

长受控 A-95/1

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1345—2012

圆柱螺纹量规校准规范

Calibration Specification for Cylindrical Thread Gauges

2012-04-17 发布

2012-10-17 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



圆柱螺纹量规校准规范

Calibration Specification for
Cylindrical Thread Gauges

JJF 1345—2012
代替 JJG 888—1995

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

参加起草单位：成都成量工具集团有限公司

本规范主要起草人：

王为农（中国计量科学研究院）

裴丽梅（中国计量科学研究院）

石作德（辽宁省计量科学研究院）

张 瑜（辽宁省计量科学研究院）

参加起草人：

王 莺（成都成量工具集团有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 计量特性及符号	(1)
5.2 计量特性校准组合	(2)
6 校准条件	(3)
6.1 环境条件	(3)
6.2 标准仪器及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目组合	(3)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(7)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 小尺寸工作环规及一般用途工作环规校准	(8)
附录 B 中径测量的不确定度评定示例	(9)
附录 C 中径计算示例	(14)
附录 D 校准记录及证书内页格式	(15)
附录 E 规范中使用的符号列表	(18)

引 言

本规范参照下列文件起草：

欧洲国家计量院联合会（European Association of National Metrology Institutes）校准指南：使用机械法测量圆柱螺纹量规中径指南（EURAMET/cg-10/v.01；Determination of Pitch Diameter of Parallel Thread Gauges by Mechanical Probing, July 2007）

德国校准实验室（DKD）指南 DKD-R 4-3：2003 第 4.8 部分：几何量测量器具校准：圆柱螺纹设定规、工作规和校对规的校准（Richtlinie DKD-R 4-3 Blatt 4.8 Kalibrieren von Messmitteln für geometrische Messgrößen, Kalibrieren von zylindrischen Gewinde-Einstellornen, Gewinde-Lehrdornen und-Prüfdornen, 2003）

本规范为修订，代替 JJG 888—1995《圆柱螺纹量规》。

与 JJG 888 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 校准的计量特性只包括直接影响螺纹量规中径量值的参数：单一中径、牙侧角、螺距及螺距累积误差。检查性计量特性，如硬度、表面粗糙度等不列入。
- 对计量特性设定组合，明确可以按照需要选择组合进行部分计量特性的校准。
- 探针直径的影响由实验室根据采用的具体方法作为不确定度分量考虑。



圆柱螺纹量规校准规范

1 范围

本规范适用于对称的直牙侧牙型圆柱螺纹量规的校准。

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

GB/T 3934—2003 普通螺纹量规 技术条件

GB/T 14791—1993 螺纹术语

GB/T 27025 检测和校准实验室能力的通用要求

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 术语

圆柱螺纹的术语见 GB/T 3934—2003，GB/T 14791—1993。

4 概述

圆柱螺纹量规是对内、外圆柱螺纹要素尺寸边界条件进行综合检验的计量器具，用于控制圆柱螺纹要素的极限尺寸。

构成圆柱螺纹的要素见图 1。

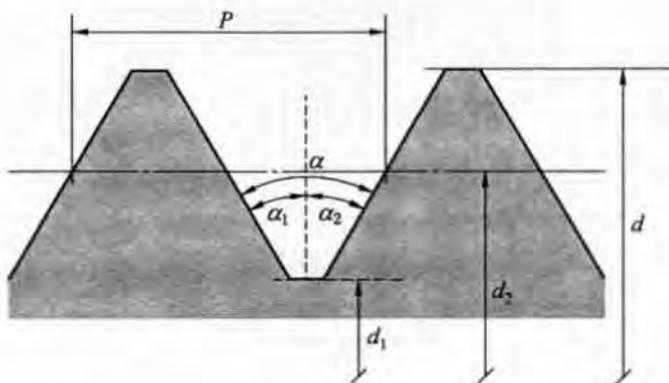


图 1 圆柱螺纹要素

d_2 —中径； d —大径； d_1 —小径； P —螺距； α_1 ， α_2 —牙侧角； α —牙型角， $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$

注：图中图形和符号适用于外螺纹。

内螺纹中径、大径、小径符号分别表示为 D_2 、 D 、 D_1 ，其余与外螺纹相同。

5 计量特性

5.1 计量特性及符号

计量特性及符号见表 1。

表 1 计量特性及符号

名称	符号	名称	符号
中径	d_2, D_2	牙侧角	α_1, α_2
螺距	P	塞规大径	d
牙型角	α	环规小径	D_1
螺距累积误差	ΔP_Σ		

5.2 计量特性校准组合

根据用户的预期应用选择计量特性进行校准。这些计量特性的校准通常按照表 2 所列不同情况进行组合。

表 2 圆柱螺纹量规计量特性校准组合

组合	计量特性	符号	参数		需作为不确定度分量的输入	预期应用	
			测量	引用			
1	中径	d_2, D_2	m	—	√	螺纹量规的复校准	
	牙型角	α	—	标称值	√ (公差区间)		
	螺距	P	—	标称值	—		
2	中径	d_2, D_2	m	—	√		
	牙型角	α	—	—	√		
	螺距	P	—	标称值	—		
3	中径	d_2, D_2	m	—	√		螺纹量规的首次和修理后的校准
	牙型角	α	—	标称值	√ (公差区间)		
	螺距	P	P	—	√		
4	中径	D_2	m	—	√		
	牙侧角	α_1, α_2	α_1, α_2	—	√		
	塞规大径	d	d	—	√		
	环规小径	D_1	D_1	—	√		
	螺距	P	P	—	√		
作用中径							
5	中径	d_2, D_2	m	—	√		
	牙侧角	α_1, α_2	α_1, α_2	—	√		
	塞规大径	d	d	—	√		
	环规小径	D_1	D_1	—	√		
	螺距累积误差	ΔP_Σ	ΔP_Σ	—	√		

