



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF × × × × — × × × ×

漆膜划格器校准规范

Calibration Specification for Paint film Cross-cut Tester

(征求意见稿)

× × × × — × × — × × 发布

× × × × — × × — × × 实施

国家市场监督管理总局发布

漆膜划格器校准规范

Calibration Specification for
Paint film Cross-cut Tester



归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

广东省计量科学研究院

河北省计量监督检测研究院

参加起草单位：山东省计量科学研究院

广西壮族自治区计量检测研究院

安徽省长江计量所

本规范委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

马琳（安徽省计量科学研究院）

张勇（广东省计量科学研究院）

王少平（河北省计量监督检测院）

参加起草人：

贾敏强（山东省计量科学研究院）

阳明珠（广西壮族自治区计量检测研究院）

赵淑君（安徽省长江计量所）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 齿顶直线度	(1)
3.2 齿间距	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(4)
5.1 刀片厚度	(4)
5.2 齿顶角角度	(4)
5.3 齿顶直线度	(4)
5.4 齿顶刃口宽度	(4)
5.5 齿间距	(4)
6 校准条件	(5)
6.1 环境条件	(5)
6.2 测量标准及其他设备	(5)
7 校准项目和校准方法	(5)
7.1 刀片厚度	(5)
7.2 齿顶角角度	(5)
7.3 齿顶直线度	(5)
7.4 齿顶刃口宽度	(5)
7.5 齿间距	(6)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 齿间距测量不确定度评定	(8)
附录 B 校准证书内容及内页格式	(11)

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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。

本规范主要参考标准为 GB/T 9286-1998《色漆和清漆 漆膜的划格试验》和 ISO 2409: 2020 (E)《色漆和清漆—划格试验》(Paints and varnishes—Cross-cut test)。

本规范为首次制定。

漆膜划格器校准规范

1 范围

本规范适用于对涂层进行划格试验的漆膜划格器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 9286-1998 色漆和清漆 漆膜的划格试验

ISO 2409: 2020 (E) 色漆和清漆—划格试验 (Paints and varnishes—Cross-cut test)

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

3 术语

3.1 齿顶直线度 cutter teeth top straightness

给定刀齿的齿顶刃口边缘连线，其实际连线与理想连线的变化量。

3.2 齿间距 spacing of cutter teeth

齿顶刃口连线方向上，两个相邻刀齿齿宽中线之间的距离。

4 概述

漆膜划格器是用于测定涂料和油漆等涂膜在喷涂面上附着力的器具。该器具以直角网格图形来切割涂膜层并穿透至底材，通过评定网格内涂膜的完整程度来评定涂膜对基材的附着程度。

漆膜划格器由手柄和切割刀具组成，切割刀具分为单刃切割刀具和多刃切割刀具，刀具形状有片形和圆形两种。单刃切割刀具适用于硬质或软底材上的各种涂层，多刃切割刀具具有多个切割刀齿和两个导向刀齿，切割刀齿的齿间距规格一般为 1 mm、2 mm 和 3 mm，需按不同的试验条件选择使用。漆膜划格器的结构示意图见图 1 所示，切割刀具的结构示意图见图 2～图 4 所示。

