

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ□□□-201□

环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃和CO）连续 监测系统技术要求及检测方法（试行）

Specifications and Test Procedures for Ambient Air Quality Continuous
Monitoring System for SO₂、NO₂、O₃ and CO (on trial)

（征求意见稿）

201□-□□-□□发布

201□-□□-□□实施

环 境 保 护 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 环境空气气态污染物连续监测系统.....	2
5 技术要求.....	5
6 系统性能指标.....	9
7 检测方法.....	12
8 检测项目.....	19
附录 A（规范性附录）零气发生器性能指标.....	21
附录 B（资料性附录）原始数据记录表.....	22

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》和《环境空气质量标准》(GB 3095—2012),规范环境空气气态污染物(SO₂、NO₂、O₃、CO)连续监测系统的性能、质量,制定本标准。

本标准规定了环境空气气态污染物(SO₂、NO₂、O₃、CO)连续监测系统(以下简称监测系统)系统的组成、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准中附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由环境保护部科技标准司组织制订。

本标准主要起草单位:中国环境监测总站。

本标准环境保护部 201□年□□月□□日批准。

本标准自 201□年□□月□□日起实施。

本标准由环境保护部解释。

环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃和CO）连续监测系统 技术要求及检测方法（试行）

1 适用范围

本标准规定了环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续监测系统的组成结构、技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续监测系统的设计、生产和检测。

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 3095-2012 环境空气质量标准

GB 4793.1 测量、控制和试验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求(IEC 61010-1: 2001, IDT)

HJ/T 193-2005 环境空气质量连续监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

环境空气质量连续监测 automated methods for air quality monitoring

在监测点位采用连续监测仪器对环境空气质量进行连续的样品采集、处理、分析的过程。

3.2

点式分析仪器 point analyzer

在固定点上通过采样系统将环境空气吸入并测定空气污染物浓度的监测分析仪器。

3.3

开放光程分析仪器 open path analyzer

采用从发射端发射光束经开放环境到接收端的方法测定该光束光程上平均空气污染物浓度的仪器。

3.4

零气 zero gas

用于校准连续监测系统零点的气体。

3.5

量程气 span gas

用于校准连续监测系统（80%~100%）量程的标准气体

3.6

零点漂移 zero drift

在未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，仪器按规定的时间运行后，仪器的读数

与零输入之间的偏差。

3.7

量程漂移 span drift

在未进行计划外的维修、保养或调节的前提下，仪器按规定的时间运行后，仪器的读数与已知参考值之间的偏差。

3.8

无人值守工作时间 period of unattended operation

仪器的长期漂移 ($\geq 7d$) 满足指标要求且无故障的最小时间间隔。

3.9

转换效率 converter efficiency

将 NO_2 转换为 NO 的效率。

3.10

标准状态 standard state

指温度为 273 K，压力为 101.325 kPa 时的状态。本标准中的污染物浓度均为标准状态下的浓度。

3.11

ppm parts per million

百万分之一体积浓度。

3.12

ppb parts per billion

十亿分之一体积浓度。

3.13

光程 optical path

开放光程分析仪器的监测光束由光源发射端到接收端所经过的路径长度。

3.14

零光程 zero optical path

开放光程分析仪器处于校准状态下，光从光源发射端到接收端的光程，远小于实际测量时的光程，被称为零光程。

3.15

等效浓度 equivalent concentration

在仪器测量光路中放置校准池，通入标准气体，根据测量光程与校准池长度的比例将标准气体浓度值转化为实际校准浓度值，该浓度值为等效浓度。本标准中所有适用于开放光程仪器技术指标检测方法的标准气体浓度值均为等效浓度值。

4 环境空气气态污染物连续监测系统

环境空气气态污染物连续监测系统分为点式连续监测系统和开放光程连续监测系统。环境空气质量连续监测系统分析方法见表 1。

表 1 分析仪器推荐选择的分析方法

监测项目	点式分析仪器	开放光程分析仪器
NO ₂	化学发光法	差分吸收光谱分析法
SO ₂	紫外荧光法	差分吸收光谱分析法
O ₃	紫外光度法	差分吸收光谱分析法
CO	非分散红外吸收法（气体过滤相关法）	/

