

---

附件 9

《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续  
监测系统技术要求及检测方法（试行）》  
（征求意见稿）  
编制说明

《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术  
要求及检测方法（试行）》编制组

二〇一二年十月

---

项目名称：环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统

技术要求及检测方法（试行）

项目统一编号：2012-67.1

承担单位：中国环境监测总站

编制组主要成员：陈斌、杨凯、王强、张杨、迟颖、钟琪、周刚

标准所技术管理负责人：谭玉菲、王宗爽

标准处项目负责人：赵国华

---

# 目 录

<b>1 项目背景</b> .....	<b>1</b>
1.1 任务来源 .....	1
1.2 工作过程 .....	1
<b>2 标准制修订的必要性分析</b> .....	<b>2</b>
2.1 被测对象（污染物项目）的环境危害 .....	2
2.2 相关环保标准和环保工作的需要 .....	2
2.3 现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题 .....	5
<b>3 国内外相关分析方法研究</b> .....	<b>5</b>
3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究 .....	5
3.2 国内相关标准研究 .....	7
<b>4 标准制修订的基本原则和技术路线</b> .....	<b>7</b>
4.1 标准制修订的基本原则 .....	7
4.2 标准制修订的技术路线 .....	7
<b>5 方法研究报告</b> .....	<b>17</b>
5.1 适用范围确定 .....	17
5.2 规范性引用文件 .....	17
5.3 术语和定义 .....	17
5.4 环境空气气态污染物连续自动监测系统介绍 .....	17
5.5 技术要求 .....	17
5.6 性能指标 .....	18
<b>6 方法验证</b> .....	<b>30</b>
6.1 方法验证方案 .....	30
6.2 方法验证过程 .....	30
<b>7 标准实施建议</b> .....	<b>31</b>
<b>8 参考文献</b> .....	<b>31</b>
方法验证报告 .....	33

---

# 《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》编制说明

## 1 项目背景

### 1.1 任务来源

为配套新《环境空气质量标准》（GB3095-2012）<sup>[1]</sup>，客观反映环境空气质量，环境保护部2012年环办函[2012]503号下达了制定《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》（项目统一编号：2012-67.1）的任务，由中国环境监测总站承担制订工作。

### 1.2 工作过程

#### （1）成立标准编制小组，查询国内外相关资料

2011年11月，中国环境监测总站接受任务后，成立了由环境监测、环境管理、机械结构设计、电气设计等专业领域研究人员组成的编制组，收集并分析了美国、欧盟、日本等多个国家、地区的相关资料，对提出的技术路线、工作内容等多次研讨，形成标准文本草稿及编制说明。

2012年2月-3月，编制组就《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》的草案，组织参与标准编写的各家单位对草案的框架和内容进行了多次讨论。编制单位根据讨论征集的意见对草案和编制说明进行了修改。

#### （2）编写标准草案和开题报告

2012年4月，对所查询的相关文献资料，及各仪器厂家的情况进行整理分析，编写《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）》初稿和开题报告。

#### （3）开题论证，确定标准制订的技术路线

2012年4月14日，由环境保护部科技标准司在北京组织召开了本标准的开题论证会，与会专家通过质询、讨论，认为本标准定位准确，适用范围合理，主要内容及编制标准的技术路线可行，同时提出具体修改意见。论证意见主要有：进一步明确标准的适用范围和已有标准的衔接情况；注意标准术语的解释和使用；加强新增技术指标的必要性以及重要参数的论证；加强标准实施的经济技术分析。

#### （4）开展实验研究工作，组织方法验证

标准编制组根据开题论证会确定的技术方案和论证意见，开展课题实验研究工作。对方

---

法各项技术参数和条件进行优化实验，确定具体的技术内容等特性指标，在此基础上编写方法标准草案和编制说明。分别在河北、湖北、浙江、安徽、广东和北京组织有资质的实验室对方法进行方法验证，编写方法验证报告。

#### (5) 编写标准征求意见稿和编制说明（含方法验证报告）

标准编制组于2012年9月编制完成并提交标准征求意见稿、编制说明及方法验证报告，待公开征求意见。

## 2 标准制修订的必要性分析

### 2.1 被测对象（污染物项目）的环境危害

与2005年相比，2010年全国化学需氧量和二氧化硫排放总量分别下降了12.45%和14.29%，超额完成减排任务；全国城市空气二氧化硫、可吸入颗粒物的年均浓度分别下降了26.3%和12%，全国82.8%的城市空气质量达到了国家二级标准。但同时，我国环境空气污染特征发生了新的变化。随着经济社会的快速发展，以煤炭为主的能源消耗大幅攀升，机动车保有量急剧增加，经济发达地区NO<sub>x</sub>和VOCs排放量显著增长，O<sub>3</sub>和PM<sub>2.5</sub>污染加剧，在PM<sub>10</sub>和总悬浮颗粒物（TSP）污染还未全面解决的情况下，京津冀、长江三角洲、珠江三角洲等区域PM<sub>2.5</sub>和O<sub>3</sub>污染加重，灰霾现象频繁发生，能见度降低，《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）已经不能完全适应我国空气质量管理的要求。

实施新的《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）是新时期加强大气环境治理的客观需求，新标准增设了PM<sub>2.5</sub>浓度限值，增设了臭氧8小时平均浓度限值，调整了二氧化氮的二级标准浓度限值，此标准将于2016年全面实施。依据该标准，全国各级环保部门需要开展PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>的在线监测工作。

环境健康和流行病学研究表明，空气中的细颗粒物、O<sub>3</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>对人体健康危害很大，同时也是“灰霾”的最重要贡献者。O<sub>3</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>对气候、环境和生态有着重要的影响。近地面浓度不断增高，会造成一系列不利于人体健康的影响。WHO的研究表明在10-100ppb 浓度下的O<sub>3</sub>、CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>暴露1-8个小时，免疫力低的敏感人群会出现肺功能减退、气道炎症、呼吸道症状和哮喘症状加剧。浓度越高，人在环境暴露时间越长，运动量越大，毒性危害越显著。

### 2.2 相关环保标准和环保工作的需要

自从1996年版《环境空气质量标准》颁布以来，我国已逐步建立了与之配套的监测方法标准、技术规范体系，包括TSP的测定方法（GB/T 15432-1995）、气态污染物的手工监测方法（HJ 482-2009等）、气态污染物以及PM<sub>10</sub>的自动监测技术规范（HJ/T 193-2005）等一

---

系列标准和规范。目前，新的《环境空气质量标准》已经颁布，但与之配套的监测方法标准、规范却无法符合要求，主要表现在：缺乏仪器适用性检测技术要求。

从全程序QA/QC而言，监测仪器的性能好坏从源头直接决定了监测数据的最终质量，无论美国还是欧洲均对进入监测网络的仪器性能有明确的技术要求；此外，不同原理的监测仪器其数据必须统一到标准分析方法，确保全国监测数据的可比，这都有赖于建立监测仪器的适用性检测技术要求。但目前我们尚未建立环境空气质量监测仪器的技术要求。

为贯彻即将颁布的新《环境空气质量标准》（GB3095-2012），客观反映环境空气质量指数（AQI），规范二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、二氧化氮（NO<sub>2</sub>）、臭氧（O<sub>3</sub>）、一氧化碳（CO）等新增污染物的监测行为，进一步加强环境空气质量监测的管理，编制组总结了现有环境空气质量监测的相关标准，并结合当前空气质量监测技术的新发展，提出了环境空气质量监测标准体系框架。

建立的环境空气质量监测标准体系（见图1）主要包括以下五个方面的内容：

- 环境空气质量监测规范
- 环境空气质量监测方法标准
- 环境空气质量监测仪器适用性检测技术要求
- 环境空气自动监测技术规范
- 环境空气手工监测技术规范

该体系以“环境空气质量监测规范”为核心，明确全国环境质量监测点位布设调整原则以及全国环境质量监测的总体设计；“环境空气质量监测仪器适用性检测技术要求”规范进入国家环境监测网络的仪器性能。本标准中在环境空气质量标准体系中的位置是：第二部分环境空气自动监测技术规范中气态污染物适用性检测技术要求，属于新制定的标准，旨在服务我国环境空气气态污染物连续自动监测系统的管理，特别是指导环境空气气态污染研制、生产和使用，适应目前的环境管理需求。新标准《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续监测系统技术要求》体现的管理思路和具体的操作细节根据目前的法律法规进行调整，规定了环境空气气态污染物连续自动监测系统的组成、性能指标、技术要求，同时规定了检测方法。课题组在现有标准和管理规定基础上，结合我国实际情况，经多年实践，不断深入研究和完善，完成本标准，以解决我国环境空气气态污染物连续自动监测系统认证管理面临的迫切需求。

