**国家计量技术规范**

**《变比测试仪校准规范》**

**不确定度评定报告**

**规范编制工作组**

**2024年3月**

# **变比测试仪测量不确定度评定**

1单相变比示值

1.1 测量条件及方法

环境条件：温度20.3 ℃，相对湿度：50%；

测量标准：变比测试仪测量标准；

被测对象：变比测试仪；

测量方法：采用直接测量法，将变比测试仪测量标准和被校测试仪的单相测量端对应连接，调整变比测试仪测量标准的变比值至校准点，选择测试仪单相测量功能，启动测量并读取测试仪的变比示值。

1.2测量模型

 测量模型见式（1.1）

$ΔK=K\_{x}-K\_{n}$ （1.1）

式中：

$ΔK$——被校测试仪的变比绝对误差：

$K\_{x}$——被校测试仪变比示值；

$K\_{n}$——变比测试仪测量标准示值。

根据测量模型得到灵敏系数见公式（1.2）、（1.3）。

$c\_{1}=\frac{∂\left(ΔK\right)}{∂K\_{x}}=1$ 　　　　　　　 （1.2）

$c\_{2}=\frac{∂\left(ΔK\right)}{∂K\_{n}}=-1$ 　　　　　　　 （1.3）

1.3标准不确定度评定

1.3.1由测量重复性引入的标准不确定度$u\_{1}$

选取单相变比为10，在重复性条件下测量10次，由测量重复性引入的不确定度采用A类方法评定。测量结果见表1.1。

表1.1　10次测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 次数*i* | 示值*xi* |
| 1 | 9.998 |
| 2 | 9.998 |
| 3 | 9.997 |
| 4 | 9.998 |
| 5 | 9.997 |
| 6 | 9.998 |
| 7 | 9.998 |
| 8 | 9.998 |
| 9 | 9.998 |
| 10 | 9.998 |

由$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{10}x\_{i}$，$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{10}\left(x\_{i}-\overline{x}\right)^{2}}{n-1}}$得到：

$\bar{x }=$ 9.9978，$s≈$ 4.2×10-4

标准不确定度为：

$u\_{1}=$4.2×10-4

1.3.2由变比测试仪测量标准准确度引入的标准不确定度$u\_{2}$

根据上级计量机构出具的溯源证书及使用说明书中技术指标，变比测试仪测量标准单相测量的最大允许误差为±0.01%，在区间内认为服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，则

$$u\_{2}=\frac{0.01\%×10}{\sqrt{3}}≈5.8×10^{-4} $$

1.3.3由被校测试仪的分辨力引入的标准不确定度$u\_{3}$

当变比为10时，被校测试仪的分辨力为0.001，在±0.0005的区间内为均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，则

$$u\_{3}=\frac{0.0005}{\sqrt{3}}≈2.9×10^{-4} $$

1.4测量不确定度汇总

将各分量汇总，见表1.2。

表1.2　不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量符号 | 不确定度来源 | 类型 | 灵敏系数*ci* | 标准不确定度的值 |
| $$u\_{1}$$ | 测试仪的测量重复性 | A | 1 | 4.2×10-4 |
| $$u\_{2}$$ | 变比测试仪测量标准准确度 | B | -1 | 5.8×10-4 |
| $$u\_{3}$$ | 测试仪的分辨力 | B | 1 | 2.9×10-4 |

1.5合成标准不确定度

各影响量相互独立，合成标准不确定度为：

$u\_{c}=\sqrt{c\_{1}^{2}u\_{1}^{2}+c\_{2}^{2}u\_{2}^{2}+c\_{3}^{2}u\_{3}^{2}}≈$ 7.8×10-4

1.6扩展不确定度

取*k* = 2，扩展不确定度$U=ku\_{c}$，由此得到：

$U=$ 1.6×10-3，*k* = 2

换算至相对扩展不确定度为：

$U\_{rel}=$ 1.6×10-4，*k* = 2

2三相变比示值

2.1 测量条件及方法

环境条件：温度20.3 ℃，相对湿度：50%；

测量标准：变比测试仪测量标准；

被测对象：变比测试仪；

测量方法：采用直接测量法，选择变比测试仪测量标准和被校测试仪的三相测量功能，将变比测试仪测量标准和被校测试仪的三相测量端对应连接，在一个变比下，选择一个组别，在相序AB、BC、CA下分别测量并读取测试仪的变比示值。

