



中华人民共和国纺织行业计量技术规范

JJF(纺织) 116—2024

口罩阻燃性能测试仪校准规范

Calibration Specification for Respirator

Flame Retardant Performance Testers

(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

口罩阻燃性能测试仪 校准规范

Calibration Specification for Respirator
Flame Retardant Performance Testers

JJF（纺织） 116—2024

归口单位：中国纺织工业联合会

起草单位：国家纺织计量站

温州方圆仪器有限公司

江西省检验检测认证总院纺织品检验检测院

莱州元茂仪器有限公司

济宁市质量计量检验检测研究院

本规范委托全国纺织计量技术委员会负责解释

本规范起草人：

王世龙（国家纺织计量站）

王金平（国家纺织计量站）

王亮（温州方圆仪器有限公司）

曹艳芬（济宁市质量计量检验检测研究院）

李武（江西省检验检测认证总院纺织品检验检测院）

耿胜男（国家纺织计量站）

鲁伟东（巴音郭楞蒙古自治州检验检测中心）

李春钢（莱州元茂仪器有限公司）

目 录

引 言	(错误!未定义书签。)
1 范围	(错误!未定义书签。)
2 引用文件	(错误!未定义书签。)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
5 校准条件	(1)
6 校准项目和校准方法	(2)
7 校准结果表达	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 口罩阻燃性能测试仪校准记录参考格式	(6)
附录 B 口罩阻燃性能测试仪校准证书内页参考格式	(7)
附录 C 口罩阻燃性能测试仪测量不确定度评定示例	(8)
附录 D 口罩阻燃性能测试仪头模圆周移动校准装置	(18)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列文件。

本规范参考了 GB 19083—2010《医用防护口罩技术要求》的 5.9 阻燃性能和 GB 2626—2019《呼吸防护 自吸过滤式防颗粒物呼吸器》的 6.15 可燃性等标准的相关技术内容。

本规范为首次发布。

口罩阻燃性能测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于口罩阻燃性能测试仪（以下简称“阻燃仪”）的校准。其他工作原理相同、结构类似的检测仪器校准可参照本规范执行。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

阻燃仪用于口罩阻燃性能的测定。阻燃仪主要由头模、头模移动装置、燃烧器和计时装置等组成。阻燃仪工作原理为：戴在头模上的口罩以一定移动速度通过具有一定温度和高度的火焰，观察口罩的燃烧情况并记录燃烧时间。

4 计量特性

4.1 火焰高度规尺寸： (40 ± 2) mm。

4.2 火焰温度： (800 ± 50) °C。

4.3 头模移动速度： (60 ± 5) mm/s。

4.4 时间示值误差： ± 0.5 s。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： (20 ± 10) °C。

5.1.2 相对湿度： $\leq 85\%$ 。

5.1.3 其他条件：阻燃仪应水平放置在稳固工作台上，校准环境应清洁，周围无腐蚀性介质，无明显强烈振动。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

序号	测量标准名称	测量范围、分度值或分辨力	不确定度或准确度等级或最大允许误差	数量
1	游标卡尺	测量范围: (0~150) mm 分度值: 0.02 mm	MPE: ± 0.03 mm	1
2	电子秒表	测量范围: (0~3600) s 分辨力: 0.01 s	MPE: ± 0.10 s	1
3	数字温度计	测量范围: (0~1000) $^{\circ}\text{C}$ 分辨力: 0.1 $^{\circ}\text{C}$	MPE: ± 1.0 $^{\circ}\text{C}$	1
4	钢直尺	测量范围: (0~300) mm 分度值: 0.5 mm	MPE: ± 0.10 mm	1
5	万能角度尺	测量范围: (0~320) $^{\circ}$ 分度值: 5'	MPE: $\pm 5'$	1
注: 校准用测量标准可选用本表所列, 也可选用测量范围覆盖被校准量的测量范围, 其 测量结果扩展不确定度 $U(k=2)$ 不大于校准量最大允许误差绝对值1/3的测量标准。				

