



江苏省地方计量技术规范

JJF（苏）277—2024

数显半径测量仪校准规范

Calibration Specification for Radius Measuring Instrument with Digital Display

2024-09-26 发布

2024-12-01 实施

江苏省市场监督管理局 发布

数显半径测量仪校准规范

Calibration Specification for Radius Measuring

Instrument with Digital Display Of Measuring

Inside Dimension

JJF(苏) 277—2024

本规范经江苏省市场监督管理局于2024年09月26日批准，并自2024年12月01日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心

本规范委托江苏省几何量计量专业技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘亚俊（宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心）

董良海（无锡市检验检测认证研究院）

王 仪（宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心）

参加起草人：

万夙鸣（无锡市检验检测认证研究院）

戚健民（宜兴市产品质量和食品安全检验检测中心）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文献	1
3 术语	1
4 概述	1
5 计量特性	2
6 校准条件	2
7 校准项目和校准方法	3
8 校准结果表达	4
9 复校时间间隔	4
附录 A 校准用标准器的技术要求和溯源方法	5
附录 B 数显半径测量仪半径测量结果示值误差的不确定度评定示例	7
附录 C 校准证书信息与内页格式	9

引 言

JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

数显半径测量仪校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围至 700mm，且用弓高弦长法测量半径的数显半径测量仪的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

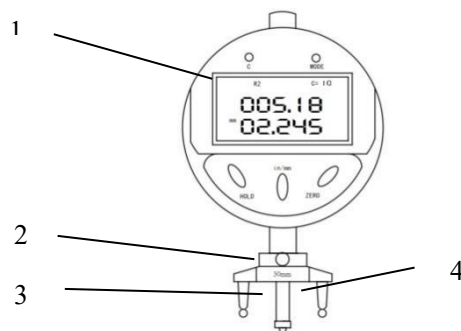
3 术语

跨距：span

测架两侧测杆轴的中心距。

4 概述

数显半径测量仪（弓高弦长法）（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，由测架两侧测杆和指示表测量杆组合直接测量圆弧半径的仪器，外观如图 1 所示。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。



1—数显指示表； 2—测架； 3—指示表测量杆； 4—测架测杆

图 1 数显半径测量仪的结构示意图

5 计量特性

5.1 半径示值误差

5.2 半径测量重复性

6 校准条件

6.1 环境条件

校准室内温度在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 范围内，相对湿度不大于 80%。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。

6.2 校准用标准器及相应设备

校准时所需的校准用标准器及相应设备如表 1 所示，允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及设备进行校准。

表 1 校准用标准器及相应设备

序号	仪器设备名称	技术要求
1	圆弧标准件	附录 A
2	平板	$(160 \times 100 \sim 630 \times 630)$ mm, 0 级

7 校准项目和校准方法

7.1 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。

7.2 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大致均匀分布至少三点作为校准点（宜包含接近量程上、下限的点），选取相应圆弧标准件，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

圆弧标准件的半径实际值 R 的差值，即为该校准点的示值误差 δ ，按公式 (1) 计算：

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

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实际值, mm。

7.3 半径测量重复性

在测量仪有效测量范围，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标准件，在相同位置重复测量该圆弧标准件 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 。

$$s = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{2.33} \quad (2)$$

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。

8 校准结果表达

经校准后的数显半径测量仪出具校准证书，校准证书应给出各校准项目的测量结果及扩展不确定度（见附录 C）。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由数显半径测量仪的使用状况、使用者、设备本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据仪器实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔一般为 1 年。

附录 A

校准用标准器的技术要求和溯源方法

A.1 技术要求

推荐校准用圆弧标准件的技术要求如表 A.1 所示

测架跨距	外圆弧测量（ R ）		内圆弧测量（ R ）	
	测量范围	半径标称值	测量范围	半径标称值
10	5~13	7、10、12	6.5~15	8、10、14
20	11~30	12、20、26	14~30	14、20、28
30	22~100	26、60、96	27~100	28、60、96
60	94~260	96、180、258	94~260	96、180、258
100	225~700	258、450、650	225~700	258、450、650