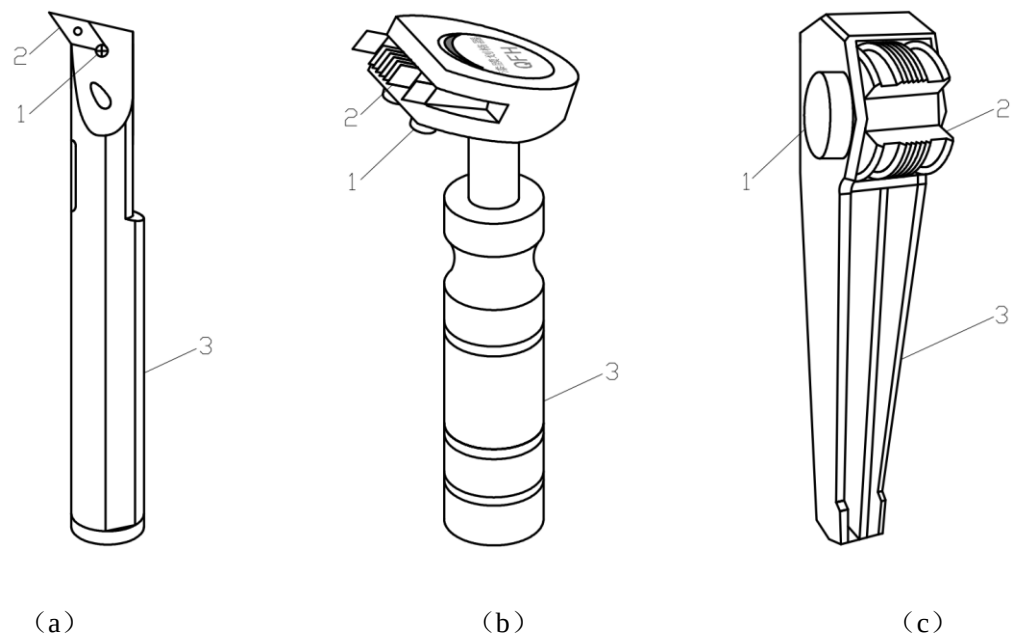


图1 漆膜划格器结构示意图

1—紧固螺钉；2—切割刀具；3—手柄

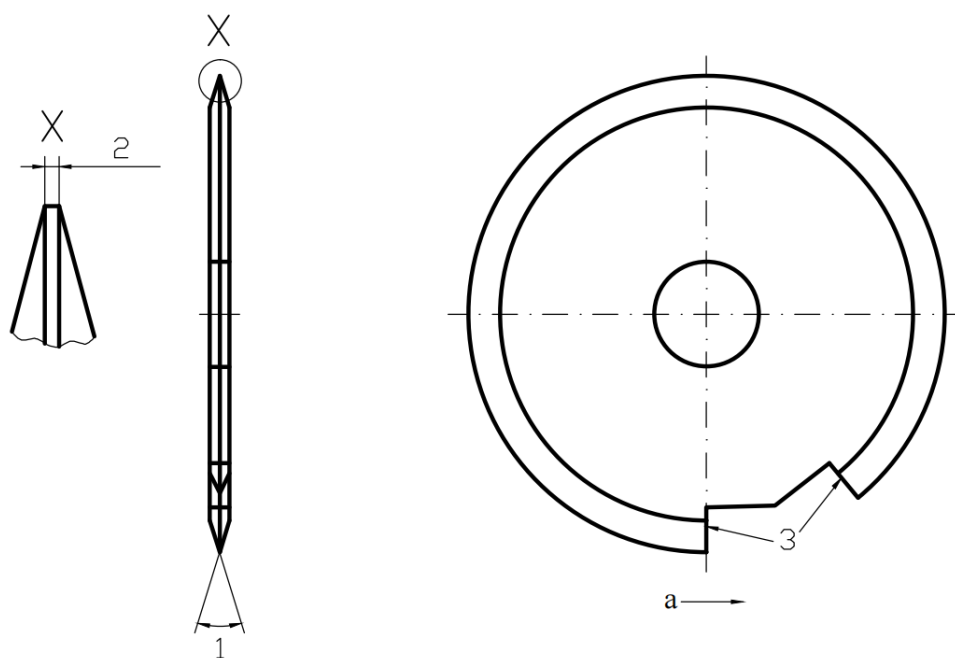


图2 圆形单刃切割刀具结构示意图

