

国家计量技术规范规程制修订

《过氧化氢气体检测仪校准规范》  
实验报告  
(征求意见稿)

全国生物计量技术委员会

2025年 03月

# 实验报告

## 一、实验目的

验证《过氧化氢气体检测仪校准规范》的适用性和可行性。

## 二、实验地点

验证实验均在不同实验室完成。

## 三、环境条件

3.1 环境温度：(19.8~22.3) °C。

3.2 相对湿度：(15.5~25.5) %。

3.3 工作环境无影响检测仪正常工作的电磁场及干扰气体，校准现场保持通风并采取安全措施。

## 四、实验仪器与实验设计

### 4.1 检测仪的调整

按照检测仪使用说明书的要求对检测仪进行预热，按图1所示连接气体标准物质、流量计和被校检测仪。校准泵吸式检测仪时，必须保证旁通流量计有气体放出。校准扩散式检测仪时，应按照检测仪说明书的要求调节流量。若检测仪说明书中没有明确要求，则流量一般控制在(500±50) mL/min。使用零点气体调整检测仪的零点，用测量上限80%的气体标准物质调整检测仪的示值。

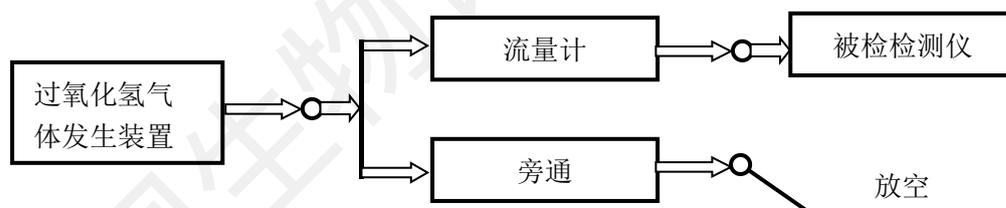


图1 检测仪连接示意图

### 4.2 示值误差

依次通入浓度约为测量上限20%、50%、80%的气体标准物质，待示值稳定后，记录检测仪示值，每个浓度点重复测量3次，取3次示值的算术平均值 $\bar{C}$ 作为检测仪各浓度点的示值，按式(1)计算各浓度点的示值误差 $\Delta C$ 。

$$\Delta C = \frac{\bar{C} - C_s}{C_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\bar{C}$ —3次示值的算术平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$C_s$ —气体标准物质浓度值， $\mu\text{mol/mol}$ 。

#### 4.3 重复性

通入浓度约为测量上限 50%的气体标准物质，待示值稳定后，记录检测仪示值  $C_i$ ，然后通入零点气体使检测仪示值回零，再通入上述浓度的气体标准物质。重复测量 6 次，按式(2)计算检测仪的重复性  $s_r$ ，重复性以相对标准偏差表示。

$$s_r = \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (C_i - \bar{C})^2}{6-1}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$C_i$ —检测仪第  $i$  次测量的示值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

$\bar{C}$ —6 次检测仪示值的算术平均值， $\mu\text{mol/mol}$ ；

#### 4.4 响应时间

通入零点气体使检测仪示值回零，通入浓度约为测量上限 50%的气体标准物质，待示值稳定后，读取检测仪示值，撤去气体标准物质，待检测仪回零后，再通入上述浓度的气体标准物质，同时启动秒表，待检测仪显示值达到稳定示值的 90%时停止计时，记录秒表读数，重复测量 3 次，取 3 次测得值的算术平均值作为检测仪的响应时间。

#### 4.5 报警功能和报警动作值

通入浓度大于报警设定值的气体标准物质，当示值超过报警设定值时，观察检测仪声、光或振动报警功能是否正常，并记录检测仪报警时的示值。

#### 4.6 稳定性

检测仪的漂移包括零点漂移和量程漂移。

通入零点气体使检测仪示值回零，读取稳定示值记为  $C_{z0}$ ，再通入浓度约为测量上限 80%的气体标准物质，读取稳定示值记为  $C_{s0}$ 。检测仪连续运行 1 h，每间隔 15 min 通入零点气体读取检测仪稳定示值  $C_{zi}$ ，再通入上述气体标准物质读取检测仪稳定示值  $C_{si}$  ( $i=1,2,3,4$ )。

