z_n}{R} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

$$Z_s = \frac{\Delta Z_n}{S_0 - Z_0} \times 100\% \dots \dots \dots (3)$$

式中：

ΔZ_n ——待测仪器运行 24h 后的零点变化值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

Z_0 ——待测仪器通入零点气体的初始测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

S_0 ——待测仪器通入量程校准气体的初始测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

Z_n ——待测仪器运行 24h 后通入同一零点气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

R ——待测仪器的满量程值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

Z_d ——待测仪器一氧化二氮、六氟化硫、甲烷的 24h 零点漂移，%；

Z_s ——待测仪器二氧化碳的 24h 零点漂移，%。

$$\Delta S_n = S_n - S_0 \dots \dots \dots (4)$$

$$S_d = \frac{\Delta S_n}{R} \times 100\% \dots \dots \dots (5)$$

$$S_s = \frac{\Delta S_n}{S_n - Z_n} \times 100\% \dots \dots \dots (6)$$

式中：

ΔS_n ——待测仪器运行 24h 后的量程点变化值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

S_n ——待测仪器运行 24h 后通入同一量程校准气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

S_d ——待测仪器一氧化二氮、六氟化硫、甲烷的 24h 量程漂移，%；

S_s ——待测仪器二氧化碳的 24h 量程漂移，%。

6.4.2 7 天零点漂移和量程漂移

待测仪器运行稳定后，通入零点气体，记录待测仪器零点稳定读数为 Z_0 ；然后通入量程校准气体，记录稳定读数 S_0 。通气结束后，待测仪器连续运行 168h 后（期间不允许任何校准和维护）后重复上述

操作，并分别记录稳定后读数 Z_n 和 S_n 。分别按公式（1）、（2）、（4）和（5）计算待测仪器的一氧化二氮、六氟化硫、甲烷 7 天零点漂移 Z_d 和 7 天量程漂移 S_d ，按公式（3）、（6）计算待测仪器的二氧化碳的 24h 零点漂移 Z_s 和 24h 量程漂移 S_s ，然后可对待测仪器进行零点和量程校准（如果不校准可将本次零点和量程测量值作为仪器运行 7 天后零点和量程漂移测试的初始值 Z_0 和 S_0 ）。重复上述测试 7 次，全部 7 天零点漂移值 Z_d 和 7 天量程漂移 S_d 均应符合表 1 的要求。

6.4.3 精密度

待测仪器运行稳定后，通入量程校准气体，待读数稳定后记录显示值 C_i ，使用同一浓度量程校准气体重复上述测试操作至少 6 次，按公式（7）计算一起的精密度（相对标准偏差），应符合表 1 的要求。

$$S_r = \frac{1}{\bar{C}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n-1}} \times 100\% \dots \dots \dots (7)$$

式中：

S_r ——待测仪器重复性，%；

C_i ——量程校准气体第 i 次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

\bar{C} ——量程校准气体测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；

i ——记录数据的序号（ $i=1\sim n$ ）；

n ——测量次数（ $n\geq 6$ ）。

6.4.4 抗水气干扰性

当零点漂移、量程漂移和示值误差检测通过后，方可进行无水气干扰影响检测验证。如图 3 所示依次将混合水气的低浓度、中浓度、高浓度 3 种浓度的标准气体通向待测仪和湿度测量仪器，待测仪器读数稳定后分别记录待测仪器测量值和湿度测量仪器显示值，再通入零点气体，重复测试 3 次。计算不同湿度下，3 种浓度标准气体示值误差，全部示值误差均符合表 1 的要求。

