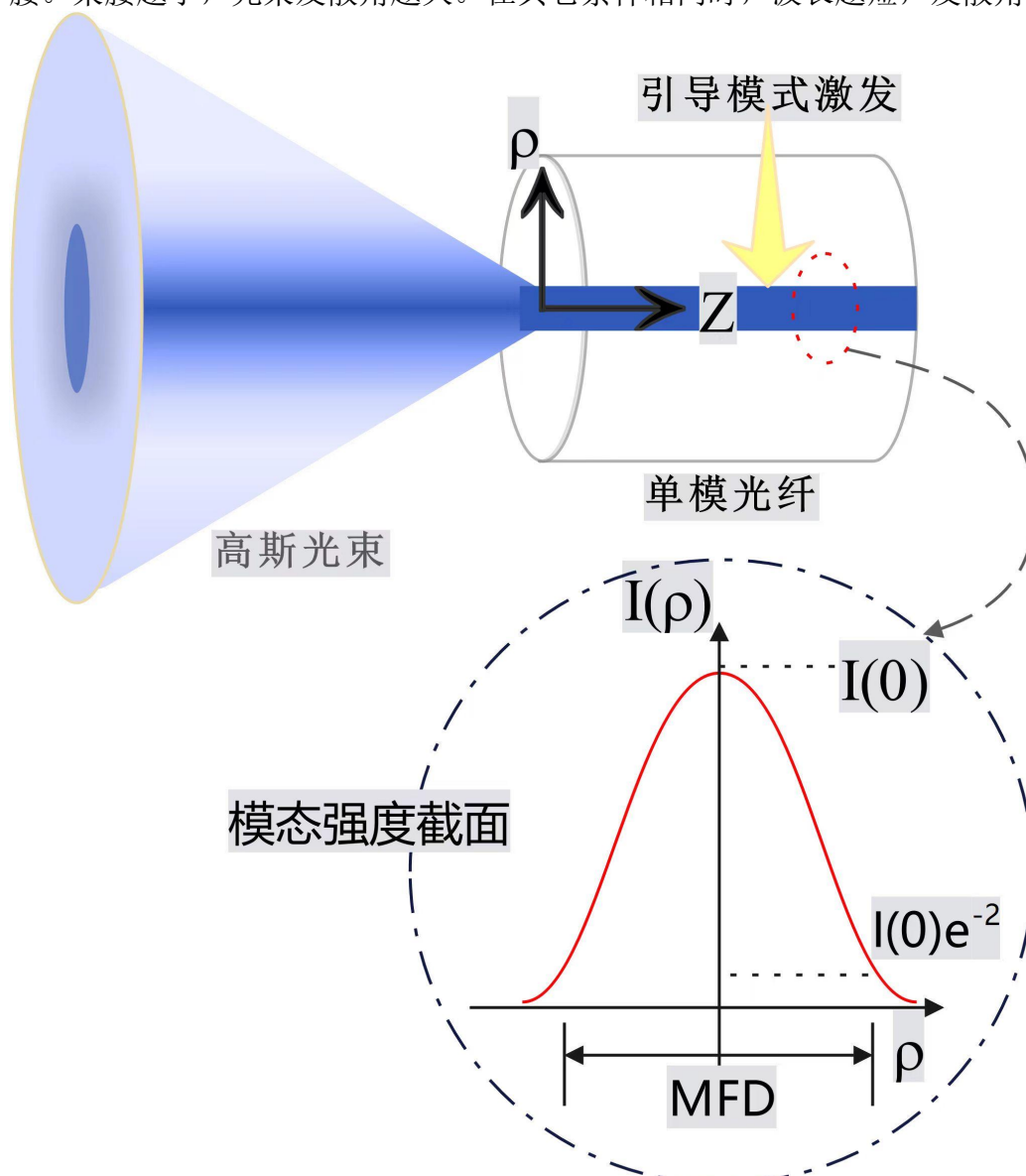


光纤出光发散角及模场直径(MFD)测试方案

1. 测试目标

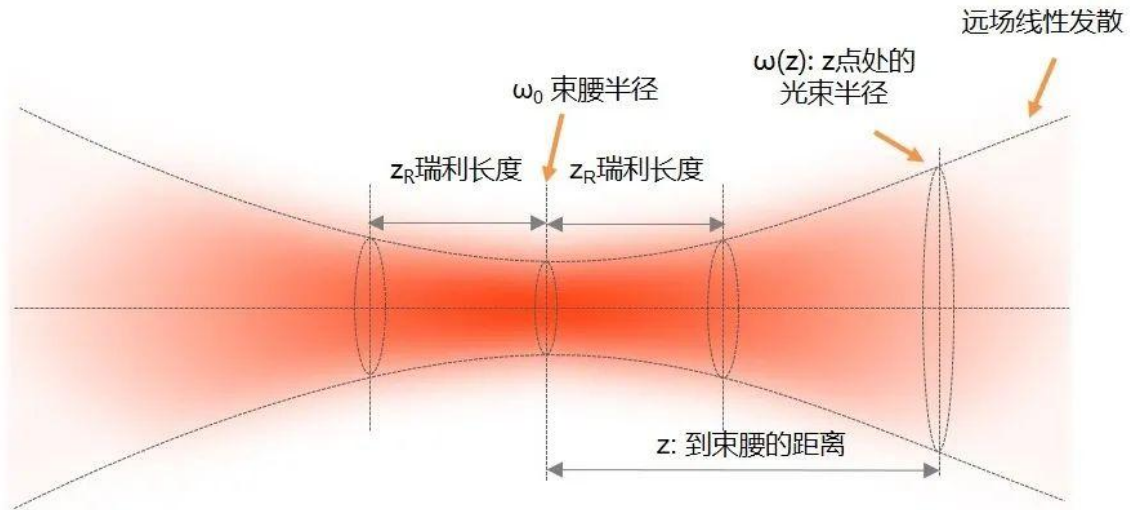
测量光纤的模场直径(MFD) (Mode Field Diameter) :

单模光纤输出需要通过高斯光束模拟。高斯光束的强度使用高斯函数表示，在光轴任意 z 点上都有相同的强度轮廓，但光束直径不断变化，而最小的光束直径叫做束腰。束腰越小，光束发散角越大。在其它条件相同时，波长越短，发散角也越大。



高斯光束半径(ω)使用 $1/e^2$ 半径表示。瑞利长度是从束腰开始、光束直径变为 $\sqrt{2}$ 倍或截面积变为 2 倍的传播长度。发散光束的瑞利长度较短，准直光束的瑞利长度较长。光束的发散速度在瑞利范围内与传播距离是非线性关系，但进入远场后变成线性，只与波长和束腰有关。

测量光纤的出光发散角（Far-Field Divergence Angle）



$$z_R = \frac{\pi \omega_0^2}{\lambda}$$

$$\omega(z) = \omega_0 \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R}\right)^2}$$

