裂隙灯显微镜视角放大率误差

测量结果的不确定度评定报告

1 概述

1.1校准标准

玻璃线纹尺：测量范围：（0～10）mm、分度值为0.1mm、最大允许误差±5μm；显微镜总放大率测定仪：分划尺测量范围：（0～10）mm、分度值为0.1mm，最大允许误差±10μm，物镜的焦距为75.62mm。

1.2 校准环境条件：

温度：26℃，相对湿度：59%。

1.3 校准对象：裂隙灯显微镜，型号：BL-2000，物镜1.6 ×，目镜1.0 ×，视角放大率标称值为16×。

1.4 校准方法：

在裂隙灯显微镜物面中央放置分度值为0.1mm的玻璃线纹尺，将目镜调至零视度，操作调焦手柄直至玻璃线纹尺上刻度清晰可见。用显微镜总放大率测定仪对准显微镜目镜的出射光轴，通过其测微目镜读出物平面上玻璃线纹尺上像的大小，得出显微镜视角放大率，然后通过计算显微镜视角放大率标称值与实测值的相对误差即为显微镜视角放大率误差。

2 数学模型及灵敏系数

2.1 测量模型

$$∆Γ=\frac{Γ\_{标}−Γ}{Γ}×100\% =（\frac{Γ\_{标}f^{＇}l}{250l^{＇}} −1）×100\% $$

式中：

$∆Γ$—— 视角放大率误差；

$Γ$—— 视角放大率实测值；

$Γ\_{标}$—— 视角放大率标称值；

$l$ —— 物面上玻璃线纹尺所用间距，mm；

$l^{＇}$——玻璃线纹尺所用间距的像在测定仪目镜分划尺上的长度，mm；

$f^{＇}$—— 显微镜总放大率测定仪物镜的焦距。

注：常数 250 为明视距离，单位为毫米(mm)

2.2 灵敏系数：

 $l^{＇}$的灵敏系数： $c\_{1}=\frac{∂E}{∂l^{＇}}=−\frac{Γ\_{标}f^{＇}l}{250l^{＇}^{2} } $

$l$ 的灵敏系数： $c\_{2}=\frac{∂E}{∂l}=\frac{Γ\_{标}f^{＇}}{250l^{＇}}$

$f^{＇}$的灵敏系数： $c\_{3}=\frac{∂E}{∂k}=\frac{Γ\_{标}l}{250l^{＇}}$

3各输入量的标准不确定度分量的评定

3.1输入量$l^{＇}$引入的标准不确定度分量*u*（$l^{＇}$）

3.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量$ u\_{1}$

物面上玻璃线纹尺所用间距$l$取固定值为1.00mm，在相同测量条件下重复测量10次，总放大率测定仪目镜分划尺上的实际长度$l^{＇}$为：4.85mm、4.87mm、4.82mm、4.83mm、4.86mm、4.87mm、4.89mm、4.85mm、4.86mm、4.88mm，该组数据平均值为：4.86mm，利用贝塞尔公式计算得$s$=0.022mm，因此可得：

$$u\_{1}=22.000μm $$

3.1.2 显微镜总放大率测定仪最大允许误差引入的标准不确定度分量$u\_{2}$

显微镜总放大率测定仪最大允许误差为±10μ*m*，半宽$a$=10$μm$，服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，因此可得：

$$u\_{2}=\frac{a}{\sqrt{3}}=\frac{10}{\sqrt{3}}≈5.774μm$$

3.1.3显微镜总放大率测定仪分辨力引入的标准不确定度分量$u\_{3}$

显微镜总放大率测定仪分辨力为0.1mm=100$μm$，半宽$a$=50$μm，$服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，因此可得：

$$u\_{3}=\frac{a}{\sqrt{3}}=\frac{50}{\sqrt{3}}≈28.868μm$$

 3.1.4 估读误差引入的标准不确定度分量$u\_{4}$

实际测量中，观察显微镜总放大率测定仪标准刻线与玻璃线纹尺刻线重合程度，读数时采用估读方式，估读误差为显微镜总放大率测定仪刻线间0.1mm的1/10，即10$μm$，服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，因此可得：

$$u\_{4}=\frac{a}{\sqrt{3}}=\frac{10}{\sqrt{3}}≈5.774μm$$

综上所述，输入量$l^{＇}$引入的标准不确定度分量*u*（$l^{＇}$）

当测量重复性引入的不确定度分量大于分辨力所引入的不确定度分量时，此时重复性中已经包含分辨力对测得值的影响，故不应当再考虑分辨力所引入的不确定度分量。当重复性引入的不确定度分量小于分辨力所引入的不确定度分量时，应当用分辨力引入的不确定度分量代替重复性分量。因此取影响量大的$u\_{3}$。

