

中华人民共和国纺织行业计量技术规范

JJF(纺织)056—2013

毛细管效应仪校准规范

Calibration Specification for Capillary Effect Tester

2013-11-11 发布

2014-05-01 实施

中国纺织工业联合会 发布

毛细管效应仪校准规范

Calibration Specification for
Capillary Effect Tester

JJF(纺织) 056—2013
代替 JJF(纺织)056—2006

归口单位:纺织计量技术委员会

负责起草单位:广州纤维产品检测研究院

温州方圆仪器有限公司

本规范委托纺织计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

黎仲明（广州纤维产品检测研究院）

李一平（广州纤维产品检测研究院）

钟钜全（广州纤维产品检测研究院）

丘文彬（广州纤维产品检测研究院）

余钢亮（温州方圆仪器有限公司）

鄢建明（温州方圆仪器有限公司）

目 录

引言	(Ⅲ)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 基本要求	(1)
4.2 安全保护性能	(1)
4.3 基本功能	(1)
4.4 计量性能要求	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 校准环境	(2)
5.2 主要标准器及配套设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 校准项目	(2)
6.2 校准方法	(3)
6.2.1 基本要求校准	(3)
6.2.2 安全保护性能校准	(3)
6.2.3 基本功能校准	(3)
6.2.4 长度标尺零位校准	(3)
6.2.5 长度标尺示值误差校准	(3)
6.2.6 张力夹校准	(3)
6.2.7 水槽深度校准	(4)
6.2.8 横梁架升降距离的校准	(4)
6.2.9 试验时间控制误差校准	(4)
6.2.10 试验液体温度校准(效应仪有该功能时)	(4)
7 校准结果	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 毛细管效应仪长度标尺示值误差测量结果的不确定度评定(示例)	(6)
附录 B 毛细管效应仪时间示值误差测量结果的不确定度评定(示例)	(9)
附录 C 毛细管效应仪试验液体控制温度校准值的不确定度评定(示例)	(12)
附录 D 毛细管效应测定仪校准记录表	(14)

引 言

1995 年由中国纺织总会制定的部门计量检定规程 JJG(纺织)067—1995《毛细管效应测定仪检定规程》于 1995 年 10 月 1 日起实施,2006 年变更为 JJF(纺织)056—2006《毛细管效应仪校准规范》。

本规范是对 JJF(纺织)056—2006《毛细管效应仪校准规范》的修订。与 JJF(纺织)056—2006[即原 JJG(纺织)067—1995《毛细管效应测定仪检定规程》]相比,主要修订内容有:

- 本规范对适用范围作了补充,增加“首次使用”;将“检定”修改为“校准”;
 - 增加了引用文献;
 - 增加了概述中毛细管效应仪的用途和修改了毛细管效应仪的测试原理;
 - 将效应仪的安装要求移到校准条件中;
 - 增加“安全保护性能”;
 - 修改和补充了毛细管效应仪基本功能的要求和检查方法;
 - 增加了长度标尺的测量范围和最小分度值要求;
 - 修改了长度标尺示值误差要求,由“小于 0.2 mm”改为“ ± 0.5 mm”;
 - 增加了张力夹宽度要求,宽度: ≥ 30 mm;
 - 增加了水槽深度要求和校准方法;对效应仪容器的要求:容器,用于盛装试液,高度至少 50 mm;
 - 增加了横梁架升降距离和校准方法,要求横梁架升降距离: ≥ 50 mm;
 - 修改了试验时间控制误差,由“ ± 15 s(设定 30 min 时)”改为“ ± 5 s(设定 30 min 时)”;
 - 修改和补充了试验液体温度的计量性能和校准方法:
 - 由“水温为 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”改为“试验液体温度控制最大允许误差:设定值 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”;
 - 由“三条标尺下的水温温差小于 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”改为“试验液体温度均匀性: $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”;
 - 增加了“试验液体温度波动性: $\leq 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ”;
 - 更改和补充了校准条件。由“环境温度应在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下”修改为“温度:常温,相对湿度: $\leq 85\%$ ”;
 - 增加了效应仪的安装条件;
 - 增加了毛细管效应仪长度标尺示值误差、时间示值误差和试验液体温度测量结果的不确定度的评定(示例);
 - 对原检定记录表进行修改,改为校准记录表。
- 本规范的附录 A~附录 D 为资料性附录,仅作参考。
- 本规范的历次版本发布情况为:
- JJF(纺织)067—1995;
 - JJF(纺织)056—2006。