1—齿顶角；2—齿顶刃口宽度；3—刀口；a—切割方向。

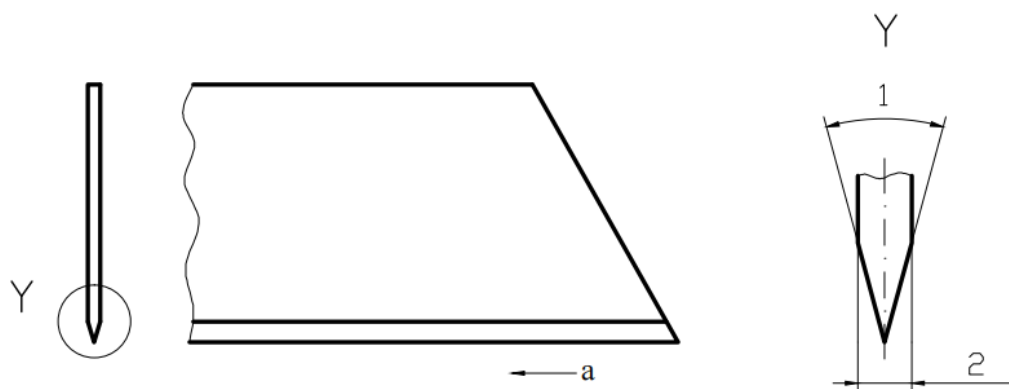
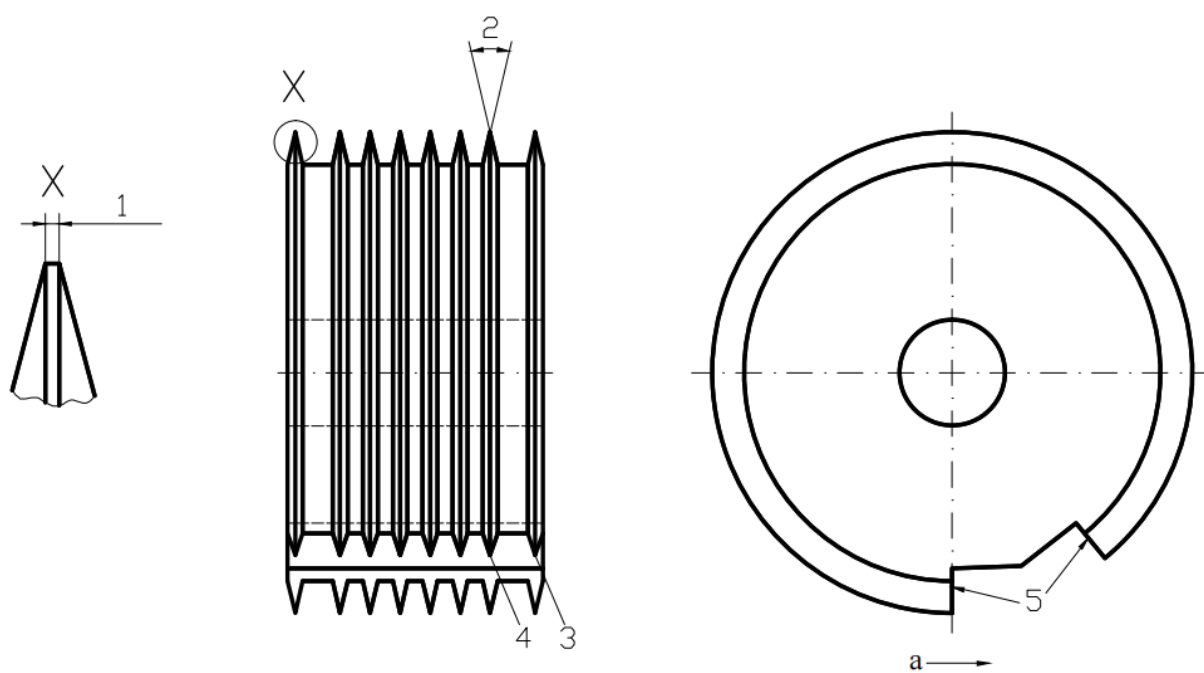
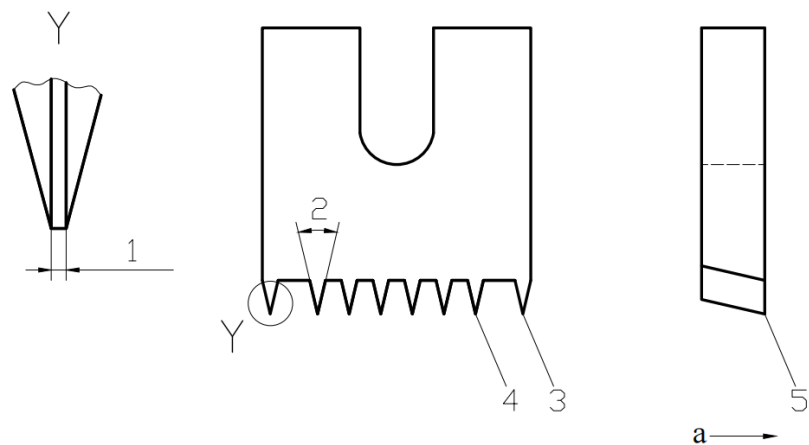


