



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 1022—2016

甲醛气体检测仪

Formaldehyde Gas Analyzers

2016-06-27 发布

2016-12-27 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

甲醛气体检测仪检定规程

Verification Regulation of
Formaldehyde Gas Analyzers

JJG 1022—2016
代替 JJG 1022—2007

归口单位：全国环境化学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

参加起草单位：北京知天地环保科技有限公司

北京康尔兴科技发展有限公司

厦门市计量检定测试院

山东省计量科学研究院

本规程主要起草人：

周泽义（中国计量科学研究院）

参加起草人：

马淑丽（中国计量科学研究院）

马 超（北京知天地环保科技有限公司）

孙京华（北京康尔兴科技发展有限公司）

董 璇（厦门市计量检定测试院）

隋 峰（山东省计量科学研究院）

目 录

引言	(Ⅱ)
1 范围	(1)
2 概述	(1)
3 计量性能要求	(1)
3.1 示值误差	(1)
3.2 重复性	(1)
3.3 响应时间	(1)
3.4 漂移	(1)
4 通用技术要求	(1)
4.1 外观及结构	(1)
4.2 标志和标识	(1)
4.3 通电检查	(2)
4.4 绝缘电阻	(2)
4.5 绝缘强度	(2)
5 计量器具的控制	(2)
5.1 检定条件	(2)
5.2 检定项目	(3)
5.3 检定方法	(3)
5.4 检定结果的处理	(5)
5.5 检定周期	(5)
附录 A 甲醛动态配气装置性能要求	(6)
附录 B 甲醛动态配气结果不确定度评定	(8)
附录 C 检定证书/检定结果通知书(内页)格式	(10)
附录 D 检定记录格式	(13)

引 言

本规程是依据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的规定而修订的。

本规程与 JJG 1022—2007《甲醛气体检测仪》相比，除编辑性修改外，主要技术内容的变化为：

1. 检定量程由原来 (0~2) $\mu\text{mol/mol}$ 改为 (0~1.5) $\mu\text{mol/mol}$ 。
2. 示值误差要求变化如下表所示。

JJG 1022—2007	测量范围/ ($\mu\text{mol/mol}$)	示值误差限
	$0.01 < C \leq 0.10$	$\pm 20\%$
	$0.10 < C \leq 2.0$	$\pm 10\%$
JJG 1022—2016	测量范围/ ($\mu\text{mol/mol}$)	最大允许误差
	$0.0 < x \leq 0.5$	$\pm 0.05 \mu\text{mol/mol}$
	$0.5 < x \leq 1.5$	$\pm 10\%$

3. 零点漂移和量程漂移的计算公式有所不同。公式中“FS”改为“R”。原规程“FS”为仪器技术要求中测量上限值。本规程“R”定义为 1.5 $\mu\text{mol/mol}$ 。
- 本规程历次版本发布情况为：
——JJG 1022—2007。

甲醛气体检测仪检定规程

1 范围

本规程适用于利用电化学传感器原理、半导体气敏传感器原理测量空气中甲醛含量的甲醛气体检测仪（以下简称仪器）的首次检定、后续检定和使用中检查。本规程的检定上限为 $1.5 \mu\text{mol/mol}$ 。不适用于比色原理的甲醛气体检测仪。

2 概述

仪器的检测原理一般为电化学传感器原理、半导体气敏传感器原理。采样方式有吸入式和扩散式两种。仪器主要由采样单元、传感器、电子电路、显示器等组成。

3 计量性能要求

3.1 示值误差

示值误差应符合表 1 的规定。

表 1 示值误差

测量范围/ ($\mu\text{mol/mol}$)	最大允许误差
$0.0 < x \leq 0.5$	$\pm 0.05 \mu\text{mol/mol}$
$0.5 < x \leq 1.5$	$\pm 10\%$