注：符号 m 是测量螺纹中径时，与螺纹两牙侧良好接触的探针或三针的中心间距离（见图 3）。

6 校准条件

6.1 环境条件

对温度的最低要求，根据其对测量不确定度的影响而定。环境的温度变化应尽量控制，在量规尺寸比较大时尤其应注意。

6.2 标准仪器及其他设备

表 3 所列测量仪器可以作为标准仪器，用于测量螺纹量规的一个或几个参数。根据仪器的准确度、操作方法和被校量规参数不同，校准结果的不确定度会不同，应根据需要选择，并在不确定度评定中考虑。

表 3 可选用的测量仪器

名 称	被测参数
测长仪+三针/T形球探针	单一中径
轮廓仪	螺距，牙型角
万能工具显微镜（轴切法）	螺距，大径/小径，牙侧角，中径，作用中径
坐标测量机	单一中径，螺距，大径/小径，牙侧角，作用中径
二维螺纹量规扫描仪	单一中径，螺距，大径/小径，牙侧角，作用中径

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目组合

7.1.1 组合 1：单一中径

测量 m 值，利用螺距 P 和牙型角 α 的标称值，计算单一中径。

7.1.2 组合 2：单一中径

测量 m 值和牙型角 α ，利用螺距 P 的名义值，计算单一中径。

7.1.3 组合 3：中径

测量 m 值和螺距 P ，利用牙型角 α 的标称值，计算中径。

7.1.4 组合 4：中径

测量 m 值、螺距 P 、牙侧角 α_1 和 α_2 、大径 d 或小径 D_1 ，计算中径。

7.1.5 组合 5：作用中径

测量 m 值、螺距 P 、牙侧角 α_1 和 α_2 、大径 d 或小径 D_1 ，利用螺距累积误差计算作用中径。

7.2 校准方法

7.2.1 单一中径

利用表 3 中列出的不同仪器，单一中径校准方法会有差异。以下单一中径校准表述仅涉及三针法或测球法。

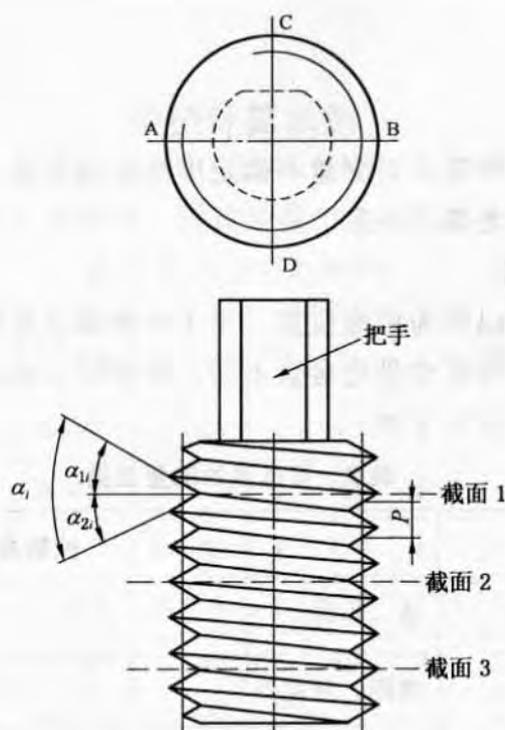
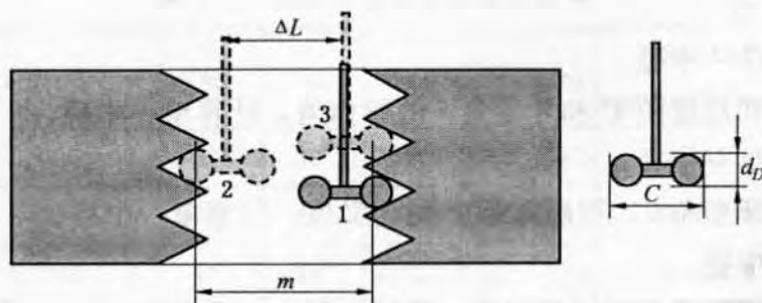


图 2 校准中的测量位置和轴截面

选用三针或测球（以下简称探针）直径 d_D 应尽量接近最佳直径 d_0 。 d_0 的计算采用附录 B 中的公式 (B1)。

在互相垂直的 2 个轴截面 (A—B, C—D) 上, 至少在螺纹量规长度上的 2 个截面 (截面 1, 3) 测量 m 值。

图 3 m 值和中间参数

测量时, 三针法中探针应与螺纹两牙侧和测长仪的测帽接触良好。测球法必须保证测球球心位于量规的轴截面, 并与螺纹两牙侧接触良好。

利用测量的 m 值, 已知的螺距 P , 牙型角 α 标称值, 以及探针直径 d_D 代入公式 (1), 计算单一中径。

$$d_2, D_2 = m \mp d_D \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \pm \frac{P}{2} \cot(\alpha/2) \cdot A_1 \pm A_2 \quad (1)$$

