



中华人民共和国工业和信息化部 兵工民品计量技术规范

JJF（兵工民品） 0035—2024

螺纹量规测量仪校准规范

Calibration Specification for Thread Gauge Measuring Instrument

（报批稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

螺纹量规测量仪校准规范

Calibration Specification for
Thread Gauge Measuring Instrument

JJF（兵工民品） 0035—2024

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：内蒙古北方重工业集团有限公司

参与起草单位：国防科技工业 1511 二级计量站

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

任绍卿（内蒙古北方重工业集团有限公司）

张荔萍（内蒙古北方重工业集团有限公司）

乔永盛（内蒙古北方重工业集团有限公司）

参加起草人：

刘续开（国防科技工业 1511 二级计量站）

张建国（国防科技工业 1511 二级计量站）

周 玲（国防科技工业 1511 二级计量站）

潘 宇（国防科技工业 1511 二级计量站）

目 录

引言.....（Ⅱ）

1 范围.....（1）

2 引用文件.....（1）

3 概述.....（1）

3.1 原理.....（1）

3.2 结构.....（1）

4 计量特性.....（2）

4.1 定位夹具的垂直度.....（2）

4.2 触测误差.....（2）

4.3 测针移动的直线度误差.....（2）

4.4 示值误差.....（2）

4.5 标定规几何尺寸.....（2）

5 校准条件.....（3）

5.1 环境条件.....（3）

5.2 测量标准及其他设备.....（3）

6 校准项目和校准方法.....（3）

6.1 校准项目.....（3）

6.2 校准方法.....（4）

7 校准结果表达.....（6）

8 复校时间间隔.....（6）

附录 A 螺纹量规测量仪校准原始记录格式.....（7）

附录 B 校准证书内页格式.....（8）

附录 C 触测误差的测量不确定度评定示例.....（9）

附录 D 螺纹量规测量仪示值误差的测量不确定度评定示例.....（13）

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

螺纹量规测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于外尺寸测量范围（1～500）mm、内尺寸测量范围（2.5～400）mm螺纹量规测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1001 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJG 894-1995 标准环规

JJG 343-2012 光滑极限量规

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

3.1 原理

螺纹量规测量仪是一种基于计算机数学模型算法分析，集成测量光栅、数据并行采集和传输技术、控制技术于一体的测量仪器。工作时，控制系统驱动测针与被测量规表面接触，沿被测量规表面测量要素运动，测量系统的光栅记录接触测量过程中水平和垂直方向的坐标，由计算机将水平和垂直二维坐标数据进行合成，按螺纹量规的几何参数的相关定义进行计算、分析，获得螺纹量规的各项参数。原理图如图1所示。

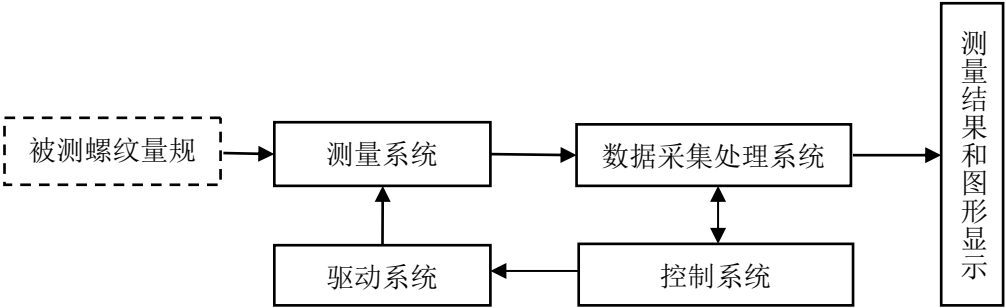
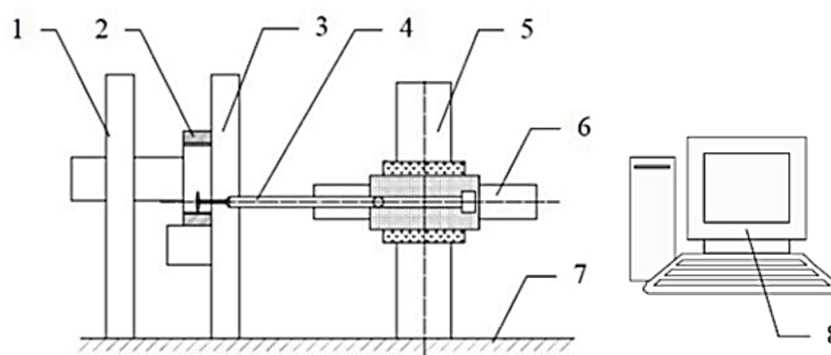