3.2 重复性

不大于 5%。

3.3 响应时间

吸入式采样方式的仪器响应时间不大于 90 s；扩散式采样方式的仪器响应时间不大于 180 s。

3.4 漂移

3.4.1 零点漂移，不超过 $\pm 3\%$ 。

3.4.2 量程漂移，不超过 $\pm 3\%$ 。

4 通用技术要求

4.1 外观及结构

4.1.1 仪器不应有影响其正常工作的外观损伤。新制造的仪器的表面应光洁平整，漆色镀层均匀，无剥落锈蚀现象。

4.1.2 仪器连接可靠，各旋钮或按键应能正常操作和控制。

4.2 标志和标识

仪器名称、型号、制造厂名称、出厂时间、编号等应齐全、清楚。在防爆场所使用的应有防爆标志及编号。

4.3 通电检查

仪器通电后，仪器应能正常工作，显示部分应清晰、完整。

4.4 绝缘电阻

对于使用交流电源的仪器，仪器的绝缘电阻应不小于 20 MΩ。

4.5 绝缘强度

对于使用交流电源的仪器，仪器电源的相、中联线对地的绝缘强度应能承受交流电压 1.5 kV、50 Hz、泄漏电流 5 mA，历时 1 min 试验，无击穿或飞弧现象。

5 计量器具的控制

计量器具的控制包括首次检定、后续检定以及使用中检查。

5.1 检定条件

5.1.1 检定环境条件：

5.1.1.1 相对湿度： $\leq 85\%$ ，环境温度： $(10 \sim 35)^\circ\text{C}$ ，检定期间，温度波动不超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.1.1.2 大气压力： $(86 \sim 106)$ kPa，检定期间，压力波动不超过 ± 0.5 kPa。

5.1.1.3 交流供电电源电压： $220 \text{ V} \pm 22 \text{ V}$ ， $50 \text{ Hz} \pm 1 \text{ Hz}$ 。

5.1.1.4 应无影响仪器正常工作的电磁场干扰。

5.1.1.5 实验室应具备良好的通风设施，检定环境中应无影响检测准确度的干扰气体。

5.1.2 检定用标准物质及设备

5.1.2.1 采用由国家计量行政部门批准的，并具有相应标准物质“制造计量器具许可证”的单位提供的标准物质。甲醛气体溯源方式可以采用以下两种方式之一。

a) 三聚甲醛扩散管标准物质

三聚甲醛扩散管标准物质，扩展不确定度不大于 2.1% ($k=2$)。

甲醛动态配气装置：甲醛动态配气装置温度、压力、流量带来的不确定度不大于 2% ($k=2$)。

b) 甲醛标准气体

甲醛标准气体不确定度不大于 3% ($k=2$)。

5.1.2.2 零点气体

压缩空气、合成空气或环境空气均可作为零点气。零点气体通入仪器前需经活性炭纯化。

5.1.2.3 与检定用气体钢瓶和动态配气装置配套使用的气体减压阀、气路管件、活性炭纯化管等应连接良好，不应有漏气。

5.1.2.4 气体流量计 2 个：准确度级别不低于 4 级，测量范围： $(0 \sim 2\ 000)$ mL/min。

5.1.2.5 温度计：分度值 0.1°C 。

5.1.2.6 大气压力计：分度值 100 Pa。

5.1.2.7 秒表：分度值 0.1 s 。

5.1.2.8 绝缘电阻表：10 级，500 V。

5.1.2.9 绝缘强度测试仪：电压不小于 3 kV，电流不小于 100 mA，频率为 50 Hz。

5.2 检定项目

检定项目见表 2。

表 2 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观及通电检查	+	+	+
绝缘电阻	+	-	-
绝缘强度	+	-	-
示值误差	+	+	+
重复性	+	+	-
响应时间	+	+	+
零点漂移	+	-	-
量程漂移	+	-	-

注：
 1 “+”为需要检定项目；“-”为不需要检定项目。
 2 经安装及维修后对仪器计量性能有影响时，其后续检定按首次检定要求进行。
 3 对于已设定测定时间的仪器，没有响应时间项目要求。

5.3 检定方法

5.3.1 外观及通电检查

按 4.1 要求手动目视进行。

5.3.2 标志和标识

按 4.2 要求手动目视进行。

5.3.3 通电检查

按 4.3 要求手动目视进行。

5.3.4 绝缘电阻

仪器不接电源，打开仪器电源开关。将绝缘电阻表的一个接线端子接到仪器电源插头的相、中联线上，另一个接线端子接到仪器的保护接地端子（或机壳）上，施加 500 V 的直流电压，持续 5 s，测量绝缘电阻值。采用低压电池供电的仪器，可不作此项试验。

