

氧指数测定仪校准规范 试验验证报告

规范起草小组

2022年10月

目 录

- 第一部分 关于气流稳定性的验证试验
- 第二部分 关于流量示值误差的
- 第三部分 关于压力示值误差的
- 第四部分 关于氧浓度示值误差的验证试验
- 第五部分 关于氧指数测量误差的验证试验
- 第六部分 关于氧指数测量重复性的验证试验
- 第七部分 试验报告总结论

《氧指数测定仪校准规范》试验验证报告

第一部分 关于气流稳定性的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中气流稳定性计量特性的合理性。

二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 1 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
流量计	(1.5~15)L/min	/	最大允许误差 不超±1%	2021110601368	2022.11.05

三、试验方法

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器，打开气源，调整气体流速，记录并计算其稳定性。

四、试验环境条件

环境温度：22.8℃

相对湿度：60%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

启动电源，根据操作说明书要求预热仪器。打开气源开关，调节气流总流量约为 10L/min，待流量稳定后，每间隔 1min 重复读数，共读数 7 次。

六、试验数据

表 2 气流稳定性校准数据和结果

仪器	测量次数	1	2	3	4	5	6	7	稳定性 (%)
A	测量值 (L/min)	10.0	10.2	10.1	10.1	10.0	9.8	9.9	4
B	测量值 (L/min)	10.2	10.0	9.9	9.9	10.1	10.9	10.1	3
C	测量值 (L/min)	9.8	9.9	10.0	9.9	9.9	9.9	9.9	2
D	测量值 (L/min)	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	1
E	测量值 (L/min)	10.2	10.2	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	2

由上表，可得：氧指数测定仪的流量稳定性最大值为 4%。

七、试验结论

本规范规定气流稳定性不超过 5%，由试验数据可见，氧指数测定仪的气流稳定性满足要求。

第二部分 关于流量示值误差的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中流量示值误差计量特性的合理性。

二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 3 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
流量计	(1.5~15)L/min	/	最大允许误差 不超±1%	2021110601369	2022.11.05

三、试验方法

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器。打开气源开关，调节减压阀，使气体出口压力为 0.1MPa，调节气体总流量至 8L/min 待读数稳定后重复读数 3 次，再依次调节气体总流量至 10L/min、12L/min，记录数据。

四、试验环境条件

环境温度：22.8℃

相对湿度：60%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器。打开气源开关，调节减压阀，使气体出口压力为 0.1MPa，调节气体总流量至 8L/min，待读数稳定后重复读数 3 次。再依次调节气体总流量至 10L/min、12L/min，记录数据。

六、试验数据

表 4 流量示值误差校准数据和结果

仪器	标准流量计示值 (L/min)	被校流量计示值 (L/min)			平均值 (L/min)	示值误差 (%FS)
		1	2	3		
A	8.0	8.1	8.0	8.1	8.1	0.4
	10.0	10.2	10.2	10.2	10.2	1.3
	12.1	12.2	12.3	12.3	12.3	1.1
B	8.1	8.1	8.3	8.1	8.2	0.4
	10.0	10.2	10.4	10.2	10.3	1.8
	12.1	11.9	12.3	12.3	12.2	0.4
C	8.1	8.2	8.3	8.1	8.2	0.7
	10.0	10.1	10.4	10.2	10.2	1.3
	12.1	11.9	11.8	12.3	12.0	-0.7
D	8.2	8.3	8.3	8.1	8.2	0.0
	10.2	10.1	10.4	10.2	10.2	0.0
	12.3	12.2	11.9	12.3	12.1	-2.0
E	7.9	8.0	8.0	8.1	8.0	0.2
	9.9	10.1	10.4	10.2	10.2	0.2
	12.2	12.2	11.9	12.3	12.1	-0.9

由上表，可得：氧指数测定仪的流量示值误差最大值为 1.8%FS。

七、试验结论

本规范规定流量示值误差为 2.5%FS，由试验数据可见，氧指数测定仪的流量示值误差满足要求。

第三部分 关于压力示值误差的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中器压力示值误差计量特性的合理性。

二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 5 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
压力表	(0~0.25)MPa	/	最大允许误差 不超±0.5%	2022548287446	2023.8.05

三、试验方法

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器。通过连接管将标准压力表串联入气路，通过气源减压阀调整压力，记录并计算其示值误差。

