

中华人民共和国国家环境保护标准

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

Specifications and test procedures for portable monitoring instrument
for SO₂ and NO_x based on ultraviolet absorption method in flue gas
emitted from stationary sources

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以中国环境出版集团出版的正式标准文本为准。

2019-10-24 发布

2020-04-24 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	3
6 性能指标	5
7 检测方法	7
8 质量保证	15
9 检测项目	16
附录 A（规范性附录）仪器数据采集记录和处理要求.....	18
附录 B（资料性附录）仪器样气输送管线和除湿设备技术要求	21
附录 C（资料性附录）仪器气密性现场检查方法	22
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.....	23

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》和《中华人民共和国大气污染防治法》，实施大气固定污染源排放污染物监测，规范便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的性能、质量和检测，制定本标准。

本标准规定了便携式固定污染源烟气二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器的组成结构、技术要求、性能指标和仪器检测评价方法。

本标准附录 A 为规范性附录，附录 B~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。

本标准起草单位：中国环境监测总站、山东省生态环境监测中心。

本标准生态环境部 2019 年 10 月 24 日批准。

本标准自 2020 年 4 月 24 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

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

1 适用范围

本标准规定了便携式固定污染源烟气二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器（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。

本标准适用于便携式固定污染源烟气二氧化硫、氮氧化物和氧气测量仪器的设计、生产和性能检测。在近紫外光区有吸收的其它气体便携式监测仪器技术要求可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本标准。

GB/T 4208 外壳防护等级（IP 代码）

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

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 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/T 397 固定源废气监测技术规范

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

干烟气浓度 dry flue gas concentration

烟气经预处理，露点温度 $\leq 4^{\circ}\text{C}$ 时，烟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烟气浓度。

3.9

相对准确度 relative accuracy

参比方法与待测仪器同步测量烟气中气态污染物（含氧气）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。

4 仪器的组成和结构

4.1 仪器组成

仪器由气态污染物 SO_2 和（或） NO_x 监测单元、烟气参数（含氧量等）监测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，应配置烟气湿度监测单元。

4.2 仪器结构

仪器结构主要包括样品采集和输送单元、样品预处理单元、分析单元、数据采集和处理单元等。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 样品采集和输送单元

样品采集和输送单元主要包括采样设备（采样管）、样品输送管线、流量控制设备和采样泵等，其具体技术要求见 5.4.1。

4.2.2 样品预处理单元

样品预处理单元主要包括样品除湿设备等前处理设备，其具体技术要求见 5.4.2。

4.2.3 分析单元

分析单元用于对采集的污染源烟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。

4.2.4 数据采集和处理单元

数据采集和处理单元用于采集、存储、计算、处理测量数据和仪器设备的状态信息,其具体技术要求见 5.4.5。

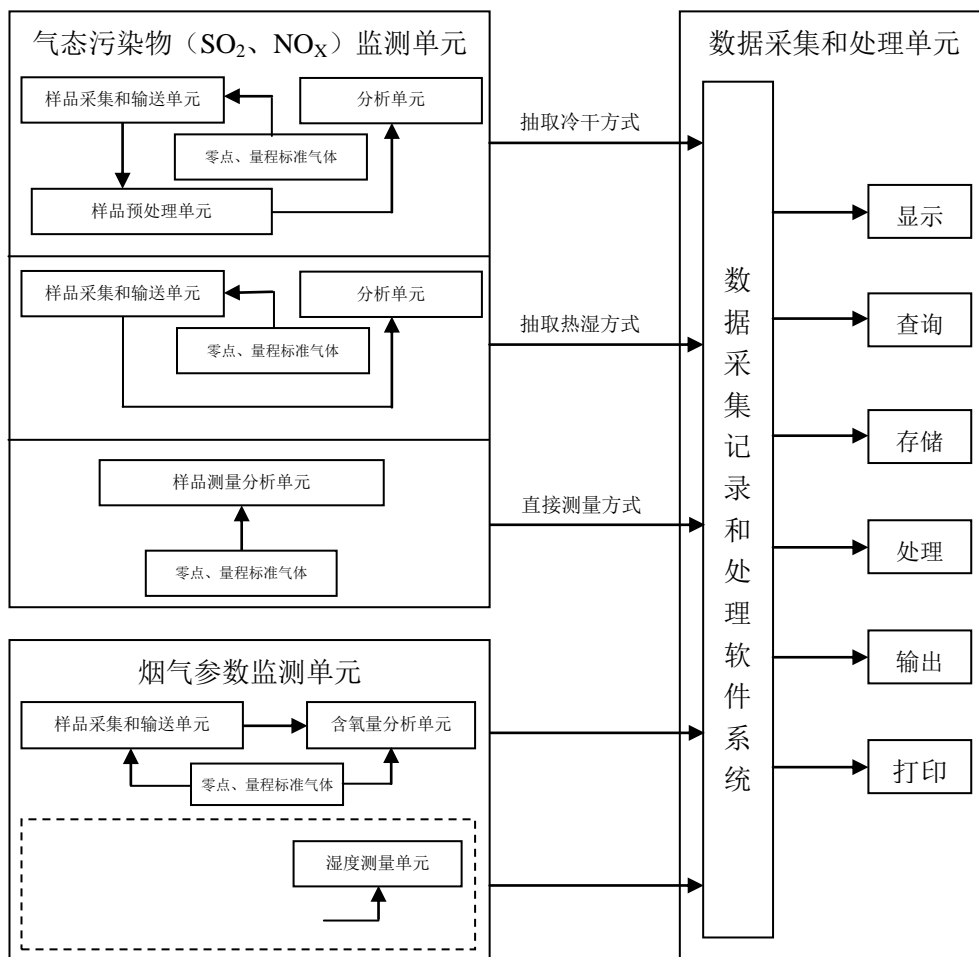


图 1 便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器组成示意图

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。
- 5.1.3 仪器主机面板显示清晰,涂色牢固,字符、标识易于识别,不应有影响读数的缺陷。
- 5.1.4 仪器外壳或外罩应耐腐蚀、密封性能良好,应符合 GB/T 4208 中 IP55 防护等级要求。
- 5.1.5 仪器应具备较好的便携性和移动性,仪器总质量(含预处理单元)不超过 30 kg,单