6 校准项目和校准方法

6.1 校准前准备

6.1.1 阻燃仪应在适当部位装有永久性铭牌。铭牌上须标明仪器名称、型号、制造厂商、仪器编号及出厂日期。

6.1.2 阻燃仪不应有影响使用的碰伤、缺损、锈蚀或其它缺陷。

6.1.3 打开燃烧气体的阀门, 检查仪器周围燃烧气体连接管、接口和阀门, 应没有气体泄漏现象(可用肥皂水检查), 观察气体压力表应有压力指示, 压力指针稳定。

6.1.4 头模应面部朝下水平放置, 垂直高度调节可靠。

6.2 校准项目

口罩阻燃性能测试仪校准项目对应本规范计量特性条款和校准方法条款见表 2。

表 2 阻燃性能测试仪校准项目

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	火焰高度规尺寸	4.1	6.3.1
2	火焰温度	4.2	6.3.2
3	头模移动速度	4.3	6.3.3

4	时间示值误差	4.4	6.3.4
---	--------	-----	-------

6.3 校准方法

6.3.1 火焰高度规尺寸

用游标卡尺测量火焰高度规两标尺之间的距离，重复测量 2 次，2 次测量结果的算术平均值为火焰高度规尺寸。

6.3.2 火焰温度

点燃火焰，用火焰高度规调整火焰高度为 40 mm，用数字温度计测量火焰的最高温度，重复测量 2 次，2 次测量结果的算术平均值作为火焰温度。

6.3.3 头模移动速度

阻燃仪头模移动方式有直线移动方式和圆周移动方式。

6.3.3.1 头模直线移动速度

在头模移动范围内标注两条间距约为 (120~300) mm 平行线，用钢直尺测量两条平行线间的距离。在头模适当位置绘一条标志线，启动阻燃仪，用电子秒表测量头模上标志线经过两条平行线所需时间，重复测量 2 次，按公式 (1) 计算头模移动速度。

$$v = \frac{S}{t} \quad (1)$$

式中：

v ——头模移动速度，mm/s；

S ——钢直尺测量两条平行线的距离，mm；

\bar{t} ——电子秒表 2 次测量结果算术平均值，s。

6.3.3.2 头模圆弧移动速度

将笔固定在头模鼻尖处，笔尖垂直向下，在笔尖下适当位置平铺一张白纸。启动阻燃仪，笔尖随头模移动，在白纸上绘出一条圆弧轨迹，在轨迹上标记出移动速度测量起始点 A 和终点 B，用电子秒表测量头模笔尖经过 A、B 两点所需时间，重复测量 2 次。取下白纸，在圆弧轨迹 A、B 点之间任取一点 C，通过圆弧上 A、B、C 三点找出圆心点 O，连接 OA、OB（见图 1）。用钢直尺测量头模移动半径 OA，用角度尺测量头模从 A 点移动到 B 点的移动角度 $\angle AOB$ ，重复测量 2 次，按公式 (2) 计算头模移动速度。

$$v = \frac{s'}{t'} = \frac{2\pi r \theta}{360 t'} \quad (2)$$

式中:

v ——头模移动速度, mm/s;

s' ——A、B 两点之间的圆弧动程, mm;

r ——钢直尺 2 次测量头模移动半径算术平均值, mm;

θ ——角度尺 2 次测量头模从 A 点到 B 点移动角度 $\angle AOB$ 算术平均值, $^{\circ}$;

\bar{t}' ——电子秒表 2 次测量结果算术平均值, s。

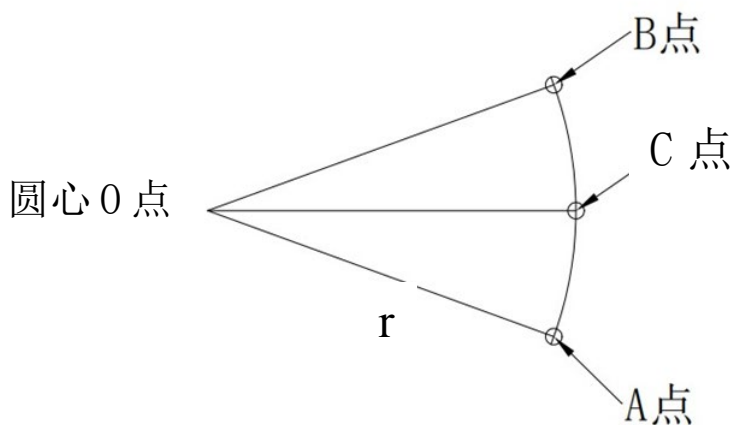


图 1

6.3.4 时间示值误差

时间校准点为 5s。启动阻燃仪, 当头模移动到点火器正上方时, 燃烧时间计时器自动启动, 同时启动电子秒表, 当计时器示值到达 5s 时, 同时按停电子秒表和计时器, 记录计时器显示时间和电子秒表的实测值。按公式 (3) 计算时间示值误差。重复测量 2 次, 取算术平均值为时间示值误差。

$$\Delta t = t_0 - t_d \quad (3)$$

式中:

Δt ——时间示值误差, s;

t_0 —— 计时器时间显示值, s;

t_d —— 电子秒表实测值, s。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

校准记录应详尽记录测量数据和计算结果。推荐的校准记录格式见附录 A。

7.2 校准证书

经校准的阻燃仪应出具校准证书, 校准结果应在校准证书上反映。校准证书包括的信息应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求, 推荐的校准证书内页格式见附录 B。

7.3 不确定度

校准证书应给出各校准项目的扩展不确定度, 评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下, 建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

注: 由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

口罩阻燃性能测试仪校准记录表参考格式

使用单位_____ 型号规格_____ 校准日期_____

制造厂家_____ 产品编号_____ 出厂日期_____

校准地点_____ 记录编号_____

温度_____℃, 湿度_____%

一、校准前装备

序号	校准项目	技术参数	校准结果
1	外观及校准前检查	无影响计量性能损伤	
2	气体连接管及阀门气密性	正常	

二、计量性能校准

序号	校准项目	技术参数		校准结果				U ($k=2$)					
1	火焰高度规尺寸	(40±2) mm		1	2	平均值							
2	火焰温度	(800±50) ℃		1	2	平均值							
3	时间示值误差	±0.5 s		1	2	平均值							
			示值 s										
			实测值 s										
			误差 s										
4	头模移动速度	(60±5) mm/s	直线移动		移动距离		移动时间		移动速度		平均值		
				1									
				2									
			圆周移动		角度	半径		移动时间		移动速度		平均值	
				1									
				2									

校准单位:

校准员:

审核员:

附录 B

口罩阻燃性能测试仪校准证书内页参考格式

校 准 结 果

序号	校准项目	技术要求	校准结果	测量结果扩展 不确定度 $U(k=2)$
1	火焰高度规尺寸	$(40 \pm 2) \text{ mm}$		
2	火焰温度	$(800 \pm 50) ^\circ\text{C}$		
3	头模移动速度	$(60 \pm 5) \text{ mm/s}$		
4	时间示值误差	$\pm 0.5 \text{ s}$		

以下空白

附录 C

口罩阻燃性能测试仪测量不确定度评定示例

C.1 火焰温度的不确定度评定

C.1.1 概述

校准依据：依据本规范的校准方法校准。

校准标准器：数字温度计，最大允许误差 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，分辨力为 0.1°C 。

火焰温度： $800^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ 。

测量过程：点燃火焰，用火焰高度规调整火焰高度为 40 mm ，用数字温度计测量火焰的最高温度，重复测量 2 次， 2 次测量结果的算术平均值作为火焰温度。

C.1.2 测量模型

$$D = w$$

式中：

D ——火焰温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

w ——火焰温度实测值， $^{\circ}\text{C}$ 。

C.1.3 不确定度来源分析

输入量 w 的标准不确定度 $u(w)$ 来源主要是测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(w)$ 、数字温度计示值误差引起的标准不确定度分量 $u_2(w)$ 以及数字温度计分辨力误差 $u_3(w)$ 。

C.1.4 标准不确定度评定

C.1.4.1 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u_1(w)$ 的评定

可采用连续重复多次测量直接求出标准不确定度，即采用A类方法进行评定。

在重复性条件下用数字温度计测量火焰温度，连续测量 10 次，得到测量列（单位 $^{\circ}\text{C}$ ）： 782.3 、 785.5 、 778.6 、 791.4 、 777.8 、 783.5 、 778.9 、 786.7 、 789.5 、 778.3 。

则单次测量结果的实验标准偏差 s_p 计算如下：

$$\text{测量结果平均值: } \bar{w} = \frac{\sum_{i=1}^{10} s_i}{10} = 783.25^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.1})$$

$$\text{实验标准偏差: } s_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (s_i - \bar{w})^2}{10-1}} = 6.605^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.2})$$

实际测量情况：在重复性条件下连续测量 2 次，以 2 次测量算术平均值为测量结果，则可得到输入量 w 测量重复性引入的标准不确定度：

$$u_1(w) = \frac{s_p}{\sqrt{m}} = \frac{6.605}{\sqrt{2}} = 4.671^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.3})$$