5.3.5 绝缘强度

仪器不接电源，打开仪器电源开关。将绝缘装置的两根检验导线分别接到仪器电源插头的相、中联线上及仪器的保护接地端子（或机壳上）。试验时电压应平缓地上升到 1 500 V，试验电压保持 1 min，然后将电压平缓地下降至 0 V，试验过程中不应出现击穿和飞弧现象（漏电电流设定为 5 mA）。采用低压电池供电的仪器，可不作此项试验。

5.3.6 仪器调整

按照仪器使用说明书的要求对仪器进行预热稳定以及零点和示值调整。

5.3.7 示值误差

连接标准气源、流量旁路系统及被检仪器（如果被检仪器自身带流量旁路系统，则

可直接连接标准气源)。

仪器通电预热稳定后,按说明书要求校准仪器的零点和示值。然后分别通入浓度约为 $0.3 \mu\text{mol/mol}$, $0.7 \mu\text{mol/mol}$ 和 $1.2 \mu\text{mol/mol}$ 的甲醛标准气体,甲醛动态法配气浓度计算见附录 A。记录仪器稳定示值。每点测 3 次,3 次的平均值为仪器示值。按式 (1)或式 (2) 计算示值误差 Δx_i ,取绝对值最大的 Δx_i 为示值误差。

$$\Delta x_i = \bar{x} - x_0 \quad (1)$$

$$\Delta x_i = \frac{\bar{x} - x_0}{x_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

\bar{x} ——仪器示值的平均值, $\mu\text{mol/mol}$;

x_0 ——通入仪器的标准气体值, $\mu\text{mol/mol}$ 。

5.3.8 重复性

通入浓度约为 $0.7 \mu\text{mol/mol}$ 空气中甲醛标准气体,待示值稳定后读值。重复测量 6 次,每次测量前需用零点气体校零,按式 (3) 计算仪器的重复性。

$$s_r = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

s_r ——仪器的重复性;

x_i ——仪器示值, $\mu\text{mol/mol}$;

\bar{x} ——6 次测量值的算术平均值, $\mu\text{mol/mol}$;

n ——测量次数, $n=6$ 。

5.3.9 响应时间

通入零点气体校准仪器零点后,再通入约为 $0.7 \mu\text{mol/mol}$ 的标准气体,读取稳定示值,停止通气,让仪器回到零点。再通入上述标准气体,同时启动秒表,待示值升至稳定值的 90% 时,停止秒表,记录秒表读数。按上述操作方法重复三次,三次秒表读数的算术平均值为仪器的响应时间。

5.3.10 漂移

仪器漂移包括零点漂移和量程漂移。

在正常工作条件下,仪器通电预热稳定后,通入零点气体,将仪器调到零点(对指针式仪器将示值调到满量程的 5% 处),记为 Z_0 。再通入约为 $0.7 \mu\text{mol/mol}$ 的标准气体,读取稳定示值为 S_0 。而后通入零点气体,每间隔 20 min 记录仪器的零点值为 Z_i 。再通入约为 $0.7 \mu\text{mol/mol}$ 的标准气体,记录仪器稳定示值 S_i ,连续运行 2 h,共测量 7 次。按式 (4) 和式 (5) 计算零点漂移和量程漂移:

$$\Delta Z_i = \frac{Z_i - Z_0}{R} \times 100\% \quad (4)$$

$$\Delta S_i = \frac{(S_i - Z_i) - (S_0 - Z_0)}{R} \times 100\% \quad (5)$$

公式(4)和公式(5)中, R 为 $1.5 \mu\text{mol/mol}$ 。取 ΔZ_i 和 ΔS_i 绝对值中最大值作为仪器的零点漂移和量程漂移。

5.4 检定结果的处理

按本规程要求检定合格的仪器, 发给检定证书; 不合格的仪器, 发给检定结果通知书, 并注明不合格项目。

5.5 检定周期

仪器的检定周期一般不超过一年。如果对仪器的测量结果有怀疑或仪器更换了主要部件或修理后应及时送检。

附录 A

甲醛动态配气装置性能要求

A.1 甲醛动态配气装置介绍

甲醛动态配气装置按照 ISO 6145(8)—2003《标准气体的制备——动态配气方法》标准要求进行设计。甲醛动态配气原理是采用动态配气扩散管法，动态配气扩散管法是动态配气方法中的一种。动态配气扩散管法是建立在称量基础上的一种标准气体配制方法，它是利用在一定温度和压力下，被扩散组分的扩散率保持不变的原理。首先，将需扩散的组分装在扩散管中，通过载带气体连续稳定地流过扩散池，将从扩散管稳定扩散出来的组分载带出来，然后进行稀释即可得到不同浓度的标准气体。动态配气扩散管法在配制挥发性、腐蚀性、吸附性标准气体时具有较小的不确定度（1%~3%），产生的标准气体吸附性小、方法准确度高、操作方便、扩散管寿命长，可以作为挥发性、腐蚀性、吸附性标准气体的发生装置。

甲醛动态配气装置是采用三聚甲醛扩散管作为配气的标准物质，这种扩散管扩散出来的气体是三聚甲醛气体，三聚甲醛气体经催化裂解成甲醛气体，然后经过混合稀释池可得到不同浓度的甲醛标准气体。

甲醛动态配气装置设计示意图见图 A.1。

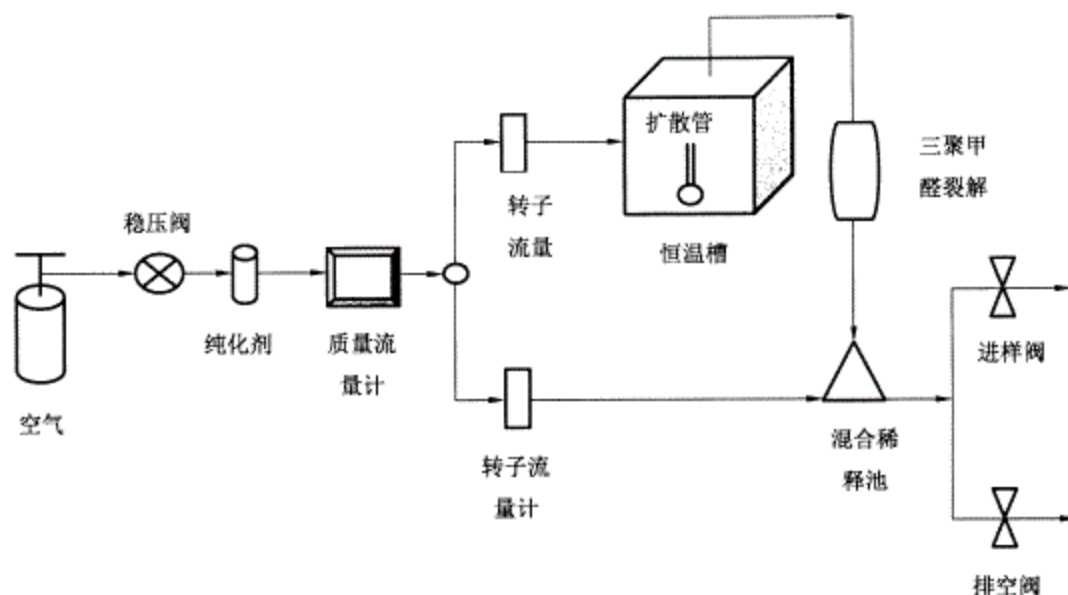


图 A.1 甲醛配气装置示意图

三聚甲醛扩散管扩散率可以通过称重法测得。已知三聚甲醛扩散管扩散率和载气流速，经裂解后甲醛配气浓度可用公式 (A.1) 计算：

$$C_0 = \frac{P_0 V_0 T}{T_0 P M Q} \times R_m \times 10^3 = 276.699 \times \frac{T}{P Q} \times R_m \quad (\text{A.1})$$

式中：

C_0 ——配气浓度， $\mu\text{mol}/\text{mol}$ ；

- P_0 ——标准状态下大气压值, 101.325 kPa;
 V_0 ——标准状态下理想气体摩尔体积, 22.4 L/mol;
 T_0 ——标准状态热力学温度值, 273.15 K;
 T ——环境温度 (混和池), K;
 P ——环境压力 (混和池), kPa;
 M ——组分气分子摩尔质量, g/mol;
 R_m ——扩散管的扩散率, $\mu\text{g}/\text{min}$;
 Q ——载带气与稀释气总流量, mL/min。

