



中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJF（轻工）XXXX—202X

绝缘层划痕试验机校准规范

Calibration Specification for Insulating Layer Scratch Testing Machines

（报批稿）

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

绝缘层划痕试验机 校准规范

Calibration Specification for Insulating
Layer Scratch Testing Machines

JJF(轻工) ××××—202X

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：国检测试控股集团计量检测有限公司

安徽中家智锐科技有限公司

深圳天溯计量检测股份有限公司

参加起草单位：东莞市帝恩检测有限公司

安徽省产品质量监督检验研究院

本规范委托主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

程晓苏（国检测试控股集团计量检测有限公司）

赵玉军（安徽中家智锐科技有限公司）

刘洪华（深圳天溯计量检测股份有限公司）

胡彩菊（国检测试控股集团计量检测有限公司）

参加起草人：

曾 彪（国检测试控股集团计量检测有限公司）

邵 俊（东莞市帝恩检测有限公司）

郭志强（安徽省产品质量监督检验研究院）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	2
4.1 划针尖端圆周半径	2
4.2 划针顶	2
4.3 划针与水平面夹角	2
4.4 划针沿轴线方向作用力	2
4.5 划针移动速度	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 测量标准及其他设备	2
6 校准项目和校准方法	3
6.1 外观检查	3
6.2 划针尖端圆周半径	3
6.3 划针顶角	3
6.4 划针与水平面夹角	3
6.5 划针沿轴线方向作用力	4
6.6 划针移动速度	4
7 校准结果表达	4
7.1 校准记录	4
7.2 校准证书	4
7.3 校准结果的不确定度评定	5
8 复校时间间隔	5
附录 A 校准结果不确定度评定示例 (参考件)	6
附录 B 校准原始记录格式 (参考件)	17
附录 C 校准证书内页格式 (参考件)	19

引 言

本规范基于 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》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》和 JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》基础性系列规范进行制定。

本规范的附录 A“校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B“校准原始记录格式（参考件）”、附录 C“校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次发布。

绝缘层划痕试验机校准规范

1 范围

本规范适用于绝缘层划痕试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

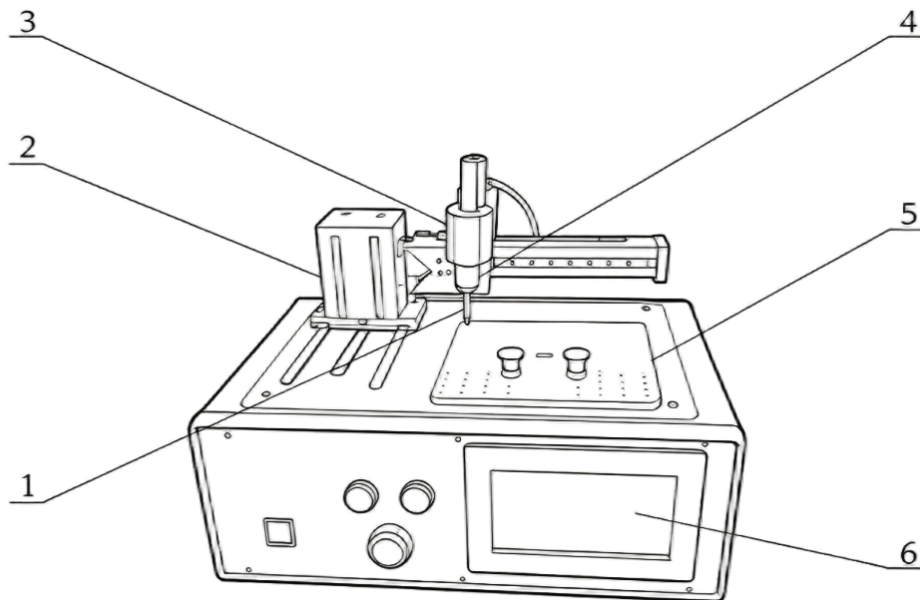
GB/T 4706.1—2024 家用和类似用途电器的安全 第1部分：通用要求

GB 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求

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

绝缘层划痕试验机是用于检测家电及类似产品固体绝缘的易触及部件机械强度和印制板涂层耐划痕性能的仪器。其主要由划针、电机、划针架、工作台等组成，基本结构如图1所示。通过对绝缘层或印制板涂层施加一定负荷、一定角度的划针，以规定速度进行横向划动，观察划痕情况，评价绝缘层表面机械强度和印制板涂层耐划痕性能。