个部件质量不超过 15 kg；仪器接电后，开机预热稳定时间不超过 1 h。

5.2 工作条件

仪器在以下条件中应能正常工作。

- 1) 环境温度（0~40）℃（氧气电化学传感器适用环境温度（5~40）℃）；
- 2) 相对湿度：≤85%；
- 3) 大气压：（80~106）kPa；
- 4) 供电电压：AC（220±22）V，（50±1）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（0~40）℃，相对湿度≤85%条件下，仪器电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于 20 MΩ。

5.3.2 绝缘强度

在环境温度为（0~40）℃，相对湿度≤85%条件下，仪器在 1500 V（有效值）、50 Hz 正弦波实验电压下持续 1 min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.3.3 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 样品采集和输送单元要求

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。其加热温度一般在 120℃ 以上，温度可调，且应高于烟气露点温度 10℃ 以上，其实际温度值应能够在仪器上或软件内显示。检测方法见 7.1.4.2。

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与气态污染物发生反应，过滤器应至少能过滤（5~10）μm 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，长度一般不短于 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）一般应具备稳定、均匀的加热、保温功能。其加热温度一般在 120℃ 以上，温度可调，且应高于烟气露点温度 10℃ 以上，其实际温度值应能够在仪器上或软件内显示；检测方法见 7.1.4.2。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，长度一般不短于 1.5 m；其技术指标应符合附录 B 中表 B.1 的技术要求。

5.4.1.6 流量控制设备应保障采样流量均匀、稳定，采样流量波动应保持在设置采样流量的 ±10% 以内。

5.4.1.7 采样泵应具备克服烟道或烟囱负压以及采样设备阻力等的足够抽气能力。当采样设备负载阻力为 10 kPa 时，抽气采样流量变化导致的气态污染物测量结果的变化不超过 ±5%；检测方法见 7.1.4.12。

5.4.2 样品预处理单元要求

5.4.2.1 预处理单元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，除湿设备应符合附录 B 中表 B.2 的技术要求。除湿设备的设置温度应设置在 (0~4) °C (设备出口烟气露点温度应 ≤4 °C)，温度波动在 ±2 °C 以内，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 NO₂ 转换器的仪器，NO₂ 转换效率应符合 6.1.1.10 的要求。

5.4.3 校准功能要求

5.4.3.1 仪器应能够进行零点和量程校准。

5.4.3.2 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单元、预处理单元和分析单元的全过程校准。

5.4.4 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。仪器开机使用前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。

5.4.5 数据采集和处理单元要求

5.4.5.1 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。

5.4.5.2 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。

5.4.5.3 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 A 的技术要求。

5.4.5.4 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。

5.4.5.5 仪器具备数字信号输出功能。

5.4.5.6 仪器断电后，具备自动保存数据功能。

6 性能指标

6.1 实验室检测

6.1.1 气态污染物 (SO₂、NO_x) 监测单元

6.1.1.1 最低检出限

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：不超过±2%满量程。

6.1.1.5 1h 零点漂移和量程漂移

仪器 1h 零点漂移和量程漂移：不超过±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：不超过±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：不超过±2%满量程。

6.1.1.8 干扰成分的影响

依次通入表 1 中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：不超过±5%满量程。

表 1 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	NO	300 mg/m ³
	NO ₂	50 mg/m ³
	NH ₃	20 mg/m ³
	HCl	200 mg/m ³
氮氧化物	SO ₂	500 mg/m ³
	NH ₃	20 mg/m ³
	HCl	200 mg/m ³

6.1.1.9 平行性

三台（套）仪器测量同一标准样品读数的相对标准偏差≤5%。

6.1.1.10 二氧化氮转换效率

NO₂ 转换器中 NO₂ 转换为 NO 的效率：≥95%。

6.1.2 烟气含氧量监测单元

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）：≤2%。

6.1.2.3 示值误差

仪器示值误差：不超过±2%满量程。

6.1.2.4 1h 零点漂移和量程漂移

仪器 1h 零点漂移和量程漂移：不超过±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：不超过±5%满量程。

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：不超过±2%满量程。

6.1.2.7 平行性

三台（套）仪器测量同一标准样品读数的相对标准偏差≤5%。

6.2 污染物排放现场检测

6.2.1 气态污染物 (SO₂、NO_x) 测量准确度

当参比方法测量烟气中二氧化硫、氮氧化物排放浓度的平均值 \overline{RM} :

- a) $\geq 250 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测试相对准确度: $\leq 15\%$;
- b) $\geq 50 \mu\text{mol/mol} \sim < 250 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值: $\leq 20 \mu\text{mol/mol}$;
- c) $\geq 20 \mu\text{mol/mol} \sim < 50 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测试测试结果相对误差平均值的绝对值: $\leq 30\%$;
- d) $< 20 \mu\text{mol/mol}$ 时, 参比方法比对测试数据对之差的平均值的绝对值: $\leq 6 \mu\text{mol/mol}$ 。

6.2.2 烟气含氧量测量准确度

烟气含氧量测量参比方法比对测试相对准确度: $\leq 15\%$ 。

6.2.3 烟气湿度测量准确度

当参比方法测量烟气湿度的平均值:

- a) $> 5.0\%$ 时, 参比方法比对测试测量结果均值的相对误差: 不超过 $\pm 25\%$;
- b) $\leq 5.0\%$ 时, 参比方法比对测试测量结果均值的绝对误差: 不超过 $\pm 1.5\%$ 。

7 检测方法

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 套同型号仪器在指定的实验室场地同时进行检测。

7.1.1.2 仪器具备双量程或多量程时, 只针对仪器的最小量程进行技术指标检测; 且其气态污染物 (SO₂、NO_x) 监测单元检测最小量程不超过 $150 \mu\text{mol/mol}$ 。

