

中华人民共和国国家环境保护标准

HJ 654-2013

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

Specifications and Test Procedures for Ambient Air Quality Continuous
Automated Monitoring System for SO₂、NO₂、O₃ and CO

（发布稿）

本电子版为发布稿。请以中国环境科学出版社出版的正式标准文本为准。

2013-07-30发布

2013-08-01实施

环 境 保 护 部 发 布

目 次

前 言.....	I
1 适用范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 系统组成与原理.....	2
5 技术要求.....	4
6 性能指标.....	7
7 检测方法.....	10
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 （规范性附录） 监测系统数据采集和处理要求	22
附录 C （资料性附录） 监测系统性能测试原始数据记录表	24

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》，实施《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）连续自动监测系统的性能和质量，制定本标准。

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

本标准中附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C 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 2013 年 7 月 30 日批准。

本标准自 2013 年 8 月 1 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、CO）连续自动监测系统技术要求及检测方法

1 适用范围

本标准规定了环境空气气态污染物（SO₂、NO₂、O₃、CO）连续自动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）连续自动监测系统的设计、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）

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 ambient air quality continuous 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

零点漂移 zero drift

在未进行维修、保养或调节的前提下，仪器按规定的时间运行后，仪器的读数与零输入之间的偏差。

3.5

量程漂移 span drift

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

3.6

无人值守工作时间 period of unattended operation

仪器在无手动维护和校准的前提下，长期漂移（ $\geq 7\text{d}$ ）符合指标要求的时间间隔。

3.7

转换效率 converter efficiency

NO_2 转换为 NO 的效率。

3.8

标准状态 standard state

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。

3.9

ppm parts per million

百万分之一体积浓度。

3.10

ppb parts per billion

十亿分之一体积浓度。

3.11

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。

3.12

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。

3.13

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 系统组成与原理

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。监测系统分析方法见表 1。

表 1 监测系统的分析方法

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	差分吸收光谱法
SO_2	紫外荧光法	差分吸收光谱法
O_3	紫外吸收法	差分吸收光谱法
CO	非分散红外吸收法、气体滤波相关红外吸收法	/

4.1 点式连续监测系统

4.1.1 系统组成

监测系统由采样装置、校准设备、分析仪器、数据采集和传输设备组成，如图 1 所示。

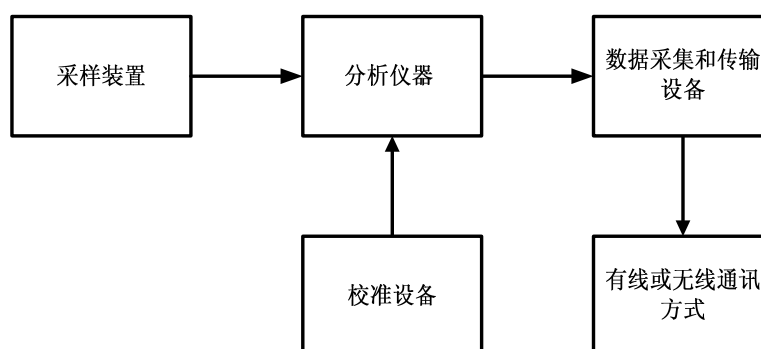


图1 点式连续监测系统组成示意图

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 分析仪器

分析仪器用于对采集的环境空气气态污染物样品进行测量。

4.1.5 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

监测系统由开放的测量光路、校准单元、分析仪器、数据采集和传输设备等组成，如图 2 所示。

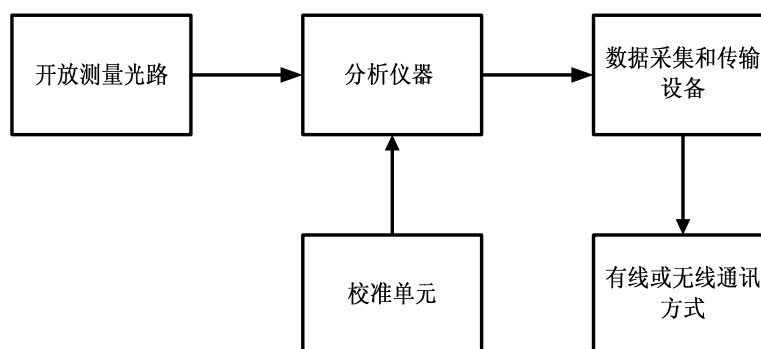


图2 开放光程连续监测系统组成示意图

4.2.2 开放测量光路

光源发射端到接收端之间的路径。

4.2.3 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校准池，来等效不同浓度的标准气体，以完成校准工作。

校准单元结构如图 3 所示。

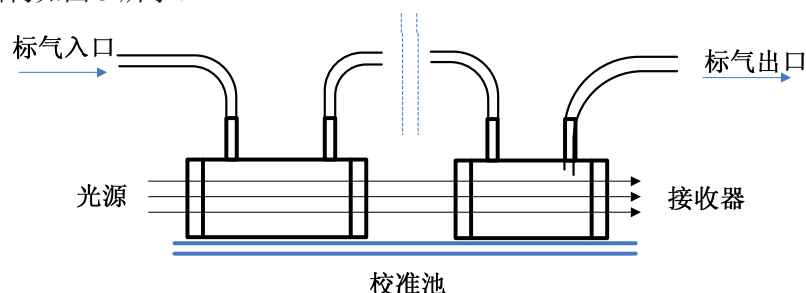


图 3 校准单元结构示意图

4.2.4 分析仪器

分析仪器用于对开放光路上的环境空气气态污染物进行测量。

4.2.5 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。

5 技术要求

5.1 点式连续监测系统

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 工作条件

监测系统在以下条件中应能正常工作。

- (1) 环境温度：(15~35)℃；
- (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 1：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。

5.1.3 安全要求

5.1.3.1 绝缘电阻

在环境温度为(15~35)℃，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20MΩ。

5.1.3.2 绝缘强度

在环境温度为(15~35)℃，相对湿度≤85%条件下，仪器在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) 采样装置一般包括两种结构，结构示意图参见图4和图5。

