

# T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

## 半导体激光气体分析仪

Semiconductor laser gas analyzer

（征求意见稿）

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

中国西部开发促进会 发 布



目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 影响量 ..... 2

    4.1 工作条件 ..... 2

    4.2 试验条件 ..... 2

    4.3 其他条件 ..... 2

5 要求 ..... 3

    5.1 外观要求 ..... 3

    5.2 输出接口和输出信号 ..... 3

    5.3 性能要求 ..... 3

    5.4 影响量 ..... 4

    5.5 电磁兼容要求 ..... 4

    5.6 安全要求 ..... 4

    5.7 防爆要求 ..... 5

6 试验方法 ..... 5

    6.1 外观检查 ..... 5

    6.2 输出接口和输出信号 ..... 5

    6.3 性能试验 ..... 5

    6.4 影响量 ..... 7

    6.5 电磁兼容性 ..... 8

    6.6 安全要求 ..... 8

    6.7 防爆要求 ..... 9

    6.8 包装、运输和贮存 ..... 9

7 检验规则 ..... 9

    7.1 检验分类 ..... 9

    7.2 出厂检验 ..... 9

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 7.3 型式检验 .....            | 10 |
| 8 标志、包装、运输和贮存及质量保证期 ..... | 11 |
| 8.1 仪器的标志 .....           | 11 |
| 8.2 包装 .....              | 11 |
| 8.3 随行文件 .....            | 11 |
| 8.4 运输、贮存 .....           | 11 |
| 8.5 质量保证期 .....           | 11 |

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次发布。



# 半导体激光气体分析仪

## 1 范围

本文件规定了半导体激光气体分析仪的影响量、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及质量保证期。

本文件适用于半导体激光气体分析仪。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 191 包装储运图形符号标志
- GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验）
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
- GB/T 3836.5 爆炸性环境 第5部分：由正压外壳“p”保护的设备
- GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求
- GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类和要求
- GB/T 11606—2007 分析仪器环境试验方法
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.2 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 第11部分：对每相输入电流小于或等于16A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
- GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求
- GB/T 18403.1 气体分析器性能表示 第1部分：总则
- GB/T 25476 可调谐激光气体分析仪
- IEC 60079-0 爆炸性环境 第0部分：设备. 一般要求（Explosive atmospheres-Part 0: Equipment-General requirements）
- IEC 60079-1 易爆环境 第1部分：用隔爆外壳“d”的设备保护（Explosive atmospheres-Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”）
- IEC 60079-2 爆炸性环境 第2部分：加压外壳设备保护“p”（Explosive atmospheres-Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure “p”）
- IEC 61207-7 气体分析器性能表示 第7部分 可调谐半导体激光气体分析器（Expression of performance of gas analyzers - Part 7: Tuneable semiconductor laser gas analyzers）
- ISO/IEC 80079-34 爆炸性环境 第34部分：设备制造质量体系的应用（Explosive atmospheres — Part 34: Application of quality management systems for Ex Product manufacture）

## 3 术语和定义

GB/T 18403.1、GB/T 25476及IEC 61207-7界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

半导体激光气体分析仪 Tuneable laser gas analyzer

采用可调谐半导体激光吸收光谱技术测量混合气体或蒸气中某一种或几种气体组分浓度的气体分析仪。

4 影响量

4.1 工作条件

仪器在表1规定的工作条件下应能正常工作。

表 1 工作条件

| 序号 | 影响量         | 单位  | 正常工作条件     |
|----|-------------|-----|------------|
| 1  | 环境温度        | ℃   | -20~50     |
| 2  | 相对湿度        | %RH | ≤90        |
| 3  | 大气压力        | kPa | 70.0~106.0 |
| 4  | 阳光辐射        | —   | 无直接照射      |
| 5  | 空气流速        | m/s | 0~0.5      |
| 6  | 外界电场、磁场、电磁场 | —   | 可以忽略不计的含量  |
| 7  | 工作位置        | —   | 无特殊要求      |
| 8  | 通风          | —   | 无障碍        |
| 9  | 机械振动        | —   | 可忽略不计      |
| 10 | 有害性气体       | —   | 可以忽略不计的含量  |
| 11 | 电源电压        | V   | 额定电压±5%    |
| 12 | 电源频率        | Hz  | 额定频率±2%    |