四、试验环境条件

环境温度：22.8℃

相对湿度：60%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

仪器开机，打开气源，调节气源减压阀至标准压力表示值约为 0.05MPa，待读数稳定后重复读数 3 次，取其算术平均值作为压力测量值。再依次调节气源减

压阀至标准压力表示值为 0.1MPa、0.15MPa，待读数稳定后，记录读数。

六、试验数据

表 6 压力示值误差校准数据和结果

仪器	标准压力表示值 (MPa)	被校压力表示值 (MPa)			平均值 (MPa)	示值误差 (%)
		1	2	3		
A	0.052	0.052	0.060	0.050	0.054	0.8
	0.100	0.102	0.104	0.106	0.104	1.6
	0.150	0.152	0.152	0.154	0.153	1.1
B	0.054	0.052	0.062	0.054	0.056	0.8
	0.103	0.102	0.106	0.106	0.105	0.7
	0.150	0.152	0.156	0.154	0.154	1.6
C	0.049	0.052	0.052	0.054	0.053	1.5
	0.099	0.102	0.102	0.102	0.102	1.2
	0.151	0.152	0.156	0.154	0.154	1.2
D	0.048	0.052	0.052	0.050	0.051	1.3
	0.098	0.102	0.102	0.102	0.102	1.6
	0.149	0.152	0.152	0.150	0.151	0.9
E	0.051	0.056	0.052	0.050	0.053	0.7
	0.101	0.104	0.104	0.102	0.103	0.9
	0.151	0.154	0.152	0.150	0.152	0.4

由上表，可得：氧指数测定仪的压力示值误差最大值为 1.6%FS。

七、试验结论

本规范规定压力示值误差不超过 $\pm 2.5\%FS$ ，由试验数据可见，氧指数测定仪的压力示值误差满足要求。

第四部分 关于氧浓度示值误差的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中氧浓度示值误差计量特性的合理性。

二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 7 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
氮中氧气体标准物质	18%	/	$U_{rel} = 1\%, k = 2$	GBW(E)060185	2022-11-05
氮中氧气体标准物质	25%	/	$U_{rel} = 1\%, k = 2$	GBW(E)060185	2022-11-05
氮中氧气体标准物质	35%	/	$U_{rel} = 1\%, k = 2$	GBW(E)060185	2022-11-05

三、试验方法

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器。将氮中氧气体标准物质接入氧气进气口，关闭氮气进气阀，根据说明书调节气体流速，待氧分析仪读数稳定后开始记录数据。

四、试验环境条件

环境温度：22.7℃

相对湿度：62%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

仪器开机，根据操作说明书要求预热仪器。待仪器预热完毕后按照从低浓度点至高浓度点的顺序，在规定流量下将已知浓度的氮中氧气体标准物质通入仪器，待读数稳定后读数，每个点重复测量 3 次

六 试验数据

表 8 氧浓度示值误差校准数据和结果

仪器	氮中氧气体标准物质	实校值 (%)			平均值 (%)	示值误差 (%FS)	氧分析仪示值误差 (%FS)
		1	2	3			

A	18.0	17.8	17.8	17.8	17.8	-0.2	0.3
	25.1	25.2	25.2	25.2	25.2	0.1	
	35.1	35.3	35.4	35.5	35.3	0.3	
B	18.0	18.2	18.4	18.5	18.4	0.4	0.4
	25.1	25.2	25.2	25.2	25.2	0.1	
	35.1	35.2	35.5	35.5	35.4	0.3	
C	18.0	18.4	18.4	18.5	18.4	0.4	0.4
	25.1	25.0	24.9	24.8	24.9	-0.2	
	35.1	35.3	35.5	35.5	35.4	0.3	
D	18.0	18.2	18.2	18.2	18.2	0.2	0.3
	25.1	25.3	25.3	25.3	25.3	0.2	
	35.1	35.2	35.3	35.3	35.3	0.3	
E	18.0	18.5	18.4	18.5	18.5	0.5	0.5
	25.1	25.2	25.2	25.3	25.2	0.1	
	35.1	35.4	35.5	35.5	35.5	0.4	

由上表，可得：氧浓度示值误差最大值 0.4%。

八、试验结论

本规范规定氧浓度示值误差不超过 0.5%。由试验数据可见，氧浓度示值误差满足规范的要求。

第五部分 关于氧指数测量误差的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中氧指数测量误差计量特性的合理性。