$u（l^{＇}）$=$\sqrt{u\_{2}^{2}+u\_{3}^{2}+u\_{4}^{2}}$

 =$\sqrt{5.774^{2}+28.868^{2}+5.774^{2}}$

≈$30.000μm$

3.2 玻璃线纹尺示值误差引入的标准不确定度分量*u*（$l$）

玻璃线纹尺的分度值为0.1mm，最大允许误差为±5μm，半宽$a$=5$μm$，服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，因此可得：

$$u（l）=\frac{a}{\sqrt{3}}=\frac{5}{\sqrt{3}}≈2.887μm$$

3.3 显微镜总放大率测定仪调焦运行中焦距引入的标准不确定度分量*u*（$f^{＇}$）

显微镜总放大率测定仪焦距，一般国家标准中的测量方法为通过放大率法或精密测角法测量得出，测量结果的误差基本在±0.2mm范围内，半宽$a$=0.2mm，此项服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，因此可得：

$$u（f^{＇}）=\frac{a}{\sqrt{3}}=\frac{0.2}{\sqrt{3}}≈115.470μm $$

4 计算灵敏系数

标称值视角放大率为16×，显微镜总放大率测定仪的物镜焦距$f^{＇}$为75.62mm,玻璃线纹尺的读取长度$l$取1.00mm，测微目镜相应读数测量十次平均值4.86mm。

$$ c\_{1}=\frac{∂E}{∂l^{＇}}=−\frac{Γ\_{标}f^{＇}l}{250l^{＇}^{2} }≈−0.0002μm^{−1 }$$

$$c\_{2}=\frac{∂E}{∂l}=\frac{Γ\_{标}f^{＇}}{250l^{＇}}≈0.0009μm^{−1} $$

$$ c\_{3}=\frac{∂E}{∂k}=\frac{Γ\_{标}l}{250l^{＇}}≈0.000013 μm^{−1} $$

5 标准不确定度分量汇总表

表1 主要标准不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度分量 |  |  |
| *u*（$l^{＇}$） | 输入量$l^{＇}$ | 30.000μm | -0.0002μm-1 | 0.0060 |
|  *u*1 | 测量重复性的影响 | 22.000μm |  |  |
| $$u\_{2}$$ | 总放大率测定仪示值误差 | 5.774μm |  |  |
|  $u\_{3}$ | 总放大率测定仪分辨力 | 28.868μm |  |  |
|  $u\_{4}$ | 估读误差 | 5.774μm |  |  |
| *u*（$l$） | 玻璃线纹尺示值误差 | 2.887μm | 0.0009μm-1 | 0.0026 |
| *u*（$f^{＇}$） | 总放大率测定仪焦距 | 115.470$μm$ | 0.000013μm-1 | 0.0015 |

6 合成标准不确定度的评定

经分析标准不确定度来源，其各分量互不相关，合成标准不确定度为：

$$u\_{c}=\sqrt{c\_{1}^{2}u（l^{＇}）^{2}+c\_{2}^{2}u（l）^{2}+c\_{3}^{2}u（f^{＇}）^{2}}$$

≈0.67%

7 扩展不确定度的评定

取包含因子，则扩展不确定度为：$U=ku\_{c}=2u\_{c}≈1.4\%$。

8 不确定度报告

裂隙灯显微镜物镜1.6 ×，目镜1.0 ×，视角放大率标称值为16 ×，视角放大率实测值为16.07×，视角放大率误差为-0.4%，其测量结果的相对扩展不确定*U*=1.4%，*k*=2。