$$\theta = \frac{\lambda}{\pi \omega_0}$$

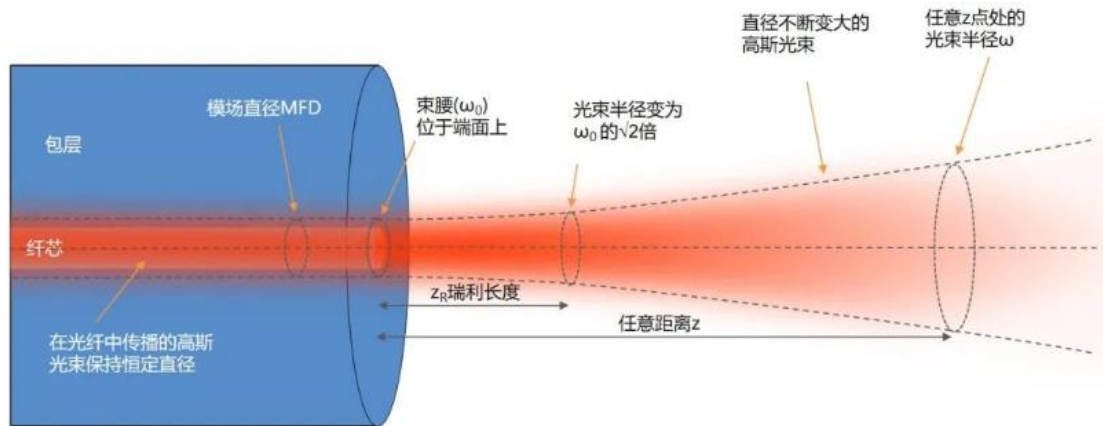
注意上面的发散角为半角。

单模光纤输出自由空间高斯光束，其束腰直径等于光纤的模场直径。在上面的公式中，如果用模场直径 (MFD) 的一半代替自由空间光束的束腰半径，这样就可算出光纤输出光束的瑞利长度、任意位置的光束半径和远场发散角。

$$z_R = \frac{\pi}{\lambda} \left(\frac{MFD}{2} \right)^2$$

$$\omega(z) = \frac{MFD}{2} \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_R} \right)^2}$$

$$\theta = \frac{2\lambda}{\pi \cdot MFD}$$



我们以单模光纤为例,当激光波长为 1310nm 时,MFD 为 9.2um 左右,瑞丽长度为 50um 左右,对测试基本没有影响,所以,只需要考虑 Z 长度即可。

2 测试环境

激光器波长: 1310nm

激光器功率: 10mw

光开关通道: 24

实验室温度: $25 \pm 2^\circ \text{C}$

空间要求: 600*400mm

需确保器件端面清洁

3. 测试参数



参数	理论值	误差范围
模场直径 (MFD)	$< 9 \times 8 \mu\text{m}$	-
X 轴角度	8°	$\pm 1.5^\circ$
Y 轴角度	0°	$\pm 1.5^\circ$