图1 螺纹量规测量仪原理框图

3.2 结构

典型螺纹量规测量仪主要由安装夹具、测针、气浮驱动测量系统、工作台、数据

采集处理系统等部分组成。安装夹具包括可移动顶紧夹具和定位夹具，定位夹具的定位面与工作台面垂直，用于固定被校准螺纹量规；测针用于触测螺纹牙形轮廓，由一组大小不同的测针组成，使用时根据被测螺纹量规的规格选择；气浮驱动测量系统包括 X 轴气浮驱动测量系统和 Z 轴气浮驱动测量系统，主要由导轨、气浮轴承、测量光栅、控制电机及传动机构等组成，用于驱动测针执行测量动作并测量二维坐标数据；数据采集处理系统内置测量软件及相关标准，用于采集光栅尺测量数据并将其转换为螺纹特征参数，与相关标准比较后得出测量结果，可显示螺纹牙型曲线图及螺纹的各种参数。按照工作时装夹量规的方式不同，分为卧式螺纹量规测量仪和立式螺纹量规测量仪，卧式典型结构如图 2 所示。



1—可移动顶紧夹具；2—被校量规；3—定位夹具；4—测针；5—Z轴气浮驱动测量系统
6—X轴气浮驱动测量系统；7—工作台；8—数据采集处理系统

图 2 典型螺纹量规测量仪结构图

4 计量特性

4.1 定位夹具的垂直度

定位夹具的垂直度不大于 0.001 mm。

4.2 触测误差

触测误差不大于 ± 0.001 mm。

4.3 测针移动的直线度

测针移动的直线度不大于 0.001 mm。

4.4 示值误差

示值误差不大于 $\pm (0.004 + L/100)$ mm。其中 L 的计量单位 m。

4.5 标定规几何尺寸

仪器的标定规分为标定环规和标定塞规，标定环规应符合三等标准环规的技术要求，标定塞规按实际校准尺寸使用。

注：上述计量特性，不作为合格判定的依据。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：(20±2) °C，校准过程中温度变化小于 0.5 °C/h。

5.1.2 相对湿度：≤90%。

5.1.3 现场环境不应有影响校准结果的振动、电磁干扰等现象。

5.1.4 螺纹量规测量仪及校准用计量器具在室内平衡温度的时间不少于 2 h。

5.2 测量标准及其他设备

校准用测量标准及设备要求见表 1。

表 1 校准用测量标准及设备要求

标准设备	技术要求
圆柱直角尺	Φ75mm×315mm，0 级
坐标测量球	Φ25 mm，圆度小于 0.0005 mm
平面平晶	Φ60 mm、1 级
标准环规	三等Φ30 mm、Φ60 mm、Φ125 mm 等
孔径测量仪	测量范围（0~200）mm 最大允许误差：±（0.7+6L） μm
立式光学计	最大允许误差：±0.25 μm
量块	三等、（0.5~100）mm

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

螺纹量规测量仪的校准项目见表 2。

表 2 螺纹量规测量仪校准项目一览表

序号	校准项目	校准用测量标准及设备
1	外观及附件检查	——
2	定位夹具的垂直度	0 级Φ75mm×315mm 圆柱直角尺
3	触测误差	坐标测量球
4	测针移动的直线度	1 级平面平晶
5	示值误差	三等标准环规
6	标定规几何尺寸	孔径测量仪、立式光学计、三等量块 或满足测量要求的其他测量设备