4.2 试验条件

除非另有规定，第6章试验方法中的试验应在参比试验条件下进行。仪器的参比试验条件见表2。

表 2 参比试验条件

| 序号 | 影响量         | 单位  | 正常工作条件     |
|----|-------------|-----|------------|
| 1  | 环境温度        | ℃   | 23±5       |
| 2  | 相对湿度        | %RH | 45~75      |
| 3  | 大气压力        | kPa | 86.0~106.0 |
| 4  | 阳光辐射        | —   | 无直接照射      |
| 5  | 空气流速        | m/s | 0~0.2      |
| 6  | 外界电场、磁场、电磁场 | —   | 可以忽略不计的含量  |
| 7  | 工作位置        | —   | 正常工作位置±1°  |
| 8  | 通风          | —   | 无障碍，但不应对流  |
| 9  | 机械振动        | —   | 可忽略不计      |
| 10 | 有害性气体       | —   | 可以忽略不计的含量  |
| 11 | 电源电压        | V   | 额定电压±10%   |
| 12 | 电源频率        | Hz  | 额定频率±2%    |

4.3 其他条件

4.3.1 校准气可由气瓶或气体动态发生装置(如气体混合泵)提供。试验时，校准气应采用国家二级或二级以上的标准气。

4.3.2 试验用测量装置和记录设备其准确度应优于受试仪器准确度的 1/3。其中，中性滤光片为经过

检定校准的二级标准滤光片。

4.3.3 仪器操作应遵守有关安全规定。

4.3.4 对于多组分、多量程仪器应分别试验。

## 5 要求

### 5.1 外观要求

5.1.1 仪器应保持清洁，不得有污物积垢。

5.1.2 仪器表面应光洁平整，不应有锈蚀现象。

5.1.3 仪器零件结合处应整齐，无毛刺、锐棱和粗糙不平现象，刚性连接部件不应松动。

5.1.4 仪器所有的铭牌及标志应清楚、持久。

### 5.2 输出接口和输出信号

仪器应具备相应的信号输出接口，信号输出应包括模拟量和/或数字量。

### 5.3 性能要求

#### 5.3.1 线性误差

仪器的线性误差从下列数值中选取： $\pm 1\%F.S.$ 、 $\pm 1.5\%F.S.$ 、 $\pm 2\%F.S.$ 、 $\pm 2.5\%F.S.$ 、 $\pm 3\%F.S.$ 。

注： $F.S$ 表示满量程。

#### 5.3.2 重复性

仪器的重复性从以下数值中选取：0.5%、0.75%、1.0%、1.25%、1.5%、2%、2.5%。

#### 5.3.3 输出波动

在规定时间内，仪器输出信号的波动应不超过线性误差的三分之一。

#### 5.3.4 零点漂移和量程漂移

仪器连续运行 24h 的时间间隔，其零点漂移量和量程漂移量从以下数值中选取： $\pm 1\%F.S.$ 、 $\pm 1.5\%F.S.$ 、 $\pm 2\%PS$ 、 $\pm 2.5\%F.S.$ 、 $\pm 3\%F.S.$ 。时间间隔应从以下数值中选取：24h、3d、7d。

#### 5.3.5 预热时间

预热时间不超过 30 min。

#### 5.3.6 滞后时间、上升时间和下降时间

此规定只要求采样方式仪器，且不包括如下易吸附气体， $H_2O$ 、 $HF$ 、 $HCl$ 、 $NH_3$ 、 $H_2S$  等。在做此项试验时，规定标准气流量为 3 L/min，气体室长度不超过 50 cm。滞后时间应不大于 1 s；上升时间应不大于 10 s；下降时间应不大于 10 s。