4.1 点式连续监测系统

4.1.1 系统组成

系统由采样装置、校准设备、分析仪器和数据采集传输设备组成，如图 1 所示。

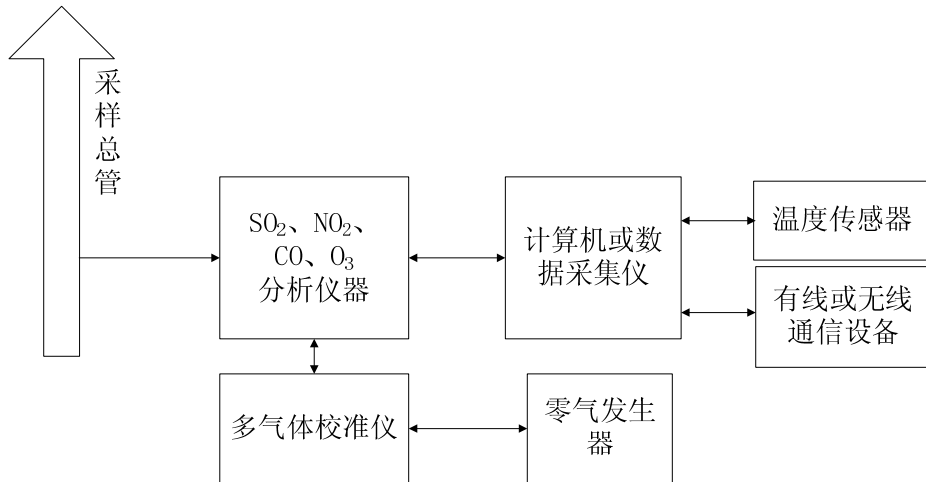


图 1 点式气态污染物连续监测系统组成示意图

4.1.2 采样装置

多台点式分析仪器可共用一套多支路采样装置进行样品采集。采样装置的材料和安装应不影响仪器测量。采样装置的具体要求见 5.1.4.1。

4.1.3 校准设备

校准设备主要由零气发生器和多气体动态校准仪组成。校准设备用于对分析仪器进行校准。校准设备的具体要求见 5.1.4.2。

4.1.4 数据采集和传输设备

数据采集和传输设备用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令传输监测数据和设备工作状态信息。

4.2 开放光程连续监测系统

4.2.1 系统组成

开放光程监测系统由开放的测量光路、分析仪器、数据传输和采集设备、校准设备等组成，结构如图 2 所示。

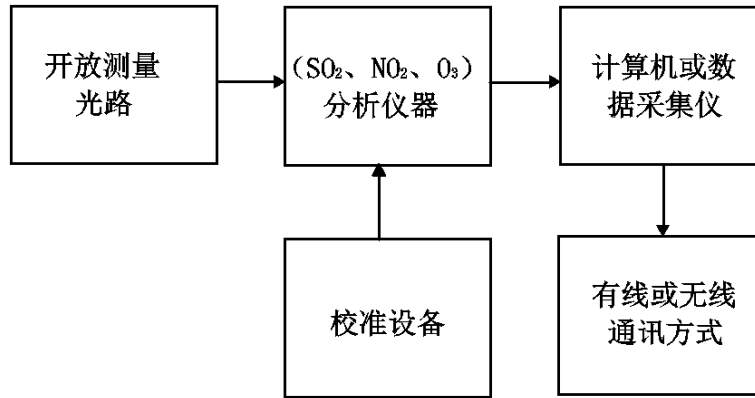


图2 开放光程监测系统组成

4.2.2 开放测量光路

从光源发射端到接收端之间的光程。

4.2.3 分析仪器

开放光程分析仪器主要由光源、发射及接收单元、光谱信号采集处理单元等组成。光源发出的光通过发射装置进入环境空气中，经过环境空气中的特征污染气体组分的吸收后，被接收端接收，通过光纤送入光谱仪中，转换成电信号并被送入计算机进行分析处理，并最终输出气态污染物浓度的测量值。

4.2.4 校准单元

运用等效浓度原理，通过在测量光路上架设不同长度的样品池，来等效不同浓度的标准气体，以完成校准的工作。标定池的制作材质应采用具有较高紫外透过率的石英材质，标定架与望远镜的连接处具有可靠的锁紧装置。

标定结构如图3所示。

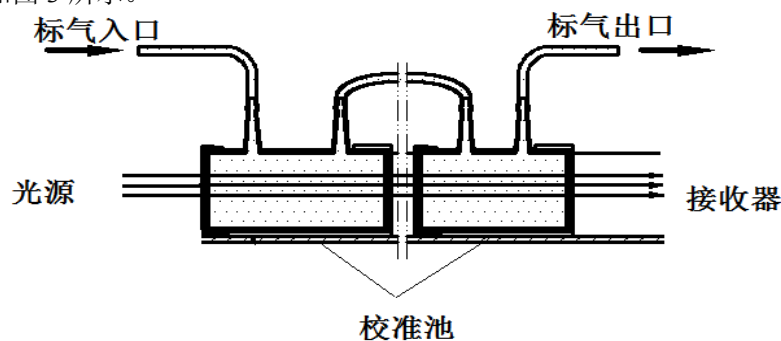


图3 校准装置示意图

4.2.5 数据采集和传输单元

数据采集和传输单元用于采集、处理和存储监测数据，并能按中心计算机指令定时或随时向中心计算机传输监测数据和设备工作状态信息。

5 技术要求

5.1 点式连续监测系统技术要求

5.1.1 外观要求

5.1.1.1 监测系统应具有产品铭牌，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。

5.1.1.2 监测系统仪器表面应完好无损，无明显缺陷，各零、部件连接可靠，各操作键、按钮灵活有效。

5.1.1.3 仪器主机面板显示清晰，字符、标识易于识别。

5.1.2 环境条件

监测系统在以下环境条件中应能正常工作。

(1) 环境温度：(15~35) °C；

(2) 相对湿度：≤85%；

(3) 大气压：(50~106) kPa；

(4) 供电电压：AC (220±22) V，频率 (50±1) Hz。

5.1.3 安全要求

5.1.3.1 绝缘电阻

在环境温度为(15~35) °C，相对湿度≤85%条件下，监测仪电源端子对地或机壳的绝缘电阻不小于20MΩ。

5.1.3.2 绝缘强度

在环境温度为(15~35) °C，相对湿度≤85%条件下，连续监测仪在1500V（有效值）、50Hz正弦波实验电压下持续1min，不应出现击穿或飞弧现象。

5.1.4 功能要求

5.1.4.1 采样装置

1) 多支路采样装置有两种组成形式：垂直层流式采样总管(图4)和竹节式采样总管(图5和图6)。

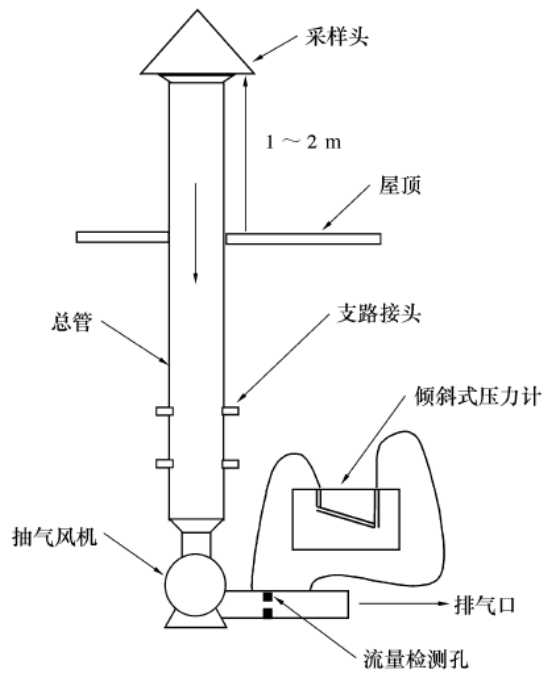


图4 垂直层流式采样总管

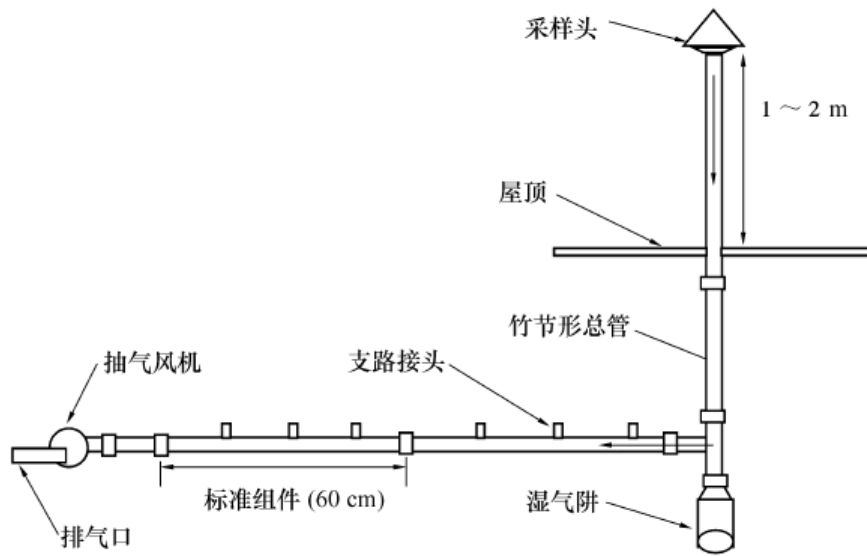


图5 竹节式采样总管 (1)

