

天津市地方计量技术规范

JJF(津)XX-202X

体视显微镜校准规范

Calibration Specification for Stereomicroscope

(报审稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

体视显微镜校准规范

Calibration Specification for

Stereomicroscope

JJF(津) XX-202X

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

本规范委托天津市计量监督检测科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

李 青 (天津市计量监督检测科学研究院)

刘红光 (天津市计量监督检测科学研究院)

李凌梅 (天津市计量监督检测科学研究院)

陈 洁 (天津市计量监督检测科学研究院)

参加起草人：

马艺清 (天津市计量监督检测科学研究院)

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 总放大倍率误差	(1)
4.2 左右光学系统的放大率差	(2)
4.3 左右视场中心相对偏差	(2)
4.4 示值误差	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准用标准器	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 总放大倍率误差	(3)
6.2 左右光学系统的放大率差	(3)
6.3 左右视场中心相对偏差	(3)
6.4 示值误差	(4)
7 校准结果表达	(4)
8 复校时间间隔	(4)
附录 A 体视显微镜示值误差测量结果的不确定度评定	(5)
附录 B 体视显微镜总放大倍率误差测量结果不确定度评定	(7)
附录 C 校准结果内容	(10)

引言

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

本规范在制定过程中参照了 JJF 1402-2013《生物显微镜校准规范》、JJF 1914-2021《金相显微镜校准规范》、GB/T 19864.1-2013《普及型体视显微镜》、GB/T 19864.2-2013《高性能体视显微镜》和 GB/T 19863-2005《体视显微镜试验方法》中的相关条款。

本规范为首次制定。

体视显微镜校准规范

1 范围

本规范适用于双目体视显微镜及带有图像接收系统的体视显微镜的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 19864.1 普及型体视显微镜

GB/T 19864.2 高性能体视显微镜

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

体视显微镜通过光学成像系统将微小物体所成的像放大后，进而获得具有立体感的图像，具有大景深及高分辨力等优点，主要用于观察物体的组织结构及表面形貌。根据体视显微镜观察物体图像的方式，可分为目镜观察式和图像式体视显微镜，其示意图如图 1、图 2。