上面的运算符用于外螺纹中径 (d_2) 计算, 下面的运算符用于内螺纹中径 (D_2) 计算。

式中:

A_1 ——螺旋升角修正值, 螺旋升角增加时, 探针对螺纹轴线的偏离将增大, 见 7.2.1.1 或 7.2.1.2。

A_2 ——测量力修正值, 见 7.2.1.3。

多测量点分别计算单一中径, 所有单一中径的平均值作为最终的校准结果。

7.2.1.1 螺旋升角近似修正

对于小螺旋升角, 并且牙侧角不小于 20° 的量规, 可以进行下列螺旋升角修正的近似:

$$A_1 = \frac{d_D}{2} \tan^2 \Psi \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cot \frac{\alpha}{2}, \text{ 其中 } \tan \Psi = \frac{P}{\pi \cdot D_2} \text{ 或 } \tan \Psi = \frac{P}{\pi \cdot d_2} \quad (2)$$

式中:

Ψ ——螺旋升角。

附录 C 的表 C.2 给出了不同对称轮廓螺纹采用公式 (2) 近似的效果。

7.2.1.2 螺旋升角的准确修正

公式 (3)~公式 (5) 提供螺旋升角的准确修正, 适用于一般情况。

$$d_2, D_2 = m \cdot \cos \theta \mp d_D \cdot \frac{\cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}}{\sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} \sqrt{1 - \frac{m^2 \cdot \sin^2 \theta}{d_D^2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right)}} \pm \left(\frac{l}{n} - \frac{2 \cdot l \cdot \theta}{\pi} \right) \cdot \frac{\cos \alpha_1 \cdot \cos \alpha_2}{\sin(\alpha_1 - \alpha_2)} \quad (3)$$

轴向角 θ 通过迭代计算:

$$\theta_k = \arcsin \left[\frac{d_D \cdot l}{\pi \cdot m^2} \cdot \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}}{\cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}} \cdot \frac{\sqrt{1 - \frac{m^2 \cdot \sin^2 \theta_{k-1}}{d_D^2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right)}}}{\cos \theta_{k-1} \mp \sin \left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \right) \cdot \cos \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right) \cdot \frac{d_D}{m} \cdot \sqrt{1 - \frac{m^2 \cdot \sin^2 \theta_{k-1}}{d_D^2 \cdot \cos^2 \left(\frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \right)}}} \right] \quad (4)$$

起始值为:

$$\theta_1 = \frac{d_D \cdot l}{\pi \cdot m^2} \cdot \frac{\cos \alpha_1 \cos \alpha_2 \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}}{\cos \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \cdot \left(1 \mp \sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} \cdot \cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2} \cdot \frac{d_D}{m} \right)} \quad (5)$$

式中:

上面的运算符用于外螺纹修正值计算, 下面的运算符用于内螺纹修正值计算。

l ——多线螺纹的导程, $l = nP$ 。

附录 C 的表 C.1 给出了不同参数对应的计算结果, 可以用于测试中径计算软件。

7.2.1.3 探针变形的修正

根据测量过程, 校准中径时的测量力决定了探针变形的大小。螺纹量规测量中的部分弹性变形在探针标定和置零过程中已经被补偿了。

球形探针使用光面环规标定, 简化为球和平面接触, 变形修正的近似公式为:

$$w_0 = \sqrt[3]{\frac{9F^2}{8d_D} \left[\frac{(1-\nu_1^2)}{E_1} + \frac{(1-\nu_2^2)}{E_2} \right]^2}, \quad (6)$$

式中

w_0 ——球和平面接触的变形；

ν_i ——泊松系数（钢为 0.28；红宝石为 0.25）， $i=1, 2$ ；

F ——测量力（垂直于平面）；

E_i ——弹性模数（钢为 $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ；红宝石为 $4 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ）， $i=1, 2$ ；

d_D ——探针直径。

通常球形探针与螺纹量规应采用不同材料。

测量螺纹量规时，螺旋线形的牙侧可以简化为 V 形槽。探针与 V 形槽接触时，垂直于牙侧的测量力下降为 $F/[2 \sin(\alpha/2)]$ 。在原始测量力的方向（中径方向）引起的探针变形比垂直于牙侧方向的变形大 $1/\sin(\alpha/2)$ 倍。得到公式：

$$w_{V0} = (\sin(\alpha/2))^{-5/3} (1/2)^{2/3} w_0 \quad (6a)$$

式中：

w_{V0} ——V 形槽中球的变形；

探针两侧在螺纹量规上引起的变形修正均要考虑，故

$$A_2 = 2w_{V0} \quad (6b)$$

例如：公制螺纹， $\alpha/2=30^\circ$ ，采用 1 mm 钢球探针和 1 N 测量力，根据公式（6）、公式（6a）和公式（6b），

$$w_0 = 0.46 \mu\text{m}, A_2 = 2w_{V0} = 4w_0 = 1.84 \mu\text{m}$$

摩擦效应，以及三针和平面测帽的形状误差引起的公式（6）的偏差，一般建议通过优化测量程序减小修正量。

7.2.2 螺距

组合 3 和组合 4 中的螺距测量在螺纹全长上至少 2 个位置的两个相互垂直的轴截面（A—B，C—D）进行。

组合 5 的螺距测量在螺纹的全长上进行。分别在两个相互垂直的轴截面（A—B，C—D）上测量螺距 P_1, \dots, P_k ， k 为螺纹全长上的螺距数。计算螺距累积误差 δP 。

