**《光纤端面干涉仪校准规范》实验报告**

1. **概述**

为考察新制订的《光纤端面干涉仪校准规范》的校准方法的科学性和可操作性，以及规范中不确定度评定的合理性，编写组人员从承担制定任务后，按新制订的规范主要校准项目要求校准了二十多台光纤端面干涉仪，覆盖了国内外的主要仪器生产厂家、不同测量原理、类型、型号、准确度的仪器。

根据国家计量技术规范修订的要求，本次制订《光纤端面干涉仪校准规范》需提供2种以上型号的仪器实验报告。

1. **实验对象**

为使本实验报告具有广泛的代表性，我们选取10台国内外不同厂家（两家国产、2家进口厂家，共8种型号机型）的仪器进行实验，具体仪器信息见表1。

表1 实验对象的信息

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 生产厂家 | 产地 | 型号 | 编号 |  |
| 1 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | SANA2 | SN2BFM0020 |  |
| 2 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | BINNA2 | BN2BIC0010 |  |
| 3 | 深圳市维度科技有限公司 |  | SANA 2 | SN2BGK0190 |  |
| 4 | WEKON  杭州维勘科技股份有限公司 | 国产 | WKFI-23X | PX-5731 |  |
| 5 | DATA-PIXEL | 进口 | DAISI-V2 | PX-3504 |  |
| 6 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | SANA 2 | SN2BHH0070 |  |
| 7 | Norland | 进口 | 3D  CC6000  东莞光距电子有限公司 | 10-014-001 |  |
| 8 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | BINNA | BNBDI0290 | 160nm |
| 9 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | SANA | SNBID0020 | 160nm |
| 10 | 深圳市维度科技有限公司 | 国产 | SANA MINI | MNBFB0010 | 160nm |
|  |  |  |  |  |  |
|  | Norland | 进口 | CC6000 |  |  |
| 9 | WEKON  杭州维勘科技股份有限公司 |  | WKFI-1 |  |  |
| 10 | SUNTELECOM |  | SUN-FCI2010 |  |  |

1. **实验项目及方法**

根据《光纤端面干涉仪校准规范》的校准要求，本次实验的项目包括：光纤高度测量的示值误差、高度测量的重复性。

本次实验使用测量范围为（0~500）nm的多台阶标准块作为标准器具。

首先按使用说明书对被校仪器进行预热及必要的参数设置。如果仪器自带有标准光纤高度块及自校功能，则先进行一次自校操作。准备工作完成后，在每个标准光纤高度块的有效区域内，分别在同一测量区域相邻位置处重复测量10次并记录仪器示值，计算10次结果的算术平均值作为第*i*个标准光纤高度块的测量结果，根据公式（1）、（2）计算仪器厚度测量的示值误差和重复性：

（1）

式中：—对第*i*个标准光纤高度块，仪器的示值误差，nm；

—对第*i*个标准光纤高度块，仪器示值的平均值，nm；

—第*i*个标准光纤高度块的标准高度值，nm。

（2）

式中：—重复测量的仪器示值最大值，nm；

—重复测量的仪器示值最小值，nm。

1. **实验结果**

根据被校仪器的实际测量范围，实验结果数据见表2~表10。

表2 实验结果（仪器序号：1）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BFM0020 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.3 | 17.1 | 17.4 | 17.4 | | 17.1 | 17.1 | -0.32 | 1.8 |
| 17.1 | 16.5 | 18.0 | 16.7 | | 16.2 |
| *h*：65.7 | 66.0 | 66.6 | 66.3 | 66.5 | | 66.2 | 66.4 | 0.72 | 0.8 |
| 66.4 | 66.3 | 66.4 | 66.7 | | 66.8 |
| *h*：157.1 | 159.4 | 158.7 | 158.5 | 158.8 | | 159.2 | 159.2 | 2.11 | 1.8 |
| 159.0 | 160.3 | 159.3 | 158.7 | | 160.2 |
| *h*：292.3 | 290.9 | 290.9 | 290.7 | 293.0 | | 292.7 | 291.3 | -1.01 | 3.3 |
| 292.6 | 290.1 | 292.3 | 290.0 | | 289.7 |
| *h*：344.0 | 337.5 | 337.6 | 337.6 | 337.3 | | 337.3 | 337.4 | -16.64 | 2.1 |
| 337.0 | 337.2 | 338.7 | 336.8 | | 336.6 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值/mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.83 | 11.84 | 11.82 | 11.85 | | 11.84 | 11.836 | 0.076 | 0.03 |
| 15.51 | 15.57 | 15.57 | 15.55 | 15.56 | | 15.57 | 15.564 | 0.054 | 0.02 |
| 13.06 | 13.05 | 13.04 | 13.05 | 13.03 | | 13.03 | 13.04 | -0.02 | 0.02 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.4 | 28.0 | 28.1 | 28.3 | | 28.4 | 28.24 | -0.36 | 0.3 |
| 19.1 | 17.4 | 17.3 | 17.2 | 17.1 | | 17.2 | 17.24 | -1.86 | 0.3 |
| 11.6 | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 10.2 | | 10.2 | 10.24 | -1.36 | 0.7 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：21.3℃，湿度：47%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年5月23日 | | | | | | | | |