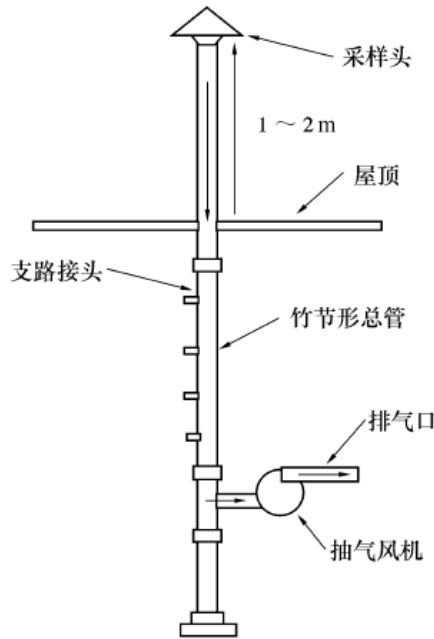


图 6 竹节式采样总管 (2)

2) 采样装置总管入口应防止雨水和粗大的颗粒物进入，同时应避免鸟类、小动物和大型昆虫进入。采样头的设计应保证采样气流不受风向影响，稳定进入采样总管。

3) 总管内径选择在1.5~15cm之间，采样总管内的气流应保持层流状态，采样气体在总管内的滞留时间应小于20s。总管进口至抽气风机出口之间的压降要小，所采集气体样品的压力应接近大气压。支管接头应设置于采样总管的层流区域内，各支管接头之间间隔距离大于8cm。

4) 多支路采样装置的制作材料，应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料。一般以聚四氟乙烯或硼硅酸盐玻璃等作为制作材料；对于只用于监测NO₂和SO₂的采样总管，也可选用不锈钢材料。

5) 分析仪器与支管接头连接的管线也应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料。

6) 在分析仪器的采样入口与支管气路的结合部之间安装孔径 $\leq 5\mu\text{m}$ 聚四氟乙烯滤膜。

7) 为了防止因室内外空气温度的差异而致使采样总管内壁结露对监测物质吸附，需要对总管和影响较大的管线外壁加装保温套或加热器，加热温度一般控制在30℃~50℃。

8) 分析仪器与支管接头连接的管线长度不能超过3m，同时应避免空调机的出风直接吹向采样总管和支管。

9) 在分析仪器管线与支管接头连接时，为防止结露水流和管壁气流波动的影响，应将管线与支管连接端伸向总管接近中心的位置，然后再做固定。

10) 在不使用采样总管时，可直接用管线采样，但是采样管线应选用不与被监测污染物发生化学反应和不释放有干扰物质的材料，采样气体滞留在采样管线内的时间应小于20s。

5.1.4.2 校准设备

1) 监测系统的校准设备应具备自动校准功能；

2) 零气发生器除掉杂质气体后, 零气质量应符合附录A的要求。

5.1.4.3 分析仪器

1) 能够显示和设置系统时间;

2) 能够显示仪器内部工作状态的参数信息, 并至少每5min记录系统的采样流量等工作状态信息;

3) 仪器能够显示实时数据, 并能够记录存储分钟均值数据, 具备查询历史数据的功能;

4) 具备时间标签功能, 数据为相应时段的平均值;

5) 具备模拟信号或数字信号输出功能;

6) 具有中文数据采集和控制软件;

7) 对各监测数据实时采集、存储、计算, 并能以报表或报告形式输出, SO_2 、 NO_2 、 O_3 输出标准状态下的质量浓度单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO 输出标准状态下的质量浓度单位为 mg/m^3 , 并具有质量浓度和体积浓度单位切换功能;

8) 系统掉电后, 能自动保存数据; 恢复供电后系统可自动启动, 恢复运行状态并正常工作。

5.2 开放光程连续监测系统技术要求

5.2.1 外观要求

参见5.1.1。

5.2.2 环境条件

监测系统在以下工作环境中应能正常工作。

(1) 分析仪环境温度: $(15\sim 35)^\circ\text{C}$;

角反射镜环境温度: $(-30\sim 50)^\circ\text{C}$;

(2) 相对湿度: $\leq 85\%$;

(3) 大气压: $(50\sim 106)\text{kPa}$;

(4) 供电电压: $\text{AC}(220\pm 22)\text{V}$, 频率 $(50\pm 1)\text{Hz}$ 。

5.2.3 安全要求

参见5.1.3。

5.2.4 功能要求

5.2.4.1 校准设备

1) 系统应具有自动记录测量灯谱的功能;

2) 等效校准装置应至少配备4种不同长度的校准池, 校准池材质应选用高透光率的材质。

5.2.4.2 分析仪器

1) 能够显示和设置系统时间;

2) 能够显示仪器内部工作状态的参数信息, 并至少每5min记录系统的工作状态信息;

3) 仪器能够显示实时数据, 并能够记录存储分钟均值数据, 具备查询历史数据的功能;

4) 具备时间标签功能, 数据为相应时段的平均值;

- 5) 具备模拟信号或数字信号输出功能;
- 6) 具有中文数据采集和控制软件;
- 7) 对各监测数据实时采集、存储、计算,并能以报表或报告形式输出,输出标准状态下的质量浓度单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,并具有质量浓度和体积浓度单位切换功能。

6 系统性能指标

6.1 点式连续监测系统性能指标

6.1.1 分析仪性能指标

6.1.1.1 量程范围

SO₂、NO₂、O₃分析仪量程范围: 0~500 ppb, 最小显示单位0.1ppb或 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$;

CO分析仪量程范围: 0~50 ppm, 最小显示单位0.1ppm或 $1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.1.1.2 零点噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪零点噪声: ≤ 1 ppb;

CO分析仪零点噪声: ≤ 0.5 ppm。

6.1.1.3 最低检出限

SO₂、NO₂、O₃分析仪最低检出限: ≤ 2 ppb;

CO分析仪最低检出限: ≤ 1 ppm。

6.1.1.4 量程噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪量程噪声: ≤ 5 ppb;

CO分析仪量程噪声: ≤ 1 ppm。

6.1.1.5 线性误差

SO₂、NO₂、CO分析仪线性误差: $\pm 2\%$ 满量程;