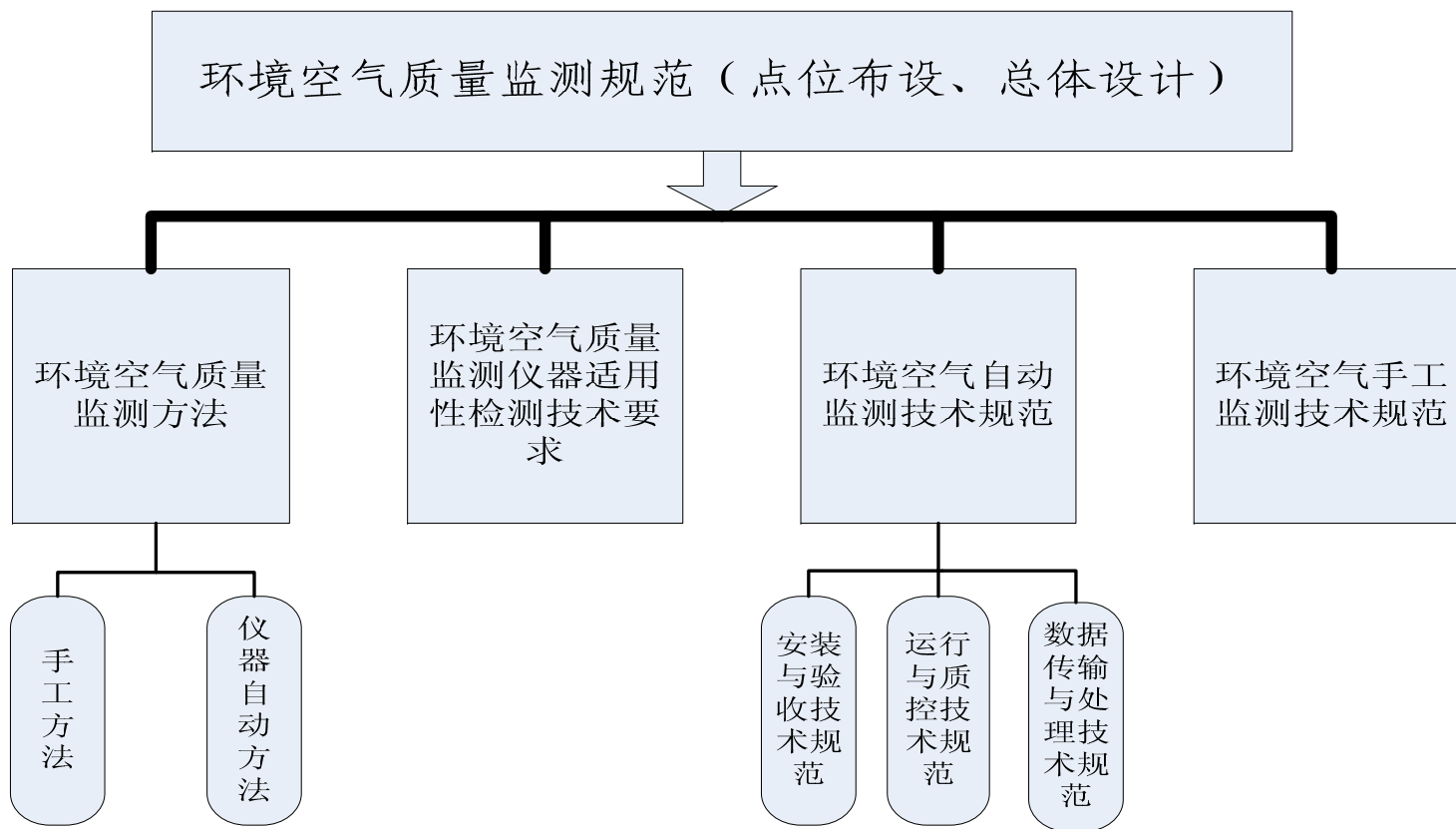


图1 环境空气质量监测标准体系框架

## 2.3 现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题

开展环境空气气态污染物连续自动监测需采用环境空气气态污染物连续自动监测系统。而一直以来，环境空气质量自动监测系统参照的标准和规范有：《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）<sup>[2]</sup>、《环境空气质量监测规范（试行）》（国家环保总局公告 2007 年第4号）<sup>[5]</sup>等。

目前，环境空气气态污染物连续自动监测系统还缺乏相关技术规范标准，为了更好地实现环境空气气态污染物的监测管理，急需制定标准《环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续监测系统技术要求》，明确各气态污染物自动监测系统的原理、性能指标要求、检测方法等，以适应新的《环境空气质量标准》。

## 3 国内外相关分析方法研究

### 3.1 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

目前发达国家在环境监测方面都在开展环境空气污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>）的监测，已形成了一套相对完整的检测方法标准，并且已经被广泛运用。我国即将颁布的修订后的《环境空气质量标准》（GB3095-2012）已经将PM<sub>2.5</sub>纳入了必测项目，但是我国还缺少与新《环境空气质量标准》配套的气态污染物和PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>相应的技术要求和检测方法标准。本标准的编制参考了美国、英国、日本和国际标准化组织的相关标准和要求，结合目前我国安装使用的主要相关仪器设备的技术水平和企业标准；其主要技术指标要求与国外同类标准基本上达到了同一水平，个别指标由于经验的缺乏适当制定了相对宽泛的要求。

美国标准EPA 40CFR PART53适用于紫外荧光法和差分吸收光谱法（DOAS法）SO<sub>2</sub>分析方法、化学发光法和差分吸收光谱法（DOAS法）NO<sub>x</sub>分析方法、紫外光度法<sup>[3]</sup>和差分吸收光谱法（DOAS法）O<sub>3</sub>分析方法、相关滤光红外吸收法（GFC NDIR）和非分散红外吸收法（NDIR）CO分析方法<sup>[4]</sup>，对重要的术语等进行了定义，规定了气态污染物分析仪的性能指标和检测方法，但一些性能指标也存在缺失，主要是7天零点漂移和量程漂移、电压稳定性、环境温度变化的影响、无人值守工作时间、仪器平行性、采样口和校准口浓度偏差等性能指标。从对比表5-1、表5-2、表5-3、表5-4可以看出，美国标准EPA 40CFR PART53<sup>[10]</sup>对重要指标的要求较低，，远大于英国EN 14625-2005标准<sup>[8]</sup>。

英国《环境空气质量.利用紫外线荧光测量二氧化硫浓度的标准方法》<sup>[6]</sup>（BS EN 14212-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence）、《环境空气质量 利用化学发光测量二氧化氮

---

和一氧化氮浓度的标准方法》<sup>[7]</sup> (BS EN 14211-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence)、《环境空气质量 用紫外线光度测量法测量臭氧浓度的标准方法》(BS EN 14625-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry)、《环境空气质量 用非色散红外线光谱法测量一氧化碳浓度的标准方法》<sup>[9]</sup>(BS EN 14626-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by nondispersive infrared spectroscopy)

四个标准分别仅适用于紫外荧光法SO<sub>2</sub>分析技术、化学发光法NO<sub>x</sub>分析技术、紫外光度法分析技术,分别对各自重要的术语等进行了定义,规定了各气态污染物分析仪的原理组成、关键器件、性能指标和检测方法,描述非常明确。英国EN 4个标准给出的性能指标非常全面,包括了其它标准不具有的电压稳定性、环境温度变化的影响、无人值守工作时间、仪器平行性、采样口和校准口浓度偏差等性能指标,并给出了详细的检测方法,具有较好的可操作性。英国EN 4个标准中部分性能指标是在现场进行测试的,如:零点漂移、量程漂移、无人值守工作时间等。

日本《环境空气中二氧化硫的连续分析仪》(JIS B 7952-1996 Continuous analyzers for sulfur dioxide in ambient air)、《环境空气中一氧化碳的连续分析仪》(JIS B 7951-1998 Continuous analyzer for carbon monoxide in ambient air)、《环境空气中氮氧化物的连续分析仪》(JIS B 7953-1997 Continuous analysers for oxides of nitrogen in ambient air)、《环境空气中臭氧和氧化剂的连续分析仪》(JIS B 7952-1996 Continuous analyzers for ozone and oxidants in ambient air)标准中分别对环境空气中的各种污染物以独立分析仪的形式单独进行了仪器技术指标和功能要求,一般仅限于在实验室中的各种指标测试,没有现场参比比对上的相关要求的检测。

国际标准化组织ISO标准侧重于环境空气中的各种污染物的监测分析方法的介绍和描述,对相关仪器的技术要求仅在附录中进行了简单介绍,没有具体的监测程序的方法。

美国《开放光程测量仪器的通用认证草案》<sup>[12]</sup> (Generic Verification Protocol for Optical Open-Path Monitors) 中针对紫外差分吸收光谱法(DOAS)、傅里叶红外法、TDLAS等开放光程类的仪器制订了一些常用的检测项目(如最低检测限、准确度、精密度、线性误差、干扰气体)和检测方法,但未给出具体的检测指标。

英国环保署《MCERES针对OPAMs检测标准》<sup>[11]</sup> (MCERTS Performance Standards for OPAMs) 针对开放光程仪器制定的性能指标非常全面,包括了其它标准不具有的电压稳定

---

性、环境温度变化的影响、无人值守工作时间、线性偏差、响应时间、量程、校准池长度影响，光源强度影响等性能指标，但未给出详尽的检测方法。

### 3.2 国内相关标准研究

我国现行的涉及环境空气气态污染物监测的主要标准是《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）。《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T 193-2005）于2005年制定。在此标准中，首先规定了二氧化硫的推荐分析方法为紫外荧光法和差分吸收光谱法（DOAS法），氮氧化物的推荐分析方法为化学发光法和差分吸收光谱法（DOAS法），的推荐分析方法为紫外光度法和差分吸收光谱法（DOAS法），一氧化碳的推荐分析方法为相关滤光红外吸收法（GFC NDIR）和非分散红外吸收法（NDIR）；其次规定了环境空气质量自动监测系统的组成、分析仪的性能指标、质量保证和质量控制；同时也对环境空气监测系统的安装验收做出了规范要求。但是同国外相关标准对比，

1) 根据表4-1到表4-7的国内外同类标准性能指标对比，HJ/T 193标准相比较美国标准EPA 40CFR PART53和英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准，规定的分析仪性能指标偏少，不能完整的反映仪器的性能，不能适应气态污染物监测的新形势。

HJ/T 193标准对量程噪声、线性误差、7天零点漂移和量程漂移、电压稳定性、环境温度变化的影响、无人值守工作时间、干扰组分影响量等性能指标没有做出规定。

2) 现行标准没有对检测系统的外观、安全性等做出规范要求；

3) HJ/T 193标准没有对性能指标的检测方法进行规定。

## 4 标准制修订的基本原则和技术路线

### 4.1 标准制修订的基本原则

本次标准制定，本着科学性、先进性和可操作性为原则，以《环境空气质量标准》（GB3095-2012）和《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）为依据，同时参考美国EPA、英国等的标准以及中国环境监测编制组仪器质量监督检验中心多年的检测情况，制定本标准。

### 4.2 标准制修订的技术路线

本次标准制订综合参考了《环境空气自动监测系统检测作业指导书》，英国《环境空气质量 利用紫外线荧光测量二氧化硫浓度的标准方法》（BS EN 14212-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence）、《环境空气质量 利用化学发光测量二氧化氮和一氧化氮浓度的

---

标准方法》(BS EN 14211-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence)、《环境空气质量 用紫外线光度测量法测量臭氧浓度的标准方法》(BS EN 14625-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry)、《环境空气质量 用非色散红外线光谱法测量一氧化碳浓度的标准方法》(BS EN 14626-2005 Ambient air quality - Standard method for the measurement of the concentration of carbon monoxide by nondispersive infrared spectroscopy)、《开放光程测量仪器测量标准》(Performance Standards for Open Path Ambient Air Quality Monitoring Systems using Differential Optical Absorption Spectrometry (DOAS))、美国标准EPA 40CFR PART53,《开放光程测量仪器的通用认证草案》(Generic Verification Protocol for Optical Open-Path Monitors)着重考虑了目前我国环境空气自动监测标准和实际技术现状,规定了仪器性能指标见表4-1到4-7,对规范条款的详细说明见第6章。

