

《电化学氧测定仪检定规程》试验报告

中国计量科学研究院
河北省计量监督检测研究院

中国计量科学研究院下属气体室作为国家级实验室长久以来一直致力于气体计量的研究，曾先后承担多项国家计量标准的制定和修订，是我国气体化学计量的溯源单位。在 JJG365-2008《电化学氧测定仪》制定和执行过程中，我们根据氧测定仪计量检定的需要，在国内先后研制了该规程所用的 GBW 08117、GBW08135、GBW (E) 063245 氮中氧气体标准物质。同时承担了该类仪器的大量气体计量检定、校准，取得了实践经验，积累了实验数据。在近几年期间，我单位老师对规程进行过多次全国性的宣贯。以上工作的开展为修订 JJG365-2008《电化学氧测定仪》打下了坚实的基础，下面对本规程修订中各项指标的科学合理性和实验方法的可行性进行阐述。

1 检定方法和步骤

1.1 测量程序如图 1 所示：

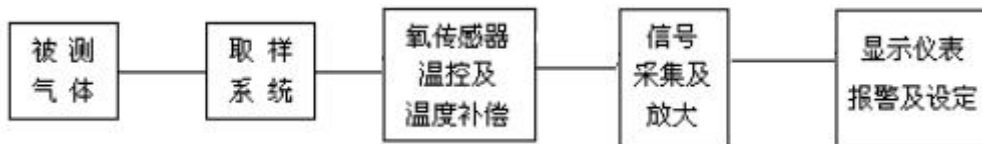


图 1 电化学氧测定仪测量程序图

1.2 检定气路如图 2 所示、：

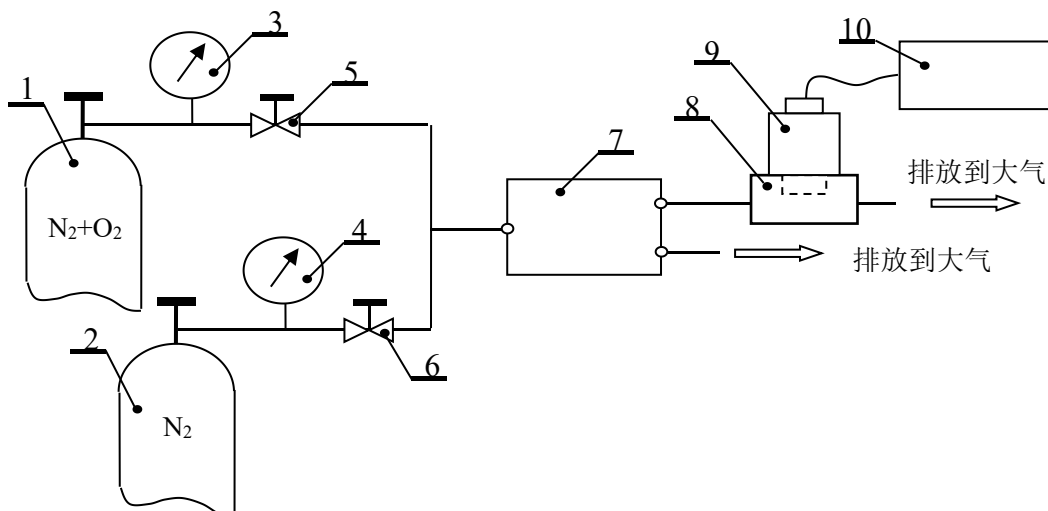


图 2 检定气路示意图

1—氮中氧气体标准物质；2—零点气体；3、4—压力表；5、6—调节阀；
7—流量计；8—隔气帽；9—氧电极；10—氧测定仪。

1.3 流量控制器如图 3 所示：

通常在气体减压阀门不能满足检定要求和泵吸入式氧测定仪检定的条件下，需要采用流量控制系统。连接方式为：气体通过气瓶阀门与流量控制器相连，由流量控制器调节到仪器所需流量大小，检测流量的稳定性使之符合规程要求。流量控制器如图 3 所示。