注：响应时间  $T_{90}$  为滞后时间和上升时间(或下降时间)之和。

#### 5.3.7 透过率变化误差

透过率变化对仪器引起的误差应不大于仪器的线性误差。

#### 5.3.8 最小工作透过率

最小透过率范围应满足 1%~10%。在最小工作透过率条件下仪器应满足 5.3.1、5.3.2 和 5.3.4 的要求。

#### 5.3.9 灵敏度与检出限

仪器的灵敏度应从以下数值中选取：0.5%F.S./1%浓度、1%F.S./1%浓度、2%F.S./1%浓度。仪器的检出限应从以下数值中选取： $\pm 1\%F.S.$ 、 $\pm 2\%F.S.$ 、 $\pm 3\%F.S.$ ，或根据具体测量组分和量程在技术规范中明确。

注：由于可调谐半导体激光吸收光谱（TDLAS）技术采用单线吸收光谱原理，激光线宽远小于气体吸收谱线宽度，因此具有极高的光谱分辨率和选择性，可实现低至ppm乃至ppb量级的检出限。

## 5.4 影响量

### 5.4.1 被测气体温度、压力范围

被测气体的温度范围应满足 $-10^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ ；被测气体的压力范围应满足 $80\text{ kPa}\sim 120\text{ kPa}$ ，可根据不同型号的仪器做出明确规定。

### 5.4.2 被测气体温度变化误差

在被测气体额定工作温度范围内，每变化 $10^{\circ}\text{C}$ 所引起的被测气体温度变化误差不超过线性误差。

### 5.4.3 被测气体压力变化误差

在被测气体额定工作压力范围内，由被测气体压力变化引起的被测气体压力变化误差不超过线性误差。

### 5.4.4 环境温度变化影响

环境温度变化对仪器引起的误差应不超过 $\pm 2\%\text{F.S.}$ 。

### 5.4.5 振动影响

振动变化对仪器引起的误差应不大于仪器的线性误差。

### 5.4.6 干扰误差

凡是被测气体中存在不低于仪器检测限的干扰组分(包括水蒸气)，均应按用户要求或双方协议分别测定其干扰误差。

## 5.5 电磁兼容要求

仪器的静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、浪涌(冲击)抗扰度及电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度应满足 GB/T 18268.1 中的要求。

## 5.6 安全要求

### 5.6.1 标志和文件

应符合 GB 4793.1—2007 中第 5 章的有关规定。

### 5.6.2 防电击要求

#### 5.6.2.1 接触电流

由交流电网供电的仪器，其接触电流应符合 GB 4793.1—2007 中 6.3 的有关规定。

#### 5.6.2.2 保护接地

由交流电网供电的仪器，其保护接地应符合 GB 4793.1—2007 中 6.5.1 的有关规定。

#### 5.6.2.3 介电强度

由交流电网供电的仪器，电源输入端与可触及导电零部件之间施加规定的 $1.5\text{ kV}$ 的试验电压，历时 $1\text{ min}$ ，不应出现击穿或重复飞弧现象。

### 5.6.3 其他要求

如果仪器存在 GB 4793.1 所规定的涉及安全的机械性危险；机械冲击和撞击；火焰蔓延；温度和耐热；液体危险；辐射、声压力和超声压力；有释放气体、爆炸或内爆；涉及安全的元器件；有连锁装置等情况，则应满足 GB 4793.1 的相关规定。

### 5.6.4 激光安全

为了避免在生产和使用仪器过程中引起人员的伤害，应在生产制造时和提供的用户指南要符合 GB 7247.1-2001，说明激光安全等级、相关警示标识和使用注意事项。

## 5.7 防爆要求

### 5.7.1 隔爆要求

仪器隔爆外壳和与隔爆相关材料需要满足 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.2 中有关规定要求，且满足 IEC 60079-0 和 IEC 60079-1 中有关规定要求。

### 5.7.2 正压要求

仪器正压外壳和与正压相关材料需要满足 GB/T 3836.1 和 GB/T 3836.5 中有关规定要求，且满足 IEC 60079-0 和 IEC 60079-2 中有关规定要求。