4. 方案描述

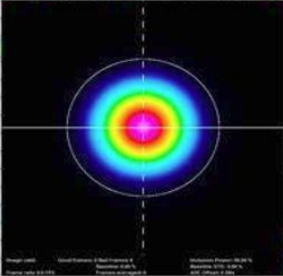
4.1 测试方法选择

测试项目	方法	适用标准
发散角测量	远场光斑成像法	ITU-T G. 650
MFD 测量	远场扫描法（基准方法）	IEC 60793-1-44

详细方案

通道	NF_Xc	NF_Yc	FF_Xc	FF_Yc	Pitch	Yaw	RadiusA	测试	StartTestTime	EndTestTime	Result
1	1999.039931	-281.5439129	2007.84766	-354.9687464	0.045125161	0.014385828	0.047362772	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
2	1880.585687	-270.6804365	1897.592782	-328.5904888	0.080682174	0.033177386	0.087237332	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
3	1752.697553	-266.178198	1753.80129	-338.2401945	0.048248817	-0.003770422	0.048359226	通过	2025/3/31 14:08	2025/3/31 14:08	Pass
4	1617.373274	-290.053008	1615.951525	-383.4188263	-0.000575699	-0.009058408	0.009076694	通过	2025/3/31 14:08	2025/3/31 14:08	Pass
5	1483.996862	-286.4548895	1483.698727	-364.8651198	0.033698808	-0.006483276	0.034317779	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
6	1364.606189	-292.0973379	1374.905235	-374.8958783	0.023642417	0.017803874	0.029596194	通过	2025/3/31 14:08	2025/3/31 14:08	Pass
7	1223.125118	-286.2641622	1216.566203	-365.4420891	0.031940165	-0.020831926	0.038133231	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
8	1091.894093	-294.8224705	1095.399465	-385.2492289	0.006160039	0.002233721	0.006552526	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
9	962.3182745	-278.0977185	950.8697701	-345.1596888	0.059707831	-0.032038038	0.067760144	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
10	841.6021788	-282.7829423	837.1538941	-354.8130031	0.048521488	-0.015964717	0.050899874	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
11	729.767588	-384.2110203	741.8107382	-366.453815	0.034083309	0.021341513	0.040213582	通过	2025/3/31 14:08	2025/3/31 14:08	Pass
12	573.213472	-358.052578	554.6113532	-389.8444703	0.003031424	-0.048432908	0.048527684	通过	2025/3/31 14:08	2025/3/31 14:08	Pass
13	467.4485123	-316.00655	473.3560507	-426.7541719	-0.040411193	0.007739811	0.041145569	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
14	356.6768249	-313.4884972	380.8686221	-422.6526252	-0.03678285	0.049644185	0.061796108	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
15	196.4736765	-282.4292381	178.4834721	-361.5228153	0.032133937	-0.047030504	0.056960146	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
16	133.0437787	-314.1849841	183.2203969	-440.5507868	-0.07620462	0.109198184	0.133157616	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
17	-56.24534022	-317.5371489	47.0019263	-438.8424842	-0.984148835	-0.030452278	0.071009959	通过	2025/3/31 14:09	2025/3/31 14:09	Pass
18	-162.1262918	-332.3691595	-154.051905	-462.7963963	-0.865329159	0.012706974	0.066270114	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
19	-329.6126004	-308.5592172	-370.316515	-411.1627668	-0.028330277	-0.099886418	0.102525128	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
20	-448.8373205	-302.598526	-480.319347	-388.5866003	-0.006565381	-0.077514552	0.078229125	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
21	-582.5925421	-296.0105235	-620.9073097	-387.0392056	0.00478055	-0.09361091	0.093732898	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
22	-689.9439661	-291.6898018	-705.2123446	-377.025726	0.017827228	-0.040792542	0.044517878	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
23	-820.1264112	-292.7899438	-837.793958	-379.7302582	0.014104444	-0.046291028	0.048392093	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
24	-958.7869814	-281.2545895	-991.7568416	-355.7042071	0.042776549	-0.081375061	0.091933311	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
25	-1060.122808	-280.3546493	-1084.550719	-352.8059859	0.047356233	-0.015948022	0.049969512	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass
26	-1202.174391	-286.3765627	-1225.674992	-325.1008544	0.078816085	-0.059859395	0.098849475	通过	2025/3/31 14:10	2025/3/31 14:10	Pass

相机实时图像



Xc

Yc

Pitch

Yaw

Angle

BeamIntensity

ADC PEAK (%)

