



中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF（有色金属）XXXX—20XX

数显半径测量仪校准规范

（征求意见稿）

Calibration Specification for

Radius Measuring Instrument with Digital Display

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

数显半径测量仪校准规范

Calibration Specification for Radius Measuring Instrument with Digital Display

JJF（有色金属）XXXX
—20XX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

参加起草单位：XXXXX 公司

XXXX

XXXXX

XXXX

XXXX

本规范主要起草人：

XXX (A公司)

XXX (XXX公司)

XXX (XXX公司)

XXX (XXXX公司)

XXX (XXX公司)

XXX (XXX)

X X (XXXX)

XXX (XXX公司)

XXX (XXX公司)

目录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	1
4.1 两端球形测头圆度	1
4.2 两端球形测头球心间距偏差	2
4.3 数显指示表示值误差	2
4.4 零位偏差	2
4.5 半径示值误差	2
4.6 半径测量重复性	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 校准项目和测量标准	2
6 校准项目和校准方法	2
6.1 校准项目	2
6.2 校准方法	3
7 校准结果表达	4
8 复校时间间隔	5
附录 A 校准原始记录参考格式	6
附录 B 校准证书内页参考格式	8
附录 C 数显半径测量仪半径示值误差的测量结果不确定度评定示例	9

引 言

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范无参考的技术内容。

本规范为首次发布。

数显半径测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于半径测量范围（5-700）mm的数显半径测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 34-2022 指示表

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

数显半径测量仪（以下简称测量仪）是采用容栅位移传感器电子技术，以弓高弦长法原理，由数显指示表、指示表测量杆和测架两侧测杆组合，用于直接测量圆弧半径的试验仪器。不同的圆弧尺寸，对应不同的测架，每个测架对应一个跨距，一般为 10mm、20mm、30mm、60mm、100mm。示意图如图 1 所示。

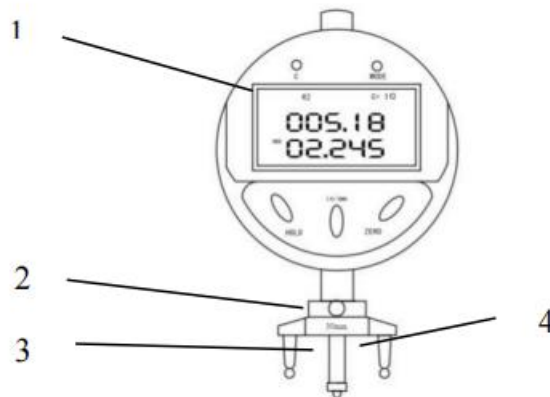


图 1 数显半径测量仪示意图改标注

1—数显指示表；2—测架；3—指示表测量杆；4—测架测杆

4 计量特性

4.1 两端球形测头圆度

最大允许误差 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

4.2 两端球形测头球心间距偏差

最大允许误差 $\pm 0.03\text{mm}$ 。

4.3 数显指示表示值误差

最大允许误差按JJG34-2022中4.8要求执行。

4.4 零位偏差

最大允许误差 $\pm 0.009\text{mm}$ 。

4.5 半径示值误差

最大允许误差 $\pm 1\%$ 。

4.6 半径测量重复性

重复性不超过 0.5%。

5 校准条件

5.1 环境条件

测量仪应在 $(20\pm 5)\text{℃}$ 、相对湿度不大于 80%的条件下校准。校准环境周围无腐蚀性介质，附近无影响实验结果的振源。校准前，数显半径测量仪与标准器平衡温度时间不少于 2 小时。

5.2 测量标准及其他测量设备

测量标准及其他测量设备技术指标见表 1。

表 1 测量标准及其他测量设备技术指标

校准项目	测量标准	技术指标
数显指示表	千分表检定仪	MPE: $\pm 1.5\mu\text{m}/2\text{mm}$
零位偏差	平板	160mm \times 160mm, 0 级
两端球形测头圆度	影像测量仪	MPE: $\pm (3+L/200)\mu\text{m}$, L 为测量尺寸, 单位: mm。
两端球形测头球心间距偏差		
半径示值误差 半径测量重复性	圆弧半径标准块	$U=5\mu\text{m}$, $k=2$
	平板	160mm \times 160mm, 1 级