表3 实验结果（仪器序号：2）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | BANA2 | | |
| 出厂编号 | BN2BIC0010 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.8 | 17.6 | 18.9 | 16.8 | | 17.9 | 17.6 | 0.2 | 2.2 |
| 18.4 | 17.3 | 16.9 | 16.7 | | 17.6 |
| *h*：65.7 | 64.3 | 64.9 | 65.0 | 64.2 | | 63.1 | 64.5 | -1.2 | 1.9 |
| 65.0 | 64.9 | 63.5 | 64.9 | | 64.8 |
| *h*：157.1 | 156.4 | 153.0 | 155.0 | 158.2 | | 153.9 | 155.5 | -1.6 | 5.4 |
| 158.4 | 155.2 | 153.3 | 156.6 | | 154.7 |
| *h*：292.3 | 290.1 | 288.3 | 290.7 | 288.8 | | 290.7 | 289.7 | -2.6 | 4.8 |
| 288.4 | 292.7 | 290.8 | 287.9 | | 288.4 |
| *h*：344.0 | 326.9 | 324.2 | 326.6 | 324.1 | | 329.2 | 325.9 | -28.1 | 5.7 |
| 327.0 | 326.9 | 326.7 | 323.5 | | 323.9 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.82 | 11.84 | 11.84 | 11.84 | | 11.84 | 11.836 | 0.076 | 0.02 |
| 15.51 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | | 15.54 | 11.836 | 0.038 | 0.01 |
| 13.06 | 13.07 | 13.05 | 13.06 | 13.09 | | 13.06 | 11.836 | 0.006 | 0.04 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | | 28.4 | 28.16 | -0.44 | 0.3 |
| 19.1 | 17.5 | 17.6 | 17.8 | 17.6 | | 17.5 | 17.6 | -1.5 | 0.3 |
| 11.6 | 10.3 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | | 9.7 | 10.22 | -1.38 | 0.7 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.0℃，湿度：55%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年4月27日 | | | | | | | | |

表3 实验结果（仪器序号：2） 单位：nm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | BANA2 | | |
| 出厂编号 | BN2BIC0010 | | | | 原理 | |  | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| 17.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 57.6 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 373.4 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.0℃，湿度：55%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年4月27日 | | | | | | | | |

