

ICS 25.060.20

J42

# JB

## 中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10028—1999

---

### 圆 度 仪

Roundness measuring instrument

1999-05-20 发布

2000-01-01 实施

---

国家机械工业局 发布

## 前 言

本标准是在 ZB J42 030—89《圆度仪》的基础上修订的。

本标准与 ZB J42 030—89 的技术内容一致，仅按有关规定重新进行了编辑。

本标准自实施之日起代替 ZB J42 030—89。

本标准由全国量具量仪标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：上海机床厂。

本标准主要起草人：唐禹民。

本标准于 1989 年首次发布。

## 圆 度 仪

### Roundness measuring instrument

#### 1 范围

本标准规定了圆度仪的分类、基本参数、技术要求、试验方法和检验规则。  
本标准适用于各类圆度仪。

#### 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 15464—1995 仪器仪表 包装通用技术条件

#### 3 定义

本标准采用下列定义。

##### 3.1 测量系统

由仪器的传感器、放大器、滤波器、输出装置组成。若仪器配有计算机，则计算机也包括在此系统内。

##### 3.2 记录轮廓

实际轮廓经仪器记录器得出的轮廓，是显示轮廓的一种。

##### 3.3 定标块

定标块是在圆周一个小平面的圆柱体。小平面在圆柱体径向截面上的弦高值即为定标块的标定值。定标块是用来检验仪器特性参数的。

##### 3.4 椭圆定标块

椭圆定标块是被测截面的显示轮廓呈椭圆形的检定工具。允许它由圆柱体倾斜安装而构成。其长短轴半径约为  $10\mu\text{m}$ （不标定）。

#### 4 仪器分类和基本参数

##### 4.1 分类

4.1.1 仪器按结构型式分为传感器旋转式和工作台旋转式。

4.1.2 仪器按主要功能分为普通型和多功能型。普通型主要用于测量圆度误差；多功能型除可测圆度误差外，还可测圆柱度误差和直线度误差。

4.1.3 仪器按误差大小分为 A、B、C 三类。

##### 4.2 基本参数

###### 4.2.1 主参数

仪器的最大可测直径和最大可测高度作为圆度仪的主参数。

#### 4.2.2 滤波器通带范围

1~15; 1~50; 1~150; 1~500; (1~1500; 15~500; 15~1500) 波数/r。

注: 括号内各档不是必备档。

#### 4.2.3 各种标准测头的半径系列

0.25mm; 0.8mm; 2.5mm; 8mm; 25mm。

#### 4.2.4 测头静压力

测头静压力应能在 0~0.25 范围内调整。

### 5 技术要求

#### 5.1 环境条件

仪器应安放在温度为  $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  (每小时温度变化应不超过表 1 规定值), 相对湿度小于 65% 的室内。周围应无影响测量的灰尘、振动、噪声、气流、腐蚀性气体和较强磁场。

