

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ □□□□—202□

固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和
二氧化碳便携式红外吸收仪技术要求
及检测方法

Technical requirements and test procedures for portable infrared
absorption instrument of SO₂、NO_x and CO₂ in stationary source
emission

（征求意见稿）

202□-□□-□□发布

202□-□□-□□实施

生态环境部

发布

目 次

前 言.....	ii
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 仪器的组成和结构	2
5 技术要求	4
6 性能指标	6
7 检测方法	8
8 质量保证	12
9 检测项目	12
附录 A（规范性附录） 仪器样气输送管线和除湿设备技术要求	15
附录 B（规范性附录） 仪器数据采集记录和处理要求	16
附录 C（资料性附录） 仪器气密性现场检查方法	19
附录 D（资料性附录） 仪器实验室检测和现场检测原始记录表.....	19

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国大气污染防治法》，防治生态环境污染，改善生态环境质量，规范固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪的性能、质量和检测，制定本标准。

本标准规定了固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪的组成结构、技术要求、性能指标和仪器检测评价方法。

本标准附录 A 和附录 B 为规范性附录，附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本标准为首次发布。

本标准由生态环境部生态环境监测司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：中国环境监测总站

本标准生态环境部 202□年□□月□□日批准。

本标准自 202□年□□月□□日起实施。

本标准由生态环境部解释。

固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪（以下简称仪器）的组成结构、技术要求、性能指标和仪器检测评价方法。

本标准适用于固定污染源废气二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪的设计、生产和性能检测。在近红外光区有吸收的其它气体便携式仪器技术要求可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用标准，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用标准，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。其他文件被新文件废止、修改、修订的，新文件适用于本标准。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

HJ 1045 固定污染源废气（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

HJ 1405 排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

满量程 span (full scale)

仪器根据实际应用需要设置的最大测量值。

3.2

响应时间 response time

仪器响应时间分为上升响应时间和下降响应时间。

上升响应时间指仪器零点读数稳定后通入量程校准气体，此时开始计时，到其示值达到量程校准气体标称值 90% 的时刻止，中间的时间间隔。

下降响应时间指仪器量程点读数稳定后通入零点气体，此时开始计时，到其示值达到量程校准气体标称值 10% 的时刻止，中间的时间间隔。

3.3

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。

3.4

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量程校准气体，仪器的读数与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。

3.5

平行性 parallelism

在相同的环境条件下，相同型号和配置的仪器测量同一被测物时，其测量结果的相对标准偏差。

3.6

参比方法 reference method

用于与仪器测量结果相比较的国家或行业发布的标准方法。

3.7

干废气浓度 dry flue gas concentration

废气经预处理，露点温度 $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时，废气中各污染物的浓度，也称为干基浓度。

3.8

标准状态 standard state

温度为 273.15 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。本标准中的污染物质量浓度均为标准状态下的干废气浓度。

3.9

相对准确度 relative accuracy

参比方法与待测仪器同步测量废气（含氧量）浓度，取同时间区间且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极限误差的绝对值之和，与参比方法测定数据的平均值之比。

4 仪器的组成和结构

4.1 仪器组成

仪器由废气（ SO_2 、 NO_x 、 CO_2 中 1-3 种）测量单元、废气参数（含氧量等）测量单元和数据采集和处理单元组成（如图 1）。当仪器测量结果为湿基浓度时，应配置废气湿度测量单元。

4.2 仪器结构

仪器结构主要包括样品采集和输送装置、样品预处理装置、分析仪表、数据采集和处理装置等。依据仪器采用抽取冷干、抽取热湿和直接测量等方式的不同，仪器由上述全部或部分结构组成（如图 1）。

4.2.1 样品采集和输送装置

样品采集和输送装置主要包括采样设备（采样管）、样品输送管线、流量控制设备和采样泵等，技术要求见 5.4.1。

4.2.2 样品预处理装置

样品预处理装置主要包括样品除湿设备等前处理装置，技术要求见 5.4.2。

4.2.3 分析仪表

分析仪表用于对采集的污染源废气样品进行测量分析。主要包括气路、电路、电器组件、光学组件、测量池和检测器等，废气参数（含氧量、湿度）测量单元根据测量原理具备相应组成。

