千分尺测量过程不确定度评定

1、概述

1.1 测量方法：JJG 21-2008《千分尺检定规程》

1.2 环境条件：温度（20±5）℃

1.3 测量设备：5等量块（5.12-100）mm、（2.5-25）mm，不确定度为（0.5+5L）µm

1.4测量对象：测量范围为（0-25）mm，分度值为0.01mm的外径千分尺，最大允许误差为±4µm。

1.5 测量过程：

用测量范围为（25-50）mm，分度值为0.01mm的千分尺，按JJG 21-2008《千分尺检定规程》规定的检定点尺寸值选取5等量块尺寸和千分尺测量下限的量块尺寸，测量量块尺寸。外径千分尺上的示值加上该尺下限的量块值与检验量块尺寸值之差为该检定点的示值误差。

千分尺示值读数部分由固定套筒和微分筒组成，示值是从固定套筒上露出的刻线读出检验量块的毫米整数或半整数部分，再从微分筒上读出与固定套筒刻线对准的刻度值作为检验量块的小数部分，对不足一格的数进行估读，最后，将读数的整数部分和小数部分相加，即为检验量块的测量尺寸值。

示值误差在测量过程中还来源于检定环境温度条件±5ºC的偏离对千分尺及量块热胀冷缩变化的不确定度等。

2、建立数学模型

式中：—为千分尺某点的示值误差

—为千分尺读数机构25mm内的示值

—为千分尺下限值（对零）量块的长度

—检验量块的长度

3、各分量标准不确定度的评定

3.1输入量的的标准不确定度*u*()的评定

输入量的的标准不确定度*u*()的不确定度来源主要有测量重复性引入的标准不确定度*u*()和估读引入的标准不确定度*u*()。

3.1.1输入量的的测量重复性引入的标准不确定度*u*()

以（0-25）mm的千分尺，以检定点25mm处示值误差为例，在检定条件内，重复10次测量，读得以下数据：

mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 25.004 | 25.004 | 25.005 | 25.004 | 25.004 | 25.003 | 25.003 | 25.003 | 25.004 | 25.003 |
|  | 0.0003 | 0.0003 | 0.0004 | 0.0003 | 0.0003 | -0.0007 | -0.0007 | -0.0007 | 0.0003 | -0.0007 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

=25.0037mm

重复性为：S（）==0.675（µm）

则：*u*()=S（）/ =0.675/0.213（µm）

自由度*v*()=i-1=9

3.1.2输入量的的估读引入的标准不确定度*u*()

*u*()来源于千分尺微分套筒分度值的估读误差，其分度值为0.01mm的估读误差为0.005mm，按均匀分布，则：

*u*()=0.005/2.886（µm）

一个有经验的监督员估读数有80%的正确性，只有20%的不可靠性，故自由度为：

*v*()=1/2×（20%）-2=12.5

3.1.3标准不确定度*u*()的合成

*u*() =

=

=2.893（µm）

自由度*v*（La）=*u*(La)4/[*u*(La1)4/*v*(La1)+*u*(La2)4/*v*(La2)]

= 13

3.2输入量的的标准不确定度*u*()的评定

输入量的的标准不确定度*u*()的不确定度来源主要是千分尺下限量块（对零量块）引起的标准不确定度。

对于（25-50）mm及以上量程的千分尺都需要对零量块，（25-50）mm的对零量块为25mm，本计量标准使用的5等量块，其不确定度*u*=0.5+5L（µm）=0.5+5×0.025=0.625µm（L单位为m），包含因子*k*=2.58。则：

*u*()=0.625/2.58=0.24µm

不确定度是检定证书给出，故自由度*v*()=∞

3.3输入量的的标准不确定度*u*()的评定

输入量的的标准不确定度*u*()的不确定度来源主要有检验量块引入的标准不确定度*u*()、对零量块与检验量块热胀冷缩系数引入的标准不确定度*u*()和千分尺和检验量块热胀冷缩系数引入的标准不确定度*u*()。

3.3.1标准不确定度*u*()的检验量块引入的标准不确定度*u*()

（0-25）mm的千分尺检验量块最大值为25mm，为5等量块，则*u*=0.625µm，包含因子*k*=2.58，则：

*u*()=0.625/2.58=0.242µm *v*()=∞

3.3.2对零量块与检验量块热胀冷缩系数引入的标准不确定度*u*()

（25-50）mm的千分尺当检定条件为温度（20±5）ºC偏离20为25 ºC时，两量块都因热胀冷缩系数（=11.5µm/m ºC）引入不确定度，其分布为三角分布（两个相同独立均匀分布之和为三角分布），则：

*u*()=L×△t×/（L为对零量块尺寸）

=25×1000×5×1.5×10-6/

=0.235µm

估计△*u*()/u()=10%，则自由度为*v*()=1/2×（10%）-2=50

3.3.3千分尺和检验量块热胀冷缩系数引入的标准不确定度*u*()

如检定环境温度同上，千分尺和检验量块热胀冷缩系数相同时，其引入的不确定度和自由度也相同。则：

*u*()=*u*()=0.235µm

*v*()=*v*()=50

3.3.4标准不确定度u()的合成

*u*() =

=

=0.41（µm）

自由度*v*（Lb）=*u*(Lb)4/[*u*(Lb1)4/*v*(Lb1)+*u*(Lb2)4/*v*(Lb2)+ *u*(Lb3)4/*v*(Lb3)]

=230

4、合成标准不确定度的评定

数学模型



灵敏系数c1= / =1，c2= / =1， c3= /  = -1

4.1 合成标准不确定度及自由度的计算

各输入量近似独立各不相干则合成不确定度为：

*u*c2（）= [c1*u*()]2+ [c2*u*()]2+ [c3*u*()]2

*u*c（）=2.932µm

自由度为**==21

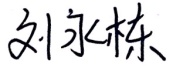
4.2 扩展不确定度评定

取置信概率P=95%，查t分布表得到t值

t95（21）=2.09

得本计量标准扩展不确定度U95为：

U95= t95（21）×*u*c（）=2.09×2.932=6.128µm



评定人：