1—划针；2—电机；3—砝码；4—划针架；5—工作台；6—控制屏

图1 绝缘层划痕试验机结构示意图

4 计量特性

4.1 划针尖端圆周半径：(0.25±0.02) mm。

4.2 划针顶角：(40±1)°。

4.3 划针与水平面夹角：(80~85)°。

4.4 划针沿轴线方向作用力：(10±0.5) N。

4.5 划针移动速度：(20±5) mm/s。

注：以上所有指标不是用于合格性判别，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(5~35)℃，相对湿度不大于 85%。

5.1.2 校准前，被校划针、测量标准及其他设备恒温时间不少于 1h。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及设备进行校准。

表 1 测量标准及其他设备

序号	校准项目	测量标准及其他设备	技术指标
1	划针尖端圆周半径	万能工具显微镜	长度测量范围：(0~100) mm 最大允许误差：±(1+L/100) μm； 角度测量范围：(0~360)° 最大允许误差：±1'
2	划针顶角		
3	划针与水平面夹角	数显倾角仪	测量范围：(0~90)° 最大允许误差：±0.5°
4	划针沿轴线方向作用力	专用工作测力仪	测量范围：(0~20) N 准确度等级：1.0 级
5	划针移动速度	秒表	测量范围：(0~1) h 最大允许误差：±0.10 s/1 h
		游标卡尺	测量范围：(0~200) mm 最大允许误差：±0.03 mm

6 校准项目和校准方法

6.1 外观检查

绝缘层划痕试验机应有铭牌，标明产品名称、规格型号、出厂编号、制造厂、出厂日期等；仪器运行平稳，无异常碰撞、摩擦现象；仪器外观加工平整，部件齐全，无明显缺损，开关、按键功能正常，操作灵活可靠，电气性能安全可靠。

6.2 划针尖端圆周半径

校准前需将划针取下清洗干净并检查外观，确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

将划针放置在万能工具显微镜工作台上，正确聚焦使划针尖端影像清晰。移动万能工具显微镜横向工作台，使米字线的同一虚线分别与划针尖端圆周相切，并记录读数值 L_1 、 L_2 ，根据公式（1）计算划针尖端圆周半径：

$$R = \frac{|L_2 - L_1|}{2} \quad (1)$$

式中：

R ——划针尖端圆周半径，mm；

L_1 ——米字线瞄准划针尖端左侧时，万能工具显微镜读数值，mm；

L_2 ——米字线瞄准划针尖端右侧时，万能工具显微镜读数值，mm。

6.3 划针顶角

将划针放置在万能工具显微镜工作台上，正确聚焦使划针影像清晰。测量时转动目镜，同时移动工作台，使米字线的同一虚线分别与划针尖端两侧边对线瞄准，并记录测角目镜读数值，根据公式（2）计算划针顶角。

$$\theta = |\theta_2 - \theta_1| \quad (2)$$

式中：

θ ——划针顶角，°；

θ_1 、 θ_2 ——米字线的同一虚线分别与划针尖端两侧边瞄准时，测角目镜读数值，°。

6.4 划针与水平面夹角

将划针安置在划针架上，用数显倾角仪直接测量划针与水平面夹角，重复测量三次，取平均值作为校准结果。

6.5 划针沿轴线方向作用力

将专用工作测力仪放置在工作台上，调整划针架，使划针尖端与专用工作测力仪测量面接触，此时，专用工作测力仪读数为划针沿轴线方向作用力，重复测量三次，取平均值作为校准结果。