测试

校准

设置

校准参数

保存数据

SN

5189-31413E_L_03-014-0433_A1_T0TXM24450003

测试员

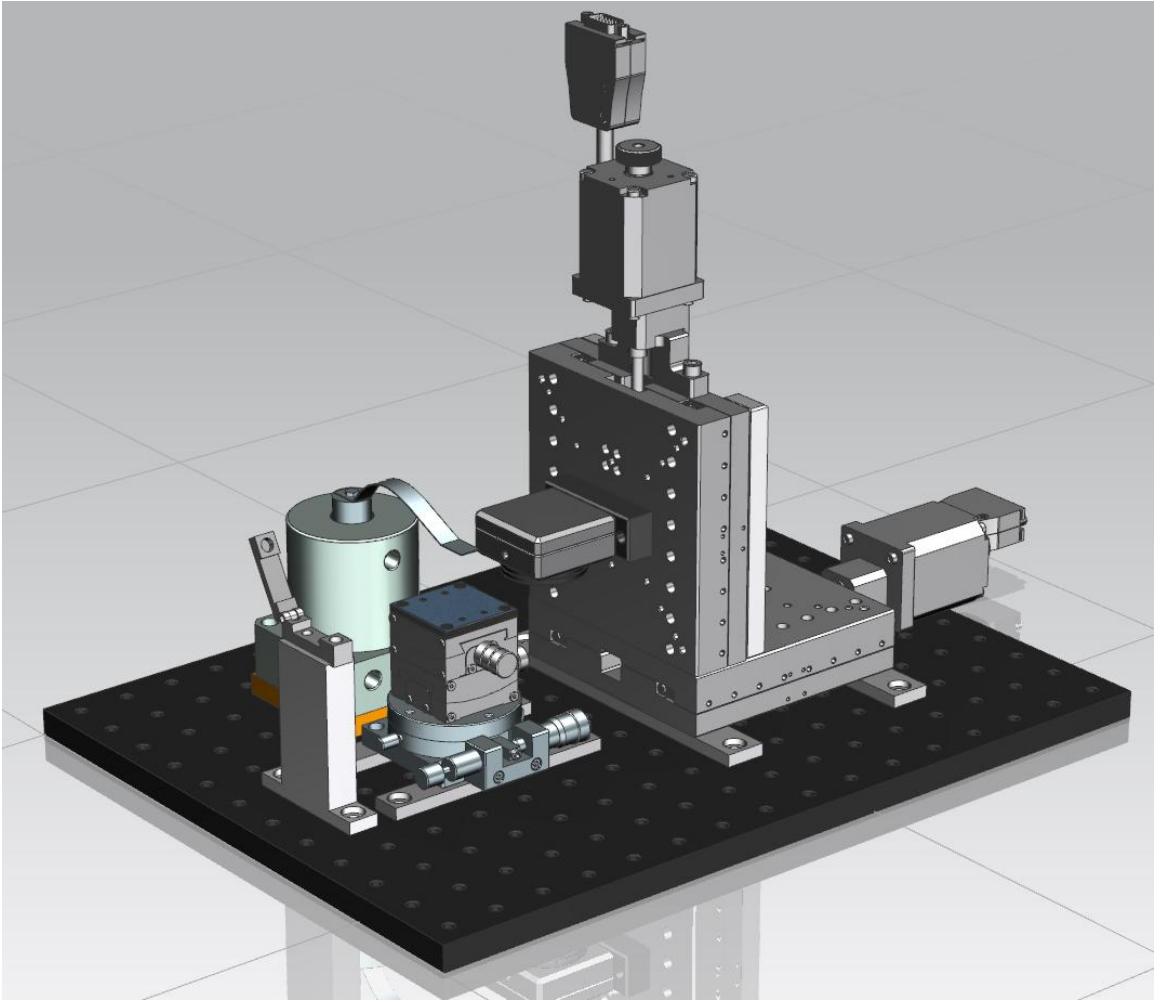
测试工位

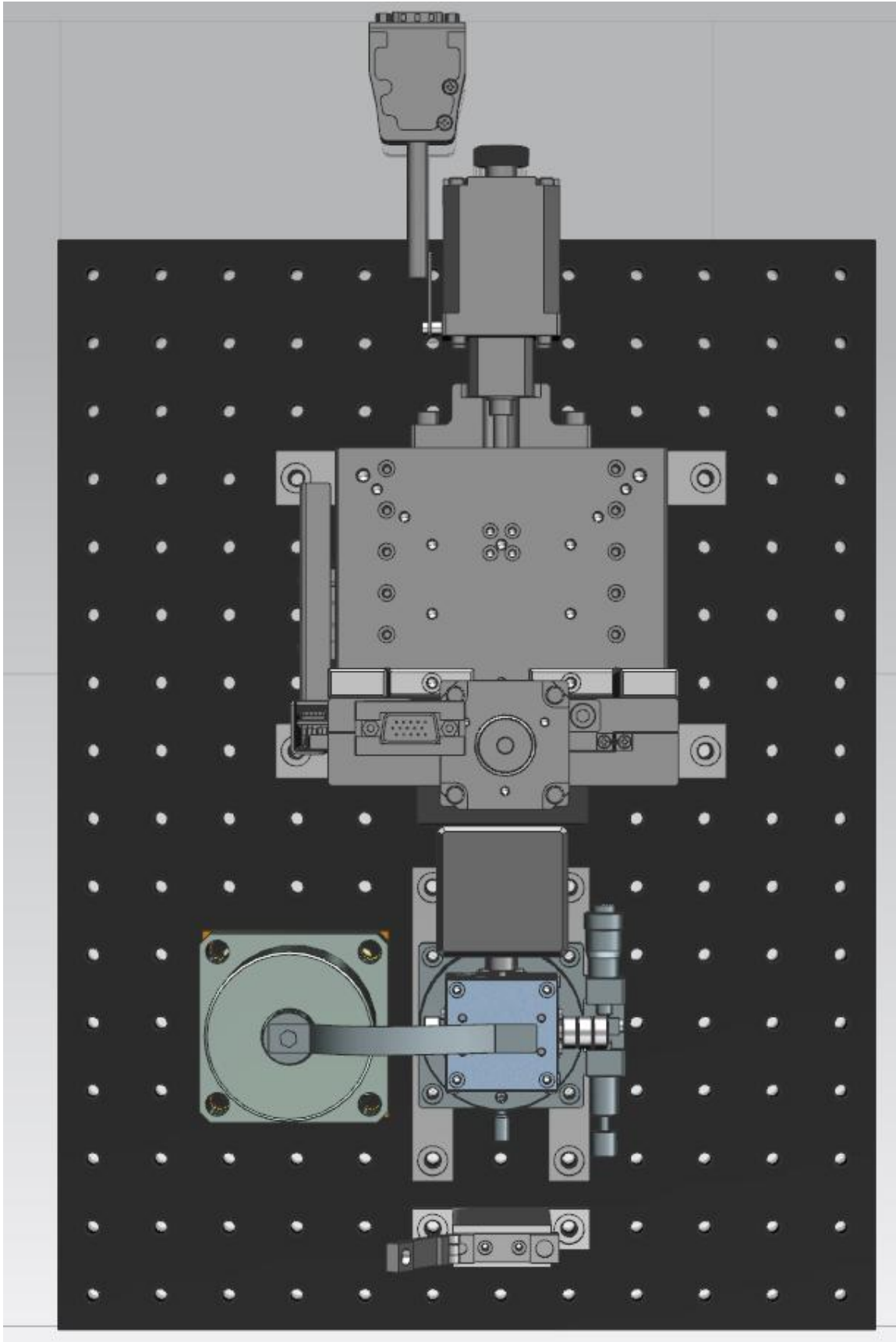
产品类型

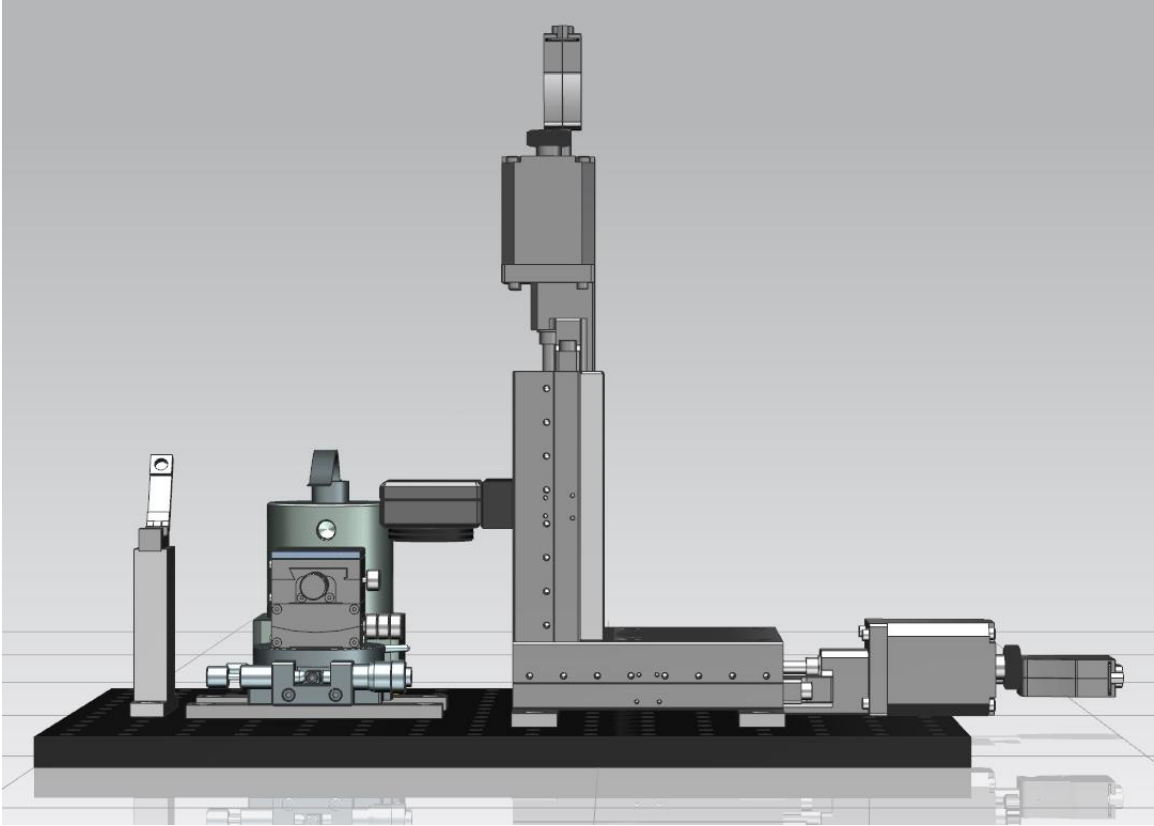
检测类型

保存文件路径

保存文件名







4.2 测试步骤

1，测试平台校准

将标准参考器件放置在测试平台上，点击启动按钮，压紧器件，点击软件校准功能，首先进行一次校准测试，测试完成之后，进入校准界面确认参数，可以修改这些参数，确认好之后，返回主界面，保存参数。