6.2 校准方法

6.2.1 外观及附件

校准方法如下：

a) 目视观察，螺纹量规测量仪的外形结构应完好，夹具、测针以及标定规表面的数字、刻线和文字应清晰、完整；设备的制造年月、编号等均应有明确的标记；

b) 检查夹具、测针以及标定规工作面，不允许有划痕、锈蚀和影响测量数据的其它瑕疵；

c) 将螺纹量规测量仪基座、导轨、可移动支架和测针以及夹具等表面的尘土、油污等杂物用柔软的布料擦拭干净，检查是否有影响校准结果的缺陷，将校准用测量仪器放置到校准实验室内，与螺纹量规测量仪进行温度平衡处理，平衡温度时间不小于 2h。

d) 检查结果记入原始记录，原始记录格式见附录 A。

6.2.2 定位夹具的垂直度

在校准定位夹具垂直度时，采用标准光隙法，校准方法如下：

a) 以 0 级圆柱直角尺的母线与定位夹具定位面接触，观察在接触范围内是否存在光隙；

b) 若不存在光隙，则垂直度在 0.001mm 内；若存在白光光隙，则用三等量块试塞方法，测量光隙的大小，根据量块的实际尺寸给出定位夹具的垂直度的大小；

c) 将测量值的最大值作为定位夹具的垂直度，将测量结果记录在校准原始记录中。

6.2.3 触测误差

在校准螺纹量规测量仪触测误差时，用坐标测量球作为计量标准，校准方法如下：

a) 将坐标测量球安装可靠后，用手动测量方式，使螺纹量规测量仪的测针在坐标测量球表面找到坐标测量球最高点；

b) 移动测针接近坐标球，根据坐标测量球的溯源尺寸，确定测针的起始位置、终止位置，开始测量，测量结果与坐标测量球的实际直径值进行比较，两者差值为触测误差,按公式 (1) 计算。

$$E_i = A_i - A_s \quad (1)$$

式中：

E_i ——触测误差，mm；

A_i ——螺纹量规测量仪的触测坐标球的示值，mm；

A_s ——校准时所用坐标测量球的实际直径值，mm。

c) 在第一次测量完成后，将坐标测量球转 90°重新安装坐标测量球，重复 b)，两个方向测量获得触测误差的绝对值最大者作为螺纹量规测量仪的触测误差；

d) 将测量结果记录在校准原始记录，触测误差的测量不确定度评定按照 JJF

1059.1-2012 的规定执行。

6.2.4 测针移动的直线度

校准方法如下：

- a) 在校准测针移动的直线度时用 1 级直径 60mm 的平面平晶作为测量标准；
- b) 在校准时，驱动螺纹测量仪的测针在平面平晶的工作面匀速移动，移动长度为测针伸缩的全行程，由螺纹测量仪显示曲线确定测针移动的直线度；
- c) 将测量结果记录在校准原始记录中。

6.2.5 示值误差

校准时，以经过有效溯源的三等标准环规的直径值作为测量标准。在螺纹量规测量仪 Z 轴方向的测量范围内均匀选择几个典型值作为校准点，校准方法如下：

- a) 将相应规格三等标准环规通过固定卡具，安装在被校准的螺纹量规测量仪的卡具座；
- b) 螺纹量规测量仪对标准环规中截面直径进行直接测量；
- c) 测量获得的直径值与经过溯源获得的三等标准环规的实际值进行比较，两者的差值就是螺纹量规测量仪的示值误差，按公式（2）计算；

$$E_i = L_i - (\phi_i + A_i) \quad (2)$$

式中：

- E_i ——校准点的示值误差，mm；
- L_i ——螺纹量规测量仪被校点的示值，mm；
- ϕ_i ——校准时所用标准环规的标称值，mm；
- A_i ——标准环规的修正值，mm。

