

车轮检查器检具检定结果不确定度评定

1 组合块规式检具

以测量顶部 70mm 刻线处 B 面至 S 面距离为例。

1.1 测量方法

用万能工具显微镜测量，测量模型见公式（1）。

$$L_1 = (L_2 + L_3) / 2 - L_4 \quad (1)$$

式中：

L_1 ——顶部 70mm 刻线处 B 面至 S 面距离，mm；

L_2 ——万能工具显微镜 70mm 刻线左侧边缘示值，mm；

L_3 ——万能工具显微镜 70mm 刻线右侧边缘示值，mm；

L_4 ——万能工具显微镜 S 面处的示值，mm。

1.2 目标不确定度

顶部 70mm 刻线处 B 面至 S 面距离应不大超过（70.00~70.05）mm，半宽为 0.025mm，按计量原则，取其 1/4，则示值误差检定结果的目标不确定度为 0.006mm。

1.3 标准不确定度

1.3.1 由万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_1

万能工具显微镜的最大允许误差为 $1 \mu m + 10^{-6}L$ ，则 u_1 为：

$$u_1 = (0.001 + 70 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.001 \text{mm}$$

1.3.2 由万能工具显微镜读数引入的标准不确定度 u_2

万能工具显微镜分辨力为 0.0001mm，一般服从均匀分布，则 u_2 为：

$$u_2 = 0.0001 / 2\sqrt{3} = 0.00003 \text{mm}$$

1.3.3 由检具和万能工具显微镜温度差引入的标准不确定度 u_3

检具和万能工具显微镜温度差不大于 1℃，一般服从均匀分布，则 u_3 为：

$$u_3 = (70 \times 1 \times 11.5 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.0005 \text{mm}$$

1.3.4 由计量标准稳定性引入的不确定度 u_4

计量标准稳定性不大于 0.0005mm，一般服从均匀分布，则 u_4 为：

$$u_4 = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.0003 \text{mm}$$

1.3.5 由测量重复性引入的不确定度 u_5

在重复性条件下进行 10 次测量，测量值分别为 70.012mm、70.013 mm、70.013 mm、70.012 mm、70.013 mm、70.013 mm、70.012 mm、70.012 mm、70.014mm、70.013 mm， $s=0.0007\text{mm}$ ，则 $u_5=0.0007\text{mm}$ 。

1.4 标准不确定度一览表

序号	标准不确定度	标准不确定度来源	分布	标准不确定度值
1	u_1	万能工具显微镜示值误差	均匀分布	0.001mm
2	u_2	万能工具显微镜读数	均匀分布	0.00003mm
3	u_3	检具和万能工具显微镜温度差	均匀分布	0.0005mm

4	u_4	计量标准稳定性	均匀分布	0.0003mm
5	u_5	测量重复性	t 分布	0.0007mm

1.5 合成标准不确定度 u_c

各分量均不相关，则 u_c 为：

$$u_c = \sqrt{2 \times (0.001/2)^2 + 2 \times (0.00003/2)^2 + 0.001^2 + 0.00003^2 + 0.0005^2 + 0.0003^2 + 0.0007^2}$$

$$= 0.002\text{mm}$$

1.6 扩展不确定度 U

$$U = k u_c = 2 \times 0.002 = 0.004\text{mm} < 0.006\text{mm}。$$

1.7 结论

不确定度评定结果小于目标不确定度（0.006mm），检定方法满足要求。

2 模拟轮缘踏面式检具

以测量轮缘厚度为例。

2.1 测量方法

用万能工具显微镜测量，测量模型见公式（2）。

$$L = X(Y_{X=70} + h) + S + A$$

式中：

L —轮缘厚度，mm；

X —踏面轮廓 X 轴坐标，mm；

Y —踏面轮廓 Y 轴坐标，其中 $Y_{X=70}$ 为踏面轮廓 $X=70\text{mm}$ 处 Y 的坐标，mm；

h —轮缘厚度测量点高度，JM、LM 型踏面为 12mm，其他踏面外形为 10mm，mm。

S —重复性对测量结果的影响，mm。

A —计量标准稳定性对测量结果的影响，mm。

2.2 目标不确定度

轮缘厚度的测量不确定度应不大于 0.015mm。

2.3 标准不确定度

2.3.1 由基准面定位引入的不确定度 u_1

（1）由万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_{11}

万能工具显微镜的最大允许误差为 $1 \mu\text{m} + 10^{-6}L$ ，一般服从均匀分布，则 u_{11} 为：

$$u_{11} = (0.001 + 20 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.0008\text{mm}$$