6.6 划针移动速度

启动绝缘层划痕试验机同时按动秒表，运行 5 秒左右停止仪器同时停止计时，记录秒表示值 t ，用卡尺测量划针移动距离 l ，根据公式 (3) 计算划针移动速度：

$$v = \frac{l}{t} \quad (3)$$

式中：

v ——划针移动速度，mm/s；

l ——划针移动距离，mm；

t ——秒表示值，s。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

推荐的校准原始记录内容格式见附录 B

7.2 校准证书

校准证书应包括以下信息：

- (1) 标题：“校准证书”；
- (2) 实验室名称和地址；
- (3) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- (4) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- (5) 客户的名称和地址；
- (6) 被校对象的描述和明确标识；
- (7) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- (8) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- (9) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- (10) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- (11) 校准环境的描述；

- (12) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- (13) 对校准规范的偏离的说明;
- (14) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- (15) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- (16) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

推荐的校准证书内页格式见附录 C。

7.3 校准结果的不确定度评定

测量不确定度评定按 JJF 1059.1 《测量不确定度评定与表示》进行, 其不确定度评定示例见附录 A。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔, 建议复校时间间隔为 12 个月。

附录 A

校准结果不确定度评定示例（参考件）

A.1 划针尖端圆周半径测量结果不确定度评定

A.1.1 校准标准：万能工具显微镜，测量范围：(0~100)mm，最大允许误差：MPE： $\pm(1+L/100)$ μm 。

A.1.2 测量方法：将划针放置在显微镜工作台上，正确聚焦使划针尖端影像清晰。移动万能工具显微镜横向工作台，使米字线的同一虚线分别与划针尖端圆周相切，记录万能工具显微镜读数，两次读数差值绝对值的 1/2 即为划针尖端圆周半径。

A.1.3 测量模型

划针尖端圆周半径测量模型：

$$R = \frac{|L_2 - L_1|}{2} \quad (\text{A.1})$$

式中：

R ——划针尖端圆周半径，mm；

L_1 ——米字线瞄准划针尖端左侧时，显微镜读数值，mm；

L_2 ——米字线瞄准划针尖端右侧时，显微镜读数值，mm。

A.1.4 方差和灵敏系数

方差：

$$u_c^2 = c(L_2)^2 u(L_2)^2 + c(L_1)^2 u(L_1)^2 \quad (\text{A.2})$$

灵敏系数：

$$c(L_2) = \frac{\partial R}{\partial L_2} = \frac{1}{2} \quad ; \quad c(L_1) = \frac{\partial R}{\partial L_1} = -\frac{1}{2}$$

A.1.5 标准不确定度评定

A.1.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下，对划针尖端圆周半径进行 10 次重复测量，得表 A.1 测量列：

表 A.1 划针尖端圆周半径重复性试验数据

单位: mm

测量次数	1	2	3	4	5	6
测量值	0.261	0.262	0.262	0.261	0.264	0.263
测量次数	7	8	9	10	平均值	标准偏差
测量值	0.262	0.263	0.264	0.264	0.2626	0.0012

根据贝塞尔公式可得试验标准偏差 $s = 0.0012 \text{ mm}$, 则重复性引入的不确定度分量 $u_1 = 0.0012 \text{ mm}$ 。

A.1.5.2 万能工具显微镜示值误差引入的不确定度分量 $u(L_1)$ 和 $u(L_2)$

万能工具显微镜最大允许误差 $\pm (1+L/100) \mu\text{m}$, 按均匀分布, 则 $u(L_1) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58 \mu\text{m}$,

$$u(L_2) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58 \mu\text{m}。$$

注: 由万能工具显微镜分辨力所引入的不确定度与其他因素引入的不确定度相比贡献量小, 故对其引入的不确定度分量忽略不计。

A.1.6 各项标准不确定度分量一览表

将上述标准不确定度分量及灵敏系数列入表 A.2。

表 A.2 各项标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	$1.2 \mu\text{m}$	1	$1.2 \mu\text{m}$
$u(L_2)$	输入量 L_2 引入的不确定度分量	$0.58 \mu\text{m}$	0.5	$0.29 \mu\text{m}$