- d) 将测量结果记录在校准原始记录中，示值误差的测量不确定度评定按照 JJF 1059.1-2012 规定执行，其量传关系如图 3 所示。

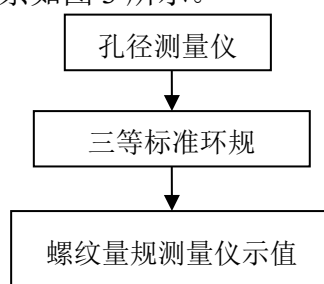


图 3 螺纹量规测量仪垂直方向示值量传图

6.2.6 标定规几何尺寸

按 JJG 894-1995 对螺纹量规测量仪的标定环规进行校准，按 JJG 343-2010 对标定塞规进行校准。

7 校准结果表达

校准结束后出具校准证书,推荐校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出,并按JJF 1059.1-2012给出测量不确定度,不确定度评定示例见附录C、附录D。校准证书至少包含以下信息:

- a) 标题,如“校准证书”或“校准报告”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果不在实验室内进行校准);
- 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) 送校单位的名称和地址;
- 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,应对抽样程序进行说明;
- i) 对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,以及签发日期;
- 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,不得部分复制证书或报告的声明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定,一般不超过12个月。

附录 A

螺纹量规测量仪校准原始记录推荐格式

被校仪器							
委托单位		仪器名称		示值范围			
地址		出厂编号		准确度等级			
型号/规格		制造商		证书编号			
校准用设备							
名称	编号	示值范围	准确度等级/最大允许 误差/测量不确定度		溯源机构/证 书编号		有效期至
环境温度		℃	相对湿度		%	其它	
依据技术文件				工作地点			
校准项目		校准结果					
外观及附件检查							
定位夹具的垂直度		读数值					
		最终结果					
触测误差		方向 1		方向 2		最终结果	
测针移动的直线度							
示值误差		标准环规 1		标准环规 2		标准环规 3	
标定规几何尺寸							
触测误差的测量不确定度		$U=$ (k=2)					
示值误差的测量不确定度		$U=$ (k=2)					
校准人				审核人			
校准日期							

附录 B

校准证书内页推荐格式

1 外观及附件检查

表 B.1 外观及外观及附件检查

项目	检查结果
外观检查	
外观及附件检查	

2 定位夹具的垂直度

3 触测误差

4 测针移动的直线度

5 示值误差

6 标定规几何尺寸

触测误差的测量不确定度 $U=$ ($k=2$)

示值误差的测量不确定度 $U=$ ($k=2$)

附录 C

触测误差的测量不确定度评定示例

C.1 概述

螺纹量规测量仪的轮廓扫描最大长度是 75mm，有效扫描的长度在 60mm 内，校准螺纹量规测量仪的触测误差时以经过有效溯源的坐标测量球作为标准器。下面以直径 25mm 的坐标测量球校准螺纹量规测量仪触测误差为例，进行测量不确定度评定。

C.2 测量模型

测量模型见公式 (C.1)。

$$E_i = A_i - A_s \quad (\text{C.1})$$

式中：

E_i ——触测误差，mm；

A_i ——螺纹量规测量仪的触测坐标测量球的示值，mm；

A_s ——校准时所用坐标测量球的实际直径值，mm。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 测量不确定度来源分析

螺纹量规测量仪触测误差的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 $u(a)$ 、螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1(E)$ ，由坐标测量球引入的标准不确定度分量 $u_2(E)$ ，校准时坐标测量球安装调整不完善引入的标准不确定度分量 $u_3(E)$ 、测针触测形式引入的标准不确定度分量 $u_4(E)$ 、温度引入的标准不确定度分量 $u_5(E)$ 。

C.3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(a)$

测量重复性引入的不确定度分量 $u(a)$ 用 A 类方法评定。在重复性测量条件下，用坐标测量球对螺纹量规测量仪的触测误差进行 10 次测量，测量数据如下表，用 A 类方法评定。直径值测量重复性采用校准过程中获得的数据见表 C.1。

