



中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJFX(机械)xxxx-xxxx

滚动轴承 圆柱孔标准器校准规范

Calibration Specification for

Rolling Bearing Cylindrical Hole Standard

(报批稿)

2026—**—**发布

2026—**—**实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

滚动轴承 圆柱孔标准器校准 规范

Calibration Specification for
Rolling Bearing Cylindrical Hole Standard

JJFX(机械)xxxx-20xx
代替 JJG(机械)153-1993

归口单位：全国机械汽车专业计量技术委员会

主要起草单位：洛阳轴承研究所检验检测有限公司

本规范委托全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

赵 铭（洛阳轴承研究所检验检测有限公司）

张 瑜（洛阳轴承研究所检验检测有限公司）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语和定义.....	(1)
4 概述.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 表面粗糙度.....	(2)
5.2 形状公差.....	(2)
5.2.1 圆度.....	(2)
5.2.2 直线度.....	(2)
5.2.3 圆柱度或锥度.....	(4)
5.3 下端面与孔中心线的垂直度.....	(4)
5.4 直径尺寸.....	(4)
5.5 直径变动量.....	(4)
5.6 直径年变化量.....	(5)
6 校准条件.....	(6)
6.1 环境条件.....	(6)
6.2 校准用标准器具.....	(6)
7 校准项目和校准方法.....	(6)
7.1 外观.....	(6)
7.2 表面粗糙度.....	(6)
7.3 圆度.....	(6)
7.4 直线度.....	(7)
7.5 圆柱度或锥度.....	(7)
7.6 下端面与孔中心线的垂直度.....	(7)
7.7 直径尺寸.....	(7)
7.8 直径变动量.....	(7)
7.9 年变化量.....	(7)
8 校准结果表达.....	(7)
9 复校时间间隔.....	(8)
附录 A 圆柱孔标准器直径测量不确定度评定示例.....	(9)
附录 B 校准证书内容.....	(12)

引 言

本规范按照 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写原则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》的要求编写。