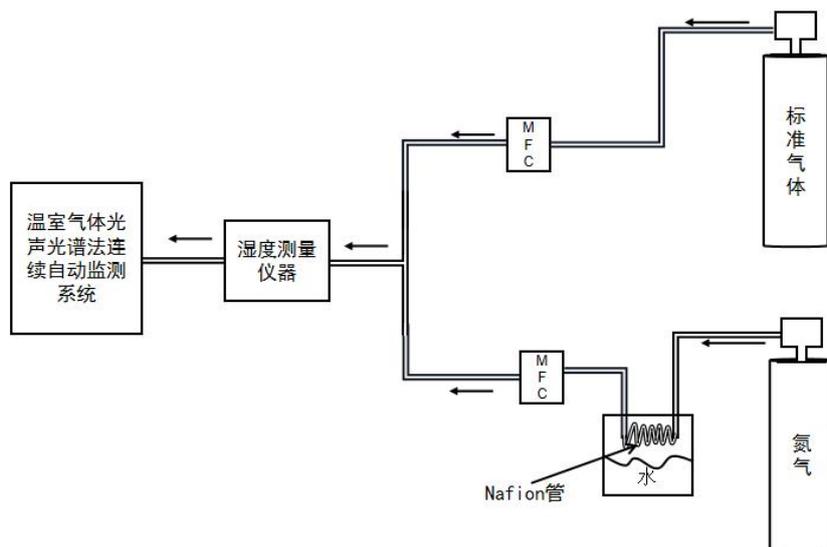


图 3 抗水气干扰性实验原理图

7 质量保证与质量控制

7.1 量值溯源和传递要求

7.1.1 用于量值传递的工作计量器具，如流量计、气压表、压力计、温度计等，应按计量检定规程和校准规范的要求进行周期性检定。

7.1.2 标准物质要求参见本文 6.2。

7.2 校准与核查

7.2.1 仪器使用期间，至少每半年核查一次设备的零点漂移、量程漂移，如仪器长期未使用（超过半年），使用前也应核查设备的零点漂移、量程漂移。核查结果应满足表 1 中性能指标要求，否则应及时维护或检修仪器。

7.2.2 运行状态不稳定的仪器工作气校正周期频次应加密，运行状态稳定的仪器工作气校正周期频次可适当降低。

7.2.3 当仪器重要零部件维修或更换后，应重新进行计量校准，使用前应对设备进行性能指标检查，满足表 1 的各项要求。

7.3 仪器校正要求

仪器校正后零点漂移和量程漂移应满足表 1 中 7 天零点漂移和量程漂移的性能要求。

8 注意事项

8.1 仪器应在适当的环境温度、湿度、防爆等条件下使用。

8.2 测定前应检查采气管路，确保采样管路的畅通，必要时更换滤料。

8.3 采样流量不应低于仪器规定的流量下限。

8.4 测试前应检查仪器温控系统是否正常工作，测试环境是否达到仪器预设温度且处于稳定状态。

8.5 采样分析过程中要保证电源连续稳定供应。

8.6 具体仪器安装相关要求见附录 B。

9 检测项目

9.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验两种，按表 2 中的规定进行。

表 2 检验项目一览表

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观检查	5.2	6.3	√	√
2	最低检出限	5.3	5.3	√	√
3	示值误差			√	√
4	准确度			√	√
5	24h 零点漂移和 量程漂移			√	√
6	7 天零点漂移和			√	√

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
	量程漂移				
7	响应时间			√	√
8	精密度			√	√
9	仪器分析周期			√	√
10	仪器间平行性			√	√
11	抗水气干扰性			√	√
12	绝缘电阻	5.4.1	5.4.1	—	√
13	绝缘强度	5.4.2	5.4.2	—	√
14	防护等级	5.4.3	5.4.3	—	√
15	低温试验	5.5.1	5.5.1	—	√
16	高温试验	5.5.2	5.5.2	—	√
17	恒定湿热试验	5.5.3	5.5.3	—	√
18	盐雾试验	5.5.4	5.5.4	—	√
19	跌落试验	5.6.1	5.6.1	—	√
20	碰撞试验	5.6.2	5.6.2	—	√
注：“√”表示规定必须做的项目，“—”表示规定可以不做的项目。					