按式(3)计算零点漂移，取绝对值最大的  $\Delta Z_i$  作为检测仪的零点漂移。

$$\Delta Z_i = \frac{C_{zi} - C_{z0}}{R} \times 100\% \quad (3)$$

按式(4)计算量程漂移,取绝对值最大的 $\Delta S_i$ 作为检测仪的量程漂移。

$$\Delta S_i = \frac{(C_{si} - C_{zi}) - (C_{s0} - C_{z0})}{R} \times 100\% \quad (4)$$

式(3)与式(4)中:

$R$ —检测仪测量上限,  $\mu\text{mol/mol}$ 。

## 五、 测量标准及其他设备

测量标准见表1所示:

表1 测量标准

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.2\% (k=2)$
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.0\% (k=2)$
电子秒表	(0~30)min	MPE: $\pm 0.1\text{s}/30\text{min}$

## 六、 实验结果

### 6.1 试验记录

过氧化氢气体检测仪校准记录如下:

# 过氧化氢气体检测仪校准记录

送校单位： 河北中测计量检测有限公司 证书编号：           /            
 仪器名称： 手持式复合气体检测仪 制造厂商： 深圳市安帕尔科技有限公司  
 仪器型号： APES-T(3)-S 仪器编号： 1908807014 测量范围： (0~1200) μmol/mol  
 校准环境温度： 20.3 °C 相对湿度： 15.5 % 校准地点： 和-17-202

校准使用的主要设备

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) μmol/mol	$U_{rel}=3.2\% (k=2)$	HJqt2023-10465	2024-12-09
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) μmol/mol	$U_{rel}=3.0\% (k=2)$	HJqt2023-10437	2024-12-05
电子秒表	(0~30)min	MPE:±0.1s/30min	SPss2023-20342	2024-12-25

## 1、示值误差

气体标准物质浓度值 μmol/mol	示值 1 μmol/mol	示值 2 μmol/mol	示值 3 μmol/mol	平均值 μmol/mol	绝对误差 μmol/mol	相对误差 %	$U_{rel}(k=2)$ %
561	536	546	543	543	-18	-3.2	3.9
	557	532	546				
950	959	963	931	944	-6	-0.6	5.2
	885	968	956				
1388	1443	1482	1461	1477	89	6.4	3.8
	1480	1500	1496				

## 2、响应时间

气体标准物质浓度值 μmol/mol	响应时间 /s			
	1	2	3	平均值
950	100	100	100	100

## 3、重复性

气体标准物质浓度值 μmol/mol	示值 1 μmol/mol	示值 2 μmol/mol	示值 3 μmol/mol	示值 4 μmol/mol	示值 5 μmol/mol	示值 6 μmol/mol	$\bar{C}$ μmol/mol	$S_r$ %
950	959	963	931	885	968	956	944	3.3

## 4、报警功能及报警动作值

报警功能	
报警设定值 μmol/mol	报警动作值 μmol/mol
400	400

## 5、漂移

时间	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	$\Delta Z_{max}$	$\Delta S_{max}$
零点 μmol/mol	/	/	/	/	/	/	/
示值 μmol/mol	/	/	/	/	/		

校准员： 黄鹏 核验员： 张彪 校准日期： 2024年1月22日



送校单位：北京诚立信达检测技术有限公司 证书编号： /  
 仪器名称：手持式过氧化氢检测仪 制造厂商：深圳市安帕尔科技有限公司  
 仪器型号：APES-H202(2K)-J 仪器编号：230830001-001 测量范围：(0~1500)  $\mu\text{mol/mol}$   
 校准环境温度：19.8  $^{\circ}\text{C}$  相对湿度：25.5 % 校准地点：和-17-202  
 校准使用的主要设备