表 A.2 各项标准不确定度分量一览表 (续)

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
$u(L_1)$	输入量 L_1 引入的不确定度分量	$0.58 \mu\text{m}$	-0.5	$0.29 \mu\text{m}$

A.1.7 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为: $u_c = \sqrt{1.2^2 + 0.29^2 + 0.29^2} = 1.27 \mu\text{m}$ 。

A.1.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$, 则: $U = ku_c = 2 \times 1.27 = 2.54 \approx 3 \mu\text{m}$ 。

A.2 划针顶角测量结果不确定度评定

A.2.1 校准标准: 万能工具显微镜测角目镜, 测量范围: $(0 \sim 360)^\circ$, 最大允许误差: $\pm 1'$ 。

A.2.2 测量方法: 将划针放置在显微镜工作台上, 正确聚焦使划针影像清晰。测量时转动目镜, 同时移动工作台, 使米字线的同一虚线分别与划针尖端两侧边对线瞄准, 并记录测角目镜读数值, 两次读数值之差的绝对值即为划针顶角。

A.2.3 测量模型

划针顶角的测量模型:

$$\theta = |\theta_2 - \theta_1| \quad (\text{A.3})$$

式中:

θ ——划针顶角, $'$;

θ_1 、 θ_2 ——米字线的同一虚线分别与划针尖端两侧边瞄准时, 测角目镜读数值, $'$ 。

A.2.4 方差和灵敏系数

方差:

$$u_c^2 = c(\theta_1)^2 u(\theta_1)^2 + c(\theta_2)^2 u(\theta_2)^2 \quad (\text{A.4})$$

灵敏系数:

$$c(\theta_2) = \frac{\partial \theta}{\partial \theta_2} = 1 \quad ; \quad c(\theta_1) = \frac{\partial \theta}{\partial \theta_1} = -1$$

A.2.5 标准不确定度评定

A.2.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下,对划针顶角进行10次重复测量,得表A.3测量列:

表 A.3 划针顶角重复性试验数据

测量次数	1	2	3	4	5	6
测量值	40° 12′	40° 13′	40° 12′	40° 11′	40° 14′	40° 13′
测量次数	7	8	9	10	平均值	标准偏差
测量值	40° 13′	40° 14′	40° 12′	40° 11′	40° 12.5′	1.08′

根据贝塞尔公式可得试验标准偏差 $s=1.08′$,则 $u_1=s=1.08′$ 。

A.2.5.2 万能工具显微镜测角目镜示值误差引入的不确定度分量 $u(\theta_1)$ 和 $u(\theta_2)$

万能工具显微镜测角目镜最大允许误差为 $\pm 1′$,按均匀分布,则 $u(\theta_1)=\frac{1}{\sqrt{3}}=0.58′$,

$$u(\theta_2)=\frac{1}{\sqrt{3}}=0.58′。$$

注:由万能工具显微镜分辨力所引入的不确定度与其他因素引入的不确定度相比贡献量小,故对其引入的不确定度分量忽略不计。

A.2.6 各项标准不确定度分量一览表

将上述标准不确定度分量及灵敏系数列入表A.4。

表 A.4 各项标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	1.08′	1	1.08′

表 A.4 各项标准不确定度分量一览表 (续)

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
$u(\theta_2)$	输入量 θ_2 引入的不确定度分量	0.58 ′	1	0.58 ′
$u(\theta_1)$	输入量 θ_1 引入的不确定度分量	0.58 ′	-1	0.58 ′

A.2.7 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为: $u_c = \sqrt{1.08^2 + 0.58^2 + 0.58^2} = 1.36 ′$ 。

A.2.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$, 则: $U = ku_c = 2 \times 1.36 = 2.72 \approx 2.8 ′$ 。