国内仪器性能指标相比进口产品稍微差一些,但均能满足表4-1到表4-7的要求,所有本标准的技术性能指相对是比较合理。

表 4-1 国内外同类标准点式 SO<sub>2</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 EN 14212-2005 标准	美国标准 EPA 40CFR PART53
二氧化硫分析方法	紫外荧光法	紫外荧光法	紫外荧光法	紫外荧光法
量程范围	0~500 ppb	0~500 ppb	0~376 ppb	0~500 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	≤1 ppb	1 ppb
最低检出限	2 ppb	2 ppb		2 ppb
量程噪声	5 ppb		≤3 ppb	
线性误差	±2% F. S.		±4% 测量值	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		2%
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		2%
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	≤2 ppb (12 小时)	±4 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	≤6 ppb (12 小时)	±3%
零点漂移 (7 天)			≤5 ppb (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)				
80%量程漂移 (7 天)			≤5%F. S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<5 min	<5 min	≤180s	4min
电压稳定性	≤±1% F. S.		≤0.3 ppb/V	
进样流量稳定性	≤±10%	≤±10%		
环境温度变化的影响	<1ppb/°C		≤1 ppb/oC	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	
甲苯干扰的影响	±4% F. S. (0.1ppm 甲苯)			
CH <sub>4</sub> 干扰的影响	±4% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )			
NO/NO <sub>2</sub> 干扰的影响			≤5 ppb (0.5 ppm NO/NO <sub>2</sub> )	±5 ppb (0.5ppm NO/NO <sub>2</sub> )
H <sub>2</sub> S 干扰的影响			≤5 ppb (0.2 ppm H <sub>2</sub> S)	±5 ppb (0.1ppm H <sub>2</sub> S)

H <sub>2</sub> O 干扰的影响	±4% F.S. (2% H <sub>2</sub> O)		≤10 ppb (1.9% H <sub>2</sub> O)	±5 ppb (2% H <sub>2</sub> O)
仪器平行性	<5%		<5%	
采样口和校准口浓度偏差	<1%		<1%	

表 4-2 国内外同类标准点式 NO<sub>2</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 EN 14211-2005 标准	美国标准 EPA 40CFR PART53 (NO <sub>2</sub> )
氮氧化物分析方法	化学发光法	化学发光法	化学发光法	化学发光法
量程范围	0~500 ppb	0~500 ppb	0~261 ppb	0~500 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	≤1 ppb	5 ppb
最低检出限	2 ppb	2 ppb		10 ppb
量程噪声	5 ppb		≤3 ppb	5 ppb
线性误差	±2% F.S.		±4% 测量值	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		20 ppb
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		30 ppb
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	≤2 ppb (12 小时)	±20 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		±20%
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	≤6 ppb (12 小时)	±5%
零点漂移 (7 天)			≤5 ppb (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)				
80%量程漂移 (7 天)			≤5%F.S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<3 min	<5 min	≤180s	35min
电压稳定性	≤±1% F.S.		≤0.3 ppb/V	
进样流量稳定性	≤±10%	≤±10%		
环境温度变化的影响	<3ppb/°C		≤3 ppb/oC	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	

转换效率	>96%	>96%	>96%	
NH <sub>3</sub> 干扰的影响	±4% F.S. (1ppm NH <sub>3</sub> )		≤5 ppb (0.2ppm NH <sub>3</sub> )	±20 ppb (1ppm NH <sub>3</sub> )
O <sub>3</sub> 干扰的影响	±4% F.S. (200ppb O <sub>3</sub> )		≤2 ppb (0.2ppm O <sub>3</sub> )	±20 ppb (200ppb O <sub>3</sub> )
SO <sub>2</sub> 干扰的影响	±4% F.S. (500ppb SO <sub>2</sub> )			±20 ppb (500ppb SO <sub>2</sub> )
H <sub>2</sub> O 干扰的影响	±4% F.S. (2.5% H <sub>2</sub> O)		≤5 ppb (1.9% H <sub>2</sub> O)	±20 ppb (2.5% H <sub>2</sub> O)
仪器平行性	<5%		<5%	
采样口和校准口浓度偏差	<1%		<1%	

表 4-3 国内外同类标准点式 O<sub>3</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 EN 14625-2005 标准	美国标准 EPA 40CFR PART53
分析方法	紫外光度法	紫外光度法	紫外光度法	紫外光度法
量程范围	0~500 ppb	0~500 ppb	0~250 ppb	0~500 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	≤1 ppb	5 ppb
最低检出限	2 ppb	2 ppb		10 ppb
量程噪声	5 ppb		≤3 ppb	5 ppb
线性误差	±4% F.S.		±4% F.S.	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		10 ppb
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		10 ppb
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	≤2 ppb (12 小时)	10 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		±20%
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	≤6 ppb (12 小时)	±5%
零点漂移 (7 天)			≤5 ppb (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)				
80%量程漂移 (7 天)			≤5%F.S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<2 min	<5 min	≤180s	35min

电压稳定性	±1% F. S.		≤0.3 ppb/V	
进样流量稳定性	±10%	±10%		
环境温度变化的影响	5℃变化 24 小时零点和量程漂移测试可通过		≤1 ppb/°C	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	
甲苯干扰的影响	±4% F. S. (1ppm 甲苯)		≤5 ppb (0.5ppm 甲苯)	±20 ppb
SO <sub>2</sub> 干扰的影响	±4% F. S. (0.2ppm 甲苯)			±20 ppb
NO/NO <sub>2</sub> 干扰的影响	±6% F. S. (0.5ppm NO/NO <sub>2</sub> )			±20 ppb
H <sub>2</sub> O 干扰的影响	±4% F. S. (2% H <sub>2</sub> O)		≤10 ppb (1.9% H <sub>2</sub> O)	±20 ppb
仪器平行性	<5%		<5%	
采样口和校准口浓度偏差	<1%		<1%	

表 4-4 国内外同类标准点式 CO 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 EN 14626-2005 标准	美国标准 EPA 40CFR PART53
一氧化碳分析方法	相关滤光红外吸收法、非分散红外吸收法	相关滤光红外吸收法、非分散红外吸收法	相关滤光红外吸收法、非分散红外吸收法	相关滤光红外吸收法、非分散红外吸收法
量程范围	0~50 ppm	0~50 ppm	0~86ppm (0~100mg/m <sup>3</sup> )	0~50 ppm
零点噪声	0.5 ppm	0.5 ppm	≤1 ppm	0.5 ppm
最低检出限	1 ppm	1 ppm		0.4 ppm
量程噪声	1 ppm		≤3 ppm	0.2 ppm
线性误差	±2% F. S.		≤4% F. S.	
20%量程精密度	0.5 ppm	0.5 ppm		1%
80%量程精密度	0.5 ppm	0.5 ppm		1%
零点漂移 (24h)	±1 ppm	±1 ppm	≤0.1 ppm (12 小时)	±0.5 ppm

20%量程漂 (24h)	±1 ppm	±1 ppm		
80%量程漂 (24h)	±1 ppm	±1 ppm	≤0.6 ppm (12 小时)	±2%
零点漂移 (7 天)			≤0.5 ppm (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)				
80%量程漂移 (7 天)			≤5%F. S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<2.5 min	<4 min	≤180s	4min
电压稳定性	≤±1% F. S.		≤0.3 ppm/V	
进样流量稳定性	±10%	±10%		
环境温度变化的影响	5℃变化 24 小时零点和量程漂移测试可通过		≤0.3 ppm/°C	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	
CO <sub>2</sub> 干扰的影响	±1% F. S.		≤0.5 ppm (500ppm CO <sub>2</sub> )	±1 ppm
NO 干扰的影响			≤0.5 ppm (1ppm NO)	±1 ppm
N <sub>2</sub> O 干扰的影响			≤0.5 ppm (50ppb N <sub>2</sub> O)	±1 ppm
H <sub>2</sub> O 干扰的影响	±2% F. S.		≤1 ppm (1.9% H <sub>2</sub> O)	±1 ppm
仪器平行性	<5%		<5%	
采样口和校准口浓度偏差	<1%		<1%	

表 4-5 国内外同类标准开放光程 SO<sub>2</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 MCERTS Performance Standards for OPAMs	美国标准 EPA 40CFR PART53
二氧化硫分析方法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法
量程范围	0~500 ppb	0~500ppb	0~382ppb	0~1750 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	1.3 ppb	1 ppb
最低检出限	2 ppb	2 ppb	2.6 ppb	2 ppb

量程噪声	5 ppb		2% F. S.	
线性误差	±2% F. S.		±2%	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		2%
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		2%
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	2% F. S.	±4 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	2% F. S.	±3%
零点漂移 (7 天)	±10 ppb		≤5%F. S. (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)	±10 ppb			
80%量程漂移 (7 天)	±20 ppb		≤5%F. S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<5 min	<5 min	≤60s	4min
电压稳定性	≤±1% F. S.		2%F. S.	
环境温度变化的影响	<1ppb/°C		2%F. S. (±15K)	
干扰气体影响	±3% F. S. (0.035ppm 苯)		±2% F. S. (0.035ppm 苯)	
	±2% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )		±2% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )	
校准池长度的影响	2%		2%	
光源强度的影响	2%F. S.		2%	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	≥2 周

表 4-6 国内外同类标准开放光程 NO<sub>2</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 MCERTS Performance Standards for OPAMs	美国标准 EPA 40CFR PART53
二氧化氮分析方法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法
量程范围	0~500 ppb	0~500ppb	0~260ppb	0~974 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	1.0 ppb	1 ppb

最低检出限	2 ppb	2 ppb	2.0 ppb	2 ppb
量程噪声	5 ppb		2% F. S.	
线性误差	±2% F. S.		±2%	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		2%
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		2%
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	2% F. S.	±20 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		±20%
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	2% F. S.	±5%
零点漂移 (7 天)	±10 ppb		≤5%F. S. (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)	±10 ppb			
80%量程漂移 (7 天)	±20 ppb		≤5%F. S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<5 min	<5 min	≤60s	35min
电压稳定性	±1% F. S.		2%	
环境温度变化的影响	<3ppb/°C		2% (±15K)	
干扰气体影响	±2% F. S. (0.33ppm NH <sub>3</sub> )		±2% F. S. (0.33ppm NH <sub>3</sub> )	
	±2% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )		±2% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )	
	±2% F. S. (300ppb SO <sub>2</sub> )		±2% F. S. (300ppb SO <sub>2</sub> )	
校准池长度的影响	2%		2%	
光源强度的影响	2%F. S.		2%	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	≥2 周

表 4-7 国内外同类标准开放光程 O<sub>3</sub> 分析技术性能指标对比

项目	本标准性能指标	HJ/T 193	英国 MCERTS Performance Standards for OPAMs	美国标准 EPA 40CFR PART53
臭氧分析方法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法	DOAS 法