7.1.1.3 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。

7.1.1.4 如果因供电问题造成测试中断, 在供电恢复正常后, 继续进行检测, 已经完成的测试指标和数据有效。

7.1.1.5 如果因仪器故障造成测试中断, 在仪器恢复正常后, 重新开始检测, 已经完成的测试指标和数据作废; 检测期间, 每台 (套) 仪器故障次数 ≤ 2 次。

7.1.1.6 各技术指标检测均按照仪器全系统流程检测, 检测数据均采用仪器数据采集和处理单元存储记录的最终结果。每套仪器各项技术指标的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: $(-50 \sim 400) ^\circ\text{C}$, 示值偏差不超过 $\pm 2 ^\circ\text{C}$ 。

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: $(-10 \sim 50) ^\circ\text{C}$, 示值偏差不超过 $\pm 2 ^\circ\text{C}$ 。

7.1.2.4 调压器: $(0 \sim 250) \text{ V}$ 。

7.1.2.5 压力表: 最小分度值不大于 10 Pa 。

7.1.2.6 臭氧发生器: $(0 \sim 250) \mu\text{mol/mol}$, 线性误差不超过 $\pm 1\%$ 。

7.1.2.7 兆欧表: 电压 500 V , $(0 \sim 500) \text{ M}\Omega$ 。

7.1.3 标准物质要求

7.1.3.1 零气（零点气体）：含二氧化硫、氮氧化物浓度分别 $\leq 0.1 \mu\text{mol/mol}$ 的标准气体（一般为高纯氮气， $\geq 99.999\%$ ），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，其不确定度不超过 $\pm 2.0\%$ 。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密度应在1.0%以内。

7.1.4 实验室检测方法

7.1.4.1 外观

用目视和手动检查。

7.1.4.2 采样管和样品输送管线加热温度

将仪器采样管和样品输送管线分别加热至其设置的温度，稳定10 min；分别测量采样管和样品输送管线前端（距离入口（15~20）cm处）、加热段中部和后端（距离出口（15~20）cm处）的温度值，3个测量点位温度值的平均值为加热温度。（针对采样管与样品输送管线为一体化、同时加热控温的仪器，按一根管线进行测量）

7.1.4.3 最低检出限

待测仪器运行稳定后，将零点气体通入分析仪器，每30s记录该时间段数据的平均值 r_i （记为1个数据），获得至少25个数据。按公式（1）计算待测仪器的最低检出限 D_L 。

$$D_L = \frac{2.5 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中： D_L -----待测仪器最低检出限，%；

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

\bar{r} -----待测仪器测量值的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

r_i -----待测仪器第*i*次测量值， $\mu\text{mol/mol}$ （ mg/m^3 ）；

i -----记录数据的序号（ $i=1\sim n$ ）；

n -----记录数据的总个数（ $n\geq 25$ ）。

7.1.4.4 响应时间（上升时间和下降时间）

待测仪器运行稳定后，通入零点气体，待读数稳定后通入量程校准气体，同时用秒表开始计时；当待测仪器显示值上升至标准气体浓度标称值90%时，停止计时；记录所用时间为待测仪器的上升时间。待量程校准气体测量读数稳定后，通入零点气体，同时用秒表开始计时，当待测仪器显示值下降至量程校准气体浓度标称值的10%时，停止计时；记录所用时间为待测仪器的下降时间。

上升时间和下降时间每天各测试1次，重复测试3天，平均值为待测仪器的响应时间。

7.1.4.5 重复性

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（2）计算待测仪器的重复性 S_r （相对标

准偏差)。

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

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 ($n\geq 6$)。

7.1.4.6 示值误差

待测仪器运行稳定后, 分别进行零点校准和满量程校准。依次通入低浓度(20%~30%)满量程值、中浓度(50%~60%)满量程值和高浓度(80%~100%)满量程值的标准气体; 读数稳定后分别记录各浓度标准气体的显示值; 再通入零点气体, 重复测试3次。按公式(3)计算待测仪器测量每种浓度标准气体的测量误差相对于满量程的百分比 L_{ei} , L_{ei} 的最大值为待测仪器的示值误差 L_e 。

$$L_{ei} = \frac{(\bar{C}_{di} - C_{si})}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中: L_{ei} -----待测仪器测量第*i*种浓度标准气体的示值误差, %;

C_{si} -----第*i*种浓度标准气体浓度标称值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

\bar{C}_{di} -----待测仪器测量第*i*种浓度标准气体3次测量平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

i-----测量标准气体序号 ($i=1\sim 3$);

R-----待测仪器满量程值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.7 1h 零点漂移和量程漂移

待测仪器运行稳定后, 通入零点气体, 记录分析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, 待测仪器正常工作运行 1h (期间不允许任何校准和维护) 后分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体重复上述操作, 并分别记录稳定后读数。按公式(4)、(5)、(6)和(7)计算待测仪器的 1h 零点漂移 Z_{dn} 和 1h 量程漂移 S_{dn} 。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 1h 后零点和量程漂移测试的初始值 Z_0 和 S_0)。重复上述测试过程 6 次, 记录全部 1 h 零点漂移值 Z_{dn} 和 1h 量程漂移 S_{dn} 。

$$\Delta Z_n = Z_n - Z_0 \dots\dots\dots (4)$$

$$Z_{dn} = \frac{\Delta Z_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中: Z_{dn} -----待测仪器 1h 零点漂移, %;

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);

Z_n -----待测仪器运行 1h 后通入零点气体的测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

ΔZ_n -----待测仪器运行 1h 后的零点变化值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

R -----待测分析仪器满量程值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

n -----测试序号, ($n=1\sim 6$)。

$$\Delta S_n = S_n - S_0 \dots\dots\dots (6)$$

$$S_{dn} = \frac{\Delta S_n}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中: S_{dn} -----待测仪器 1h 量程漂移, %;