图 1 目镜观察式体视显微镜示意图

1-目镜；2-目镜筒；3-物镜；4-载物台
5-底座；6-调焦旋钮；7-换倍旋钮

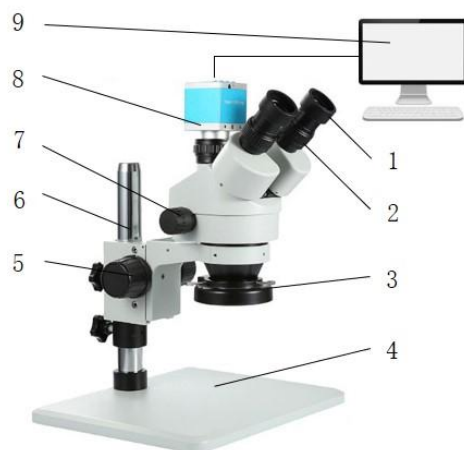


图 2 图像式体视显微镜示意图

1-目镜；2-目镜筒；3-物镜；4-载物台；
5-换倍旋钮；6-立柱；7-调焦旋钮；8-相机；9-电脑

4 计量特性

4.1 总放大倍率误差

总放大倍率最大允许误差不超过 $\pm 10\%$ 。

4.2 左右光学系统的放大率差

左右光学系统的放大率差不超过 2%。

4.3 左右视场中心相对偏差

左右视场中心相对偏差应符合以下要求：

上下方向：不大于 0.2mm；左右方向：不大于 0.4mm。

4.4 示值误差

图像式体视显微镜示值最大允许误差不超过 $\pm 10\mu\text{m}$ 。

注：校准工作不判定合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

温度： (20 ± 10) °C,相对湿度 45%~85%。

校准前被校准仪器和校准用标准器在室内连续平衡温度不小于 2h。校准室内应无影响测量的灰尘、振动、气流和腐蚀性气体。

5.2 校准用标准器

校准用标准器及计量特性要求见表 2。

表 2 校准用标准器及计量特性

序号	校准项目	校准用标准器及计量特性
1	总放大倍率误差	标准玻璃线纹尺，分度值 0.1mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$ 标准玻璃线纹尺，分度值 0.01mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$ 倍率计：分度值 0.1 mm，MPE： $\pm 10\mu\text{m}$
2	左右光学系统的放大率差	标准玻璃线纹尺，分度值 0.1mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$ 标准玻璃线纹尺，分度值 0.01mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$ 倍率计：分度值 0.1 mm，MPE： $\pm 10\mu\text{m}$
3	左右视场中心相对偏差	十字分划板 10X 标准分划目镜：分度值为 0.1mm，任意两刻线间 最大允许误差 $\pm 5\mu\text{m}$
4	示值误差	标准玻璃线纹尺，分度值 0.1mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$ 标准玻璃线纹尺，分度值 0.01mm，MPE： $\pm 2\mu\text{m}$
注：允许使用其他满足测量不确定度要求的标准器进行校准。		

6 校准项目和校准方法

在校准前首先检查仪器外观，各部分相互作用及视场清晰度，视场内不应有影响测量的霉斑、脏物、划痕等。可运动部分的移动或转动应平稳舒适，定位可靠，没有滞涩或急跳现象。显微镜调焦机构运行应平稳，不应由于本身质量或附加装置的质量而有自行下降现象，在确认没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 总放大倍率误差

将标准玻璃线纹尺置于被测显微镜载物台的居中位置上，调节调焦机构，在最低和最高倍率下，使标准玻璃线纹尺在目镜分划尺上成像清晰。将倍率计置于被测显微镜目镜上，调节像面距离使标准玻璃线纹尺在倍率计分划尺上成像清晰，调节倍率计位置，使两刻线平行，分划尺左端刻线与标准玻璃线纹尺左端刻线对齐，在分划尺右端读取标准玻璃线纹尺刻线像的相应刻线示值，读取标准玻璃线纹尺和分划尺的长度 Y 和 Y' 。

$$\beta_{\text{总}} = \frac{Y'}{Y} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\beta_{\text{总}}$ ——总放大倍率实测值；

Y ——标准玻璃线纹尺所用间距标称长度；

Y' ——倍率计分划尺上读得标准玻璃线纹尺所用间距像的实际值。

总放大倍率误差以标称放大倍率与实测总放大倍率之差的相对误差确定，具体见公式 (2)。

$$\Delta\beta_{\text{总}} = \frac{\beta_{\text{标}} - \beta_{\text{总}}}{\beta_{\text{总}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\Delta\beta_{\text{总}}$ ——总放大倍率误差；

$\beta_{\text{总}}$ ——总放大倍率实测值；

$\beta_{\text{标}}$ ——总放大倍率标称值。

6.2 左右光学系统的放大率差

按照 6.1 的步骤，对左右两个观察系统的放大倍率分别进行测量，依据公式(1)分别计算得到两观察系统放大倍数，其差值的绝对值即为校准结果。

6.3 左右视场中心相对偏差

将十字分划板置于载物台的居中位置上，将左侧目镜筒内装入 10X 标准分划目镜，对十字分划板调焦，使体视显微镜目镜筒内分划目镜的十字与十字分划板中心重合，然后将 10X 标准分划目镜放入右筒中，观察十字分划板的十字线像中心在 10X 标准分划目镜分划板上的位置，读出十字分划像中心相对于视场中心的左右和上下偏差 Δx 和 Δy 。

6.4 示值误差

将标准玻璃线纹尺放置于载物台上，在测量位置上调整影像系统，使标准玻璃线纹尺刻线成像清晰，用线到线的距离测量程序测量显示屏上被标刻线相对于显示屏上左端首条刻线的距离，在显示屏范围内均匀测量不少于 3 个位置点。计算图像式示值误差 ΔL ：

$$\Delta L = L_i - L \quad (3)$$

式中：

L_i ——软件程序测量值，mm；

L ——对应测量点处标准玻璃线纹尺实际值，mm。

取最大值作为校准结果。

7 校准结果的表达

经校准的体视显微镜出具校准证书。

经校准的体视显微镜出具校准证书，测量结果不确定度评定示例见附录 A 和 B，校准证书校准内容见附录 C。

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，建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