对多线螺纹量规，分别测量每线的导程，并测量相邻螺纹线间的螺距。

7.2.3 牙型角

使用二维或三维仪器测量。测量应在螺纹两个相互垂直轴截面的全长上至少 2 个位置进行。

7.2.4 牙侧角

使用二维或三维仪器测量。测量应在螺纹两个相互垂直轴截面的全长上至少 2 个位置进行。

7.2.5 中径

中径测量与 7.2.1 中方法一致，公式（1）~公式（5）代入螺距 P 和牙侧角 α_1, α_2 的测量值，或代入螺距 P 的测量值和牙型角 α 的标称值。

各测量点分别计算中径，计算中径的平均值。

7.2.6 作用中径的计算

作用中径通过对单一中径测量值进行螺距累积误差和牙侧角的修正获得。

$$d_2, D_2 = m \mp d_D \frac{1}{\sin(\alpha/2)} \pm \frac{P}{2} \cot(\alpha/2) \cdot A_1 \pm A_2 + \delta D_{P\Sigma} + \delta D_a \quad (7)$$

式中：上面的运算符用于外螺纹中径（ d_2 ）计算，下面的运算符用于内螺纹中径（ D_2 ）计算。

7.2.6.1 螺距累积误差的修正值

利用螺距累积误差 δP_Σ 计算修正值 $\delta D_{P\Sigma}$ ，用于对单一中径的修正：

$$\delta D_{P\Sigma} = \pm \frac{|\delta P_\Sigma|}{\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (8)$$

式中：符号“+”用于外螺纹，符号“-”用于内螺纹。

7.2.6.2 牙侧角偏差修正：

利用牙侧角偏差 $\delta\alpha_1$ ， $\delta\alpha_2$ 计算修正值，用于对单一中径的修正。

对于 ISO 螺纹（ $\alpha/2=30^\circ$ ），修正值为：

$$\delta D_a = \pm 0.625P(|\delta\alpha_1| + |\delta\alpha_2|) \quad (9)$$

式中： $\delta\alpha_1$ ， $\delta\alpha_2$ 的单位为 rad。上面的运算符用于外螺纹计算，下面的运算符用于内螺纹计算。

8 校准结果表达

校准证书应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求。

校准证书中的校准结果及其测量不确定部分按 7.1 中给出的组合出具相关计量特性的数据及单一中径、中径或作用中径的校准结果，并必须明确哪些参数是测量的，哪些参数是引用的。如采用了引用数据，必须给出引用数据的来源。单一中径、中径或作用中径的校准结果应注明测量不确定度。

当采用附录 A 方法校准工作环规作用中径，需给出校对塞规的证书信息，并注明旋合结果是否满足要求。

校准的记录格式和校准证书内页格式，可参考附录 D。

9 复校时间间隔

螺纹量规的所有者应根据使用频次、使用条件和磨损情况自行确定复校时间间隔，定期进行复校。

附录 A

小尺寸工作环规及一般用途工作环规校准

A.1 小尺寸及一般用途工作环规符合性检验的替代方法

小尺寸工作环规及一般用途工作环规（以下简称工作环规）可以采用螺纹校对塞规进行作用中径的首次校准，并进行符合性判断，代替组合 4 或组合 5。所使用的螺纹校对塞规必须按照组合 5 进行校准，并符合相关标准规定的计量要求。

小尺寸工作环规及一般用途工作环规（以下简称工作环规）可以采用螺纹校对磨损塞规对工作环规的作用中径进行周期校准和符合性判断，代替组合 1、2 或 3。螺纹校对磨损塞规必须按照组合 5 进行校准，并符合相关标准规定的计量要求。

A.2 作用中径的量规校准

以校准合格的螺纹校对塞规对新制造的工作环规进行首次校准。

校通一通或校止一通应旋合通过工作环规；

校通一止或校止一止允许旋入工作环规的两端，但旋合量不许超过一个螺距（从完整螺牙算起）。

使用中的工作环规用校通一损或校止一损进行周期校准，旋入工作环规两端，旋合量不许超过一个螺距（从完整螺牙算起）。

附录 B

中径测量的不确定度评定示例

B.1 中径测量的不确定度评定以三针法和双球法为基础, 根据 JJF 1059 进行讨论。被测量 m , 螺距 P 和牙型角 α 的测量不确定度评估必须考虑测量过程, 使用的仪器以及实验室环境。

B.2 优化的探针直径

B.2.1 正确选择 (球形或圆柱形) 探针直径 d_D 非常重要。最好接触点在中径圆柱上。如果探针直径偏离最佳直径, 牙型角误差就成为非常重要的中径测量误差来源。如果不测量牙型角 (组合 1 和组合 2), 其测量不确定度分量由公差转换而来, 该值不得过大而成为主要的不确定度分量。

B.2.2 探针不仅应校准直径, 也要校准形状, 或者用 3 点法校准直径。

针规可能会磨损, 其使用时通常 3 点接触, 而校准时 2 点接触, 使校准值与实际值有差异; 同一组三针之间的直径会有少量的差异。这些均应该在不确定度分析时予以考虑。