4.2.4 数据采集和处理装置

数据采集和处理装置主要包括数据采集记录设备和数据处理软件，用于采集、存储、计算、处理测量数据和仪器的状态信息，技术要求见 5.4.5。

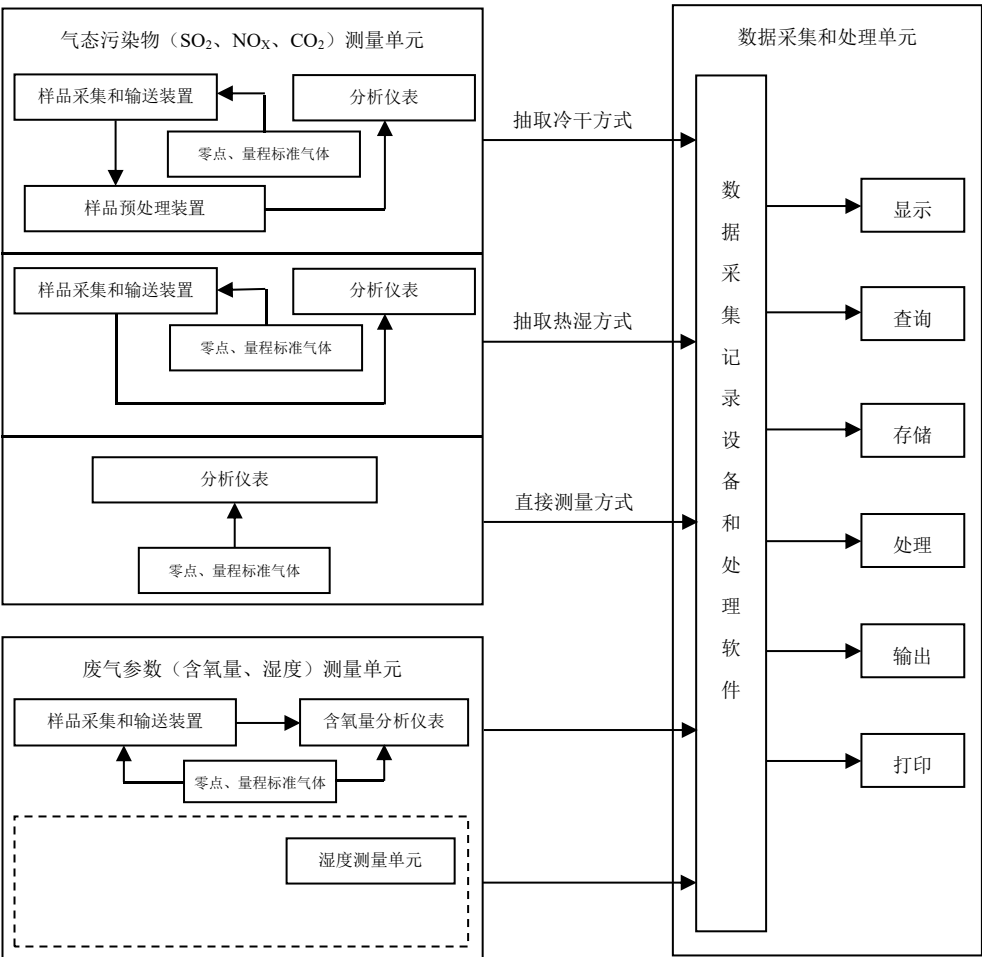


图 1 二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪组成示意图

5 技术要求

5.1 外观要求

5.1.1 仪器应具有产品铭牌，铭牌上应标有仪器名称、型号、生产单位、出厂编号、制造日期、使用环境条件等信息。

5.1.2 仪器表面应完好无损，无明显缺陷，各部件单元连接可靠，各操作键、按钮使用灵活，定位准确。仪器主机面板应显示清晰，涂色牢固，字符、标识易于识别，不应有影响读数的缺陷。

5.1.3 仪器外壳或外罩应耐腐蚀、密封性能良好，应符合 GB/T 4208 中 IP 55 防护等级要求。

5.1.4 仪器应具备较好的便携性和移动性，仪器总质量（含预处理装置） ≤ 30 kg；仪器接电后，开机预热稳定时间 ≤ 1 h。

5.2 工作条件

仪器在以下条件中应能正常工作。

- a) 环境温度 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ （含氧量电化学传感器适用环境温度 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）；
- b) 相对湿度： $\leq 85\%$ ；
- c) 大气压： $80\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ ；
- d) 电压和频率： $\text{AC}220\text{ V} \pm 22\text{ V}$ ， $50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$ 。

注：低温、低压等特殊环境条件下，仪器设备的配置应满足当地环境条件的使用要求。

5.3 安全要求

5.3.1 绝缘电阻

在环境温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 85\%$ 条件下，仪器电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

5.3.2 漏电保护

仪器应具有漏电保护装置，具备良好的接地措施，防止雷击、静电等对仪器造成损坏。

5.4 功能要求

5.4.1 样品采集和输送装置要求

5.4.1.1 采样管的材质应选用耐高温、防腐蚀和与气态污染物发生反应的材料，应不影响待测污染物的正常测量。

5.4.1.2 采样管应具备加热、保温功能，加热温度应可调，最低加热温度应 $\geq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，实际加热温度应能够在仪器上或软件内显示，检测方法见 7.1.4。

5.4.1.3 采样管应具备颗粒物过滤功能。采样管前端或后端应具备便于更换或清洗的颗粒物过滤器，过滤器滤料的材质应不与气态污染物发生反应，过滤器应至少能过滤 $5\text{ }\mu\text{m}$ 粒径以上的颗粒物。

5.4.1.4 采样管应具备足够的长度到达烟道或烟囱采样断面符合测量要求的点位，长度应 $\geq$

1.5 m。

5.4.1.5 采用抽取测量方式的仪器，样品输送管线（采用冷干方式除湿设备前或热湿方式的仪器）应具备稳定、均匀的加热、保温功能，加热温度应可调，最低加热温度应 $\geq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，实际加热温度值应能够在仪器上或软件内显示，检测方法见 7.1.4。样品输送管线应使用不与气态污染物发生反应的材料，应不影响待测污染物的正常测量，长度应 $\geq 1.5\text{ m}$ ；技术指标见附录 A。

5.4.1.6 流量控制设备应保障采样流量均匀、稳定，采样流量波动应不超过设置采样流量的 10%。

5.4.1.7 采样泵抽气能力应能够克服烟道或烟囱阻力。仪器负载阻力为 10 kPa 导致的气态污染物测量结果变化的绝对值应 $\leq 5\%$ ；检测方法见 7.1.4.12。

