**实 验 验 证 报 告**

**《圆度、圆柱度测量仪校准规范》**

(征求意见稿)

《圆度、圆柱度测量仪校准规范》编写组

二O二三年十一月

**《圆度、圆柱度测量仪校准规范》实验验证报告**

**一、实验目的**

圆度测量仪（以下简称圆度仪）是以精密回转轴为基准测量圆度的精密测量仪器。测量时，以轴系回转轴线作为径向基准，位移传感器在被测件固定截面位置作相对圆周运动，并测得实际截面轮廓的相对半径变化值，通过评定得到圆度误差。圆度仪常用于内、外圆柱体、圆锥体和球体等的截面圆度测量。

圆柱度测量仪（以下简称圆柱度仪）是以精密回转轴和直线运动导轨为基准测量圆度、圆柱度的精密测量仪器。测量时，以轴系回转轴线作为径向基准，竖直轴运动导轨作为轴向基准，位移传感器在被测件多个截面位置作相对圆周运动（或沿整个圆柱面作螺旋线运动），并测得实际圆柱轮廓的相对半径变化值，通过评定得到圆度、圆柱度误差。圆度柱仪常用于内、外圆柱体、圆锥体和球体等的圆度、圆柱度、同轴度和跳动等测量。

规范制定小组在参考相关的技术标准和各生产厂圆度、圆柱度仪技术说明书的基础上，为了确认本规范的计量性能指标和校准方法是否合理，针对校准规范上确定的计量特性及校准项目，对圆度、圆柱度仪的校准项目和校准方法进行实验。

以下实验是在确定没有影响计量特性因素的基础上进行的。

**二、实验结果**

（见下一页）

表1 圆度、圆柱度仪的实验验证（实验1）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | | 圆度、圆柱度仪 | | 实验条件 | 温度：19.7℃ | 相对湿度：34% | |
| 型号规格 | | Talyrond 365 | | 实验时间 | 2023.02.10 | | |
| 仪器编号 | | TR365-570 | | 实验地点 | 郑州 | | |
| 实验设备 | | 标准半球，圆度：0.01 μm；标准圆柱，圆柱度1μm/500 mm，直线度0.3 μm/500 mm；定标块弦高值11.6 μm和294 μm。 | | | | | |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | | 计量特性要求 | | 备注 |
| 1 | 径向误差 | | 0.03 μm（测量高度*H* ≈ 38 mm） | | 0.04 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 2 | 轴向误差 | | 0.03 μm | | 0.04 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 3 | 竖直轴导轨运动的直线度 | | 0.10 µm /500 mm  （分离法） | | 0.3 μm/500 mm | | 圆柱度仪 |
| 4 | 竖直轴导轨运行方向与回转轴线的平行度 | | 0.12 µm /500 mm  （分离法） | | 1.0 μm/500 mm | | 圆柱度仪 |
| 5 | 示值误差 | | +0.3 µm | | / | | 圆度仪 |
| -0.2 µm | | / | | 圆柱度仪 |
| 6 | 重复性 | | 0.06 µm | | / | | 圆度仪 |
| 0.1 µm | | / | | 圆柱度仪 |
| 7 | 稳定性 | | / | | / | | 圆柱度仪 |

表2 圆度、圆柱度仪的实验验证（实验2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | | 圆度、圆柱度仪 | | 实验条件 | 温度：19.5℃ | 相对湿度：36% | |
| 型号规格 | | Talyrond 565 | | 实验时间 | 2023.02.01 | | |
| 仪器编号 | | 0033 | | 实验地点 | 天津 | | |
| 实验设备 | | 标准半球，圆度：0.01 μm；标准圆柱，圆柱度1μm/500 mm，直线度0.3 μm/500 mm；定标块弦高值11.6 μm和294 μm。 | | | | | |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | | 计量特性要求 | | 备注 |
| 1 | 径向误差 | | 0.03 （测量高度*H* ≈ 38 mm） | | 0.03 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 2 | 轴向误差 | | / | | 0.02 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 3 | 竖直轴导轨运动的直线度 | | 0.14 µm /500 mm  （分离法） | | 0.3 μm/500 mm | | 圆柱度仪 |
| 4 | 竖直轴导轨运行方向与回转轴线的平行度 | | 0.10 µm /500 mm  （分离法） | | 0.75 μm/500 mm | | 圆柱度仪 |
| 5 | 示值误差 | | +0.4 µm | | / | | 圆度仪 |
| +0.3 µm | | / | | 圆柱度仪 |
| 6 | 重复性 | | 0.06 µm | | / | | 圆度仪 |
| 0.1 µm | | / | | 圆柱度仪 |
| 7 | 稳定性 | | / | | / | | 圆柱度仪 |