### 5.7.3 包装、运输和贮存

仪器在运输包装状态下，按照 GB/T 11606—2007 中第 8 章、第 15 章、第 16 章、第 17 章和第 18 章方法试验后，包装箱不应有较大变形和损伤，受试仪器不应有变形松脱、涂覆层剥落等机械损伤。

## 6 试验方法

### 6.1 外观检查

用目视和手感等方法进行。

### 6.2 输出接口和输出信号

用万用表和示波器检测输出信号。

### 6.3 性能试验

#### 6.3.1 下列的相关试验程序依据 GB/T 18403.1 实施：

- a) 线性误差；
- b) 重复性；
- c) 输出波动；
- d) 预热时间；
- e) 滞后时间、上升时间和下降时间。

#### 6.3.2 零点漂移和量程漂移

启动仪器，按规定时间预热后，通入零点校准气，指示调到量程的 5%与测量下限之和处(以下简称规定处)，稳定后，记录仪器的示值。通入规定浓度(一般为量程的 60%~90%，以下同)的校准气，记录稳定后的仪器的示值(至少六次，在试验周期内近似均匀分布)。分别记录零点值为  $Z_i$  和终点值  $E_i$ ，( $i=1, 2, \dots, n$ ;  $n \geq 6$ )。计算差值  $\Delta Z_i = (Z_i - Z_1)$  及  $\Delta E_i = (E_i - Z_1) - (E_1 - Z_1)$ ，取绝对值最大的为  $\Delta Z_{\max}$ 、 $\Delta E_{\max}$ 。

零点漂移量 ( $\delta_0$ ) 按公式 (1) 计算：

$$\delta_0 = \frac{\Delta Z_{\max}}{R} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

R—仪器满量程值(以下值同义)。

量程漂移量 ( $\delta_s$ ) 按公式 (2) 计算：

$$\delta_s = \frac{\Delta E_{\max}}{R} \times 100\% \quad (2)$$

注：如果大气压力变化对仪器指示值的影响不可忽略，应记录大气压力值，以便对测量结果进行修正。 $Z_i$ 、 $E_i$  值应为受压力影响的修正值。

#### 6.3.3 最小工作透过率和透过率变化误差

##### 6.3.3.1 透过率衰减法

经过调零、标定校准后，向仪器通入规定浓度校准气。在仪器光路中通过插入不同目数的筛网或者

其他方式改变透过率，观察仪器示值测试结果的变化。当透过率下降导致被测气体浓度测量误差等于线性误差时（已下限为准），对应的气体透过率数值即为仪器的最小工作透过率。

不同目数的筛网测试透过率取值应尽量均匀分布在仪器的允许透过率范围内。在每一透过率取值条件下观测并记录仪器示值偏差  $\Delta A_i$ ，重复三次，计算该透过率取值条件下三次偏差的平均值  $\overline{\Delta A}$ 。

按公式（3）计算透过率变化误差（ $\delta_{tr}$ ）：

$$\delta_{tr} = \frac{\overline{\Delta A_{max}}}{R} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\overline{\Delta A_{max}}$ ——每种透过率条件下仪器示值偏差  $\Delta A_i$  的平均值  $\overline{\Delta A}$  中的最大值，i 透过率取值序数。

透过率变化可参考选取下面几个点：

- $TR_{min}$ ；
- $TR_{min} + TR_{range} \times 35\%$ ；
- $TR_{min} + TR_{range} \times 65\%$ ；
- $TR_{min} + TR_{range} \times 90\%$ 。