表 C.1 坐标球直径值重复性测量数据

单位: μm

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (偏差)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1
算术平均值 \bar{A}	$\bar{x}=0.14$									
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.05$									

则测量重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u(a)=\frac{s(x)}{\sqrt{10}}=0.016\mu\text{m}$$

C.3.3 螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1(E)$

分辨力是 $0.10\mu\text{m}$, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量为:

$$u_1(E)=\frac{0.1}{2\sqrt{3}}=0.029\mu\text{m}$$

C.3.4 由坐标测量球引入的标准不确定度分量 $u_2(E)$

C.3.4.1 坐标测量球直径值的测量不确定度引入的标准不确定度分量 $u_{2.1}(E)$

参考 JJF 1422-2013, 坐标测量球直径值的扩展不确定度 $0.29\mu\text{m}$, 半宽度为 $0.29\mu\text{m}$, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则引入的标准不确定度分量为:

$$u_{2.1}(E)=\frac{0.29}{\sqrt{3}}=0.017\mu\text{m}$$

C.3.4.2 坐标测量球圆度误差引入的标准不确定度分量 $u_{2.2}(E)$

参考 JJF 1422-2013, 坐标测量球圆度误差为 $0.2\mu\text{m}$, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则引入的标准不确定度分量为:

$$u_{2.2}(E)=\frac{0.2}{2\sqrt{3}}=0.058\mu\text{m}$$

由于两者是正相关, 则由坐标测量球引入的标准测量不确定分量为:

$$u_2(E)=u_{2.1}(E)+u_{2.2}(E)=0.23\mu\text{m}$$

C.3.5 校准时坐标测量球安装调整不完善引入的标准不确定度分量 $u_3(E)$

在校准时, 由于坐标测量球安装调整不完善引入的最大影响控制在 $\pm 0.1\mu\text{m}$, 半宽度为 $0.1\mu\text{m}$, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则

$$u_3(E)=\frac{0.1}{\sqrt{3}}=0.058\mu\text{m}$$

C.3.6 触测形式引入的标准不确定度分量 $u_4(E)$

坐标测量球与螺纹量规测量仪的测针的两个测尖直接接触，经试验其影响可以控制在 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ ，半宽度为 $0.1 \mu\text{m}$ ，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u_4(E) = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058 \mu\text{m}$$

C.3.7 校准时温度偏离 20°C 时引入的标准不确定度分量 $u_5(E)$

在校准前，坐标测量球与螺纹量规测量仪一起充分定温，所以此处主要考虑温度偏离 20°C 时，坐标测量球与螺纹量规测量仪的线膨胀系数差的影响，在校准过程中，室温控制在 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 范围内，查螺纹量规测量仪使用说明书，得知螺纹量规测量仪的线膨胀系数为 $\alpha_{\text{机}} = (8 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，坐标测量球的线膨胀系数 $\alpha_{\text{球}} = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，两者最大差 $5.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ，近似三角分布， $k=\sqrt{6}$ ，则

当坐标测量球的直径是 25mm 时，由温度带来的极限误差是：

$$\begin{aligned} E_{\text{温}} &= L \times \Delta T \times \alpha_{\text{机}} - L \times \Delta T \times \alpha_{\text{球}} = L \times \Delta T \times (\alpha_{\text{机}} - \alpha_{\text{球}}) \\ &= \pm (25 \times 10^3 \times 0.5 \times 5.5 \times 10^{-6}) \mu\text{m} = 0.069 \mu\text{m} \end{aligned}$$

由校准时温度引入的标准测量不确定度分量 $u_5(E)$ 是：

$$u_5(E) = \frac{0.069}{\sqrt{6}} = 0.028 \mu\text{m}$$

C.4 合成标准不确定度

C.4.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度汇总

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值/ μm	灵敏 系数	$ c_i u(x_i) / \mu\text{m}$
$u(a)$	测量的重复性	0.016	—	0.016
$u_1(E)$	螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量	0.029	1	0.029
$u_2(E)$	坐标测量球引入的标准不确定度分量	0.23	1	0.23
$u_3(E)$	坐标测量球安装调整不完善引入的标准不确定度分量	0.058	1	0.058
$u_4(E)$	触测形式引入的标准不确定度分量	0.058	1	0.058
$u_5(E)$	校准时温度引入的标准测量不确定度分量	0.028	1	0.028