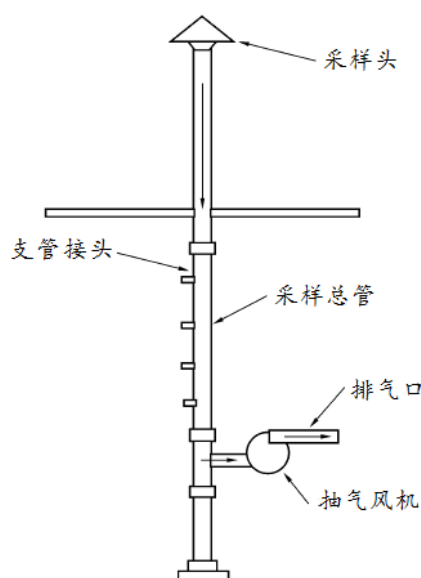


图4 采样装置结构示意图（1）

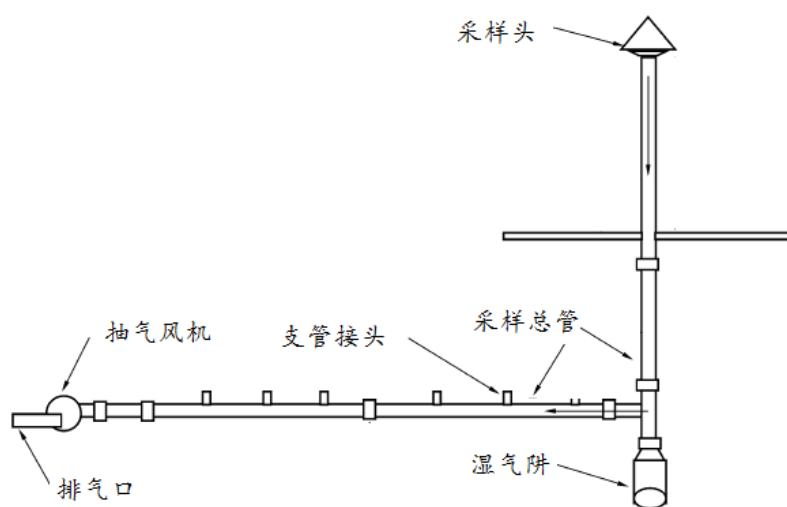


图5 采样装置结构示意图（2）

(2) 采样装置应连接紧密，避免漏气。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) 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为制作材料；对于只用于监测 NO_2 和 SO_2 的采样总管，也可选用不锈钢材料。

(4) 采样总管内径范围（1.5~15）cm，总管内的气流应保持层流状态，采样气体在总管内滞留时间应小于20s，同时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。

(5) 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污染物吸附, 采样总管应加装保温套或加热器, 加热温度一般控制在(30~50)℃。

(6) 分析仪器与支管接头连接的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; 长度不应超过3m, 同时应避免空调机的出风直接吹向采样总管和支管。

(7) 分析仪器与支管接头连接的管线应安装孔径 $\leq 5\mu\text{m}$ 的聚四氟乙烯滤膜。

(8) 分析仪器与支管接头连接的管线, 连接总管时应伸向总管接近中心的位置。

(9) 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) 零气发生器发生零气质量应符合附录A的要求。

5.1.4.3 分析仪器与数据采集和传输设备

(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) 能够显示实时数据, 并能够记录存储至少3个月以上的有效数据, 具备查询历史数据的功能。

(4) 具备时间标签功能, 数据为设置时段的平均值。

(5) 具备数字信号输出功能。

(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) 仪器掉电后, 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

5.2.1 外观要求

外观要求见5.1.1。

5.2.2 工作条件

监测系统在以下条件中应能正常工作。

5.2.2.1 室外部件

环境温度: $(-30\sim 50)^\circ\text{C}$;

5.2.2.2 室内部件

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

(2) 相对湿度: $\leq 85\%$;

(3) 大气压: $(80\sim 106)\text{kPa}$ 。

5.2.2.3 供电电压

AC $(220\pm 22)\text{V}$, $(50\pm 1)\text{Hz}$ 。

注 2：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。

5.2.3 安全要求

安全要求见5.1.3。

5.2.4 功能要求

5.2.4.1 校准单元

(1) 监测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紫外透过率的材质。标定架与光源发射装置应连接牢固。

5.2.4.2 分析仪器与数据采集和传输设备

(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，并能够记录存储至少3个月以上的有效数据，具备查询历史数据的功能；

(4) 具备时间标签功能，数据为设置时段的平均值；

(5) 具备数字信号输出功能；

(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。

(8) 仪器掉电后，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。

6 性能指标

6.1 点式连续监测系统

6.1.1 分析仪器

6.1.1.1 测量范围

SO_2 、 NO_2 、 O_3 分析仪器测量范围：（0~500）ppb，最小显示单位0.1ppb或 $0.1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；

CO分析仪器测量范围：（0~50）ppm，最小显示单位0.1ppm或 $0.1\text{mg}/\text{m}^3$ 。

6.1.1.2 零点噪声

SO_2 、 NO_2 、 O_3 分析仪器零点噪声： ≤ 1 ppb；

CO分析仪器零点噪声： ≤ 0.25 ppm。

6.1.1.3 最低检出限

SO_2 、 NO_2 、 O_3 分析仪器最低检出限： ≤ 2 ppb；

CO分析仪器最低检出限： ≤ 0.5 ppm。

6.1.1.4 量程噪声

SO_2 、 NO_2 、 O_3 分析仪器80%量程噪声： ≤ 5 ppb；

CO分析仪器80%量程噪声： ≤ 1 ppm。

6.1.1.5 示值误差

SO_2 、 NO_2 、CO分析仪器示值误差： $\pm 2\%$ 满量程；

O₃分析仪器示值误差：±4%满量程。

6.1.1.6 量程精密度

SO₂、NO₂、O₃分析仪器20%量程精密度：≤5 ppb；

SO₂、NO₂、O₃分析仪器80%量程精密度：≤10 ppb；

CO分析仪器20%量程精密度：≤0.5 ppm；

CO分析仪器80%量程精密度：≤0.5 ppm。

6.1.1.7 24h 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h零点漂移：±5 ppb；

CO分析仪器24h零点漂移：±1 ppm。

6.1.1.8 24h 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h 20%量程漂移：±5 ppb；