圆弧标准件的圆弧角 $\geq 120^\circ$ ，半径尺寸不确定度小于 $0.001R$ （ $k=2$ ），工作面的圆柱度小于 $0.001R$ 。

A.2 溯源方法

A.2.1 圆弧标准件半径溯源方法：

使用三坐标测量机，在圆弧标准件（如图 A.1、A.2）的中截面上使用仪器扫描测头测量模式测量，测量范围需超过圆弧面整体的 $2/3$ ，评价出圆弧半径值。

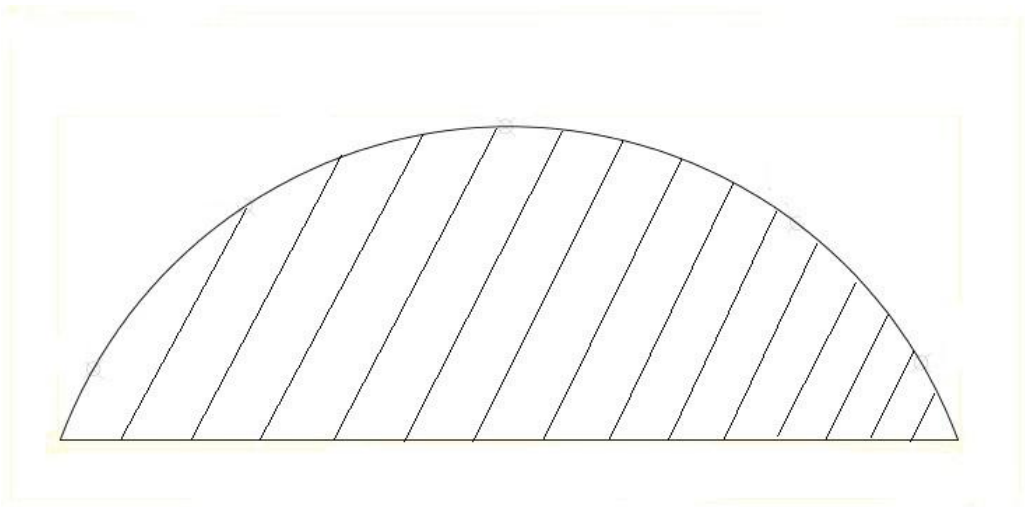


图 A.1 外圆弧标准件示意图

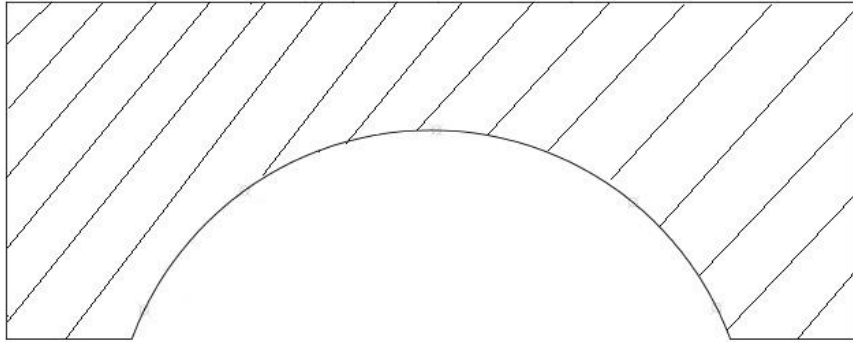


图 A.2 内圆弧标准件示意图

A.2.2 圆弧标准件圆柱度溯源方法:

使用三坐标测量机, 在圆弧标准件工作面上使用仪器扫描测头测量模式测量, 测量范围需超过圆弧面整体的 $2/3$, 推荐至少测量 3 层。拟合圆柱, 计算圆柱度。

附录 B

数显半径测量仪半径测量结果示值误差的不确定度评定示例

B.1 测量方法

确定一个量程,选取大致均匀分布至少三点作为校准点,采取外圆弧测量,选用想要的圆弧标准件,分别对每个半径尺寸重复测量 3 次,取平均值为该点的测量结果,测量结果与圆弧标准件半径实际值 R 的差值,即为该点位的示值误差。

B.2 测量模型

$$\delta = \bar{r} - R$$

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 ——圆弧标准件半径的实际值, mm。

B.3 不确定度传播率

考虑各分量彼此独立,依据公式 $u_c^2(y) = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i)$ 得: $u_c^2 = u^2(\delta) = c_1^2 u^2(\bar{r}) + c_2^2 u^2(R)$

$$\text{式中: } c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \bar{r}} = 1, c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial R} = -1$$

$$\text{则: } u_c^2 = u^2(\bar{r}) + u^2(R)$$

B.4 标准不确定度分量计算

B.4.1 由重复性引入的标准不确定度分量 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、10.01、10.00、10.00

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

因测量取 3 次测量平均值为测量结果,则:

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

同理,用数显半径测量仪重复测量半径 650mm 的圆弧标准件 10 次。10 次测量值分别为 (mm):

650.50、648.81、650.50、650.50、650.50、650.50、650.50、650.50、650.50、650.50

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.534\text{mm}$$

因测量取 3 次测量平均值为测量结果, 则:

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.309\text{mm}$$

B.4.2 由圆弧标准件不确定度标准不确定度分量 u_2

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

$$u_2 = \frac{0.01}{2} = 0.005\text{mm}$$

650mm 圆弧标准件不确定度为 $U=0.65\text{mm}$, $k=2$, 则:

$$u_2 = \frac{0.65}{2} = 0.325\text{mm}$$

B.5 合成不确定度

B.5.1 主要标准不确定度汇总

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度
u_1	重复性	$r=10\text{mm}$, 0.002mm $r=650\text{mm}$, 0.309mm
u_2	圆弧标准件不确定度	$r=10\text{mm}$, 0.005mm $r=650\text{mm}$, 0.325mm

B.5.2 合成标准不确定度计算

$$\text{当 } r=10\text{mm} \text{ 时, } u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0053\text{mm}$$

$$\text{当 } r=650\text{mm} \text{ 时, } u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.4484\text{mm}$$

B.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$, 则:

$$\text{当 } r=10\text{mm} \text{ 时, } U = ku_c = 0.02\text{mm}$$

$$\text{当 } r=650\text{mm} \text{ 时, } U = ku_c = 0.90\text{mm}$$

附录 C

校准证书信息与内页格式

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；
- d. 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e. 客户的名称和地址；
- f. 被校对象的描述和明确标识；
- g. 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，每页及总页的标识；
- h. 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i. 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- j. 本次校准所用计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。

推荐的校准证书内页格式见表 C.1。

表 C.1 校准证书内页格式

证书编号：		
校准环境条件	温 度： °C 相对湿度： %	地点： 其他：
序号	校准项目	校准结果
1	半径示值误差	
2	半径测量重复性	
测量结果不确定度：		

校准员：

核验员：

江苏省地方计量技术规范
数显半径测量仪校准规范
JJF(苏) 277—2024
江苏省市场监督管理局发布

*

江苏省计量协会印刷
版权所有不得翻印

*

开本 880 mm×1230 mm 16 开本
2024 年 12 月 印刷