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);

S_n -----待测仪器运行 1h 后通入量程校准气体的测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

ΔS_n -----待测仪器运行 1h 后的量程点变化值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.8 环境温度变化的影响

- a) 待测仪器在恒温环境中运行后, 设置温度为 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, 稳定至少 30 min, 记录标准温度值 t_0 , 通入零点气体, 记录待测仪器读数 Z_0 ; 通入量程校准气体, 记录待测仪器读数 M_0 ;
- b) 缓慢调节 (升温速率或降温速率 $\leq 1^\circ\text{C}/\text{min}$, 以下相同) 恒温环境温度为 $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, 稳定至少 30 min, 记录标准温度值 t_1 , 分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体, 记录待测仪器零点读数 Z_1 和量程读数 M_1 ;
- c) 缓慢调节恒温环境温度为 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, 稳定至少 30 min, 记录标准温度值 t_2 , 分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体, 记录待测仪器零点读数 Z_2 和量程读数 M_2 ;
- d) 缓慢调节恒温环境温度为 $(0\pm 2)^\circ\text{C}$ (氧气电化学传感器为 $(5\pm 2)^\circ\text{C}$), 稳定至少 30 min, 记录标准温度值 t_3 , 分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体, 记录待测仪器零点读数 Z_3 和量程读数 M_3 ;
- e) 缓慢调节恒温环境温度为 $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, 稳定至少 30 min, 记录标准温度值 t_4 , 分别通入同一浓度零点气体和量程校准气体, 记录待测仪器零点读数 Z_4 和量程读数 M_4 ;
- f) 按公式 (8) 计算待测仪器环境温度变化的影响 b_{st} 。

$$b_{st} = \frac{(M_3 - Z_3) - \frac{(M_2 - Z_2) + (M_4 - Z_4)}{2}}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{(M_1 - Z_1) - \frac{(M_0 - Z_0) + (M_2 - Z_2)}{2}}{R} \times 100\% \dots (8)$$

式中: b_{st} -----待测仪器环境温度变化的影响, %;

M_0 -----环境温度 t_0 , 待测仪器量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

M_1 -----环境温度 t_1 , 待测仪器量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

M_2 -----环境温度 t_2 , 待测仪器量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

M_3 -----环境温度 t_3 , 待测仪器量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

M_4 -----环境温度 t_4 , 待测仪器量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Z_0 -----环境温度 t_0 , 待测仪器零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Z_1 -----环境温度 t_1 , 待测仪器零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Z_2 -----环境温度 t_2 , 待测仪器零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Z_3 -----环境温度 t_3 , 待测仪器零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Z_4 -----环境温度 t_4 , 待测仪器零点气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

R -----待测仪器满量程值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.9 供电电压变化的影响

待测仪器运行稳定后, 在正常电压条件下, 通入量程校准气体, 稳定后记录待测仪器读数 W ; 调节待测仪器供电电压高于正常电压值 10%, 通入同一浓度量程校准气体, 稳定后记录待测仪器读数 X ; 调节待测仪器供电电压低于正常电压值 10%, 通入同一浓度量程校准气体, 稳定后记录待测仪器读数 Y 。按公式 (9) 计算待测仪器不同供电电压条件下测量结果变化相对于满量程的百分比 U , 重复测试 3 次, 平均值为待测仪器供电电压变化的影响。

$$U = \frac{X - W}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Y - W}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中: U -----待测仪器供电电压变化的影响, %;

W -----正常电压条件下量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

X -----供电电压高于正常电压 10% 时, 量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

Y -----供电电压低于正常电压 10% 时, 量程校准气体测量值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

R -----待测仪器满量程值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.10 干扰成分的影响

干扰测试气体见表 1。待测仪器运行稳定后, 通入零点气体, 记录待测仪器读数 a ; 通入规定浓度的干扰气体, 记录待测仪器读数 b 。零点气体和每种干扰气体按上述操作重复测试 3 次, 计算平均值 \bar{a} 和 \bar{b}_i , 按公式 (10) 计算待测仪器每种干扰气体干扰成分的影响 IE_i ; 将 IE_i 大于满量程值 0.5% 的正干扰值和小于满量程值-0.5% 的负干扰值分别相加, 即可得到正干扰的影响和负干扰的影响。

$$IE_i = \frac{\bar{b}_i - \bar{a}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中: IE_i -----待测仪器测量第 i 种干扰气体干扰成分的影响, %;

\bar{b}_i -----第 i 种干扰气体 3 次测量的平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

\bar{a} -----零点气体 3 次测量平均值, $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3);

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

i -----测试干扰气体的序号 ($i=1\sim 5$)。

7.1.4.11 平行性

三台 (套) 同型号待测仪器运行稳定后, 分别进行零点校准和满量程校准。依次向三台 (套) 仪器通入浓度为 (20%~30%) 满量程值、(40%~60%) 满量程值、(80%~90%) 满量程值 3 种标准气体, 读数稳定后分别记录三台 (套) 仪器通入 3 种浓度标准气体的测量值。按照公式 (11) 分别计算通入每种浓度标准气体三台 (套) 分析仪器测量值的相对标准偏差, 即为测量不同浓度标准气体三台 (套) 待测仪器的平行性 P_j 。

$$P_j = \frac{1}{C_j} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (C_{i,j} - \bar{C}_j)^2}{2}} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中： P_j -----三台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的平行性，%；
 \bar{C}_j -----三台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 $C_{i,j}$ -----第 i 台（套）待测仪器测量第 j 种标准气体的测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 i -----待测仪器的序号 ($i=1\sim 3$)；
 j -----测量标准气体的序号 ($j=1\sim 3$)。