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

测量仪校准项目见表 1。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

对测量仪工作状态进行功能检查，在确定没有影响其计量性能的因素后再进行校准。

6.2.2 两端球形测头圆度

采用影像测量仪测量，将测头水平放置在工作台上，调整使球面测头清晰成像，在测量面对应的半圆弧内选取均匀分布的三个位置，每个位置取样圆弧不小于 45° ，测量半圆弧的半径，三个位置半径测得值的算术平均值与标称值之差即为相应测头的圆度。

6.2.3 两端球形测头球心间距偏差

采用影像测量仪测量，将测架水平放置于工作台上，调整使两端测头清晰成像，然后测量两测头圆弧面圆心间距，该测得值即为两测头球心间距，该间距与标称值之差即为两测头球心间距偏差。

6.2.4 数显指示表示值误差

数显指示表示值误差测量按 JJG 34-2022 中 6.3.11.2 执行。

6.2.5 零位偏差

测量仪三测杆处于自由状态并垂直与 0 级平板接触，按下数显指示表中“清零键”，提起测量仪再放下，读取测量仪示值，该示值与零的差值即为测量仪零位偏差。

6.2.6 半径示值误差

将不同规格的测架依次安装于测量仪上，按使用说明在 1 级平板上对测量仪进行置零调整。确定测量模式（外圆弧或内圆弧），在测量仪的每个量程内取至少三点作为校准点，宜包含接近量程上、下限的点，并均匀分布，选取相应圆弧半径标准块，重复测量 3 次并记录测量仪示值，取算术平均值 \bar{r} 作为该校准点测量结果，各校准点的算术平均值 \bar{r} 与圆弧半径标准块的半径实际值 R 的差值，即为该校准点的示值误差 δ ，按公式（1）计算：

$$\delta = \frac{\bar{r} - R}{R} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

δ ——校准点的示值误差，%；

\bar{r} ——校准点的仪器示值的平均值，mm；

R ——相应圆弧半径标准块的半径实际值，mm。

6.2.7 半径测量重复性

将不同规格的测架依次安装于测量仪上，在测量仪有效测量范围内，确定一个量程和测量模式，选用半径值约为二分之一量程的圆弧半径标准块，在相同位置重复测量该圆弧半径标准块 5 次，记录测量仪示值 r_i ，按公式 (2) 计算仪器半径测量重复性 s 。

$$s = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{C_n} \quad (2)$$

式中：

r_{\max} ——测量仪 5 次测量的最大值，mm；

r_{\min} ——测量仪 5 次测量的最小值，mm；

C_n ——极差系数， $C_n=2.33$ 。

7 校准结果表达

经校准的试验机出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准活动的日期，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和证书发布日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用的测量标准和溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；
- l) 对校准规范偏离的说明；
- m) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；

- n) 校准人和核验人签名；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

校准原始记录参考格式见附录 A，校准证书内页参考格式见附录 B。

8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为 1 年。

附录 A

校准原始记录参考格式

证书编号： 接收日期： 校准日期： 发布日期：
 委托单位： 校准依据：

被校设备信息					
器具名称		出厂编号			
型号/规格		设备编号			
制造厂		环境条件	°C	%RH	
校准地点					
测量标准信息					
名称	型号	设备编号	证书编号	准确度等级/ 最大允许误差/ 不确定度	有效期
校准结果					
1 两端球形测头圆度					
标称值 (mm)	实测值 (mm)			平均值 (mm)	偏差 (mm)
	1	2	3		
扩展不确定度：					
2 两端球形测头球心间距偏差					
标称值 (mm)		实测值 (mm)		偏差 (mm)	
扩展不确定度：					
3 数显指示表示值误差					
标称值 (mm)	实测值 (mm)			平均值 (mm)	示值误差 (%)
	1	2	3		
扩展不确定度：					
4 零位偏差					
标称值 (mm)		实测值 (mm)		偏差 (mm)	
扩展不确定度：					
5 半径示值误差 (mm)					
标称值 (mm)	实测值 (mm)			平均值 (mm)	示值误差 (%)
	1	2	3		
扩展不确定度：					
6 半径测量重复性 (%)					