表 1

$^{\circ}\text{C}$

仪器误差类别	A	B	C
每小时温度变化量	0.5	1	1.5

#### 5.2 外观

5.2.1 仪器工作表面不应有锈蚀和碰伤, 涂镀表面应平整均匀, 不应有斑点、脱皮等现象, 外部零件结合处应整齐。

5.2.2 有刻线和刻字的零件, 文字和线纹应清晰、均匀。

5.2.3 不得有漏油现象。

#### 5.3 相互作用和相互位置

5.3.1 仪器可动部分在规定范围内均应平稳地运动。

5.3.2 各种按钮、操作件和限位装置的动作应灵活、作用可靠、功能正常。

5.3.3 仪器测量方向应通过主轴回转中心。

5.3.4 记录范围与对心表的指示范围应保持一致。

#### 5.4 放大器的转换误差

相邻档不大于 3%, 任意档相对定标档应不大于 5%。

#### 5.5 定标误差

定标误差应不大于 1%。

#### 5.6 测量系统示值误差

测量系统示值误差应不大于表 2 中的规定值。

#### 5.7 测量系统灵敏阈

测量系统灵敏阈应不大于表 2 中的规定值。

#### 5.8 测量系统回程误差

测量系统回程误差应不大于表 2 中的规定值。

表 2

仪器误差类别	A	B	C
测量系统示值误差	$\pm$ (满量程的 1%+测得值的 3%)	$\pm$ (满量程的 1.25%+测得值的 3.5%)	$\pm$ (满量程的 1.25%+测得值的 4.5%)
测量系统线性误差	满量程的 2%	满量程的 2.5%	满量程的 2.5%
测量系统灵敏度	0.02	0.03	0.04
测量系统回程误差	0.03	0.04	0.05
仪器径向误差	0.05	0.10	0.20

注：工作台旋转式圆度仪的仪器径向误差还应增加与被测截面离工作台高度有关的部分。

## 5.9 测量系统线性误差

测量系统线性误差应不大于表 2 中的规定值。

## 5.10 无输入量时测量系统的记录图像

无输入量时测量系统的记录图像应为首尾衔接的圆，记录图像的振幅应不大于  $0.015 \mu\text{m}$ 。

## 5.11 测量系统示值稳定度

测量系统示值稳定度应不大于 4%。

## 5.12 仪器径向误差应不大于表 2 中的规定值。

## 5.13 记录轮廓

记录轮廓应首尾衔接，径向上应无明显错位，周向间隙（或重迭）应不大于  $0.8\text{mm}$ 。

## 5.14 测量重复性

多功能型应不大于  $0.1 \mu\text{m}$ ；普通型应不大于  $0.15 \mu\text{m}$ 。

## 5.15 最大负载和偏载时的径向误差

工作台旋转式圆度仪在最大负载和偏载时，仪器径向误差应不大于表 2 中的规定值。

## 5.16 仪器轴向误差

仪器轴向误差应不大于表 2 中仪器径向误差的规定值。

## 5.17 传感器升降运动的直线度

多功能型圆度仪传感器垂直于工作台升降运动的直线度公差（在任意  $100\text{mm}$  范围内）见表 3。

表 3

 $\mu\text{m}$ 

序号	1	2	3	4	5
直线度公差	0.1	0.2	0.3	0.5	1

## 5.18 工作台主要工作面对基准回转轴线的垂直度

传感器旋转式圆度仪工作台主要工作面对基准回转轴线的垂直度公差在  $100\text{mm}$  测量长度上为  $0.01\text{mm}$ 。

## 6 试验方法

## 6.1 试验条件

仪器在 5.1 规定的环境条件下进行试验。

6.2 外观、相互作用和相互位置

用目测和手感的方法进行检查。

6.3 放大器的转换误差

以 1000 倍和 5000 倍为例，放大倍数置于“10000”档，取下匹配器（或限制传感器测头移动），调整输出调整旋钮，使对心表指针与表盘左刻线重合，记录第一圈图像；再将放大倍数置于“5000”档，记录第二圈图像；将放大倍数置回到“10000”档，旋转输出调整旋钮使对心表指针与右边刻线重合，记录第三圈图像；再将放大倍数置于“5000”档记录第四圈图像。求得第一、三图像之间和第二、四图像之间的径向距离之比，即可按式（1）求得该相邻档之间放大倍数的转换误差：

$$\frac{\text{径向间距之比} - \text{放大倍数之比}}{\text{放大倍数之比}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

用同样方法检验其他各相邻档的转换误差。任意档相对定标档的转换误差为该任意档到定标档之间的各相邻档转换误差的代数和。

6.4 定标误差

仪器装上短测杆，滤波器置于“1~500”档，仪器放大率置于“2000”档。然后可用动态或静态方法来检验仪器放大率。

动态法：

将 10 μm 左右的定标块与仪器的基准轴线精确对心后，在记录范围的中间位置上记录其记录轮廓，并读取其测得值。

静态法：

用微进给装置或量块在测量方向上给传感器测头约 10 μm 的进给量，在记录范围的中间位置上分别记录进给前、后的图像，它们之间的间距为测得值。定标误差按式（2）计算：

$$\frac{\text{测得值} - \text{实际值}}{\text{实际值}} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：实际值——定标块的标定值、微进给装置或量块的实际进给值。

