



# 江苏省地方计量技术规范

JJF (苏) XX-20XX

## 闪测影像测量仪校准规范

Calibration Specification for Quick Video Measuring Machine

(报批稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

江苏省市场监督管理局 发布

# 闪测影像测量仪校准规范

Calibration Specification for Quick  
Video Measuring Machine

JJF(苏)269 — 2024

本规范经江苏省市场监督管理局于202X年X月X日批准，并自202X年X月X日起施行。

归口单位：江苏省市场监督管理局

主要起草单位：南京市计量监督检测院

江苏省计量科学研究院

苏州市计量测试院

参加起草单位：苏州天准科技股份有限公司

昆山艾尔发计量科技有限公司

宜兴市计量检定测试所

本规范由江苏省几何量专业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

鲁 凯（南京市计量监督检测院）

唐小聪（南京市计量监督检测院）

秦 洁（江苏省计量科学研究院）

王云祥（苏州市计量测试院）

参加起草人：

钱 峥（南京市计量监督检测院）

王志伟（苏州天准科技股份有限公司）

许传国（昆山艾尔发计量科技有限公司）

刘亚俊（宜兴市计量检定测试所）

# 目 录

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 引用文件 .....	1
3 概述 .....	1
4 计量特性 .....	1
4.1 尺寸测量一致性 .....	2
4.2 尺寸测量误差 .....	2
4.3 景深内各截面测量一致性 .....	2
4.4 变倍探测误差 .....	2
5 校准条件 .....	2
5.1 环境条件 .....	2
5.2 校准用标准器 .....	2
6 校准项目和方法 .....	2
6.1 尺寸测量一致性 .....	2
6.2 尺寸测量误差 .....	3
6.3 景深内各截面测量一致性 .....	3
6.4 变倍探测误差 .....	4
7 校准结果的表达 .....	4
8 复校时间间隔 .....	4
附录 A .....	5
附录 B .....	9

## 前言

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。

本校准规范为首次制定。

# 闪测影像测量仪校准规范

## 1 范围

本校准规范适用于闪测影像测量仪的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 24762-2009 产品几何技术规范(GPS)影像测量仪的验收检测和复检检测

JB/T 12639-2016 闪测影像测量仪

凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

## 3 概述

闪测影像测量仪（以下简称闪测仪）是基于远心光学成像原理的广视角大景深快速光学影像式测量仪器，广泛应用于机械、电子、仪器仪表等行业。一般情况下，闪测仪能一次性获取被测量工件的完整图像，自动识别出测量范围内多个相同工件，并一次性完成所有工件的测量。

图 1 为闪测仪结构示意图，由图像传感器、远心镜头、光源、工作台和测量软件等组成。测量模式上，一般分为广角模式和高精度模式。

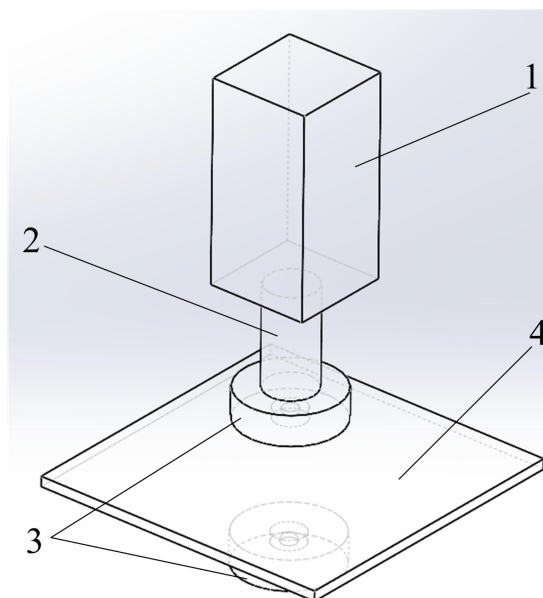


图 1 闪测影像测量仪示意图

1-图像传感器；2-远心镜头；3-光源；4-工作台

## 4 计量特性

## 4.1 尺寸测量一致性

## 4.2 尺寸测量误差

## 4.3 景深内各截面测量一致性

## 4.4 变倍探测误差

## 5 校准条件

## 5.1 环境条件

(a) 校准室环境温度：(20±3)℃；

(b) 湿度：≤75%RH；

(c) 校准室内无影响测量的振动、光噪音、气流扰动等干扰源。

## 5.2 校准用标准器

表1 校准项目及校准用标准器

序号	校准项目	校准用标准器
1	尺寸测量一致性	标称直径(3~20)mm, 圆度优于3μm的圆形靶标
2	尺寸测量误差	二维掩膜板或玻璃线纹尺, 不确定度不大于 $\frac{1}{4}$ MPE
3	景深内各截面测量一致性	标称直径(3~20)mm, 圆度优于3μm的圆形靶标
4	变倍探测误差	标称直径(3~20)mm, 圆度优于3μm的圆形靶标