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.2\% (k=2)$	HJqt2023-10465	2024-12-09
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.0\% (k=2)$	HJqt2023-10437	2024-12-05
电子秒表	(0~30)min	MPE: $\pm 0.1\text{s}/30\text{min}$	SPss2023-20342	2024-12-25

### 1、示值误差

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	平均值 $\mu\text{mol/mol}$	绝对误差 $\mu\text{mol/mol}$	相对误差 %	$U_{\text{rel}} (k=2)$ %
300	332	342	314	328	33	9.3	5.8
	342	327	309				
800	838	812	795	827	27	3.4	5.1
	807	868	842				
1200	1218	1238	1277	1243	43	3.6	4.0
	1225	1248	1252				

### 2、响应时间

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	响应时间 /s			
	1	2	3	平均值
800	100	100	100	100

### 3、重复性

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	示值 4 $\mu\text{mol/mol}$	示值 5 $\mu\text{mol/mol}$	示值 6 $\mu\text{mol/mol}$	$\bar{C}$ $\mu\text{mol/mol}$	$S_r$ %
800	838	812	795	807	868	842	815	3.3

### 4、报警功能及报警动作值

报警功能	
报警设定值 $\mu\text{mol/mol}$	报警动作值 $\mu\text{mol/mol}$
400	400

### 5、漂移

时间	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	$\Delta Z_{\text{max}}$	$\Delta S_{\text{max}}$
零点 $\mu\text{mol/mol}$	/	/	/	/	/	/	/
示值 $\mu\text{mol/mol}$	/	/	/	/	/		

校准员：黄鹏 核验员：张彪 校准日期：2024年4月12日

## 过氧化氢气体检测仪校准记录

送校单位： 成都倍特药业股份有限公司 证书编号： \_\_\_\_\_  
 仪器名称： 过氧化氢检测仪 制造厂商： 深圳市科尔诺电子科技有限公司  
 仪器型号： GT903-X-H202 仪器编号： 00230266227 测量范围： (0~1500)  $\mu\text{mol/mol}$   
 校准环境温度： 22.3  $^{\circ}\text{C}$  相对湿度： 20.5 % 校准地点： 和-17-202

校准使用的主要设备

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.2\% (k=2)$	HJqt2023-10465	2024-12-09
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.0\% (k=2)$	HJqt2023-10437	2024-12-05
电子秒表	(0~30)min	MPE: $\pm 0.1\text{s}/30\text{min}$	SPss2023-20342	2024-12-25

### 1、示值误差

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	平均值 $\mu\text{mol/mol}$	绝对误差 $\mu\text{mol/mol}$	相对误差 %	$U_{\text{rel}} (k=2)$ %
300	80	81	85	82	-218	-72.7	6.2
	82	86	90				
800	201	202	209	204	-596	-74.5	4.3
	213	207	205				
1200	582	586	580	583	-717	-59.8	3.6
	578	573	570				

### 2、响应时间

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	响应时间 /s			
	1	2	3	平均值
800	152	160	147	153

### 3、重复性

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	示值 4 $\mu\text{mol/mol}$	示值 5 $\mu\text{mol/mol}$	示值 6 $\mu\text{mol/mol}$	$\bar{C}$ $\mu\text{mol/mol}$	$S_r$ %
800	201	202	209	213	207	205	206	2.2

### 4、报警功能及报警动作值

报警功能	
报警设定值 $\mu\text{mol/mol}$	报警动作值 $\mu\text{mol/mol}$
100	100

### 5、漂移

时间	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	$\Delta Z_{\text{max}}$	$\Delta S_{\text{max}}$
零点 $\mu\text{mol/mol}$	/	/	/	/	/	/	/
示值 $\mu\text{mol/mol}$	/	/	/	/	/		