6.5 测量系统示值误差

仪器装上短测杆，滤波器置于“1~500”档，用动态法或静态法检验示值误差。

动态法：

在仪器放大率各档分别测量标定值相当于该档记录纸上 20mm 量值的定标块，并在记录范围的中间位置记录其记录轮廓。测得值与标定值之差为误差值。

注：用动态法检验 10000 倍和 10000 倍以上的示值误差时，允许所测得的仪器测量系统示值误差比表 2 规定的下限值再小测得值的 1%。

静态法：

在仪器放大率各档分别用微进给传感测头相当于该档记录纸上 20mm 量值的进给量，并在进给前、后分别在记录范围中间位置上记录图像。两图像径向间距与进给量之差为误差值。

6.6 测量系统的灵敏阈

将仪器放大率置于仪器正常使用的最高档，用灵敏阈不大于仪器灵敏阈二分之一的微进给装置，给予传感器短测杆大于 0.1 μm 的位移量，然后记录图像，并同时在相同进给方向上继续给出表 2 所规

定的灵敏阈的进给量，则记录图像在相应位置上必须有目力可见的径向位移。

#### 6.7 测量系统回程误差

将仪器放大率置于仪器正常使用的最高档，用回程误差不大于仪器回程误差二分之一的微进给装置，分别在两个方向上给予传感器测头大于  $0.1\mu\text{m}$  的位移量，然后记录图像。并同时在进给方向上继续给予约  $0.4\mu\text{m}$  的进给量，随即返回第二次进给前的位置。以第二次进给前后记录图像的径向误差为测得值。在两个进给方向的检验中，以大的测得值为检定值。

#### 6.8 测量系统线性误差

将仪器装上短测杆，滤波器置于“1-500”档，输出调节旋钮处在中间位置。用动态法或静态法检验仪器放大率为可选用的最高档、最低档和“2000”档的线性误差。

动态法：

在被测仪器放大率各档，分别测量标定值相当于该档记录纸上 10mm 量值的定标块，并用传感器微调旋钮改变其工作位置。分别在记录范围的里、中、外三个位置记录三个记录轮廓（仪器最高放大率档允许同时借助于输出调整旋钮）。以三者间的最大差值为误差值。

静态法：

在被测仪器放大率各档，分别使记录笔处于记录范围的里、中、外三个位置，并用微进给装置分别三次给予传感器测头相当于记录纸上 10mm 量值的进给量。以三次进给中，进给前后记录图像径向间距之差的最大值为误差值。

#### 6.9 无输入量时测量系统的记录图像

将仪器装上短测杆，并用限位架等方法限制测头移动，滤波器置于“1-500”档，并将仪器放大率置于仪器正常使用的最高档。以记录范围的内外缘附近记录的图像作为检验对象。

#### 6.10 测量系统示值稳定度

将仪器放大率置于“2000”档，滤波置于“1-500”档，用动态法或静态法检验测量系统示值稳定度。

动态法：

仪器电器部分开机 0.5h 后，测量  $10\mu\text{m}$  左右定标块，记录三圈显示轮廓，把三个测得值的平均值作为  $H_1$ 。再连续开机 4h 后，记录另外三圈显示轮廓，将三个测得值的平均值作为  $H_2$ 。示值稳定度误差按式（3）计算：

$$\frac{H_2 - H_1}{H_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

静态法：

仪器电器部分开机 0.5h 后，由微进给装置分别三次给予传感器测头  $10\mu\text{m}$  左右的相同进给量，在记录图像上取得进给前后径向差的平均值  $H_1$ 。再连续开机 4h，后用同样方法取得平均值  $H_2$ 。再按与动态法相同公式计算示值稳定度误差。