7.1.4.12 负载误差

在仪器采样管（或样品输送管线）前端依次连接压力表（负压表）和阻力调节装置，确保气路连接不漏气。待测仪器运行稳定后，调节阻力调节装置为空载状态，通入量程校准气体，稳定后记录待测仪器读数 A ；调节阻力调节装置使压力表显示负压 (10 ± 1) kPa，通入同一浓度量程校准气体，稳定后记录待测仪器读数 B ；按照公式 (12) 计算待测仪器不同负载条件下测量结果的相对误差 F ，重复测试 3 次，平均值为待测仪器的负载误差。

$$F = \frac{B - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中： F -----待测仪器负载误差，%；
 A -----空载条件下量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 B -----施加 10 kPa 负压条件下，量程校准气体测量值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.13 二氧化氮转换效率

二氧化氮转换效率检测仪适用于配置有二氧化氮转换器的仪器，可采用以下两种方式进行。

7.1.4.13.1 标气直接转换测量

待测仪器运行稳定后，分别进行零点校准和满量程校准。通入浓度为 (20%~80%) 满量程的 NO_2 标准气体，读数稳定后记录待测仪器显示值 C_{NO_2} 。重复测试 3 次，计算平均值 $\overline{C_{\text{NO}_2}}$ ，按公式 (13) 计算待测仪器二氧化氮转换效率。

$$\eta = \frac{\overline{C_{\text{NO}_2}}}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

式中： η -----待测仪器二氧化氮转换效率，%；
 $\overline{C_{\text{NO}_2}}$ ----- NO_2 标准气体 3 次测量平均值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)；
 C_0 ----- NO_2 标准气体浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ (mg/m^3)。

7.1.4.13.2 使用臭氧发生器转换测量

1) 待测仪器运行稳定后，通入 NO 量程校准气体，分别记录待测分析仪器 NO 和 NO_x 稳定读数；重复操作 3 次，分别计算 NO 和 NO_x 读数的平均值 $[\text{NO}]_{\text{orig}}$ 和 $[\text{NO}_x]_{\text{orig}}$ ；

2) 启动臭氧发生器，产生一定浓度的臭氧，在相同实验条件下通入同一浓度的 NO 量程校准气体，分别记录待测分析仪器 NO 和 NO_x 稳定读数；重复操作 3 次，计算 NO 和 NO_x 读数的平均值 $[\text{NO}]_{\text{rem}}$ 和 $[\text{NO}_x]_{\text{rem}}$ ；

生成的NO₂气体的标准浓度值等于[NO]_{orig}与[NO]_{rem}的差值，浓度范围应控制在（20%～80%）满量程。

3) 按公式（14）计算待测仪器二氧化氮转换效率。

$$\eta = \frac{([NO_x]_{rem} - [NO]_{rem}) - ([NO_x]_{orig} - [NO]_{orig})}{[NO]_{orig} - [NO]_{rem}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中：η-----待测仪器二氧化氮转换效率，%；

[NO]_{orig} ---未启动臭氧发生器时通入NO标准气体NO测量平均值，μmol/mol（mg/m³）；

[NO_x]_{orig} --未启动臭氧发生器时通入NO标准气体NO_x测量平均值，μmol/mol（mg/m³）；

[NO]_{rem} ----启动臭氧发生器后通入NO标准气体NO测量平均值，μmol/mol（mg/m³）；

[NO_x]_{rem} ---启动臭氧发生器后通入NO标准气体NO_x测量平均值，μmol/mol（mg/m³）。

7.1.4.14 绝缘电阻

仪器不通电，用500V（DC）兆欧表的一端接至电源插头的相、中联线上，另一端接到仪器机壳的接地端上，加上500V直流电压，打开电源开关，持续5s后测量仪器的绝缘电阻。

7.2 污染物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进行污染物排放现场检测。

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。检测时必须有专人负责监督工况，在比对测试期间保持工况条件和工作参数相对稳定。

7.2.1.3 仪器现场检测的污染源排放烟囱或烟道现场环境条件应符合HJ 75标准相关要求。应设置有易于到达的测试平台，有足够的工作空间，安全且便于操作；必须牢固并有符合要求的安全措施；测试平台设置在高空时，应有通往平台的折梯、旋梯或升降梯。仪器现场的测量位置和点位布设等应符合GB/T 16157和HJ/T 397标准的相关要求。

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 现场检测期间如果因现场污染源排放故障或供电问题造成测试中断，在故障排除或供电恢复正常后，可继续进行检测，已经完成的测试指标和数据有效。如果因仪器故障造成测试中断，则检测结束。

7.2.1.6 各技术指标检测数据均采用仪器数据采集和处理单元存储记录的最终结果。每套仪器各项技术指标的检测结果必须全部满足6.2的要求。

7.2.2 标准物质要求

现场检测使用的标准物质要求与7.1.3相同。

7.2.3 现场检测方法

7.2.3.1 气态污染物（SO₂、NO_x）测量准确度

a) 待测仪器运行稳定后，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。

b) 待测仪器与参比测试方法同步对污染物排放气态污染物进行测量，由数据采集器每分钟记录1个累积测量值，连续记录至参比方法测试结束。

- c) 取同一时间区间内（一般为 3 min~15 min）参比方法与待测仪器测量平均值组成一个数据对，确保参比方法与待测仪器测量数据在同一条件下（烟气温度、压力、湿度和含氧量等，一般取标态干基浓度）。
- d) 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。
- e) 当参比方法测量烟气中气态污染物浓度平均值 < 250 μmol/mol 时，计算全部数据对待测仪器与参比方法同时间测量数据平均值绝对误差或相对误差的绝对值。
- f) 当参比方法测量烟气中气态污染物浓度平均值 ≥ 250 μmol/mol 时，按公式（15）~（20）计算全部数据对待测仪器与参比方法同时间测量数据的相对准确度。

$$RA = \frac{|\bar{d}| + |cc|}{RM} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中：RA-----相对准确度，%；

\overline{RM} -----参比方法全部数据对测量结果的平均值，μmol/mol（mg/m³）；

\bar{d} -----待测仪器与参比方法测量各数据对差的平均值，μmol/mol（mg/m³）；

cc-----置信系数，μmol/mol（mg/m³）。

$$\overline{RM} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n RM_i \dots\dots\dots (16)$$