校准员： 黄鹏 核验员： 张彪 校准日期： 2024年4月12日

## 过氧化氢气体检测仪校准记录

送校单位：\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 证书编号：\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 仪器名称：\_\_\_\_\_ 手持式复合气体检测仪 \_\_\_\_\_ 制造厂商：\_\_\_\_\_ 德尔格 \_\_\_\_\_  
 仪器型号：\_\_\_\_\_ Polytron7000 \_\_\_\_\_ 仪器编号：\_\_\_\_\_ 8317637 \_\_\_\_\_ 测量范围：\_\_\_\_\_ (0~1500) μmol/mol \_\_\_\_\_  
 校准环境温度：\_\_\_\_\_ 19.9 °C \_\_\_\_\_ 相对湿度：\_\_\_\_\_ 17.5 % \_\_\_\_\_ 校准地点：\_\_\_\_\_ 和-17-202 \_\_\_\_\_  
 校准使用的主要设备

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) μmol/mol	$U_{rel}=3.2\% (k=2)$	HJqt2023-10465	2024-12-09
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) μmol/mol	$U_{rel}=3.0\% (k=2)$	HJqt2023-10437	2024-12-05
电子秒表	(0~30)min	MPE:±0.1s/30min	SPss2024-04657	2025-10-25

### 1、示值误差

气体标准物质浓度值 μmol/mol	示值 1 μmol/mol	示值 2 μmol/mol	示值 3 μmol/mol	平均值 μmol/mol	绝对误差 μmol/mol	相对误差 %	$U_{rel}(k=2)$ %
302	334	336	339	331	29	9.6	3.5
	338	341	330				
816	823	826	833	827	11	1.4	3.4
	830	834	841				
1178	1249	1250	1258	1252	74	6.3	3.3
	1242	1240	1255				

### 2、响应时间

气体标准物质浓度值 μmol/mol	响应时间 /s			
	1	2	3	平均值
816	132	135	130	132

### 3、重复性

气体标准物质浓度值 μmol/mol	示值 1 μmol/mol	示值 2 μmol/mol	示值 3 μmol/mol	示值 4 μmol/mol	示值 5 μmol/mol	示值 6 μmol/mol	$\bar{C}$ μmol/mol	$S_r$ %
816	823	826	833	830	834	841	831	0.8

### 4、报警功能及报警动作值

报警功能	
报警设定值 μmol/mol	报警动作值 μmol/mol
/	/

### 5、漂移

时间	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	$\Delta Z_{max}$	$\Delta S_{max}$
零点 μmol/mol	0	0	0	0	0	0	1%FS
示值 μmol/mol	1249	1250	1258	1245	1260		

校准员：\_\_\_\_\_ 黄鹏 \_\_\_\_\_ 核验员：\_\_\_\_\_ 张彪 \_\_\_\_\_ 校准日期：\_\_\_\_\_ 2024 年 11 月 12 日 \_\_\_\_\_

# 过氧化氢气体检测仪校准记录

送校单位: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 证书编号: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 仪器名称: 手持式复合气体检测仪 制造厂商: VAISALA  
 仪器型号: HPP272 仪器编号: T2650485 测量范围: (0~1500)  $\mu\text{mol/mol}$   
 校准环境温度: 19.9  $^{\circ}\text{C}$  相对湿度: 17.5 % 校准地点: 和-17-202

校准使用的主要设备

名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至
傅立叶红外气体分析仪	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.2\% (k=2)$	HJqt2023-10465	2024-12-09
过氧化氢气体发生装置	(0~2000) $\mu\text{mol/mol}$	$U_{\text{rel}}=3.0\% (k=2)$	HJqt2023-10437	2024-12-05
电子秒表	(0~30)min	MPE: $\pm 0.1\text{s}/30\text{min}$	SPss2024-04657	2025-10-25

## 1、示值误差

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	平均值 $\mu\text{mol/mol}$	绝对误差 $\mu\text{mol/mol}$	相对误差 %	$U_{\text{rel}}(k=2)$ %
302	267	254	253	258	-44	-14.6	4.2
	262	265	255				
816	840	853	858	850	34	4.2	3.9
	828	872	865				
1178	1245	1252	1270	1256	78	6.6	3.4
	1263	1272	1265				

