



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××—20XX

影像测量用圆形靶标校准规范

Calibration Specification for Circular Targets of Image Measurement

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局 发布

影像测量用圆形靶标

校准规范

Calibration Specification for
Circular Targets of Image Measurement

JJF ××××—20XX

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所

北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：贵州省计量测试院

江苏省计量科学研究院（江苏省能源计量数据中心）

本规范由全国几何量长度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

参加起草人：

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
4 概述	1
5 计量特性	1
5.1 半径/直径	1
5.2 圆度	1
5.3 圆心距	1
5.4 同心度	1
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 测量标准及其他设备	2
7 校准项目和校准方法	2
7.1 测量方法	2
7.2 半径/直径	2
7.3 圆度	2
7.4 圆心距	3
7.5 同心度	3
8 校准结果表达	3
9 复校时间间隔	4
附 录 A 校准证书内页格式	5
附 录 B 圆直径校准结果的测量不确定度评定报告	6

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》和 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的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

影像测量用圆形靶标校准规范

1 范围

本规范适用于影像测量用圆形靶标的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1318—2011 影像测量仪校准规范

GB/T1958—2017 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 检测与验证

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

3.1 同心度 concentricity

在一组同心圆中，选取一个基准圆（通常以中心圆作为基准圆），计算被测圆与基准圆中心的圆心距，取该组圆心距的最大值的 2 倍作为同心圆的同心度。

4 概述

影像测量用圆形靶标常用光学玻璃、石英等材料制作，其表面刻有单个或一组圆形图案（圆、同心圆等），主要用于校准影像测量仪、带影像测头的三坐标测量机等影像测量设备的探测误差。常见的圆形靶标示意图如图 1 所示。



图 1 圆形靶标示意图

5 计量特性

5.1 半径/直径

5.2 圆度

5.3 圆心距

5.4 同心度

6 校准条件

6.1 环境条件

校准时的室内温度条件应符合 $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ ，测量前将被测靶标置于室内平衡温度的时间不小于 4 h。

6.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。

表 1 测量标准及其他设备

序号	测量标准及其他设备	主要技术指标
1	激光二维坐标测量装置	直径、圆度校准不确定度： $U=0.20\ \mu\text{m}\ (k=2)$
2	影像测量仪	$\text{MPEE}_{XY}: \pm(0.5\ \mu\text{m} + 2 \times 10^{-6}L)$

注：允许使用满足测量不确定度要求的其它测量标准及设备进行校准。

7 校准项目和校准方法

7.1 测量方法

在被测圆周上均匀选取 N 个测量点 ($N \geq 25$)，通过最小二乘法拟合测圆，得到拟合圆的圆心、半径 R 及每个测量点到圆心的距离 R_i ($1 \leq i \leq N$)。

当测量标准的视场内不能呈现完整圆周时，可以通过移动工作台带动靶标的方式，使得包含被测点的圆弧依次呈现在视场内，以便获取该被测点，此时应每移动一次仅获取一个测量点。

7.2 半径/直径

根据 7.1 测量方法，得到拟合圆半径 R 作为被测圆半径的测量值，以半径值的两倍作为直径测量值。

重复测量 4 次，取平均值作为半径/直径的测量结果。

7.3 圆度

根据 7.1 测量方法，得到每个测量点到拟合圆圆心的距离 R_i ，计算 R_i 中的最大值与最小值的差值作为圆度测量值，即：

$$f = R_{\max} - R_{\min} \quad (1)$$

式中：

f ——圆度；

$R_{\max}$ —— R_i 最大值；

$R_{\min}$ —— R_i 最小值。

重复测量 4 次，取平均值作为圆度的测量结果。

7.4 圆心距

按照 7.1 的要求，对两个圆分别进行测量，得到被测圆的圆心坐标分别为 (x_1, y_1) ， (x_2, y_2) ，计算两个圆的圆心距 L 为：

$$L = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (2)$$

测量多个圆的圆心距时，可依次测量各个圆，测量完最后一个圆后复测第一个圆，计算第一个圆的两次测量的圆心距，结果不大于测量不确定度的 1/3 时，认为本次测量结果有效。

测量次数不少于 2 次，取平均值作为圆心距的测量结果。

7.5 同心度

在同心圆中，按照 7.4 方法，得到每个圆到基准圆的圆心距，取所有圆心距中最大值的 2 倍作为同心度的测量结果。

8 校准结果表达

圆形靶标经校准后，出具校准证书。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- 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和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- 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) 对校准规范偏离的说明（若有）；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识、以及签发日期；
- 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。

推荐的校准证书的内页格式见附录B。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可依据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

建议复校时间间隔为1年。

附录 A

校准证书内页格式

推荐的校准证书内页格式见表 A.1。

表 A.1 校准证书内页格式

圆校准结果：

序号	圆	直径测量值 mm	圆度测量值 μm
1	$\phi 0.1\text{mm}$ 空心圆		
2	$\phi 0.1\text{mm}$ 实心圆		
...	...		