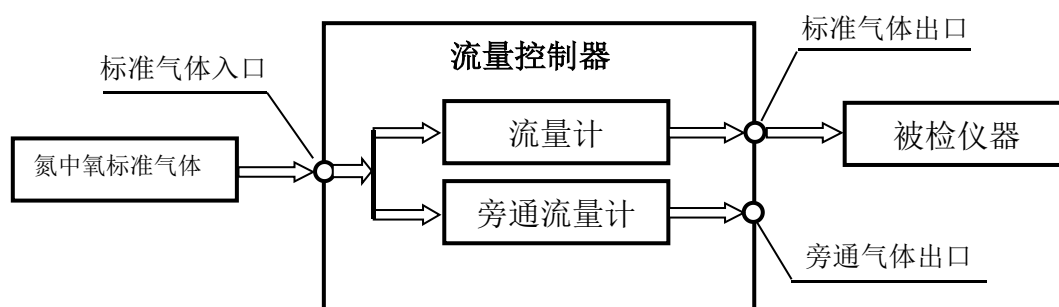


图 3 流量控制器示意图

2. 示值误差、重复性、响应时间、漂移、报警功能的验证实验

2.1 示值误差的检定

2.1.1 检定点

仪器的检定点为满量程的 20%、50%、80%附近 3 点。有多个量程的仪器，主量程检定三个点后，其他量程应选择 20%、80%附近 2 点进行检定。

2.1.2 通入零点和满量程 80%的气体标准物质，对仪器进行零点和量程的校准。

2.1.3 在规定的流量下，将已知浓度的氮中氧气体标准物质通入仪器，待示值稳定后（一般从通气到读数的时间不得少于该仪器响应时间的 3 倍）读数。

2.1.4 换不同氧浓度的气体标准物质。逐点检定，每点重复检定 3 次，取算术平均值，

按规程中公式进行计算获得示值误差结果。

2.2 重复性的检定

通入浓度约为量程 50%左右的氮中氧标准气体，待示值稳定后读值。重复检定 6 次。

2.3 响应时间的检定

通入零点气体校准仪器零点后，按 5.3.4.3 中规定的流量向仪器通入浓度为量程 80%左右的氮中氧气体标准物质，用秒表测定从通入气体标准物质开始到仪器示值变化至被测气体稳定示值 90%所需的时间，重复测量 3 次，取算术平均值为仪器的响应时间。有多个量程的仪器，只对主量程进行此项目进行检定。

2.4 零点漂移和量程漂移的检定

在仪器的最高量程，通入零点气体，记录稳定示值为 A_{z_0} ；再通入含量约为量程 80%的氮中氧气体标准物质，记录稳定示值 A_{s_0} 。对电池供电的仪器，每间隔 15min，重复上述步骤记录 1 次，连续检定 1h；对电源供电的仪器，每间隔 1h，重复上述步骤记录 1 次，连续检定 4h，分别记录仪器稳定示值的 A_{zi} 、 A_{si} 。有多个量程的仪器，按规程中的公式进行计算获得漂移结果。只对主量程进行此项目进行检定。

2.5 报警功能检查

对于环境氧报警仪进行报警功能检查，通入浓度 12%左右的氮中氧气体标准物质，当示值低于低报警设定值时，观察声、光或振动或报警电信号输出功能是否正常，并记录报警时的示值；重复操作 3 次，取 3 次的算数平均值为仪器的低报警值。再通入浓度 25%左右的氮中氧气体标准物质，当示值高于高报警设定值时，观察声、光或振动或报警电信号输出功能是否正常，并记录报警时的示值。重复操作 3 次，取 3 次的算数平均值为仪器的高报警值。

表（1~8）为示值误差、重复性误差、响应时间的检定验证结果。其检定过程为：随机对日常送检的 8 台不同厂家、不同型号的台式、便携式氧测定仪的检定结果。**实验结果表明：按照本规程的检定和技术指标规定要求，8 台氧测定仪均满足本规程要求，检定结果为合格。规程制订的检定方法和检定步骤合理可行。**

表 1 (0-30)%氧分析仪的检定

送检单位	北京英世智博测控技术有限公司		仪器名称	氧气分析仪				
型号规格	TY-CS		出厂编号	T21062401				
制造厂家	北京英世智博测控技术有限公司							
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂			
低报	/		/	/	/	/		
高报	/		/	/	/	/		
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS	
		1	2	3				
0-30	25.5	25.50	25.52	25.52	25.2	0		
	16.5	16.33	16.32	16.32	16.3	-0.7		
	4.80	4.65	4.64	4.64	4.64	-0.5		
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
0-30	16.33	16.32	16.32	16.33	16.31	16.32	16.32	0.05
仪器量程 R/%	测量次数						响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3			
0-30	15.3		15.1		15.1		15.2	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-30	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.07		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-30	25.52	25.51	25.51	25.49	25.49	0.01		