## 2、响应时间

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	响应时间 /s			
	1	2	3	平均值
816	480	480	480	480

## 3、重复性

气体标准物质浓度值 $\mu\text{mol/mol}$	示值 1 $\mu\text{mol/mol}$	示值 2 $\mu\text{mol/mol}$	示值 3 $\mu\text{mol/mol}$	示值 4 $\mu\text{mol/mol}$	示值 5 $\mu\text{mol/mol}$	示值 6 $\mu\text{mol/mol}$	$\bar{C}$ $\mu\text{mol/mol}$	$S_r$ %
816	840	853	858	828	872	865	853	1.9

## 4、报警功能及报警动作值

报警功能	
报警设定值 $\mu\text{mol/mol}$	报警动作值 $\mu\text{mol/mol}$
/	/

## 5、漂移

时间	0 min	15 min	30 min	45 min	60 min	$\Delta Z_{\text{max}}$	$\Delta S_{\text{max}}$
零点 $\mu\text{mol/mol}$	0	0	0	0	0	0	1.8%FS
示值 $\mu\text{mol/mol}$	1245	1252	1270	1263	1272		

校准员: 黄鹏 核验员: 张彪 校准日期: 2024年11月12日

## 七、实验结论

过氧化氢气体检测仪校准结果数据汇总如表 2 所示，

表 2 过氧化氢气体检测仪计量性能实验数据汇总表

序号	生产厂家	型号	测量范围 μmol/mol	测量点	示值 误差 %	重复性 %	响应时 间 s	报警动作值 μmol/mol	零点漂移 量程漂移 %FS
1	深圳市安帕尔	APES-T(3)-S	0~2000	20%FS	-3.2	3.3	100	400	/%FS /%FS
				50%FS	-0.6				
				80%FS	6.4				
2	ATI	D16	0~1200	20%FS	1.1	0.3	45	400	/%FS /%FS
				50%FS	0				
				80%FS	-2.0				
3	深圳市安帕尔	APES-H202(2K)-J	0~1500	20%FS	9.3	3.3	100	400	/%FS /%FS
				50%FS	3.4				
				80%FS	3.6				
4	深圳市科尔诺电子	GT903-X-H202	0~1500	20%FS	-72.7	2.2	153	100	/%FS /%FS
				50%FS	-74.5				
				80%FS	-59.8				
5	德尔格	Polytron7000	0~1500	20%FS	9.6	0.8	132	/	0%FS 1%FS
				50%FS	1.4				
				80%FS	6.3				
6	VAISALA	HPP272	0~1500	20%FS	-14.6	1.9	480	/	0%FS 1.8%FS
				50%FS	4.2				
				80%FS	6.6				

依据制定的《过氧化氢气体检测仪校准规范》征求意见稿，验证过氧化氢气体检测仪计量性能指标，根据实验结果可知：

1、选定的仪器包括5个不同厂家的6种型号的过氧化氢气体检测仪，测量气体种类均为过氧化氢气体，测量范围包括(0~2000)μmol/mol、(0~1200)μmol/mol、(0~1500)μmol/mol、(0~1000)μmol/mol，仪器类型包括报警器和分析仪，使用方式包括便携式和固定式，仪器选定覆盖面较全，具有代表性。

2、通过实验数据可知，6台设备中，除1台低中高示值误差全部超差（编号4），1台低

点示值误差超差（编号6）、1台设备（编号6）响应时间大于180s外，其余几台在示值误差、重复性、响应时间等计量性能指标均符合过氧化氢气体检测仪校准规范制定的指标要求。分析仪未考察报警动作值，报警器未考察零点漂移和量程漂移。

通过本次典型仪器实验结果以及工作中实验数据积累，可知，新制定的《过氧化氢气体检测仪校准规范》的计量技术指标及校准方法合理。过氧化氢气体检测仪校准规范的计量性能要求科学合理，校准条件充分有效，校准方法具体可行，具有可操作性，能够满足过氧化氢气体检测仪的校准要求。

全国生物计量技术委员会