2，检查被测器件端面

用显微镜检查被测器件端面质量（无裂纹、污染）。

3，放置被测器件

将被测器件放置在在测试平台上，点击启动按钮，压紧器件。

3，软件自动测试

点击软件界面测试按钮，电动平移台移动光斑分析仪与待测样品出光端面距离

移动到靶面中心且距离为 20mm 进行光斑采集、分析并记录发散角与 MFD 参数

移动到靶面中心且距离为 30mm 进行光斑采集、分析并记录发散角与 MFD 参数

移动到靶面中心且距离为 40mm 进行光斑采集、分析并记录发散角与 MFD 参数

完成后计算出发散角与 MFD 参数的平均值

通过高斯拟合计算 $1/e^2$ 强度处的发散角：

$$\theta = 2 \arctan \left(\frac{D}{2L} \right)$$

（ θ ：全角，D：光斑直径，L：光纤-分析测量面距离）

通过远场发散角参数计算 MFD（通常单模高斯的情形适用）

$$\text{MFD} = \frac{2\lambda}{\pi\theta_0}$$

（ θ_0 ：半角）

通过计算光斑中心位置的偏移，计算 X 和 Y 轴的偏转角度。

$$\theta_{\text{offset}} = \arctan\left(\frac{\Delta x}{L}\right)$$

Δx 为光斑中心移位距离，L 为相机移位距离。

5. 注意事项

端面清洁度：脏污会显著影响 MFD 测量结果。

环境稳定性：测试期间避免振动和温度波动。