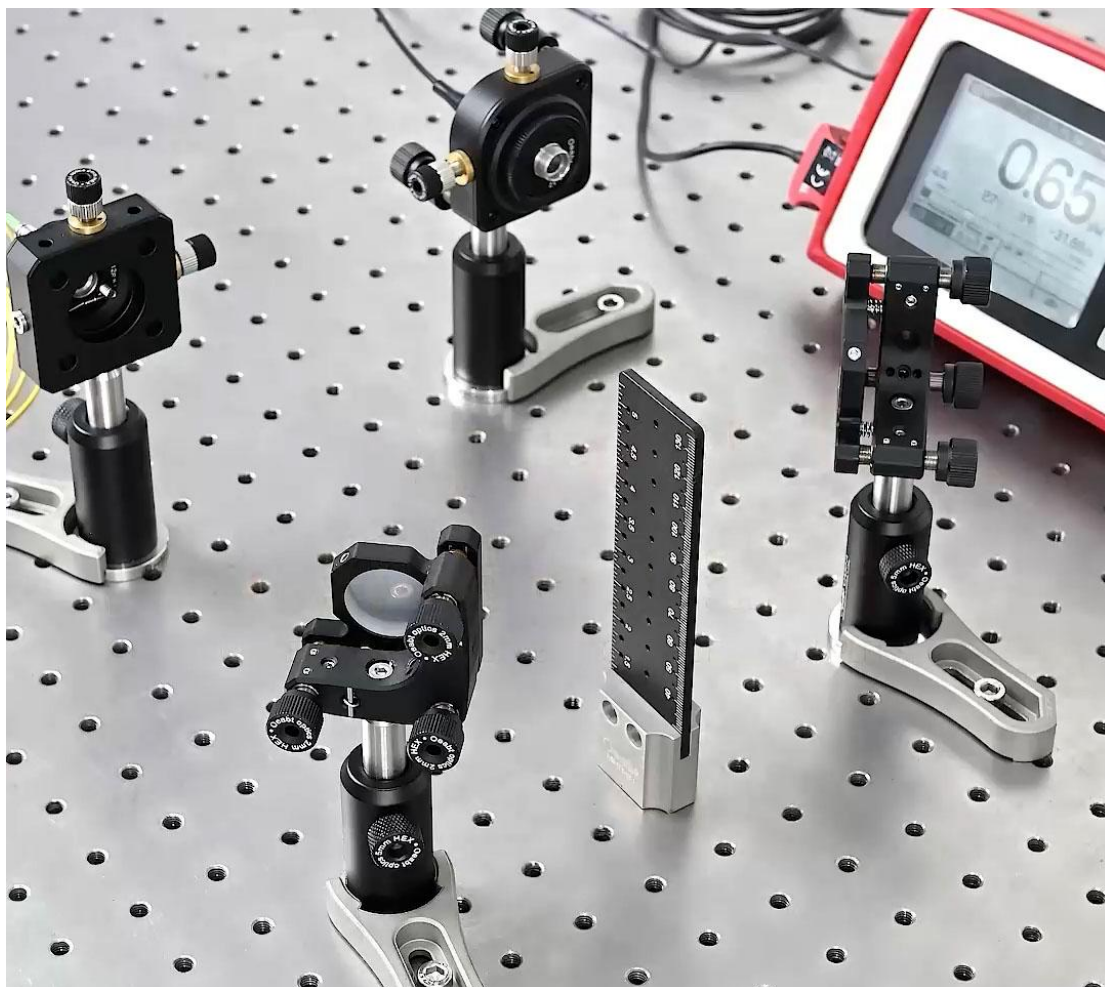


光纤耦合预组一实验演示说明



微信扫码观看视频

目 录

第一章 产品说明	1
第二章 简要说明和基本原理	2
第三章 组件清单	3
3.1 聚焦模块	3
3.2 反射镜模块	4
3.3 工具	4
第四章 搭建光路	5
4.1 反射镜模块的组装	5
4.2 聚焦模块的组装	6
4.3 光路调试	7
第五章 提示	15

