



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1545—2015

## 圆锥滚子轴承套圈滚道直径、 角度测量仪校准规范

Calibration Specification for Testers for Measuring Raceway Diameter  
and Angle of Tapered Roller Bearing Ring

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：山东省计量科学研究院

河北省计量监督检测院

参加起草单位：烟台精仪仪器有限公司

洛阳LYC轴承有限公司

厦门市计量检定测试院

2015-08-24 发布

2016-02-24 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



**圆锥滚子轴承套圈滚道直径、  
角度测量仪校准规范**

**Calibration Specification for Testers for  
Measuring Raceway Diameter and Angle  
of Tapered Roller Bearing Ring**

**JJF 1545—2015**

代替 JJG 886—1995

**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：**山东省计量科学研究院

河北省计量监督检测院

**参加起草单位：**烟台轴承仪器有限公司

洛阳 LYC 轴承有限公司

厦门市计量检定测试院

**本规范主要起草人：**

刘大忠（山东省计量科学研究院）

赵东升（山东省计量科学研究院）

王少平（河北省计量监督检测院）

于志善（山东省计量科学研究院）

**参加起草人：**

徐 琪（烟台轴承仪器有限公司）

庞华奇（洛阳 LYC 轴承有限公司）

邓水发（厦门市计量检定测试院）

## 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 表面粗糙度 .....	( 2 )
4.2 传动杠杆砧面的平面度 .....	( 2 )
4.3 工作台工作面的平面度 .....	( 2 )
4.4 三个端面定位支点的高度差 .....	( 2 )
4.5 指示仪示值误差 .....	( 2 )
4.6 测力及测力变化 .....	( 2 )
4.7 示值变动性 .....	( 2 )
4.8 示值误差 .....	( 2 )
5 校准条件 .....	( 2 )
5.1 环境条件 .....	( 2 )
5.2 测量标准及设备 .....	( 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 .....	( 3 )
7 校准结果表达 .....	( 5 )
8 复校时间间隔 .....	( 5 )
附录 A 滚道直径、角度测量仪示值误差的测量结果不确定度评定 .....	( 6 )
附录 B 校准证书内页信息及格式 .....	( 9 )

## 引 言

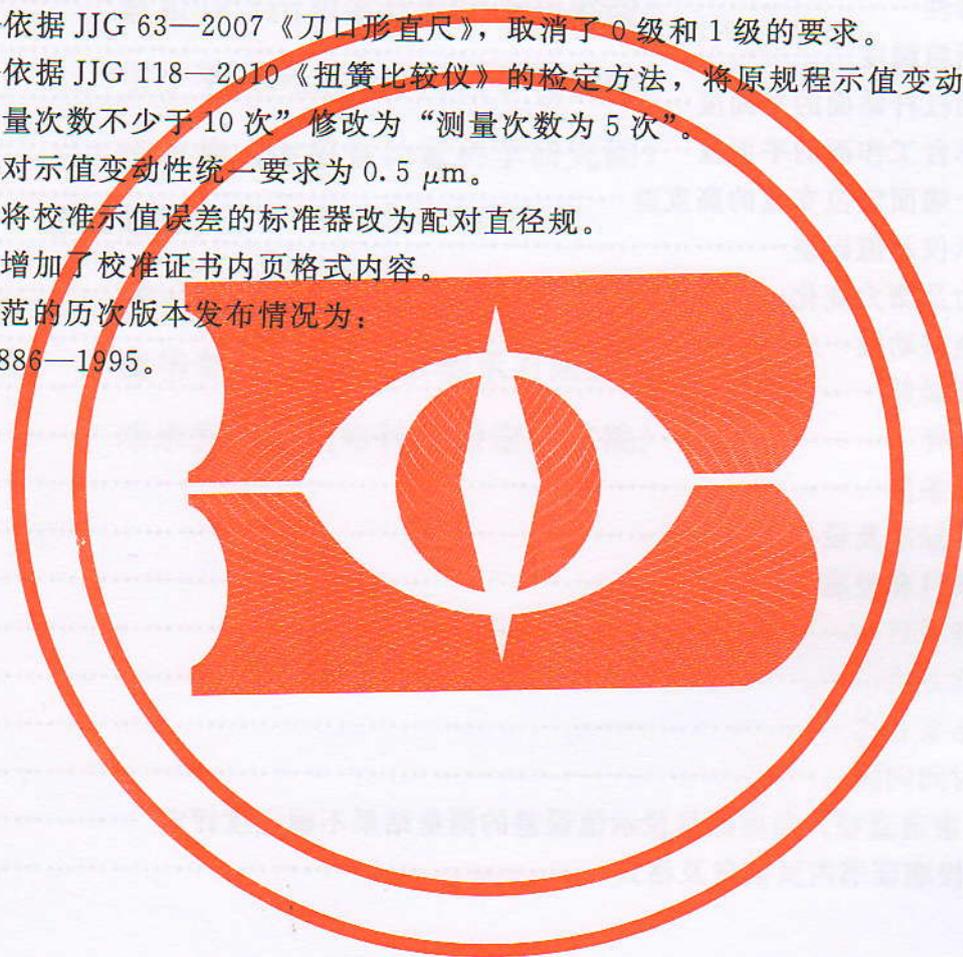
JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1130—2005《几何量测量设备校准中的不确定度评定指南》、JJF 1094—2002《测量仪器特性评定》，共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为修订，代替 JJG 886—1995《圆锥滚子轴承套圈滚道直径、角度测量仪》。与 JJG 886—1995 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 依据 JJG 63—2007《刀口形直尺》，取消了 0 级和 1 级的要求。
- 依据 JJG 118—2010《扭簧比较仪》的检定方法，将原规程示值变动性中“测量次数不少于 10 次”修改为“测量次数为 5 次”。
- 对示值变动性统一要求为  $0.5 \mu\text{m}$ 。
- 将校准示值误差的标准器改为配对直径规。
- 增加了校准证书内页格式内容。