表 2 环境氧报警仪的检定

送检单位	北京大宝化妆品有限公司		仪器名称	壁挂式气体检测报警仪			
型号规格	YT-10		出厂编号	2021081506			
制造厂家	艾科思电子科技（常州）有限公司						
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂		
低报	正常	19.5	19.5	19.5	19.5		
高报	正常	23.5	23.5	23.5	23.5		
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS
		1	2	3			
0-25	20.91	20.9	20.9	20.9	20.9	-0.04	
	12.01	12.2	12.1	12.1	12.1	0.4	
	4.80	4.6	4.5	4.5	4.5	-1.2	
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5		
0-25	12.2	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	0.3
仪器量程 R/%	测量次数					响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3		
0-25	12.8		12.5		12.4	12.6	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS	
	0	1	2	3	4		
0-25	0	0	0	0	0	0	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS	
	0	1	2	3	4		
0-25	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	0	

表3 环境氧报警仪的检定

送检单位	中国铁路北京局集团有限公司特种 设备检测中心		仪器名称	氧气测试仪				
型号规格	GASBADGE PRO		出厂编号	15071HJ-015				
制造厂家	INDUSTRIAL SCIENTIFIC							
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂			
低报	正常	19.5	19.5	19.5	19.5			
高报	正常	23.5	23.5	23.5	23.5			
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i %O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA %FS	
		1	2	3				
0-25	20.91	20.9	20.9	20.9	20.9	-0.04		
	12.01	12.4	12.4	12.4	12.4	1.6		
	4.80	5.3	5.3	5.3	5.3	2.0		
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
0-25	12.4	12.4	12.4	12.4	12.3	12.3	12.4	0.4
仪器量程 R/%	测量次数						响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3			
0-25	11.8		11.5		11.5		11.6	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						零点漂移 ΔZ %FS	
	0	1	2	3	4			
0-25	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4		0.1	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						量程漂移 ΔS %FS	
	0	1	2	3	4			
0-25	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9		0.1	

表 4 (0-100)%氧分析仪的检定

送检单位	山东省医疗器械和药品包装检验研究院		仪器名称	氧气分析仪				
型号规格	maxO ₂ +		出厂编号	BF08989011				
制造厂家	maxtec							
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂			
低报	/		/	/	/	/		
高报	/		/	/	/	/		
仪器量程 R/%	气体标准物质氧含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS	
		1	2	3				
0-100	20.91	21.2	21.2	21.2	21.2	0.3		
	45.6	45.7	45.7	45.6	45.7	0.1		
	80.0	79.8	79.7	79.8	79.8	-0.2		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
0-100	45.7	45.7	45.6	45.7	45.6	45.7	45.7	0.1
仪器量程 R/%	测量次数						响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3			
0-100	13.1		12.9		12.9		13.0	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-100	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-100	79.7	79.7	79.8	79.7	79.8	0.2		

表5 (80-100)%氧分析仪的检定

送检单位	内蒙古伊品生物科技有限公司		仪器名称	氧分析仪				
型号规格	TG-310A		出厂编号	161223034010				
制造厂家	西安泰戈分析仪器有限公司							
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂			
低报	/		/	/	/	/		
高报	/		/	/	/	/		
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS	
		1	2	3				
80-100	83.0	82.61	82.61	82.60	82.6	-2.0		
	89.9	89.62	89.62	89.60	89.6	-1.5		
	94.7	94.46	94.47	94.47	94.5	-1.0		
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%	
	1	2	3	4	5			6
80-100	89.62	89.62	89.60	89.61	89.60	89.60	89.61	0.01
仪器量程 R/%	测量次数					响应时间 \bar{t} /s		
	1		2		3			
80-100	12.8		12.6		12.6	12.7		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS		
	0	1	2	3	4			
80-100	82.60	82.60	82.58	80.58	82.58	0.1		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS		
	0	1	2	3	4			
80-100	94.47	94.47	94.46	94.46	94.46	0.05		