图3 具有V形切割刃的单刃切割刀具结构示意图

1—齿顶角；2—刀片厚度；a—切割方向。



(a) 圆形多刃切割刀具



(b) 片形多刃切割刀具

图4 多刃切割刀具结构示意图

1—齿顶刃口宽度；2—齿顶角；3—导向刀齿；4—切割刀齿；5—刀口；a—切割方向。

5 计量特性

5.1 刀片厚度

具有 V 形切割刃的单刃切割刀具，其刀片厚度为 (0.4 ± 0.1) mm。

5.2 齿顶角角度

切割刀齿的齿顶角为 $(30 \pm 1)^\circ$ ，具有 V 形切割刃的刀齿齿顶角为 $15^\circ \sim 30^\circ$ 。

5.3 齿顶直线度

多刃切割刀具切割刀齿的齿顶直线度见表 1。

表1 多刃切割刀具刀齿的齿顶直线度

齿间距规格	齿顶直线度
1 mm	0.01 mm
2 mm、3 mm	0.02 mm

5.4 齿顶刃口宽度

切割刀齿的齿顶刃口宽度不超过 0.05 mm，磨损的刃口极限宽度为 0.1 mm。

5.5 齿间距

多刃切割刀具相邻切割刀齿的齿间距与标称齿间距的偏差不超过 ± 0.01 mm。

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度（20±5）℃，湿度不大于 80 %RH。

6.1.2 校准前，被校漆膜划格器和校准用设备平衡温度的时间不少于 2h。

6.2 测量标准及其他设备

推荐使用表 2 所列测量标准及其他设备，允许使用满足测量不确定度要求的其它测量标准及其他设备进行校准。

表2 测量标准及其他设备

序号	设备名称	技术要求
1	游标卡尺	MPE: ±0.03mm
2	万能工具显微镜	测角目镜 MPE: ±1′
3	万能工具显微镜	MPEV: 1μm +10 ⁻⁵ L

7 校准项目和校准方法

校准前需先将切割刀具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。

7.1 刀片厚度

具有 V 形切割刃的单刃切割刀具的刀片厚度用游标卡尺直接测量。

7.2 齿顶角角度

切割刀齿的齿顶角角度用万能工具显微镜的测角目镜测量。将刀具固定在工作台上，调节目镜和物镜，使米字线和刀齿影像清晰。测量时转动目镜，使目镜分划板上米字线的任意一条虚线分别与被校刀齿的两侧面对线瞄准并记录读数值，两读数值之差的绝对值即为被校刀齿的齿顶角校准值。对多刃切割刀具需逐个测量每个切割刀齿的齿顶角。

7.3 齿顶直线度

多刃切割刀具的齿顶直线度用万能工具显微镜以最小包容区域法测量。测量前先调整切割刀使其齿顶连线与万能工具显微镜纵向工作台移动方向大致平行，然后用微调螺钉调整工作台，使目镜分划板上米字线的纵向虚线经过齿顶的两个最高点（或最低点），读取并记录横向数值，再微动横向滑板，使米字线的同一条虚线经过齿顶的最低点（或最高点），读取记录横向数值，两读数值之差的绝对值即为齿顶直线度。

7.4 齿顶刃口宽度

切割刀齿的齿顶刃口宽度用万能工具显微镜测量。调整工作台使切割刀齿的齿顶连线平行于纵向滑板移动方向。移动纵向和横向滑板，用米字线的交点分别瞄准被校刀齿齿顶刃口的两端并记录读数值，两读数值之差的绝对值即为被校刀齿的齿顶刃口宽度。测量前先在万能工具显微镜上观察每个切割刀齿的刃口，找出最宽的刃口测量。若无法分辨则应测量全部切割刀齿的刃口宽度，取最大值作为齿顶刃口宽度。