量程范围	0~500 ppb	0~500ppb	0~250ppb	0~467 ppb
零点噪声	1 ppb	1 ppb	1.2 ppb	1 ppb
最低检出限	2 ppb	2 ppb		2 ppb
量程噪声	5 ppb		2.4 ppb	
线性误差	±4% F.S.		±2%	
20%量程精密度	5 ppb	±5 ppb		2%
80%量程精密度	10 ppb	±10 ppb		2%
零点漂移 (24h)	±5 ppb	±5 ppb	2% F.S.	±10 ppb
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	±5 ppb		±20%
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	±10 ppb	2% F.S.	±5%
零点漂移 (7 天)	±10 ppb		≤5%F.S. (2weeks)	
20%量程漂移 (7 天)	±10 ppb			
80%量程漂移 (7 天)	±20 ppb		≤5%F.S. (2weeks)	
响应时间 (上升/下降)	<5 min	<5 min	≤60s	35min
电压稳定性	±1% F.S.		2%F.S.	
环境温度变化的影响	<1ppb/°C		2%F.S. (±15K)	
干扰气体影响	±5% F.S. (0.035 ppm 苯)		±2% F.S. (0.035 ppm 苯)	
	±2% F.S. (0.3ppm SO <sub>2</sub> )		±2% F.S. (0.3ppm SO <sub>2</sub> )	
	±2% F.S. (0.35ppm NO/NO <sub>2</sub> )		±2% F.S. (0.35ppm NO/NO <sub>2</sub> )	
校准池长度的影响	2%		2%	
光源强度的影响	4%F.S.		2%	
无人值守工作时间	≥1 周		≥2 周	≥2 周

## 5 方法研究报告

### 5.1 适用范围确定

本标准主要针对点式环境空气气态污染物连续监测系统和开放光程环境空气气态污染物连续监测系统，对环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统的技术要求 and 性能指标做出规范要求。用于对环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统的认证测试。因此本标准的适用范围规定为：

本标准规定了环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续监测系统的技术要求、性能指标和检测方法。

本标准适用于环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续监测系统的设计、生产和检测。

### 5.2 规范性引用文件

规范性引用文件包括国内环境空气自动监测相关标准。

### 5.3 术语和定义

为对标准中的术语进行统一规范的定义，在本部分对重要术语进行定义和解释。对“环境空气气态污染物连续自动监测”进行定义，为了明确“点式监测仪器”和“开放光程监测仪器”两种仪器，对两者进行了定义。“零气”在本标准中作为仪器的零点校准气，具有特殊要求，因此本标准中对其进行了明确的定义。开放光程监测系统涉及的“光程”、“零光程”、“等效浓度”进行了定义。

### 5.4 环境空气气态污染物连续自动监测系统介绍

本标准分别介绍了点式监测系统和开放光程监测系统的组成。同时介绍对检测系统的推荐方法，与HJ/T 193标准一致，与美国标准EPA 40CFR PART53和英国EN系列标准已是相一致的。

表5-1 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 <sub>2</sub>	化学发光法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
SO <sub>2</sub>	紫外荧光法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
O <sub>3</sub>	紫外光度法	差分吸收光谱分析法（DOAS）
CO	气体滤波相关红外吸收法、非分散红外吸收法	-

### 5.5 技术要求

本标准给出了监测系统的外观、工作环境条件、安全要求、采样装置、校准设备和分析仪器的功能要求。主要参考了HJ/T 193标准，并参考结合了EPA、JIS以及ISO等国外标准和企业标准。

(1) 要求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）℃；
- 2) 相对湿度：≤85%；
- 3) 大气压：（80~106）kPa；
- 4) 供电电压：AC（220±22）V，频率（50±1）Hz。

开放光程仪器的角反镜需要在室外安装，因此其工作温度范围在“（-30~50）℃”，这一温度区间源自美国EPA 40CFR PART53。

环境温度的来源是监测站房都配置有空调系统，基本都能控制在25±5℃范围，本标准将仪表可工作温度扩大5℃范围。这是参考了国内外的仪表的性能，在（15~35）℃范围内，现有国内外的仪表都能保证仪表的性能指标。

（2）安全要求参考HJ/T 193。

（3）功能要求参考了HJ/T 193对采样装置、校准系统和分析仪表的基本功能做出要求。

## 5.6 性能指标

### 5.6.1 点式监测系统技术指标设置和来源

本标准重点给出了各气态污染物分析仪的性能指标要求，表5-2为点式环境空气气态污染物连续自动监测系统检测项和性能指标列表，具体给出了每一项性能指标要求，参考美国标准EPA 40CFR PART53、英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准、《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和国内外仪器性能实际情况制定。下文对各项技术指标进行详细阐述。

表5-2 点式环境空气气态污染物自动监测系统性能检测项及指标

项目	性能指标			
	SO <sub>2</sub> 分析仪	NO <sub>2</sub> 分析仪	O <sub>3</sub> 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/℃	≤3ppb/℃	≤1ppb/℃	≤0.3ppm/℃
无人值守工作时间	≥7d	≥7d	≥7d	≥7d
NO <sub>2</sub> -NO 转换效率	/	>96%	/	/

干扰成分的影响	±4% F. S. (2% H <sub>2</sub> O)	±4% F. S. (2.5% H <sub>2</sub> O)	±4% F. S. (2% H <sub>2</sub> O)	±5% F. S. (2.5% H <sub>2</sub> O)
	±4% F. S. (0.1ppm 甲苯)	±4% F. S. (1ppm NH <sub>3</sub> )	±4% F. S. (1ppm 甲苯)	≤±5% F. S. (1000ppm CO <sub>2</sub> )
	±4% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )	≤±4% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )	±4% F. S. (0.2ppm SO <sub>2</sub> )	/
	/	≤±4% F. S. (500ppb SO <sub>2</sub> )	±6% F. S. (0.5ppm NO/NO <sub>2</sub> )	/
采样口和校准口浓度偏差	±1%	±1%	±1%	±1%

### 1) 量程范围

英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准g规定各监测因子的量程单位为ug/m<sup>3</sup>，换算到ppb各监测因子的量程分别为：SO<sub>2</sub>：0~376 ppb；NO<sub>x</sub>：0~261 ppb；O<sub>3</sub>：0~250 ppb；CO：0~86ppm；而HJ/T193标准、美国EPA 40CFR PART53标准等其他标准均将SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的量程范围规定为0到500 ppb，CO分析仪的量程范围为0到50ppm；本标准参考美国EPA标准和HJ/T193，SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的量程范围为0到500 ppb，CO分析仪的量程范围为0到50ppm。

### 2) 零点噪声

零点噪声反应分析仪在通入零点校准气体时短期内读数偏离均值的幅度，用标准偏差表示，与英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准、美国EPA标准 40CFR PART53一致。本标准要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的零点噪声应不大于1 ppb；CO分析仪的零点噪声应不大于0.5 ppm，根据编制组的《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况制定该指标，国内仪器基本均能够达到该水平。零点噪声测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53和《环境空气自动监测系统检测作业指导书》

### 3) 最低检出限

根据美国EPA标准40CFR PART53，仪器的最低检出限为零点噪声的两倍，本标准要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的最低检出限应不大于2 ppb；CO分析仪的最低检出限应不大于1ppm。

### 4) 量程噪声

量程噪声反应通入满量程校准气体时短期内读数偏离均值的幅度，较零点噪声更大。量程噪声是反映仪表性能的重要指标，如化学发光法测试NO<sub>2</sub>浓度，测试仪表的臭氧发生的稳定性能必须通量程气才能测试反映仪表的整体性能。HJ/T193标准中没有量程噪声指标，英国EN标准包含了该指标，要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的量程噪声应不大于3 ppb，CO分析仪的量程噪声应不大于3 ppm。但本标准认为有必要增加该指标，参考英国EN标准以及根据《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪

---

的零点噪声应不大于5 ppb；CO分析仪的零点噪声应不大于1 ppm。具体的测试方法参考英国标准，与零点噪声的测试方法相同。

#### 5) 线性误差

仪器的线性误差反应在整个量程范围内仪器读数偏离真实浓度的程度，是仪器最重要的性能指标之一。

目前，各厂家气态污染物自动监测仪器均是本质线性或内部进行了线性化处理，输出浓度读数线性均是较好的。SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO标气的不确定度为1%，而多气体校准装置中质量流量计线性误差也为1%，综合考虑以上因素，本标准要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO分析仪的线性误差应不大于±2%F.S.。

考虑到不同浓度必须由发生器产生，发生器的准确度为±2%，O<sub>3</sub>分析仪线性误差测试结果会包含发生器的误差，所以本标准要求O<sub>3</sub>分析仪线性误差应不大于±4%F.S.。

以上线性误差指标要求与《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况符合，国内仪器也能够达到该水平。测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53和《环境空气自动监测系统检测作业指导书》。

#### 6) 20%和80%量程精密度

精密度也即仪器的重复性，反应仪器重复测量同一浓度气体时仪器读数相对均值的偏差，使用标准偏差表示。参考HJ/T193标准和英国EN 标准、美国标准EPA 40CFR PART53，精密度需要测试20%量程和80%量程校准气体。

本标准要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的20%量程精密度应不大于5 ppb，80%量程精密应不大于10 ppb；CO分析仪的20%量程精密度应不大于0.5 ppm，80%量程精密应不大于0.5 ppm，后者为前者的两倍。与《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况符合，国内仪器也能够达到该水平。测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53和《环境空气自动监测系统检测作业指导书》

#### 7) 零点漂移和20%、80%量程漂移

零点漂移和量程漂移是指仪器在规定时间内分别测量零点校准气体和量程校准气体时仪器读数的变化。仪器的零点和量程漂移分为短期和长期漂移，美国标准EPA 40CFR PART53仅给出12小时或24小时短期漂移指标，英国EN 14625-2005标准中短期漂移为12小时，长期漂移为2周，根据《GB-T 18403.1-2001 气体分析器性能表示 第1部分：总则》等国家标准和中国环境空气监测仪器的实际情况，本标准中短期漂移测试为24小时。

参考《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求

---

SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的24小时零点漂移应不大于5 ppb，24小时20%、80%量程漂移应分别不大于5 ppb和10 ppb；CO分析仪的24小时零点漂移应不大于1 ppm，24小时20%、80%量程漂移应分别不大于1 ppm和1 ppm。

