

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1914—2021

金相显微镜校准规范

Calibration Specification for Metallurgical Microscopes

2021-07-28 发布

2022-01-28 实施

国家市场监督管理总局 发布

金相显微镜校准规范

Calibration Specification for

Metallurgical Microscopes

JJF 1914—2021

归口单位：全国几何量长度计量技术委员会

主要起草单位：江苏省计量科学研究院

无锡市计量测试院

参加起草单位：泰州市计量测试院

本规范委托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：

马建龙（江苏省计量科学研究院）

王树刚（无锡市计量测试院）

吴 湘（无锡市计量测试院）

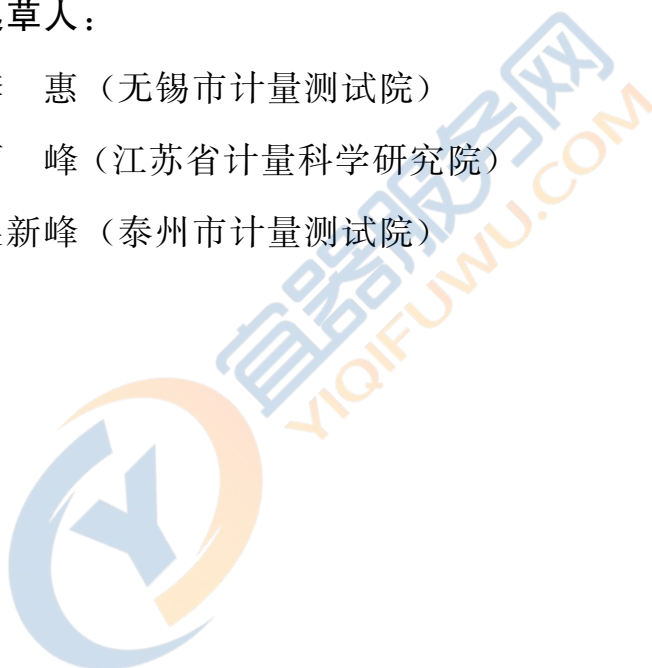
王晓飞（江苏省计量科学研究院）

参加起草人：

李 惠（无锡市计量测试院）

石 峰（江苏省计量科学研究院）

吴新峰（泰州市计量测试院）



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 双目镜显微镜左右视场中心相对偏差	(1)
4.2 物镜放大倍率误差	(1)
4.3 示值误差	(1)
5 校准条件	(1)
5.1 环境条件	(1)
5.2 校准用标准器	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 双目镜显微镜左右视场中心相对偏差	(2)
6.2 物镜放大倍率误差	(2)
6.3 示值误差	(3)
7 校准结果的表达	(3)
8 复校时间间隔	(3)
附录 A 示值误差的校准不确定度评定示例	(4)

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》共同构成支撑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 GB/T 22059—2018《显微镜 放大率数值、允差和符号》和 JB/T 10077—1999《金相显微镜》。

本规范为首次发布。



金相显微镜校准规范

1 范围

本规范适用于单目镜、双目镜观察式及带有图像传感器接收式的金相显微镜的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1071—2010 国家计量校准规范编写规则

JB/T 10077—1999 金相显微镜

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

金相显微镜是用于观察和测量金属微组织结构的一种光学仪器。根据金相显微镜观察物体图像的方式，可分为目镜观察式和图像传感器接收式的金相显微镜。

4 计量特性

4.1 双目镜显微镜左右视场中心相对偏差

上下：不大于 0.2 mm；

左右：外侧不大于 0.2 mm；内侧不大于 0.4 mm。

4.2 物镜放大倍率误差

物镜放大倍率最大允许误差一般不超过±5%。

4.3 示值误差

示值误差一般不超过表 1 的规定。

表 1 示值误差

物镜放大倍率	$\Gamma \leq 10\times$	$10\times < \Gamma \leq 50\times$	$\Gamma > 50\times$
示值误差	$\pm(0.01\text{ mm} + 5 \times 10^{-2}L)$	$\pm(0.003\text{ mm} + 5 \times 10^{-2}L)$	$\pm(0.002\text{ mm} + 5 \times 10^{-2}L)$
注：L——测量长度。			

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 校准金相显微镜的室内温度在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 范围内。