B.2.3 对称形状: 对导程角适中的螺纹, (球或者圆柱) 探针的直径 d_D 应接近 d_0 :

$$d_0 = \frac{P}{2} \frac{1}{\cos(\alpha/2)} \quad (\text{B.1})$$

其接触点在中径圆柱附近。

B.3 例 1: 双球法校准内螺纹

B.3.1 内螺纹和外螺纹 (螺纹环规和塞规) 可以使用利用测长仪, 采用双球探头测量。测量值 ΔL 取点 1 到点 2 和点 2 到点 3 之间测量值的平均值: $\Delta L = (\Delta L_{12} + \Delta L_{23})/2$ 。当测量线通过中径圆柱轴截面, 两点法测量有效。探针常数 C 可以利用光面环规或量块标定。

B.3.2 m 值定义为两个球心之间的距离 (图 B.1), 因此

对于环规: $m = \Delta L + C - d_D$

对于塞规: $m = \Delta L - C + d_D$

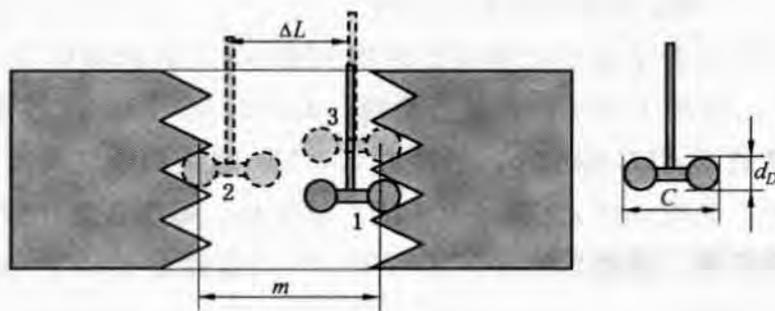


图 B.1 利用 T 形球探针校准环规

B.3.3 必须注意, 探针常数 C 通常与图 B.1 所示不同, 而是包含了探测系统达到触发位置时的偏置距离。这个效果在探针标定和螺纹测量过程中均产生影响, 相互抵消了。

B.3.4 测量内螺纹时, 中径利用公式 (1) 计算, 其中测量值 m 用下式替换:

$$m = \Delta L + C - d_D \quad (\text{B.2})$$

$$D_2 = \Delta L + C + d_D \left(\frac{1}{\sin(\alpha/2)} - 1 \right) - \frac{P}{2} \cot(\alpha/2) + A_1 - A_2 + \delta B \quad (\text{B.3})$$

其中 C 是探针常数, δB 是包括被测螺纹量规形状偏差在内的其他偏差。

B.3.5 假设输入量没有修正, 中径 D_2 的变化利用下式计算:

$$u^2(D_2) = u^2(\Delta L) + u^2(C) + c_{d_D}^2 u^2(d_D) + c_P^2 u^2(P) + c_{\alpha/2}^2 u^2(\alpha/2) + u^2(A_1) + u^2(A_2) + u^2(\delta B) \quad (\text{B.4})$$

式中:

$u(\Delta L)$ ——被测量位移引入的标准不确定度评估 (单独评估, 与光面环规方法相似, 包括仪器校准的不确定度, 温度效应, 转折点调整等的影响);

$u(C)$ ——探针常数 C 引入的标准不确定度 (常数, 与测量过程无关, 与标准环规或量块参考值的不确定度有关);

$u(d_D)$ ——探针直径校准值引入的标准不确定度。两个球的修正假设完全相关, 灵敏系数 $c_{d_D} = 1/\sin(\alpha/2) - 1$;

$u(P)$ ——螺距误差引入的标准不确定度, 假设灵敏系数 $c_P = \cot(\alpha/2)/2$;

$u(\alpha/2)$ ——牙侧角 $\alpha/2$ 误差引入的标准不确定度, 可能有许多不同情况, 特别是对光学测量, 与螺距大小相关。灵敏系数与实际球径 d_D 对最佳球径 d_0 的偏差相关。注意 α 的单位为 rad。

$$c_{\alpha/2} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} (d_D - d_0) \quad (\text{B.5})$$

$u(A_1)$ ——使用近似公式进行螺旋升角修正结果的标准不确定度;

$u(A_2)$ ——测量力修正的标准不确定度;

$u(\delta B)$ ——被校螺纹和相关仪器、相关程序等引入的不确定度, 例如量规形状误差等。

B.3.6 不确定度报告的数字示例

按照组合 1 校准公制螺纹环规 $M36 \times 4$, 其标称值 $D_2 = 33.402 \text{ mm}$, $P = 4 \text{ mm}$, $\alpha = 60^\circ$ 。使用 T 形球探针测量量规, $d_D = 2.482 2 \text{ mm}$ (最佳球径 $d_0 = 2.309 4 \text{ mm}$), 其探针常数 $C = 16.02 \text{ mm}$, 测量力 0.1 N 。螺距和螺纹角不测量, 其标称值用于单一中径计算。灵敏系数 $c_{\alpha/2}$ 与 $(d_D - d_0)$ 成正比, 即探针直径应尽量接近最佳球径, 作为公式中的变量。在此示例中, 牙侧角 $\alpha/2$ 的公差是 $\pm 10'$ 。使用公式 (3) ~ 公式 (5) 计算单一中径。