式中：

$TR_{max}$ ——仪器工作透过率上限；

$TR_{min}$ ——最小工作透过率对应的透过率；

$TR_{range}$ ——透过率范围，等于  $TR_{max} - TR_{min}$ 。

### 6.3.3.2 衰减时间测试法

对于有高粉尘应用要求或产品技术规范中规定衰减时间指标的仪器，可按以下步骤进行衰减时间测试：

- 仪器经调零、标定校准后，通入规定浓度的校准气，记录初始示值  $A_0$ ；
- 启动粉尘发生装置，以恒定速率向光路中施加粉尘，模拟窗口污染过程；
- 连续监测并记录仪器示值  $A(t)$  随时间  $t$  的变化；
- 当仪器示值误差首次达到或超过线性误差限值（即  $|A(t) - A_0| > \text{线性误差} \times R$ ）时，记录此时的时间  $t$ ，该时间即为衰减时间  $T_d$ ；
- 若在设定的测试时长内（如制造商声明的吹扫周期或维护周期的 2 倍）误差未超限，则记录终止时间，并注明“衰减时间大于测试时长”。

### 6.3.4 灵敏度与检出限测试

#### 6.3.4.1 灵敏度测试

仪器预热稳定后，分别通入接近量程下限、量程中点、量程上限的三种不同浓度的标准气体（例如 20% F.S.、50% F.S.、80% F.S.），记录每种浓度下仪器的稳定示值。按公式（4）计算仪器在各浓度点的灵敏度  $S$ ，并取各测试点灵敏度的平均值作为仪器的标称灵敏度。

$$S = \Delta A / \Delta C \quad (4)$$

式中：

$\Delta A$ ——仪器示值变化量；

$\Delta C$ ——通入的标准气体浓度变化量。

#### 6.3.4.2 检出限测试

仪器预热稳定后，通入零点气体或洁净氮气，连续记录仪器的输出信号不少于 10 分钟，采样频率不低于 1 Hz。计算输出信号的噪声水平  $N$ （取峰峰值或标准偏差）。按公式（5）计算仪器的检出限  $DL$ ，重复测试三次，取平均值作为仪器的检出限。

$$DL = (3 \times N) / S \quad (5)$$

式中：

$N$ ——零点噪声（按峰峰值计算时应采用峰峰值/2 转换为等效峰值的常用做法，或直接使用标准偏差）；

$S$ ——灵敏度。

## 6.4 影响量

### 6.4.1 被测气体温度变化误差

向仪器通入规定浓度的校准气体,利用温控装置调节被测气体温度,按操作说明控制升(降)温速率,并分别测定仪器在被测气体额定工作温度上限、下限及中间值时仪器的示值,稳定时间自仪器通气始不得小于1 h。仪器的示值变化按公式(6)和公式(7)换算成校准气体温度每变化10℃时的上限差值 $\Delta A_{Tu}$ 和下限差值 $\Delta A_{TL}$ 。

$$\Delta A_{Tu} = \frac{(A_{Tu} - A_{T0}) \times 10}{T_u - T_0} \dots\dots\dots (6)$$

$$\Delta A_{TL} = \frac{(A_{TL} - A_{T0}) \times 10}{T_L - T_0} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$T_0$ ——中间温度值 $((T_u + T_L)/2)$ ,单位摄氏度(℃);

$A_{T0}$ ——被测气体温度等于中间温度值( $T_0$ )的仪器的示值;

$A_{Tu}$ ——被测气体温度在上限温度( $T_u$ )下仪器的示值;

$A_{TL}$ ——被测气体温度在下限温度( $T_L$ )下仪器的示值。

则误差按公式(8)计算:

$$\delta_{Ti} = \frac{\Delta A_T}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$\Delta A_T$ —— $\Delta A_{Tu}$ 与 $\Delta A_{TL}$ 绝对值之中的最大值。

### 6.4.2 被测气体压力变化误差

经过调零、标定校准后,向仪器连续通入规定浓度的校准气。通过调压装置使被测气体压力在被测仪器压力范围内 $\pm 5\%$ 均匀可调。均匀地调节被测气体压力到试验压力值,利用检定合格的压力测量装置测量被测气体实际压力,并记录仪器的示值变化。按公式(9)计算被测气体压力变化误差( $\delta_P$ ):

$$\delta_P = \frac{\overline{\Delta A_{max}}}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$\overline{\Delta A_{max}}$ ——每种被测气体压力下仪器偏差 $\Delta A_i$ 的平均值 $\overline{\Delta A}$ 中的最大值,i 被测气体压力取值序数。