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h 80%量程漂移：±10 ppb；

CO分析仪器的24h 20%量程漂移：±1 ppm；

CO分析仪器的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、NO₂、O₃分析仪器响应时间（上升时间/下降时间）：≤5 min；

CO分析仪器响应时间（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%，分析仪器读数的变化：±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分析仪器温度变化的影响≤1ppb/℃；

NO₂分析仪器温度变化的影响≤3ppb/℃；

O₃分析仪器温度变化的影响≤1ppb/℃；

CO分析仪器温度变化的影响≤0.3ppm/℃。

6.1.1.13 干扰成分的影响

分析仪器干扰成分的影响指标见表2。

表2 分析仪器干扰成分的影响指标

SO ₂ 分析仪器	NO ₂ 分析仪器	O ₃ 分析仪器	CO 分析仪器
±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)	/

注3：F.S.表示满量程。

6.1.1.14 采样口和校准口浓度偏差

分析仪器采样口和校准口浓度偏差： $\pm 1\%$ 。

6.1.1.15 转换效率

NO₂分析仪器中NO₂-NO转化器的转换效率： $\geq 96\%$ 。

6.1.1.16 无人值守工作时间

(1) 长期 ($\geq 7d$) 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器长期 ($\geq 7d$) 零点漂移： ± 10 ppb;

CO分析仪器长期 ($\geq 7d$) 零点漂移： ± 2 ppm。

(2) 长期 ($\geq 7d$) 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器长期 ($\geq 7d$) 量程漂移： ± 20 ppb;

CO分析仪器的长期 ($\geq 7d$) 量程漂移： ± 2 ppm。

(3) 连续运行60d, 平均故障间隔天数： $\geq 7d$ 。

6.1.2 多气体动态校准仪

(1) 稀释比率：1:100~1:1000;

(2) 流量线性误差： $\pm 1\%$;

(3) 臭氧发生浓度误差： $\pm 2\%$ 。

6.2 开放光程连续监测系统

6.2.1 测量范围

SO₂、NO₂、O₃分析仪器测量范围：(0~500) ppb, 最小显示单位0.1ppb或0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

6.2.2 零点噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪器零点噪声： ≤ 1 ppb。

6.2.3 最低检出限

SO₂、NO₂、O₃分析仪器最低检出限： ≤ 2 ppb。

6.2.4 量程噪声

SO₂、NO₂、O₃分析仪器80%量程噪声： ≤ 5 ppb。

6.2.5 示值误差

SO₂、NO₂分析仪器示值误差： $\pm 2\%$ 满量程;

O₃分析仪器示值误差： $\pm 4\%$ 满量程。

6.2.6 量程精密度

SO₂、NO₂、O₃分析仪器20%量程精密度： ≤ 5 ppb;

SO₂、NO₂、O₃分析仪器80%量程精密度： ≤ 10 ppb。

6.2.7 24h 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h零点漂移： ± 5 ppb。

6.2.8 24h 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h 20%量程漂移： ± 5 ppb;

SO₂、NO₂、O₃分析仪器24h 80%量程漂移： ± 10 ppb。

6.2.9 响应时间 (上升时间/下降时间)

SO₂、NO₂、O₃分析仪器响应时间 (上升时间/下降时间)： ≤ 5 min。

6.2.10 电压稳定性

供电电压变化 $\pm 10\%$ ，分析仪器读数的变化： $\pm 1\%$ 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分析仪器温度变化的影响 $\leq 1\text{ppb}/^\circ\text{C}$ ；

NO₂分析仪器温度变化的影响 $\leq 3\text{ppb}/^\circ\text{C}$ ；

O₃分析仪器温度变化的影响 $\leq 1\text{ppb}/^\circ\text{C}$ 。

6.2.12 干扰成分的影响

分析仪器干扰成分的影响指标见表3。

表3 分析仪器干扰成分的影响指标

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

6.2.13 校准池长度的影响

SO₂、NO₂、O₃分析仪器校准池长度的影响 $\pm 2\%$ 。

6.2.14 光源强度的影响

SO₂、NO₂分析仪器光源强度的影响 $\pm 2\%$ 满量程；

O₃分析仪器光源强度的影响 $\pm 4\%$ 满量程。

6.2.15 无人值守工作时间

(1) 长期 ($\geq 7\text{d}$) 零点漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器长期 ($\geq 7\text{d}$) 零点漂移： $\pm 10\text{ppb}$ ；

(2) 长期 ($\geq 7\text{d}$) 量程漂移

SO₂、NO₂、O₃分析仪器长期 ($\geq 7\text{d}$) 量程漂移： $\pm 20\text{ppb}$ ；

(3) 连续运行60天，平均故障间隔天数 $\geq 7\text{d}$ 。

7 检测方法

7.1 点式连续监测系统

7.1.1 零点噪声

待测分析仪器运行稳定后，将零点标准气体通入分析仪器，每2min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）计算所取得数据的标准偏差 S_0 ，即为该分析仪器的零点噪声，应符合6.1.1.2的要求。

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

式中： S_0 -----待测分析仪器零点噪声，ppb（ppm）；

$\bar{r}$ -----待测分析仪器测量值的平均值，ppb（ppm）；

r_i -----待测分析仪器第*i*次测量值，ppb（ppm）；

i -----记录数据的序号 ($i=1\sim n$);

n -----记录数据的总个数 ($n\geq 25$)。

7.1.2 最低检出限

按公式 (2) 计算待测分析仪器的最低检出限 R_{DL} , 应符合 6.1.1.3 要求。

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

式中: R_{DL} -----待测分析仪器最低检出限, ppb (ppm);

S_0 -----待测分析仪器零点噪声值, ppb (ppm)。

7.1.3 量程噪声

待测分析仪器运行稳定后, 将80%量程标准气体通入分析仪器, 每2min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 (3) 计算所取得数据的标准偏差 S , 即为该分析仪器的量程噪声, 应符合6.1.1.4的要求。

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

式中: S -----待测分析仪器量程噪声, ppb (ppm);

$\bar{r}$ -----待测分析仪器测量值的平均值, ppb (ppm);

r_i -----待测分析仪器第 i 次测量值, ppb (ppm);