与原有规范相比，本规范除进行了编辑性修改外，主要变化如下：

——增加了引言部分。

——将圆柱孔标准器的适用范围由直径（10~180）mm 扩大到了直径（4~500）mm。

——将“圆度”、“直线度”、“圆柱度”作为“形状公差”的一部分。

——取消“磨损量”，增加“直径变动量”。

——取消部分计量特性的要求，改为直接引用相关标准要求。

——对直线度、圆柱度或锥度要求进行了变动”。

——对部分计量特性的测量设备进行了修改。

——增加了圆柱孔标准器直径尺寸的测量不确定度评定示例。

本规范的历次版本发布情况：

——JJG（机械）153-1993

滚动轴承 圆柱孔标准器校准规范

1. 范围

本规范适用于内径 Φ （3~500）mm的滚动轴承圆柱孔标准器（以下简称圆柱孔标准器）的校准。

2. 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 894-1995《标准环规检定规程》

JB/T 6637《滚动轴承 标准器技术条件》

GB/T 307.1《滚动轴承 向心轴承 产品几何技术规范（GPS）和公差值》

GB/T 1958《产品几何技术规范（GPS）几何公差 检测与验证》

GB/T 6930《滚动轴承 词汇》

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. 术语和定义

3.1 滚动轴承圆柱孔标准器

用于滚动轴承内径（圆柱孔）的量值传递或溯源的内径标准器。

3.2 直径变动量

圆柱孔标准器上指定方向指定高度截面（默认中截面）上下1mm内直径尺寸的变化量。

4. 概述

圆柱孔标准器是用于校准和检测滚动轴承内径尺寸的重要计量标准器具，通过轴承内径测量仪”（如D923等），以比较测量法测量轴承内径尺寸。

圆柱孔标准器按等级分为1、2和3级，精度依次由高到低。

1级标准器用于公差等级为2级和4级轴承内径的比较测量；

2级标准器用于公差等级为5级轴承的比较测量；

3级标准器用于公差等级为6级、6X级和0级的轴承内径的比较测量。

圆柱孔标准器的外形通常为圆环形（图1）、圆周槽形（图2）和端面槽形（图3）

三种。

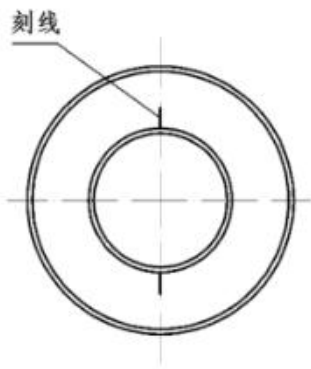


图 1

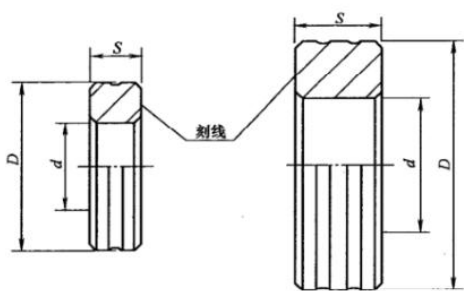


图 2 圆周槽形校准环规

图 2

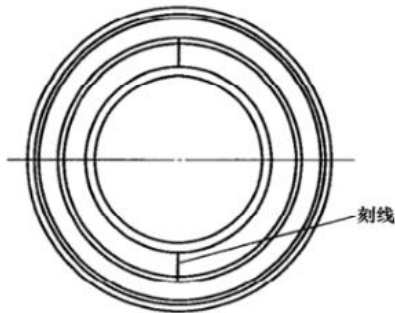
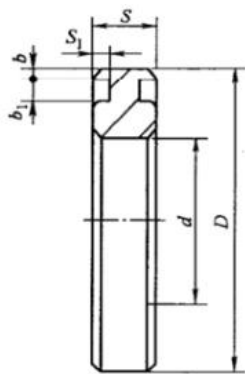


图 3



5. 计量特性

5.1 表面粗糙度

圆柱孔标准器的表面粗糙度 R_a 不超过 JB/T 6637 的规定。

5.2 形状公差

圆柱孔标准器的形状误差包括圆度、素线直线度、圆柱度或锥度。评价范围为中部 $\frac{3}{5}H$ 范围内。

5.2.1 圆度

圆柱孔标准器任一径向平面内的圆度误差不应超过 JB/T 6637 的规定。

5.2.2 直线度

圆柱孔标准器的素线直线度不超过表 3 的规定。

公称直径 d /mm	直线度/ μm		
	1 级	2 级	3 级
$3 \leq d \leq 10$	0.1	0.15	0.3
$10 < d \leq 30$	0.15	0.2	0.4
$30 < d \leq 50$	0.2	0.25	0.4
$50 < d \leq 80$	0.25	0.3	0.5
$80 < d \leq 120$	0.3	0.4	0.6
$120 < d \leq 180$	0.4	0.6	0.8
$180 < d \leq 250$	0.6	0.7	1.0
$250 < d \leq 315$	0.7	0.8	1.2
$315 < d \leq 400$	0.8	1.2	1.5
$400 < d \leq 500$	1.0	1.5	2.0

表 3

5.2.3 圆柱度或锥度

圆柱孔标准器的圆柱度或锥度取其中一项，不超过表4的规定。

表 4

公称直径 d /mm	圆柱度或锥度/ μm		
	1 级	2 级	3 级
$3 \leq d < 5$	0.2	0.3	0.4
$5 \leq d \leq 10$	0.2	0.3	0.5
$10 < d \leq 30$	0.2	0.4	0.6
$30 < d \leq 50$	0.3	0.5	0.8
$50 < d \leq 80$	0.4	0.6	0.9
$80 < d \leq 120$	0.4	0.7	1.0
$120 < d \leq 180$	0.5	0.8	1.5
$180 < d \leq 250$	0.6	1.0	2.0

$250 < d \leq 315$	0.8	1.2	2.5
$315 < d \leq 400$	1.0	1.5	3.0
$400 < d \leq 500$	1.2	2.0	4.0