毛细管效应仪校准规范

1 范围

本规范适用于新制造、首次使用、使用中和修理后的毛细管效应仪及类似的毛细管效应仪(以下简称效应仪)的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示

FZ/T 01071—2008 纺织品 毛细效应试验方法

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

效应仪用于长丝、纱线、绳索、织物及纺织品毛细效应的测定。

测试原理:将试样垂直悬挂,其一端浸在液体中,利用纤维毛细管及织物空隙毛细管的效应作用,测定经过规定时间液体沿试样吸升一定高度,利用时间—液体上升高度的曲线来评定织物毛细管效应吸水性能。配置有定时器。

4 计量特性

4.1 基本要求

效应仪应在适当部位装有水准器和铭牌,铭牌上须标明型号、规格、制造厂、出厂编号和出厂年月。

4.2 安全保护性能

效应仪的电气设备应安全可靠,电源线及接插件无断裂破损现象。电源接线端子与箱体金属外壳之间绝缘电阻 $\geq 5\text{ M}\Omega$,保护接地端子与箱体金属外壳之间接地电阻 $\leq 1\text{ }\Omega$ 。

4.3 基本功能

4.3.1 当水槽内注入一定的三级水,水槽应无渗漏现象。

4.3.2 效应仪底部应带有调节水平的螺旋脚,调整螺旋脚的高低,尽量使测试液面和三条标尺同一示值刻线在一条水平线上。

4.3.3 垂直固定在横梁架上的长度标尺安装可靠、无松动现象;长度标尺无明显弯曲,线纹刻度应清晰,垂直到侧边,不应有目测可见的断线现象存在。

4.3.4 效应仪横梁架能沿垂直支架上下调整,定位装置可靠,操作轻便、灵活。旋转升降手柄,将横梁升降至适当位置,能使三条标尺零位与液面处于同一水平线上,并能固定。

4.3.5 固定在横梁架上试样夹和张力夹应耐腐蚀,且能夹紧试样。

4.3.6 计时器计时工作正常,能任意设定 10 s、30 s、1 min、5 min、10 min、20 min 和

30 min;当横梁下降至最低点时,计时器同时工作,当时间达到设定值时,应有自动报警功能。

4.4 计量性能要求

- 4.4.1 长度标尺零位:左中右三条标尺零位在同一水平线上,误差不超过±0.5 mm。
- 4.4.2 长度标尺:测量范围:≥250 mm,最小分度值:1 mm,示值误差:±0.5 mm。
- 4.4.3 张力夹质量范围:3 g±0.5 g,宽度:≥30 mm。
- 4.4.4 水槽深度:≥50 mm。
- 4.4.5 横梁架升降距离:≥50 mm。
- 4.4.6 试验时间控制误差:±5 s(设定 30 min 时)。
- 4.4.7 试验液体温度(效应仪有该功能时)。
 - 4.4.7.1 试验液体温度控制最大允许误差:设定值±2 ℃。
 - 4.4.7.2 试验液体温度波动性:≤2 ℃。
 - 4.4.7.3 试验液体温度均匀性:≤2 ℃。

5 校准条件

5.1 校准环境

- 5.1.1 校准环境条件:温度:常温,相对湿度:≤85%。
- 5.1.2 效应仪安放在稳固的工作台上,使用环境应清洁,周围无腐蚀性介质,无影响使用的震源。

5.2 主要标准器及配套设备

主要标准器及配套设备见表 1。

表 1 主要标准器及配套设备

序号	标准器名称	规格	准确度等级	数量
1	游标卡尺	(0~300)mm	MPE:±0.04 mm	1
2	钢直尺	≥500 mm	MPE:±0.2 mm	1
3	天平	max:≥50 g	d:≤10 mg	1
4	电子秒表	0.01 s~1 h	MPE:±0.10 s	1
5	温度计	≥50 ℃	MPE:±1 ℃	3
6	绝缘电阻测量仪	(0~1)GΩ/500 V	±10%	1
7	万用表	(0~200)Ω	±1%	1