表 B.1 不确定度来源汇总表

量 X_i	值 x_i	标准不确定度 $u(x_i)$	概率分布	灵敏系数 c_i	不确定度分量 $u_i(y)$
ΔL	18.361 mm	0.4 μm	正态	1	0.4 μm
C	16.02 mm	0.3 μm	正态	1	0.3 μm
d_D	2.482 2 mm	0.3 μm	正态	1	0.3 μm
P	4 mm	0	—	—	0
α	60°	5.8' = 1.68 mrad	均匀	0.6 $\mu\text{m}/\text{mrad}$	1.0 μm
A_2	0.24 μm	0.02 μm	均匀	1	0.02 μm
δB	0	0.3 μm	均匀	1	0.3 μm
D_2	33.401 8 mm				1.20 μm

扩展不确定度： $U = k \cdot u(D_2) = 2 \times 1.2 \mu\text{m} = 2.4 \mu\text{m}$

其单一中径： $D_2 = (33.401 8 \pm 0.002 4) \text{ mm}$

B.3.7 注意，牙侧角的不确定度分量是非常重要的分量，因为其灵敏系数为 (0.6 $\mu\text{m}/\text{mrad}$)，即使牙侧角的公差 $\pm 10'$ 并不大。因此不建议在不测量牙侧角的情况下校准单一中径，除非探针直径非常接近最佳中径，这样可以降低牙侧角的灵敏系数。

B.4 例 2：利用三针法校准外螺纹

B.4.1 外螺纹（螺纹塞规）可以利用两个平面测帽和直径为 d_D 的三针测量（图 B.2）。

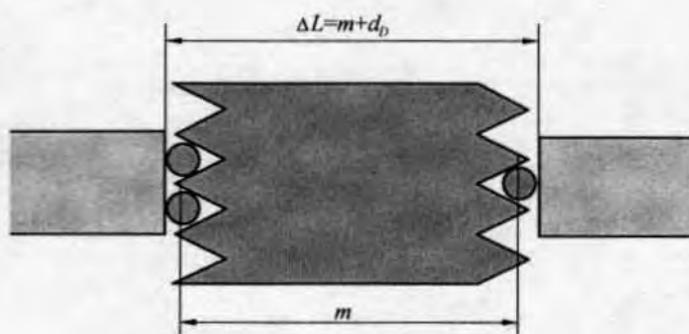


图 B.2 利用三针测量螺纹塞规

B.4.2 假设用图 B.2 所示方法测量外螺纹，其中径计算利用公式 (1)，其中 $m = \Delta L + d_D$

$$d_2 = \Delta L - d_D \left(\frac{1}{\sin(\alpha/2)} + 1 \right) + \frac{P}{2} \cot(\alpha/2) - A_1 + A_2 + \delta B \quad (\text{B.6})$$

B.4.3 假设输入量有误差，中径 d_2 的变化利用下式计算：

$$u^2(d_2) = u^2(\Delta L) + c_{d_D}^2 u^2(d_D) + c_P^2 u^2(P) + c_{\alpha/2}^2 u^2(\alpha/2) + u^2(A_1) + u^2(A_2) + u^2(\delta B) \quad (\text{B.7})$$

式中：

$u(\Delta L)$ ——被测位移量 ΔL 的标准不确定度，包括测量仪器校准和温度效应的

影响；

$u(d_D)$ ——探针直径校准值的标准不确定度。这个不确定度假设完全正确，因为其灵敏系数 $c_{d_D} = 1/\sin(\alpha/2) + 1$ 。

$u(P)$ ——螺距测量的标准不确定度，其灵敏系数 $c_P = \cot(\alpha/2)/2$ ；

$u(\alpha/2)$ ——牙侧角 $\alpha/2$ 测量的标准不确定度。这可能有许多不同的值，特别是采用光学测量方法时，与螺距的大小成反比。灵敏系数与测球直径 d_D 对最佳球径 d_0 的差相关。

注意牙型角 α 的单位为 rad。

$$c_{\alpha/2} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} (d_D - d_0) \quad (\text{B. 8})$$

$u(A_1)$ ——进行升角修正时采用近似公式引入的不确定度；

$u(A_2)$ ——测量力修正引入的不确定度；

$u(\delta B)$ ——被校螺纹量规不完善、校准程序等所有未明确分离的因素引入的不确定度。

B. 4. 4 不确定度报告的数字示例

按照组合 3 校准螺纹塞规 M64×6，其标称值 $d_2 = 60.133 6 \text{ mm}$ ， $P = 6 \text{ mm}$ ， $\alpha/2 = 60^\circ$ 。使用三针法校准，三针直径 $d_D = 3.464 \text{ mm}$ （最佳直径 $d_0 = 3.464 1 \text{ mm}$ ），测量力 1.5 N 。

表 B. 2 不确定度来源汇总表

量 X_i	值 x_i	标准不确定度 $u(x_i)$	概率分布	灵敏系数 c_i	不确定度分量 $u_i(y)$
ΔL	65.299 3 mm	0.4 μm	正态	1	0.4 μm
d_D	3.464 1 mm	0.2 μm	正态	3	0.6 μm
P	6.004 mm	1 μm	正态	0.866	0.87 μm
α	59.7°	1.3' = 0.38 mrad	正态	-0.35 $\mu\text{m}/\text{rad}$	-0.000 1 μm
A_2	0.000 7 mm	0.1 μm	均匀	1	0.1 μm
δB	0	0.2 μm	均匀	1	0.2 μm
d_2	60.104 8 mm				1.15 μm