说明：1) 采用25点最小二乘拟合测圆，25点均匀分布在圆周上；

2) 校准结果的测量不确定度 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ ($k = 2$)。

同心圆校准结果：

序号	圆	测量值			
		直径 mm	圆度 μm	圆心距 μm	同心度 μm
1	$\phi 0.1\text{mm}$				
2	$\phi 0.2\text{mm}$				
3	$\phi 0.5\text{mm}$				
4	$\phi 0.8\text{mm}$				
5	$\phi 1.0\text{mm}$				

说明：1) 采用25点最小二乘拟合测圆，25点均匀分布在圆周上；

2) 以 $\phi 0.1\text{mm}$ 圆 为基准计算圆心距和同心度；

3) 校准结果的测量不确定度 $U = \underline{\hspace{2cm}}$ ($k = 2$)。

附录 B

圆直径校准结果的测量不确定度评定报告

B.1 测量模型

采用二维线纹基准装置（以下简称基准装置）校准某圆形靶标的 $\phi 50\text{mm}$ 圆，在圆周均匀采样 N 个点，点坐标为 (x_i, y_i) ， $i \leq N$ ，采用最小二乘法拟合圆，计算圆中心坐标和圆半径，测量模型为：

$$R = ((x_i - a)^2 + (y_i - b)^2)^{1/2} \quad (1)$$

其中， R 为圆的半径； (a, b) 为最小二乘圆的圆心坐标。

由直径与半径的关系计算直径 D ，即：

$$D = 2R \quad (2)$$

半径的不确定度模型为：

$$u^2(R) = (C_1)^2 u^2(x) + (C_2)^2 u^2(y) \quad (3)$$

灵敏系数：

$$C_1 = \frac{x-a}{R} \leq 1; \quad C_2 = \frac{y-b}{R} \leq 1$$

灵敏系数 C_1 、 C_2 取最大值，并考虑环境及测量重复性的影响，半径的测量不确定度模型可变化为：

$$u^2(R) = u^2(x) + u^2(y) + u^2(t) + u^2(s) \quad (4)$$

其中：

$u(x)$ 、 $u(y)$ ——点坐标 X 方向、 Y 方向的标准测量不确定度；

$u(t)$ ——环境变化引入的标准测量测量不确定度；

$u(s)$ ——测量重复性引入的标准测量测量不确定度。

B.2 标准不确定度分量的评定

B.2.1 基准装置点坐标标准测量不确定度引入的不确定度分量 $u(x)$ 、 $u(y)$ ：

基准装置点坐标标准测量不确定度分量主要包括激光干涉测长系统、光学系统、平台运动误差和垂直度误差、温度变化以及被测件材料线膨胀系数等影响量，在直径 50mm 范围内（半径不超过 25mm ），按照 X 和 Y 的最大值 25mm 计算不确定度，标准不确定度为：

$$u(x) \approx 32\text{nm}; \quad u(y) \approx 32\text{nm}$$

B.2.2 环境引入的不确定度分量 $u(t)$ ：

环境引入的不确定度分量主要为温度变化引入的分量，在评定基准装置点坐标标准不确定度时已考虑，此处可忽略。

B.2.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u(s)$ ：

对圆进行 4 次测量，以极差法计算重复性标准差，得到实验标准差 s 不超过 25nm。实际测量时取 4 次平均值作为测量结果，则重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u(s) = s/\sqrt{4} \approx 13\text{nm}$$

B.3 不确定度分量汇总表

圆半径的标准不确定度分量汇总表如表 B.1 所示。

表 B.1 标准不确定度分量汇总表

序号	影响量	分量/nm
1	$u(x)$	32
2	$u(y)$	32
3	$u(s)$	13

B.4 合成标准不确定度

表 B.1 中各分量互不相关，计算合成标准不确定度为：

$$u_c(r) \approx 47\text{nm}$$

B.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则测量圆半径的扩展不确定度为：

$$U(r) \approx 0.10\mu\text{m} \quad (k=2)$$

由公式 (2) 计算直径，则直径的测量不确定度为：

$$U(D) \approx 0.20\mu\text{m} \quad (k=2)$$

中华人民共和国
国家计量技术规范
影像测量用圆形靶标校准规范

JJF ××××—20××

国家市场监督管理总局发布