7.5 齿间距

多刃切割刀具相邻切割刀齿的齿间距用万能工具显微镜测量。移动纵横向滑板，用目镜分划板的十字虚线对准当前刀齿的齿宽中线（如图 5 所示），读取数值 a_i ，再移动纵向滑板使十字虚线对准相邻刀齿的齿宽中线，读取数值 a_{i+1} ，两读数值之差的绝对值即为相邻刀齿的齿间距测量值 L_i 。见公式（1）。重复测量三次，取三次测量值的算术平均值 $\overline{L_i}$ 作为齿间距校准值。见公式（2）。依次测量其余相邻切割刀齿的齿间距。

$$L_i = |a_{i+1} - a_i| \quad (1)$$

式中：

L_i ——相邻刀齿的齿间距测量值，mm；

a_i ——当前刀齿的仪器读数值，mm；

a_{i+1} ——相邻刀齿的仪器读数值，mm。

$$L = \overline{L_i} \quad (2)$$

式中：

L ——齿间距，mm；

$\overline{L_i}$ ——相邻刀齿齿间距三次测量值的算术平均值，mm。

对有多个切割面的刀具，按 7.1~7.4 的步骤分别对每个切割面进行校准。也可根据客户的要求校准。

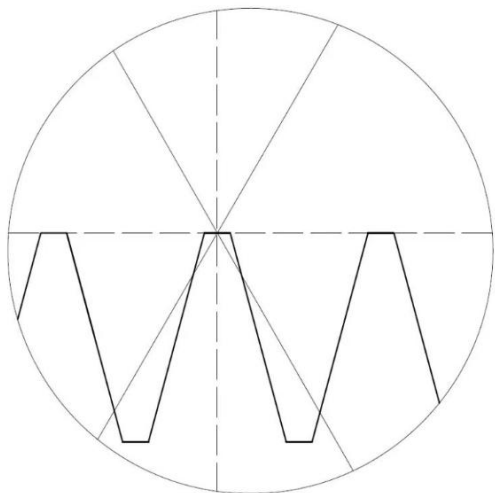


图5 齿间距测量瞄准图

8 校准结果表达

校准后的漆膜划格器出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 B。

9 复校时间间隔

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，一般建议为 1 年。

附录 A

齿间距测量不确定度评定

A.1 测量方法

多刃切割刀具相邻切割刀齿的齿间距用万能工具显微镜测量。按规范正文 7.5 规定的方法，以刀齿齿间距为 2mm 的多刃切割刀具为例，对其齿间距测量不确定度进行评定。

A.2 测量模型

$$L = \overline{L_i} \quad (\text{A.1})$$

式中： L ——齿间距，mm；

$\overline{L_i}$ ——相邻刀齿齿间距三次测量值的算术平均值，mm。

A.3 不确定度传播率

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，依据公式 $u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \cdot u_{x_i}^2$ 得：

$$u_c^2 = u^2(L) = c^2(\overline{L_i}) \cdot u^2(\overline{L_i}) \quad (\text{A.2})$$

式中，灵敏系数 c_i ：

$$c(\overline{L_i}) = \frac{\partial L}{\partial \overline{L_i}} = 1$$

A.4 测量不确定度来源

A.4.1 测量重复性 $u_1(\overline{L_i})$ A.4.2 瞄准误差 $u_2(\overline{L_i})$ A.4.3 万能工具显微镜示值误差 $u_3(\overline{L_i})$ A.4.4 万能工具显微镜和切割刀线膨胀系数差 $u_4(\overline{L_i})$ A.4.5 万能工具显微镜和切割刀温度差 $u_5(\overline{L_i})$

A.5 标准不确定度评定

A.5.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u_1(\overline{L_i})$

对两相邻刀齿的齿间距重复测量 10 次，根据实验数据，用贝塞尔公式计算实验标准差 $s \approx 2 \mu\text{m}$

实际测量三次，取算术平均值作为校准值，则：

$$u_1(\bar{L}_i) = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155 \mu\text{m}$$