2.2测量模型

 测量模型见式（2.1）

$ΔK=K\_{x}-K\_{n}$ （2.1）

式中：

$ΔK$——被校测试仪的变比绝对误差：

$K\_{x}$——被校测试仪变比示值；

$K\_{n}$——变比测试仪测量标准示值。

根据测量模型得到灵敏系数见公式（2.2）、（2.3）。

$c\_{1}=\frac{∂\left(ΔK\right)}{∂K\_{x}}=1$ 　　　　　　　 （2.2）

$c\_{2}=\frac{∂\left(ΔK\right)}{∂K\_{n}}=-1$ 　　　　　　　 （2.3）

2.3标准不确定度评定

2.3.1由测量重复性引入的标准不确定度$u\_{1}$

选取三相变比为10，在Y/y0组别下，相序AB在重复性条件下测量10次，由测量重复性引入的不确定度采用A类方法评定。测量结果见表2.1。

表2.1　10次测量结果

|  |  |
| --- | --- |
| 次数*i* | 示值*xi* |
| 1 | 9.998 |
| 2 | 9.998 |
| 3 | 9.997 |
| 4 | 9.998 |
| 5 | 9.997 |
| 6 | 9.998 |
| 7 | 9.998 |
| 8 | 9.998 |
| 9 | 9.998 |
| 10 | 9.997 |

由$\bar{x}=\frac{1}{n}\sum\_{i=1}^{10}x\_{i}$，$s=\sqrt{\frac{\sum\_{i=1}^{10}\left(x\_{i}-\overline{x}\right)^{2}}{n-1}}$得到：

$\bar{x }=$ 9.9977，$s≈$ 4.8×10-4

标准不确定度为：

$u\_{1}=$4.8×10-4

2.3.2由变比测试仪测量标准准确度引入的标准不确定度$u\_{2}$

根据上级计量机构出具的溯源证书及使用说明书中技术指标，变比测试仪测量标准三相测量的最大允许误差为±0.05%，在区间内认为服从均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，则

$$u\_{2}=\frac{0.05\%×10}{\sqrt{3}}≈2.8×10^{-3}$$

2.3.3由被校测试仪的分辨力引入的标准不确定度$u\_{3}$

当变比为10时，被校测试仪的分辨力为0.001，在±0.0005的区间内为均匀分布，包含因子$k=\sqrt{3}$，则

$$u\_{3}=\frac{0.0005}{\sqrt{3}}≈2.9×10^{-4} $$

$$ $$

2.4测量不确定度汇总

将各分量汇总，见表2.2。

表2.2　不确定度分量汇总表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量符号 | 不确定度来源 | 类型 | 灵敏系数*ci* | 标准不确定度的值 |
| $$u\_{1}$$ | 测试仪的测量重复性 | A | 1 | 4.8×10-4 |
| $$u\_{2}$$ | 变比测试仪测量标准准确度 | B | -1 | 2.8×10-3 |
| $$u\_{3}$$ | 测试仪的分辨力 | B | 1 | 2.9×10-4 |

2.5合成标准不确定度

各影响量相互独立，合成标准不确定度为：

$u\_{c}=\sqrt{c\_{1}^{2}u\_{1}^{2}+c\_{2}^{2}u\_{2}^{2}+c\_{3}^{2}u\_{3}^{2}}≈$ 2.9×10-3

2.6扩展不确定度

取*k* = 2，扩展不确定度$U=ku\_{c}$，由此得到：

$U=$ 5.8×10-3，*k* = 2

换算至相对扩展不确定度为：

$U\_{rel}=$ 5.8×10-4，*k* = 2

《变比测试仪》校准规范编写组

2024年03月27日