扩展不确定度 $U = k \cdot u(d_2) = 2 \times 1.15 \mu\text{m} = 2.3 \mu\text{m}$

中径的测量结果： $d_2 = (60.104 8 \pm 0.002 3) \text{ mm}$

B. 4. 5 单一中径不受螺距测量及其不确定度的影响，因为计算单一中径时以名义螺距参与计算：

$$d_2 = (60.101 3 \pm 0.001 5) \text{ mm}$$

B. 4. 6 这个示例说明单一中径的测量不确定度小于中径测量不确定度，即使螺距确实经过测量。因此，在校准证书上和实验室认可中，必须明确区分单一中径和中径。

B.4.7 示例中使用的三针直径接近最佳直径，导致牙侧角的灵敏系数很小。这种情况下，牙侧角可以不测也不会增加测量不确定度。

B.5 作用中径附加的不确定度分量

B.5.1 除 A.4 列出的不确定度分量，计算作用中径的其他修正项也会引入不确定度：

$u(\delta D_{Fz})$ 计算作用中径时，螺距累积误差引入的标准不确定度，其灵敏系数

$$c_{D_{Fz}} = 1/\tan(\alpha/2)$$

$u(\delta D_a)$ 计算作用中径时，牙侧角误差引入的标准不确定度，其灵敏系数

$$c_{D_a} = 2 \times 0.625 \cdot P$$

作为 B4.4 的数字示例，不确定度报告如下：

表 B.3 不确定度报告数字示例

量 X_i	值 x_i	标准不确定度 $u(x_i)$	概率分布	灵敏系数 c_i	不确定度分量 $u_i(y)$
不确定度来源 $\Delta L, d_D, P, \alpha, A_2, \delta B$			正态	1	1.15 μm
δD_{Fz}	0.006 9 μm	1 μm	正态	1.73	1.73 μm
δD_a	0.019 6 mm	0.38 mrad	正态	7.5 $\mu\text{m}/\text{mrad}$	2.85 μm
d_2	60.127 8 mm				3.53 μm

作用中径结果变为： $d_2 = (60.127 8 \pm 0.007 1) \text{ mm}$

附录 C

中径计算示例

下列示例用于测试中径计算软件。假设测量力为 0，即不进行弹性变形的修正。

表 C.1 中径计算参考值

型式	型号规格	d_2, D_2 标称值/mm	P /mm	l /mm	n	α_1	α_2	d_D /mm	m /mm	d_2, D_2 参考值/mm
塞规	M 64×6	60.127	6.000	6.000	1	30°	30°	3.203 0	61.345 8	60.133 6
环规	Tr 22×18p6	18.988	6.000	18.000	3	15°	15°	3.105 8	17.616 1	18.974 9
环规	Tr 22×18p6	18.988	6.000	18.000	3	15°	15°	3.225 0	17.121 1	18.993 2
塞规	G 1	31.783	2.309	2.309	1	26°43'	27°15'	1.154 9	32.076 1	31.797 7
塞规	Pg 48	58.56	1.580	1.580	1	40°	40°	1.102 5	59.300 3	58.526 6
环规	S 65×16	54.508	16.000	16.000	1	3°	30°	8.000 7	52.401 3	54.487 2
环规		80.878 5	6.000	6.000	1	3°	30°	3.416 2	79.113 4	81.284 6
环规		58.730 1	6.000	6.000	1	20°	30°	3.023 2	57.999 8	58.755 1
环规		39.716 0	16.000	16.000	1	20°	30°	8.182 5	37.266 1	39.689 0
塞规		97.924 2	16.000	16.000	1	3°	30°	8.023 0	100.021 4	97.930 4

参考值是利用公式 (3) ~ 公式 (5) 计算的。

表 C.2 中径计算公式的近似效果

型式	d_2, D_2 标称值/mm	P /mm	n	α_1	α_2	d_D /mm	m /mm	d_2, D_2 近似值 ¹⁾ /mm	d_2, D_2 参考值 ²⁾ /mm
塞规	60.127	6.000	1	30°	30°	3.203 0	61.345 8	60.133 6	60.133 6
环规	18.988	6.000	3	15°	15°	3.105 8	17.616 1	19.012 0	18.974 9
环规	18.988	6.000	3	15°	15°	3.225 0	17.121 1	19.036 4	18.993 2
塞规	31.783	2.309	1	26°43'	27°15'	1.154 9	32.076 1	31.797 7	31.797 7
塞规	58.56	1.580	1	40°	40°	1.102 5	59.300 3	58.526 6	58.526 6

注：1) 近似值利用公式 (1) 和公式 (2) 计算。

2) 参考值利用公式 (3) ~ 公式 (5) 计算。

附录 D

校准记录及证书内页格式

D.1 校准记录格式

D.1.1 量规信息

表 D.1 量规校准基本信息

量规名称:	量规标记:
生产商:	出厂编号:
校准类型: 单一中径 <input type="checkbox"/> 中径 <input type="checkbox"/> 作用中径 <input type="checkbox"/>	
计量特性组合: 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/>	
量规有效螺距数: 塞规 <input type="checkbox"/> 环规 <input type="checkbox"/>	

D.1.2 量规数据 (引用数据只要填写一个值, 组合 5 的螺距测量数据见 D.1.3)