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 示值误差

待测分析仪器运行稳定后, 分别进行零点校准和满量程校准后, 通入浓度约为50%量程的标准气体, 读数稳定后记录显示值; 再通入零点校准气体, 重复测试3次, 按公式 (4) 计算待测分析仪器的示值误差 L_e , 应符合6.1.1.5的要求。

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

式中: L_e -----待测分析仪器示值误差, %;

C_s -----标准气体浓度标称值, ppb (ppm);

$\overline{C_d}$ -----待测分析仪器3次测量浓度平均值, ppb (ppm);

R -----待测分析仪器满量程值, ppb (ppm)。

7.1.5 量程精密度

待测分析仪器运行稳定后, 分别通入20%量程标准气体和80%量程标准气体, 待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 , 重复上述测试操作至少6次以上, 分别按公式 (5) 和公式 (6) 计算待测分析仪器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的要求。

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

式中： P_{20} -----待测分析仪器 20%量程精密度，ppb（ppm）；
 x_i -----20%量程标准气体第*i*次测量值，ppb（ppm）；
 $\bar{x}$ -----20%量程标准气体测量平均值，ppb（ppm）；
i-----记录数据的序号（ $i=1\sim n$ ）；
n-----测量次数（ $n\geq 6$ ）。

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

式中： P_{80} -----待测分析仪器 80%量程精密度，ppb（ppm）；
 y_i -----80%量程标准气体第*i*次测量值，ppb（ppm）；
 $\bar{y}$ -----80%量程标准气体测量平均值，ppb（ppm）。

7.1.6 24h 零点漂移和 24h 量程漂移

待测分析仪器运行稳定后，通入零点标准气体，记录分析仪器零点稳定读数为 Z_0 ；然后通入 20%量程标准气体，记录稳定读数 M_{20} ；继续通入 80%量程标准气体，记录稳定读数 M_{80} 。通气结束后，待测分析仪器连续运行 24h（期间不允许任何维护和校准）后重复上述操作，并分别记录稳定后读数。分别按公式（7）、（8）、（9）计算待测分析仪器的 24h 零点漂移 ZD 、24h 20%量程漂移 MSD 和 24h 80%量程漂移 USD ，然后可对待测分析仪器进行零点和量程校准。重复测试 7 次，24h 零点漂移值 ZD 、24h 20%量程漂移 MSD 和 24h 80%量程漂移 USD 均应分别符合 6.1.1.7 和 6.1.1.8 的要求。

$$ZD_n = Z_n - Z_{n-1} \dots\dots\dots (7)$$

式中： ZD_n -----待测分析仪器第 *n* 次的 24h 零点漂移，ppb（ppm）；
 Z_n -----待测分析仪器第 *n* 次的零点标准气体测量值，ppb（ppm）；
n-----测试序号，（ $n=1\sim 7$ ）。

$$MSD_n = M_{20n} - M_{20(n-1)} \dots\dots\dots (8)$$

式中： MSD_n -----待测分析仪器第 *n* 次的 24h 20%量程漂移，ppb（ppm）；
 M_{20n} -----待测分析仪器第 *n* 次的 20%量程标准气体测量值，ppb（ppm）。

$$USD_n = M_{80n} - M_{80(n-1)} \dots\dots\dots (9)$$

式中： USD_n -----待测分析仪器第 *n* 次的 24h 80%量程漂移，ppb（ppm）；
 M_{80n} -----待测分析仪器第 *n* 次的 80%量程标准气体测量值，ppb（ppm）。

7.1.7 响应时间（上升时间/下降时间）

待测分析仪器运行稳定后，通入零点标准气体，待读数稳定后通入80%量程标准气体，同时用秒表开始计时；当待测分析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分析仪器的上升时间。待80%量程标准气体测量读数稳定后，通入零点标准气体，同时用秒表开始计时，当待测分析仪器显示值下降至80%量程标准气体浓度标称值10%时，停止计时；记录所用时间为待测分析仪器的下降时间。

响应时间每天测试 1 次，重复测试 3d，平均值应符合 6.1.1.9 的要求。

7.1.8 电压稳定性

待测分析仪器运行稳定后，在正常电压条件下，通入 80%量程标准气体，稳定后记录待测分析仪器读数 W ；调节待测分析仪器供电电压高于正常电压值 10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录待测分析仪器读数 X ；调节待测分析仪器供电电压低于正常电压值 10%，通入同一浓度标准气体，稳定后记录待测分析仪器读数 Y 。按公式（10）计算待测分析仪器的电压稳定性 V ，应符合 6.1.1.10 的要求。

$$V = \frac{X - W}{R} \times 100\% \text{ 或 } \frac{Y - W}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

式中： V -----待测分析仪器电压稳定性，%；

W -----正常电压条件下 80%量程标准气体测量值，ppb（ppm）；

X -----供电电压高于正常电压 10%时，80%量程标准气体测量值，ppb（ppm）；

Y -----供电电压低于正常电压10%时，80%量程标准气体测量值，ppb（ppm）；

R -----待测分析仪器满量程值，ppb（ppm）。

7.1.9 流量稳定性

待测分析仪器运行稳定后，记录初始进样流量值 RM_0 ，连续运行8d，每天定时记录待测分析仪器进样流量值 RC_i ，按公式（11）计算待测分析仪器进样流量与初始流量值的相对偏差 d_{Qi} ；每天的测试结果均应符合6.1.1.11要求。

$$d_{Qi} = \frac{RC_i - RM_0}{RM_0} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中： d_{Qi} -----待测分析仪器第*i*天的流量稳定性，%；

RC_i -----待测分析仪器第*i*天的进样流量值，mL/min；

RM_0 -----待测分析仪器初始进样流量值，mL/min；

i -----测试天数的序号（ $i=1\sim 8$ ）。

7.1.10 环境温度变化的影响

（1）待测分析仪器在恒温环境中运行后，设置温度为（25±1）℃，稳定至少 30min，记录标准温度值 t_0 ，通入零点标准气体，记录待测分析仪器读数 Z_0 ；通入 80%量程标准气体，记录待测分析仪器读数 M_0 ；

（2）缓慢调节恒温环境温度为（35±1）℃，稳定至少 30min，记录标准温度值 t_1 ，通入零点标准气体，记录待测分析仪器读数 Z_1 ；通入 80%量程标准气体，记录待测分析仪器读数 M_1 ；