表4 实验结果（仪器序号：3）

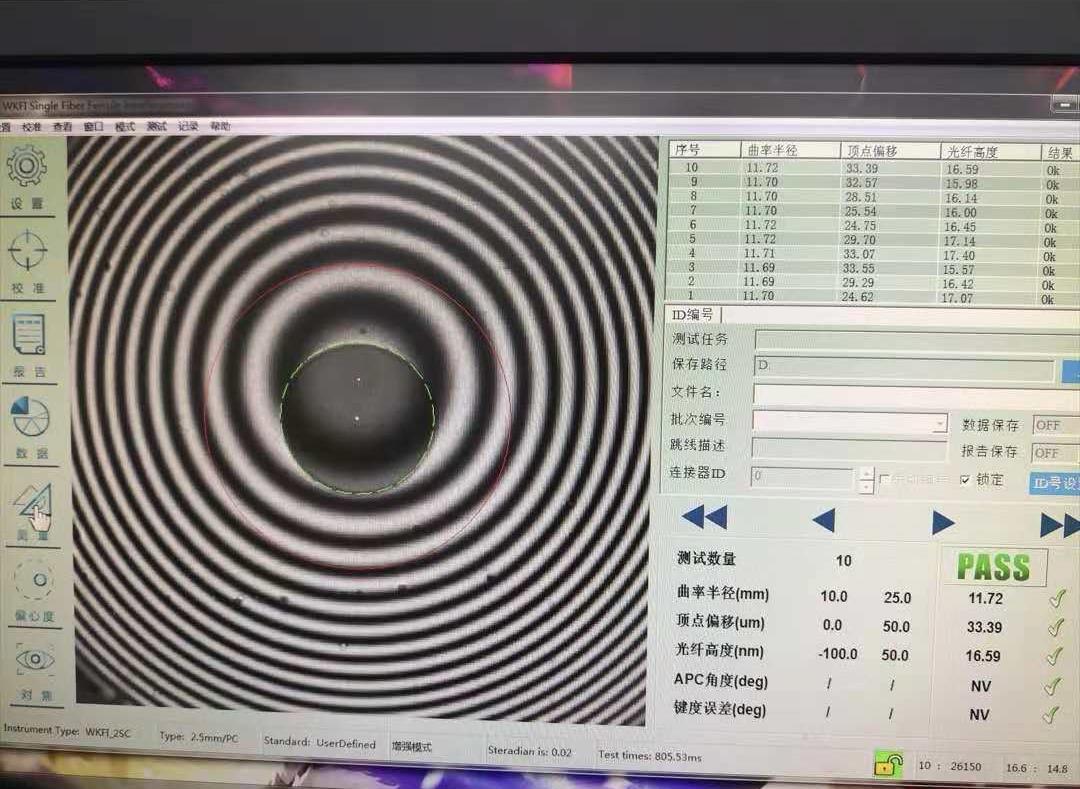
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BGK0190 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 16.5 | 17.6 | 17.3 | 16.4 | | 16.4 | 16.97 | -0.4 | 1.2 |
| 17.2 | 16.5 | 17.3 | 17.5 | | 17 |
| *h*：65.7 | 64.7 | 64.8 | 64.7 | 64.7 | | 64.6 | 64.73 | -1.0 | 0.4 |
| 64.7 | 64.5 | 64.9 | 64.9 | | 64.8 |
| *h*：157.1 | 157.6 | 157 | 157.5 | 156.7 | | 158.8 | 157.2 | -0.1 | 3.0 |
| 157.1 | 156.7 | 157.8 | 155.8 | | 157 |
| *h*：292.3 | 291.4 | 288.8 | 289.5 | 293.5 | | 293.6 | 292.45 | 0.2 | 5.0 |
| 293.2 | 293.8 | 293.6 | 293.7 | | 293.4 |
| *h*：344.0 | 334 | 333.6 | 332.5 | 336.6 | | 332.5 | 333.26 | -10.7 | 4.4 |
| 333 | 332.2 | 332.9 | 332.4 | | 332.9 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.84 | 11.84 | 11.85 | 11.85 | | 11.84 | 11.84 | 0.08 | 0.01 |
| 15.51 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | | 15.55 | 15.55 | 0.04 | 0.00 |
| 13.06 | 13.05 | 13.05 | 13.05 | 13.05 | | 13.07 | 13.05 | -0.01 | 0.02 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差  /μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.3 | 28.4 | 28.0 | 28.3 | | 28.0 | 28.2 | -0.4 | 0.4 |
| 19.1 | 17.2 | 17.2 | 17.2 | 17.2 | | 17.2 | 17.2 | -1.9 | 0.00 |
| 11.6 | 10.7 | 10.4 | 10.4 | 10.5 | | 10.4 | 10.5 | -1.2 | 0.3 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

表4 实验结果（仪器序号：3） 单位：nm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BGK0190 | | | | 原理 | |  | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| 17.7 | 17.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 56.7 | 57.8 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 | 157.7 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 | 174.3 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 | 288.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 369.9 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

表5 实验结果（仪器序号：4）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 杭州维勘科技股份有限公司 | | | | 型号 | | WKFI-23X | | |
| 出厂编号 | PX-5731 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.1 | 16.4 | 15.6 | 17.4 | | 17.1 | 16.48 | -0.92 | 1.8 |
| 16.5 | 16 | 16.1 | 16 | | 16.6 |
| *h*：65.7 | 62.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：157.1 | 177.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：292.3 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：344.0 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.70 | 11.69 | 11.69 | 11.71 | | 11.72 | 11.70 | -0.06 | 0.03 |
| 15.51 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 13.06 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 标准偏移/μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性  max-min |
| 28.6 | 24.6 | 29.3 | 33.6 | 33.1 | | 29.7 | 31.4 | 2.8 | 4.3 |
| 19.1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 11.6 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |



4.顶点偏移测量误差[不确定度=15.0 μm，k=2]：

                标准值（μm）        仪器测量值（μm）       误差（μm）

                   8.7                 9.69                 +1.0

                  58.1                60.90                 +1.8

                 128.9               135.84                 +7.0

        5.光纤高度测量结果[不确定度=20.0 nm，k=2]：

                标准值（nm）        仪器测量值（nm）       误差（nm）

                   0.0                  3.47                +3.5

                  56.7                 62.15                +5.5

                 158.6                177.16               +18.6

表5 实验结果（仪器序号：4）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 杭州维勘科技股份有限公司 | | | | 型号 | | WKFI-23X | | |
| 出厂编号 | PX-5731 | | | | 原理 | |  | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| 17.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 56.7 | 62.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 | 177.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 | 174.3 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 超出仪器测量范围 | | | | | |  |  |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

表6 实验结果（仪器序号：5）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | DATA-PIXEL | | | | 型号 | | DAISI-V2 | | |
| 出厂编号 | PX-3504 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.1 | 16.4 | 15.6 | 17.4 | | 17.1 | 16.48 | -0.92 | 1.8 |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：65.7 | 62.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：157.1 | 177.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：292.3 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：344.0 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.70 | 11.69 | 11.69 | 11.71 | | 11.72 | 11.70 | -0.06 | 0.03 |
| 15.51 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 13.06 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 标准偏移/μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性  max-min |
| 28.6 | 24.6 | 29.3 | 33.6 | 33.1 | | 29.7 | 31.4 | 2.8 | 4.3 |
| 19.1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 11.6 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

5.光纤高度测量结果[不确定度=20.0 nm，k=2]：

                标准值（nm）        仪器测量值（nm）       误差（nm）

                    0.0                  -0.6                -0.6

                   56.7                  57.7                +1.0

                  158.6                 154.9                -3.7

表6 实验结果（仪器序号：5） 单位：nm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | DATA-PIXEL | | | | 型号 | | DAISI-V2 | | |
| 出厂编号 | PX-3504 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度 | 仪器示值 | | | | | | 平均值 | 示值误差 | 重复性 |
| 17.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 56.7 | 62.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 | 177.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 超出仪器测量范围 | | | | | |  |  |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

表7 实验结果（仪器序号：6）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BHH0070 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.8 | 17.6 | 18.9 | 16.8 | | 17.9 | 16.8 | -0.6 | 2.2 |
| 18.4 | 17.3 | 16.9 | 16.7 | | 17.6 |
| *h*：65.7 | 64.3 | 64.9 | 65.0 | 64.2 | | 63.1 | 66.8 | 1.1 | 1.9 |
| 65.0 | 64.9 | 63.5 | 64.9 | | 64.8 |
| *h*：157.1 | 156.4 | 153.0 | 155.0 | 158.2 | | 153.9 | 157.7 | 0.6 | 5.4 |
| 158.4 | 155.2 | 153.3 | 156.6 | | 154.7 |
| *h*：292.3 | 290.1 | 288.3 | 290.7 | 288.8 | | 290.7 | 289.7 | 2.4 | 4.8 |
| 288.4 | 292.7 | 290.8 | 287.9 | | 288.4 |
| *h*：344.0 | 326.9 | 324.2 | 326.6 | 324.1 | | 329.2 | 345.1 | 1.1 | 5.7 |
| 327.0 | 326.9 | 326.7 | 323.5 | | 323.9 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.82 | 11.84 | 11.84 | 11.84 | | 11.84 | 11.836 | 0.076 | 0.02 |
| 15.51 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | | 15.54 | 11.836 | 0.038 | 0.01 |
| 13.06 | 13.07 | 13.05 | 13.06 | 13.09 | | 13.06 | 11.836 | 0.006 | 0.04 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | | 28.4 | 28.16 | -0.44 | 0.3 |
| 19.1 | 17.5 | 17.6 | 17.8 | 17.6 | | 17.5 | 17.6 | -1.5 | 0.3 |
| 11.6 | 10.3 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | | 9.7 | 10.22 | -1.38 | 0.7 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年9月11日 | | | | | | | | |