式中：RM_i-----第 i 个数据对中的参比方法测量值，μmol/mol（mg/m³）；

i -----数据对的序号（i=1~n）；

n -----数据对的个数（n≥9）。

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \dots\dots\dots (17)$$

$$d_i = RM_i - PMI_i \dots\dots\dots (18)$$

式中：d_i-----每个数据对参比方法与待测仪器同时间段内测量值之差，μmol/mol（mg/m³）；

PMI_i -----第 i 个数据对中的待测仪器测量值，μmol/mol（mg/m³）。

注：在计算数据对差的和时，保留数据差值的正、负号。

$$cc = \pm t_{f,0.95} \frac{S_d}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：t_{f,0.95}-----统计常数，由 t 表（见表 2）查得，f=n-1；

S_d-----待测仪器与参比方法测量各数据对差的标准偏差，μmol/mol（mg/m³）。

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (20)$$

表 2 计算置信区间和允许区间参数表

f	t_f	v_f	n'	$u_{n'}(75)$
8	2.306	1.7110	8	1.233
9	2.262	1.6452	9	1.214
10	2.228	1.5931	10	1.208
11	2.201	1.5506	11	1.203
12	2.179	1.5153	12	1.199
13	2.160	1.4854	13	1.195
14	2.145	1.4597	14	1.192
15	2.131	1.4373	15	1.189
16	2.120	1.4176	16	1.187
17	2.110	1.4001	17	1.185
18	2.101	1.3845	18	1.183
19	2.093	1.3704	19	1.181
20	2.086	1.3576	20	1.179
21	2.080	1.3460	21	1.178
22	2.074	1.3353	22	1.177
23	2.069	1.3255	23	1.175
24	2.064	1.3165	24	1.174
25	2.060	1.3081	25	1.173
30	2.042	1.2737	30	1.170
35	2.030	1.2482	35	1.167
40	2.021	1.2284	40	1.165
45	2.014	1.2125	45	1.163
50	2.009	1.1993	50	1.162

7.2.3.2 烟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 烟气湿度测量准确度

- a) 待测仪器烟气湿度测量单元与参比烟气湿度测试方法同步测量烟气湿度，由数据采集器至少每分钟记录 1 个湿度测量值，连续记录至参比方法测量结束。
- b) 取同一时间区间内（一般用参比方法一个样品的测量时间）参比方法与待测仪器烟气湿度测量平均值组成一个数据对，每天至少获得 5 个有效数据对；当多于 5 个时可适当舍去 1~2 个数据对，但必须报告记录全部数据对，包括舍去的数据对和舍弃原因。
- c) 将每天比对全部参比方法测量值与待测仪器测量值数据对的平均值进行比较，计算两者的绝对误差或相对误差，现场检测连续测试 3 天。

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物质应符合 7.1.2、7.1.3 和 7.2.2 的相关要求。

8.2 仪器现场检测参比测量方法应依据 GB/T 16157 标准进行，测量采用国家或行业发布的标准分析方法；可采用仪器分析法，方法原理及操作过程可参见 HJ 76 附录 D 的相关内容。采用仪器分析法进行比对测试时，使用的参比仪器各项技术要求和技术指标应满足本标准的相关要求。每次比对测试前应按照仪器操作说明要求使用零点和量程校准气体对参比采样测量仪器进行正确的零点和量程校准；每次比对测试后应使用同一零点和量程校准气体通入参比采样测量仪器检查校验参比仪器的零点漂移和量程漂移，此时参比采样测量仪器的零点和量程漂移应不超过仪器比对测试设置量程值的±2.5%。

9 检测项目

便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器检测项目见表 3 和表 4。实验室检测和现场检测的相关记录表格参见附录 D。

表 3 便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器实验室检测项目

检测项目		技术要求	检测方法
外观		合格	7.1.4.1
采样管和样品输送管线加热温度		>120 ℃	7.1.4.2
二氧化硫 监测单元	最低检出限	≤1% F.S.	7.1.4.3
	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8
	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9
	干扰成分的影响	±5% F.S.	7.1.4.10
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	负载误差	±5%	7.1.4.12
氮氧化物 监测单元	最低检出限	≤1% F.S.	7.1.4.3
	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8
	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9
	干扰成分的影响	±5% F.S.	7.1.4.10
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	负载误差	±5%	7.1.4.12
	二氧化氮转换效率	≥95%	7.1.4.13
含氧量 监测单元	响应时间（上升时间和下降时间）	≤120 s	7.1.4.4
	重复性	≤2%	7.1.4.5
	示值误差	±2%F.S.	7.1.4.6
	1h 零点漂移和量程漂移	±2%F.S.	7.1.4.7
	环境温度变化的影响	±5%F.S.	7.1.4.8

	供电电压变化的影响	±2%F.S.	7.1.4.9
	平行性	≤5%	7.1.4.11
	绝缘电阻	≥20 MΩ	7.1.4.14

注：F.S.表示满量程。

表 4 便携式二氧化硫和氮氧化物紫外吸收法测量仪器现场检测项目

检测项目		技术要求	检测方法
二氧化硫 监测单元	准确度	排放浓度平均值： ≥250 μmol/mol (715 mg/m ³) 时，相对准确度≤15% ≥50 μmol/mol (143 mg/m ³) ~ <250 μmol/mol (715 mg/m ³) 时， 绝对误差≤20 μmol/mol (57 mg/m ³) ≥20 μmol/mol (57 mg/m ³) ~ <50 μmol/mol (143mg/m ³) 时，相对 误差≤30% <20 μmol/mol (57 mg/m ³) 时，绝对误差≤6 μmol/mol (17 mg/m ³)	7.2.3.1
氮氧化物 监测单元	准确度	排放浓度平均值： ≥250 μmol/mol (513 mg/m ³) 时，相对准确度≤15% ≥50 μmol/mol (103 mg/m ³) ~ <250 μmol/mol (513 mg/m ³) 时， 绝对误差≤20 μmol/mol (41 mg/m ³) ≥20 μmol/mol (41 mg/m ³) ~ <50 μmol/mol (103 mg/m ³) 时，绝 对误差≤30% <20 μmol/mol (41 mg/m ³) 时，绝对误差≤6 μmol/mol (12 mg/m ³)	7.2.3.1
含氧量 监测单元	准确度	相对准确度≤15%	7.2.3.2
湿度 监测单元	准确度	烟气湿度平均值： >5.0%时，相对误差不超过±25% ≤5.0%时，绝对误差不超过±1.5%	7.2.3.3