被测气体压力变化可参考选取下面几个点:

a)  $P_{min}$ ;

b)  $P_{min} + P_{range} \times 35\%$ ;

c)  $P_{min} + P_{range} \times 65\%$ ;

d)  $P_{min} + P_{range} \times 90\%$ 。

式中:

$P_{max}$ ——被测气体压力上限;

$P_{min}$ ——被测气体压力下限;

$P_{range}$ ——被测气体压力范围,等于 $P_{max} - P_{min}$ 。

### 6.4.3 环境温度变化的影响

将仪器安放在环境试验室(箱)内。

向仪器通入规定浓度的校准气,将环境试验室(箱)依次均匀调节到给定的温度,升降温度速率不大于1℃/min。在该温度下保持4 h,分别测定仪器在参比温度和额定工作范围上、下限温度下仪器的示值,按公式(10)计算出与参比条件下仪器的示值之差 $\Delta A$ 。

偏差( $\delta_i$ )按公式(11)计算:

$$\Delta A = A_2 - A_1 \dots\dots\dots (10)$$

$$\delta_i = \frac{\Delta A}{R} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$A_2$ ——相对于参比值变化时仪器的示值;

$A_1$ ——参比条件下仪器的示值。

#### 6.4.4 振动影响

试验方法按 GB/T 11606-2007 中第 9 章规定的振动试验方案进行。

#### 6.4.5 干扰误差

##### 6.4.5.1 干扰气

6.4.5.1.1 若干扰组分浓度大小对测量结果有影响，则应基于用户或双方协议的干扰组分浓度，制备在其具有最大影响时的浓度值。

6.4.5.1.2 若干扰组分浓度大小对测量结果无影响，则可用其浓度不加限定的干扰气进行试验，也可按用户提供或双方协议给定的干扰组分浓度处进行试验。

##### 6.4.5.2 试验步骤

###### 6.4.5.2.1 干扰组分的干扰误差

仪器通入零点气，并将示值调到规定处，示值为  $A_0$ ，向仪器通入按上述 6.4.5.1.1 要求制备的干扰气测定仪器的示值，上述步骤重复三次，按公式 (12) 计算  $\Delta A$ 。

$$\Delta A = \frac{\sum_{i=1}^3 (A_i - A_0)}{3} \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$A_i$ ——通入干扰气时仪器的第  $i$  次示值；

$A_0$ ——未通入干扰气前仪器调零后的示值。

组分的干扰误差按公式 (9) 计算。

###### 6.4.5.2.2 水蒸气的干扰误差

向仪器通入干燥的校准气(含水量按体积比低于 0.1%)。记录仪器的示值  $A_i$ ；然后让其通过一个水蒸气发生装置(如水鼓泡器)，该装置的温度控制在某一温度点上，使产生的蒸气浓度满足给定要求，记录稳定后仪器的示值  $A_i'$ 。上述步骤重复三次。

试验过程中，应避免水蒸气进入仪器传感器之前发生冷凝现象。

按公式 (13) 计算  $\Delta W$ ：

$$\Delta W = \frac{\sum_{i=1}^3 (A_i' - A_i)}{3} \dots\dots\dots (13)$$

水蒸气的干扰误差按公式 (11) 计算。

#### 6.5 电磁兼容性

6.5.1 静电放电抗扰度试验的试验方法按 GB/T 17626.2 实施。

6.5.2 射频电磁场辐射抗扰度试验的试验方法按 GB/T 17626.3 实施。

6.5.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验的试验方法按 GB/T 17626.4 实施。

6.5.4 浪涌(冲击)抗扰度试验的试验方法按 GB/T 17626.5 实施。

6.5.5 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验的试验方法按 GB/T 17626.11 实施。