5.3 下端面与孔中心线的垂直度

下端面与孔中心线的垂直度应满足JB/T 6637的相关要求。

5.4 直径尺寸

圆柱孔标准器指定高度截面直径尺寸的极限偏差应满足JB/T 6637的相关要求。

5.5 直径变动量

圆柱孔标准器在指定高度截面上下各 1mm 内的直径变动量不超过表 5 的规定。

表 5

公称直径 d /mm	直径变动量/ μm		
	1 级	2 级	3 级
$3 \leq d < 5$	—	0.3	0.4
$5 \leq d \leq 10$	0.2	0.3	0.5
$10 < d \leq 30$	0.2	0.3	0.5
$30 < d \leq 50$	0.3	0.4	0.6
$50 < d \leq 80$	0.4	0.5	0.6
$80 < d \leq 120$	0.4	0.6	0.8
$120 < d \leq 180$	0.5	0.6	0.8
$180 < d \leq 250$	0.6	0.8	1.0
$250 < d \leq 315$	0.8	1.0	1.2
$315 < d \leq 400$	1.0	1.2	1.5
$400 < d \leq 500$	1.2	1.5	2.0

5.6 直径年变化量

圆柱孔标准器的直径尺寸年变化量应满足 JB/T 6637 的相关要求。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 校准时室内温度条件不超过表 6 的规定，相对湿度不超过 65%。

表 6

标准器等级	室内温度（℃）	温度变化（℃/h）
1 级	20±0.5	0.2
2 级	20±1	0.3
3 级	20±2	0.5

6.1.2 标准器在检定前应进行充分等温。 校准过程中，标准器与测量器具之间的温度差应符合表 7 规定

表 7

d/mm	校准时的温度差（℃）		
	1 级	2 级	3 级
3≤d≤50	0.05	0.2	0.4
50<d≤300	0.05	0.1	0.3
300<d≤500	0.05	0.1	0.2

6.1.3 校准室内应无影响测量准确度的灰尘、噪音和振动。

6.2 校准用标准器具

校准项目及校准用计量标准器具见表 8，允许采用满足测量不确定度要求的其他方法校准。

表 8 校准项目及校准用标准器

序号	校准项目	校准器具
----	------	------

1	外 观	目测
2	表面粗糙度	表面粗糙度测量仪（MPE：±10%）、表面粗糙度比较样块
3	圆度	圆度/圆柱度测量仪（MPE：±5%）
4	直线度	轮廓测量仪或圆柱度测量仪（直线度≤0.5μm）
5	圆柱度或锥度	圆柱度测量仪（MPE：±5%）、测长机或测长仪
6	下端面与孔中心 线的垂直度	圆柱度测量仪（MPE：±5%）或专用仪器
7	直径尺寸	测长机或测长仪或光学孔径测量仪 （测量不确定度 $U/\mu\text{m}$ （ $k=2$ ）： 1 级：≤0.1+1×10 ⁻⁶ L ；2 级：≤0.35+3×10 ⁻⁶ L ；3 级：≤ 0.7+6×10 ⁻⁶ L ）； 内径标准器（满足标准环规二等或以上精度要求） 三坐标测量机（ $d\geq 300\text{mm}$ ，MPE：±（0.9+3×10 ⁻⁶ L ）μm）
8	直径变动量	
9	直径年变化量	
MPE：最大允许误差 L 被校准长度，单位-mm		

7 校准项目和校准方法

7.1 外观

外观用目力观察,必要时借助放大镜。新制的不应有裂纹、划痕、碰伤和锈蚀;使用中的不应有影响计量特性准确度的缺陷;非工作表面或标牌上标识应信息完整、字迹清晰。

7.2 表面粗糙度

上下端面的表面粗糙度用粗糙度比较样块比较测量,必要时也可以使用表面粗糙度测量仪测量,工作面的表面粗糙度表面粗糙度测量仪测量。在被测面均匀分布的三个位置上测量,取其平均值作为校准结果。

7.3 圆度

标准器的圆度用圆度测量仪或圆柱度测量仪校准。分别测量圆柱孔标准器的指定高度截面及距上下端面 $\frac{1}{5}H$ 处三个截面,取其最大值为校准结果。圆度评价采用最小二乘法和高斯(1-50)UPR滤波。

7.4 直线度

7.4.1 用轮廓测量仪测量直线度。把圆柱孔标准器放置于V型工作台上，调整轮廓测量仪使其测量方向上的素线平行于传感器运动方向，对称测量两条素线，取其最大值作为校准结果。直线度评价采用最小二乘法和高斯0.8mm滤波。

7.4.2 使用圆柱度测量仪测量直线度。沿测量方向上对称测量两条素线，取其最大值为校准结果。直线度评价采用最小二乘法和高斯0.8mm滤波。

7.5 圆柱度或锥度

7.5.1 使用圆柱度测量仪测量圆柱度。测量由圆柱孔标准器的指定高度截面及距上下端面 $\frac{1}{5}H$ 处三个截面组成的圆柱的圆柱度。圆柱度评价采用最小二乘法和高斯(1-50)UPR滤波。