本规范的历次版本发布情况为：

JJG 886—1995。



## 圆锥滚子轴承套圈滚道直径、 角度测量仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于分度值为  $0.5\ \mu\text{m}$  和  $1\ \mu\text{m}$ ，测量范围上限至 500 mm 的圆锥滚子轴承套圈滚道直径、角度测量仪的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 39 机械式比较仪

JJG 118 扭簧比较仪

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

圆锥滚子轴承套圈滚道直径、角度测量仪（以下简称滚道直径、角度测量仪）是以比较法测量圆锥滚子轴承内（或外）套圈滚道直径、滚道素线对基准端面的倾斜度的仪器。常见仪器结构见图 1 和图 2。

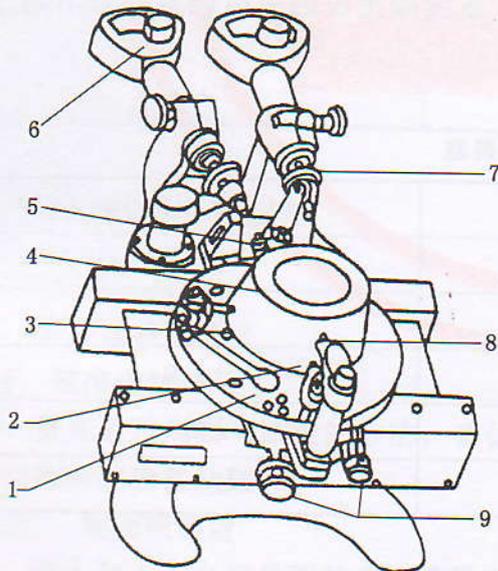


图 1 内圈滚道直径、角度测量仪

1—工作台；2—固定支点；3—端面定位支点；  
4—内圈；5—直径测头；6—指示仪；  
7—传动杠杆；8—角度测头；9—测力调整手轮

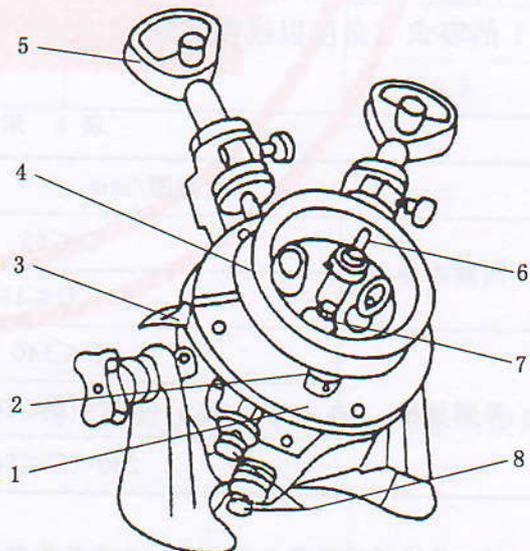


图 2 外圈滚道直径、角度测量仪

1—工作台；2—端面定位支点；3—装卸扳手；  
4—外圈；5—指示仪；6—角度测头；  
7—直径测头；8—测力调整手轮

## 4 计量特性

### 4.1 表面粗糙度

测头的表面粗糙度一般不大于  $Ra\ 0.1\ \mu\text{m}$ ；工作台表面粗糙度一般不大于  $Ra\ 0.8\ \mu\text{m}$ 。

### 4.2 传动杠杆砧面的平面度

传动杠杆砧面的平面度一般不大于  $3\ \mu\text{m}$ 。

### 4.3 工作台工作面的平面度

工作台直径小于等于  $300\ \text{mm}$  的，平面度一般不大于  $0.03\ \text{mm}$ ；

工作台直径大于  $300\ \text{mm}$  的，平面度一般不大于  $0.05\ \text{mm}$ 。

### 4.4 三个端面定位支点的高度差

三个端面定位支点的高度差一般不大于  $0.1\ \text{mm}$ 。

### 4.5 指示仪示值误差

指示仪一般用机械式比较仪和扭簧比较仪，示值误差一般不超过  $\pm 0.5\ \mu\text{m}$ 。

### 4.6 测力及测力变化

直径测头的测力在  $(2\sim 10)\ \text{N}$  范围内，并可调整。角度测头的测力一般为直径测头测力的  $1/3$ 。测力变化，对于直径测头和角度测头一般均不大于  $1\ \text{N}$ 。

### 4.7 示值变动性

示值变动性一般不大于  $0.5\ \mu\text{m}$ 。