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

效应仪校准项目见表 2。

表 2 效应仪校准项目

序号	校准项目	新制造、首次校准	修理后校准	使用中校准
1	基本要求	+	—	—
2	安全保护性能	+	+	—
3	基本功能	+	+	+
4	长度标尺零位	+	+	+
5	长度标尺示值误差	+	+	+
6	张力夹质量	+	+	+
7	水槽深度	+	+	—
8	横梁架升降距离	+	+	—
9	试验时间控制误差	+	+	+
10	试验液体温度(效应仪有该功能时)	+	+	+
注 1:“+”为需要校准项目;“—”为不需校准项目。				
注 2:具体校准项目可根据用户要求选择进行。				

6.2 校准方法

6.2.1 基本要求校准

通过目测和按照 5.1 要求进行检查。

6.2.2 安全保护性能校准

用绝缘电阻测量仪检查电源接线端子与箱体金属外壳之间的绝缘电阻,用万用表检查保护接地端子与箱体金属外壳之间接地电阻。

6.2.3 基本功能校准

通过目测和按照 4.3 要求进行检查。

6.2.4 长度标尺零位校准

用长度 ≥ 500 mm 钢直尺的两边的直线度检查左中右三条长度标尺的零刻线是否处于同一直线上。用游标卡尺测量三条长度标尺零刻线之间的高度差即为长度标尺零位误差。

6.2.5 长度标尺示值误差校准

6.2.5.1 用目测方法检查长度标尺的测量范围、最小刻度值。

6.2.5.2 用(0~300)mm 游标卡尺校准常用点(如 50 mm、100 mm、150 mm)与该标尺的零线之间的距离。测量时,尽量将长度标尺拆下,放置一个平台上,用游标卡尺直接测量;每个校准点分别测量三次,计算该校准点实测值的算术平均值,该校准点的示值与实测值的算术平均值之差即为各校准点的误差值。

6.2.6 张力夹校准

6.2.6.1 张力夹质量校准

用至少最大称量 50 g, $d = 10$ mg 的天平称每个张力夹的质量, 张力夹质量标称值 (3 g) 与实测值之差为张力夹质量误差。

6.2.6.2 张力夹宽度校准

用钢直尺或游标卡尺测量张力夹的宽度。

6.2.7 水槽深度校准

用钢直尺或游标卡尺测量水槽内侧的高度。

6.2.8 横梁架升降距离的校准

将钢直尺贴近长度标尺, 并与长度标尺平行; 调整横梁架升降至最高位置和最低位置, 记录横梁架升降至最高位置和最低位置时长度标尺零线对应钢直尺的读数, 计算两个读数的极差, 即为横梁架升降距离。

6.2.9 试验时间控制误差校准

6.2.9.1 设定计时器为 30 min, 然后将横梁下降至最低点, 同时启动秒表; 当时间达到设定值时, 效应仪发出报警信号, 同时按停秒表, 记录秒表显示时间。

6.2.9.2 按上述方法分别测量三次, 计算其实测值的算术平均值, 计算时间设定值与实测值的算术平均值之差, 即为试验时间控制误差。如委托方需求, 则还需对其余时间设定点进行校准。

6.2.10 试验液体温度校准(效应仪有该功能时)

6.2.10.1 将试验液体温度设定值设置为试验温度(如 20 ℃ 时), 待温度加热到设定值并恒温两个加热周期以上后, 将三支温度计分别置于三条标尺下的水中。

6.2.10.2 待温度计示值基本恒定后, 同时记录一个恒温周期内的最高温度和最低温度。

6.2.10.3 按式(1)计算试验液体温度控制误差。

$$\Delta T_s = T_x - T_0 + C \quad (1)$$

式中:

ΔT_s ——试验液体温度控制误差, ℃;

T_x ——三支温度计实测值的算术平均值, ℃;

T_0 ——试验液体温度设定值, ℃;