7.5.2 使用测长机或测长仪测量锥度。

将圆柱孔标准器固定在测量内尺寸仪器的工作台上，调整至正确测量状态，测量指定方向中截面及距上下端面 $\frac{1}{5}H$ 处截面的直径。三个直径值的最大值与最小值之差作为锥度。

7.6 圆柱孔标准器的下端面与孔中心线的垂直度

7.6.1 使用圆柱度测量仪测量垂直度。将圆柱孔标准器下端面向上放置在工作台上，调平后测量上下端面 $\frac{1}{5}H$ 处两个截面组成的圆柱。采用最小二乘法和高斯(1-50)UPR滤波分析评价下端面与圆柱的垂直度。

7.6.2 用垂直度专用测量仪校准，测头置于支点正上方，两点距离尽可能接近整个圆柱孔工作区域，旋转标准器一周，指示表最大差值的一半即为标准器的垂直度。

7.7 直径尺寸

将圆柱孔标准器固定在测量内尺寸仪器的工作台上，调整至正确测量状态，测量指定方向指定高度截面的直径。取两次测量的平均值作为直径尺寸。每次测量应重新对零、调整。

7.8 直径变动量

将圆柱孔标准器固定在测量内尺寸仪器的工作台上，调整至正确测量状态，分别测量指定方向指定高度截面和上下各1mm处的直径值。三个直径值的最大值与最小值之差作为直径变动量。

7.9 直径年变化量

校准结果和上年度校准结果之差。

8 校准结果表达

校准结果应给出主要计量特性的测量不确定度，直径尺寸的测量不确定度评定见附录 A。经校准的标准器出具校准证书，校准证书内容至少包括附录 B 所列信息。

9 复校时间间隔

复校时间间隔由用户根据标准器使用情况自行确定，一般情况下不超过 1 年。

附录 A

圆柱孔标准器直径尺寸测量不确定度评定示例

A.1 测量方法

采用测长机以比较测量的方法测量圆柱孔标准器直径。

测长机：SIP550S，仪器最大允许误差： $\pm (0.1+L/2000) \mu\text{m}$ ；

对零用标准环规：直径 d :60mm，

被测标准器：直径 d :90mm，

被测量的直径尺寸定义在环规水平高度指定高度截面位置，并沿直径方向的刻线位置。

A.2 测量模型

用带有数显的 SIP550s 万能测长仪进行内径比较测量时，标准环规内径尺寸为 d_s ，测量时在 SIP550s 上得到的读数为 d_x ，则被测标准器的内径尺寸示值误差 Δd 可表示为：

$$\Delta d = d_x - d_s \quad (\text{A.1})$$

考虑到热膨胀系数和温度的影响

$$\Delta d = d_x(1 + \alpha_x \Delta t_x) - d_s(1 + \alpha_s \Delta t_s)$$

式中， d_x -----被测标准器在标准温度 20°C 下的内径

d_s -----标准环规在标准温度 20°C 下的内径

α_x -----被测标准器的线膨胀系数

α_s -----标准环规的线膨胀系数

Δt_x ----- 被测标准器的温度与 20°C 之差

Δt_s ----- 标准环规的温度与 20°C 之差

设：

$\Delta \alpha = \alpha_x - \alpha_s$ 为被测标准器和标准环规的线膨胀系数差

$\Delta t = \Delta t_x - \Delta t_s$ 为被测标准器和标准环规的温度差

由于 $\alpha_x \Delta t_x$ 、 $\alpha_s \Delta t_s$ 远小于 1，且 d_x 、 d_s 数值近似相等，

则合成不确定度：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(\Delta d_x) + c_2^2 u^2(d_s) + c_3^2 u^2(\Delta \alpha) + c_4^2 u^2(\Delta t) \quad (\text{A.2})$$

$$c_1=1 \quad c_2=1 \quad c_3=d_s \Delta t_s \quad c_4=d_s \alpha_s$$

A.3 各输入量的标准不确定度

A.3.1 SIP550s 万能测长仪测量值引入的不确定度分量 $u(\Delta d_x)$

$u(\Delta d)$ 包括两项，第一项为 SIP550s 最大允许误差引入的不确定度分量 $u(\Delta d_1)$ ，第二项为测量重复性引入的不确定度分量 $u(\Delta d_2)$