### 4.8 示值误差

用直径测头测量和角度测头测量，滚道直径、角度测量仪的示值误差一般不超过表 1 的要求（角度以线值标示）。

表 1 示值最大允许误差

	测量范围/mm	最大允许误差/ $\mu\text{m}$
内圈内径	$D \leq 65$	$\pm 1.0$
	$65 < D \leq 180$	$\pm 1.5$
外圈外径	$D \leq 140$	$\pm 1.0$
	$140 < D \leq 280$	$\pm 2.0$
	$280 < D \leq 500$	$\pm 2.0$

注：校准不进行符合性判定，本规范给出的计量特性仅供参考。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

5.1.1 温度条件：校准室内温度应为  $(20 \pm 5)\ ^\circ\text{C}$ ，温度变化不大于  $1\ ^\circ\text{C}/\text{h}$ ，被校仪器和校准用设备在室内温度平衡时间不少于  $4\ \text{h}$ 。

5.1.2 相对湿度：校准室内的相对湿度一般不大于 70%。

## 5.2 测量标准及设备

校准用设备及技术要求见表 2，配对直径规和标准套圈的计量特性见表 3。

表 2 校准项目和校准用设备

序号	校准项目	设备名称及技术要求
1	表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: +12%~-17%
2	传动杠杆砧面的平面度	刀口形直尺 MPEV: 1 μm
3	工作台工作面的平面度	刀口形直尺 MPEV: 2 μm、塞尺 MPE: ±0.005 mm
4	三个端面定位支点的高度差	高度卡尺 MPE: ±0.03 mm
5	指示仪示值误差	符合相关国家计量技术规范的要求
6	测力及测力变化	分度值不大于 0.2 N 的测力计
7	示值变动性	标准套圈
8	示值误差	配对直径规、标准套圈

表 3 配对直径规和标准套圈的计量特性

单位: μm

仪器 最大允许 误差	配对直径规		标准套圈	
	直径差范围	直径差测量不 确定度 $U$ ( $k=2$ )	角度差范围	角度差测量 不确定度 $U$
±1.0	10~40	0.3	5~20	0.3
±1.5		0.5		0.5
±2.0		0.5		0.5

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

校准项目见表 2。

### 6.2 校准方法

首先通过观察与试验的方法，确认滚道直径、角度测量仪能正常工作，无影响使用和校准的故障和缺陷。

#### 6.2.1 表面粗糙度

测头和工作台测量面的表面粗糙度用表面粗糙度比较样块进行比较测量。表面粗糙度样块和被校测量面的加工方法应相同，表面粗糙度样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被校表面一致。目视和触摸被校测量面和表面粗糙度比较样块工作面加工痕迹深浅，以最接近被校测量面的相应表面粗糙度比较样块的标称值作为校准值。