C.1.4.2 数字温度计示值误差引起的标准不确定度 $u_2(w)$ 的评定

数字温度计的示值误差引起的不确定度可根据检定证书或校准证书给出的该数字温度计的最大允许误差来评定，通常认为在区间内服从均匀分布，可采用 B 类方法评定。

数字温度计的最大允许误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，即 $\alpha = 1^{\circ}\text{C}$ ，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则数字温度计示值误差引起的标准不确定度 $u_2(w)$ 为

$$u_2(w) = \frac{\alpha}{k} = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.4})$$

C.1.4.3 数字温度计分辨力引起的不确定度 $u_3(w)$ 的评定

数字温度计分辨力为 0.1°C ，以等概率分布在半宽为 $\alpha = 0.05^{\circ}\text{C}$ 的区间内，服从均匀分布，即包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故数字温度计分辨力引起的标准不确定度为：

$$u_3(w) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029^{\circ}\text{C} \quad (\text{C.5})$$

C.1.4.4 输入量 w 标准不确定度分量汇总

由于数字温度计与口罩阻燃性能测试仪彼此独立，互不相关，标准不确定度 $u_1(w)$ 、 $u_2(w)$ 和 $u_3(w)$ 也相互独立，各分量的灵敏系数均为 1，各分量标准不确定度汇总如表 C.1 所示。

表 C.1 不确定度分量汇总

序号	不确定度来源	符号	类别	分布	标准不确定度 ($^{\circ}\text{C}$)
----	--------	----	----	----	----------------------------------

1	测量重复性	$u_1(w)$	A	正态	4.671
2	数字温度计示值误差	$u_2(w)$	B	均匀	0.577
3	数字温度计分辨力量化误差	$u_3(w)$	B	均匀	0.029

该次不确定度评定中,由数字温度计分辨力量化误差引入的不确定度分量小于由测量重复性引入的不确定度分量,此时数字温度计重复性中已包含分辨力对测量结果的影响,故不考虑数字温度计分辨力量化误差引入的不确定度分量。

C.1.5 合成标准不确定度计算

输入量 w 标准不确定度计算:

$$u(w) = \sqrt{u_1^2(w) + u_2^2(w)} = \sqrt{4.671^2 + 0.577^2} = 4.706^\circ\text{C} \quad (\text{C.6})$$

C.1.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度为:

$$U = k \times u(w) = 2 \times 4.706 \approx 9.5^\circ\text{C} \quad (\text{C.7})$$

C.1.7 测量结果不确定度的报告与表示

口罩阻燃性能测试仪火焰温度的扩展不确定度为:

$$U = 9.5^\circ\text{C}, k=2$$

C.2 头模移动速度测量不确定度的评定

C.2.1 概述

校准依据: 依据本规范的校准方法校准。

校准标准器: 电子秒表, 最大允许误差 $\pm 0.10\text{s}$, 分辨力为 0.01s ; 钢直尺, 最大允许误差 $\pm 0.1\text{mm}$, 分度值为 0.5mm 。

头模移动速度: $60\text{mm/s} \pm 5\text{mm/s}$ 。

测量过程: 在头模移动范围内标记两条间距为 $(120 \sim 300)\text{mm}$ 平行线, 启动仪器, 用电子秒表测量头模经过两条平行线所需时间, 重复测量 2 次, 按式 (C.8) 计算头模移动速度。

C.2.2 测量模型

$$v = \frac{s}{t} \quad (\text{C.8})$$

式中:

v ——头模移动速度, mm/s;

s ——两条平行线之间的距离, mm;

t ——头模通过经过两条平行线所用的时间, s。

因为阻燃仪与电子秒表彼此独立, 互不相关, 因此, 计时器计时误差标准不确定度可由下式计算:

$$u^2(v) = c^2(s)u^2(s) + c^2(t)u^2(t) \quad (\text{C.9})$$

式中, 灵敏系数: $c(s) = 1$, $c(t) = 1$

代入 (C.9) 式得:

$$u^2(v) = u^2(s) + u^2(t)$$

C.2.3 不确定度来源分析

口罩阻燃性能测试仪头模移动速度校准结果不确定度来源主要包括测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(v)$ 、电子秒表示值误差引入的标准不确定度 $u_2(t)$ 、电子秒表分辨力引入的标准不确定度 $u_3(t)$ 。