5.4.2 样品预处理装置要求

5.4.2.1 预处理装置的材质应使用不与气态污染物发生反应的材料，应不影响待测污染物的正常测量。

5.4.2.2 采用抽取冷干测量方式的仪器，除湿装置技术指标见附录 A。除湿装置的设置温度应设置在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ （设备出口废气露点温度应 $\leq 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），温度波动应不超过 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，其实际温度或露点温度数值应能够在仪器上或软件内显示。

5.4.2.3 除湿设备除湿过程如果产生冷凝液，应采用手动或自动方式通过冷凝液收集、排放装置及时、顺畅排出。

5.4.2.4 配置 NO_2 转换器的仪器， NO_2 转换器使用寿命应不少于 1 年，技术指标见 6.1.1.11。

5.4.3 数据采集和处理装置要求

5.4.3.1 仪器应显示和记录超出其零点以下和满量程以上至少 10% 的数据值。当测量结果超过零点以下或满量程以上 10% 时，数据记录可存储其最小或最大值保持不变，同时应在仪器显示和记录中加以明确标识。

5.4.3.2 仪器应具备显示、设置仪器时间和时间标签功能，数据为设置时段的平均值。

5.4.3.3 仪器具有中文数据采集、存储、处理和控制软件。能够显示实时数据，具备查询历史数据的功能，并能以报表或报告形式输出。仪器数据采集、存储、处理和控制软件应符合附录 B 的要求。

5.4.3.4 仪器与打印机连接时，应能够打印设置时间段内的测量数据等相关信息。

5.4.3.5 仪器具备数字信号输出、数据无线网络传输功能，具备北斗定位及网络授时功能。

5.4.3.6 仪器断电后，具备自动保存数据功能。

5.4.3.7 仪器具备监测日志记录功能，监测日志应自动记录保存全部外部人员的控制操作，日志应可查询，且不可删除、更改。

5.4.4 校准功能要求

5.4.4.1 仪器应具备零点校准和量程校准功能。

5.4.4.2 仪器应具备便于操作的标准气体全系统校准功能，即能够完成从样品采集和输送装置、预处理装置和分析仪表的全过程校准。

5.4.5 气密性要求

仪器的整个气路应具有良好的气密性，保证样品采集、输送、预处理和分析等各个环节连接紧密。仪器应具备现场检查气密性的功能。仪器气密性检查方法和操作过程参见附录 C。

6 性能指标

6.1 实验室检测

6.1.1 废气 SO₂、NO_x、CO₂测量单元

6.1.1.1 最低检出限（CO₂测量单元不做此指标）

仪器最低检出限：≤1%满量程。

6.1.1.2 响应时间（上升时间和下降时间）

仪器响应时间：≤120 s。

6.1.1.3 重复性

仪器重复性（相对标准偏差）：≤2%。

6.1.1.4 示值误差

仪器示值误差的绝对值：≤2%满量程。

6.1.1.5 1 h 零点漂移和量程漂移

仪器 1 h 零点漂移和量程漂移的绝对值：≤2%满量程。

6.1.1.6 环境温度变化的影响

环境温度在 0℃~40℃范围内变化，仪器读数的变化的绝对值：≤5%满量程。

6.1.1.7 供电电压变化的影响

供电电压变化 10%，仪器读数的变化的绝对值：≤2%满量程。

6.1.1.8 干扰成分的影响

依次通入相应浓度的干扰成分气体，导致分析仪器读数变化的正干扰和负干扰的绝对值：≤5%满量程。

SO₂、NO_x 测量单元干扰成分气体见表 1，CO₂测量单元干扰成分气体见表 2。

表 1 SO₂、NO_x测量单元实验室检测使用的干扰成分气体

测量目标污染物	干扰气体名称	浓度值
二氧化硫、氮氧化物	CO	300 mg/m ³
	CO ₂	15%
	CH ₄	50 mg/m ³

测量目标污染物	干扰气体名称	浓度值
	NH ₃	20 mg/m ³
	HCl	200 mg/m ³

表 2 CO₂测量单元实验室检测使用的干扰成分气体

测量目标污染物	干扰物质	浓度值
二氧化碳	H ₂ O	15%
	CO	300 mg/m ³
	CH ₄	50 mg/m ³
	N ₂ O	100 mg/m ³
	NO	300 mg/m ³
	NO ₂	30 mg/m ³
	NH ₃	20 mg/m ³
	SO ₂	1000 mg/m ³
	HCl	200 mg/m ³

6.1.1.9 平行性

三台（套）仪器测量同一标准气体读数的相对标准偏差： $\leq 5\%$ 。

6.1.1.10 负载误差

仪器分别在空载和 10 kPa 负压条件下的读数变化的绝对值： $\leq 5\%$ 。

6.1.1.11 二氧化氮转换效率

NO₂ 转换器中 NO₂ 转换为 NO 的效率： $\geq 95\%$ 。

6.1.2 废气含氧量测量单元

6.1.2.1 响应时间（上升时间和下降时间）

仪器响应时间： ≤ 120 s。

6.1.2.2 重复性

仪器重复性（相对标准偏差）： $\leq 2\%$ 。

6.1.2.3 示值误差

仪器示值误差的绝对值： $\leq 2\%$ 满量程。

6.1.2.4 1 h 零点漂移和量程漂移

仪器 1 h 零点漂移和量程漂移的绝对值： $\leq 2\%$ 满量程。

6.1.2.5 环境温度变化的影响

环境温度在 5℃~40℃ 范围内变化, 仪器读数的变化的绝对值: $\leq 5\%$ 。

6.1.2.6 供电电压变化的影响

供电电压变化 10%, 仪器读数的变化的绝对值: $\leq 2\%$ 。

6.1.2.7 平行性

三台(套) 仪器测量同一标准气体读数的相对标准偏差: $\leq 5\%$ 。

6.2 废气排放现场检测

6.2.1 废气 SO₂、NO_x 测量准确度

当参比方法测量废气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度的平均值:

- a) $\geq 150 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测量相对准确度: $\leq 10\%$;
- b) $\geq 50 \mu\text{mol/mol} \sim < 150 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测量数据对之差平均值的绝对值: $\leq 15 \mu\text{mol/mol}$;
- c) $\geq 20 \mu\text{mol/mol} \sim < 50 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测量测试结果相对误差平均值的绝对值: $\leq 30\%$;
- d) $< 20 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测量数据对之差的平均值的绝对值: $\leq 6 \mu\text{mol/mol}$ 。

6.2.2 废气 CO₂ 测量准确度

当参比方法测量废气中二氧化碳排放浓度的平均值:

- a) $\geq 20\%$ 时, 参比方法比对测量相对准确度: $\leq 7.5\%$;
- b) $\geq 14\% \sim < 20\%$ 时, 参比方法比对测量数据对之差平均值的绝对值: $\leq 1.4\%$;
- c) $\geq 7\% \sim < 14\%$ 时, 参比方法比对测量测试结果相对误差平均值的绝对值: $\leq 10\%$;
- d) $< 7\%$ 时, 参比方法比对测量数据对之差的平均值的绝对值: $\leq 0.7\%$ 。

6.2.3 废气含氧量测量准确度

废气含氧量测量参比方法比对测量相对准确度: $\leq 15\%$ 。

6.2.4 废气湿度测量准确度

当参比方法测量废气湿度的平均值:

- a) $> 5.0\%$ 时, 参比方法比对测量测试结果相对误差平均值的绝对值: $\leq 25\%$;
- b) $\leq 5.0\%$ 时, 参比方法比对测量数据对之差的平均值的绝对值: $\leq 1.5\%$ 。

7 检测要求和方法

7.1 实验室检测要求和方法

7.1.1 一般要求

- 7.1.1.1 至少抽取 3 套同型号仪器开展实验室检测。
- 7.1.1.2 仪器具备双量程或多量程时，各量程各项技术指标均应满足本标准要求；且其气态污染物（SO₂、NO_x）测量单元检测最小量程在 150 μmol/mol 以内。
- 7.1.1.3 检测期间除仪器零点和量程校准外，不允许维护、检修和调节。
- 7.1.1.4 因实验室供电异常造成检测中断，待供电恢复正常后，应继续开展实验室检测，检测中断前已完成的检测数据有效。
- 7.1.1.5 因仪器故障造成检测中断，待仪器恢复正常后，应重新开展实验室检测，检测中断前已完成的检测数据无效；实验室检测期间，每型号仪器故障次数应≤2 次。
- 7.1.1.6 各技术指标检测均应按照仪器全过程检测，检测数据均应采用仪器数据采集和处理装置存储记录的最终结果。每台（套）仪器各项技术指标检测结果必须全部满足 6.1 的要求。

7.1.2 检测使用的仪器设备要求

- 7.1.2.1 热电偶或热电阻温度计：-50℃~400℃，示值偏差的绝对值：≤2℃。
- 7.1.2.2 电子秒表：最小分度值不大于 0.01 s。
- 7.1.2.3 环境温度影响测试装置：-10℃~50℃，示值偏差的绝对值：≤2℃。
- 7.1.2.4 调压器：0 V~250 V。
- 7.1.2.5 压力表：最小分度值≤1 kPa。
- 7.1.2.6 臭氧发生器：0 μmol/mol~250 μmol/mol，线性误差的绝对值：≤1%。
- 7.1.2.7 兆欧表：电压 500 V，0 MΩ~500 MΩ。

7.1.3 标准气体要求

- 7.1.3.1 零气（零点气体）：含二氧化硫、氮氧化物浓度分别≤0.1 μmol/mol，含二氧化碳浓度不超过 400 μmol/mol 的标准气体（一般为高纯氮气，≥99.999%），含有其它气体的浓度不得干扰仪器的测量读数。
- 7.1.3.2 标准气体：由国家计量行政部门批准的国家一、二级标准气体，其不确定度的绝对值：≤2.0%。量程校准气体指浓度在（80%~100%）满量程范围内的标准气体。较低浓度的标准气体如不能满足不确定度要求，可以使用高浓度的标准气体采用等比例稀释的方法获得，等比例稀释装置的精度应不超过 1.0%。

7.1.4 实验室检测方法

除干扰测试气体见表 1、表 2 外，其余检测方法按照 HJ 1045 中相关要求执行。

7.2 废气排放现场检测要求和方法

7.2.1 一般要求

- 7.2.1.1 仪器实验室检测通过后才允许仪器进行废气排放现场检测。
- 7.2.1.2 仪器现场检测应在固定污染源正常排放条件下进行，在进行测量准确度指标检测期间应保持工况条件和工作参数相对稳定。
- 7.2.1.3 仪器现场检测的废气排放烟囱或烟道现场环境条件、检测位置和点位布设等应符合

HJ 1405 的相关要求。

7.2.1.4 现场检测期间除进行仪器零点和量程校准外,不允许对仪器进行计划外的维护、检修和调节。

7.2.1.5 因现场污染源排放故障或现场供电问题造成检测中断,待故障排除或现场供电恢复正常后,应继续开展现场检测,检测中断前已完成的检测数据有效。因仪器故障造成检测中断,则检测结束。