5.1.2 校准室内应无影响校准的灰尘、振动和腐蚀性气体。

5.1.3 被校准仪器和校准用标准器在室内连续平衡温度的时间不少于 2 h。

5.2 校准用标准器

校准用标准器见表 2。

表 2 校准用标准器

序号	计量特性	校准用标准器
1	双目镜显微镜左右视场中心相对偏差	标准玻璃线纹尺，分度值：0.1 mm，MPE：±5 μm
2	物镜放大倍率误差	标准玻璃线纹尺，分度值：0.1 mm，MPE：±5 μm； 倍率计，分度值：0.1 mm，MPE：±5 μm； 10×标准分划目镜：分度值为 0.1 mm，任意两分划线间的最大允许误差不超过±5 μm，十字分划中心与目镜外圆机械轴同轴度为 50 μm，十字分划刻线面与目镜定位面之间距离为 (10±0.1) mm
3	示值误差	标准玻璃线纹尺，分度值：0.1 mm，MPE：±5 μm； 标准玻璃线纹尺，分度值：0.01 mm，U=0.001 mm，k=2
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

首先检查仪器外观、各部分相互作用及视场清晰度。在确定仪器的光源、滤色片、孔径光阑、粗细调焦手轮及附件完好无损，运行正常，确定物镜、目镜等附件无影响测量的霉斑等因素后再进行校准。

6.1 双目镜显微镜左右视场中心相对偏差

把分度值为 0.1 mm 的标准玻璃线纹尺放置在工作台左右方向（纵向），选用 10×物镜，调焦至目镜目标清晰，在右目镜中读取标准玻璃线纹尺在视场两侧的刻度值 a_1 及 a_2 ，然后在左目镜中读取标准玻璃线纹尺在视场边缘两侧的刻度值 a_3 及 a_4 ，则两视场中心在左右方向的相对偏差 $\delta_{\text{纵}}$ 按公式（1）计算：

$$\delta_{\text{纵}} = \left| \frac{(a_2 + a_1) - (a_4 + a_3)}{2} \right| \quad (1)$$

把分度值为 0.1 mm 的标准玻璃线纹尺放置在工作台上下方向（横向），在右目镜中读取标准玻璃线纹尺在视场边缘两侧的刻度值 b_1 及 b_2 ，然后在左目镜中读取标准玻璃线纹尺在视场两侧的刻度值 b_3 及 b_4 ，则两视场中心在上下方向的相对偏差 $\delta_{\text{横}}$ 按公式（2）计算：

$$\delta_{\text{横}} = \left| \frac{(b_2 + b_1) - (b_4 + b_3)}{2} \right| \quad (2)$$

该项目须在双目镜的瞳距为内侧和外侧两位置时分别校准。

6.2 物镜放大倍率误差

6.2.1 目镜带有分划尺

在工作台上放置相对应的标准玻璃线纹尺，装上被校物镜，调焦至目镜目标清晰，

并使目镜中的分划尺与标准玻璃线纹尺刻线平行，目镜中的分划尺的左端刻线与标准玻璃线纹尺零刻线对齐，在目镜分划尺的尾刻线处读出标准玻璃线纹尺的实际值 L 。则物镜倍率误差 $\beta_{\text{物}}$ 按公式 (3) 计算：

$$\beta_{\text{物}} = \frac{Cm - L}{L} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

C ——目镜分划尺的分度值；

m ——目镜分划尺的总格数。

6.2.2 目镜无分划尺

在工作台上放置相对应的标准玻璃线纹尺，装上被校物镜，取下目镜，将倍率计置于目镜筒上，调节物镜的像面距离，使标准玻璃刻度尺在倍率计分划尺上成清晰像。方法同 6.2.1。

6.3 示值误差

示值误差应该分别在不同物镜放大倍率下进行。

6.3.1 目镜式示值误差

在工作台上放置相对应的标准玻璃线纹尺，装上被校物镜，调焦至目镜中目标清晰，并使目镜中的分划尺与标准玻璃线纹尺刻线平行，将目镜中标尺的左端零刻线对准标准玻璃线纹尺零刻线，观察目镜中分划尺上被测点的刻线与标准玻璃线纹尺的对应刻线一致性，在分划尺上读出对应测量点的读数值 L_i 。按照公式 (4) 计算目镜式示值误差 ΔL ：

$$\Delta L = L_i - L \quad (4)$$

式中：

L_i ——分划尺的读数值，mm；

L ——对应测量点标准玻璃线纹尺的实际尺寸，mm。

目镜式示值误差应在被检分划尺在视场的全长范围内不少于均匀分布的 3 个位置进行，取最大误差值作为校准结果。

6.3.2 图像式示值误差

首先在工作台上放置相对应的标准玻璃线纹尺，调焦至显示屏目标清晰。然后用测量程序测量出标准玻璃线纹尺刻线间的距离，应在视场范围内不少于均匀分布的 3 个位置进行。方法同 6.3.1。