表7 实验结果（仪器序号：6） 单位：nm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BHH0070 | | | | 原理 | |  | | |
| 标准高度 | 仪器示值 | | | | | | 平均值 | 示值误差 | 重复性 |
| 17.7 | 17.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 56.7 | 57.8 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 | 157.7 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 | 174.3 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 | 288.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 369.9 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年9月11日 | | | | | | | | |

表8 实验结果（仪器序号：7）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | Norland | | | | 型号 | | 3D（ CC6000） | | |
| 出厂编号 | 10-014-001 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 17.1 | 16.4 | 15.6 | 17.4 | | 17.1 | 16.48 | -0.92 | 1.8 |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：65.7 | 62.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：157.1 | 177.2 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：292.3 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| *h*：344.0 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.70 | 11.69 | 11.69 | 11.71 | | 11.72 | 11.70 | -0.06 | 0.03 |
| 15.51 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 13.06 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 标准偏移/μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性  max-min |
| 28.6 | 24.6 | 29.3 | 33.6 | 33.1 | | 29.7 | 31.4 | 2.8 | 4.3 |
| 19.1 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 11.6 |  |  |  |  | |  |  |  |  |
| 实验地点 | 东莞光距电子有限公司质检室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年7月17日 | | | | | | | | |

表8 实验结果（仪器序号：7） 单位：nm

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | Norland | | | | 型号 | | 3D（ CC6000） | | |
| 出厂编号 | 10-014-001 | | | | 原理 | |  | | |
| 标准高度 | 仪器示值 | | | | | | 平均值 | 示值误差 | 重复性 |
| 17.7 | 17.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 56.7 | 57.8 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 157.1 | 157.7 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 173.7 | 174.3 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 285.7 | 288.1 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 368.8 | 369.9 |  |  |  | |  |  |  |  |
|  |  |  |  | |  |
| 实验地点 | 东莞光距电子有限公司质检室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：20.3℃，湿度：53%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2017年6月2日 | | | | | | | | |

表9 实验结果（仪器序号：8）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | BANA | | |
| 出厂编号 | BNBDI0290 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 18.3 | 18.7 | 17.9 | 17.5 | | 18.4 | 17.97 | 0.57 | 1.8 |
| 18.5 | 17.1 | 18.1 | 16.9 | | 18.3 |
| *h*：65.7 | 65.9 | 65.9 | 66.5 | 65.8 | | 65.9 | 65.91 | 0.21 | 0.8 |
| 65.8 | 65.7 | 65.9 | 65.8 | | 65.9 |
| *h*：157.1 | 154.8 | 154.1 | 154.5 | 151.5 | | 155.2 | 154.57 | -2.53 | 3.9 |
| 155.4 | 154.7 | 155.2 | 155.1 | | 155.2 |
| *h*：292.3 | 290.4 | 289.9 | 295.5 | 289.4 | | 292.6 | 291.52 | -0.78 | 9.7 |
| 292.3 | 292.1 | 295.5 | 285.8 | | 291.7 |
| *h*：344.0 | 347.5 | 345.2 | 348.3 | 345.1 | | 343 | 345.68 | 1.68 | 5.3 |
| 346.4 | 343.5 | 346.4 | 345.2 | | 346.2 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.82 | 11.84 | 11.84 | 11.84 | | 11.84 | 11.836 | 0.076 | 0.02 |
| 15.51 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | 15.55 | | 15.54 | 11.836 | 0.038 | 0.01 |
| 13.06 | 13.07 | 13.05 | 13.06 | 13.09 | | 13.06 | 11.836 | 0.006 | 0.04 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | 28.1 | | 28.4 | 28.16 | -0.44 | 0.3 |
| 19.1 | 17.5 | 17.6 | 17.8 | 17.6 | | 17.5 | 17.6 | -1.5 | 0.3 |
| 11.6 | 10.3 | 10.4 | 10.3 | 10.4 | | 9.7 | 10.22 | -1.38 | 0.7 |
| 实验地点 | 深圳市闵利达工业园3楼北品管部 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：22.3℃，湿度：61%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年8月23日 | | | | | | | | |