附录 A

体视显微镜示值误差测量结果的不确定度评定

A.1 测量方法

带有图像处理系统的体视显微镜示值误差使用标准玻璃线纹尺进行校准。校准时，将分度值为 0.1mm 标准玻璃线纹尺放置于载物台上，测量视场范围内测量点刻线相对于初始零刻线的线纹间隔，测得值与标准玻璃线纹尺实际值的差值为测量结果。下面以校准 10mm 处示值误差为例，进行测量不确定度评定。

A.2 测量模型

$$\Delta L = L_i - L \quad (\text{A.1})$$

式中：

ΔL ——体视显微镜的示值误差，mm；

L_i ——体视显微镜的读数值，mm；

L ——标准玻璃线纹尺所用测量段的实际值，mm。

A.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率，由式 (A.1) 得方差：

$$u_c^2(\Delta L) = c_1^2 u^2(L_i) + c_2^2 u^2(L) \quad (\text{A.2})$$

式中：

$u(L_i)$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量；

$u(L)$ ——标准器具引入的标准不确定度分量。

灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial(e)}{\partial(L_i)} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial(e)}{\partial(L)} = -1$$

故：

$$u_c^2(e) = u^2(L_i) + u^2(L) \quad (\text{A.3})$$

A.4 标准不确定度分量

标准不确定度一览表见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(L_i)$	测量重复性	0.2 μm	-1	0.2 μm
$u(L)$	标准器具	1.2 μm	1	1.2 μm

A.5 标准不确定度计算

A.5.1 测量重复性引入的不确定度分量 $u(L_i)$

对标准玻璃线纹尺10mm点的示值误差各进行10组测量，得到测量结果见表A.2。

表 A.2 重复性测量表格

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (mm)	10.0012	10.0010	10.0008	10.0006	10.0008
测量次数	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	10.0011	10.0012	10.0008	10.0014	10.0007

采用贝塞尔公式计算标准差得到 $s=0.2\mu\text{m}$ ， $u(L)=0.2\mu\text{m}$

A.5.2 标准玻璃线纹尺引入的不确定度分量 $u(L)$

所用标准玻璃线纹尺刻线的 MPE 为 $\pm 2\mu\text{m}$ ，按均匀分布，其标准不确定度为：

$$u(L_b) = \frac{\text{MPE}}{\sqrt{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.2\mu\text{m}$$

A.6 合成标准不确定度

$$u_c(e) = \sqrt{u^2(L_i) + u^2(L)} = 1.2\mu\text{m}$$

A.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c = 2.4\mu\text{m}$$

附录 B

体视显微镜总放大倍率误差测量结果不确定度评定

B.1 测量方法

将倍率计置于被测显微镜目镜上，调节像面距离使标准玻璃线纹尺在倍率计分划尺上成像清晰，调节倍率计位置，分划尺左端刻线与标准玻璃尺左端刻线对齐，在分划尺右端读取标准玻璃线纹尺刻线像的相应刻线示值，以标准玻璃线纹尺和倍率计组合进行测量，下面以1×物镜，10×目镜，总放大倍率为10×为例进行评定。

B.2 测量模型

显微镜总放大倍率误差的计算公式为：

$$\Delta\beta_{\text{总}} = \frac{\beta_{\text{标}} - \beta_{\text{总}}}{\beta_{\text{总}}} \times 100\% = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{L_0 - L_i}{L_i} \times 100\% = \left(\frac{L_0}{L_i} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\Delta\beta_{\text{总}}$ ——总放大倍率误差；

ΔL ——倍率计分划尺刻线与标准玻璃线纹尺像的相应刻线不重合的偏差值；

L_i ——标准玻璃线纹尺所用间距的像在倍率计分划尺上的实际长度；

L_0 ——标准玻璃线纹尺所用间距的像在倍率计分划尺上的标称长度。

B.3 方差和灵敏系数

考虑到各输入量彼此独立。

依据 $[u_c(y)/y]^2 = \sum_{i=1}^n [p_i u(x_i)/x_i]^2$ ，由公式 B.1，得：

$$u_{\text{crel}}^2(\Delta\beta) = u_{\text{rel}}^2(L_i) + u_{\text{rel}}^2(L_0) \quad (\text{B.2})$$