C ——三支温度计在温度设定值附近的修正值的算术平均值, ℃。

6.2.10.4 按式(2)计算某一校准点试验液体温度波动性, 其最大值为试验液体温度波动性。

$$\Delta T_b = T_{\max} - T_{\min} \quad (2)$$

式中:

ΔT_b ——某一校准点试验液体温度波动性, ℃;

T_{\max} ——某一校准点温度计实测值的最大值, ℃;

T_{\min} ——某一校准点温度计实测值的最小值, ℃。

6.2.10.5 按式(3)计算某一时间试验液体温度均匀性, 其最大值为试验液体温度均匀性。

$$\Delta T_j = T_{x\max} - T_{x\min} \quad (3)$$

式中:

ΔT_j ——试验液体温度均匀性,℃;

$T_{x\max}$ ——三支温度计同时记录时的最大值,℃;

$T_{x\min}$ ——三支温度计同时记录时的最小值,℃。

7 校准结果

经校准的效应仪发给校准证书。校准证书应给出主要校准项目的测量结果及示值误差测量结果的扩展不确定度。

当委托方要求时,可根据委托方提供的计量特性最大允许误差进行符合性判定,并将结论列入校准证书,进行符合性判定应考虑测量结果的扩展不确定度。

8 复校时间间隔

在定期进行期间核查的条件下,建议复议时间间隔为 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

毛细管效应仪长度标尺示值误差
测量结果的不确定度评定(示例)

A.1 概述

A.1.1 测量依据:依据本校准规范 JJF(纺织)056—2013《毛细管效应仪校准规范》对长度标尺示值误差的校准。

A.1.2 环境条件:温度:常温,15℃~28℃,温度波动应不超过±3℃/6h,相对湿度≤85%RH。

A.1.3 测量标准器:(0~300)mm 游标卡尺,分度值为 0.02 mm,最大允许示值误差为±0.04 mm。

A.1.4 被测对象:毛细管效应仪长度标尺,测量范围:(0~250)mm,最大允许示值误差为±0.5 mm。

A.1.5 测量过程:用游标卡尺分别测量常用校准点(如 50 mm、100 mm、150 mm)。测量时,尽量将长度标尺拆下,放置一个平台上,用游标卡尺直接测量校准点与标尺零位之间的距离,从而得出长度标尺的实测值,计算校准点示值误差。

A.1.6 评定结果的使用

在符合上述条件下的测量结果,一般可直接使用本不确定度的评定结果。

A.2 数学模型

数学模型见式(A.1)。

$$\Delta L = L_a - L_s \quad (\text{A.1})$$

式中:

ΔL ——被测长度标尺校准点的示值误差,mm;

L_a ——被测长度标尺在校准点上标称值,mm;

L_s ——标准器在校准点上读数,mm。

A.3 输入量的标准不确定度的评定

A.3.1 输入量 L_a 的不确定度来源主要是校准标尺时人眼分辨力引起的标准不确定度分项 $u(L_a)$,采用 B 类方法进行评定。

人眼分辨力 a 大致为 0.2 mm,服从均匀分布,即包含因子 $k = \sqrt{3}$,因此进行一次测量需带入两次分辨力误差,故:

$$u(L_a) = \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \times a/k = \sqrt{2} \times \frac{1}{2} \times 0.2/\sqrt{3} = 0.0408 \text{ (mm)}$$

A.3.2 输入量 L_s 的标准不确定度 $u(L_s)$ 的评定

输入量 L_s 的标准不确定度 $u(L_s)$ 来源主要是测量重复性引起的标准不确定度分项 $u(L_{s1})$ 、游标卡尺示值误差引起的标准不确定度分项 $u(L_{s2})$ 和游标卡尺分度值量化误差引起的标准不确定度 $u(L_{s3})$ 。

A.3.2.1 测量重复性引起的标准不确定度分项 $u(L_{s1})$ 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。

用游标卡尺在 50 mm 处在重复性条件下连续 10 次测量,得到一测量列(见表 A.1)。

表 A.1 在 50 mm 处在重复性条件下连续 10 次测量结果

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
实测值 mm	50.14	50.06	50.16	50.10	50.12	50.10	50.14	50.12	50.08	50.06