（3）缓慢调节恒温环境温度为（25±1）℃，稳定至少 30min，记录标准温度值 t_2 ，通入零点标准气体，记录待测分析仪器读数 Z_2 ；通入 80%量程标准气体，记录待测分析仪器读数 M_2 ；

（4）缓慢调节恒温环境温度为（15±1）℃，稳定至少 30min，记录标准温度值 t_3 ，通入零点标准气体，记录待测分析仪器读数 Z_3 ；通入 80%量程标准气体，记录待测分析仪器读数 M_3 ；

（5）缓慢调节恒温环境温度为（25±1）℃，稳定至少 30min，记录标准温度值 t_4 ，通入零点标准气体，记录待测分析仪器读数 Z_4 ；通入 80%量程标准气体，记录待测分析仪器

读数 M_4 ;

(6) 按公式 (12) 计算待测分析仪器环境温度变化的影响 b_{st} , 应符合 6.1.1.12 的要求。

$$b_{st} = \left| \frac{(M_3 - Z_3) - \frac{(M_2 - Z_2) + (M_4 - Z_4)}{2}}{t_3 - \frac{t_2 + t_4}{2}} \right| \text{ 或 } \left| \frac{(M_1 - Z_1) - \frac{(M_0 - Z_0) + (M_2 - Z_2)}{2}}{t_3 - \frac{t_0 + t_2}{2}} \right| \dots (12)$$

式中: b_{st} -----待测分析仪器环境温度变化的影响, ppb/°C (ppm/°C);

M_0 -----环境温度 t_0 , 待测分析仪器 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm);

M_1 -----环境温度 t_1 , 待测分析仪器 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm);

M_2 -----环境温度 t_2 , 待测分析仪器 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm);

M_3 -----环境温度 t_3 , 待测分析仪器 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm);

M_4 -----环境温度 t_4 , 待测分析仪器 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm);

Z_0 -----环境温度 t_0 , 待测分析仪器零点标准气体测量值, ppb (ppm);

Z_1 -----环境温度 t_1 , 待测分析仪器零点标准气体测量值, ppb (ppm);

Z_2 -----环境温度 t_2 , 待测分析仪器零点标准气体测量值, ppb (ppm);

Z_3 -----环境温度 t_3 , 待测分析仪器零点标准气体测量值, ppb (ppm);

Z_4 -----环境温度 t_4 , 待测分析仪器零点标准气体测量值, ppb (ppm);

t_0 -----恒温环境第一次设置温度为 (25±1) °C 时, 标准温度值, °C;

t_1 -----恒温环境设置温度为 (35±1) °C 时, 标准温度值, °C;

t_2 -----恒温环境第二次设置温度为 (25±1) °C 时, 标准温度值, °C;

t_3 -----恒温环境设置温度为 (15±1) °C 时, 标准温度值, °C;

t_4 -----恒温环境第三次设置温度为 (25±1) °C 时, 标准温度值, °C。

7.1.11 干扰成分的影响

干扰气体见表2。待测分析仪器运行稳定后, 通入零点标准气体, 记录待测分析仪器读数 a ; 通入规定浓度的干扰气体, 记录待测分析仪器读数 b 。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 $\bar{b}$, 按公式 (13) 计算待测分析仪器干扰成分的影响 IE , 应符合 6.1.1.13 的要求。

$$IE = \frac{\bar{b} - \bar{a}}{R} \times 100\% \dots (13)$$

式中: IE -----待测分析仪器干扰成分的影响, %;

$\bar{b}$ -----每种干扰气体3次测量平均值, ppb (ppm);

$\bar{a}$ -----零点标准气体3次测量平均值, ppb (ppm)。

7.1.12 采样口和校准口浓度偏差

待测分析仪器运行稳定后, 将80%量程标准气体分别经仪器的采样口和校准口通入待测分析仪器, 显示稳定后, 分别记录80%量程标准气体经采样口通入待测分析仪器的读数 A 和经校准口通入待测分析仪器的读数 B 。重复测量3次, 按公式 (14) 计算两种状态下读数

平均值的相对偏差 d ，应符合6.1.1.14的要求。

$$d = \frac{\bar{B} - \bar{A}}{\bar{A}} \times 100\% \quad (14)$$

式中： d -----待测分析仪器校准口和采样口浓度偏差，%；

$\bar{A}$ -----80%量程标准气体经采样口通入分析仪器3次测量平均值，ppb（ppm）；

$\bar{B}$ -----80%量程标准气体经校准口通入分析仪器3次测量平均值，ppb（ppm）。

7.1.13 转换效率

转换效率检测可采用以下三种方式进行。

（1）待测分析仪器运行稳定后，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（20%~60%）量程标准气体，通入待测分析仪器，读数稳定后记录显示值 C_{NO_2} 。重复测试3次，计算平均值 $\overline{C_{NO_2}}$ ，按式（15）计算待测分析仪器转换效率 η ，应符合6.1.1.15的要求。

$$\eta = \frac{\overline{C_{NO_2}}}{C_0} \times 100\% \quad (15)$$

式中： η -----待测分析仪器转换效率，%；

$\overline{C_{NO_2}}$ -----NO₂标准气体3次测量平均值，ppb；

C_0 -----NO₂标准气体浓度值，ppb。

（2）待测分析仪器运行稳定后，通入（20%~60%）量程NO₂标准气体，读数稳定后记录待测分析仪器显示值 C_{NO_2} 。重复测试3次，计算平均值 $\overline{C_{NO_2}}$ ，按式（15）计算待测分析仪器转换效率 η ，应符合6.1.1.15的要求。

（3）检测过程操作步骤如下：

a) 待测分析仪器运行稳定后，通入80%量程NO标准气体，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 $[NO]_{orig}$ 和 $[NO_x]_{orig}$ ；

b) 启动监测系统校准设备中的臭氧发生器，产生一定浓度的臭氧，在相同实验条件下通入与a)中同一浓度的NO标准气体，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 $[NO]_{rem}$ 和 $[NO_x]_{rem}$ ；