#### 6.2.2 传动杠杆砧面的平面度

用刀口形直尺在工作面径向间隔 120° 的三个位置上以光隙法测量。以最大光隙量

作为测量结果。

### 6.2.3 工作台工作面的平面度

将刀口形直尺放置在工作台被测截面上，在刀口形直尺与工作面之间用塞尺试塞，刚通不过的尺片厚度即为该方向上的直线度。如果三个方向均为凹或均为凸，则取最大值为工作面的平面度；否则，则取凹凸最大值之和为工作面的平面度。被测截面应在靠近三个端面定位支点的固定螺钉孔的直径方向上，见图 3。

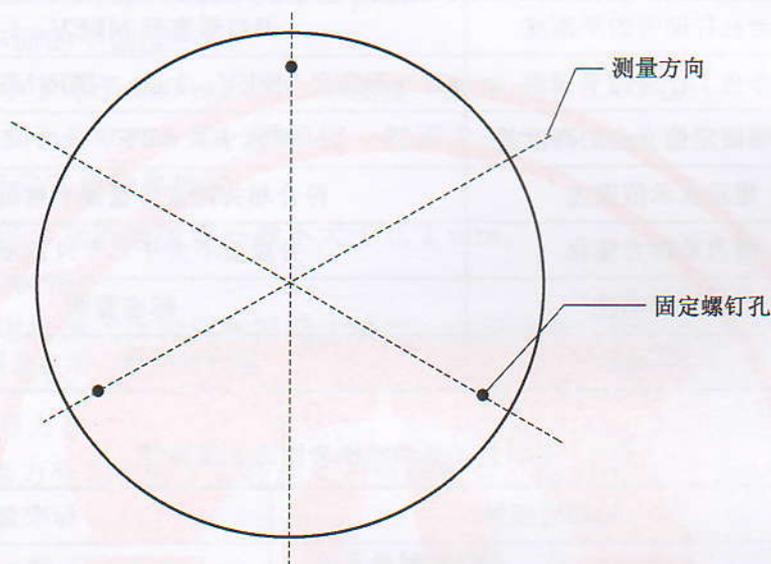


图 3 各方向直线度测量位置示意图

### 6.2.4 三个端面定位支点的高度差

用高度卡尺分别测量三个端面定位支点相对于工作台工作面的高度，其最大差值即为高度差。

### 6.2.5 指示仪示值误差

滚道直径、角度测量仪上的机械式比较仪和扭簧比较仪分别依据 JJG 39《机械式比较仪》和 JJG 118《扭簧比较仪》进行检定，检定合格方可使用。

### 6.2.6 测力及测力变化

用标准套圈调整好滚道直径、角度测量仪，使其处于测试状态，调整两指示仪示值于零位，取下标准套圈，用测力计工作端扳动直径（或角度）测头，当指示仪指零时，测力计的读数即为直径（或角度）测头的测力。

调整测力调整手轮，使其测力大致为中间值，用测力计工作端扳动直径（或角度）测头，记下指示仪指针处于-20和+20分度附近时测力计的读数，两次读数的差值即为该测头的测力变化值。

### 6.2.7 示值变动性

用标准套圈调整好滚道直径、角度测量仪，使其处于测试状态，对该标准套圈的同一部位测量5次，最大值与最小值之差即为其示值变动性。

### 6.2.8 示值误差

用配对直径规对滚道直径、角度测量仪的直径测头示值误差进行校准，用配对标准

套圈对滚道直径、角度测量仪的角度测头示值误差进行校准。

#### 6.2.8.1 直径测头示值误差的校准

校准时，先将较小尺寸的直径规（实际值为  $D_0$ ，mm）放置在被校测量仪的定位支点上，转动直径规，使其测定点与直径测头相重合，并将指示仪示值调整至零位。然后换上较大尺寸（实际值为  $D_L$ ，mm）的直径规，读取指示仪的示值  $\Delta D_1$ （mm），按公式（1）计算正向示值误差  $\delta D$ （+）（mm）。

$$\delta D(+)=\Delta D_1-\Delta D \quad (1)$$

式中：
$$\Delta D=D_L-D_0$$

再用较大尺寸（实际值为  $D_L$ ）的直径规，将指示仪示值调至零位，然后换上较小尺寸的直径规，读取指示仪的示值  $\Delta D_2$ ，按公式（2）计算负向示值误差  $\delta D$ （-）。

$$\delta D(-)=\Delta D_2+\Delta D \quad (2)$$

#### 6.2.8.2 角度测头示值误差的校准

校准时，先将较小尺寸的标准套圈（实际值为  $\alpha_0$ ）放置在被校测量仪的定位支点上，转动标准套圈，使其测定点与角度测头相重合，并将指示仪示值调整至零位。然后换上较大尺寸（实际值为  $\alpha_L$ ，mm）的标准套圈，读取指示仪的示值  $\Delta \alpha_1$ （mm），按公式（3）计算正向示值误差  $\delta \alpha$ （+）（mm）。