表 6 (0-1)%氧分析仪的检定

送检单位	北京北冶功能材料有限公司		仪器名称	氧含量分析仪			
型号规格	JWH-2020ST		出厂编号	2024082101			
制造厂家	北京精微恒测氧技术开发中心						
报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂		
低报	/		/	/	/	/	
高报	/		/	/	/	/	
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS
		1	2	3			
0-1	0.801	0.80	0.80	0.80	0.80	-0.1	
	0.498	0.49	0.49	0.49	0.49	-0.8	
	0.180	0.18	0.18	0.18	0.18	0	
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5		
0-1	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0
仪器量程 R/%	测量次数					响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3		
0-1	7.3		7.1		7.1	7.2	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS	
	0	1	2	3	4		
0-1	0	0	0	0	0	0	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS	
	0	1	2	3	4		
0-1	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0	

表 6 多量程氧分析仪的检定

送检单位	智胜化工股份有限公司			仪器名称	氧分析仪			
型号规格	GPR-1200			出厂编号	503030038			
制造厂家	AII 公司							
报警功能		实测报警值/%O ₂				报警值/%O ₂		
低报	/		/	/	/	/		
高报	/		/	/	/	/		
仪器 量程 R/%	气体标准物质氧 含量 A _s /%O ₂	仪器示值 A _i /%O ₂				平均值 \bar{A}_i %O ₂	示值误差 ΔA /%FS	
		1	2	3				
0-25	20.91	20.91	20.93	20.93	20.92	0.04		
	12.01	12.04	12.03	12.03	12.03	0.08		
	4.80	4.83	4.83	4.83	4.83	0.12		
0-1	0.801	0.82	0.82	0.82	0.82	1.9		
	0.180	0.19	0.19	0.19	0.19	1.0		
仪器 量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂						平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD/%
	1	2	3	4	5	6		
0-25	12.04	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	0.03
仪器量程 R/%	测量次数						响应时间 \bar{t} /s	
	1		2		3			
0-25	22.7		22.5		22.4		22.5	
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					零点漂移 ΔZ /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-25	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.4		
仪器量程 R/%	仪器示值 A _i %O ₂					量程漂移 ΔS /%FS		
	0	1	2	3	4			
0-25	20.93	20.93	20.92	20.91	20.91	0.4		

注：该仪器量程可以自动切换也可以手动切换。

表（1~6）为按照以上规定对日常送检的 6 台不同厂家、不同型号的台式、便携式氧测定仪及环境氧报警仪的检定结果。

实验结果表明：按照本规程的检定和技术指标规定要求，6 台氧测定仪均满足本规程要求，检定结果为合格。表明本规程制订的检定技术指标、检定方法和检定步骤合理可行。

在实验过程中，我们还对中国铁路北京局集团有限公司特种设备检测中心送检的 1 台 INDUSTRIAL SCIENTIFIC 氧测定仪进行了检定，由于该仪器零点偏高，被判为不合格，送维修厂家修理。

3 绝缘电阻检验

对于使用交流电源的仪器，仪器的电源相、中线对地的绝缘电阻应不小于 $40M\Omega$ 。表 7 为对 3 台送检仪器绝缘电阻的检测结果。

表 7 绝缘电阻实验

实验仪器	艾科思 YT-10	北京精微恒 JWH-2016	英世智博测 TY-CS
绝缘电阻, $M\Omega$	>80	>80	>80

以上实验结果表明：该规程制定的检定条款、技术指标、检定步骤能够满足氧测定仪的计量检定及对该产品质量评价的要求。

4 对检定记录格式的验证

按照电化学氧测定仪检定格式对以上检定数据进行记录，验证检定记录格式的可操作性。

电化学氧测定仪检定记录格式-1

送检单位：北京大宝化妆品有限公司 证书编号：HJqt2024-07124

仪器名称：壁挂式气体检测报警仪 制造厂商：艾科思电子科技（常州）有限公司

仪器型号：YT-10 仪器编号：2021081506

测量范围：(0-25) %mol/mol 传感器类型：原电池

环境温度：24.9 °C 环境湿度：69.9 %RH

检定日期：2024 年 08 月 15 日 接收日期：2024 年 08 月 12 日

检定用气体标准物质：GBW08117 GBW08135

1. 外观及结构：符合要求

2. 通电检查：符合要求

3. 绝缘电阻：>80 MΩ

4. 报警功能

报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂
低报	正常	19.5	19.5	19.5	19.5
高报	正常	23.5	23.5	23.5	23.5