生成的NO₂气体的标准浓度值 $[NO_2]_{标准}$ 等于 $[NO]_{orig}$ 与 $[NO]_{rem}$ 的差值，浓度范围应控制在（20%~60%）满量程。

c) 按公式（16）计算待测分析仪器转换效率 η ，应符合6.1.1.15的要求。

$$\eta = \frac{([NO_x]_{rem} - [NO]_{rem}) - ([NO_x]_{orig} - [NO]_{orig})}{[NO]_{orig} - [NO]_{rem}} \times 100\% \quad (16)$$

式中： η -----待测分析仪器转换效率，%；

$[NO]_{orig}$ ---未启动臭氧发生器时通入NO标准气体NO测量平均值，ppb；

$[NO_x]_{orig}$ ---未启动臭氧发生器时通入NO标准气体NO_x测量平均值，ppb；

$[NO]_{rem}$ ---启动臭氧发生器后通入NO标准气体NO测量平均值，ppb；

$[NO_x]_{rem}$ ---启动臭氧发生器后通入NO标准气体NO_x测量平均值，ppb。

7.1.14 无人值守工作时间

待测监测系统连续运行60d, 期间进行长期漂移($\geq 7d$)测试和平均故障间隔天数考核。

(1) 长期漂移($\geq 7d$)测试

待测监测系统运行稳定后, 通入零点标准气体, 记录待测分析仪器零点稳定读数 Z_0 ; 通入 80%量程标准气体, 记录稳定读数 M_{80} 。通气结束后, 待测监测系统连续运行至少 7d (期间不允许任何手动维护和校准), 重复上述操作, 并分别记录稳定后读数。按公式 (17)、(18) 计算待测分析仪器的长期零点漂移 LZD 、长期量程漂移 LSD ; 测试完成后可对待测监测系统进行维护和校准。长期漂移至少重复测试 7 次, 长期零点漂移 LZD 和长期量程漂移 LSD 均应符合 6.1.1.16 中 (1) 和 (2) 的要求。

$$LZD_n = Z_n - Z_{n-1} \dots\dots\dots (17)$$

式中: LZD_n -----待测分析仪器第 n 次的长期零点漂移, ppb (ppm);

Z_n -----待测分析仪器第 n 次的零点标准气体测量值, ppb (ppm);

n -----测试序号, ($n=1\sim 7$)。

$$LSD_n = M_{80n} - M_{80(n-1)} \dots\dots\dots (18)$$

式中: LSD_n -----待测分析仪器第 n 次的长期量程漂移, ppb (ppm);

M_{80n} -----待测分析仪器第 n 次的 80%量程标准气体测量值, ppb (ppm)。

(2) 平均故障间隔天数考核

待测监测系统运行期间, 记录监测系统出现故障次数 k 。按公式 (19) 计算待测监测系统平均故障间隔天数 D 。应符合6.1.1.16中 (3) 的要求。

$$D = \frac{60}{k} \dots\dots\dots (19)$$

式中: D -----待测监测系统平均故障间隔天数, d;

k -----待测监测系统运行期间的故障数。

7.1.15 多气体动态校准仪

7.1.15.1 流量线性误差

待测监测系统运行稳定后, 将标准流量测量装置串联到多气体动态校准仪气路中, 使校准设备产生流量计 (20%~80%) 满量程流量, 分别记录校准设备流量值和标准流量计测量流量值, 计算两者的相对误差; 重复测试3次, 平均值应符合6.1.2中 (2) 的要求。

7.1.15.2 臭氧发生浓度误差

待测监测系统运行稳定后, 使用标准臭氧发生器发生80%量程臭氧标准气体, 对臭氧分析仪器进行校准, 记录臭氧浓度值。校准完成后, 使用待测监测系统多气体动态校准仪中的臭氧发生器发生80%量程臭氧标准气体, 通入上述已校准的臭氧分析仪器, 读取并记录臭氧浓度值; 重复测试3次, 按公式 (20) 计算臭氧发生浓度误差 E_i 。按照上述操作步骤, 在臭氧浓度为20%和50%量程臭氧标准气体点进行同样测试, 测试结果均应符合6.1.2中 (3) 的要求。

$$E_i = \frac{RF_i - \overline{R_i}}{\overline{R_i}} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

式中： E_i -----第*i*种浓度臭氧发生浓度误差，%；

$\overline{R}_i$ -----第*i*种浓度臭氧测量平均值，ppb；

RF_i -----第*i*种浓度臭氧发生值，ppb；

i -----浓度序号（ $i=1\sim 3$ ）。

7.2 开放光程连续监测系统

7.2.1 零点噪声

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.1，待测分析仪器零点噪声应符合6.2.2的要求。

7.2.2 最低检出限

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.2，待测分析仪器最低检出限应符合6.2.3的要求。

7.2.3 量程噪声

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.3，待测分析仪器量程噪声应符合6.2.4的要求。

7.2.4 示值误差

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.4，待测分析仪器示值误差应符合6.2.5的要求。

7.2.5 量程精密度

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.5，待测分析仪器量程精密度应符合6.2.6的要求。

7.2.6 24h 零点漂移和 24h 量程漂移

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.6，待测分析仪器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）

使待测分析仪器处于零光程测量状态下，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，同时用秒表开始计时，待测分析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分析仪器的上升时间。待80%量程标准气体测量读数稳定后，迅速取下校准池，同时用秒表开始计时，当待测分析仪器显示值下降至80%量程标准气体浓度标称值10%时，停止计时；记录所用时间为待分析仪器的下降时间。

响应时间每天测试1次，重复测试3d，平均值应符合6.2.9的要求。

7.2.8 电压稳定性

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.8，待测分析仪器电压稳定性应符合6.2.10的要求。

7.2.9 环境温度变化的影响

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.10，待测分析仪器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

干扰气体见表3。使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.11，待测分析仪器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

使待测分析仪器处于零光程测量状态，在待测分析仪器测量光路上放置最大长度的校准池，通入80%量程标准气体，读数稳定后记录测量值 C_L ；在待测分析仪器测量光路上放置最小长度的校准池，通入同一浓度标准气体，读数稳定后记录测量值 C_S 。按公式（21）计算校准池长度的影响，应符合6.2.13的要求。

$$\eta = \frac{C_L - (C_S \times \frac{L_1}{L_2})}{C_L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中： η -----待测分析仪器校准池长度的影响，%；