C.4.2 合成标准不确定度计算

在测量的重复性和螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量中，取两个分量数值较大者，其它分量互不相关，故合成标准不确定度为：

$$\begin{aligned}u_c &= \sqrt{c_2^2 u_1^2(E) + c_3^2 u_2^2(E) + c_4^2 u_3^2(E) + c_5^2 u_4^2(E) + c_6^2 u_5^2(E)} \\&= \sqrt{0.029^2 + 0.23^2 + 0.058^2 + 0.028^2} = 0.25 \mu\text{m}\end{aligned}$$

C.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k u_c = 0.5 \mu\text{m} \quad (k=2)$$

附录 D

螺纹量规测量仪示值误差的测量不确定度评定示例

D.1 概述

在螺纹量规测量仪测量直径的轴线方向上,要校准的轴线上,沿直径测量方向分别安装 3~5 个不同直径尺寸的三等标准环规。用经过标定的测针直接测量标准环规的直径值,再与标准环规实际尺寸比较,得出螺纹量规测量仪各校准点的示值误差。

以测量范围 (2.5~160) mm 的螺纹量规测量仪的 Z 轴示值误差校准为例,进行测量不确定度的评定。

在校准时以 10mm、125mm 三等标准环规作为计量标准,对螺纹量规测量仪示 Z 轴值误差进行校准。

D.2 测量模型

测量模型按公式 (D.1) 计算。

$$E_i = L_i - \phi_s \quad (\text{D.1})$$

式中:

E_i ——校准点的示值误差, mm;

L_i ——螺纹量规测量仪被校点的示值, mm;

ϕ_s ——校准时所用标准环规的实际值, mm。

D.3 标准不确定度分量评定

D.3.1 测量不确定度来源分析

螺纹量规测量仪示值误差的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 $u(a)$ 、螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1(E)$ 、标准环规直径误差引入的标准不确定度分量 $u_2(E)$ 、校准时标准环规形状误差引入的标准不确定度分量 $u_3(E)$ 、校准时标准环规安装偏差引入的标准不确定度分量 $u_4(E)$ 。

D.3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 $u(a)$

测量重复性引入的不确定度分量 $u(a)$ 用 A 类方法评定。在重复性测量条件下,对螺纹量规测量仪示值误差进行 10 次测量,测量数据如下表,用 A 类方法评定。10mm 重复性采用校准过程中获得的数据见表 D.1,125mm 重复性采用校准过程中获得的数据见表 D.2。

表 D.1 10mm 重复性测量数据

单位：μm

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值（偏差）	0.4	0.3	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4	0.4	0.5	0.6
算术平均值 \bar{A}	$\bar{E}=0.46$									
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.097$									

则 10mm 重复性引入的不确定度分量为：

$$u(a)_1=\frac{s(x)}{\sqrt{10}}=0.03\mu\text{m}$$

表 D.2 125mm 重复性测量数据

单位：μm

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值（偏差）	0.3	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
算术平均值 \bar{A}	$\bar{E}=0.26$									
实验标准偏差 $s(x)$	$s(x)=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n}(x_i-\bar{x})^2}{n-1}}=0.07$									