表10 实验结果（仪器序号：9）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA | | |
| 出厂编号 | SNBID0020 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 19.9 | 19.7 | 19.6 | 18.8 | | 19.7 | 19.54 | 2.14 | 1.1 |
| 19.5 | 19.6 | 19.6 | 19.6 | | 19.4 |
| *h*：65.7 | 67.8 | 67.9 | 67.7 | 67.8 | | 67.9 | 67.89 | 2.19 | 0.9 |
| 67.7 | 67.7 | 67.7 | 68.1 | | 68.6 |
| *h*：157.1 | 156.1 | 156.2 | 156.7 | 155.3 | | 156.9 | 155.74 | -1.36 | 4.8 |
| 155.9 | 156.4 | 155.3 | 156.5 | | 152.1 |
| *h*：292.3 | 超出测量范围 | | | | | |  |  |  |
| *h*：344.0 | 超出测量范围 | | | | | |  |  |  |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值/mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.77 | 11.77 | 11.77 | 11.77 | | 11.77 | 11.77 | 0.01 | 0 |
| 15.51 | 15.10 | 15.39 | 15.14 | 15.13 | | 15.38 | 15.26 | -0.25 | 0.26 |
| 13.06 | 12.97 | 12.97 | 12.94 | 12.96 | | 12.97 | 12.96 | -0.10 | 0.03 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 29.2 | 29.1 | 29.1 | 29.1 | | 29.1 | 29.1 | 0.5 | 0 |
| 19.1 | 16.2 | 16.1 | 16.2 | 16.2 | | 16.2 | 16.2 | -2.9 | 0.1 |
| 11.6 | 9.4 | 9.5 | 9.5 | 9.6 | | 9.4 | 9.5 | -2.1 | 0.2 |
| 实验地点 | 深圳市闵利达工业园3楼北品管部 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：22.5℃，湿度：61%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年8月23日 | | | | | | | | |

表11 实验结果（仪器序号：10）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA MINI | | |
| 出厂编号 | MNBFB0010 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 18.3 | 19.5 | 19.6 | 20.9 | | 19.8 | 20.0 | 2.6 | 3.1 |
| 20 | 19.9 | 20.2 | 21.4 | | 20.2 |
| *h*：65.7 | 66.9 | 66.7 | 66.7 | 66.9 | | 66.7 | 66.9 | 1.2 | 0.8 |
| 66.9 | 66.8 | 67.4 | 66.7 | | 67.5 |
| *h*：157.1 | 155.5 | 156.2 | 155.9 | 156 | | 155.6 | 156.1 | -1.0 | 3.1 |
| 155.5 | 154.7 | 157.8 | 156.9 | | 156.5 |
| *h*：292.3 | 超出测量范围 | | | | | |  |  |  |
| *h*：344.0 | 超出测量范围 | | | | | |  |  |  |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.77 | 11.78 | 11.78 | 11.78 | | 11.78 | 11.78 | 0.02 | 0.01 |
| 15.51 | 15.41 | 15.42 | 15.4 | 15.39 | | 15.36 | 15.39 | -0.12 | 0.06 |
| 13.06 | 12.97 | 12.97 | 12.97 | 12.96 | | 12.96 | 12.97 | -0.09 | 0.01 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差  /μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 29.2 | 28.8 | 28.7 | 28.7 | | 28.8 | 28.8 | 0.2 | 0.1 |
| 19.1 | 16.1 | 16 | 16.9 | 16 | | 16.9 | 16.4 | -2.7 | 0.9 |
| 11.6 | 9.6 | 9.4 | 9.5 | 9.4 | | 9.3 | 9.4 | -2.2 | 0.3 |
| 实验地点 | 深圳市闵利达工业园3楼北品管部 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：22.1℃，湿度：61%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年8月23日 | | | | | | | | |