注：氮氧化物以 NO₂ 计。

附录 A
(规范性附录)

仪器数据采集记录和处理要求

仪器应具有具备数据采集、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。

A.1 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。

A.1.1 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烟气含氧量等。

A.1.2 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、烟气含氧量等。可通过计算显示并记录气态污染物折算浓度。

A.1.3 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。

A.2 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 A.1 和表 A.2 的要求。

表 A.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	0
		≤500	1
2	SO ₂ 、NO _x 质量浓度	>1000	0
		≤1000	1
3	含氧量	% V/V	2
4	湿度	%	1

表 A.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 (5 s)	YYYYMMDDHHMMSS	时间标签为数据采集的时刻，数据为相应时刻采集的测量瞬时值	20140628130815 为 2014 年 6 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 09 分 00 秒之间的测量平均值

A.3 数据处理计算方法和公式要求

A.3.1 污染物浓度转换计算公式

1) 污染物工况浓度（实测状态）与标况浓度（标准状态）转换按公式（A1）计算：

$$C_{sn} = C_s \times \frac{101325}{B_a + P_s} \times \frac{273 + t_s}{273} \dots\dots\dots (A1)$$

式中：C_{sn}-----污染物标准状态下质量浓度，mg/m³；
 C_s-----污染物工况条件下质量浓度，mg/m³；
 B_a-----仪器使用地点的环境大气压值，Pa；
 P_s-----烟气静压值，Pa；
 t_s-----烟气温度，℃。

注：公式（A1）中工况浓度与标况浓度的干/湿基状态应相同。

2) 污染物干基浓度和湿基浓度转换按公式（A2）计算：

$$C_{干} = \frac{C_{湿}}{1 - X_{sw}} \dots\dots\dots (A2)$$

式中：C_干-----污染物干基浓度，μmol/mol（mg/m³）；
 C_湿-----污染物湿基浓度，μmol/mol（mg/m³）；
 X_{sw}-----烟气绝对湿度（又称水分含量），%。

注：公式（A2）中干基浓度与湿基浓度的工况状态条件应相同；含氧量干/湿基浓度转换计算方法与公式（A2）相同。

3) 气态污染物体积浓度与标准状态下质量浓度转换可按公式（A3）计算：

$$C_Q = \frac{M}{22.4} \times C_V \dots\dots\dots (A3)$$

式中：C_Q-----污染物的质量浓度，mg/m³；
 M-----污染物的摩尔质量，g/mol；
 C_V-----污染物的体积浓度，μmol/mol。

4) 氮氧化物（NO_x）质量浓度以NO₂计，其质量浓度按公式（A4）或（A5）计算：

$$C_{NO_x} = C_{NO} \times \frac{M_{NO_2}}{M_{NO}} + C_{NO_2} \dots\dots\dots (A4)$$

式中：C_{NO_x}-----氮氧化物质量浓度，mg/m³；
 C_{NO}-----一氧化氮质量浓度，mg/m³；
 C_{NO₂}-----二氧化氮质量浓度，mg/m³；
 M_{NO₂}-----二氧化氮摩尔质量，g/mol；
 M_{NO}-----一氧化氮摩尔质量，g/mol。

$$C_{NO_x} = (C_{NOV} + C_{NO2V}) \times \frac{M_{NO_2}}{22.4} \dots\dots\dots (A5)$$

式中：C_{NOV}-----一氧化氮的体积浓度，μmol/mol；
 C_{NO2V}-----二氧化氮的体积浓度，μmol/mol。

A.3.2 污染物质量浓度分钟数据计算公式

污染物质量浓度分钟数据按公式（A6）计算：

$$\overline{C_{Qj}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{Qi}}{n} \dots\dots\dots (A6)$$

式中： $\overline{C_{Qj}}$ -----仪器第 j 分钟测量污染物干基标态质量浓度平均值， mg/m^3 ；
 C_{Qi} -----仪器最大间隔 5 s 采集测量的污染物干基标态质量浓度瞬时值， mg/m^3 ；
 n ----- 仪器在该分钟内有效测量的瞬时数据数，（ n 为整数， $n \geq 12$ ）。

注：烟气含氧量计算方法与公式与（A6）相同。

A.3.3 污染物折算浓度计算公式

1) 对于污染物排放标准中规定了行业排放标准过量空气系数的污染源类型，其污染物排放折算浓度按公式（A7）计算：

$$C_{折} = C_{sn干} \times \frac{\alpha}{\alpha_s} \dots\dots\dots (A7)$$

式中： $C_{折}$ -----折算成实际过量空气系数时的污染物排放浓度， mg/m^3 ；
 $C_{sn干}$ -----污染物标准状态下干基质量浓度， mg/m^3 ；
 α -----实际测量的污染源过量空气系数；
 α_s -----排放标准中规定的该行业标准过量空气系数。

2) 公式（A7）中的实际测量的过量空气系数 α 按公式（A8）计算：

$$\alpha = \frac{21\%}{21\% - C_{VO2干}} \dots\dots\dots (A8)$$

式中： $C_{VO2干}$ -----排放烟气中含氧量干基体积浓度，%。

3) 对于污染物排放标准中规定了行业排放标准含氧量的污染源类型，其污染物排放折算排放浓度按公式（A9）计算：

$$C_{折} = C_{sn干} \times \frac{21\% - C_{O2s}}{21\% - C_{VO2干}} \dots\dots\dots (A9)$$