A.3 划针与水平面夹角测量结果不确定度评定

A.3.1 校准标准: 数显倾角仪, 测量范围: $(0 \sim 90)^\circ$, 最大允许误差: $\pm 0.5^\circ$ 。

A.3.2 测量方法: 将划针安置在划针架上, 用数显倾角仪直接测量划针与水平面夹角, 重复测量三次, 取平均值作为校准结果。

A.3.3 测量模型

划针与水平面夹角的测量模型:

$$\alpha = \bar{\alpha} \quad (\text{A.5})$$

式中:

α ——划针与水平面夹角;

$\bar{\alpha}$ ——数显倾角仪三次测量划针与水平面夹角平均值。

A.3.4 方差和灵敏系数

方差:

$$u_c^2 = c(\bar{\alpha})^2 u(\bar{\alpha})^2 \quad (\text{A.6})$$

灵敏系数:

$$c(\bar{\alpha}) = \frac{\partial \alpha}{\partial \bar{\alpha}} = 1$$

A.3.5 标准不确定度评定

A.3.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下，对划针与水平面夹角进行 10 次重复测量，得表 A.5 测量列：

表 A.5 划针与水平面夹角重复性试验数据

测量次数	1	2	3	4	5	6
测量值	81.5°	81.5°	81.4°	81.5°	81.3°	81.5°
测量次数	7	8	9	10	平均值	标准偏差
测量值	81.4°	81.5°	81.4°	81.3°	81.43°	0.083°

根据贝塞尔公式可得试验标准偏差 $s = 0.083^\circ$ ，校准时取三次测量平均值作为校准结

果，则重复性引入的不确定度分量 $u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.05^\circ$ 。

A.3.5.2 标准器引入的不确定度分量 u_2

数显倾角仪最大允许误差为 $\pm 0.5^\circ$ ，按均匀分布，则 $u_2 = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29^\circ$ 。

A.3.5.3 划针和划针架的配合公差引入的不确定度分量 u_3

划针与划针架不是完美配合，会产生角度偏差，根据经验，不超过 0.3° ，按均匀分布，

则 $u_2 = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.174^\circ$ 。

注：由数显倾角仪分辨力所引入的不确定度与其他因素引入的不确定度相比贡献量小，故对其引入的不确定度分量忽略不计。

A.3.6 各项标准不确定度分量一览表

将上述标准不确定度分量及灵敏系数列入表 A.6。

表 A.6 各项标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	0.05°	1	0.05°
u_2	标准器引入的不确定度分量	0.29°	1	0.29°
u_3	划针和划针架的配合公差引入的不确定度分量	0.174°	1	0.174°

A.3.7 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为： $u_c = \sqrt{0.05^2 + 0.29^2 + 0.174^2} = 0.342^\circ$ 。

A.3.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$ ，则： $U = ku_c = 2 \times 0.342 = 0.684 \approx 0.7^\circ$ 。

A.4 划针沿轴线方向作用力测量结果不确定度评定

A.4.1 校准标准：专用工作测力仪，测量范围：（0~20）N，准确度等级：1.0级。

A.4.2 测量方法：将专用工作测力仪放置在工作台上，调整划针架，使划针尖端与工作测力仪测量面接触，此时，专用工作测力仪读数为划针沿轴线方向作用力，重复测量三次，取平均值作为校准结果。

A.4.3 测量模型

划针沿轴线方向作用力的测量模型：

$$F = \bar{f} \quad (\text{A.7})$$

式中：

F ——划针沿轴线方向作用力，N；

$\bar{f}$ ——专用工作测力仪三次测量划针沿轴线方向作用力示值，N。

A.4.4 方差和灵敏系数

方差：

$$u_c^2 = c(\bar{f})^2 u(\bar{f})^2 \quad (\text{A.8})$$

灵敏系数:

$$c(\bar{f}) = \frac{\partial F}{\partial f} = 1$$

A.4.5 标准不确定度评定

A.4.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下,对划针沿轴线方向作用力进行10次重复测量,得表A.7测量列:

表 A.7 划针沿轴线方向作用力重复性试验数据

单位: N

测量次数	1	2	3	4	5	6
测量值	10.32	10.31	10.35	10.35	10.33	10.34
测量次数	7	8	9	10	平均值	标准偏差
测量值	10.35	10.35	10.33	10.32	10.335	0.016

根据贝塞尔公式可得试验标准偏差 $s = 0.016\text{ N}$,校准时取三次测量平均值作为校准结果,

则重复性引入的不确定度分量 $u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.01\text{ N}$ 。

A.4.5.2 标准器引入的不确定度分量 u_2

专用工作测力仪测量范围为(0~20) N,准确度等级为1.0级,测量点为10.335 N,

则最大允许误差为 $\pm 0.104\text{ N}$,按均匀分布,则 $u_2 = \frac{0.104}{\sqrt{3}} = 0.06\text{ N}$ 。

注:由专用工作测力仪分辨力所引入的不确定度与其他因素引入的不确定度相比贡献量小,故对其引入的不确定度分量忽略不计。

A.4.6 各项标准不确定度分量一览表

将上述标准不确定度分量及灵敏系数列入表A.8。

表 A.8 各项标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	0.01 N	1	0.01 N
u_2	标准器引入的不确定度分量	0.06 N	1	0.06 N

A.4.7 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为： $u_c = \sqrt{0.01^2 + 0.06^2} = 0.061 \text{ N}$ 。

A.4.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$ ，则： $U = ku_c = 2 \times 0.061 = 0.122 \approx 0.13 \text{ N}$ 。

A.5 划针移动速度测量结果不确定度评定

A.5.1 校准标准：秒表，测量范围：(0~1) h，最大允许误差： $\pm 0.1 \text{ s/1 h}$ ；游标卡尺，测量范围：(0~200) mm，最大允许误差： $\pm 0.03 \text{ mm}$ 。

A.5.2 测量方法：启动绝缘层划痕试验机同时按动秒表，运行 5 秒左右停止仪器同时停止计时，记录秒表示值 t ，用卡尺测量划针移动距离 l ，根据公式计算划针移动速度。

A.5.3 测量模型

划针移动速度的测量模型：

$$v = \frac{l}{t} \quad (\text{A.9})$$

式中：

v ——划针移动速度，mm/s；

l ——划针移动距离，mm；

t ——秒表示值，s。

A.5.4 方差和灵敏系数

方差：

$$u_c^2 = c(l)^2 u(l)^2 + c(t)^2 u(t)^2 \quad (\text{A.10})$$

灵敏系数：

$$c(l) = \frac{\partial v}{\partial l} = \frac{1}{t} = \frac{1}{5.17} = 0.194 \text{ s}^{-1}; \quad c(t) = \frac{\partial v}{\partial t} = -\frac{l}{t^2} = -\frac{109.962}{5.17^2} = -4.113 \text{ mm/s}^2$$

A. 5. 5 标准不确定度评定

A. 5. 5. 1 测量重复性引入的不确定度分量 u_1

在重复性条件下, 对划针移动速度进行 10 次重复测量, 得表 A. 9 测量列:

表 A. 9 划针移动速度重复性试验数据

校准次数	1	2	3	4	5
测量时间/s	5. 1	5. 2	5. 1	5. 2	4. 9
移动距离/mm	108. 35	110. 71	108. 27	110. 83	104. 23
移动速度/(mm/s)	21. 24	21. 29	21. 23	21. 31	21. 27
校准次数	6	7	8	9	10
测量时间/s	5. 2	5. 3	5. 2	5. 3	5. 2
移动距离/mm	110. 68	112. 71	110. 75	112. 48	110. 61
移动速度/(mm/s)	21. 28	21. 27	21. 30	21. 22	21. 27

根据贝塞尔公式可得试验标准偏差 $s = 0.0298 \text{ mm/s}$, 则重复性引入的不确定度分量 $u_1 = 0.0298 \text{ mm/s}$ 。