A.2 甲醛动态配气装置技术要求

A.2.1 三聚甲醛裂解效率: 100%;

A.2.2 稀释气和载带气要求

经活性炭纯化管纯化的洁净空气, 甲醛和三聚甲醛气体浓度 $\leq 1 \times 10^{-10}$ mol/mol;

A.2.3 恒温槽温度控制单元

温度测量误差: 不超过 $\pm 0.1\%$; 温度变化: $\leq 0.1\%$ (RSD);

A.2.4 稀释气和载带气流量控制单元

流量测量误差: 不超过 $\pm 0.5\%$; 流量变化: $\leq 0.5\%$ (RSD);

A.2.5 混合池压力控制单元

压力测量误差: 不超过 $\pm 0.05\%$; 压力变化: $\leq 0.05\%$ (RSD);

A.2.6 混合池温度控制单元

温度测量误差: 不超过 $\pm 0.1\%$; 温度变化: $\leq 0.1\%$ (RSD);

附录 B

甲醛动态配气结果不确定度评定

B.1 甲醛动态配气结果误差评定测量模型

$$C_0 = \frac{P_0 V_0 T}{T_0 P M Q} \times R_m \times 10^3 = 276.699 \times \frac{T}{P Q} \times R_m \quad (\text{B.1})$$

式中：

C_0 ——配气浓度， $\mu\text{mol/mol}$ ；

P_0 ——标准状态下大气压值，101.325 kPa；

V_0 ——标准状态下理想气体摩尔体积，22.4 L/mol；

T_0 ——标准状态热力学温度值，273.15 K；

T ——环境温度，K；

P ——环境压力，kPa；

M ——组分气分子摩尔质量，g/mol；

R_m ——扩散管的扩散率， $\mu\text{g/min}$ ；

Q ——载带气与稀释气总流量，mL/min。

B.2 甲醛动态配气结果引入的不确定度来源分量

甲醛动态配气不确定度来源主要包括六个部分：

- 1) 气源的稳定性及流量测量引入的不确定度；
- 2) 混合池温度变化及测量引入的不确定度；
- 3) 混合池压力变化及测量引入的不确定度；
- 4) 扩散管扩散率测定引入的不确定度；
- 5) 稀释气体纯度（纯化剂）引入的不确定度；
- 6) 裂解器的酸度和温度（裂解效率）引入的不确定度。

B.2.1 气源的稳定性及流量测量引入的不确定度

甲醛动态配气过程中，稀释气和载带气的流量是通过质量流量计来测定的。质量流量计经校准后，流量测量误差为 0.5%。

气源经质量流量计等稳流后，流量变化相对标准偏差为 0.5%。考虑流量测量误差为矩形分布以及流量变化偏差为正态分布，气源的稳定性及流量测量引入的相对标准不确定度为：

$$u_q = \sqrt{\left(\frac{0.5\%}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0.5\%}{\sqrt{6}}\right)^2} = 0.4\%$$

B.2.2 混合池温度变化及测量引入的不确定度

混合池温度变化相对标准偏差为 0.1%；混合池温度测量误差为 0.1%；考虑温度测量误差为矩形分布以及温度变化偏差为正态分布，混合池温度变化及温度测量引入的相对标准不确定度为：

$$u_t = \sqrt{\left[\frac{0.1\%}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{0.1\%}{\sqrt{6}}\right]^2} = 0.071\% \approx 0.1\%$$

B.2.3 混合池压力变化及测量引入的不确定度

混合池压力变化相对标准偏差为 0.05%；混合池压力测量误差为 0.05%；考虑压力测量误差为矩形分布以及压力变化偏差为正态分布，混合池压力变化及压力测量引入的相对标准不确定度为：

$$u_p = \sqrt{\left[\frac{0.05\%}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{0.05\%}{6}\right]^2} = 0.04\%$$