A.3.1 SIP550s 最大允许误差引入的不确定度分量 $u(\Delta d_1)$

以 B 类不确定度评定，SIP550S 最大允许误差为 $\pm (0.1+L/2000) \mu\text{m}$ ，以均匀分布进行评定，尺寸差 30mm，故

$$u(\Delta d_1)=(0.1+30/2000)/\sqrt{3}=0.066\mu\text{m}$$

A.3.2 测量重复性引入的不确定度分量 $u(\Delta d_2)$

$u(\Delta d_2)$ 以 A 类不确定度进行评定，实测时两次测量结果取平均值。由测量重复性试验得到测量样本标准差 s 为 $0.079\mu\text{m}$ ，于是两次测量平均值的标准偏差为 $s/\sqrt{2}=0.056\mu\text{m}$

$$u(\Delta d_2)=0.056\mu\text{m}$$

A.3.3 对零用标准环规引入的不确定度分量 $u(d_s)$

对零用标准环规内径的扩展不确定度由环规校准证书给出： $U=0.5\mu\text{m}$ ($k=2$)，可知

$$u(d_s)=0.5/2=0.25\mu\text{m}$$

A.3.4 对零用标准环规与被测标准器的线膨胀系数差引入的不确定度分量 $u(\Delta \alpha)$

以 B 类不确定度评定，钢的线膨胀系数应在 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 范围内，线膨胀系数差 $\Delta \alpha$ 最大为 $2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ ，以三角分布评定，因为测量时实验室温度与 20°C 的偏差最多不超过 1°C ，所以：

$$c_3 u(\Delta \alpha)=d \times 10^{-6}/\sqrt{3}=0.577d \times 10^{-6}$$

$$c_3 u(\Delta \alpha)=90 \times 10^3 \times 0.577 \times 10^{-6}=0.052\mu\text{m}$$

A.3.5 对零用标准环规与被测标准器温度差引入的不确定度分量 $u(\Delta t)$

以 B 类不确定度评定。对零用标准环规与被测标准器经过充分恒温，达到温度平衡时进行测试，但两者仍有一定温度差，其最大可能温度差 $\Delta t = \pm 0.2^\circ\text{C}$ ，以均匀分布评定：

$$c_4 u(\Delta t)=\alpha_s \times 0.2d/\sqrt{3}=\alpha_s \times 0.115d$$

$$\text{取 } \alpha_s=0.115/^\circ\text{C}=11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$$

$$c_4 u(\Delta \alpha)=90 \times 10^3 \times 0.115 \times 11.5 \times 10^{-6}=0.119\mu\text{m}$$

A.4 合成标准不确定度

将各灵敏系数和各输入量的标准不确定分量带入式（A.2）中可得：

合成不确定度 u_c

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u^2(\Delta d_1) + c_1^2 u^2(\Delta d_2) + c_2^2 u^2(d_s) + c_3^2 u^2(\Delta \alpha) + c_4^2 u^2(\Delta t)}$$

取包含因子 $k=2$ 即得到内径环规个分段的扩展不确定度 U

内径(mm)	标准不确定度来源 (μm)					合成标准 不确定度 (μm)
	测长机示 值 误差	重复性	标准 环规	线膨胀 系数差	温度差	
	$u(\Delta d_1)$	$u(\Delta d_2)$	$u(d_s)$	$c_3 u(\Delta \alpha)$	$c_4 u(\Delta t)$	u_c
90	0.066	0.056	0.25	0.052	0.119	0.295

A.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.295 \mu\text{m} = 0.590 \mu\text{m}$$

故扩展不确定度为：

$$U = 0.6 \mu\text{m} \quad k=2$$

附录 B

校准证书内容

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 进行校准的具体地点；
- d) 校准证书的唯一性标识（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) 被校对象的接收日期，进行校准的日期，校准证书的发布日期；
- 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) 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) 对校准规范偏离的说明（若有）；
- m) 校准结果及测量不确定度的说明；
- n) 校准证书签发人（批准人）的签名及签发日期；
- o) 校准结果仅与被校对象有关的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。