则 125mm 重复性引入的不确定度分量为：

$$u(a)_2=\frac{s(x)}{\sqrt{10}}=0.02\mu\text{m}$$

则测量重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u(a)=0.03\mu\text{m}$$

D.3.3 螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量 $u_1(E)$

螺纹量规测量仪分辨力为 0.1 μm，按均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则分辨力引入的标准不确定度分量为：

$$u_1(E)=\frac{0.1}{2\sqrt{3}}=0.029\mu\text{m}$$

D.3.4 标准环规直径误差引入的标准不确定度分量 $u_2(E)$

根据标准环规的检定规程规定，直径 200mm 内三等标准环规直径偏差的测量不确

定度 $(0.7+6L) \mu\text{m}$, 半宽度为 $1.9 \mu\text{m}$, 按正态分布, $k=2$, 则直径误差引入的标准不确定度分量为:

$$u_2(E) = \frac{1.9}{2} = 0.95 \mu\text{m}$$

D.3.5 校准时标准环规形状误差引入的标准不确定度分量 $u_3(E)$

标准环规的检定规程规定, 直径 200mm 内三等标准环规直径变动量的最大允许误差为 $0.8 \mu\text{m}$, 半宽度为 $0.4 \mu\text{m}$, 按均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则形状误差引入的标准不确定度分量为:

$$u_3(E) = \frac{0.4}{\sqrt{3}} = 0.23 \mu\text{m}$$

D.3.6 校准时温度偏离 20°C 时引入的标准不确定度分量 $u_4(E)$

在校准前, 标准环规与螺纹量规测量仪一起充分定温, 所以此处主要考虑温度偏离 20°C 时, 标准环规与螺纹量规测量仪的线膨胀系数差的影响, 在校准过程中, 室温控制在 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 范围内, 查螺纹量规使用说明书, 得知螺纹量规测量仪的线膨胀系数为 $\alpha_{\text{机}} = (8 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 坐标测量球的线膨胀系数 $\alpha_{\text{球}} = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 两者最大差 $5.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 近似三角分布, $k=\sqrt{6}$, 则

当标准环规的直径是 200mm 时, 由温度带来的极限误差是:

$$\begin{aligned} E_{\text{温}} &= L \times \Delta T \times \alpha_{\text{机}} - L \times \Delta T \times \alpha_{\text{球}} = L \times \Delta T \times (\alpha_{\text{机}} - \alpha_{\text{球}}) \\ &= \pm (200 \times 10^3 \times 0.5 \times 5.5 \times 10^{-6}) \mu\text{m} = \pm 0.55 \mu\text{m} \end{aligned}$$

由校准时温度引入的标准测量不确定度分量为:

$$u_4(E) = \frac{0.55}{\sqrt{6}} = 0.22 \mu\text{m}$$

D.4 合成不确定度

D.4.1 标准不确定度汇总

标准不确定度汇总见表 D.3。

表 D.3 标准不确定度汇总

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	$u(x_i)$ 的值/ μm	灵敏 系数	$ c_i u(x_i)/\mu\text{m}$
$u(a)$	测量的重复性	0.03	—	0.03
$u_1(E)$	螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量	0.029	1	0.029
$u_2(E)$	标准环规直径值引入的标准不确定度分量	0.95	1	0.95
$u_3(E)$	标准环规形状引入的标准不确定度分量	0.23	1	0.23
$u_4(E)$	校准时温度引入的标准测量不确定度分量	0.22	1	0.22

D.4.2 合成标准不确定度计算

在测量的重复性和螺纹量规测量仪分辨力引入的标准不确定度分量中,取两个分量数值较大者,其它分量互不相关,故合成标准不确定度为:

$$\begin{aligned}u_c &= \sqrt{c_1^2 u^2(a) + c_2^2 u_1^2(E) + c_3^2 u_2^2(E) + c_4^2 u_3^2(E) + c_5^2 u_4^2(E)} \\&= \sqrt{0.03^2 + 0.95^2 + 0.23^2 + 0.22^2} = 1.0 \mu\text{m}\end{aligned}$$

D.5 扩展不确定度

测量范围内,各校准点不确定度来源相同,取 $k=2$,则扩展不确定度为:

$$U = k u_c = 2.0 \mu\text{m} \quad (k=2)$$

中华人民共和国工业和信息化部

兵工民品计量技术规范

螺纹量规测量仪校准规范

JJF（兵工民品）0035—2024

版权所有 不得翻印