C.2.4 标准不确定度评定

C.2.4.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(v)$ 的评定

按A类方法评定, 连续10次测量。根据6.3.4时间示值误差校准方法, 校准点为5s, 实际测量通过在相同的测量条件下以2次测量算术平均值作为测量结果, 测得一组数据, 如表C.2所示:

表 C.2 测量重复性

序号	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
两平行线间距离 (mm)	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5	262.5
电子秒表测得值 (s)	4.63	4.57	4.68	4.58	4.54	4.62	4.64	4.72	4.59	4.67
头模移动速度 (mm/s)	56.7	57.4	56.1	57.3	57.8	56.8	56.6	55.6	57.2	56.2

平均值 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n$	$\bar{s} = 262.5\text{mm}$, $\bar{t} = 4.624\text{s}$, $\bar{v} = 56.77\text{mm/s}$
实验标准偏差 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	$s(s) = 0\text{mm}$, $s(t) = 0.075\text{s}$, $s(v) = 0.905\text{mm/s}$
不确定度分量 $\frac{s}{\sqrt{m}}$	$u_1(s) = 0\text{mm}$, $u_1(t) = 0.053\text{s}$, $u_1(v) = 0.64\text{mm/s}$

C.2.4.2 钢直尺示值误差引起的标准不确定度 $u_2(s)$ 的评定

钢直尺的示值误差引起的不确定度可根据检定证书或校准证书给出的该钢直尺的最大允许误差来评定, 通常认为在区间内服从均匀分布, 可采用 B 类方法评定。

钢直尺的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{ mm}$, 即 $\alpha = 0.1\text{ mm}$, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 钢直尺示值误差引起的标准不确定度 $u_2(s)$ 为

$$u_2(s) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058\text{mm} \quad (\text{C.10})$$

C.2.4.3 钢直尺分辨力引起的不确定度 $u_3(s)$ 的评定

钢直尺的分度值为 0.5mm , 以等概率分布在半宽为 $\alpha = 0.25\text{mm}$ 的区间内, 服从均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 钢直尺分辨力引起的标准不确定度为:

$$u_3(s) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.25}{\sqrt{3}} = 0.144\text{mm} \quad (\text{C.11})$$

C.2.4.4 电子秒表误差引起的标准不确定度分量 $u_2(t)$ 的评定

电子秒表的最大允许误差为 $\pm 0.1\text{s}$, $k=2$, 即 $\alpha = 0.10\text{s}$, 通常认为在区间内服从均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则电子秒表在 15min 测量间隔内示值误差引起的标准不确定度 $u_2(t)$:

$$u_2(t) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058\text{s} \quad (\text{C.12})$$

C.2.4.5 电子秒表分辨力量化误差引入的标准不确定度分量 $u_3(t)$ 的评定

电子秒表的分辨力为 0.01s , 其量化误差以等概率分布在半宽为 $\alpha = 0.005\text{s}$ 的区间内, 属均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 故引入的标准不确定度为:

$$u_3(t) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003s \quad (\text{C.13})$$

C.2.4.6 标准不确定度分量汇总

由于钢直尺、电子秒表与阻燃仪彼此独立，互不相关，标准不确定度 $u_1(v)$ 、 $u_2(s)$ 、 $u_3(s)$ 和 $u_2(t)$ 也相互独立，各分量的标准不确定度汇总如表 C.3 所示。

表 C.3 不确定度分量汇总

序号	不确定度来源	符号	类别	分布	标准不确定度
1	头模移动速度测量重复性	$u_1(v)$	A	正态	0.64mm/s
2	两平行线间距离测量重复性	$u_1(s)$	A	正态	0mm
3	电子秒表测量重复性	$u_1(t)$	A	正态	0.053s
4	钢直尺示值误差	$u_2(s)$	B	均匀	0.058mm
5	钢直尺分辨力量化误差	$u_3(s)$	B	均匀	0.144mm
6	电子秒表示值误差	$u_2(t)$	B	均匀	0.058s
7	电子秒表分辨力量化误差	$u_3(t)$	B	均匀	0.003s

该次不确定度评定中，由电子秒表分辨力量化误差引入不确定度分量小于由测量重复性引入的不确定度分量，此时电子秒表重复性中已包含分辨力对测量结果的影响，故不考虑电子秒表分辨力量化误差引入的不确定度分量。