取最大误差值作为校准结果。

7 校准结果的表达

经过校准的金相显微镜出具校准证书。校准证书应包含校准结果、示值误差以及不确定度。校准证书应符合 JJF 1071—2010 中 5.12 的要求。

8 复校时间间隔

复校时间间隔根据实际使用的具体情况确定，建议一般不超过 1 年。

附录 A

示值误差的校准不确定度评定示例

A.1 测量方法

在工作台上放置标准玻璃线纹尺，调焦至成像清晰，并细微调整标准玻璃线纹尺位置，使测量线纹段成像于目镜视野或影像屏幕的中间合适位置，利用目力读数或者仪器测量软件采集测量，测出对应刻线像之间的距离，计算出示值误差 ΔL 。

使用测量软件时，应注意在测量软件模块中选择与被校物镜对应的定标系数。

A.2 测量模型

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

式中：

ΔL ——示值误差，mm；

L_i ——测量读数值，mm；

L ——标准玻璃线纹尺对应测量点间的实际尺寸，mm。

A.3 测量不确定分析

依据测量模型，输入量 L_i 和 L 之间是相互独立的，互不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{c_1^2 u^2(L_i) + c_2^2 u^2(L)}$$

式中：

$$c_1 = \frac{\partial(\Delta L_i)}{\partial L_i} = 1; c_2 = \frac{\partial(\Delta L_i)}{\partial L} = -1$$

故

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

A.4 标准不确定度分量评定

A.4.1 由标准线纹尺实际尺寸引入的不确定分量 u_L

本规范表 1 中对标准玻璃线纹尺，按照分度值不同有不同的技术指标要求。分度值 0.1 mm 的标准玻璃线纹尺 MPE: $\pm 5 \mu\text{m}$ ，半宽 $a = 5 \mu\text{m}$ ，按照均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，因此可得

$$u_{L(0.1 \text{ mm})} = \frac{a}{k} = \frac{5 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 2.9 \mu\text{m}$$

选用分度值 0.01 mm 的标准玻璃线纹尺时： $U = 0.001 \text{ mm}$ ， $k = 2$ ，则

$$u_{L(0.01 \text{ mm})} = \frac{U}{k} = \frac{1.0 \mu\text{m}}{2} = 0.5 \mu\text{m}$$

A.4.2 由测量重复性引入的不确定分量 u_{L_i}

选用一台金相显微镜，调整好位置后，重复测量对应刻线像的尺寸 10 次，得到的测量数据见表 A.1。

表 A.1 测量数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量结果/mm	0.992	0.992	0.991	0.991	0.992	0.991	0.991	0.992	0.991	0.992

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 0.000\ 53\ \text{mm}$$

实际测量时，取 3 次读数的平均值作为测量结果，则

$$u_{L_i} = \frac{s_x}{\sqrt{n}} = \frac{0.000\ 53\ \text{mm}}{\sqrt{3}} = 0.000\ 3\ \text{mm} = 0.3\ \mu\text{m}$$

A.4.3 分辨力导致的标准不确定度 $u(F_d)$

按照公式 (A.3) 计算。在目镜观察的测量条件下，分辨力一般为仪器分度值 d 的 $1/10$ ，即 $0.1d$ 。

$$u(F_d) = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} \quad (\text{A.3})$$

仪器分度值 d 按照公式 (A.4) 计算：

$$d = \frac{m}{k'} \quad (\text{A.4})$$

式中：

m ——目镜分划尺标称分度值，一般为 $0.1\ \text{mm}$ ；

k' ——物镜的标称放大倍率。

如：对于目镜分划尺标称分度值 $0.1\ \text{mm}$ ，物镜标称放大倍率为 10 倍的金相显微镜：

$$d = \frac{m}{k'} = \frac{0.1\ \text{mm}}{10} = 0.01\ \text{mm}$$

$$u(F_d) = \frac{0.1d}{2\sqrt{3}} = \frac{0.1 \times 0.01\ \text{mm}}{2\sqrt{3}} = 0.29\ \mu\text{m}$$

注：对于目镜观察式的金相显微镜，将测量重复性引入的分量与分辨力引入的分量进行比较，取两者中的较大值作为该分量的最终结果。对于使用测量软件进行测量的金相显微镜，一般不需要考虑。

A.5 合成标准不确定度

合成标准不确定度按照公式 (A.2) 计算。

使用分度值为 $0.01\ \text{mm}$ 标准线纹尺为标准，测量物镜标称放大倍率为 10 倍的金相显微镜在 $1\ \text{mm}$ 尺寸的示值误差时：

$$u_c(\Delta L) = \sqrt{u^2(L_i) + u^2(L)} = \sqrt{0.5^2 + 0.3^2}\ \mu\text{m} = 0.6\ \mu\text{m}$$

A.6 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = ku_c = 1.2\ \mu\text{m}$$