$$\delta \alpha(+)=\Delta \alpha_1-\Delta \alpha \quad (3)$$

式中：
$$\Delta \alpha=\alpha_L-\alpha_0$$

再将指示仪示值调至零位，然后换上较小尺寸的标准套圈，读取指示仪的示值  $\Delta \alpha_2$ （mm），按公式（4）计算负向示值误差  $\delta \alpha$ （-）（mm）。

$$\delta \alpha(-)=\Delta \alpha_2+\Delta \alpha \quad (4)$$

上述测量，均重复3次，取其平均值作为相应的示值误差。

## 7 校准结果表达

经过校准的仪器出具校准证书，校准证书内页信息及格式见附录B。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用保养情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议不超过1年。

## 附录 A

## 滚道直径、角度测量仪示值误差的测量结果不确定度评定

由于滚道直径、角度测量仪直径测头正向、负向及角度测头正向、负向示值误差的不确定度影响因素基本相同，仅以直径测头正向示值误差为例进行评定。

## A.1 校准任务

用一对直径规配对校准测量范围为 (140~280) mm 滚道直径、角度测量仪直径测头的正向示值误差。

## A.2 原理、方法和条件

## A.2.1 测量原理

接触式，直接法，比较测量。

## A.2.2 测量方法

校准时，先将标有下限值  $D_0$  的标准器放置在被检测量仪的定位支点上，转动标准器，使其测定点与直径测头相接触，调整指示计示值于零位，换入标有上限值  $D_L$  的标准器，并记取在其测定点上的读数  $\Delta D_1$ 。正向示值误差：

$$\delta D(+)=\Delta D_1-\Delta D$$

$$\Delta D=D_L-D_0$$

## A.2.3 测量条件

- 环境温度 (20 ±5) °C，温度变化不应超过 1 °C/h，环境相对湿度 ≤75%；
- 受校仪器和校准工具温度平衡时间不少于 4 h。

## A.3 测量模型

由测量原理和方法，得到测量模型：

$$\delta D(+)=\Delta D_1-\Delta D \quad (\text{A.1})$$

式中：

$\delta D(+)$  ——测量仪正向范围的示值误差，mm；

$\Delta D_1$  ——测量仪的读数值，mm；

$\Delta D$  ——配对直径规直径差  $D_L - D_0$ ，mm。

## A.4 不确定度传播率

$$u_c^2(\delta D)=c_1^2 u^2(\Delta D_1)+c_2^2 u^2(\Delta D) \quad (\text{A.2})$$

式中，灵敏系数  $c_1=1$ ； $c_2=-1$

## A.5 测量不确定度来源及说明见表 A.1。

表 A.1 测量不确定度来源及说明

序号	不确定度来源	说 明
1	测量重复性	A 类不确定度分量
2	配对标准器的尺寸差	配对直径规的尺寸差的测量不确定度

表 A.1 (续)

序号	不确定度来源	说 明
3	温度影响	实验室温度对 20 °C 的偏离引入的不确定度
4	安装定位误差	每次测量前对标准器的安装定位引入的测量不确定度
5	仪器的示值变动性	由被测仪器的示值变动性引入的测量不确定度

## A.6 标准不确定度评定

A.6.1 由测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1$ 

在各种条件均不改变的情况下, 在短时间内对直径差为  $37 \mu\text{m}$  的配对直径规进行重复性实验, 共测量 10 次 (即  $n=10$ )。实验数据为 (单位:  $\mu\text{m}$ ): 36.5, 36.5, 37.0, 37.0, 36.5, 36.5, 36.5, 37.0, 37.0, 37.0, 由贝塞尔公式计算得到

$$s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.26 \mu\text{m}$$

因取三次测量平均值作为测量结果, 故  $u_1 = 0.26 \mu\text{m} / \sqrt{3} = 0.15 \mu\text{m}$

A.6.2 由配对直径规的尺寸差引入的标准不确定度分量  $u_2$ 

按照规范要求, 所用配对直径规直径差的测量不确定度为  $0.5 \mu\text{m}$ ,  $k=2$ , 则:  $u_2 = 0.5 \mu\text{m} / 2 = 0.25 \mu\text{m}$ 。