则单次测量结果的平均值 \bar{L}_s 和单次测量结果的实验标准偏差 s_i 为:

$$\text{单次平均值} \quad L_0 = \frac{\sum_{i=1}^{10} L_i}{10} = 50.108(\text{mm})$$

$$\text{单次标准差} \quad S_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (L_i - L_0)^2}{10 - 1}} = 0.0343(\text{mm})$$

实际测量情况:每一个校准点在重复性条件下连续测量 3 次 ($m=3$),以 3 次测量算术平均值为测量结果,则可得到:

游标卡尺测量重复性引起的标准不确定度:

$$u(L_{s1}) = \frac{S_p}{\sqrt{m}} = \frac{0.0343}{\sqrt{3}} = 0.0198(\text{mm})$$

A.3.2.2 游标卡尺示值误差引起的标准不确定度分项 $u(L_{s2})$ 的评定

游标卡尺示值误差引起的标准不确定度可根据检定证书或校准证书给出的该游标卡尺的最大允许误差示值误差来评定,属均匀分布,可采用 B 类方法评定。

游标卡尺最大允许误差为 ± 0.04 mm,即 $a=0.04$ mm,通常认为在区间内服从均匀分布,即包含因子 $k=\sqrt{3}$,则游标卡尺在测量点示值的标准不确定度 $u(L_{s2})$:

$$u(L_{s2}) = \frac{a}{k} = \frac{0.04}{\sqrt{3}} = 0.0231(\text{mm})$$

A.3.2.3 游标卡尺分度值量化误差引起的标准不确定度 $u(L_{s3})$ 的评定

游标卡尺分辨力为 0.02 mm,其量化误差以等概率分布在半宽为 $a=0.01$ mm 的区间内,属均匀分布,即包含因子 $k=\sqrt{3}$,故引入的不确定度为:

$$u(L_{s3}) = \frac{a}{k} = \frac{0.01}{\sqrt{3}} = 0.0058(\text{mm})$$

A.3.2.4 输入量 L_s 的标准不确定度的计算

$$\begin{aligned} u(L_s) &= \sqrt{u^2(L_{s1}) + u^2(L_{s2}) + u^2(L_{s3})} \\ &= \sqrt{0.0198^2 + 0.0231^2 + 0.0058^2} \\ &= 0.0310(\text{mm}) \end{aligned}$$

A.4 合成标准不确定度的评定

A.4.1 合成方差

$$u_c^2(\Delta L) = c^2(L_a) \cdot u^2(L_a) + c^2(L_s) \cdot u^2(L_s)$$

A.4.2 灵敏系数

$$c(L_a) = \frac{\partial \Delta L}{\partial L_a} = 1, c(L_s) = \frac{\partial \Delta L}{\partial L_s} = -1$$

A.4.3 合成标准不确定度的计算

由于输入量游标卡尺与毛细管效应仪彼此独立,互不相关,所以合成不确定度 $u_c(\Delta L)$:

$$\begin{aligned} u_c^2(\Delta L) &= c^2(L_a) \cdot u^2(L_a) + c^2(L_s) \cdot u^2(L_s) \\ &= u^2(L_a) + u^2(L_s) \\ &= 0.040\ 8^2 + 0.031\ 0^2 \\ &= 0.002\ 63 \end{aligned}$$

则: $u_c(\Delta L) = 0.051\ 2\ (\text{mm})$

A.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$,效应仪长度标尺在 50 mm 处示值误差校准值的扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(\Delta L) = 2 \times 0.051\ 2 = 0.102\ 4 \approx 0.10(\text{mm})$$

A.6 测量不确定度的报告与表示

毛细管效应仪长度标尺在 50 mm 处示值误差校准值的扩展不确定度为:

$$U = 0.10\ (\text{mm})\ (k=2)$$

附录 B

毛细管效应仪时间示值误差 测量结果的不确定度评定(示例)