注：允许使用满足不确定度要求的其他标准器开展校准工作。

## 6 校准项目和方法

校准前, 首先对闪测仪的外观及各部分相互作用进行检查, 确认没有影响校准正确实施和校准结果的缺陷。

## 6.1 尺寸测量一致性

分别在广角模式和高精度模式下进行校准。按照图2所示在视场内同一高度选择均匀分布的5个测量位置, 选取尺寸合适的圆形靶标, 靶标尺寸应保证在最小放大倍率时

靶标直径为视场大小的10%~20%。将靶标依次放置于各测量位置，调节影像清晰，分别测得各测量位置处的圆直径为 $D_i$ ，以 $D_{\max}-D_{\min}$ 作为视场内尺寸测量一致性的结果。

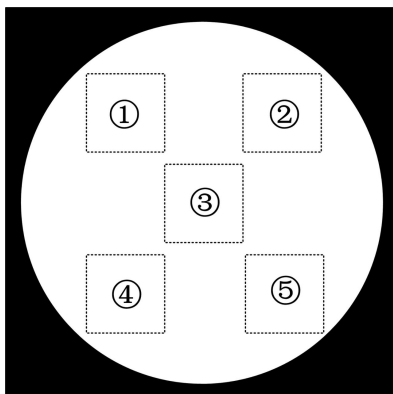


图2 视场测量位置分布示意图

## 6.2 尺寸测量误差

### 6.2.1 广角模式尺寸测量误差：

将二维掩膜板放置在垂直于闪测仪光轴的工作台面上，调整闪测仪使二维掩膜板刻线成像清晰，分别在平行于X轴和Y轴的方向进行测量。每个方向测量不少于5个间隔，最小间隔不大于有效测量范围的10%，最大间隔不小于有效测量范围的66%，其他间隔大致相等。3次测得值的平均值与标准器上实际值的差值为尺寸示值误差，取尺寸示值误差中绝对值的最大值作为校准结果。

### 6.2.2 高精度模式尺寸测量误差：

将线纹尺放置在垂直于闪测仪光轴的工作台面上，调整闪测仪使线纹尺刻线成像清晰，在4个位置进行测量，分别是测量范围内两条对角线方向和另两个分别平行于X轴和Y轴的方向。每个位置测量不少于5个间隔，最小间隔不大于有效测量范围的10%，最大间隔不小于有效测量范围的66%，其他间隔大致相等。在各测量位置上依次对规定的线纹间隔进行测量。3次测得值的平均值与标准器实际值的差值为尺寸示值误差，取尺寸示值误差中绝对值的最大值作为校准结果。

注：1、可根据用户需要选择其他位置作为测量位置；

2、3次测量结果的极差值应不大于 $\frac{1}{4}$  MPEV。

## 6.3 景深内各截面测量一致性

分别在广角模式和高精度模式下进行校准。选择垂直于闪测仪光轴的工作台面上任意位置，在闪测仪景深范围内选择大致均匀分布的3~5个测量截面，选择尺寸适当的垫



块确定对应的测量位置。将圆形靶标置于垫块表面，在第一个测量位置调节测量系统使靶标成像清晰，测量圆形靶标直径，然后保持测量系统不动，依次在剩余各测量位置测量圆形靶标直径，分别记录圆形靶标的直径实测值，以各个位置测量结果的极差值作为景深内各截面测量一致性的结果。

#### 6.4 变倍探测误差

分别在广角模式和高精度模式下进行校准。选择尺寸合适的圆形靶标，保证在最小倍率下圆形靶标直径不小于视场大小的10%，最大倍率时可在视场中心获得完整靶标图像。将圆形靶标放置于工作台面，切换不同放大倍率 $\beta$  ( $\beta_{\min} \sim \beta_{\max}$ )，分别测量圆形靶标的直径 $d_i$ 。则变倍探测误差为：

$$\Delta\beta = d_{i_{\max}} - d_{i_{\min}}$$

#### 7 校准结果的表达

经校准的闪测影像测量仪出具校准证书，校准证书应给出全部测量结果和尺寸测量误差测量结果的扩展不确定度表述，见附录 B。

#### 8 复校时间间隔

复校时间间隔可由用户根据实际使用情况自主决定。

## 附录 A

### 闪测影像测量仪尺寸测量误差测量结果的不确定度评定示例

#### A1.高精度模式尺寸测量误差测量结果的不确定度评定

##### A1.1.测量方法

闪测影像测量仪的高精度模式尺寸测量误差是通过直接测量玻璃线纹尺的尺寸间隔，并与标准值比较而获得。下面以使用玻璃线纹尺校准 100mm 测量点的示值误差为例，进行不确定度评定。