C_L -----使用最大长度校准池时标准气体浓度测量值，ppb；

C_S -----使用最小长度校准池时标准气体浓度测量值，ppb；

L_1 -----最大长度校准池长度，mm；

L_2 -----最小长度校准池长度，mm。

7.2.12 光源强度的影响

使待测分析仪器处于零光程状态，通入零点标准气体，读数稳定后记录待测分析仪器显示值 C_{h1} 和光源强度；通入80%量程标准气体，读数稳定后记录待测分析仪器显示值 C_{h2} 。在测量光路上放置消光装置，使待测分析仪器显示光源强度至少衰减15%，再次通入零点标准气体，读数稳定后记录待测分析仪器显示值 C_{L1} ；通入80%量程标准气体，读数稳定后记录待测分析仪器显示值 C_{L2} 。

按公式（22）和公式（23）分别计算零点和量程光源强度的影响，应符合6.2.14的要求。

$$Z_0 = \frac{C_{h1} - C_{L1}}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中： Z_0 -----待测分析仪器零点光源强度的影响，%；

C_{h1} -----正常光源强度时零点标准气体测量值，ppb；

C_{L1} -----光源强度衰减时零点标准气体测量值，ppb；

R -----待测分析仪器满量程值，ppb。

$$Z_1 = \frac{C_{h2} - C_{L2}}{R} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (23)$$

式中： Z_1 -----待测分析仪器量程光源强度的影响，%；

C_{h2} -----正常光源强度时量程标准气体测量值，ppb；

C_{L2} -----光源强度衰减时量程标准气体测量值，ppb。

7.2.13 无人值守工作时间

待测监测系统连续运行60d，期间进行长期漂移（ $\geq 7d$ ）测试和平均故障间隔天数考核。

（1）长期漂移（ $\geq 7d$ ）测试

使待测分析仪器处于零光程测量状态，检测方法见7.1.14中（1），待测分析仪器长期零点漂移 LZD 和长期量程漂移 LSD 均应符合6.2.15中（1）和（2）的要求。

（2）平均故障间隔天数考核

检测方法见7.1.14中（2），待测监测系统平均故障间隔天数应符合6.2.15中（3）的要求。

8 检测项目

环境空气气态污染物（ SO_2 、 NO_2 、 O_3 、 CO ）连续自动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	SO_2 分析仪器	NO_2 分析仪器	O_3 分析仪器	CO 分析仪器
测量范围	(0~500) ppb	(0~500) ppb	(0~500) ppb	(0~50) ppm
零点噪声	≤ 1 ppb	≤ 1 ppb	≤ 1 ppb	≤ 0.25 ppm
最低检出限	≤ 2 ppb	≤ 2 ppb	≤ 2 ppb	≤ 0.5 ppm
量程噪声	≤ 5 ppb	≤ 5 ppb	≤ 5 ppb	≤ 1 ppm
示值误差	$\pm 2\%$ F.S.	$\pm 2\%$ F.S.	$\pm 4\%$ F.S.	$\pm 2\%$ 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
24h 零点漂移	± 5 ppb	± 5 ppb	± 5 ppb	± 1 ppm
24h 20%量程漂移	± 5 ppb	± 5 ppb	± 5 ppb	± 1 ppm
24h 80%量程漂移	± 10 ppb	± 10 ppb	± 10 ppb	± 1 ppm
响应时间	≤ 5 min	≤ 5 min	≤ 5 min	≤ 4 min
电压稳定性	$\pm 1\%$ F.S.	$\pm 1\%$ F.S.	$\pm 1\%$ F.S.	$\pm 1\%$ F.S.
流量稳定性	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$	$\pm 10\%$
环境温度变化的影响	≤ 1 ppb/ $^{\circ}C$	≤ 3 ppb/ $^{\circ}C$	≤ 1 ppb/ $^{\circ}C$	≤ 0.3 ppm/ $^{\circ}C$
转换效率	/	$> 96\%$	/	/
干扰成分的影响	$\pm 4\%$ F.S. (2% H_2O)	$\pm 4\%$ F.S. (2.5% H_2O)	$\pm 4\%$ F.S. (2% H_2O)	$\pm 5\%$ F.S. (2.5% H_2O)
	$\pm 4\%$ F.S. (0.1ppm 甲苯)	$\pm 4\%$ F.S. (1ppm NH_3)	$\pm 4\%$ F.S. (1ppm 甲苯)	$\pm 5\%$ F.S. (1000ppm CO_2)
	$\pm 4\%$ F.S. (3000ppm CH_4)	$\pm 4\%$ F.S. (200ppb O_3)	$\pm 4\%$ F.S. (0.2ppm SO_2)	/
	/	$\pm 4\%$ F.S. (500ppb SO_2)	$\pm 6\%$ F.S.、 (0.5ppm NO/NO_2)	/
采样口和校准口浓度偏差	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
无人值守工作时间	长期零点漂移	± 10 ppb	± 10 ppb	± 10 ppb
	长期量程漂移	± 20 ppb	± 20 ppb	± 20 ppb
	平均故障间隔天数	$\geq 7d$	$\geq 7d$	$\geq 7d$

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
流量线性误差	$\pm 1\%$
臭氧发生浓度误差	$\pm 2\%$

表6 开放光程连续监测系统检测项目

项目		SO ₂ 分析仪器	NO ₂ 分析仪器	O ₃ 分析仪器
测量范围		(0~500) ppb	(0~500) ppb	(0~500) ppb
零点噪声		≤1ppb	≤1ppb	≤1ppb
最低检出限		≤2ppb	≤2ppb	≤2ppb
量程噪声		≤5ppb	≤5ppb	≤5ppb
示值误差		±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
24h 零点漂移		±5ppb	±5ppb	±5ppb
24h 20%量程漂移		±5ppb	±5ppb	±5ppb
24h 80%量程漂移		±10ppb	±10ppb	±10ppb
响应时间		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		<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.
无人值守工作 时间	长期零点漂移	±10 ppb	±10 ppb	±10 ppb
	长期量程漂移	±20 ppb	±20 ppb	±20 ppb
	平均故障间隔天数	≥7d	≥7d	≥7d

附录 A
(规范性附录)
零气发生器性能指标

表 A.1 监测系统零气发生器发生零气的性能指标

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

(规范性附录)