B.1 概述

B.1.1 测量依据:依据本校准规范 JJF(纺织)056—2013《毛细管效应仪校准规范》对时间示值误差的校准。

B.1.2 环境条件:温度:常温,15℃~28℃,温度波动应不超过±3℃/6h,相对湿度≤85%RH。

B.1.3 测量标准器:HS-10W 电子秒表:(0~10)h,分辨力:0.01 s。

B.1.4 被测对象:毛细管效应仪时间示值:30 min±5 s。

B.1.5 测量过程:采用比较法。将毛细管效应仪时间控制设定为 30 min,在启动试验开始的同时按动电子秒表,当效应仪试验结束,发出蜂鸣响声的同时按停电子秒表,读取电子秒表显示数值,分别进行 3 次,计算时间实测值的算术平均值,时间设定值与时间实测值的算术平均值之差为示值误差。

B.1.6 评定结果的使用

在符合上述条件下的测量结果,一般可直接使用本不确定度的评定结果。

B.2 数学模型

数学模型见式(B.1)。

$$\Delta A = A - A_s \quad (\text{B.1})$$

式中:

ΔA ——被校准毛细管效应仪时间示值误差,s;

A ——被校准毛细管效应仪设定试验时间,s;

A_s ——标准器(电子秒表)在校准点上读数,s。

B.3 输入量标准不确定度的评定

B.3.1 输入量 A 的标准不确定度由测量重复性引起的标准不确定度 $u(A)$

该项不确定度的来源是被测毛细管效应仪时间设定值控制的测量不重复性,可通过连续测量得到测量列,属于 A 类评定。

用电子秒表在 30 min 设定时间控制校准点在重复性条件下连续 10 次测量,得到一测量列(见表 B.1)。

表 B.1 在 30 min 设定时间控制校准点在重复性条件下连续 10 次测量结果

次数	1	2	3	4	5
实测值	29 min59.85 s	29 min59.88 s	29 min59.81 s	29 min59.92 s	29 min59.82 s
次数	6	7	8	9	10
实测值	29 min59.78 s	29 min59.96 s	29 min59.82 s	29 min59.87 s	29 min59.80 s

则单次测量结果的平均值 \bar{A} 和单次测量结果的实验标准偏差 s_i 为:

$$\text{单次平均值} \quad \bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^{10} A_i}{10} = 29 \text{ min} 59.851 \text{ s}$$

$$\text{单次标准差} \quad s_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (A_i - \bar{A})^2}{10 - 1}} = 0.0569 (\text{s})$$

实际测量情况:每一个校准点在重复性条件下连续测量 3 次 ($m=3$),以 3 次测量算术平均值为测量结果,则可得到:

$$\text{测量重复性引起的标准不确定度 } u(A) = \frac{s_p}{\sqrt{m}} = \frac{0.0569}{\sqrt{3}} = 0.0329 (\text{s})$$

B.3.2 输入量 A_s 的标准不确定度由电子秒表误差引起的不确定度 $u(A_{s1})$ 和测量时人的反应误差引起的不确定度 $u(A_{s2})$ 组成。

B.3.2.1 标准器在校准点示值的标准不确定度 $u(A_{s1})$

标准器的不确定度 $u(A_{s1})$ 主要来源于电子秒表标准瞬时日差值的不确定度,属于 B 类评定。从标准器检定证书中可知:标准器最大允许日差: $\pm 0.04 \text{ s/d}$,扩展不确定度 U 为 0.01 s ,置信概率 $p=95\%$,即标准瞬时日差值的不确定度区间半宽度值 $a=0.04 \text{ s/d}$,可认为在区间内是均匀分布的,取包含因子 $k=\sqrt{3}$,则

$$u(A_{s1}) = \frac{a}{k} = \frac{0.04}{\sqrt{3}} = 0.0231 (\text{s/d})$$

B.3.2.2 用电子秒表测量时间时人为反应引起的不确定度 $u(A_{s2})$

人的反应误差为 $0.15 \text{ s} \sim 0.40 \text{ s}$,不确定度区间半宽度值为 $a = \frac{0.40 - 0.15}{2} = 0.125 (\text{s})$,可认为在区间内是均匀分布的,属于 B 类评定,取包含因子 $k=\sqrt{3}$,则

$$u(A_{s2}) = \frac{a}{k} = \frac{0.125}{\sqrt{3}} = 0.072 (\text{s})$$

B.3.2.3 输入量 A_s 的标准不确定度的计算

输入量 A_s 标准不确定度分量彼此之间相互独立不相关,可得出输入量 A_s 的标准不确定度 $u(A_s)$:

$$\begin{aligned} u(A_s) &= \sqrt{u^2(A_{s1}) + u^2(A_{s2})} \\ &= \sqrt{0.0231^2 + 0.072^2} \\ &= 0.0756 (\text{mm}) \end{aligned}$$