#### 6.6 安全要求

##### 6.6.1 标志和文件

目测检查。

##### 6.6.2 防电击试验

###### 6.6.2.1 接触电流

###### 6.6.2.1.1 试验豁免条件

在正常工作条件下，当可触及零部件与参考地之间，或在同一台上在 1.8 m(沿表面或通过空气)的距离内的任意两个可触及零部件之间电压值不超过 33 V(交流有效值)或直流 70 V，可以不进行该项试验。

#### 6.6.2.1.2 试验方法

按 GB 4793.1—2007 的有关规定进行试验。

#### 6.6.2.2 保护接地

按 GB 4793.1—2007 附录 F 的有关规定进行试验。

#### 6.6.2.3 介电强度

##### 6.6.2.3.1 试验要求

潮湿预处理按 GB 4793.1—2007 中 6.8.2 规定进行(该项试验仅在仪器鉴定检验时进行)。在正常工作条件下,仪器处于非工作状态,电源开关置于接通位置,按 5.6.2.3 试验要求的试验电压值对受试仪器进行试验。脉冲试验在每个极上至少进行三个脉冲,最小间隔时间为 1 s。

##### 6.6.2.3.2 试验方法

用耐电压测试仪,在一端为连接在一起的电源线插头的相线和中线,另一端为连接在一起的所有可触及导电零部件之间,在 5 s 内升至规定的试验电压值,并保持 1 min。电源线与可接触导电件间的抗干扰电容不应开路:若这些电容不能用于进行试验,则可以用一个数值为交流电压 1.4 倍的直流电压试验。

##### 6.6.2.4 其他要求

按 GB 4793.1 的有关规定进行试验。

#### 6.6.2.5 激光安全

按 GB 7247.1 的有关规定进行。

### 6.7 防爆要求

#### 6.7.1 隔爆试验

仪器隔爆例行试验项目和试验方法按照 GB/T 3836.2—2021 中 16 规定或者按照 IEC 60079-1 中 16 规定实施。若以 4 倍参考压力的静压进行了规定的型式试验,则不需进行例行隔爆试验。

#### 6.7.2 正压试验

仪器正压例行试验按照 ISO/IEC 80079-34 附录 A.6.4 规定和 GB/T 3836.5-2017 中 17 规定或者 IEC 60079-2 中 17 规定进行正压设备功能试验和泄露试验。

正压设备功能试验需要检查安全装置的性能,试验方法为向仪器设备通入正压保护气体,调节气体流量,检查接收端压力在不同压力范围下能否实现上电延时和断电功能。

泄露试验的试验方法为调节仪器进气流量,同时封闭出气口,在接收端压力为 300 Pa~1000 Pa 之间时,测定进气流速,要求该流速不大于 5 L/min。

### 6.8 包装、运输和贮存

仪器在包装状态下,按 GB/T 11606—2007 中第 8 章、第 15 章、第 16 章、第 17 章的方法进行试验,恢复后的性能检查项目按 6.8 规定进行。

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

仪器检验分为出厂检验和型式检验。

### 7.2 出厂检验

7.2.1 每台仪器须经质量检验部门检验,所检验的项目全部达到产品标准要求后方可出厂,并附有产品合格证书、使用说明书及装箱单。

7.2.2 出厂检验项目及不合格类别见表 3。

7.2.3 出厂检验不合格或有不合格项目，则应返工然后复验。复验全部项目合格后，方可出厂。

### 7.3 型式检验

7.3.1 在下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 仪器设计定型或生产定型时；
- b) 仪器转厂或转移生产地时；
- c) 仪器正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响仪器性能时；
- d) 仪器长期停产，恢复生产时；
- e) 国家各级质量监督检验要求时；
- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

#### 7.3.2 抽样方案

型式检验的样本应从出厂检验合格的批中随机抽取，样本量不少于三台。

#### 7.3.3 判定规则

7.3.4 型式检验项目及不合格类别见表 3。

7.3.5 型式检验的抽样应按 GB/T 2829—2002 第 5.9 的规定。采用的抽样方案、检验的不合格分类、检验项目及对应的条目、不合格质量水平、判别水平、样本量和判定数组等要求应在产品标准中规定。