7.2.1.6 各技术指标检测数据均应采用仪器数据采集和处理装置存储记录的最终结果。每台(套)仪器各项技术指标的检测 results 必须全部满足 6.2 的要求。

7.2.2 标准气体要求

现场检测使用的标准气体要求与 7.1.3 相同。

7.2.3 现场检测方法

7.2.3.1 废气 SO₂、NO_x、CO₂ 测量准确度

废气 SO₂、NO_x、CO₂ 测量准确度按下列步骤进行检测:

- 仪器运行稳定后,分别通入零点气体和量程校准气体进行零点校准和满量程校准。
- 仪器与使用参比方法的测量仪器同步对污染物排放气态污染物进行测量,由数据采集和处理装置每分钟记录 1 个累积测量值,连续记录至检测结束。
- 取同一时间区间内(一般为 5 min~15 min)仪器与使用参比方法的测量仪器的测量平均值组成一个数据对,确保二者测量数据在同一条件下(废气温度、压力、湿度和含氧量等,一般取标态干基浓度)。
- 每天获取至少 9 组以上数据对,计算当天的测量准确度;现场检测连续测试 3 天。
- 当参比方法测量废气中二氧化硫、氮氧化物浓度平均值<150 μmol/mol 或二氧化碳浓度平均值<20%时,计算全部数据对仪器与使用参比方法的测量仪器同时间测量数据平均值绝对误差或相对误差的绝对值。
- 当参比方法测量废气中二氧化硫、氮氧化物浓度平均值≥150 μmol/mol 或二氧化碳浓度平均值≥20%时,按公式(1)~(5)计算全部数据对仪器与使用参比方法的测量仪器同时间测量数据的相对准确度。

$$|RE|_U = \frac{|\bar{d}| + |MOE_d|}{\bar{x}_{RM}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $|RE|_U$ ——仪器与使用参比方法的测量仪器结果数据对之间相对偏差的 95%置信上限,%;
 $\bar{x}_{RM}$ ——使用参比方法的测量仪器全部数据对测量结果的平均值,μmol/mol(mg/m³, %);
 $\bar{d}$ ——仪器与使用参比方法的测量仪器各数据对差的平均值,μmol/mol(mg/m³, %);
 MOE_d ——仪器与使用参比方法的测量仪器结果数据对之间偏差的极限误差,μmol/mol(mg/m³, %)。

$$\bar{x}_{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{RMi} \quad (2)$$

式中： $\bar{x}_{RM}$ ——仪器与使用参比方法的测量仪器全部数据对测量结果的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；

x_{RMi} ——第 i 个数据对中的参比方法测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；
 i ——数据对的序号（ $i=1\sim n$ ）；
 n ——数据对的个数（ $n\geq 9$ ）。

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \quad (3)$$

式中： $\bar{d}$ ——仪器与使用参比方法的测量仪器测量各数据对差的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；
 n ——数据对的个数（ $n\geq 9$ ）；
 i ——数据对的序号（ $i=1\sim n$ ）；
 d_i ——仪器与使用参比方法的测量仪器测量各数据对差， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）。

$$d_i = x_{RM,i} - x_{PM,i} \quad (4)$$

式中： $x_{RM,i}$ ——第 i 个数据对中使用参比方法的测量仪器测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；
 $x_{PM,i}$ ——第 i 个数据对中的仪器测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）。

注：在计算数据对差的和时，保留数据差值的正、负号。

$$\text{MOE}_d = t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

式中： MOE_d ——仪器与使用参比方法的测量仪器测量结果数据对之间偏差的极限误差， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；

$t_{f,0.95}$ ——自由度 f 为 $n-1$ ，置信度为 95% 的 t 分布值（双侧），见表 3；
 S_d ——仪器与使用参比方法的测量仪器测量各数据对差的标准偏差， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ，%）；
 n ——数据对的个数（ $n\geq 9$ ）。

表 3 计算置信区间和允许区间参数表

自由度 (f)	统计常数 (t_f)
8	2.306
9	2.262
10	2.228
11	2.201
12	2.179
13	2.160
14	2.145
15	2.131
16	2.120
17	2.110
18	2.101
19	2.093
20	2.086

自由度 (f)	统计常数 (t_f)
21	2.080
22	2.074
23	2.069
24	2.064
25	2.060
30	2.042
35	2.030
40	2.021
45	2.014
50	2.009

7.2.3.2 废气含氧量测量准确度

检测方法见 7.2.3.1 中相对准确度的检测和计算方法。

7.2.3.3 废气湿度测量准确度

检测方法按照 HJ 1045 中相关要求执行。

8 质量保证

8.1 仪器实验室和现场检测使用的仪器设备和标准气体应符合 7.1.2、7.1.3 和 7.2.2 的相关要求。

8.2 仪器现场检测应依据 HJ 1405 标准进行点位布置。采用参比方法的测量仪器各项技术要求和技术指标应满足本标准或 HJ 1045 的相关要求。

9 检测项目

二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪检测项目见表 4 和表 5。实验室检测和现场检测的相关记录表格参见附录 D。