B.4 合成标准不确定度的评定

B.4.1 合成方差

$$u_c^2(\Delta A) = c^2(A) \cdot u^2(A) + c^2(A_s) \cdot u^2(A_s)$$

B.4.2 灵敏系数

$$c(A) = \frac{\partial \Delta A}{\partial A} = 1, c(A_s) = \frac{\partial \Delta A}{\partial A_s} = -1$$

B.4.3 合成标准不确定度的计算

由于输入量 A_s 与 A 彼此独立,互不相关,所以合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned} u_c^2(\Delta A) &= c^2(A) \cdot u^2(A) + c^2(A_s) \cdot u^2(A_s) \\ &= u^2(A) + u^2(A_s) \\ &= 0.0329^2 + 0.0756^2 \\ &= 0.0068 \end{aligned}$$

则: $u_c(\Delta A) = 0.0824(\text{s})$

B.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$,效应仪时间示值在 30min 处示值误差校准值的扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(\Delta A) = 2 \times 0.0824 = 0.1648 \approx 0.16(\text{s})$$

B.6 测量不确定度的报告与表示

效应仪时间显示在 30 min 处示值误差测量结果的扩展不确定度为:

$$U = 0.16(\text{s}) \quad (k=2)$$

附录 C

毛细管效应仪试验液体控制温度 校准值的不确定度评定(示例)

C.1 概述

C.1.1 测量依据:依据本校准规范 JJF(纺织)056—2013《毛细管效应仪校准规范》对试验液体控制温度的校准。

C.1.2 环境条件:温度:常温,15℃~25℃,温度波动应不超过±3℃/6h,相对湿度≤85%RH。

C.1.3 测量标准器:(0~50)℃/0.1℃温度计,最大允许误差为±0.5℃。

C.1.4 被测对象:毛细管效应仪,试验液体温度控制精度:±2℃。

C.1.5 测量条件:毛细管效应仪试验液体温度设定在环境温度+5℃(如27℃)。

C.1.6 测量过程:将温度计头部沿着长度标尺位置插至距液面20mm~30mm处,待温度计示值稳定后,记录温度计显示数值;在同一测温条件下,分别进行3次,计算其平均值;由温度计的平均示值加其修正值得到效应仪温度示值的校准值。

C.1.7 评定结果的使用

在符合上述条件下的测量结果,一般可直接使用本不确定度的评定结果。

C.2 数学模型

数学模型见式(C.1)。

$$T_s = T_x + C \quad (\text{C.1})$$

式中:

T_s ——被测效应仪试验液体温度的校准值,℃;

T_x ——标准器温度计实测值的算术平均值,℃;

C ——温度计在温度设定值附近的修正值,℃。

C.3 输入量的标准不确定度的评定

输入量 T_x 的标准不确定度由测量重复性引起的标准不确定度 $u(T_{x1})$ 、标准器分辨力引入的标准不确定度 $u(T_{x2})$ 和标准器在校准点上的温度修正值引起的标准不确定度 $u(C)$ 。

C.3.1 测量重复性引入的标准不确定度 $u(T_{x1})$

该项不确定度的来源有:效应仪试验液体的温度波动,标准器不稳定性等均会引起测量结果不重复。可采用连续重复多次测量直接求出合成不确定度,即采用 A 类方法进行评定。

用温度计分别在 27℃ 水温时进行 10 次测量,分别记录温度计的显示值,用贝塞尔公式计算单次实验标准偏差 $s(T_{x1}) = 0.202$ ℃。被校效应仪的试验液体温度校准值由 $m(m=3)$ 次读数的算术平均值得到,故由重复性引起的测量不确定度分量用下式计算得到:

$$u(T_{x1}) = \frac{s(T_{x1})}{\sqrt{m}} = \frac{0.202}{\sqrt{3}} = 0.117 (^\circ\text{C})$$