B.2.4 扩散管扩散率测定引入的不确定度

三聚甲醛扩散管标准物质扩散率定值扩展不确定度不大于 2.1% ($k=2$)，所以扩散率测定引入的标准不确定度为：

$$u_r = 2.1\%/2 = 1.05\%$$

B.2.5 稀释气体纯度引入不确定度评价

稀释气体的纯度测量不确定度主要是指稀释气体中甲醛含量的测量不确定度。配气过程中，采用 20 cm×1 cm 活性炭纯化管纯化稀释气中的痕量甲醛、三聚甲醛等，纯化后甲醛、三聚甲醛含量未检出（色谱仪器检测限 10^{-9} mol/mol），所以稀释气纯度测量所带来的不确定度可以忽略不计。

B.2.6 裂解器的酸度和温度（裂解效率）引入的不确定度

实验研究表明，三聚甲醛在酸性条件下，160℃ 时 100% 分解为甲醛。裂解效率带来的不确定度可以忽略不计。

B.3 甲醛动态配气不确定度合成

可通过公式 (B.2) 计算配气结果不确定度：

$$\left[\frac{u(C_0)}{C_0}\right]^2 = \left[\frac{u(Q)}{Q}\right]^2 + \left[\frac{u(T)}{T}\right]^2 + \left[\frac{u(P)}{P}\right]^2 + \left[\frac{u(R)}{R}\right]^2 \quad (\text{B.2})$$

综合考虑动态配气过程中各种可能影响结果的因素，我们可以得出： $k=2$ 时，甲醛动态配气结果的扩展不确定度 ($k=2$) 由下式计算：

$$\begin{aligned} U_{\text{rel}} &= 2 \times \sqrt{u_q^2 + u_t^2 + u_p^2 + u_r^2} \\ &= 2 \times \sqrt{(0.4\%)^2 + (0.1\%)^2 + (0.04\%)^2 + (1.05\%)^2} = 2.3\% \end{aligned}$$

甲醛动态配气结果不确定度评定结果表明： $\frac{U}{\text{MPEV}} \leq \frac{1}{3}$ ，符合 JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》的要求。

附录 C

检定证书/检定结果通知书（内页）格式

C.1 检定证书/检定结果通知书（内页）格式

检定证书/检定结果通知书第 2 页

证书编号××××××-××××				
检定机构授权说明				
检定环境条件及地点：				
温度	℃	相对湿度	%	
地点				
检定使用的计量（基）标准装置				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/ 最大允许误差	计量（基）标准 证书编号	有效期至
第×页 共×页				

C.2 检定证书/检定结果通知书检定结果页式样

C.2.1 检定证书第3页

证书编号××××××-××××

检定结果

检定项目	技术要求	检定结果
1. 外观及通电检查:		
2. 绝缘电阻:		
3. 绝缘强度:		
4. 示值误差:		
5. 重复性:		
6. 响应时间:		
7. 零点漂移:		
8. 量程漂移:		

以下空白

第×页 共×页

C. 2.2 检定结果通知书第 3 页

证书编号××××××-××××

检定结果

检定项目	技术要求	检定结果
1. 外观及通电检查:		
2. 绝缘电阻:		
3. 绝缘强度:		
4. 示值误差:		
5. 重复性:		
6. 响应时间:		
7. 零点漂移:		
8. 量程漂移:		

附加说明

说明检定结果不合格项

以下空白

第×页 共×页

附录 D

检定记录格式

检定记录格式

检定日期：____年____月____日 温度：____℃ 相对湿度____% 气压：____kPa

仪器名称：____ 型号：____ 出厂编号：____ 量程：____

送检单位：____ 制造厂：____

检定依据：____

检定用标准和装置：____

扩展不确定度：____% 包含因子：____

一、外观及通电检查____

二、绝缘电阻____

三、绝缘强度____

四、示值误差、重复性及响应时间

标气 浓度				均值、示值误差、重复性			响应时间						
	1	2	3	\bar{x}	Δx_i	s_r	1	2	3	\bar{t}			
	均值、重复性						备注						
	1	2	3	4	5	6						\bar{x}	s_r

五、漂移

时间	0 min	20 min	40 min	60 min	80 min	100 min	120 min	ΔZ_{\max}	ΔS_{\max}
零点值 (ΔZ_i)									
示值读数 (ΔS_i)									

结论：____

检定员：____ 核验员：____