表12 实验结果（仪器序号：1）长测

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BFM0020 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 18.3 | 18.7 | 17.9 | 17.5 | | 18.4 | 17.97 | 0.57 | 1.8 |
| 18.5 | 17.1 | 18.1 | 16.9 | | 18.3 |
| *h*：65.7 | 65.9 | 65.9 | 66.5 | 65.8 | | 65.9 | 65.91 | 0.21 | 0.8 |
| 65.8 | 65.7 | 65.9 | 65.8 | | 65.9 |
| *h*：157.1 | 154.8 | 154.1 | 154.5 | 151.5 | | 155.2 | 154.57 | -2.53 | 3.9 |
| 155.4 | 154.7 | 155.2 | 155.1 | | 155.2 |
| *h*：292.3 | 290.4 | 289.9 | 295.5 | 289.4 | | 292.6 | 291.52 | -0.78 | 9.7 |
| 292.3 | 292.1 | 295.5 | 285.8 | | 291.7 |
| *h*：344.0 | 347.5 | 345.2 | 348.3 | 345.1 | | 343 | 345.68 | 1.68 | 5.3 |
| 346.4 | 343.5 | 346.4 | 345.2 | | 346.2 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.86 | 11.87 | 11.85 | 11.85 | | 11.87 | 11.86 | 0.10 | 0.02 |
| 15.51 | 15.40 | 15.35 | 15.41 | 15.47 | | 15.43 | 15.42 | -0.11 | 0.12 |
| 13.06 | 13.09 | 13.09 | 13.08 | 13.08 | | 13.08 | 13.08 | 0.02 | 0.01 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 29.9 | 30.2 | 29.8 | 29.9 | | 30.1 | 30.0 | 1.4 | 0.4 |
| 19.1 | 17.0 | 17.1 | 17.1 | 17.1 | | 17.3 | 17.1 | -2.0 | 0.3 |
| 11.6 | 10.6 | 10.8 | 10.7 | 10.7 | | 10.9 | 10.7 | -0.9 | 0.3 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：21.5℃，湿度：47%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年9月20日 | | | | | | | | |

表13 实验结果（仪器序号：1） 长测试验2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 厂家 | 深圳市维度科技有限公司 | | | | 型号 | | SANA2 | | |
| 出厂编号 | SN2BFM0020 | | | | 原理 | | 三维 | | |
| 标准高度/nm | 仪器示值/nm | | | | | | 平均值/nm | 示值误差/nm | 重复性  max-min |
| *h*：17.4 | 18.2 | 18.5 | 18.8 | 18.4 | | 18.2 | 18.5 | 1.1 | 0.8 |
| 19 | 18.5 | 18.6 | 18.4 | | 18.4 |
| *h*：65.7 | 65 | 64.8 | 65.3 | 64.9 | | 64.7 | 64.68 | -1.02 | 1.1 |
| 64.7 | 64.2 | 64.2 | 64.3 | | 64.7 |
| *h*：157.1 | 154.4 | 154.6 | 153 | 153.4 | | 152.5 | 154.05 | -3.05 | 3.1 |
| 155.6 | 153.5 | 153.1 | 154.8 | | 155.6 |
| *h*：292.3 | 285.4 | 282.6 | 290.2 | 288.8 | | 288.3 | 285.92 | -6.38 | 8.2 |
| 282.7 | 283.9 | 283.5 | 290.8 | | 283 |
| *h*：344.0 | 348 | 347.1 | 345.8 | 346.6 | | 347.6 | 346.27 | 2.27 | 6.6 |
| 347.2 | 346.2 | 341.4 | 346.1 | | 346.7 |
| 标准半径/mm | 仪器示值/mm | | | | | | 平均值  /mm | 示值误差/mm | 重复性max-min |
| 11.76 | 11.85 | 11.85 | 11.85 | 11.85 | | 11.85 | 11.85 | 0.09 | 0.00 |
| 15.51 | 15.42 | 15.31 | 15.31 | 15.27 | | 15.42 | 15.33 | -0.18 | 0.15 |
| 13.06 | 13.07 | 13.05 | 13.04 | 13.04 | | 13.04 | 13.05 | -0.01 | 0.03 |
| 标准偏移  /μm | 仪器示值/μm | | | | | | 平均值  /μm | 示值误差/μm | 重复性max-min |
| 28.6 | 28.5 | 28.6 | 28.6 | 28.6 | | 28.8 | 28.7 | 0.05 | 0.2 |
| 19.1 | 17 | 17 | 16.9 | 16.8 | | 16.9 | 16.9 | -2.2 | 0.2 |
| 11.6 | 10.2 | 10 | 10.2 | 9.9 | | 10.2 | 10.1 | -1.5 | 0.3 |
| 实验地点 | 广州计量检测技术研究院科学城3楼精测实验室 | | | | | | | | |
| 环境条件 | 温度：21.5℃，湿度：47%RH | | | | | | | | |
| 实验日期 | 2018年10月30日 | | | | | | | | |

**实验总结**

根据以上实验结果可以看出，无论对于国产还是进口的、采用激光三角法或者摩尔轮廓法的光纤端面干涉仪，使用标准光纤高度块进行测量时，都取得了较好的重复性，在最常使用的（0~500）nm，光纤高度测量的示值误差都不大，能够满足绝大部分生产过程的精度要求。证明《光纤端面干涉仪校准规范》采用的标准器科学、合理，校准方法切实可行。