（2）由万能工具显微镜读数引入的标准不确定度 u_{11}

万能工具显微镜分辨力为 0.0001mm，一般服从均匀分布，则 u_{12} 为：

$$u_{12} = 0.0001 / 2\sqrt{3} = 0.00003\text{mm}$$

则 u_1 为：

$$u_1 = \sqrt{0.0008^2 + 0.00003^2} = 0.0008\text{mm}$$

2.3.2 由 Y 轴定位精度引入的不确定度 u_2

（1）由万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_{21}

万能工具显微镜的最大允许误差为 $1 \mu\text{m}+10^{-6}L$ ，一般服从均匀分布，则 u_{21} 为：

$$u_{21} = (0.001+10 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.0006\text{mm}$$

(2) 由万能工具显微镜读数引入的标准不确定度 u_{11}

万能工具显微镜分辨力为 0.0001mm ，一般服从均匀分布，则 u_{22} 为：

$$u_{22} = 0.0001 / 2\sqrt{3} = 0.00003\text{mm}$$

则 u_2 为：

$$u_2 = \sqrt{0.0006^2 + 0.00003^2} / 2 = 0.0003\text{mm}$$

2.3.3 由 X 轴测量精度引入的不确定度 u_3

(1) 由万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度 u_{31}

万能工具显微镜的最大允许误差为 $1 \mu\text{m}+10^{-6}L$ ，一般服从均匀分布，则 u_{31} 为：

$$u_{31} = (0.001+30 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.0008\text{mm}$$

(2) 由万能工具显微镜读数引入的标准不确定度 u_{31}

万能工具显微镜分辨力为 0.0001mm ，一般服从均匀分布，则 u_{32} 为：

$$u_{32} = 0.0001 / 2\sqrt{3} = 0.00003\text{mm}$$

则 u_3 为：

$$u_3 = \sqrt{0.0008^2 + 0.00003^2} = 0.0008\text{mm}$$

2.3.4 由检具和万能工具显微镜温度差引入的标准不确定度 u_4

检具和万能工具显微镜温度差不大于 1°C ，一般服从均匀分布，则 u_4 为：

$$u_4 = (30 \times 1 \times 11.5 \times 10^{-6}) / \sqrt{3} = 0.0003\text{mm}$$

2.3.5 由计量标准稳定性引入的不确定度 u_5

计量标准稳定性不大于 0.0005mm ，一般服从均匀分布，则 u_5 为：

$$u_5 = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.0003\text{mm}$$

2.3.6 由测量重复性引入的不确定度 u_6

在重复性条件下进行 10 次测量，测量值分别为 30.109mm 、 30.116mm 、 30.111mm 、 30.113mm 、 30.108mm 、 30.108mm 、 30.109mm 、 30.110mm 、 30.112mm 、 30.114mm ， $s=0.0027\text{mm}$ ，则 $u_6=0.0027\text{mm}$ 。

2.4 标准不确定度一览表

序号	标准不确定度	标准不确定度来源	分布	标准不确定度值
1	u_1	基准面定位	均匀分布	0.0008mm
2	u_2	Y 轴定位精度	均匀分布	0.0003mm
3	u_3	X 轴测量精度	均匀分布	0.0008mm
4	u_4	检具和万能工具显微镜温度差	均匀分布	0.0003mm
5	u_5	计量标准稳定性	均匀分布	0.0003mm
6	u_6	测量重复性	t 分布	0.0027mm

2.5 合成标准不确定度 u_c

各分量均不相关，则 u_c 为：

$$u_c = \sqrt{0.0008^2 + 0.0003^2 + 0.0008^2 + 0.0003^2 + 0.0003^2 + 0.0027^2} = 0.003\text{mm}$$

2.6 扩展不确定度 U

$$U = k u_c = 2 \times 0.003 = 0.006\text{mm} < 0.01\text{mm}。$$

2.7 结论

不确定度评定结果小于目标不确定度（0.01mm），检定方法满足要求。