表 D.2 量规校准数据

测量参数	轴截面 A—B	轴截面 C—D
仪器示值 m		
牙侧角 α_1		
α_2		
塞规大径 d		
环规小径 d_2		
螺距 P		
单一中径/中径	测量值	
	平均值	

D.1.3 组合 5 的螺距测量记录表

表 D.3 螺距累积误差记录计算表

序号	轴截面 A—B			轴截面 C—D		
	螺距	螺距偏差	累积误差	螺距	螺距偏差	累积误差

螺距累积误差 (δP_z):

D.1.4 校准结果

单一中径/中径:

作用中径:

D.2 校准证书内页格式:

证书内页中应给出的校准数据见下列不同形式。表中公差可以根据用户委托列出或不列出。

D.2.1 螺纹量规单一中径校准结果

表 D.4 单一中径校准数据页

除注明外, 其他尺寸单位均为 mm					
检查项目		测量值		标称值 (/公差)	测量不确定度 ($k=2$)
单一 中径	测量值	轴截面 A—B	轴截面 C—D		
	平均值				
螺距		—			—
牙型角					—

D.2.2 螺纹量规中径校准结果

表 D.5 中径校准数据页

除注明外, 其他尺寸单位均为 mm					
检查项目		测量值		标称值 (/公差)	测量不确定度 ($k=2$)
中径	测量值	轴截面 A—B	轴截面 C—D		
	平均值				
螺距					
牙型半角/牙侧角					

D.2.3 螺纹量规作用中径校准结果

表 D.6 作用中径校准数据页

除注明外，其他尺寸单位均为 mm

检查项目	测量偏差值	标称值 (/公差)	测量不确定度 ($k=2$)
作用中径			
螺距			
牙侧角			

注：螺距测量偏差值为螺距累积误差。

D.2.4 利用校对螺纹量规校准螺纹工作环规结果

表 D.7 利用校对螺纹量规校准螺纹工作环规数据页

利用校对量规对本工作环规进行校准。

校通-通旋合通过了通端工作环规；

校止-通旋合通过了止端工作环规；

校通-止旋入通端工作环规的两端，但旋合量未超过一个螺距。

校止-止旋入止端工作环规的两端，但旋合量未超过一个螺距。

校对规按照 JJF 1345—2012 校准，校准证书编号：_____，校准结果符合_____标准要求。

表 D.8 利用校对螺纹量规校准使用中的螺纹工作环规数据页

利用校对量规对本工作环规进行校准。

校通-损旋入通端工作环规的两端，但旋合量未超过一个螺距。

校止-损旋入止端工作环规的两端，但旋合量未超过一个螺距。

校对规按照 JJF 1345—2012 校准，校准证书编号：_____，校准结果符合_____标准要求。

附录 E

规范中使用的符号列表

表 E.1 规范中使用的符号列表

序号	符号	名称
1	d_2, D_2	中径
2	d, D	大径
3	d_1, D_1	小径
4	P	螺距
5	α_1, α_2	牙侧角
6	α	牙型角, $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$
7	ΔP_Σ	螺距累积误差
8	m	测量螺纹中径时, 与螺纹两牙侧良好接触的探针或三针的中心间距离
9	d_D	探针直径
10	d_0	探针最佳直径
11	A_1	螺旋升角修正
12	A_2	测量力修正值
13	Ψ	螺旋升角
14	θ	轴向角
15	l	多线螺纹的导程
16	w_0	球和平面接触的变形
17	ν	泊松系数
18	F	测量力
19	E_i	弹性模数
20	w_{V0}	V形槽中球的变形
21	$\delta D_{P\Sigma}$	螺距累积误差的修正值
22	$\delta\alpha_1, \delta\alpha_2$	牙侧角偏差
23	C	探针常数
24	ΔL	双球探头测量中间值
25	δB	包括被测螺纹量规形状偏差在内的其他偏差
26	$u(\Delta L)$	被测量位移引入的标准不确定度评估
27	$u(C)$	探针常数 C 引入的标准不确定度

表 E.1 (续)

序号	符号	名 称
28	$u(d_D)$	探针直径校准值引入的标准不确定度
29	$u(P)$	螺距误差引入的标准不确定度
30	c_p	螺距误差的灵敏系数
31	$u(\alpha/2)$	牙侧角 $\alpha/2$ 误差引入的标准不确定度
32	$c_{\alpha/2}$	牙侧角 $\alpha/2$ 误差的灵敏系数
33	$u(A_1)$	使用近似公式进行螺旋升角修正结果引入的标准不确定度
34	$u(A_2)$	测量力修正结果引入的标准不确定度
35	$u(\delta B)$	被校螺纹和相关仪器、相关程序等引入的标准不确定度
36	$u(\delta D_{PZ})$	计算作用中径时, 螺距累积误差引入的标准不确定度
37	$c_{D_{PZ}}$	计算作用中径时, 螺距累积误差的灵敏系数
38	$u(\delta D_\alpha)$	计算作用中径时, 牙侧角误差引入的标准不确定度
39	c_{D_α}	计算作用中径时, 牙侧角误差的灵敏系数

YIF 1345—2012

中 华 人 民 共 和 国
国 家 计 量 技 术 规 范
圆 柱 螺 纹 量 规 校 准 规 范
JJF 1345—2012

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区复外三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.75 字数 40 千字
2012年8月第一版 2012年8月第一次印刷

*

书号: 155026·J-2716 定价 27.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107



JJF 1345-2012