监测系统数据采集和处理要求

B.1 数据格式要求

监测系统处理实时数据和定时段数据时，应采用的数据格式见下列表格和说明。

表 B.1 数据格式一览表

序号	项目名称	单位	小数位
1	SO ₂ 、NO ₂ 、O ₃ 质量浓度	μg/m ³	1
2	CO 质量浓度	mg/m ³	1
3	采样流量	mL/min (或 L/min)	0 (或 2)

表 B.2 污染物浓度数据有效性的最低要求

污染物项目	平均时间	数据有效规定
二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、臭氧(O ₃)、氮氧化物(NO _x)	年平均	每年至少有 324 个日平均浓度值。每月至少有 27 个日平均浓度值(二月至少有 25 个日平均浓度值)
一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、氮氧化物(NO _x)	24 小时平均	每日至少有 20 个小时平均浓度值或采样时间
臭氧(O ₃)	8 小时平均	每 8 小时至少有 6 小时平均浓度值
一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、臭氧(O ₃)、氮氧化物(NO _x)	1 小时平均	每小时至少有 45 分钟的采样时间

表 B.3 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
分钟数据	YYYYMMDDHHMM	时间标签为数据采集的截止时刻，数据为此时刻前一分钟的测量均值	201203210916 为 2012 年 3 月 21 日 9 时 15 分 01 秒至 9 时 16 分 00 秒的测量均值
小时数据	YYYYMMDDHH	时间标签为测量截止时刻，数据为此时刻前一小时的测量均值	2012032107 为 2012 年 3 月 21 日 6 时 01 分至 7 时 0 分的测量均值
日均值数据	YYYYMMDD	时间标签为测量开始时间，数据为当日 1 时至 24 时(第二天 0 时)的测量均值	20120321 为 2012 年 3 月 21 日 1 时至 22 日 0 时的测量均值

B.2 数据记录要求

B.2.1 监测系统应至少能显示记录气态污染物的质量浓度、体积浓度、采样流量等实时数据。

B.2.2 小时数据应至少记录该时间段内气态污染物的质量浓度、体积浓度的平均值。

B.2.3 分钟数据应至少记录该时间段内气态污染物的质量浓度、体积浓度的平均值。

B.2.4 应统计记录当日小时数据的最大值、最小值和日均值。

B.3 数据处理要求

B.3.1 气态污染物质量浓度小时数据按公式 (B1) 计算：

$$C_i = \frac{\sum_{j=1}^k m_{ij}}{k} \dots\dots\dots (B1)$$

式中：C_i-----监测系统第*i*小时气态污染物质量浓度，μg/m³ (mg/m³)；

m_{ij}-----监测系统第*i*小时第*j*分钟气态污染物质量浓度，μg/m³ (mg/m³)；

k -----监测系统在该小时内有效测量分钟数 (45≤k≤60)。

B.3.2 气态污染物质量浓度日均值数据按公式（B2）计算：

$$\overline{C_m} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{m,i}}{n} \dots\dots\dots (B2)$$

式中： $\overline{C_m}$ -----监测系统第 m 天气态污染物质量浓度日均值， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mg/m^3) ；
 $C_{m,i}$ -----监测系统的第 m 天第 i 小时气态污染物质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mg/m^3) ；
 n -----监测系统在该天内有效测量小时数 ($20 \leq n \leq 24$)。

B.3.3 气态污染物体积浓度与质量浓度单位的换算

$$C_Q = \frac{M}{22.4} \times C_V \dots\dots\dots (B3)$$

式中： C_Q -----污染物的质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (mg/m^3) ；
 M -----污染物的摩尔质量， g/mol ；
 C_V -----污染物的体积浓度， ppb (ppm) 。

B.3.4 氮氧化物 (NO_x) 单位换算

氮氧化物以 NO_2 计，可按照公式（B4）或（B5）计算氮氧化物质量浓度。

$$C_{\text{NO}_x} = C_{\text{NO}} \times \frac{M_{\text{NO}_2}}{M_{\text{NO}}} + C_{\text{NO}_2} \dots\dots\dots (B4)$$

式中： C_{NO_x} -----氮氧化物质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
 C_{NO} -----一氧化氮质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
 C_{NO_2} -----二氧化氮质量浓度， $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；
 M_{NO_2} -----二氧化氮摩尔质量， g/mol ；
 M_{NO} -----一氧化氮摩尔质量， g/mol 。

$$C_{\text{NO}_x} = (C_{\text{NO}_V} + C_{\text{NO}_2V}) \times \frac{M_{\text{NO}_2}}{22.4} \dots\dots\dots (B5)$$

式中： C_{NO_V} -----一氧化氮的体积浓度， ppb ；
 C_{NO_2V} -----二氧化氮的体积浓度， ppb 。

附录 C
(资料性附录)

监测系统性能测试原始数据记录表

表 C.1 环境空气气态污染物连续监测系统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	测量结果 (μg/m ³ /ppb) 或 (mg/m ³ /ppm)									室内温度 (℃)
		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				20%量程漂移				80%量程漂移			

表 C.2 环境空气气态污染物连续监测系统噪声、最低检出限原始记录表

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	测量值	
	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		
噪声	$S_0 =$	$S_{80} =$
最低检出限		/

表 C.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	测量结果			
			上升时间	平均值	下降时间	平均值

表 C.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		测量结果			
		■SO ₂	□NO ₂	□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					

表 C.5 环境空气气态污染物连续监测系统示值误差原始记录表

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		测量值
		标称值		
		实测值	1	
			2	
			3	
			平均值	
		相对误差 (%)		
		示值误差 (%)		

表 C.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	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
电压稳定性				

表 C.7 环境空气气态污染物连续监测系统环境温度的影响原始记录表

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)	测量结果					
		零点测量值			80%量程测量值		
	25						
	35						
	25						
	15						
	25						
零点温度影响					80%量程温度影响		

表 C.8 环境空气气态污染物连续监测系统流量稳定性原始记录表

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		
流量稳定性			

表 C.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		测量结果
			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			

表 C.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		测量结果
			校准口测量值	采样口测量值	
	CO				
	SO ₂				
	NO ₂				
	O ₃				