A. 5. 5. 2 标准器引入的不确定度分量 $u(l)$ 和 $u_1(t)$

游标卡尺最大允许误差为 $\pm 0.03 \text{ mm}$, 按均匀分布, 则 $u(l) = \frac{0.03}{\sqrt{3}} = 0.0174 \text{ mm}$ 。

秒表最大允许误差为 $\pm 0.10 \text{ s/1 h}$, 按均匀分布, 则 $u_1(t) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \text{ s}$ 。

A. 5. 5. 3 测量同步误差引入的不确定度分量 $u_2(t)$

测量时同步误差不超过 0.2 s , 按均匀分布, 则 $u_2(t) = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.116 \text{ s}$ 。

注: 由秒表和游标卡尺分辨力所引入的不确定度与其他因素引入的不确定度相比贡献量小, 故对其

引入的不确定度分量忽略不计。

A.5.6 各项标准不确定度分量一览表

将上述标准不确定度分量及灵敏系数列入表 A.10。

表 A.10 各项标准不确定度分量一览表

标准不确定度符号	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	不确定度分量
u_1	测量重复性引入的不确定度分量	0.0298 mm/s	1	0.0298 mm/s
$u(l)$	游标卡尺最大允许误差引入的不确定度分量	0.0174 mm	0.194 s^{-1}	0.0034 mm/s
$u_1(t)$	秒表最大允许误差引入的不确定度分量	0.058 s	-4.113 mm/s^2	0.239 mm/s
$u_2(t)$	测量时同步误差引入的不确定度分量	0.116 s	-4.113 mm/s^2	0.478 mm/s

A.5.7 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度为： $u_c = \sqrt{0.0298^2 + 0.0034^2 + 0.239^2 + 0.478^2} = 0.54 \text{ mm/s}$ 。

A.5.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k = 2$ ，则： $U = ku_c = 2 \times 0.54 = 1.08 \approx 1.1 \text{ mm/s}$ 。

附录 B

校准原始记录格式 (参考件)

记录编号: _____

共 2 页 第 1 页

委托单位: _____ 委托单位地址: _____ 仪器名称: _____

生产厂家: _____ 型号规格: _____ 出厂编号: _____

被校仪器状态(完好“√”): _____ 校准前: _____ 校准后: _____

校准依据: _____ 外观检查: _____

校准条件: 温度: _____℃ 相对湿度: _____% 校准地点: _____

标准器名称	型号规格	出厂编号	测量范围	准确度等级 或最大允许 误差	有效期至	证书编号

1. 划针尖端圆周半径: _____ 技术要求: $(0.25 \pm 0.02) \text{ mm}$

左侧读数/mm	右侧读数/mm	划针尖端圆周半径/mm	测量不确定度 ($k=2$)

2. 划针顶角: _____ 技术要求: $(40 \pm 1)^\circ$

测角目镜第一次读数	测角目镜第二次读数	划针顶角	测量不确定度 ($k=2$)

3. 划针与水平面夹角:

校准项目	技术要求	校准结果				测量不确定度 ($k=2$)
		I	II	III	平均值	
划针与水平面夹角	$(80 \sim 85)^\circ$					

4. 划针沿轴线方向作用力:

校准项目	技术要求	校准结果				测量不确定度 ($k=2$)
		I	II	III	平均值	
划针沿轴线方向作用力	$(10 \pm 0.5) \text{ N}$					

(续)

共 2 页 第 2 页

5. 划针移动速度:			技术要求: $(20 \pm 5) \text{ mm/s}$
秒表示值/s	划针移动距离/mm	划针移动速度/ (mm/s)	测量不确定度 ($k=2$)

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 C

校准证书内页格式 (参考件)

序号	校准项目	技术要求	校准结果	测量不确定度 ($k=2$)
1	划针尖端圆周半径/mm	0.25 ± 0.02		
2	划针顶角/ $^{\circ}$	40 ± 1		
3	划针与水平面夹角/ $^{\circ}$	80~85		
4	划针沿轴线方向作用力 /N	10 ± 0.5		
5	划针移动速度/ (mm/s)	20 ± 5		

以下空白