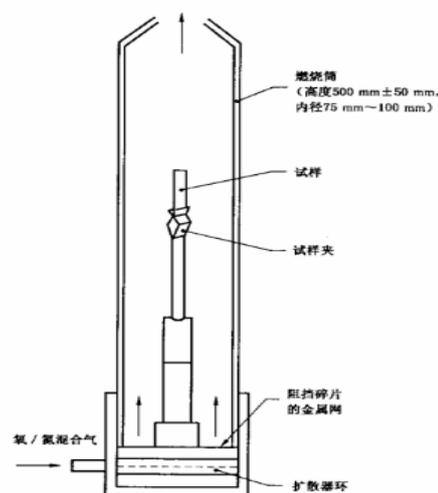
二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 9 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
聚丙烯氧指数标准物质	18.4%	/	$U_{rel} = 2\%, k = 2$	GBW(E)130519	2028 年 10 月
软质聚氯乙烯氧指数标准物质	23.3%	/	$U_{rel} = 3\%, k = 2$	GBW(E)130566	2028 年 7 月
硬质聚氯乙烯氧指数标准物质	44.3%	/	$U_{rel} = 4\%, k = 2$	GBW(E)130567	2031 年 10 月

三、试验方法

根据仪器使用操作方法，参考已知氧指数参考值，测定标准物质的氧指数。首先确保燃烧筒处于垂直状态，将氧指数标准物质垂直安装在燃烧筒的中心位置，使标准物质的顶端低于燃烧筒顶口至少 100mm，同时标准物质的最低点的暴露部分要高于燃烧筒基座的气体分散装置的顶面 100mm（见图 1）。调节气体混合器和流量，使氧浓度达到设定值，控制流速，用混合气体冲洗燃烧筒 30s。采用顶面点燃法或者扩散点燃法点燃氧指数标准物质，观察火焰及燃烧长度，调整不同氧浓度，根据氧指数计算公式，确定被测标准物质的氧指数。



图一 燃烧筒示意图

四、试验环境条件

环境温度：22.8℃

相对湿度：环境相对湿度：60%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

仪器开机，待预热完毕后分别选取氧指数为 25%以下、氧指数为 25%~35%及氧指数为 35%以上的三种标准物质，分别测量其氧指数，重复测量 3 次，取其算术平均值作为仪器的测量值。

六、试验数据

表 10 氧指数测量误差校准数据和结果

仪器	氧指数参考 值 (%)	实校值 (%)			平均值 (%)	氧指数测量 误差 (%)
		1	2	3		
A	18.4	19.0	19.2	19.3	19.2	0.8
	23.3	25.1	25.0	25.2	25.1	0.8
	44.3	47.0	47.2	47.6	47.3	3
B	18.4	17.2	17.2	17.2	17.2	-1.2
	23.3	21.9	21.9	21.9	21.9	-1.4
	44.3	42.1	42.1	42.1	42.1	-1.2
C	18.4	17.5	17.4	17.5	17.5	-0.9
	23.3	22.0	22.1	22.0	22.0	-1.3
	44.3	41.2	41.0	41.4	41.2	-3.3
D	18.4	18.9	19.2	19.5	19.2	0.8
	23.3	24.6	25.1	25.3	25.0	1.7
	44.3	46.8	47.2	47.0	47.0	2.7
E	18.4	19.7	19.5	20.0	19.7	1.3
	23.3	25.4	25.4	25.3	25.4	1.1
	44.3	48.0	48.2	47.6	47.9	3.6

由上表，可得：氧指数为 20%以下时，氧指数测量误差最大值为 1.3%；氧指数为 20%~35%时，氧指数测量误差最大值为 1.7%，氧指数为 35%以上时，氧指数测量误差最大值为 3.6%。

七、试验结论

本规范规定氧指数为 20%以下时，氧指数测量误差不超过 $\pm 2\%$ ；氧指数为 20%~35%时，氧指数测量误差不超过 $\pm 4\%$ ；氧指数为 35%以上时，氧指数测量误差不超过 $\pm 5\%$ 。由试验数据可见，仪器氧指数测量误差满足要求。