O₃分析仪线性误差: $\pm 4\%$ 满量程。

6.1.1.6 量程精密度

SO₂、NO₂、O₃分析仪20%量程精密度: ≤ 5 ppb;

SO₂、NO₂、O₃分析仪80%量程精密度: ≤ 10 ppb;

CO分析仪20%量程精密度: ≤ 0.5 ppm;

CO分析仪80%量程精密度: ≤ 0.5 ppm。

6.1.1.7 24h 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h零点漂移: ± 5 ppb;

CO分析仪24h零点漂移: ± 1 ppm。

6.1.1.8 24h 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h 20%量程漂移: ± 5 ppb;

CO分析仪的24h 20%量程漂移: ± 1 ppm。

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h 80%量程漂移: ± 10 ppb;

CO分析仪的24h 80%量程漂移: ± 1 ppm。

6.1.1.9 响应时间(上升时间/下降时间)

SO₂分析仪响应时间(上升时间/下降时间): ≤ 5 min;

NO₂分析仪响应时间(上升时间/下降时间): ≤ 5 min;

O₃分析仪响应时间（上升时间/下降时间）：≤5 min；

CO分析仪响应时间（上升时间/下降时间）：≤4 min。

6.1.1.10 电压稳定性

供电电压变化±10%，分析仪读数的变化：±1%满量程。

6.1.1.11 流量稳定性

流量稳定性：±10%。

6.1.1.12 环境温度变化的影响

15~35℃环境温度范围内：

SO₂分析仪温度变化的影响≤1ppb/℃；

NO₂分析仪温度变化的影响≤3ppb/℃；

O₃分析仪温度变化的影响≤1ppb/℃；

CO分析仪温度变化的影响≤0.3ppm/℃。

6.1.1.13 干扰成分的影响

分析仪干扰成分的影响指标要求见表2。

表2 分析仪干扰成分的影响指标

SO ₂ 分析仪	NO ₂ 分析仪	O ₃ 分析仪	CO分析仪
±4% F.S. (2% H ₂ O)	±4% F.S. (2.5% H ₂ O)	±4% F.S. (2% H ₂ O)	±5% F.S. (2.5% H ₂ O)
±4% F.S. (0.1ppm 甲苯)	±4% F.S. (1ppm NH ₃)	±4% F.S. (1ppm 甲苯)	±5% F.S. (1000ppm CO ₂)
±4% F.S. (3000ppm CH ₄)	±4% F.S. (200ppb O ₃)	±4% F.S. (0.2ppm SO ₂)	/
/	±4% F.S. (500ppb SO ₂)	±6% F.S. (0.5ppm NO/NO ₂)	/

6.1.1.14 采样口和校准口浓度偏差

分析仪采样口和校准口浓度偏差：±1%。

6.1.1.15 NO₂-NO 转换效率

NO₂分析仪中NO₂-NO转化器的转换效率≥96%。

6.1.1.16 无人值守工作时间

1) 7d零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪7d零点漂移：±10 ppb；

CO分析仪7d零点漂移：±2 ppm。

2) 7d量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪7d 80%量程漂移：±20 ppb；

CO分析仪的7d 80%量程漂移：±2 ppm。

3) 连续运行60天，平均每次故障间隔天数≥7d。

6.1.2 多气体动态校准仪

1) 稀释比率：1:100~1:1000；

2) 流量计准确度：±1%；

3) 臭氧发生准确度：±2%。

6.2 开放光程连续监测系统性能指标

6.2.1 量程范围

SO₂、NO₂、O₃分析仪量程范围：0~500 ppb，最小显示单位0.1ppb或1μg/m³；

6.2.2 零点噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪零点噪声：≤1 ppb；

6.2.3 最低检出限

SO₂、NO₂、O₃分析仪最低检出限：≤2 ppb；

6.2.4 量程噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪量程噪声：≤5 ppb；

6.2.5 线性误差

SO₂、NO₂分析仪线性误差：±2%满量程；

O₃分析仪线性误差：±4%满量程。

6.2.6 量程精密度

SO₂、NO₂、O₃分析仪20%量程精密度：≤5 ppb；

SO₂、NO₂、O₃分析仪80%量程精密度：≤10 ppb；

6.2.7 24h 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h零点漂移：±5 ppb；

6.2.8 24h 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h 20%量程漂移：±5 ppb；

SO₂、NO₂、O₃分析仪24h 80%量程漂移：±10 ppb；

6.2.9 响应时间（上升时间/下降时间）

SO₂分析仪响应时间（上升时间/下降时间）：≤5 min；

NO₂分析仪响应时间（上升时间/下降时间）：≤5 min；

O₃分析仪响应时间（上升时间/下降时间）：≤5 min；

6.2.10 电压稳定性

供电电压变化±10%，分析仪读数的变化：±1%满量程。

6.2.11 环境温度变化的影响

（15~35）℃环境温度范围内：

SO₂分析仪温度变化的影响≤1ppb/℃；

NO₂分析仪温度变化的影响≤3ppb/℃；

O₃分析仪温度变化的影响≤1ppb/℃；

6.2.12 干扰成分的影响

分析仪干扰成分的影响指标要求见表3。

表3 析仪干扰成分的影响指标

SO ₂ 分析仪	NO ₂ 分析仪	O ₃ 分析仪
±3% F.S. (0.035ppm 苯)	±2% F.S. (0.33ppm NH ₃)	±5% F.S. (0.035 ppm 苯)
±2% F.S. (3000ppm CH ₄)	±2% F.S. (200ppb O ₃)	±2% F.S. (0.3ppm SO ₂)
/	±2% F.S. (300ppb SO ₂)	±2% F.S. (0.35ppm NO/NO ₂)

6.2.13 校准池长度的影响

SO₂、NO₂、O₃分析仪≤2%；

6.2.14 光源强度的影响

SO₂、NO₂分析仪≤2%满量程；

O₃分析仪≤4%满量程。

6.2.15 无人值守工作时间

1) 7d零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪7d零点漂移：±10 ppb；

2) 7d量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪7d 80%量程漂移：±20 ppb；

3) 连续运行60天，平均每次故障间隔天数≥7d。

7 检测方法

7.1 点式连续监测系统检测方法

7.1.1 零点噪声

仪器预热校准稳定后，设置数据记录系统每2min获取该时间段的数据的平均值（记为1个数据）；将零点校准气通入分析仪，稳定后连续通60min，记录仪器输出值 r_i ，获得至少25个数据；按公式（1）计算所取得数据的标准偏差 S_0 ，零点噪声应符合6.1.1.2要求。