7.3.6 合格与不合格的判定应按 GB/T 2829—2002 第 5.11 的规定进行。

7.3.7 若型式检验合格，对进行抽样的该批产品可以提交鉴定、定型或出厂、入库。

7.3.8 若型式检验不合格，应分析原因，采取纠正措施，验证有效后，重新提交检验。若型式检验再次不合格，则对进行抽样的该批产品应停止出厂，再重复上述分析、纠正、验证、重新提交的步骤，直至合格为止。

表 3 仪器检验项目表

| 序号 | 检验项目           | 出厂检验 | 型式检验 |
|----|----------------|------|------|
| 1  | 安全要求           | √    | √    |
| 2  | 重复性            | √    | √    |
| 3  | 输出波动           | √    | √    |
| 4  | 零点漂移和量程漂移      | √    | √    |
| 5  | 外观要求           | √    | √    |
| 6  | 线性误差           | √    | √    |
| 7  | 输出接口和输出信号      | √    | √    |
| 8  | 预热时间           | —    | √    |
| 9  | 滞后时间、上升时间和下降时间 | √    | √    |
| 10 | 透过率变化误差        | —    | √    |
| 11 | 最小工作透过率        | —    | √    |
| 12 | 灵敏度与检出限        | —    | √    |
| 12 | 被测气体温度、压力范围    | —    | √    |
| 13 | 被测气体温度变化误差     | —    | √    |
| 14 | 被测气体压力变化误差     | —    | √    |
| 15 | 环境温度变化         | —    | √    |
| 16 | 振动影响           | —    | √    |
| 17 | 干扰误差           | —    | √    |
| 18 | 电磁兼容性要求        | —    | ●    |
| 19 | 安全要求           | √    | √    |
| 20 | 防爆要求           | √    | √    |

| 序号                                                         | 检验项目     | 出厂检验 | 型式检验 |
|------------------------------------------------------------|----------|------|------|
| 21                                                         | 包装、运输和贮存 | —    | √    |
| 注 1：√表示应进行检验的项目。<br>注 2：●表示需要时进行检验的项目。<br>注 3：—表示不进行检验的项目。 |          |      |      |

8 标志、包装、运输和贮存及质量保证期

8.1 仪器的标志

仪器在适当的明显位置固定标牌，标牌的规格尺寸应符合 GB/T 13306 的规定，其上应有如下内容：

- a) 制造商名称、地址、服务热线及商标；
- b) 仪器名称、型号；
- c) 制造日期；
- d) 出厂编号；
- e) 电源电压、电源频率；
- f) 环境条件；
- g) 其他(视不同产品而定，可适当添加认证标识及证号、产品规格、测量组分、范围及准确度等信息)。

8.2 包装

8.2.1 仪器包装应符合 GB/T 13384 中防潮、防震包装规定。

8.2.2 包装箱的适当明显位置上应有下列标志：

- a) 仪器名称；
- b) 制造厂名称；
- c) 样机重量，单位为 kg；
- d) 出厂编号、包装箱序号及数量；
- e) 包装储运图示标志：“易碎物品”、“向上”、“怕雨”等应符合 GB/T 191 规定；
- f) 服务热线。

8.3 随行文件

- 包括：
- a) 装箱单；
  - b) 产品合格证；
  - c) 使用说明书；
  - d) 设备清单。

8.4 运输、贮存

- 8.4.1 仪器在运输过程中和贮存时应防止受到剧烈冲击、雨淋、暴晒及辐射。
- 8.4.2 仪器应原箱存放保管，仓库环境温度为-30℃~60℃，相对湿度不大于 85%，不应有能引起仪器腐蚀及电气绝缘降低的有害物质存放。
- 8.4.3 仪器贮存期限不应超过两年，超过期限后，应对仪器按产品标准要求进行抽检。

8.5 质量保证期

在用户遵守运输、贮存和使用条件下，从制造厂发货之日起 18 个月或用户投入运行之日起 12 个月（以先到日期为准），产品因制造质量不良而发生损坏或不能正常工作时，制造厂应无偿为用户修理仪器或更换部件。