表 4 二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪实验室检测项目

检测项目		技术要求	检测方法
外观		合格	除干扰测试气体见表 1、表 2 外,其余检测方法按照 HJ 1045 中 7.1.4 部分执行。
采样管和样品输送管线加热温度		$\geq 120\text{ }^{\circ}\text{C}$	
绝缘电阻		$\geq 20\text{ M}\Omega$	
二氧化硫 测量单元	最低检出限	$\leq 1\% \text{ F.S.}$	
	响应时间(上升时间和下降时间)	$\leq 120\text{ s}$	
	重复性	$\leq 2\%$	
	示值误差	绝对值 $\leq 2\% \text{ F.S.}$	
	1 h 零点漂移和量程漂移	绝对值 $\leq 2\% \text{ F.S.}$	
环境温度变化的影响		绝对值 $\leq 5\% \text{ F.S.}$	

检测项目		技术要求	检测方法
	供电电压变化的影响	绝对值 $\leq 2\%$ F.S	
	干扰成分的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	平行性	$\leq 5\%$	
	负载误差	绝对值 $\leq 5\%$	
氮氧化物 测量单元	最低检出限	$\leq 1\%$ F.S.	
	响应时间(上升时间和下降时间)	≤ 120 s	
	重复性	$\leq 2\%$	
	示值误差	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	1 h 零点漂移和量程漂移	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	环境温度变化的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	供电电压变化的影响	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	干扰成分的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	平行性	$\leq 5\%$	
	负载误差	绝对值 $\leq 5\%$	
	二氧化氮转换效率	$\geq 95\%$	
二氧化碳 测量单元	响应时间(上升时间和下降时间)	≤ 120 s	
	重复性	$\leq 2\%$	
	示值误差	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	1 h 零点漂移和量程漂移	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	环境温度变化的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	供电电压变化的影响	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	干扰成分的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	平行性	$\leq 5\%$	
	负载误差	绝对值 $\leq 5\%$	
含氧量测 量单元	响应时间(上升时间和下降时间)	≤ 120 s	
	重复性	$\leq 2\%$	
	示值误差	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	1 h 零点漂移和量程漂移	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
	环境温度变化的影响	绝对值 $\leq 5\%$ F.S.	
	供电电压变化的影响	绝对值 $\leq 2\%$ F.S.	
注: F.S.表示满量程。			

表 5 二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳便携式红外吸收仪现场检测项目

检测项目		技术要求	检测方法
二氧化硫 测量单元	准确度	排放浓度平均值： $\geq 150 \mu\text{mol/mol}$ (429 mg/m^3) 时，相对准确度 $\leq 10\%$ $\geq 50 \mu\text{mol/mol}$ (143 mg/m^3) $\sim < 150 \mu\text{mol/mol}$ (429 mg/m^3) 时， 绝对误差 $\leq 15 \mu\text{mol/mol}$ (43 mg/m^3) $\geq 20 \mu\text{mol/mol}$ (57 mg/m^3) $\sim < 50 \mu\text{mol/mol}$ (143 mg/m^3) 时，相 对误差 $\leq 30\%$ $< 20 \mu\text{mol/mol}$ (57 mg/m^3) 时，绝对误差 $\leq 6 \mu\text{mol/mol}$ (17 mg/m^3)	7.2.3.1
氮氧化物 测量单元	准确度	排放浓度平均值： $\geq 150 \mu\text{mol/mol}$ (308 mg/m^3) 时，相对准确度 $\leq 10\%$ $\geq 50 \mu\text{mol/mol}$ (103 mg/m^3) $\sim < 150 \mu\text{mol/mol}$ (308 mg/m^3) 时， 绝对误差 $\leq 15 \mu\text{mol/mol}$ (31 mg/m^3) $\geq 20 \mu\text{mol/mol}$ (41 mg/m^3) $\sim < 50 \mu\text{mol/mol}$ (103 mg/m^3) 时，绝 对误差 $\leq 30\%$ $< 20 \mu\text{mol/mol}$ (41 mg/m^3) 时，绝对误差 $\leq 6 \mu\text{mol/mol}$ (12 mg/m^3)	7.2.3.1
二氧化碳 测量单元	准确度	排放浓度平均值： $\geq 20\%$ 时，相对准确度 $\leq 7.5\%$ $\geq 14\% \sim < 20\%$ 时，绝对误差 $\leq 1.4\%$ $\geq 7\% \sim < 14\%$ 时，相对误差 $\leq 10\%$ $< 7\%$ 时，绝对误差 $\leq 0.7\%$	7.2.3.1
含氧量测 量单元	准确度	相对准确度 $\leq 15\%$	7.2.3.2
湿度测量 单元	准确度	废气湿度平均值： $> 5.0\%$ 时，相对误差绝对值 $\leq 25\%$ $\leq 5.0\%$ 时，绝对误差绝对值 $\leq 1.5\%$	7.2.3.3
注：氮氧化物以 NO_2 计。			

附 录 A
(规范性附录)

仪器样品输送管线和除湿装置技术要求

仪器样品输送管线技术要求见表 A.1。

表 A.1 仪器样品输送管线技术要求

检测项目	技术要求
外观	加热采样管线粗细均匀
温度均匀性	各测试点温度与设定温度差值小于设定值的 10%
保温性能	管线达到设定温度 120 °C ~ 220 °C 时，表面温度 ≤ 55 °C
气密性能	冷状态下加热线路气路耐压 ≥ 0.6 MPa