参考EPA、JIS、ISO标准以及国内通用的量程漂移计算和考核方法。通气方式采用间隔通气方式。

#### 8) 响应时间（上升时间/下降时间）

根据美国标准EPA 40CFR PART53，仪器的响应时间为滞后时间和上升/下降时间之和，使用T<sub>90</sub>来表示。其中，滞后时间是指从仪器进口通入校准气体起，用秒表分别记录仪器指示到A<sub>T10</sub>处所经过的时间，而上升时间是指仪器指示从A<sub>T10</sub>到A<sub>T90</sub>处所经过的时间；下降时间是指向仪器通入零点校准气体，用秒表记录示值从A<sub>T90</sub>到达A<sub>T10</sub>处所经过的时间。

A<sub>T10</sub>和A<sub>T90</sub>通过下述方法计算：通入零点校准气体和浓度为80%~100%量程（以下简称规定浓度）的校准气体，记录稳定后的示值A<sub>1</sub>和A<sub>2</sub>，计算

$$A_{T10} = A_1 + 0.1 \times (A_2 - A_1) \text{ 和 } A_{T90} = A_1 + 0.9 \times (A_2 - A_1) \text{ 的值。}$$

参考《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求SO<sub>2</sub>分析仪的响应时间应不超过5 min，NO<sub>x</sub>分析仪的响应时间应不超过3 min，O<sub>3</sub>分析仪的响应时间应不超过2 min，CO分析仪的响应时间应不超过2.5 min。

#### 9) 电压稳定性

电压稳定性是考量仪器电源电压变化±10%时仪器读数的相对变化。参考英国EN14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准和《环境空气自动监测系统检测作业指导书》，本标准要求仪器电源电压变化±10%，仪器读数的相对变化应不大于±1% F.S.。

#### 10) 样气流量稳定性

仪器运行过程中，流量控制器和流量传感器都可能出现性能下降或者损坏，会造成样气流量不正确。为了保证测量结果的稳定，参考《环境空气自动监测系统检测作业指导书》，本标准要求仪器运行过程中，样气流量稳定性应小于±10%。

#### 11) 环境温度变化的影响

环境空气连续自动监测系统所安装的监测站站房内通常均配置空调，使其内的环境温度变化较小，通常为25±5℃，温度变化通常会对仪器的测量造成一定的影响，所以需要明确规定仪器受环境温度变化影响的限值。

目前，国内各生产商所给出的分析仪工作温度范围为5~40℃，说明在该温度范围内仪器应该是能够正常工作的。但在低温5℃以下、40℃以上，仪器的性能将会存在一定下降。

美国热电的仪器也是只能保证15~35℃温度范围内仪器的性能达标，更低温度或更高温度只能保证仪器工作。因此，标准中要求仪器工作温度范围统一为15~35℃，在该温度范围内进行环境温度变化的影响实验。

参考英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准，《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求工作温度范围15~35℃内，温度每变化1℃，SO<sub>2</sub>分析仪的浓度读数变化量应不超过1ppb，NO<sub>x</sub>分析仪的浓度读数变化量应不超过3ppb，O<sub>3</sub>分析仪的浓度读数变化量应不超过1ppb，CO分析仪的浓度读数变化量应不超过0.3ppm。具体的测试方法参考英国标准。

#### 12) 无人值守工作时间

环境空气连续自动监测系统在现场运行时规定时间内是无人值守，通常需要隔一段时间才进行维护，这就要求仪器在无人值守工作时间内正常工作，而且累积零点漂移和累积量程漂移都小于仪器的长期零点漂移和量程漂移指标。

《环境空气自动监测系统检测作业指导书》中使用的是无故障运行时间指标衡量仪器的长期工作能力，但经过本标准项目成员讨论，认为该指标不便于操作。所以，参考英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准，本标准引入无人值守工作时间，要求不少于1周。

#### 13) 干扰成分的影响

4种气态污染物分析仪采用的测量方法均是采用光学方法，均可能受到其他干扰成分的影响。例如：分析仪所采用的原理为紫外光度法，利用紫外光被吸收后光强的衰减与浓度的关系来测量，紫外光波长为254nm。但在该波长处，还有其它气体存在吸收，那么就会对测量值存在一定的干扰，如：SO<sub>2</sub>、NO/NO<sub>2</sub>、甲苯、H<sub>2</sub>O等。干扰组分浓度的不同，对测量值的影响量是不相同。

因此，参考英国EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005，美国标准EPA 40CFR PART53，干扰测试气体组分浓度见表5-3。

表5-3 干扰测试气体情况

气体类型	气体名称	浓度范围
干扰测试气体	甲苯	0.1ppm /1ppm
	NH <sub>3</sub>	0.1ppm

	水蒸气	2.5%/2.0% (绝对浓度)
	NO	0.5 ppm / 1 ppm
	NO <sub>2</sub>	0.5ppm
	SO <sub>2</sub>	0.2 ppm / 0.5 ppm
	CO <sub>2</sub>	1000ppm
	CH <sub>4</sub>	3000 ppm

参考美国标准EPA 40CFR PART53、《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求通表6-3中干扰测试气体时，仪器读数偏差应满足表6-2中要求。

#### 14) 采样口和校准口浓度偏差

环境空气分析仪配置采样口和校准口，分别用于通入样气和校准气，若同一校准气体分别从采样口和校准口通入仪器，仪器读数存在较大偏差，那么仪器在完成校准后测量样气时测量值与真值之间就会存在一定误差。为了保证测量结果的准确性，本标准参考仪器英EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准，要求采样口和校准口浓度偏差不大于1%。

#### 15) 零气发生器性能指标

零气发生器用于产生零空气，作为气态污染物分析仪的零点校准气。其主要作用是对空气进行干燥、净化等处理除去空气中的H<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>、NO/NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO和HC化合物等。本标准参考《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，给出零气发生器的性能指标见表5-4。

表5-4 零气发生器的性能指标

项目	性能指标 (脱除后浓度)
输出流量	20 L/min (30 PSIG 时)
SO <sub>2</sub>	<0.5 ppb
NO	<0.5 ppb
NO <sub>2</sub>	<0.5 ppb
O <sub>3</sub>	<0.5 ppb
CO	<20 ppb
HC 化合物	<25 ppb

#### 16) 多气体校准仪性能指标

多气体校准仪主要利用两个质量流量控制器控制零点校准气和标气的流量，配出所需要的校准气体浓度，进行零点量程校准和零点噪声、线性误差等性能指标测试。由于不存在钢瓶标气，则在多气体校准仪中集成发生器，产生标准浓度的气体，原理是紫外光化学原理，即空气中的氧气在特定波长紫外光照射下转化为，的浓度与紫外光强度成一定关系。本标准

参考《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，给出零气发生器的性能指标见表5-5。

表5-5 多气体校准仪的性能指标

项 目	性能指标
稀释比率	1/100~1/1000
流量控制准确度	±1%
臭氧发生准确度	±2% (有光度计) ±3% (无光度计)

### 5.6.2 开放监测系统技术指标设置和来源

本标准重点给出了各气态污染物分析仪的性能指标要求，表5-2为点式环境空气气态污染物连续自动监测系统检测项和性能指标列表，具体给出了每一项性能指标要求，参考美国标准EPA 40CFR PART53、《开放光程测量仪器》（Generic Verification Protocol for Optical Open-Path Monitors）、英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）、EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准、《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和国内外仪器性能实际情况制定。下文对各项技术指标进行详细阐述。

表5-6 开放光程环境空气气态污染物自动监测系统性能检测项及指标

项目	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>
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%量程精密密度	≤5ppb	≤5ppb	≤5ppb
80%量程精密密度	≤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℃ 温度范围）	<1ppb/℃	<3ppb/℃	<1ppb/℃
干扰成分的影响	±3% F. S. (0.035ppm 苯)	±2% F. S. (0.33ppm NH <sub>3</sub> )	±5% F. S. (0.035 ppm 苯)
	±2% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )	±2% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )	±2% F. S. (0.3ppm SO <sub>2</sub> )
	/	±2% F. S. (300ppb SO <sub>2</sub> )	±2% F. S. (0.35ppm NO/NO <sub>2</sub> )
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

### 1) 量程范围

美国ETV标准规定各监测因子的量程单位为 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，换算到ppb各监测因子的量程分别为：SO<sub>2</sub>：0到1750 ppb；NO<sub>2</sub>：0到974 ppb；O<sub>3</sub>：0到467ppb；英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）标准SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>的量程分别为382ppb，260ppb，250ppb；而HJ/T193标准标准均将SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的量程范围规定为0到500 ppb；本标准参考美国EPA标准和HJ/T193，规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的量程范围为0到500 ppb。因为光程与量程有一定的线性关系，在进行认证之前需指明仪器的光程，所有指标的测试需在同一光程下进行。

### 2) 零点噪声

在开放光程监测系统中，系统噪声主要来源于电噪声和光噪声，电噪声一般是由探测器本身的噪声，以及信号在线路中的传输和数据采集电路等因素引起的，而光噪声则由光谱仪本身的杂散光以及实际测量时进入光学系统的空气中杂散光引起的，系统噪声对零点噪声的影响起主导作用。

零点噪声反映了分析仪在通入零点校准气体时短期内读数偏离均值的幅度，用标准偏差表示。英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）标准规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>的零点噪声分别为1.3ppb、1.2ppb、1.0ppb，美国EPA标准 40CFR PART53规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>的零点噪声为5ppb，指标要求过于宽松。HT/T 193规范规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>的零点噪声分别为1ppb，较为符合仪器的实际水平，同时能满足现在实际使用的需要。本标准沿用HT/T 193规范的规定，要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的零点噪声应不大于1 ppb；根据编制组多年的检测实际情况制定该指标，国内仪器大部分能够达到该水平。

### 3) 最低检出限

根据美国EPA标准40CFR PART53、《开放光程测量仪器》（Generic Verification Protocol for Optical Open-Path Monitors），仪器的最低检出限为零点噪声的两倍，本标准参考HT/T 193规范的要求，规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的最低检出限应不大于2ppb。

### 4) 量程噪声

量程噪声反映通入满量程校准气体时短期内读数偏离均值的幅度，较零点噪声更大。HJ/T193标准中没有量程噪声指标，英国EN标准包含了该指标，要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪

---

的量程噪声应不大于5 ppb，英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）中规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>的量程噪声分别为2.6ppb、2.0ppb、2.4ppb。本标准认为有必要增加该指标，参考英国EN标准以及根据多年的检测实际情况，考虑到国内的标准气体质量相对较差和通气过程中压力流量的波动的实际情况，规定SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的零点噪声应不大于5 ppb。具体的测试方法参考英国EN标准，与零点噪声的测试方法相同。