##### A1.2.测量模型

$$e = L - l$$

式中：

$e$ ——示值误差；

$L$ ——仪器示值；

$l$ ——对应玻璃线纹尺的刻线标准值。

##### A1.3.方差和灵敏系数

考虑各分量彼此独立，得：

$$u_c^2(e) = u^2(L) + u^2(l)$$

##### A1.4.标准不确定度一览表

表 A.1 标准不确定度一览表

序号	不确定度来源	说明	
1	玻璃线纹尺	$U=0.20\mu\text{m}+1.5\times 10^{-6}L(k=3)$	
2	分辨力	仪器显示分辨力 $0.1\mu\text{m}$	取两者中较大者
	测量重复性	重复性条件下 10 次测量，由于瞄准刻线等因素引起的测量结果分散性	
3	线膨胀系数	玻璃线纹尺和闪测仪光栅尺的线膨胀系数差及线膨胀系数的不确定度对测量结果的影响	
4	温度	玻璃线纹尺和闪测仪光栅尺的温度差、环境温度与标准温度 $20^{\circ}\text{C}$ 的温差对测量结果的影响	

##### A1.5.标准不确定度分量计算

###### A1.5.1.玻璃线纹尺引入的不确定度分量 $u_1$

根据玻璃线纹尺的溯源证书，玻璃线纹尺的测量不确定度为  $U=0.20\mu\text{m}+1.5\times$

$10^{-6}L(k=3)$ , 则其标准不确定度分量为:

$$u_1 = \frac{0.20 + 1.5 \times 10^{-6} L}{3} \mu\text{m}$$

当  $L=100\text{mm}$  时,  $u_1 = 0.117 \mu\text{m}$

#### A1.5.2. 分辨力引入的不确定度分量 $u_{21}$

仪器数显分辨力为  $0.1 \mu\text{m}$ , 服从均匀分布, 则

$$u_{21} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029 \mu\text{m}$$

#### A1.5.3. 测量重复性引入的不确定度分量 $u_{22}$

对玻璃线纹尺的  $100\text{mm}$  尺寸间隔进行 10 次测量, 测得值依次为  $99.9995\text{mm}$ 、 $10.0007\text{mm}$ 、 $10.0001\text{mm}$ 、 $99.9997\text{mm}$ 、 $10.0001\text{mm}$ 、 $99.9999\text{mm}$ 、 $10.0006\text{mm}$ 、 $10.0003\text{mm}$ 、 $9.9998\text{mm}$ 、 $100.0000\text{mm}$ , 采用贝塞尔公式计算实验标准偏差得到  $s=0.38 \mu\text{m}$ 。因校准时以 3 次测量取平均值作为结果, 则

$$u_{22} = s / \sqrt{3} = 0.22 \mu\text{m}$$

因此, 取  $u_2 = u_{22} = 0.22 \mu\text{m}$

#### A1.5.4. 闪测仪光栅尺与玻璃线纹尺线膨胀系数差引入的不确定度分量 $u_3$

玻璃线纹尺与光栅尺的线膨胀系数差的界限按  $\pm 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 服从三角分布, 校准环境温度  $(20 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , 则:

$$u_3 = (L \times 10^3 \times 1 \times 3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) / \sqrt{6} \mu\text{m}$$

当  $L=100\text{mm}$  时,  $u_3 = 0.123 \mu\text{m}$

#### A1.5.5. 温度误差引入的标准不确定度分量 $u_4$

经过充分等温后, 玻璃线纹尺和闪测仪的光栅尺的温度差估计落在  $(-0.5 \sim +0.5) ^\circ\text{C}$  范围内, 服从均匀分布, 则有:

$$u_4 = (L \times 10^3 \times 0.5 \times 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}) / \sqrt{3}$$

当  $L=100\text{mm}$  时,  $u_4 = 0.029 \mu\text{m}$

#### A1.6. 合成标准不确定度

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间相互独立, 则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

当  $L=100\text{mm}$  时,  $u_c = 0.28 \mu\text{m}$

## A1.7.扩展不确定度

包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U=k \cdot u_c=2 \times 0.28 \mu\text{m}=0.56 \mu\text{m} \approx 0.6 \mu\text{m}$$

## A2.广角模式尺寸测量误差测量结果的不确定度评定

## A2.1.测量方法

闪测影像测量仪的广角模式尺寸测量误差是通过直接测量二维掩模板的尺寸间隔，并与标准值比较而获得。下面以使用二维掩模板校准 200mm 测量点的示值误差为例，进行不确定度评定。