附录 A
(规范性)
数据采集和处理要求

A.1 数据采集记录存储要求

A.1.1 至少能每3分钟采集并记录存储一组仪器测量的实时数据；主要包括：二氧化碳、一氧化二氮、六氟化硫、甲烷的浓度等。

A.1.2 小时数据应包含本小时内至少45min的分钟有效数据，数据为该时段的平均值；小时数据记录表即为日报表。

A.1.3 日数据应包含本日至少20h的小时有效数据，数据为该时段的平均值；日数据记录表即为月报表。

A.1.4 月数据应包含本月至少25天（其中二月份至少23天）的日有效数据，数据均为该时段的平均值；月数据记录表即为年报表。

A.1.5 数据报表中应统计记录当日、当月、当年各指标数据的最大值、最小值和平均值。

A.1.6 当1h气体排放浓度均值超过排放标准限值时，数据可传输至云端或客户端发出并记录超标报警信息。

A.2 数据项目要求

仪器有体积浓度和质量浓度显示切换功能,仪器记录处理实时数据和定时段数据时，数据显示、记录和输出测量数据清单应符合表 A.1 要求。

表 A.1 显示、记录和输出测量数量清单

序号	项目名称	单位	小数位
1	二氧化碳气体体积浓度	μmol/mol	1
2	一氧化二氮气体体积浓度		3
3	六氟化硫气体体积浓度		4
4	甲烷气体体积浓度		3
5	二氧化碳气体质量浓度	mg/m ³	1
6	一氧化二氮气体质量浓度		3
7	六氟化硫气体质量浓度		4
8	甲烷气体质量浓度		3
9	大气压	kPa	1
10	湿度	%	1
11	温度	°C	1

A.3 数据处理要求

A.3.1 气体体积浓度与质量浓度的换算

数据处理中目标化合物的气体体积浓度与质量浓度按公式 A1 换算。

T/XXX

$$C_Q = \frac{M}{22.4} \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{P}{101.325} \times C_V \dots\dots\dots (A1)$$

式中:

C_Q ——气体的质量浓度, mg/m³;

M ——气体的摩尔质量, g/mol;

T ——气体的温度, °C;

P ——气体的压力, kPa;

C_V ——气体的体积浓度, μmol/mol。

附录 B

(资料性)

环境空气温室气体光声光谱法连续自动监测仪安装验收说明

B.1 安装

B.1.1 监测点位

B.1.1.1 监测点位置的确定应首先进行周密的调查研究,对本地区温室气体排放状况有粗略的概念后再选择监测点的位置,点位应符合相关技术规范要求。监测点的位置一经确定后应能长期使用,以保证监测资料的连续性和可比性。

B.1.1.2 监测点应地处相对安全和防火措施有保障的地方。

B.1.1.3 监测点周围应有合适的车辆通道以满足仪器运输和安装维护需要。

B.1.1.4 仪器距地面高度应在3~30m 范围内。

B.1.1.5 在采样口周围180° 捕集空间范围内环境空气流动应不受任何影响。

B.1.1.6 仪器安装固定位置处应具有防雷和防电磁干扰的设施,安装时需考虑仪器的防雷接电等问题。

B.1.1.7 在已有建筑物上安装仪器时,应考虑该建筑物的承压、承重能力,以保障维护人员的安全。

B.1.1.8 不同的功能监测点的具体位置要求应根据监测目的按相关技术规范确定。

B.1.2 仪器安装

B.1.2.1 依照设备清单进行检查,要求所有零配件配备齐全。

B.1.2.2 仪器各零部件应连接可靠,表面无明显缺陷,各操作按键灵活,定位准确。

B.1.2.3 仪器电源引入线与机壳之间的绝缘电阻 $20M\Omega$ 。安装时如需外接电源,电缆和管路以及电缆和管路的两端应明显标识,电缆线路的施工应满足GB50168的相关要求。

B.1.2.4 具备数字信号通讯功能。

B.1.2.5 仪器有配套的固定装置,有必要的防震措施。

B.1.3 数据采集与传输单元

B.1.3.1 采用有线或无线通讯方式。

B.1.3.2 安装在机柜内或平台上,设备与机柜或平台的连接牢固、可靠。

B.1.3.3 能正确记录、存储、显示采集到的数据和状态。

B.1.4 安装确认

B.1.4.1 现场人员完成安装后,须检查设备供电/运行是否正常,固定是否牢靠。

T/XXX

B.1.4.2 现场人员完成安装后，应与后台数据平台值班人员进行电话确认，保证数据传输顺畅，仪器各相关参数正常后方可离开现场。

B.2 技术性能指标调试

仪器在完成安装、初调，并连续运行 168h 后，进行为期 72h 的技术性能指标的调试检测，调试检测方法和调试完成后仪器性能指标按表 1 要求执行，调试检测的技术性能指标包括：