B.4 标准不确定度一览表

表 B.1 标准不确定度一览表

$u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值	概率分布	c_i	$ c_i u_{rel}(x_i)$
$u(L_0)$	倍率计分划尺刻划误差	0.00058	均匀分布	-1	0.00058
$u(L_i)$	测量读数不准	0.006	均匀分布	+1	0.006
$u(L_{i1})$	标准玻璃线纹尺示值误差	0.00115	均匀分布		
$u(L_{i2})$	瞄准误差的影响	0.0004	均匀分布		
$u(L_{i3})$	估读误差的影响	0.00577	均匀分布		

B.5 标准不确定度评定

B.5.1 倍率计分划尺刻划误差引入的标准不确定度 $u_{rel}(L_0)$

用倍率计分划尺测量时，其引入的不确定度主要由两分划线间的最大允许误差决定，因为所用倍率计分划尺任意两分划线间的 MPE 为 $\pm 0.010\text{mm}$ ，所用刻度范围 10mm 时，按均匀分布，其相对标准不确定度为：

$$u_{rel}(L_0) = \frac{\text{MPE}}{10 \times \sqrt{3}} = \frac{0.010}{10 \times \sqrt{3}} = 0.00058$$

B.5.2 测量读数不准引入的标准不确定度 $u_{rel}(L_i)$

该项不确定度分量包含标准玻璃线纹尺不准引入的标准不确定度、测量时对零瞄准的影响相应被测刻线测量时的估读误差三项。

B.5.2.1 标准玻璃线纹尺不准引入的标准不确定度 $u_{rel}(L_{i1})$

所用标准玻璃线纹尺刻线的 MPE 为 $\pm 0.002\text{mm}$ ，按均匀分布，所用刻度范围 1mm ，其相对标准不确定度为：

$$u_{rel}(L_{i1}) = \frac{\text{MPE}}{1 \times \sqrt{3}} = \frac{0.002}{1 \times \sqrt{3}} = 0.00115$$

B.5.2.2 对零瞄准影响的标准不确定度 $u_{rel}(L_{i2})$

对零瞄准时采用单线瞄准，估计其瞄准精度 $\alpha = 60''$ ，对于 $1\times$ 物镜和 $10\times$ 的目镜，其整体放大倍率为 $K = 100\times$ ，其瞄准误差为：

$$\delta = \frac{250\alpha}{\rho K} = \frac{250 \times 60}{2 \times 10^5 \times 10} = 0.0075\text{mm}$$

按均匀分布, 所用刻度范围 10mm 时, 其相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(L_{i2}) = u_{rel}(\delta) = \frac{\delta}{10 \times \sqrt{3}} = \frac{0.0075}{10 \times \sqrt{3}} = 0.0004$$

B.5.2.3 测量相应被测刻线时估读误差影响的标准不确定度 $u_{rel}(L_{i3})$

相应刻线间隔点测量时, 采用观察标准刻线与被测刻线的符合程度确定刻线间隔误差, 当存在不符合情况时, 需要读出被测刻线与标准刻线的间隔量做为刻线间隔误差, 读数时采用估读的方式, 其估读误差为倍率计分划尺刻线分度的 1/10, 即 1mm 的 1/10, 即 $A=0.1\text{mm}$, 按均匀分布, 所用刻度范围 10mm 时, 其相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(L_{i3}) = u_{rel}(A) = \frac{A}{10 \times \sqrt{3}} = \frac{0.1}{10 \times \sqrt{3}} = 0.00577$$

B.5.2.4 三项合并

$$u_{rel}(L_i) = \sqrt{u_{rel}^2(L_{i1}) + u_{rel}^2(L_{i2}) + u_{rel}^2(L_{i3})} = 0.006$$

B.6 合成标准不确定度

$$u_{crel}(\Delta\beta) = \sqrt{u_{rel}^2(L_0) + u_{rel}^2(L_i)} = \sqrt{0.00058^2 + 0.006^2} = 0.006$$

B.7 扩展不确定度

按照 $k=2$ 扩展。

$$U_{rel} = k \times u_{crel}(\Delta\beta) = 2 \times 0.006 = 0.012 = 1.2\%$$

附录 C

校准证书内容

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 (如果不在实验室内进行校准);
 - 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。
-