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (1)$$

式中： S_0 -----零点噪声；

r_i -----第*i*次测量值；

n -----取得数据个数；

\bar{r} -----*i*次测量值的算术平均值。

7.1.2 最低检出限

按公式（2）计算最低检测限 R_{DL} ，应符合6.1.1.3要求。

$$R_{DL} = 2S_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中： R_{DL} -----最低检测限；

S_0 -----零点噪声值。

7.1.3 量程噪声

仪器预热校准稳定后，设置数据记录系统每2min获取该时间段的数据的平均值（记为1个数据）；将80%量程标准气体通入分析仪，稳定后连续通60min，记录仪器输出值 r_i ，获得至少25个数据；按公式（3）计算所取得数据的标准偏差 S ，量程噪声应符合6.1.1.4要求。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (3)$$

式中： S -----量程噪声；

r_i -----第 i 次测量值；
 n -----取得数据个数；
 \bar{r} ----- i 次测量值的算术平均值。

7.1.4 线性误差

仪器稳定后分别进行零点校准和量程校准，通入浓度约为50%满量程的标准气体，读数稳定后记录显示值；零点校准气体和50%满量程的标准气体交替测试，重复测量3次，按公式（4）计算线性误差 L_e 应符合6.1.1.5要求。

$$L_e = \frac{(\overline{C_d} - C_s)}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中： L_e -----线性误差；
 C_s -----标准气体浓度值；
 $\overline{C_d}$ -----标准气体3次测定浓度平均值；
 R -----仪器量程值。

7.1.5 量程精密度

仪器预热校准稳定后，分别通入20%量程标准气体和80%量程标准气体，读数稳定后分别记录20%量程标准气体显示值 x_i 和80%量程标准气体显示值 y_i ，重复上述操作测量至少6次以上，分别按公式（5）和公式（6）计算仪器20%量程精密度 P_{20} 和80%量程精密度 P_{80} ，量程精密度应符合6.1.1.6要求。

$$P_{20} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

$$P_{80} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (6)$$

式中： P_{20} -----仪器 20%量程精密度；
 P_{80} -----仪器80%量程精密度；
 x_i -----20%量程标准气体第 i 次测量值；
 y_i -----80%量程标准气体第 i 次测量值；
 \bar{x} -----20%量程标准气体测量算术平均值；
 \bar{y} -----80%量程标准气体测量算术平均值；
 n -----测量次数 ($n \geq 6$)。

7.1.6 24h 零点漂移和 24h 量程漂移

仪器预热校准稳定后，采用手动或自动的方式通入零点标准气体，记录仪器零点稳定读数为 Z_0 ；然后通入浓度约为满量程 20%的校准气体，记录 20%量程稳定读数为 M_{20} ；继续通入浓度约为满量程 80%的量程校准气体，记录 80%量程稳定读数为 M_{80} 。仪器正常工作 24h 后，分别通入上述三种标准气体，重复上述操作，并分别记录稳定后读数。分别按公式（8）、（9）、（10）计算仪器的 24h 零点漂移 ZD 、24h 20%量程漂移 MSD 和 24h 80%量程漂

移 USD, 然后可对仪器进行自动零点和量程校准, 重复测试 8 天, 记录 24h 零点漂移值 ZD、24h 20%量程漂移 MSD 和 24h 80%量程漂移 USD, 最大值应分别符合 6.1.1.7 和 6.1.1.8 要求。

$$ZD_n = Z_n - Z_{n-1} \dots\dots\dots (8)$$

$$MSD_n = M_{20n} - M_{20n-1} \dots\dots\dots (9)$$

$$USD_n = M_{80n} - M_{80n-1} \dots\dots\dots (10)$$

式中: ZD_n -----仪器第 n 天的 24h 零点漂移;
 MSD_n -----仪器第 n 天的 24h 20%量程漂移;
 USD_n -----仪器第 n 天的 24h 80%量程漂移;
 Z_n -----仪器第 n 天的零点测量值;
 M_{20} -----仪器第 n 天的 20%量程测量值;
 M_{80} -----仪器第 n 天的 80%量程测量值;
 n -----测试天数, $n \geq 1$ 。

7.1.7 响应时间 (上升时间/下降时间)

仪器预热校准稳定后, 通入零点标准气体, 待读数稳定后立即通入浓度约为满量程 80%的量程标准气体, 同时用电子秒表开始计时, 记录当显示值上升达到标准气体浓度值 90%时所用的时间, 该时间即为仪器的上升响应时间。

满量程80%的量程标准气体读数稳定后, 通入零点标准气体, 同时用电子秒表开始计时, 记录当显示值下降至量程标准气体浓度值10%时所用的时间, 该时间即为仪器的下降响应时间。

响应时间每天测试 1 次, 重复测量 3 天, 计算平均值, 应 6.1.1.9 要求。

7.1.8 电压稳定性

仪器预热校准稳定后, 在正常电压条件下, 通入 80%量程校准气体, 稳定后记录仪器读数 W; 调节供电电压为正常电压值的 110%, 通入同一浓度量程校准气体, 稳定后记录仪器读数 X; 同样调节供电电压为正常电压值的 90%, 通入同一浓度量程校准气体, 稳定后记录仪器读数 Y。按公式 (11) 计算电压变化的稳定性 V (取最大值), 应符合 6.1.1.10 要求。

$$V = \frac{X - W}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Y - W}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中: V-----电压变化的稳定性;
W-----初始电压条件下量程标准气体读数;
X-----调节供电电压为正常电压值的 110%时, 通量程标准气体仪器读数;
Y-----调节供电电压为正常电压值的90%时, 通量程标准气体仪器读数。

7.1.9 流量稳定性

仪器预热校准稳定后, 调整系统初始进样流量为设定流量值 RM_0 , 连续运行 8 天, 每天定时记录系统进样流量值 RC_i , 按公式 (12) 计算每天的系统进样流量与初始设定流量值的相对误差 d_{Qi} ; 其测试结果最大值应符合 6.1.1.11 要求。

$$d_{Qi} = \frac{RC_i - RM_0}{RM_0} \times 100\% \dots\dots\dots (12)$$

式中： d_{Q_i} -----第 i 天的进样流量稳定性；
 RC_i -----第 i 天测量的系统进样流量值；
 RM_0 -----系统初始设定进样流量值。

7.1.10 环境温度变化的影响

1) 将分析仪器放置在恒温环境内正常运行，设置温度为 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ ，稳定至少30min，通入零点和80%量程标准气体，分别记录零点读数 Z_0 和80%量程读数 M_0 ；

2) 缓慢调节恒温环境温度为 $(35\pm 1)^\circ\text{C}$ ，稳定至少30min，通入零点和80%量程标准气体，分别记录零点读数 Z_1 和80%量程读数 M_1 ；