5. 示值误差

仪器 量程 R %	气体标准 物质氧含 量 A _s %O ₂	仪器示值 A _i %O ₂				示值误差ΔA %FS
		1	2	3	平均值 \bar{A}_i %O ₂	
0-25	20.91	20.9	20.9	20.9	20.9	-0.04
	12.01	12.2	12.1	12.1	12.1	0.4
	4.80	4.6	4.5	4.5	4.5	-1.2

6. 重复性

仪器 量程 R %	仪器示值 A_i %O ₂						平均值 \bar{A} %O ₂	重复性误差 RSD %
	1	2	3	4	5	6		
0-25	12.2	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	0.3

7. 响应时间

仪器 量程 R %	测量次数			响应时间 \bar{t} s
	1	2	3	
0-25	12.8	12.5	12.4	12.6

8. 漂移

8.1 零点漂移

仪器 量程 R %	仪器示值 A_i %O ₂					零点漂移 ΔZ %FS
	0	1	2	3	4	
0-25	0	0	0	0	0	0

8.2 量程漂移

仪器 量程 R %	仪器示值 A_i %O ₂					量程漂移 ΔS %FS
	0	1	2	3	4	
0-25	20.9	20.9	20.9	20.9	20.9	0

检定员：_____张培壮_____

核验员：_____杜秋芳_____

电化学氧测定仪检定记录格式 - 2

送检单位: 智胜化工股份有限公司 证书编号: HJqt2024-03263

仪器名称: 氧分析仪 制造厂商: AII 公司

仪器型号: GPR-1200 仪器编号: 503030038

测量范围: (0-25); (0-1) %mol/mol 传感器类型: 原电池

环境温度: 29.7 °C 环境湿度: 49.6 %RH

检定日期: 2024 年 05 月 28 日 接收日期: 2024 年 05 月 22 日

检定用气体标准物质: GBW08117 GBW08135

3. 外观及结构: 符合要求

4. 通电检查: 符合要求

3. 绝缘电阻: >80 MΩ

4. 报警功能

报警功能		实测报警值/%O ₂			报警值/%O ₂
低报	/	/	/	/	/
高报	/	/	/	/	/

5. 示值误差

仪器 量程 R %	气体标准 物质氧含 量 A _s %O ₂	仪器示值 A _i %O ₂				示值误差 ΔA %FS
		1	2	3	平均值 \bar{A}_i %O ₂	
0-25	20.91	20.91	20.93	20.93	20.92	0.04
	12.01	12.04	12.03	12.03	12.03	0.08
	4.80	4.83	4.83	4.83	4.83	0.12
0-1	0.901	0.92	0.92	0.92	0.92	1.9
	0.180	0.19	0.19	0.19	0.19	1.0

6. 重复性

仪器	仪器示值 A _i %O ₂	平均值 \bar{A}	重复性误差
----	-------------------------------------	---------------	-------

量程 R %	1	2	3	4	5	6	%O ₂	RSD %
0-25	12.04	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	12.03	0.03

7. 响应时间

仪器 量程 R %	测量次数			响应时间 \bar{t} s
	1	2	3	
0-25	22.7	22.5	22.4	22.5

8. 漂移

8.1 零点漂移

仪器 量程 R %	仪器示值 A_i %O ₂					零点漂移 ΔZ %FS
	0	1	2	3	4	
0-25	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0.4

8.2 量程漂移

仪器 量程 R %	仪器示值 A_i %O ₂					量程漂移 ΔS %FS
	0	1	2	3	4	
0-25	20.93	20.93	20.92	20.91	20.91	0.4

检定员： 张培壮

核验员： 杜秋芳

实验记录表明，该格式具有可操作性。

验证实验结论：

1. 实验选择了 6 家厂商的仪器进行了实验，基本可以代表目前国内外

正在使用的此类仪器。

2. 通过实验可以得出以下结论，即目前正在使用的绝大多数仪器均能够满足检定规程的要求。