#### 5) 线性误差

仪器的线性误差反应在整个量程范围内仪器读数偏离真实浓度的程度，是仪器最重要的性能指标之一。

目前，各厂家气态污染物自动监测仪器均是本质线性或内部进行了线性化处理，输出浓度读数线性均是较好的。SO<sub>2</sub>标气的不确定度为2%，NO<sub>2</sub>标气的不确定度为3%，综合考虑以上因素，本标准要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>分析仪的线性误差应不大于±2%F.S.。

考虑到不同浓度臭氧必须由臭氧发生器产生，臭氧发生器的准确度为±2%，O<sub>3</sub>分析仪线性误差测试结果会包含臭氧发生器的误差，所以本标准要求O<sub>3</sub>分析仪线性误差应不大于±4%F.S.。

以上线性误差指标要求与多年的检测实际情况符合，国内仪器也能够达到该水平。测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53。

#### 6) 20%和80%量程精密度

精密度也即仪器的重复性，反应仪器重复测量同一浓度气体时仪器读数相对均值的偏差，使用标准偏差表示。参考HJ/T193标准和英国EN 标准、美国标准EPA 40CFR PART53，精密度需要测试20%量程和80%量程校准气体。

本标准参考HJ/T193规范的相关规定，要求SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>分析仪的20%量程精密度应不大于5 ppb，80%量程精密应不大于10 ppb，后者为前者的两倍。与多年的检测实际情况符合，国内仪器也能够达到该水平。测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53。

#### 7) 零点漂移和20%、80%量程漂移

零点漂移和量程漂移是指仪器在规定时间内分别测量零点校准气体和量程校准气体时仪器读数的变化。仪器的零点和量程漂移分为短期和长期漂移，美国标准EPA 40CFR PART53给出12小时或24小时短期漂移指标，具体指标为零点漂移不超过5ppb，量程漂移不超过10ppb；英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）标准中短期漂移为24小时，具体指标为零点和量程漂移不超过满量程的2%；HT/T 193

规范中关于漂移的规定中零点漂移和量程漂移的指标沿用美国PART53的相关规定，并增加了20%量程漂移不超过5ppb/24h这一指标，根据《GB-T 18403.1-2001 气体分析器性能表示第1部分：总则》等国家标准和中国环境空气监测仪器的实际情况，本标准中短期漂移测试为24小时，零点漂移不超过5ppb，20%量程漂移不超过5ppb,80%量程漂移不超过10ppb。

在检测方法上，EPA、JIS标准均规定是连续通气零气24h，指标要求较宽（20ppb），经咨询调研，考虑国内钢瓶标气气瓶及标气质量等问题，本检测采用24h间隔通气的方式；

#### 8) 响应时间（上升时间/下降时间）

响应时间也当被考虑为性能测试的一部分。响应时间的计算是在单一气体操作模式下所计算出的。在参考英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）中规定了最低的性能要求是响应时间要低于所要求的平均时间25%，并提供了在英国收集到的环境大气质量信息中的平均时间的样本见表5-7。本技术要求据此并结合国内仪器现状给出了不同单一气体模式下的响应时间。

**表5-7 在英国收集环境污染物信息的平均时间**

污染气体	典型的平均时间 (T <sub>a</sub> )
二氧化氮	15 分钟
臭氧	15 分钟
二氧化硫	15 分钟

根据美国《环境空气参考和等效监测方法》（AMBIENT AIR MONITORING REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS）的规定，各主要污染物的响应时间见表5-8。

**表5-8 美国主要气态污染物的响应时间**

污染气体	响应时间 (T <sub>a</sub> )
二氧化氮	20 分钟
臭氧	20 分钟
二氧化硫	2 分钟

根据我国HJ/T193《环境空气质量自动监测技术规范》的要求，几种不同污染物的响应时间见表5-9。

**表5-9 《环境空气质量自动监测技术规范》中规定的气态污染物的响应时间**

污染气体	响应时间 (T <sub>a</sub> )
二氧化氮	5 分钟
臭氧	5 分钟
二氧化硫	5 分钟

因此综合考虑我们采用193规范的指标，将响应时间定为5分钟。响应时间测试方法参考美国标准EPA 40CFR PART53、《环境空气自动监测系统检测作业指导书》，具体实施过程

---

结合了开放光程仪器的特点和多年的实际操作经验。

#### 9) 电压稳定性

在开放光程监测系统运行期间，突然变化的电压对测量结果会产生一定能够的影响。英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）标准中规定了电压变化对测量结果的影响为 $\leq 2\%F.S.$ 。根据多年的检测实际情况符合，国内仪器的电压稳定性远好于这个指标，因此本标准适度收紧这一检测项目，要求仪器电源电压变化 $\pm 10\%$ ，仪器读数的相对变化应不大于 $\pm 1\% F.S.$ 。

#### 10) 环境温度变化的影响

开放光程监测系统所安装的监测站站房内通常均配置空调，使其内的环境温度变化较小，通常为 $25\pm 5^{\circ}C$ ，温度变化通常会对仪器的测量造成一定的影响，所以需要明确规定仪器受环境温度变化影响的限值。

目前，国内各生产商所给出的臭氧分析仪工作温度范围为 $5\sim 40^{\circ}C$ ，说明在该温度范围内仪器应该是能够正常工作的。但在低温 $5^{\circ}C$ 、高温 $40^{\circ}C$ 上，仪器的性能将会存在一定下降。美国热电的仪器也是只能保证 $15\sim 35^{\circ}C$ 温度范围内仪器的性能达标，更低温度或更高温度只能保证仪器工作。因此，标准中要求仪器工作温度范围统一为 $15\sim 35^{\circ}C$ ，在该温度范围内进行环境温度变化的影响实验。

参考英国EN标准、《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS），《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求工作温度范围 $15\sim 35^{\circ}C$ 内，温度每变化 $1^{\circ}C$ ， $SO_2$ 分析仪的浓度读数变化量应不超过 $1ppb$ ， $NO_x$ 分析仪的浓度读数变化量应不超过 $3ppb$ ， $O_3$ 分析仪的浓度读数变化量应不超过 $1ppb$ 。具体的测试方法参考英国EN标准。

#### 11) 干扰成分的影响

在干扰成分测试上，EPA标准针对不同监测分析方法原理规定了较为全面的干扰测试内容，并对单一干扰测试和总体干扰测试分别进行了指标要求。其干扰测试检测过程较为复杂，但测试过程和操作更为合理。

$SO_2$ 、 $NO_2$ 、 $O_3$ 的测量使用差分光谱吸收法，可能受到其他干扰成分的影响。如苯系物和臭氧在测量波段上有重合的地方，那么就会对测量值存在一定的干扰，干扰组分浓度的不同，对测量值的影响量是不相同。因此，本标准参考英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS），美国标准EPA 40CFR PART53，规定干扰测试气体组分浓度见表5-10。

表5-10 干扰测试气体情况

气体类型	气体名称	浓度范围
干扰测试气体	苯	0.035ppm
	NH <sub>3</sub>	0.33ppm
	NO	0.35 ppm /
	NO <sub>2</sub>	0.35ppm
	SO <sub>2</sub>	0.3 ppm /
	O <sub>3</sub>	0.2ppm
	CH <sub>4</sub>	3000 ppm

参考美国标准EPA 40CFR PART53、《环境空气自动监测系统检测作业指导书》和多年的检测实际情况，本标准要求通入表5-10中干扰测试气体时，仪器读数偏差应满足表5-2中要求。

#### 12) 校准池长度的影响

开放光程监测系统的日常校准、考核需要使用不同长度的校准池来进行标准气体的浓度等效。校准池的制造精度和选材会影响仪器的校准结果的准确性参考。参考英国标准《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）中的相应指标，本标准规定校准池长度对测量结果的影响不超过2%。

#### 13) 光源强度的影响

仪器在长期运行后光源强度会变弱，天气能见度较差时，也会导致入射光强衰减。本标准主要考察在入射光强衰减对仪器测量的影响。参考英国《开放光程测量仪器测量标准》（Performance Standards for OPMS using DOAS）中的相关规定，考虑到英国标准中并未对测试使用的标气浓度做出规定，而本标准中使用的是较高浓度的80%量程标准气体，对光强衰减的影响更加明显，因此标准适度放宽。在长期的实践过程中发现，光强衰减对零点测量也有影响，因此增加相关指标要求。本标准规定入射光强衰减（15±2）%时，对SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>零点测量的影响不超过2%F.S.，对O<sub>3</sub>零点的影响不超过4%F.S.，对SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>量程标准气体的测量影响不超过2%F.S.，对O<sub>3</sub>量程标准气体的测量影响不超过4%F.S.。

#### 14) 无人值守工作时间

环境空气连续自动监测系统在现场运行时规定时间内是无人值守，通常需要隔一段时间才进行维护，这就要求仪器在无人值守工作时间内正常工作，而且累积零点漂移和累积量程漂移都小于仪器的长期零点漂移和量程漂移指标。

《环境空气自动监测系统检测作业指导书》中使用的是无故障运行时间指标衡量仪器的长期工作能力，但经过本标准项目成员讨论，认为该指标不便于操作。所以，参考英国《开

---

放光程测量仪器测量标准》(Performance Standards for OPMS using DOAS)、EN 14212-2005、EN 14211-2005、EN 14625-2005、EN 14626-2005标准标准, 本标准引入无人值守工作时间, 要求不少于1周。

## 6 方法验证

### 6.1 方法验证方案

由于本标准主要用于指导环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统仪器设备研发、生产以及检验等工作, 因此验证工作由中国环境监测总站组织, 分别在河北、湖北、浙江、安徽、广东和北京组织有资质的实验室通过仪器测试对方法进行方法验证。

参与验证的技术人员均为上述实验室具备环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统仪器设备检验资格证书的相关专家和检验技术人员, 约12人。

本次编制标准验证的方案: 首先, 使用各类环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统仪器设备对照编制标准中针对仪器功能和使用等提出的具体要求进行试验和检查, 提出编制标准方法的适用性; 其次, 使用各类环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统仪器设备按照编制标准的技术要求和检测方法中的每个性能指标逐一进行相关性能测试, 汇总分析测试结果并同编制标准中的技术指标要求进行比较评判, 验证编制标准中各性能指标的科学性和合理性。

### 6.2 方法验证过程

#### (1) 方法验证的主要过程

本次编制标准的方法验证工作主要由验证实验室独立完成, 验证过程中各实验室使用现有的检测仪器和相关装备, 按照标准编制文本中要求的仪器技术指标和检测方法至少进行了3台(套)以上的仪器的验证测试, 得到了大量的仪器测试基础数据, 在此基础上大家共同协商和汇总, 形成了标准的“验证报告”。