C.2.5 合成标准不确定度计算

$$\begin{aligned}
 u_c(v) &= \sqrt{u_1^2(v) + u_2^2(s) + u_3^2(s) + u_2^2(t)} \\
 &= \sqrt{0.64^2 + 0.058^2 + 0.144^2 + 0.058^2} \\
 &= 0.661\text{mm/s}
 \end{aligned} \quad (\text{C.14})$$

C.2.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c(\Delta t) = 2 \times 0.661 = 1.4\text{mm/s} \quad (\text{C.15})$$

C.2.7 测量结果不确定度的报告与表示

口罩阻燃性能测试仪头模移动速度的扩展不确定度为：

$$U = 1.4\text{mm/s}, k = 2$$

C.3 计时器燃烧时间测量不确定度的评定

C.3.1 概述

校准依据：依据本规范的校准方法校准。

校准标准器：电子秒表，最大允许误差 $\pm 0.10\text{s}$ ，分辨力为 0.01s 。

计时器示值误差： $\pm 0.5\text{s}$ 。

测量过程：启动仪器，时间校准点为 5s ，当头模到达点火器正上方时，燃烧时间计时器自动启动，同时启动电子秒表开始计时，当计时器示值到达 5s 时，同时按停电子秒表和计时器，记录计时器显示时间和电子秒表的实测值。

C.3.2 测量模型

$$\Delta t = t_0 - t_d \quad (\text{C.16})$$

式中：

Δt —— 计时器计时误差，s；

t_0 —— 计时器显示值，s；

t_d —— 电子秒表实测值，s。

因为阻燃仪与电子秒表彼此独立，互不相关，因此，计时器计时误差标准不确定度可由式 (C.17) 计算：

$$u^2(\Delta t) = c^2(t_0)u^2(t_0) + c^2(t_d)u^2(t_d) \quad (\text{C.17})$$

式中，灵敏系数： $c(t_0)=1$ ， $c(t_d)=-1$

代入 (C.17) 式得：

$$u^2(\Delta t) = u^2(t_0) + u^2(t_d)$$

C.3.3 不确定度来源分析

口罩阻燃性能测试仪燃烧时间示值误差校准结果不确定度来源主要包括测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\Delta t)$ 、电子秒表示值误差引入的标准不确定度 $u_2(t_d)$ 、电子秒表分辨力引入的标准不确定度分量 $u_3(t_d)$ 和计时器分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(t_0)$ 。

C.3.4 标准不确定度评定

C.3.4.1 测量重复性引入的标准不确定度

按A类方法评定,连续10次测量。根据6.3.4时间示值误差校准方法,校准点为5s,实际测量通过在相同的测量条件下以2次测量算术平均值作为测量结果,测得一组数据,如表C.4所示:

表 C.4 测量重复性

单位:s

序号	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
计时器示值	5.3	5.3	5.3	5.4	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2
电子秒表测得值	5.21	5.29	5.28	5.35	5.24	5.37	5.25	5.29	5.26	5.28
时间示值误差	0.09	0.01	0.02	0.05	-0.04	-0.07	0.05	0.01	0.04	-0.08
平均值 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n$	$\bar{t}_0 = 5.29s, \bar{t}_d = 5.282s, \bar{\Delta t} = -0.008s$									
实验标准偏差 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$	$s(t_0) = 0.074s, s(t_d) = 0.065s, s(\Delta t) = 0.074s$									
不确定度分量 $\frac{s}{\sqrt{m}}$	$u_1(t_0) = 0.053s, u_1(t_d) = 0.046s, u_1(\Delta t) = 0.053s$									

C.3.4.2 电子秒表误差引起的标准不确定度分量 $u_2(t_d)$ 的评定

电子秒表的最大允许误差为 $\pm 0.1s$, $k=2$, 即 $\alpha=0.10s$, 通常认为在区间内服从均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则电子秒表在 15min 测量间隔内示值误差引起的标准不确定度 $u_2(t_d)$:

$$u_2(t_d) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058s \quad (C.18)$$

C.3.4.3 电子秒表分辨力量化误差引入的标准不确定度分量 $u_3(t_d)$ 的评定

电子秒表的分辨力为 $0.01s$, 其量化误差以等概率分布在半宽为 $a = 0.005s$ 的区间内, 属均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 故引入的标准不确定度为:

$$u_3(t_d) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.005}{\sqrt{3}} = 0.003s \quad (C.19)$$

