|  |
| --- |
| 中华人民共和国国家技术规范 |
| 试 验 验 证 报 告 |
| 项目名称 ：  **靶球校准规范**  稿件阶段：  **征求意见稿**  归口单位： **全国几何量工程参量计量技术委员会**  《靶球校准规范》编制组  二○二四年四月 |

# 1．概述

## 1.1实验验证报告说明

《靶球校准规范》的适用范围包括：适用于激光跟踪仪、经纬仪、全站仪、摄影测量系统的靶球的校准实验。本规范属于初次制定，编制组为了保证规范的正确性及可操作性，对以上计量器具进行了实验。

## 1.2实验用样品

本次实验使用的样品信息见表1：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1 | API | *D*38.1mm跟踪仪靶球 |
| 2 | Hubbers | *D*12.7mm跟踪仪靶球 |
| 3 | Leica | *D*38.1mm经纬仪靶球 |

## 1.3实验地点

中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所几何量计量校准/测试实验室。

# 2计量特性

靶球计量特性见表2。

表2 靶球的计量特性

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计量特性 | | 参考技术要求 |
| 1 | *D*38.1mm跟踪仪靶球 | 球体直径 | ±3μm |
| 球体圆度 | 2μm |
| 中心偏移量 | 10μm |
| 角锥棱镜的工作角偏差 | ±2″ |
| 2 | *D*12.7mm跟踪仪靶球 | 球体直径 | ±3μm |
| 球体圆度 | 2μm |
| 中心偏移量 | 10μm |
| 角锥棱镜的工作角偏差 | ±2″ |
| 3 | *D*38.1mm经纬仪靶球 | 球体直径 | ±3μm |
| 球体圆度 | 2μm |
| 中心偏移量 | 10μm |

# 3 校准条件

3.1环境条件

温度：20.1℃ 湿度：65% 其他：/

3.2校准用测量测量标准及其他设备

校准用测量设备见表3。

表3 校准靶球用测量设备

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 计量器具 | 编号 | 测量范围 | 准确度等级/最大允许误差/测量不确定度 |
| 1 | 自动精密  万能测长机 | 36-0604-00265 | (0~550)mm | MPE:±(0.07+*L*/2000)µm  *L*单位：mm |
| 2 | 圆度仪 | 463 | (0~350)mm | 1级 |
| 3 | 激光跟踪仪 | 4588/2092 | (0~80)m | 测长  MPE：±（0.03μm+1.5×10-6*L*） |
| 4 | 多功能坐标测量机 | 1-706-04 | 400mm×400mm×250mm | MPE:1.9µm CCD部分0.3µm |
| 5 | 光电自准直仪 | 747 | ±1000″ | MPE：±0.2″ |

# 4 原始实验数据

4.1校准前检查：无影响校准正确性实施和校准结果的外观缺陷。

4.2 校准原始数据：

4.2.1 API *D*38.1mm跟踪仪靶球

（1）球体直径（mm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位置1 | 位置2 | 位置3 | 平均值 |
| 38.0998 | 38.0995 | 38.0992 | 38.0995 |

（2）球体圆度（μm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 截面1 | 截面2 | 截面3 | 最大值 |
| 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.8 |

1. 靶球光学中心相对球心的偏移量：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测得值（mm） | | | | | | | | 测量结果（mm） |
| 位置  1 | 位置  2 | 位置  3 | 位置  4 | 位置  5 | 位置  6 | 位置  7 | 位置  8 |
| 412.4687 | 412.4655 | 412.4664 | 412.4636 | 412.4662 | 412.4643 | 412.4633 | 412.4661 | 0.0054 |

1. 角锥棱镜的工作角偏差：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测得值 | | | | | | | | 测量结果 |
| 位置  1 | 位置  2 | 位置  3 | 位置  4 | 位置  5 | 位置  6 | 位置  7 | 位置  8 |
| 0.2″ | 0.2″ | 0.0″ | 0.3″ | 0.5″ | 0.3″ | 0.3″ | 0.1″ | 0.5″ |

4.2.2 Hubbers D12.7mm跟踪仪靶球

（1）球体直径（mm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位置1 | 位置2 | 位置3 | 平均值 |
| 12.7004 | 12.7006 | 12.7010 | 12.7007 |

（2）球体圆度（μm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 截面1 | 截面2 | 截面3 | 最大值 |
| 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.7 |

1. 靶球光学中心相对球心的偏移量：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测得值（mm） | | | | | | | | 测量结果（mm） |
| 位置  1 | 位置  2 | 位置  3 | 位置  4 | 位置  5 | 位置  6 | 位置  7 | 位置  8 |
| 423.1226 | 423.1245 | 423.1276 | 423.1292 | 423.1207 | 423.1255 | 423.1233 | 423.1264 | 0.0085 |

1. 角锥棱镜的工作角偏差：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 测得值 | | | | | | | | 测量结果 |
| 位置  1 | 位置  2 | 位置  3 | 位置  4 | 位置  5 | 位置  6 | 位置  7 | 位置  8 |
| 0.4″ | 0.5″ | 1.3″ | 0.8″ | 0.6″ | 0.9″ | 1.2″ | 0.8″ | 1.3″ |

4.2.3 Leica D38.1mm经纬仪靶球

1. 球体直径（mm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 位置1 | 位置2 | 位置3 | 平均值 |
| 38.1000 | 38.1006 | 38.1002 | 38.1003 |

（2）球体圆度（μm）：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 截面1 | 截面2 | 截面3 | 最大值 |
| 0.8 | 0.5 | 0.6 | 0.8 |

1. 靶球光学中心相对球心的偏移量（8个点拟合球直径）：0.008mm。

# 5结论

经实验，校准项目可以涵盖靶球的所有计量特性，且各项校准结果均满足相应的计量特性要求，实验验证了规范中的校准项目、校准用测量标准及校准方法可靠，具有可行性，可以作为靶球的校准工作的依据。