#### (2) 标准编制验证数据的统计和汇总

本次编制标准对环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统仪器点式监测仪器设备的共18个技术指标提出了技术要求和检测方法, 其中需要现场测试进行的验证技术指标17个。本次标准验证实验各个验证单位基本均具备验证检测能力并完成验证测试的技术指标。指标验证测试数据汇总结果: 共验证编制标准技术指标17项, 其中14项指标全部验证单位测试结果全部符合编制标准的技术要求指标; “环境温度变化的影响”、“无人值守工作时间”和“干扰成分的影响”3个指标各有1-2个验证单位无测试结果, 其余验证单位测试结果均符合技术指标要求。

---

本次编制标准对环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>）连续自动监测系统仪器开放光程监测仪器设备的共17个技术指标提出了技术要求和检测方法，其中需要现场测试进行的验证技术指标16个。本次开放光程仪器仅有1家验证单位对技术指标进行了验证测试。指标验证测试数据汇总结果：共验证编制标准技术指标16项，其中14项指标的验证测试结果符合编制标准的技术要求指标；“环境温度变化的影响”和“校准池长度的影响”两个指标验证测试结果超出了编制标准技术指标的要求。

(3) 《方法验证数据汇总报告》见附件。

## 7 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统的技术要求，促进环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统的环境管理服务，从管理角度，生产厂商在安装PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>连续自动监测系统时应严格执行本标准，各级环保局在验收环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统时应严格执行本标准；从技术角度，环境保护部应加强本标准的宣贯，使各环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO）连续自动监测系统的生产和销售企业理解本标准并贯彻实施在其仪器的生产、研发及售后服务上。

## 8 参考文献

- [1] GB 3095-2012 环境空气质量标准
- [2] HJ/T 193-2005 环境空气质量自动监测技术规范
- [3] HJ/T 590-2010 环境空气 臭氧的测定 紫外光度法
- [4] GB9801-1988 空气质量 一氧化碳的测定 非分散红外法
- [5] GB-T 18403.1-2001 气体分析器性能表示 第1部分：总则
- [6] BS EN 14212-2005 环境空气质量.利用紫外线荧光测量二氧化硫浓度的标准方法
- [7] BS EN 14211-2005 环境空气质量.利用化学发光测量二氧化氮和一氧化氮浓度的标准方法
- [8] 环境空气臭氧浓度的测定紫外吸收法 BS EN 14625-2005 Ambient air quality — Standard method for the measurement of the concentration of ozone by ultraviolet photometry
- [9] 环境空气质量.用非色散红外线光谱法测量一氧化碳浓度的标准方法 BS EN 14626-2005
- [10] 环境空气参考和等效监测方法 EPA 40CFR PART 53—AMBIENT AIR MONITORING REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS, Subpart B、Subpart C

---

[11] 开放光程测量仪器测量标准 Performance Standards for Open Path Ambient Air Quality Monitoring Systems using Differential Optical Absorption Spectrometry (DOAS)

[12] 开放光程测量仪器 U.S.ETV Generic Verification Protocol for Optical Open-Path Monitors

---

# 方法验证报告

方法名称：环境空气气态污染物（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>和CO）连续监测系统技术要求及检测方法（试行）

项目主编单位：中国环境监测总站

验证单位：河北、湖北、浙江、安徽、广东和北京相关实验室

项目负责人及职称：杨凯 研究员

通讯地址：北京市安外大羊坊8号院（乙） 电话：01084943051

报告编写人及职称：王强 高级工程师

报告日期：2012年8月15日

## 1 实验室基本情况

附表 1-1 参加验证的人员情况登记表

姓名	性别	年龄	职务或职称	所学专业	从事相关分析工作年限
唐溢	男	24	工程师	环境监测	3
王春迎	女	25	工程师	环境监测	3
刘文艺	男	44	工程师	环境监测	15
李金平	男	32	工程师	环境监测	5
陈建新	男	26	工程师	环境监测	3
黄伟	男	25	工程师	环境监测	3
张良	男	23	工程师	环境监测	3
于会	男	27	工程师	环境监测	4
曹永	男	22	工程师	环境监测	2
吕长彬	男	25	工程师	环境监测	4
马光明	男	23	工程师	环境监测	3
盛文刚	男	45	工程师	环境监测	13

## 2 验证数据结果

2.1 环境空气气态污染物连续监测系统性能检测汇总（点式仪器）

附表 2-1 二氧化硫分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	
零点噪声	≤1 ppb	0.19 ppb	0.24ppb	0.08ppb	0.03ppb	0	0.22 ppb	全部合格
最低检出限	≤2 ppb	0.38 ppb	0.48ppb	0.16ppb	0.06ppb	0	≤2 ppb	全部合格
量程噪声	≤5 ppb	0.55 ppb	3.6ppb	1.8ppb	0.71ppb	1.42	1.7 ppb	全部合格
线性误差	±2% F. S.	0.4%F. S.	0.2% F. S.	0.2% F. S.	-0.10%F. S.	0.07	0.5%	全部合格
20%量程精密度	≤5 ppb	0.77 ppb	4.1ppb	1.4ppb	0.21ppb	0.89	1.4 ppb	全部合格
80%量程精密度	≤10 ppb	0.72 ppb	5.6ppb	1.9ppb	0.48ppb	1.05	0.7 ppb	全部合格
零点漂移（24h）	±5 ppb	-0.37 ppb	0.9ppb	0.3ppb	4.5ppb	-3	0.9 ppb	全部合格
20%量程漂（24h）	±5 ppb	1.4 ppb	-3.6 ppb	-1.2 ppb	4.9ppb	-3	-2.4 ppb	全部合格
80%量程漂（24h）	±10 ppb	1.5 ppb	4.2 ppb	1.4 ppb	-6.7ppb	-6	-1.8 ppb	全部合格
响应时间（上升/下降）	≤5 min	43s	94/102	97/101	89/87s	2' 26" /2' 23"	72s	全部合格
电压稳定性	±1% F. S.	0.38%F. S	0.3% F. S.	0.3% F. S.	0.4%F. S.	0.0%F. S.	0.16%	全部合格
进样流量稳定性	±10%	1.77%	0%	0%	0.44%	-3.1%	6.7%	全部合格
环境温度变化的影响（15~35℃温度范围）	≤1ppb/℃	0.29 ppb/℃	-0.5 ppb/℃	0.1ppb/℃	0.30 ppb/℃	0.29 ppb/℃	/	除未测试外全合格
无人值守工作时间	≥7d	≥7d	30d	30d	30d	/	/	除未测试外全合格
干扰成分的影响	±4% F. S. (2% H <sub>2</sub> O)	0.68%F. S.	0.3	0.1	0.2%F. S.	0.4%F. S.	/	除未测试外全合格

	±4% F. S. (0.1ppm 甲苯)	1.24%F. S.	0.1	0.1	0.8%F. S.	0.6%F. S.	/	除未测试外全合格
采样口和校准口浓度偏差	±1%	0.36%	0.10%	0.10%	0.25%	-0.7%	同一入口	全部合格

附表 2-2 臭氧分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	
零点噪声	≤1 ppb	0.24 ppb	0.29ppb	0.09ppb	0.03ppb	0.09 ppb	0.1ppb	全部合格
最低检出限	≤2 ppb	0.48 ppb	0.58ppb	0.18ppb	0.06ppb	0.17 ppb	≤2 ppb	全部合格
量程噪声	≤5 ppb	0.27 ppb	2.4ppb	1.2ppb	0.73ppb	1.42 ppb	1.1 ppb	全部合格
线性误差	±4% F. S.	0.1%F. S.	-0.3% F. S.	-0.3% F. S.	0.12%F. S.	1.06% F. S.	0.46%	全部合格
20%量程精密度	≤5 ppb	1.07 ppb	0.4ppb	0.1ppb	0.39ppb	1.98 ppb	1.3 ppb	全部合格
80%量程精密度	≤10 ppb	1.06 ppb	6.7ppb	2.2ppb	0.45ppb	4.58 ppb	0.7 ppb	全部合格
零点漂移 (24h)	±5 ppb	0.3 ppb	0.9ppb	0.7ppb	0.7ppb	-0.7 ppb	0.8 ppb	全部合格
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	1.5 ppb	4.0ppb	1.3ppb	3.4ppb	-3.3 ppb	-1.4 ppb	全部合格
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	-1.9 ppb	-6.9ppb	3.2ppb	3.6ppb	-5.1 ppb	2.9 ppb	全部合格
响应时间 (上升/下降)	≤5 min	12S	101/62s	91/58	37/34s	2' 53" /2' 49"	16s	全部合格
电压稳定性	≤±1% F. S.	0.52%F. S	0.4% F. S.	0.4% F. S.	0.6%F. S.	0.0% F. S.	-0.36%	全部合格
进样流量稳定性	±10%	0.69%	0%	0%	0.90%	3.8%	-6.7%	全部合格
环境温度变化的影响 (15~35 °C温度范围)	≤1ppb/°C	0.4 ppb/°C	0.12 ppb/°C	0.14 ppb/°C	0.48 ppb/°C	-2.46 ppb/°C	/	除未测试外全合格
无人值守工作时间	≥7d	≥7d	30d	30d	30d	/	/	除未测试外全合格

干扰成分的影响	±4% F. S. (2% H <sub>2</sub> O)	0.84%F. S.	0.7%F. S.	0.6%F. S.	0.1%F. S.	0.2% F. S.	/	除未测试外全合格
	±4% F. S. (1ppm 甲苯)	-0.08%F. S.	0.12%F. S.	0.02%F. S.	2.5%F. S.	0.4% F. S.	/	除未测试外全合格
	±4% F. S. (0.2ppm SO <sub>2</sub> )	0.36%F. S.	0.15%F. S.	0.2%F. S.	0.8%F. S.	0.4% F. S.	/	除未测试外全合格
	±6% F. S. (0.5ppm NO/NO <sub>2</sub> )	0.44%F. S.	0.2%F. S.	0.1%F. S.	0.8%F. S.	0.2% F. S.	/	除未测试外全合格
采样口和校准口浓度偏差	±1%	0.16%.	-0.2%.	-0.2%.	0.40%	-0.8%	同一入口	全部合格