C.3.4.4 燃烧计时器分辨力引起的标准不确定度 $u_2(t_0)$ 的评定

阻燃仪计时器燃烧时间显示分辨力为 0.1s, 其量化误差以等概率分布在半宽为 $\alpha = 0.05\text{s}$ 的区间, 属均匀分布, 即包含因子 $k = \sqrt{3}$, 故引入的不确定度为:

$$u_2(t_0) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029\text{s} \quad (\text{C. 20})$$

C.3.4.5 标准不确定度分量汇总

由于电子秒表与阻燃仪彼此独立, 互不相关, 标准不确定度 $u_1(T_d)$ 、 $u_2(T_d)$ 、 $u_3(T_d)$ 和 $u_1(T_0)$ 也相互独立, 各分量的标准不确定度汇总如表 C.5 所示。

表 C.5 不确定度分量汇总

序号	不确定度来源	符号	类别	分布	标准不确定度 (s)
1	计时器示值误差测量重复性	$u_1(\Delta t)$	A	正态	0.053
2	燃烧时间示值测量重复性	$u_1(t_0)$	A	正态	0.053
3	实测值示值测量重复性	$u_1(t_d)$	A	正态	0.046
4	电子秒表示值误差	$u_2(t_d)$	B	均匀	0.058
5	电子秒表分辨力量化误差	$u_3(t_d)$	B	均匀	0.003
6	计时器分辨力量化误差	$u_2(t_0)$	B	均匀	0.029

该次不确定度评定中, 由电子秒表分辨力量化误差与计时器分辨力量化误差引入的不确定度分量小于由测量重复性引入的不确定度分量, 此时电子秒表重复性中已包含分辨力对测量结果的影响, 故不考虑电子秒表分辨力量化误差与计时器分辨力量化误差引入的不确定度分量。

C.3.5 合成标准不确定度计算

$$u_c(\Delta t) = \sqrt{u_1^2(\Delta t) + u_2^2(t_d)} = \sqrt{0.053^2 + 0.058^2} = 0.0786\text{s} \quad (\text{C. 21})$$

C.3.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(\Delta t) = 2 \times 0.0786 = 0.16\text{s} \quad (\text{C. 22})$$

C.3.7 测量结果不确定度的报告与表示

口罩阻燃性能测试仪燃烧时间示值误差的扩展不确定度为:

$$U = 0.16s, \quad k = 2$$

附录 D

口罩阻燃性能测试仪头模圆周移动校准装置

口罩阻燃性能测试仪头模圆周移动校准装置主要由绘圆弧线笔固定夹具和绘弧平板构成（见图 D.1）。绘圆弧线笔固定夹具有上下两个夹板，下夹板中心处有圆形凹槽，凹槽下面装有绘线笔。安装时将夹具套在头模上，使头模鼻尖处对准凹槽，将夹具两侧螺母拧紧。将白纸平铺于绘弧平板上并压紧，调节平板高度至合适位置。

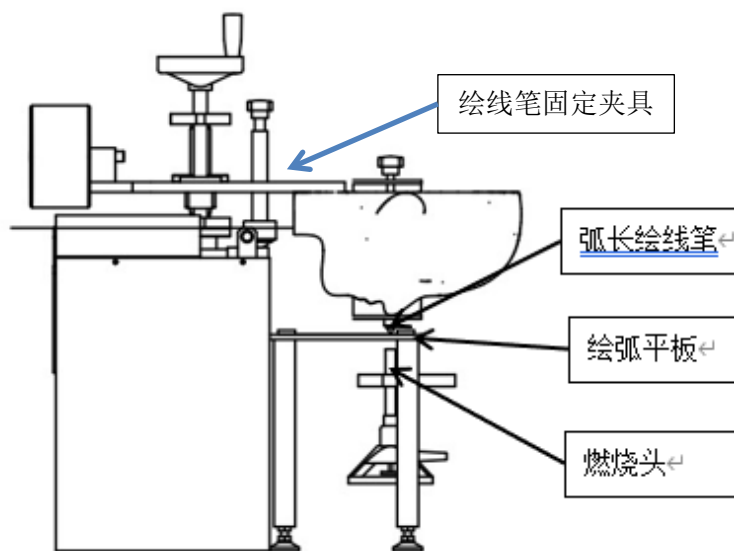


图 D.1 头模圆周移动校准装置示意图