仪器样品除湿装置技术要求见表 A.2。

表 A.2 仪器样品除湿装置技术要求

检测项目	技术要求
稳定性	除湿装置稳定后温度波动范围：不超过 2 °C
脱水效率	当湿度 > 5.0% ~ ≤ 10.0% 时，脱水率 ≥ 85% 当湿度 > 10.0% ~ ≤ 15.0% 时，脱水率 ≥ 90% 当湿度 > 15.0% 时，脱水率 ≥ 95%
SO ₂ 组分丢失率	湿度 15% 条件下： SO ₂ 浓度 ≥ 150 μmol/mol (429 mg/m ³) 时，SO ₂ 组分丢失率 ≤ 5% SO ₂ 浓度 ≥ 50 μmol/mol (143 mg/m ³) ~ < 150 μmol/mol (429 mg/m ³) 时，SO ₂ 组分丢失率 ≤ 8% SO ₂ 浓度 < 50 μmol/mol (143 mg/m ³) 时，SO ₂ 组分丢失率 ≤ 4 μmol/mol (11.4 mg/m ³)

附 录 B (规范性附录)

仪器数据采集记录和处理要求

B.1 数据采集记录整体要求

仪器应配备数据采集、处理、存储、表格或图文显示、故障警告和打印等功能的操作软件；应设置通信接口，用于数据输出和通讯。

B.2 数据采集记录存储要求

由仪器的控制功能协调整个仪器的时序，仪器能够将采集和记录的实时数据自动处理并记录为分钟数据。

B.2.1 至少每 5 s 采集一组仪器测量的实时数据；主要包括：气态污染物体积浓度或实测质量浓度和废气含氧量等。

B.2.2 至少每 1 min 记录存储一组仪器测量的分钟数据，数据为该时段的平均值；主要包括：气态污染物体积浓度或标准状态下的质量浓度、废气含氧量等。可通过计算显示并记录气态污染物折算浓度。

B.2.3 采用不同采样测量方式的仪器，若测量结果需要湿/干基的转换计算处理，则应同时显示并记录该测量值湿基和干基的测量数据。

B.3 数据格式要求

仪器记录处理实时数据和定时段数据时，数据格式应至少符合表 B.1 和表 B.2 的要求。

表 B.1 仪器数据格式要求一览表

序号	项目名称		单位	小数位
1	SO ₂ 、NO _x 体积浓度	>500	μmol/mol (10 ⁻⁶ mol/mol、μmol/mol)	0
		≤500		1
2	SO ₂ 、NO _x 质量浓度	>1000	mg/m ³	0
		≤1000		1
3	二氧化碳体积浓度		%	2
4	二氧化碳质量浓度		g/m ³	3
5	含氧量 (V/V)		%	2
6	湿度		%	1

表 B.2 仪器数据时间标签一览表

数据时间类型	时间标签	定义	描述与示例
实时数据 (5s)	YYYYMMDDHHMMSS	时间标签为数据采集的时刻，	20140628130815 为 2014 年 6

数据时间类型	时间标签	定义	描述与示例
		数据为相应时刻采集的测量瞬时值	月 28 日 13 时 8 分 15 秒的测量瞬时值
分钟数据	YYYYMMDDHHMM	时间标签为测量开始时间，数据为此时刻后一分钟的测量平均值	201406281308 为 2014 年 6 月 28 日 13 时 08 分 00 秒至 13 时 08 分 59 秒之间的测量平均值

B.4 数据处理计算方法和公式要求

同 HJ 1045 附录 A 中相关部分。

B.5 数据软件功能和输出要求

具体要求如下：

- a) 仪器软件的显示和操作界面均应为简体中文。
- b) 仪器软件能够显示和记录仪器监测废气的监测分钟数据；可查询和导出规定存储设定时间段内的废气测量分钟数据。
- c) 仪器应具备至少存储 1 年 1 min 均值数据的存储空间。
- d) 软件应具有支持打印监测数据的功能，打印的原始记录应具备防伪功能。

B.5 预防不当干预要求

具体要求如下：

- a) 不得通过如数据模拟、模拟信号发生、隐藏操作界面/参数、远程登录/遥控、组合按键、特殊代码等方式进行过滤数据、设置数据阈值、外部数据导入、修改监测数据及仪器运行参数等操作。
- b) 除监测数据外，仪器软件还应能自动保存、查询、输出和传输仪器校准数据、工作参数及运行状态等信息，且应能至少存储 1 年。
- c) 仪器软件应具备日志记录保存功能，且日志记录应能至少存储 1 年。日志应能至少记录登录操作、工作状态、运行维护、参数修改、计算公式修改、时间修改等，以及相关操作的用户、时间、内容、数值或状态前后变化情况等信息。
- d) 仪器软件应具备校准参数修改或调整的限制功能，校准参数不可人为修改，当校准示值误差超过合理范围时，不得强行进行校准（原则上校准示值误差的绝对值应 $\leq 10\%$ 标准物质标称值）。
- e) 仪器软件应具备升级信息自动备份功能，软件升级后原有信息应能自动备份保存。

附录 C

（资料性附录）

仪器气密性现场检查方法

仪器气密性现场检查方法按下列步骤操作：

- a) 按照仪器使用说明书连接仪器的采样管、输送管线、预处理单元和分析单元，开启仪器电源，使仪器预热稳定。
- b) 使用仪器配置的专用密封部件密封仪器采样管入口。
- c) 启动仪器采样泵开始抽气，同时观察仪器气路中的压力传感器和流量传感器的显示值。
- d) 当流量传感器显示进气流量接近 0 时，记录压力传感器显示的负压值；此时开始计时，保持抽气 30s，压力传感器负压下降应不超过 0.2 kPa。（该过程可以设置由仪器自动记录完成）
- e) 符合 d 的技术要求则气密性检查通过。否则需检查仪器是否有连接漏气，确认无误后需重新进行气密性检查直至通过。
- f) 关闭采样泵，取下采样管入口密封部件，仪器气密性检查结束。