第六部分 关于氧指数测量重复性的验证试验

一、试验目的

通过实验数据，观测计量特性数据是否满足起草规范中的计量特性要求，验证起草规范中氧指数测量重复性计量特性的合理性。

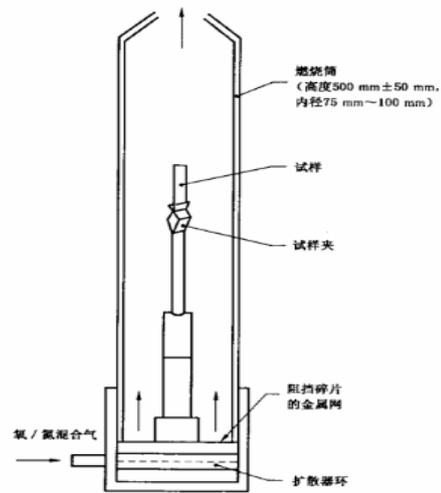
二、主要试验设备（标准器、校准装置）名称、编号

表 11 验证用主要标准物质

名称	测量范围	编号	技术特征	证书号	有效期至
软质聚氯乙烯氧指数标准物质	23.3%	/	$U_{rel} = 3\%$, $k = 2$	GBW(E)130566	2028 年 7 月

三、试验方法

根据仪器使用操作方法，参考已知氧指数参考值，测定标准物质的氧指数。首先确保燃烧筒处于垂直状态，将氧指数标准物质垂直安装在燃烧筒的中心位置，使标准物质的顶端低于燃烧筒顶口至少 100mm，同时标准物质的最低点的暴露部分要高于燃烧筒基座的气体分散装置的顶面 100mm（见图 1）。调节气体混合器和流量，使氧浓度达到设定值，控制流速，用混合气体冲洗燃烧筒 30s。采用顶面点燃法或者扩散点燃法点燃氧指数标准物质，观察火焰及燃烧长度，调整不同氧浓度，根据氧指数计算公式，确定被测标准物质的氧指数。对同一种氧指数标准物质连续重复测量 7 次。



图二 燃烧筒示意图

氧 浓

四、试验环境条件

环境温度：22.8℃

环境相对湿度：65%RH

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动，无腐蚀性气体液体存在。

五、试验过程（试验内容）

选取如下五个生产厂家生产的氧指数测定仪作为测试对象，分别是：南京市江宁区分析仪器厂（型号 JF-3，编号 201701007，简称仪器 A）、东莞市品高仪

器设备有限公司（型号 PG5074，编号 106654，简称仪器 B）、江南正瑞泰邦电子科技有限公司（型号 JF-3，编号 2016014，简称仪器 C）、绍兴市上虞区科南仪器有限公司（型号 JF-3，编号 2015044，简称仪器 D）、济南艾德普仪器有限公司（型号 JF-3，编号 102154，简称仪器 E）。

仪器调至正常工作状态后，选取氧指数为 20%~35%的标准物质进行连续重复 7 次测量。

六、试验数据

表 12 氧指数测量重复性校准数据和结果

仪器	氧指数参考值 (%)	实校值 (%)							平均值 (%)	重复性 (%)
		1	2	3	4	5	6	7		
A	23.4	23.4	23.6	23.9	23.5	23.7	23.8	23.6	23.6	0.7
B	23.4	24.0	24.2	24.2	24.3	24.4	24.4	24.6	24.3	0.8
C	23.4	23.8	23.5	23.5	23.7	23.6	23.2	23.4	23.5	0.8
D	23.4	23.7	24.2	23.9	24.1	24.3	24.0	24.5	24.1	1.1
E	23.4	22.9	23.0	23.5	23.2	22.7	22.9	23.1	23.0	1.1

由上表，可得：当氧指数为 20%~35%时，氧指数测量重复性为 1.1%。

七、试验结论

本规范规定氧指数测量重复性不超过 3%，由试验数据可见，氧指数测量重复性满足要求。

第七部分 试验报告总结论

根据校准规范编制原则，确定校准规范主要内容（如计量特性、校准条件、校准项目、校准方法、公式、不确定度评定等），通过以上的试验报告和验证数据，验证了本规范提出的校准用设备、计量性能规定等符合规范提出的范围区间。证明了本校准规范的指标参数、技术要求、试验方法等内容是能够充分满足目前在用的氧指数测定仪的技术要求，最终试验验证的结论是校准规范是科学的、具有很好的可操作性、可执行性和实用性。