A.6.3 由温度引入的标准不确定度分量  $u_3$ 

在测量前, 被校仪器和标准器进行了充分的恒温, 所用方法为比较测量, 故由温度偏离造成的测量误差仅与两标准器的尺寸差相关, 计算公式为:

$$\delta_T = 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times \Delta t \times \Delta D$$

取最大尺寸差  $40 \mu\text{m}$  和最大温度差  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 代入上式计算得:

$$\delta_T = 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C} \times 40 \mu\text{m} = 0.002 \mu\text{m}$$

由此可见, 由温度偏离造成的测量不确定度非常小, 可忽略不计。

A.6.4 由安装定位误差引入的标准不确定度分量  $u_4$ 

安装定位误差是由于两标准器存在微小的尺寸差, 在分别定位时, 会产生一个在标准器切向上 (与测头方向垂直) 的微小偏移而引入的安装误差。其计算公式为:

$$\delta = D_{\min} - \sqrt{D_{\min}^2 - \Delta D^2}$$

取较小标准器尺寸  $100 \text{ mm}$  (此时产生的偏移较大) 和最大尺寸差  $40 \mu\text{m}$ , 代入上式得:

$$\delta = 100 \text{ mm} - \sqrt{100^2 - 0.04^2} \text{ mm} = 0.008 \mu\text{m}$$

由此可知, 由安装定位误差引起的测量不确定度非常小, 可忽略不计。

A.6.5 由仪器的示值变动性引入的标准不确定度分量  $u_5$ 

根据示值变动性要求计算的单次测量标准偏差为  $0.5 \mu\text{m} / 2.33 = 0.215 \mu\text{m}$ , 按规范要求进行三次测量, 其不确定度为  $0.215 \mu\text{m} / \sqrt{3} \approx 0.12 \mu\text{m}$ 。

## A.7 合成标准不确定度

## A.7.1 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.2。

表 A.2 标准不确定度一览表

序号	影响测量不确定的来源	标准不确定度分量代号 $u_i$	评定类型	对测量结果影响的变化限/ $\mu\text{m}$	标准不确定度分量 $u_i/\mu\text{m}$
1	重复性	$u_1$	A	0.15	0.15
2	配对标准器	$u_2$	B	0.25	0.25
3	温度	$u_3$	B	可忽略	—
4	安装定位	$u_4$	B	可忽略	—
5	示值变动性	$u_5$	B	0.12	0.12
合成标准不确定度： $u_c$					0.32
扩展不确定度 ( $k=2$ ): $U$					0.6

## A.7.2 合成标准不确定度计算

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_5^2} = \sqrt{0.15^2 + 0.25^2 + 0.12^2} \mu\text{m} \approx 0.32 \mu\text{m} \quad (\text{A.3})$$

## A.8 扩展不确定度计算

包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度  $U$ ：

$$U = k u_c = 2 \times 0.32 \mu\text{m} \approx 0.6 \mu\text{m}$$

## 附录 B

## 校准证书内页信息及格式

## 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) 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应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- 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 推荐的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：\_\_\_\_\_

校准环境条件	温 度：_____℃ 相对湿度：_____%	地 点：_____
其 他：_____		
序号	校准项目	校准值
1	示值变动性	
2	示值误差	$\delta D$ (+)
		$\delta D$ (-)
		$\delta \alpha$ (+)
		$\delta \alpha$ (-)
示值误差的测量不确定度：		

校准员：\_\_\_\_\_

核验员：\_\_\_\_\_

式。合成标准不确定度

式(1) 合成标准不确定度

测量不确定度分量及其计算方法的完整描述应在计算报告中

序号	不确定度的来源	标准不确定度 度分量符号	评定方法	包含因子
1	测量重复性	$u_1$	实验标准偏差法	2
2	量具校准	$u_2$	校准证书	2
3	温度影响	$u_3$	修正值法	2
4	测量人员	$u_4$	人员比对	2
5	被测件	$u_5$	重复性	2
6	测量方法	$u_6$	方法验证	2
7	测量环境	$u_7$	环境控制	2
8	测量设备	$u_8$	校准证书	2
9	测量程序	$u_9$	程序验证	2
10	测量结果	$u_{10}$	重复性	2

式(2) 合成标准不确定度计算

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间不相关，合成标准不确定度

式(3) 扩展不确定度计算

包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度

中华人民共和国  
国家计量技术规范  
圆锥滚子轴承套圈滚道直径、  
角度测量仪校准规范

JJF 1545—2015

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(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

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 字数 26 千字  
2016年2月第一版 2016年2月第一次印刷

\*

书号: 155026·J-3084 定价 18.00 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 1545-2015