(资料性附录)

表 D.1 仪器外观及功能检查记录

检测日期:

项目	检查结果
仪器铭牌	
仪器表面	
仪器主机面板显示	
仪器外壳或外罩	
仪器的便携性和移动性	
样品采集和输送单元	
样品预处理单元	
校准功能	
气密性	
数据采集和处理单元	

表 D.2 采样管和样品输送管线加热温度检测记录

检测日期:

项目	测量值 (℃)	
采样管加热温度	1	
	2	
	3	
样品输送管线加热温度	1	
	2	
	3	

表 D.3 绝缘电阻检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

项目	测量值 (MΩ)	
绝缘电阻	1	
	2	
	3	

表 D.4 仪器响应时间检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

气体名称	检测时间	气体浓度	检测结果			
			上升时间	平均值	下降时间	平均值

表 D.5 仪器重复性检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

序号	检测值
1	
2	
3	
4	
5	
6	
平均值	
标准偏差	
相对标准偏差 S_r (%)	

表 D. 6 仪器示值误差检测记录

检测地点:

检测人员:

标准气体浓度:

计量单位:

检测日期:

检测点	标准气体 标称值	检测次数	检测值	平均值	示值误差 (%F.S.)
(20%~30%) 满量程		1			
		2			
		3			
(50%~60%) 满量程		1			
		2			
		3			
(80%~100%) 满量程		1			
		2			
		3			

表 D. 7 仪器漂移检测记录

检测地点:

检测人员:

标准气体浓度:

计量单位:

检测日期:

次数			零点读数		零点漂移	量程校准标气读数		量程漂移	备注
	开始	结束	起始 (Z_0)	最终 (Z_n)	Z_{dn}	起始 (S_0)	最终 (S_n)	S_{dn}	

表 D. 8 仪器环境温度变化的影响检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

环境温度点（℃）	实际温度值（℃）	检测结果	
		零点气体检测值	量程校准气体检测值
20			
40			
20			
0			
20			
环境温度变化的影响（高温，%）			
环境温度变化的影响（低温，%）			

表 D. 9 仪器供电电压变化的影响检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

检测日期	次数	检测结果		
		正常电压下 检测值	高于正常电压 10% 检测值	低于正常电压 10% 检测值
	1			
	2			
	3			
	平均值			
供电电压变化的影响（高压，%）				
供电电压变化的影响（低压，%）				

表 D. 10 (SO₂、NO_x) 测量单元仪器干扰成分的影响检测记录

检测地点:

检测人员:

标准气体浓度:

计量单位:

检测日期:

干扰成分	次数	二氧化硫	氮氧化物
零点气体	1		
	2		
	3		
	平均值		
300 mg/m ³ NO	1		/
	2		/
	3		/
	平均值		/
	影响		/
50 mg/m ³ NO ₂	1		/
	2		/
	3		/
	平均值		/
	影响		/
500 mg/m ³ SO ₂	1	/	
	2	/	
	3	/	
	平均值	/	
	影响	/	
20 mg/m ³ NH ₃	1		
	2		
	3		
	平均值		
	影响		
200 mg/m ³ HCl	1		
	2		
	3		
	平均值		
	影响		
正干扰 (%)			
负干扰 (%)			

表 D. 11 CO₂测量单元仪器干扰成分的影响检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

检测日期：

干扰成分	次数	测量值
零点气体	1	
	2	
	3	
	平均值	
30% H ₂ O	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
300 mg/m ³ CO	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
50 mg/m ³ CH ₄	1	
	2	
	3	
	影响	
100 mg/m ³ N ₂ O	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
300 mg/m ³ NO	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
30 mg/m ³ NO ₂	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
1000 mg/m ³ SO ₂	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	

干扰成分	次数	测量值
20 mg/m ³ NH ₃	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
200 mg/m ³ HCl	1	
	2	
	3	
	平均值	
	影响	
正干扰 (%)		
负干扰 (%)		

表 D. 12 仪器平行性检测记录

检测地点:

检测人员:

标准气体浓度:

计量单位:

检测日期:

标准气体	1#仪器检测值 (C ₁)	2#仪器检测值 (C ₂)	3#仪器检测值 (C ₃)	平均值 $\bar{C}$	相对标准偏差 P
(20%~30%) 满量程值					
(40%~60%) 满量程值					
(80%~90%) 满量程值					

表 D. 13 仪器负载误差检测记录

检测地点:

检测人员:

标准气体浓度:

计量单位:

检测日期:

检测日期	次数	检测结果	
		空载条件下测量值	负载 10kPa 条件下测量值
	1		
	2		
	3		
	平均值		
负载误差 (%)			

表 D. 14 仪器现场检测准确度检测记录

检测地点：

检测人员：

标准气体浓度：

计量单位：

参比方法仪器名称：

参比仪器编号：

检测日期：

样品编号	开始结束时间 (时、分)		参比方法仪器测量值 A	待测仪器检测值 B	数据对差= A - B
参比方法平均值					
数据对差的平均值的绝对值					
数据对平均值相对误差的绝对值					
数据对差的标准偏差					
极限误差					
相对准确度					
标准气体	名称	保证值	参比方法测量结果		相对误差 (%)
			采样前	采样后	