3) 缓慢调节恒温环境温度为 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ ，稳定至少30min，通入零点和80%量程标准气体，分别记录零点读数 Z_2 和80%量程读数 M_2 ；

4) 缓慢调节恒温环境温度为 $(15\pm 1)^\circ\text{C}$ ，稳定至少30min，通入零点和80%量程标准气体，分别记录零点读数 Z_3 和80%量程读数 M_3 ；

5) 缓慢调节恒温环境温度为 $(25\pm 1)^\circ\text{C}$ ，稳定至少30min，通入零点和80%量程标准气体，分别记录零点读数 Z_4 和80%量程读数 M_4 ；

6) 按公式(13)计算环境温度变化的影响(最大值)应符合6.1.1.12要求。

$$b_{st} = \frac{M_3 - \frac{M_2 + M_4}{2}}{10} \text{ 或 } \frac{M_1 - \frac{M_0 + M_2}{2}}{10} \dots\dots\dots (13)$$

式中： b_{st} -----环境温度影响量；
 M_0 -----环境温度 25°C ，80%量程第一次读数；
 M_1 -----环境温度 35°C ，80%量程读数；
 M_2 -----环境温度 25°C ，80%量程第二次读数；
 M_3 -----环境温度 15°C ，80%量程读数；
 M_4 -----环境温度 25°C ，80%量程第三次读数。

7.1.11 干扰成分的影响

干扰测试气体见表2。仪器预热校准稳定后，分别记录通入零点校准气体的仪器稳定的读数 a 和通入规定浓度干扰测试气体的仪器稳定的读数 b ，每种干扰气体重复上述测试操作3次，计算平均值 \bar{a} 和 \bar{b} ，按公式(14)计算仪器的干扰成分的影响量 IE ，应符合6.1.1.13要求。

$$IE = \frac{\bar{b} - \bar{a}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

式中： IE -----仪器干扰成分的影响量；
 \bar{b} -----通入3次干扰气体显示值的算术平均值；
 \bar{a} -----通入3次零点气体显示值的算术平均值。

7.1.12 采样口和校准口浓度偏差

仪器正常工作条件下，将80%满量程标气分别通过仪器的采样口和校准口通入分析仪，仪器显示值稳定后，分别记录标气通过仪器的采样口通入分析仪的读数 A 和标气通过仪器的校准口通入分析仪的读数 B ，重复测量3次，按公式(15)计算两种状态下测量均值

的相对误差 d ，应符合6.1.1.14的要求。

$$d = \frac{\bar{B} - \bar{A}}{\bar{A}} \times 100\% \dots\dots\dots (15)$$

式中： \bar{A} -----标气经采样口通入分析仪读数的均值；

\bar{B} -----标气经校准口通入分析仪读数的均值；

d -----校准口和采样口浓度偏差。

7.1.13 NO₂-NO 转换效率

NO₂的转换效率检测可以根据仪器情况采用以下两种方式进行：

1) 如果多气体校准装置具备渗透管装置，则在仪器预热校准稳定后，使用NO₂标准渗透管（使用前应将渗透管放入渗透管恒温装置中平衡48h，渗透室控温精度±0.1℃）产生并通入浓度约为80%量程的NO₂标准气体，读数稳定后记录显示值 C_{NO_2} ，再通入零点标准气体重复上述操作3次，计算显示值的算术平均值 C_{NO_2} ，按式（16）计算仪器NO₂的转换效率 η ，应符合6.1.1.15要求。

$$\eta = \frac{\overline{C_{NO_2}}}{C_0} \times 100\% \dots\dots\dots (16)$$

式中： η -----仪器NO₂转换效率；

C_{NO_2} -----通入3次NO₂标准气体显示值的算术平均值；

C_0 -----NO₂标准气体浓度值。

2) 如果多气体动态校准装置不具备渗透管装置，而使用质量流量计，检测过程操作步骤如下：

a) 仪器预热校准稳定后，通入NO量程气体，分别记录NO和NO_x稳定读数，重复上述操作3次，计算NO和NO_x读数的平均值 $[NO]_{orig}$ 和 $[NO_x]_{orig}$ ；

b) 启动多气体动态校准装置中的臭氧发生器，产生一定浓度的臭氧，在相同实验条件下通入NO量程气体，分别记录NO和NO_x稳定读数，重复上述启动臭氧发生器后的操作3次，计算NO和NO_x读数的平均值 $[NO]_{rem}$ 和 $[NO_x]_{rem}$ ；

生成的NO₂气体的标准浓度值 $[NO_2]_{标准} = [NO]_{orig} - [NO]_{rem}$

按公式（17）计算仪器NO₂的转换效率 η ，应符合6.1.1.15要求。

$$\eta = \frac{([NO_x]_{rem} - [NO]_{rem}) - ([NO_x]_{orig} - [NO]_{orig})}{[NO]_{orig} - [NO]_{rem}} \times 100\% \dots\dots\dots (17)$$

式中： η -----仪器NO₂转换效率；

$[NO]_{orig}$ -----未启动臭氧发生器时通入NO量程校准气体NO读数的算术平均值；

$[NO_x]_{orig}$ -----未启动臭氧发生器时通入NO量程校准气体NO_x读数的算术平均值；

$[NO]_{rem}$ -----启动臭氧发生器后通入NO量程校准气体NO读数的算术平均值；

$[NO_x]_{rem}$ -----启动臭氧发生器后通入NO量程校准气体NO_x读数的算术平均值。

7.1.14 无人值守工作时间

仪器连续运行60天，期间每间隔7天进行一次零点漂移和80%量程漂移测试，同时记录

工作状态情况，漂移测试方法见7.6。无人值守工作时间应符合6.1.1.16要求。

7.1.15 多气体动态校准仪

7.1.15.1 流量计准确度

仪器预热校准稳定后，将标准流量测量装置（皂膜流量计、湿式流量计、质量流量计等）串联到仪器气路中，使校准设备产生80%~100%满量程的流量，分别记录校准设备显示流量值和标准流量计实测流量值，连续测量3次，计算两者算术平均值的相对误差，应符合6.1.2中2)的要求。

7.1.15.2 臭氧发生准确度

仪器预热稳定后，使用标准臭氧发生器发生80%满量程臭氧标气，对待测臭氧分析仪进行校准。校准完成后，调整多气体动态校准仪中的待测臭氧发生器，使其发生浓度约为满量程20%、50%、80%的臭氧气体，读取并记录臭氧分析仪浓度数据，每种浓度重复测量3次，按式（18）计算臭氧发生准确度 E_i ，应符合6.1.2中3)的要求。

$$E_i = \frac{\overline{R}_i - RF_i}{RF_i} \times 100\% \dots\dots\dots (18)$$

式中： E_i -----第 i 种浓度的臭氧发生准确度；
 \overline{R}_i -----第 i 种臭氧浓度实际测量平均值；
 RF_i -----第 i 种臭氧浓度发生值。