C.3.2 标准器温度计分辨力引入的不确定度 $u(T_{x2})$

$u(T_{x2})$ 可以采用 B 类方法进行评定。由数字温度计分辨力 $b=0.1\text{ }^\circ\text{C}$ 导致的示值误差区间半宽为 $a = \frac{b}{2} = 0.05\text{ }^\circ\text{C}$, 设为均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$ 。

$$u(T_{x2}) = \frac{a}{k} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.029 (^\circ\text{C})$$

C.3.3 标准器温度计修正值 C 修正不完善引入的不确定度 $u(C)$

$u(C)$ 主要由标准器校准证书给出的修正值 C 扩展不确定度引起, 采用 B 类方法评定。从标准器校准证书查出得, 其修正值 C 的扩展不确定度为 $U=0.2\text{ }^\circ\text{C}$, 包含因子 $k=2$, 则

$$u(C) = \frac{U}{k} = \frac{0.2}{2} = 0.1 (^\circ\text{C})$$

C.4 合成标准不确定度的评定

C.4.1 合成方差

$$u_c^2(T_s) = c^2(T_{x1}) \cdot u^2(T_{x1}) + c^2(T_{x2}) \cdot u^2(T_{x2}) + c^2(C) \cdot u^2(C)$$

C.4.2 灵敏系数

$$c(T_{x1}) = \frac{\partial \Delta T_s}{\partial T_{x1}} = 1, c(T_{x2}) = \frac{\partial \Delta T_s}{\partial T_{x2}} = 1, c(C) = \frac{\partial \Delta T_c}{\partial C} = 1$$

C.4.3 合成标准不确定度的计算

由于输入量数字温度计与效应仪彼此独立, 互不相关, 所以合成不确定度 $u_c(T_s)$:

$$\begin{aligned} u_c^2(T_s) &= u^2(T_{x1}) + u^2(T_{x2}) + u^2(C) \\ &= 0.117^2 + 0.029^2 + 0.1^2 \\ &= 0.0245 \end{aligned}$$

则: $u_c(T_s) = 0.157 (^\circ\text{C})$

C.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 效应仪试验液体控制温度校准值的扩展不确定度为:

$$U = k \times u_c(T_s) = 2 \times 0.157 = 0.313 \approx 0.3 (^\circ\text{C})$$

C.6 测量不确定度的报告与表示

效应仪试验液体在 $27\text{ }^\circ\text{C}$ 水温处温度校准值的扩展不确定度为:

$$U = 0.3 (^\circ\text{C}) \quad (k=2)$$

附录 D

毛细管效应测定仪校准记录表

委托方： 设备编号： 原始记录号：
 型号规格： 产品编号： 出厂日期： 发证编号：
 制造厂： 温度： ℃ 湿度： %RH
 校准日期： 校准地点： 校准前仪器状态：
 校准单位： 校准员： 审核员：

序号	校准项目	技术要求		实测结果			
1	基本要求	第 4.1 条					
2	安全保护性能	第 4.2 条					
3	基本功能	第 4.3 条					
4	长度标尺零位	±0.5 mm(三条标尺“0”位同一水平线上)		左	中	右	极差
5	长度标尺	测量范围:≥250 mm,最小分度值:1 mm		测量范围		最小分度值	
6	长度标尺示值	±0.5 mm	示值				
			实测值				
			误差				
7	张力夹重量	(3±0.5)g					
8	张力夹宽度	≥30 mm					
9	水槽深度	≥50 mm					
10	试验时间控制	30 min±5 s	设定	实测			误差
			30 min				
11	试验液体温度	设定值:℃	实测				
			温度偏差:℃,温度波动性:℃,温度均匀性:℃				
12	校准结果						
13	备 注						

校准依据: JJF(纺织)056—2013 毛细管效应测定仪校准规范

测量结果相对扩展不确定度: 长度标尺: mm, 时间: s, 温度: ℃ ($k = 2$)

使用主要计量标准器具:

设备名称/型号 编号 证书号/有效期 技术特征 器具状态