## A2.2.测量模型

$$e = L - l$$

式中：

$e$ ——示值误差；

$L$ ——仪器示值；

$l$ ——对应二维掩模板的标准值。

## A2.3.方差和灵敏系数

考虑各分量彼此独立，得：

$$u_c^2(e) = u^2(L) + u^2(l)$$

## A2.4.标准不确定度一览表

表 A.1 标准不确定度一览表

序号	不确定度来源	说明	
1	二维掩模板	$U=0.5\mu\text{m} (k=2)$	
2	分辨率	仪器显示分辨率 $0.1\mu\text{m}$	取两者中较大者
	测量重复性	重复性条件下 10 次测量，由于瞄准刻线等因素引起的测量结果分散性	
3	线膨胀系数	二维掩模板和闪测仪光栅尺的线膨胀系数差及线膨胀系数的不确定度对测量结果的影响	
4	温度	二维掩模板和闪测仪光栅尺的温度差、环境温度与标准温度 $20^{\circ}\text{C}$ 的温差对测量结果的影响	

## A2.5.标准不确定度分量计算

A2.5.1.二维掩模板引入的不确定度分量  $u_1$ 

根据二维掩模板的溯源证书，二维掩模板的测量不确定度为  $U=0.5 \mu\text{m}(k=2)$ ，则其标准不确定度分量为：

$$u_1 = 0.25 \mu\text{m}$$

#### A2.5.2.分辨力引入的不确定度分量 $u_{21}$

仪器数显分辨力为  $0.1\mu\text{m}$ ，服从均匀分布，则

$$u_{21} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.029 \mu\text{m}$$

#### A2.5.3.测量重复性引入的不确定度分量 $u_{22}$

对二维掩模板的  $200\text{mm}$  尺寸间隔进行 10 次测量，测得值依次为  $200.0012\text{mm}$ 、 $199.9996\text{mm}$ 、 $200.0008\text{mm}$ 、 $200.0014\text{mm}$ 、 $200.0009\text{mm}$ 、 $200.0011\text{mm}$ 、 $200.0009\text{mm}$ 、 $200.0008\text{mm}$ 、 $199.9989\text{mm}$ 、 $200.0007\text{mm}$ ，采用贝塞尔公式计算实验标准偏差得到  $s=0.78\mu\text{m}$ ，因校准时以 3 次测量取平均值作为结果，则

$$u_{22} = s / \sqrt{3} = 0.45 \mu\text{m}$$

因此，取  $u_2 = u_{22} = 0.45 \mu\text{m}$

#### A2.5.4.闪测仪光栅尺与二维掩模板线膨胀系数差引入的不确定度分量 $u_3$

二维掩模板与光栅尺的线膨胀系数差的界限按  $\pm 1 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ，服从三角分布，校准环境温度  $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ ，则：

$$u_3 = (L \times 10^3 \times 1 \times 3 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}) / \sqrt{6} \mu\text{m}$$

当  $L=200\text{mm}$  时， $u_3 = 0.245 \mu\text{m}$

#### A2.5.5.温度误差引入的标准不确定度分量 $u_4$

经过充分等温后，二维掩模板和闪测仪的光栅尺的温度差估计落在  $(-0.5 \sim +0.5)^\circ\text{C}$  范围内，服从均匀分布，则有：

$$u_4 = (L \times 10^3 \times 0.5 \times 1 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}) / \sqrt{3}$$

当  $L=200\text{mm}$  时， $u_4 = 0.058 \mu\text{m}$

#### A2.6.合成标准不确定度

由于参与计算的各项标准不确定度分量之间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}$$

当  $L=200\text{mm}$  时， $u_c = 0.58 \mu\text{m}$

#### A2.7.扩展不确定度

包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.58 \mu\text{m} = 1.16 \mu\text{m} \approx 1.2 \mu\text{m}$$

## 附录 B

### 校准证书内容

校准证书至少包括以下信息：

- 1、标题“校准证书”；
- 2、实验室名称和地址；
- 3、进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- 4、证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- 5、客户的名称和地址；
- 6、被校对象的描述和明确标识；
- 7、进行校准的日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- 8、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；
- 9、校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- 10、本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- 11、校准环境的描述；
- 12、校准结果及其测量不确定度的说明；
- 13、对校准规范的偏离的说明；
- 14、校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- 15、校准结果仅对被校对象有效的声明；
- 16、未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

江苏省地方计量技术规范  
闪测影像测量仪规范  
JJF(苏)XXXX—20XX  
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