- a) 检出限；
- b) 示值误差；
- c) 准确度；
- d) 24h 零点漂移、量程漂移；
- e) 精密度；
- f) 仪器响应时间；
- g) 分析周期；
- h) 抗水气干扰性。

如果因系统故障、断电等原因造成调试检测中断，则需要重新进行调试检测，调试检测可由仪器制造者、供应者、用户或受委托的有检测能力的部门承担。

B.3 技术验收

B.3.1 一般要求

仪器在完成安装、调试检测并和管理部门联网后，在专业部门的主导下由仪器制造厂家配合进行技术验收，包括技术指标验收和联网验收，验收通过后由专业部门提供验收报告。

B.3.2 技术验收条件

符合下列要求的仪器才可以开展技术验收工作：

- a) 安装位置符合本标准 B.1 要求；
- b) 根据本标准 B.2 要求进行了 72h 的调试检测，并提供调试检测合格报告及调试检测结果数据；
- c) 调试检测后至少稳定运行 7d；
- d) 数据采集和传输单元与仪器之间的通信稳定，不出现经常性的通信连接中断、数据缺失等通信问题。为保证监测数据在公共数据网上传输的安全性，所采用的数据采集和传输单元进行加密传输。

B.3.3 技术指标验收

B.3.3.1 验收要求

B.3.3.1.1 技术指标验收按表1的内容进行验收，当同一监测点位安装台数不超过3台时不作平行性技术指标验收。

B.3.3.1.2 验收前24h,对待验收仪器进行零点和量程校准，记录设备零点和量程读数，以此作业验收时计算24h零点漂移和量程漂移的初始读数，对于CO₂量程漂移验收，应分别用（20%~30%）低浓度满量程气体、（50%~60%）中浓度满量程气体、（80%~100%）中浓度满量程气体，记录设备的量程漂移读数。验收期间除本标准规定操作外，不允许对仪器进行零点和量程校准、维护、检修、调节。

B.3.3.1.3 抗水气干扰性验收时，须在不少于3种不同湿度下的情况下进行验证。

B.3.3.1.4 验收期间，生产设备应正常且稳定运行。

B.3.3.1.5 验收时采用标准气体，较低浓度的标准气体用高浓度的标准气体采用等比稀释方法获得。

B.3.3.1.6 日常运行中更换光声光谱分析单元或变动仪器取样点时，满足本标准B.1要求，并进行再次验收。

B.3.3.1.7 准确度验收采用参比方法进行时，应采集不少于9个有效数据对，若无相应的参比方法时采用标准气体进行验收。

B.3.3.2 验收报告

技术指标验收测试报告包括以下信息：

- a) 报告标识—编号；
- b) 检测日期和编制报告日期；
- c) 安装仪器的企业名称和安装位置；
- d) 环境条件记录情况（大气压力、环境温度、环境湿度）；
- e) 技术指标验收引用的标准及技术指标要求；
- f) 所用可溯源到国家标准的标准气体；
- g) 参比方法所用的主要设备、仪器等；
- h) 检测结果和结论；
- i) 测试单位；
- j) 三级审核签字；
- k) 备注。

技术指标验收完成后编制技术指标验收测试报告，技术指标验收结果须达到 B.2 的要求。

B.3.4 联网验收

联网验收内容和技术指标按照 HJ75、HJ212 相关要求执行。

参 考 文 献

- [1] GB/T 34415 大气二氧化碳 (CO₂) 光腔衰荡光谱观测系统
- [2] GB/T 34286 《温室气体 二氧化碳测量离轴积分腔输出光谱法》
- [3] GB/T 33672 大气甲烷光腔衰荡光谱观测系统
- [4] T/SHAPEI 017-2024 《环境空气二氧化碳 (CO₂) 连续自动监测系统运行和质控技术规范》
- [5] 环办监测函 (2021) 435 号 《关于印发〈碳监测评估试点工作方案〉的通知》