附表 2-3 一氧化碳分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	
零点噪声	≤0.5 ppm	0.014ppm	0.06ppm	0.02ppm	0.02ppm	0.09 ppm	0.04 ppm	全部合格
最低检出限	≤1 ppm	0.028ppm	0.12ppm	0.04ppm	0.05ppm	0.18 ppm	≤1 ppm	全部合格
量程噪声	≤1ppm	0.045ppm	0.13ppm	0.06ppm	0.36ppm	0.16 ppm	0.1 ppm	全部合格
线性误差	±2% F. S.	0.48%	-0.2% F. S.	-0.1 % F. S.	0.2% F. S.	0.34% F. S.	0.8%	全部合格
20%量程精密度	≤0.5 ppm	0.049ppm	0.17ppm	0.06ppm	0.22ppm	0.24 ppm	0.2 ppm	全部合格
80%量程精密度	≤0.5 ppm	0.047ppm	0.23ppm	0.08ppm	0.43ppm	0.32 ppm	0.1 ppm	全部合格
零点漂移 (24h)	±1 ppm	-0.19ppm	0.21ppm	0.07ppm	0.1ppm	-0.1 ppm	±0.3 ppm	全部合格
20%量程漂 (24h)	±1 ppm	0.17ppm	-0.21ppm	-0.07ppm	0.1ppm	-0.3 ppm	-0.4 ppm	全部合格
80%量程漂 (24h)	±1 ppm	-0.26ppm	0.54ppm	0.18ppm	-0.2ppm	-0.4 ppm	-0.3 ppm	全部合格
响应时间 (上升/下降)	≤4 min	47s/52s	49/57	45/50	56/57s	1'53" /1'44"	148s	全部合格
电压稳定性	±1% F. S.	0.18%	0.5% F. S.	0.1% F. S.	-0.6% F. S.	0.0% F. S.	-0.6%	全部合格
进样流量稳定性	±10%	-1.75%	0%	0%	0.60%	-1.4%	-7.4%	全部合格

环境温度变化的影响(15~35℃温度范围)	≤0.3ppm/℃	0.093ppm/℃	0.035 ppb/℃	0.046 ppb/℃	0.10 ppm/℃	0.23 ppm/℃	/	除未测试外全合格
无人值守工作时间	≥7d	20d	30d	30d	20d	/	/	除未测试外全合格
干扰成分的影响	±5% F.S. (2.5% H <sub>2</sub> O)	0.76% F.S.	3.2% F.S.	1.8% F.S.	0.2% F.S.	1.4% F.S.	/	除未测试外全合格
	±5% F.S. (1000ppm CO <sub>2</sub> )	1.04% F.S.	0.8% F.S.	2.2% F.S.	0.6% F.S.	1.6% F.S.	/	除未测试外全合格
采样口和校准口浓度偏差	≤±1%	0.28%	1.0%	-0.2%	0.43%	-0.25%	同一入口	全部合格

附表 2-4 二氧化氮分析仪验证测试汇总

指标名称	本标准指标	验证结果						备注
		仪器 A	仪器 B	仪器 C	仪器 D	仪器 E	仪器 F	
零点噪声	≤1 ppb	0.04 ppb	0.14ppb	0.04ppb	0.03ppb	0	0.1ppb	全部合格
最低检出限	≤2ppb	0.08 ppb	0.28ppb	0.08ppb	0.05ppb	0	≤2ppb	全部合格
量程噪声	≤5 ppb	1.03 ppb	4.2ppb	2.1ppb	0.81ppb	1.08 ppb	1.0 ppb	全部合格
线性误差	±2% F.S.	0.18%F.S	0.2% F.S.	0.3% F.S.	-0.15%F.S.	0.13%F.S	-0.48%F.S	全部合格
20%量程精密度	≤5 ppb	0.32 ppb	2.7ppb	0.9ppb	0.37ppb	1.37 ppb	0.4 ppb	全部合格
80%量程精密度	≤10 ppb	1.14 ppb	3.4ppb	1.1ppb	0.58ppb	3.37 ppb	0.6 ppb	全部合格
零点漂移(24h)	±5 ppb	0.5 ppb	0.6ppb	0.2ppb	1.1ppb	-4 ppb	-1.1 ppb	全部合格
20%量程漂(24h)	±5 ppb	0.6 ppb	2.7ppb	0.9ppb	-2.1ppb	-3 ppb	2.2 ppb	全部合格
80%量程漂(24h)	±10 ppb	1.1 ppb	1.5ppb	0.5ppb	2.8ppb	-5 ppb	2.2 ppb	全部合格
响应时间(上升/下降)	≤5 min	25.3S/26.7s	61/8s	31/44	85/89s	3' 19" /3' 17"	47s	全部合格
电压稳定性	±1% F.S.	-0.16%F.S	0.3% F.S.	-0.6% F.S.	0.2%F.S.	0.0%F.S	0.26%F.S	全部合格

进样流量稳定性	±10%	0.22%	0%	0%	-0.57%	-3.6%	-4.1%	全部合格
环境温度变化的影响 (15~35 °C温度范围)	≤3ppb/°C	-0.167 ppb/°C	-0.04 ppb/°C	0.47ppb/°C	0.26 ppb/°C	0.54 ppb/°C	/	除未测试外全合格
无人值守工作时间	≥7d	≥7d	30d	30d	20d	/	/	除未测试外全合格
NO <sub>2</sub> -NO 转换效率	>96%	96.17%	98.0%	99.8%	98.91%	98.8%	97.1%	全部合格
干扰成分的影响	±4% F. S. (2.5% H <sub>2</sub> O)	0.02%F. S.	0.2%F. S.	0.2%F. S.	0.1%F. S.	0.4%F. S.	/	除未测试外全合格
	±4% F. S. (1ppm NH <sub>3</sub> )	0.02%F. S.	0.2%F. S.	0.3%F. S.	1.2%F. S.	0.8%F. S.	/	除未测试外全合格
	±4% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )	0.14%F. S.	0.3%F. S.	0.2%F. S.	1.1%F. S.	0.2%F. S.	/	除未测试外全合格
	≤4% F. S. (500ppb SO <sub>2</sub> )	0.26%F. S.	0.3%F. S.	0.2%F. S.	0.3%F. S.	0.0%F. S.	/	除未测试外全合格
采样口和校准口浓度偏差	≤±1%	0.52%	-0.3	-0.1	0.20%	-0.2	同一入口	全部合格

## 2.2 环境空气气态污染物连续监测系统性能检测汇总 (开放光程仪器)

附表 2-5 二氧化硫分析仪验证数据汇总

项目	性能指标	测试数据	备注
零点噪声	≤1 ppb	0.16ppb	合格
最低检出限	≤2 ppb	0.32ppb	合格
量程噪声	≤5 ppb	0.52ppb	合格
线性误差	±2% F. S.	0.5%F. S.	合格
20%量程精密度	≤5 ppb	0.72ppb	合格
80%量程精密度	≤10 ppb	1.0ppb	合格
零点漂移 (24h)	±5 ppb	0.9ppb	合格
20%量程漂 (24h)	±5 ppb	-1.1ppb	合格
80%量程漂 (24h)	±10 ppb	-3.9ppb	合格

响应时间（上升/下降）	≤5 min	62S	合格
电压稳定性	±1% F. S.	0.14%F. S.	合格
环境温度变化的影响（15~35℃温度范围）	≤1ppb/℃	1.14ppb/℃	不合格
无人值守工作时间	≥7d	合格	合格
干扰成分的影响	±3% F. S. (0.035ppm 甲苯)	0.56%F. S.	合格
	±2% F. S. (3000ppm CH <sub>4</sub> )	0.28%F. S.	合格
校准池长度的影响	≤±2%	2.4%	不合格
光源强度的影响	±2%F. S.	0.3%F. S.	合格

附表 2-6 二氧化氮分析仪验证数据汇总

项目	性能指标	测试数据	备注
零点噪声	≤1 ppb	0.81ppb	合格
最低检出限	≤2ppb	1.62ppb	合格
量程噪声	≤5 ppb	1.29ppb	合格
线性误差	±2% F. S.	0.48%F. S.	合格
20%量程精密度	≤5 ppb	1.31ppb	合格
80%量程精密度	≤10 ppb	3.4ppb	合格
零点漂移（24h）	±5 ppb	1.3ppb	合格
20%量程漂（24h）	±5 ppb	4.7ppb	合格
80%量程漂（24h）	±10 ppb	-4.3ppb	合格
响应时间（上升/下降）	≤5 min	59S	合格
电压稳定性	±1% F. S.	0.28%F. S.	合格
环境温度变化的影响（15~35℃温度范围）	≤3ppb/℃	1.2ppb/℃	合格
无人值守工作时间	≥7d	合格	合格
干扰成分的影响	±2% F. S. (0.33ppm NH <sub>3</sub> )	0.34%F. S.	合格
	±2% F. S. (200ppb O <sub>3</sub> )	0.32%F. S.	合格
	±2% F. S. (300ppb SO <sub>2</sub> )	0.12%F. S.	合格
校准池长度的影响	≤±2%	3.1%	不合格
光源强度的影响	±2%F. S.	0.9%F. S.	合格

附表 2-7 臭氧分析仪验证数据汇总

项目	性能指标	测试数据	备注
零点噪声	$\leq 1$ ppb	0.69ppb	合格
最低检出限	$\leq 2$ ppb	1.38ppb	合格
量程噪声	$\leq 5$ ppb	2.19ppb	合格
线性误差	$\pm 4\%$ F. S.	1.2%F. S.	合格
20%量程精密度	$\leq 5$ ppb	1.11ppb	合格
80%量程精密度	$\leq 10$ ppb	1.45ppb	合格
零点漂移 (24h)	$\pm 5$ ppb	1.9ppb	合格
20%量程漂 (24h)	$\pm 5$ ppb	-4.5ppb	合格
80%量程漂 (24h)	$\pm 10$ ppb	4.6ppb	合格
响应时间 (上升/下降)	$\leq 5$ min	96S	合格
电压稳定性	$\pm 1\%$ F. S.	0.18%F. S.	合格
环境温度变化的影响 (15~35℃温度范围)	$\leq 1$ ppb/℃	1.6ppb/℃	不合格
无人值守工作时间	$\geq 7$ d	合格	合格
干扰成分的影响	$\pm 5\%$ F. S. (0.035ppm 甲苯)	0.72%F. S.	合格
	$\pm 2\%$ F. S. (0.2ppm SO <sub>2</sub> )	0.06%F. S.	合格
	$\pm 2\%$ F. S. (0.35ppm NO/NO <sub>2</sub> )	0.32%F. S.	合格
校准池长度的影响	$\leq \pm 2\%$	2.0%F. S.	不合格
光源强度的影响	$\leq \pm 4\%$ F. S.	1.6%F. S.	合格