式中： C_{O2s} -----排放标准中规定的该行业标准含氧量，%。

A.4 数据软件功能和输出要求

- 1) 仪器软件的显示和操作界面均应为简体中文。
- 2) 仪器软件能够显示和记录仪器监测污染物和烟气参数的监测分钟数据；可查询和导出规定存储设定时间段内的污染物和烟气参数测量分钟数据。
- 3) 仪器应具备至少存储 3 个月 1 min 均值数据的存储空间。
- 4) 软件应具有支持打印监测数据的功能。
- 5) 仪器应配置 RS232 或 USB 接口，用于对外数据输出和通讯。

附录 B
(资料性附录)

仪器样气输送管线和除湿设备技术要求

B.1 仪器样气加热输送管线技术要求见表 B.1。

表 B.1 仪器样气加热输送管线技术要求

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	加热线达到设定温度 (120~220) °C 时, 表面温度小于等于 55 °C
气密性能	冷状态下加热管线气路耐压 ≥ 0.6 MPa

B.2 仪器样气除湿设备技术要求见表 B.2。

表 B.2 仪器样气除湿设备技术要求

检测项目	技术要求
稳定性能	除湿设备稳定后温度波动范围 ± 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 ≥ 250 μmol/mol (715 mg/m ³) 时, SO ₂ 丢失率 ≤ 5% SO ₂ 浓度 ≥ 50 μmol/mol (143 mg/m ³) ~ < 250 μmol/mol (715 mg/m ³) 时, SO ₂ 丢失率 ≤ 8% SO ₂ 浓度 < 50 μmol/mol (143 mg/m ³) 时, SO ₂ 丢失量 ≤ 5 μmol/mol (14 mg/m ³)

附录 C
(资料性附录)
仪器气密性现场检查方法

C.1 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。

C.2 使用仪器配置的专用密封部件密封仪器采样管入口。

C.3 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。

C.4 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 30 s，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）

C.5 符合 C.4 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。

C.6 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。

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

表 D.1 仪器最低检出限检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 污染物名称 计量单位 标准气体浓度
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

检测次数	仪器测量值
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
平均值	
标准偏差	
最低检出限	

表 D.2 仪器响应时间检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位 标准气体浓度
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

气体名称	测试时间	气体浓度	测量结果			
			上升时间	平均值	下降时间	平均值

表 D.3 仪器重复性检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位 标准气体浓度
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

序号	仪器测量值
1	
2	
3	
4	
5	
6	
平均值	
标准偏差	
相对标准误差 S_r (%)	

表 D.4 仪器示值误差检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

测量点	标准气体 标称值	测量次数	测量值	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.5 仪器漂移检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位 标准气体浓度
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

仪器 编号	时间		计量单位 ()						备注
			零点读数		零点漂移	量程校准标气读数		量程漂移	
	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.6 仪器环境温度变化的影响检测记录

测试人员 _____ 仪器生产厂家 _____
 测试地点 _____ 仪器型号, 编号 _____ 仪器原理 _____
 气体名称 _____ 计量单位 _____ 标准气体浓度 _____
 仪器检测量程 _____ 测试日期 年 月 日

环境温度点 (°C)	实际温度值 (°C)	测量结果	
		零点气体测量值	量程校准气体测量值
20			
40			
20			
0 (5)			
20			
环境温度变化的影响 (%)			

表 D.7 仪器供电电压变化的影响检测记录

测试人员 _____ 仪器生产厂家 _____
 测试地点 _____ 仪器型号, 编号 _____ 仪器原理 _____
 气体名称 _____ 计量单位 _____ 标准气体浓度 _____
 仪器检测量程 _____ 测试日期 年 月 日

检测日期	次数	测量结果		
		正常电压下 测量值	高于正常电压 10% 测量值	低于正常电压 10% 测量值
	1			
	2			
	3			
	平均值			
供电电压变化的影响 (%)				

表 D.8 仪器干扰成分的影响检测记录

测试人员 _____ 仪器生产厂家 _____
 测试地点 _____ 仪器型号, 编号 _____ 仪器原理 _____
 仪器检测量程 _____ 测试日期 年 月 日

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.9 仪器平行性检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

标准气体	1#仪器测量值 (C_1)	2#仪器测量值 (C_2)	3#仪器测量值 (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.10 仪器负载误差检测记录

测试人员 仪器生产厂家
 测试地点 仪器型号, 编号 仪器原理
 气体名称 计量单位 标准气体浓度
 仪器检测量程 测试日期 年 月 日

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

表 D. 11 二氧化氮转换效率检测记录

测试人员

仪器生产厂家

测试地点

仪器型号，编号

仪器原理

气体名称

计量单位

标准气体浓度

仪器检测量程

测试日期 年 月 日

检测日期	标气名称	(20%~80%) 满量程标准气体检测结果			
		保证值			
	二氧化氮	实测值	1		
			2		
			3		
			平均值		
		转换效率(%)			
检测日期	检测结果				转换效率(%)
	测试值			平均值	
	未启动臭氧发生器	NO	1		
			2		
			3		
		NO _x	1		
			2		
			3		
	启动臭氧发生器	NO	1		
			2		
			3		
		NO _x	1		
			2		
			3		

表 D. 12 仪器现场检测准确度检测记录

测试人员
测试地点位置
气体名称
参比方法仪器名称
参比方法仪器原理

仪器生产厂家
仪器型号, 编号
计量单位
参比方法仪器型号、编号

仪器原理
仪器检测量程

测试日期 年 月 日

样品编号	开始结束时间 (时、分)		参比方法仪器测量值 A	待测仪器测量值 B	数据对差= B-A
参比方法平均值					
数据对差的平均值的绝对值					
数据对差的标准偏差					
置信系数					
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	