#### 6.11 仪器径向误差

将仪器放大率置于仪器正常使用的最高档，滤波器置于“1-500”档，将标准半球精确调中心后，在测量范围中间位置上记录其记录轮廓。以最小区域法评定获得的圆度误差为仪器径向误差。必要时可从中去除标准半球的误差。工作台旋转式圆度仪还应在仪器最大测量高度上检测。

## 6.12 记录轮廓

检验仪器径向误差的记录轮廓应首尾衔接, 径向上应无明显错位, 周向间隙(或重迭)应不大于0.8mm。

## 6.13 测量重复性

按6.11的检验方法在同一测试条件下, 以同一记录纸上记录下的连续测量五次的记录轮廓的最大径向偏移量为误差值。

## 6.14 最大负载和偏载时的仪器径向误差

当工作台加载到规定值后, 用6.11规定的检验方法检验仪器的径向误差。

## 6.15 仪器轴向误差

将仪器放大率置于仪器使用的最高档, 滤波器置于“1-50”档, 用传感器测头(或测台肩架测头)与精确垂直于基准回转轴线的平面平晶(或玻璃球顶部)接触, 并使测头回转半径最小, 按最小区域评定记录图像的径向差值为仪器的轴向误差。

## 6.16 传感器升降运动的直线度

选择适当的仪器放大率和滤波档, 将标准圆柱角尺安放在工作台上并与基准回转轴线同轴。测量圆柱角尺的素线, 按最小条件评定出的直线度误差值作为检定值。

当标准圆柱角尺素线直线度误差大于所要求时, 可将标准圆柱角尺旋转 $180^\circ$ 并改变测力方向, 分别测量其同一素线, 取两条并行记录曲线上各对应点连线的中点组成误差曲线, 按最小条件评定出的直线度误差作为检定值。

## 6.17 工作台主要工作面对基准轴线的垂直度

用传感器测头(或测微表)测量主要工作表面, 以记录图像中心相对记录纸回转中心偏心的量值(或测微表指针的二分之一)与测头旋转半径之间的比值作为检定值。

## 6.18 仪器运输、贮存试验

仪器按GB/T 15464和出厂要求包装后进行本项试验, 或者对其关键部件(如主轴、传感器、具有高精度直线运动的有关部件、各种电箱和计算机系统等进行试验。在对其关键部件试验后仍应安装在仪器上。仪器在进行全部试验后(或每项试验后), 再测试有关技术要求应符合标准规定。

### 6.18.1 高温试验

将被试件随试验环境先逐步升温至 $55^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ (升温速度不大于 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ ), 保持8h。然后逐步降至仪器工作温度取出。

### 6.18.2 低温试验

将被试件随试验环境先逐步降温至 $-40^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ (降温速度不大于 $1^\circ\text{C}/\text{min}$ ), 保持8h。然后逐步升至仪器工作温度取出。

### 6.18.3 湿热试验

将被试件随试验环境在3h内升温至 $55^\circ\text{C}\pm 2^\circ\text{C}$ , 在相对湿度为95%的条件下, 保持9h。然后在3h内降温至 $25^\circ\text{C}\pm 3^\circ\text{C}$ , 并保持到24h结束。

### 6.18.4 运输试验

将被试件装上4t汽车(装载量约为满载量的三分之一), 在三级公路上行驶200km, 车速为30~40km/h。

## 7 检验规则

### 7.1 出厂检验

每台仪器都应进行出厂检验。出厂检验的试验项目按 6.2~6.17 中规定各项方法进行试验。

### 7.2 型式检验

仪器的型式检验一般在新产品试制、产品包装有重大改变或国家质量监督机构提出要求时进行。型式检验项目按 6.2~6.18 中规定的各项方法进行试验。

## 8 标志、包装

8.1 在仪器上应标志制造厂名、仪器的名称和型号及制造年月。

8.2 仪器的包装应符合 GB/T 15464 的规定。

---