表3 圆度、圆柱度仪的实验验证（实验3）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | | 圆度、圆柱度仪 | | 实验条件 | 温度：21℃ | 相对湿度：40% | |
| 型号规格 | | TR585HS | | 实验时间 | 2023.11.15 | | |
| 仪器编号 | |  | | 实验地点 | 上海 | | |
| 实验设备 | | 标准半球，圆度：0.02 μm；标准圆柱，圆柱度1μm/300 mm，直线度0.23 μm/260 mm，母线平行度<0.5 μm/300 mm；定标块弦高值17.97μm。 | | | | | |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | | 计量特性要求 | | 备注 |
| 1 | 径向误差/μm | | 0.06 μm，0.05 μm，0.06 μm | | 0.05 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 2 | 轴向误差/μm | | 0.03 μm，0.03 μm，0.02 μm | | 0.03 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 3 | 竖直轴导轨运动的直线度 | | 0.29 μm，0.27 μm，0.29 μm | | 0.3 μm/300 mm | | 圆柱度仪 |
| 4 | 竖直轴导轨运行方向与回转轴线的平行度 | | 0.15 μm，0.32 μm，0.48 μm | | 0.5 μm/300 mm | | 圆柱度仪 |
| 5 | 示值误差 | | ﹣0.16 μm  (17.81 μm，17.86 μm，17.84 μm） | | / | | 圆度仪 |
| / | | / | | 圆柱度仪 |
| 6 | 重复性 | | 0.05 μm  ( 17.81 μm，17.86 μm，17.84 μm，17.81 μm，17.83 μm，17.82 μm，17.85 μm，17.85 μm，17.84 μm，17.83 μm) | | / | | 圆度仪 |
| / | | / | | 圆柱度仪 |
| 7 | 稳定性 | | / | | / | | 圆柱度仪 |

表4 圆度、圆柱度仪的实验验证（实验4）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 仪器名称 | | 圆度、圆柱度仪 | | 实验条件 | 温度：22℃ | 相对湿度：55% | |
| 型号规格 | | TR585H | | 实验时间 | 2023.11.14 | | |
| 仪器编号 | |  | | 实验地点 | 上海 | | |
| 实验设备 | | 标准半球，圆度：0.02 μm；标准圆柱，圆柱度1μm/300 mm，直线度0.23 μm/260 mm，母线平行度<0.5 μm/300 mm；定标块弦高值17.97μm。 | | | | | |
| 序号 | 校准项目 | | 校准结果 | | 计量特性要求 | | 备注 |
| 1 | 径向误差/μm | | 0.034 μm，0.037 μm，0.039 μm | | 0.05 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 2 | 轴向误差/μm | | 0.029 μm，0.030 μm，0.032 μm | | 0.03 μm | | 圆度仪、  圆柱度仪 |
| 3 | 竖直轴导轨运动的直线度 | | 0.396 μm，0.398 μm，0.395 μm | | 0.3 μm/300 mm | | 圆柱度仪 |
| 4 | 竖直轴导轨运行方向与回转轴线的平行度 | | 0.109 μm，0.104 μm，0.113 μm | | 0.5 μm/300 mm | | 圆柱度仪 |
| 5 | 示值误差 | | ﹣0.10μm  （17.892 μm，17.870 μm，17.870μm） | | / | | 圆度仪 |
| / | | / | | 圆柱度仪 |
| 6 | 重复性 | | 0.02 μm  （17.89 μm，17.87 μm，17.87μm，17.87 μm，17.88 μm，17.87 μm，17.88 μm，17.87 μm，17.87 μm，17.88 μm） | | / | | 圆度仪 |
| / | | / | | 圆柱度仪 |
| 7 | 稳定性 | | / | | / | | 圆柱度仪 |

**三、测量重复性实验**

1) 圆度仪，型号规格 ： Talyrond 565 仪器编号 ： 0033

制造商 ： Taylor Hobson

表 5 圆度仪的测量重复性

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 圆度测量值/μm | 11.57 | 11.60 | 11.58 | 11.59 | 11.54 |
| 重复性/μm | 0.06（极差值） | | | | |

2) 圆柱度仪，型号规格 ： Talyrond 565 仪器编号 ： 0033

制造商 ： Taylor Hobson

表 6 圆柱度仪的测量重复性

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 圆柱度测量值/μm | 1.42 | 1.47 | 1.39 | 1.49 | 1.42 |
| 重复性/μm | 0.10（极差值） | | | | |

**四、实验结论**

通过上述实验可知，校准规范确定的校准方法和计量特性可以满足对圆度、圆柱度仪的校准要求。