JJF（有色金属）XXXX-20XX

标称值 (mm)	实测值 (mm)					最大值 (mm)	最小值 (mm)	重复性 (%)
	1	2	3	4	5			
扩展不确定度:								

附录 B

校准证书内页参考格式

校准结果		
校准项目	校准结果	测量不确定度 $U, k=2$
1.两端球形测头圆度 (mm)		
2.两端球形测头球心间距偏差 (mm)		
3.数显指示表示值误差 (mm)		
4.零位偏差 (mm)		
5.半径示值误差 (%)		
6.半径测量重复性 (%)		

附录 C

数显半径测量仪半径示值误差的测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 校准依据

本规范。

C.1.2 测量标准

半径 10mm 的圆弧半径标准块, 160mm×160mm 的 1 级平板。

C.1.3 被校对象

分辨力 0.01mm 的数显半径测量仪, 搭配跨距 10mm 的测架。

C.1.4 校准方法

数显半径测量仪的半径示值误差校准方法见本规范 6.2.6。按照 6.2.6 要求应在量程范围内取均匀分布的三个校准点, 本示例仅取 10mm 半径为例评定半径示值误差测量结果不确定度, 其他校准点也可参考本示例评定不确定度。

C.2 测量模型

半径示值误差的测量模型见式 (C.1) 和 (C.2) :

$$\delta = \bar{r} - R \quad (\text{C.1})$$

$$\bar{r} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 r_i \quad (\text{C.2})$$

式中:

δ ——校准点的示值误差, mm;

\bar{r} ——校准点的仪器示值的平均值, mm;

R ——相应圆弧标准件的半径标称值, mm;

r_i ——第 i 次测量的仪器示值, mm。

C.3 测量不确定度的来源分析

测量不确定度的来源有:

- 1) 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1 ;
- 2) 由分辨力引入的不确定度分量 u_2 ;
- 3) 由圆弧半径标准块引入的不确定度分量 u_3 ;

4) 由平板引入的不确定度分量 u_4 。

C.4 测量不确定度评定

C.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

用数显半径测量仪重复测量半径10mm的圆弧标准件10次。10次测量值分别为 (mm): 10.00、10.00、10.01、10.00、10.00、10.00、10.00、10.00、10.01、10.00、10.00。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.004\text{mm}$$

因实际测量取3次测量平均值为测量结果，则：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{0.004}{\sqrt{3}} = 0.002\text{mm}$$

C.4.2 由分辨力引入的不确定度分量 u_2

由于数显半径测量仪的分辨力为0.01mm，按均匀分布，则：

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.01}{2\sqrt{3}} = 0.002\text{mm}$$

C.4.3 由圆弧标准件引入的不确定度分量 u_3

10mm圆弧标准件不确定度为 $U=0.01\text{mm}$ ， $k=2$ ，则：

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.01}{2} = 0.005\text{mm}$$

C.4.4 由平板引入的不确定度分量 u_4

由于测量前需先在1级平板上调至零位，1级平板平面度不超过 $7\mu\text{m}$ ，由其引入的半径误差在 $\pm 0.007\text{mm}$ 内，按均匀分布，则：

$$u_4 = \frac{a}{k} = \frac{0.007}{\sqrt{3}} = 0.004\text{mm}$$

C.5 合成不确定度

由于各分量彼此独立互不相关，且重复性引入的不确定度和分辨力引入的不确定度取较大的，当 $R=10\text{mm}$ 时，合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.007\text{mm}$$

C.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则 $R=10\text{mm}$ 时，测量仪半径示值误差扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 0.014\text{mm} \quad (k = 2)$$