A.5.2 瞄准误差引入的标准不确定度分量 $u_2(\bar{L}_i)$

实际测量时使用 5×物镜，用十字虚线对准刀齿齿宽中线。人眼的瞄准误差约为 2 μm，其半宽为 1 μm，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ 。测量时要进行两次瞄准，则：

$$u_2(\bar{L}_i) = \sqrt{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.816 \mu\text{m}$$

测量重复性引入的不确定度分量和瞄准误差引入的不确定度分量有重复，故取结果较大者。

A.5.3 万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 $u_3(\bar{L}_i)$

万能工具显微镜示值最大允许误差 MPEV：1 μm + 10⁻⁵L，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_3(\bar{L}_i) = (1 \mu\text{m} + 10^{-5}L) / \sqrt{3} = 0.589 \mu\text{m}$$

A.5.4 万能工具显微镜和切割刀线膨胀系数差引入的标准不确定度分量 $u_4(\bar{L}_i)$

万能工具显微镜标尺的线膨胀系数为 (10 ± 0.5) × 10⁻⁶ °C⁻¹；切割刀线膨胀系数为 (11.5 ± 1) × 10⁻⁶ °C⁻¹，两者最大差值 δ_α 为 3 × 10⁻⁶ °C⁻¹，服从梯形分布， $k = \sqrt{6/(1+\beta^2)} = 2.32$ ， $\Delta t = 5$ °C，则：

$$u_4(\bar{L}_i) = \frac{\delta_\alpha}{2.32} \times L \cdot \Delta t = \frac{3 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}}{2.32} \times 2 \times 10^3 \mu\text{m} \times 5 \text{ °C} = 0.013 \mu\text{m}$$

A.5.5 万能工具显微镜和切割刀温度差引入的标准不确定度分量 $u_5(\bar{L}_i)$

两者之间存在温度差，以等概率落于区间 ±1 °C 内任何处，其半宽为 1 °C，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ， $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1}$ ，则：

$$u_5(\bar{L}_i) = \frac{\delta_t}{\sqrt{3}} \times L \cdot \alpha = \frac{1 \text{ °C}}{\sqrt{3}} \times 2 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ °C}^{-1} = 0.013 \mu\text{m}$$

A.6 合成标准不确定度计算

A.6.1 主要标准不确定度汇总表

测量不确定度分量及计算结果见表 A.1

表 A.1 主要标准不确定度汇总表

标准不确定度分量代号 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度分量 $u(x_i)$	c_i	$ c_i u(x_i)$ / μm
$u_1(\bar{L}_i)$	测量重复性	1.155 μm (取大值)	1	1.155
$u_2(\bar{L}_i)$	瞄准误差	0.816 μm		
$u_3(\bar{L}_i)$	万能工具显微镜示值误差	0.589 μm		0.589
$u_4(\bar{L}_i)$	万工显与切割刀线膨胀系数差	0.013 μm		0.013
$u_5(\bar{L}_i)$	万工显与切割刀温度差	0.013 μm		0.013

A.6.2 合成标准不确定度计算

$$u_c^2 = u^2(L) = c^2(\bar{L}_i) \cdot u^2(\bar{L}_i)$$

$$u_c = \sqrt{u_1^2(\bar{L}_i) + u_3^2(\bar{L}_i) + u_4^2(\bar{L}_i) + u_5^2(\bar{L}_i)} = 1.30 \mu\text{m}$$

A.7 扩展不确定度计算

取包含因子 $k = 2$

$$U = k \times u_c = 2 \times 1.30 \approx 3 \mu\text{m}$$

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与在实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 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；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

B.2 校准证书内页格式见表 B.1

表B.1 校准证书内页格式

证书编号：

序号	校准项目	校准值
1	刀片厚度	
2	齿顶角角度	
3	齿顶直线度	
4	齿顶刃口宽度	
5	齿间距	
齿间距测量不确定度： $U=$, $k=2$		

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，本附录仅建议与校准结果相关部分的内页格式。其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而在其他部分表述。