7.2 开放光程连续监测系统检测方法

7.2.1 零点噪声

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.1，零点噪声应符合6.2.2的要求。

7.2.2 最低检出限

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.2，最低检出限应符合6.2.3的要求。

7.2.3 量程噪声

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.3，量程噪声应符合6.2.4的要求。

7.2.4 线性误差

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.4，线性误差应符合6.2.5的要求。

7.2.5 量程精密度

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.5，量程精密度应符合6.2.6的要求。

7.2.6 24h 零点漂移和 24h 量程漂移

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.6。24h零点漂移应符合6.2.7的要求，24h量程漂移应符合6.2.8的要求。

7.2.7 响应时间（上升时间/下降时间）

使仪器处于零光程测量状态下，仪器预热稳定后，向校准池中通入浓度约为80%满量程的标准气体，稳定后将校准池放入仪器光路中，同时用电子秒表开始计时，记录当显示值上升达到标准气体浓度值90%时所用的时间，该时间即为仪器的上升响应时间。

80%满量程标准气体读数稳定后，取下校准池，同时用电子秒表开始计时，记录当显示值下降至量程标准气体浓度值10%时所用的时间，该时间即为仪器的下降响应时间。

响应时间每天测试1次，重复测量3天，取平均值，应符合6.2.9的要求。

7.2.8 电压稳定性

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.8，电压稳定性应符合6.2.10的要求。

7.2.9 环境温度变化的影响

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.10，环境温度变化的影响应符合6.2.11的要求。

7.2.10 干扰成分的影响

使仪器处于位于零光程测量状态，干扰测试气体见表3。检测方法见7.1.11，干扰成分的影响应符合6.2.12的要求。

7.2.11 校准池长度的影响

使仪器处于零光程状态，待仪器预热校准稳定后，在仪器测量光路上放置仪器配备的最长校准池并通入等效浓度为80%满量程的标准气体，读数稳定之后，读取并记录测量值 C_L ；然后在仪器测量光路上放置仪器配备的最短校准池，通入同一浓度标准气体，读数稳定后，读取并记录测量值 C_S 。按公式（19）计算浓度测量偏差，校准池长度的影响应符合6.2.13的规定。

$$\eta = \frac{C_L - (C_S \times \frac{L_1}{L_2})}{C_L} \times 100\% \dots\dots\dots (19)$$

式中： C_L -----使用最长样品池标准气体浓度测量值；
 C_S -----使用最短样品池标准气体浓度测量值；
 L_1 -----仪器最长样品池长度；
 L_2 -----仪器最短样品池长度；
 η -----校准池长度对测量的影响相对偏差。

7.2.12 光源强度的影响

使仪器处于零光程状态，待仪器预热校准稳定后，向校准池中通入零气，读取并记录仪器显示光强 Q_1 和仪器零点测量值 C_{h1} ；然后向校准池中通入80%满量程的校准气体，读取并记录测量值 C_{h2} 。再次向校准池中通入零气，并在光路上放置消光装置使光强衰减15%±2%，记录此时的零点测量值 C_{L1} ；然后再向校准池中通入80%满量程的标准气体，读取并记录测量值 C_{L2} 。

按公式（20）和公式（21）计算零点光强衰减影响偏差 Z_0 和量程光强衰减影响偏差 Z_1 ，光源强度的影响应符合6.2.14的要求。

$$Z_0 = \frac{C_{h1} - C_{L1}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

$$Z_1 = \frac{C_{h2} - C_{L2}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (21)$$

式中： Z_0 -----零点光强衰减影响偏差；
 Z_1 -----量程光强衰减影响偏差；
 C_{h1} -----正常光强零点测量值；

C_{L1} -----光强衰减15%零点测量值;

C_{h2} -----正常光强的量程测量值;

C_{L2} -----光强衰减15%量程测量值。

7.2.13 无人值守工作时间

使仪器处于位于零光程测量状态，检测方法见7.1.14，无人值守工作时间应符合6.2.15的要求。

8 检测项目

环境空气气态污染物连续监测系统检测项目见表4、表5和表6。

表4 点式连续监测系统检测项目

项目	性能指标			
	SO ₂ 分析仪	NO ₂ 分析仪	O ₃ 分析仪	CO分析仪
量程范围	0~500 ppb	0~500 ppb	0~500 ppb	0~50 ppm
零点噪声	≤1 ppb	≤1 ppb	≤1 ppb	≤0.5 ppm
最低检出限	≤2 ppb	≤2ppb	≤2 ppb	≤1 ppm
量程噪声	≤5 ppb	≤5 ppb	≤5 ppb	≤1ppm
线性误差	±2% F.S.	±2% F.S.	±4% F.S.	±2% F.S.
20%量程精密度	≤5 ppb	≤5 ppb	≤5 ppb	≤0.5 ppm
80%量程精密度	≤10 ppb	≤10 ppb	≤10 ppb	≤0.5 ppm
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	±5 ppb	±1 ppm
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	±5 ppb	±1 ppm
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	±10 ppb	±1 ppm
响应时间(上升/下降)	≤5 min	≤5 min	≤5 min	≤4 min
电压稳定性	±1% F.S.	±1% F.S.	±1% F.S.	±1% F.S.
进样流量稳定性	±10%	±10%	±10%	±10%
环境温度变化的影响 (15~35℃温度范围)	≤1ppb/°C	≤3ppb/°C	≤1ppb/°C	≤0.3ppm/°C
无人值守工作时间	≥7d	≥7d	≥7d	≥7d
NO ₂ -NO 转换效率	/	>96%	/	/
干扰成分的影响	±4% F.S. (2% H ₂ O)	±4% F.S. (2.5% H ₂ O)	±4% F.S. (2% H ₂ O)	±5% F.S. (2.5% H ₂ O)
	±4% F.S. (0.1ppm 甲苯)	±4% F.S. (1ppm NH ₃)	±4% F.S. (1ppm 甲苯)	±5% F.S. (1000ppm CO ₂)
	±4% F.S. (3000ppm CH ₄)	±4% F.S. (200ppb O ₃)	±4% F.S. (0.2ppm SO ₂)	/
	/	±4% F.S. (500ppb SO ₂)	±6% F.S.、 (0.5ppm NO/NO ₂)	/
采样口和校准口浓度 偏差	±1%	±1%	±1%	±1%

表5 多气体动态校准装置检测项目

项目	性能指标
稀释比率	1/100~1/1000
流量计准确度	±1%
臭氧发生准确度	±2%

表6 开放光程连续监测系统检测项目

项目	SO ₂	NO ₂	O ₃
测试范围	0~500ppb	0~500ppb	0~500ppb
零点噪声	≤1ppb	≤1ppb	≤1ppb
最低检出限	≤2ppb	≤2ppb	≤2ppb
量程噪声	≤5ppb	≤5ppb	≤5ppb
线性误差	±2% F.S.	±2% F.S.	±4% F.S.
20%量程精密度	≤5ppb	≤5ppb	≤5ppb
80%量程精密度	≤10ppb	≤10ppb	≤10ppb
零点漂移 (24h)	±5ppb	±5ppb	±5ppb
20%量程漂 (24h)	±5ppb	±5ppb	±5ppb
80%量程漂 (24h)	±10ppb	±10ppb	±10ppb
响应时间 (上升/下降)	5min	5min	5min
电压稳定性	±1% F.S.	±1% F.S.	±1% F.S.
环境温度变化的影响 (15~35 °C 温度范围)	<1ppb/°C	<3ppb/°C	<1ppb/°C
干扰成分的影响	±3% F.S. (0.035ppm 苯)	±2% F.S. (0.33ppm NH ₃)	±5% F.S. (0.035 ppm 苯)
	±2% F.S. (3000ppm CH ₄)	±2% F.S. (200ppb O ₃)	±2% F.S. (0.3ppm SO ₂)
	/	±2% F.S. (300ppb SO ₂)	±2% F.S. (0.35ppm NO/NO ₂)
校准池长度的影响	≤2%	≤2%	≤2%
光源强度的影响	≤2%F.S.	≤2%F.S.	≤4%F.S.
无人值守时间	≥7d	≥7d	≥7d

附录 A
(规范性附录)
零气发生器性能指标

项目	性能指标
SO ₂	<0.5 ppb
NO	<0.5 ppb
NO ₂	<0.5 ppb
O ₃	<0.5 ppb
CO	<20 ppb
HC 化合物	不含

附录 B
 (资料性附录)
 原始数据记录表

附表 B.1 环境空气气态污染物连续监测系统气体零点和量程漂移检测原始记录表

生产厂家 _____ 测试地点 _____ 型号、编号 _____ 气体名称 _____
 标准气体生产厂 _____ 浓度 _____ 仪器量程 _____ 分析原理 _____

日期	时间	测试结果 (mg/m ³ 、ppm)									室内温度 (°C)
		零点读数		零点漂移	20%量程读数		20%量程漂移	80%量程读数		80%量程漂移	
		起始	最终	ZD	起始	最终	MSD	起始	最终	USD	
零点漂移最大值				20%量程漂移最大值				80%量程漂移最大值			

附表 B.2 环境空气气态污染物连续监测系统噪音、最低检测限原始记录表

生产厂家_____检测时间、地点_____

型号、编号_____气体名称_____

原理_____计量单位_____

检测次数	检测值	
	零点	量程
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		
噪音	$S_0 =$	$S_{80} =$
最低检测限		/

附表 B.3 环境空气气态污染物连续监测系统响应时间原始记录表

生产厂家_____检测地点_____

型号、编号_____计量单位_____

气体名称	测试时间	气体浓度	测试结果 (s)			
			上升时间	平均值	下降时间	平均值
<input checked="" type="checkbox"/> SO ₂ <input type="checkbox"/> O _x <input type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> CO						

附表 B.4 环境空气气态污染物连续监测系统量程精密度原始记录表

生产厂家_____检测地点_____

型号、编号_____计量单位_____

量程精密度		测试结果			
		■SO ₂	□NO _x	□O ₃	□CO
		20%		80%	
测量次数	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
平均值					
标准偏差					

附表 B.5 环境空气气态污染物连续监测系统线性误差原始记录表

生产厂家_____检测时间、地点_____

型号、编号_____计量单位_____

检测日期	标气名称	标准气体		50%满量程标准气体
	x ■SO ₂ □NO □O ₃ □CO	保证值		
		实测值	1	
			2	
			3	
			平均值	
		相对误差(%)		
		示值误差(%)		

附表 B.6 环境空气气态污染物连续监测系统电压稳定性原始记录表

生产厂家_____检测时间、地点_____

型号、编号_____计量单位_____

检测日期	名称	量程标气测试结果		
		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
	■SO ₂ □NO _x □O ₃ □CO			
电压稳定性				

附表 B.7 环境空气气态污染物连续监测系统环境温度影响原始记录表

生产厂家_____测试地点_____型号、编号_____气体名称_____
 标准气体生产厂_____浓度_____仪器量程_____分析原理_____

日期	环境温度 (°C)	测试结果 (mg/m ³ 、ppm)					
		零点读数			80%量程读数		
	25						
	35						
	25						
	15						
	25						
零点温度影响					80%量程温度影响		

附表 B.8 环境空气气态污染物连续监测系统进样流量稳定性、无人值守运行时间原始记录表

生产厂家_____污染物_____
 型号、编号_____计量单位_____

检测时间	天数	进样流量值	相对误差		
	0	RM ₀ =	/		
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
进样流量稳定性					
检测项目	检测记录 (h)		零点响应	量程响应	检测结果
无人值守运行时间	开始时间				
	结束时间				

附表 B.9 环境空气气态污染物连续监测系统干扰成分测试原始记录表

生产厂家_____检测地点_____

型号、编号_____计量单位_____

检测日期	测试气体名称	干扰气体名称和浓度	检测记录		检测结果
			零气测量值	干扰测量值	
	SO ₂	0.1ppm 甲苯			
		3000ppm CH ₄			
		2% H ₂ O			
	NO _x	1ppm NH ₃			
		200ppb O ₃			
		500ppb SO ₂			
		2.5% H ₂ O			
	O ₃	1ppm 甲苯			
		0.2ppm SO ₂			
		0.5ppm NO/NO ₂			
		2% H ₂ O			
	CO	1000ppm CO ₂			
		2.5% H ₂ O			

附表 B.10 环境空气气态污染物连续监测系统采样口与校准口测量误差原始记录表

生产厂家_____检测地点_____

型号、编号_____计量单位_____

检测日期	测试气体名称	标气浓度	检测记录		检测结果
			校准口测量值	采样口测量值	
	CO	50ppm			
	SO ₂	500 ppb			
	NO _x	500 ppb			
	O ₃	500 ppb			