第一章 产品说明

光纤耦合是指将光信号从一根光纤高效地传输到另一根光纤，或从光源（如激光器、LED）耦合进入光纤的技术。它是光纤通信、光纤传感和激光技术中的核心环节。

简单来说，就像把水从一个管道精确地注入另一个管道，**核心目标是提高耦合效率**（即传输过去的能量占比），并尽量减少反射与损耗。

以下是光纤耦合的几种主要形式和关键点：

1. 主要类型

光纤与光纤的耦合

这是最常见的形式，通常通过**光纤连接器**（如 FC、SC、LC 接口）或**熔接机**实现。

活动连接：通过法兰盘连接，可反复插拔，但会有反射（回波损耗）问题。

熔接：通过电弧放电将两根光纤熔为一体，损耗最低（通常小于 0.02dB），且不可逆。

光源与光纤的耦合

这是光模块、激光器封装中的难点。激光器的发光面（几微米）远小于光纤纤芯（通常 9 微米或 62.5 微米），且两者数值孔径（NA）需要匹配。

透镜耦合：利用球透镜、非球面透镜或光纤透镜进行光斑整形，以提高效率。高效率耦合往往需要亚微米级的精密对准。

2. 关键参数与挑战

模场直径不匹配：单模光纤（芯径约 $9\mu\text{m}$ ）与多模光纤（芯径 $50/62.5\mu\text{m}$ ）耦合时，容易因模式激发不匹配产生损耗。

数值孔径（NA）：如果光源的发散角大于光纤的收光角，会有部分光泄漏到包层中损耗掉。

端面质量：光纤端面必须切割平整，否则会产生菲涅尔反射。在高功率场景下，脏污或切割不良的端面容易因局部发热而烧毁。

空间耦合：在自由空间光通信或传感中，光在进入光纤前需要经过一段空气隙。这种场景下对**六维自由度（XYZ 及角度）**的精密调节要求极高，通常需使用手动或电动位移台进行微米级定位。

本产品为光源与光纤耦合预组。

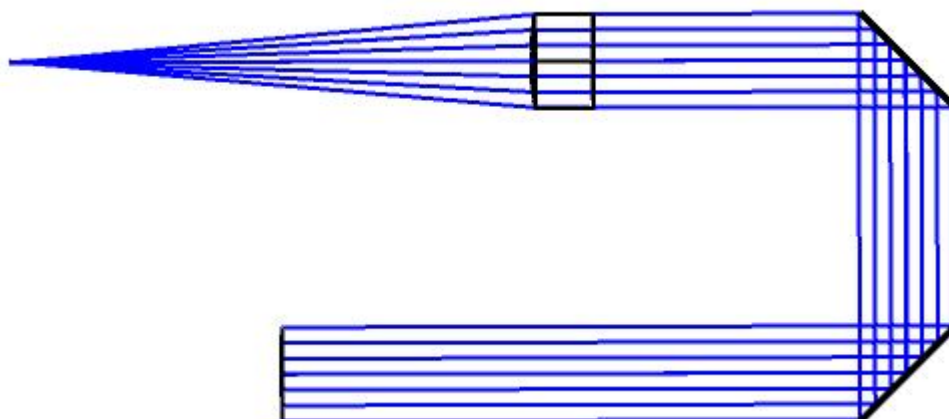


图 1-1 光纤耦合预组一实验原理图

第二章 简要说明和基本原理

一、耦合的本质约束

将自由空间光耦合进光纤，本质是解决一个六自由度对准问题：

横向位置 (X、Y)：光斑必须落在纤芯上（单模光纤约 5–10 μm ）

角度指向（俯仰、偏摆）：光束必须与光纤光轴平行（单模光纤容差通常 $< 0.1^\circ$ ）

轴向位置 (Z)：聚焦光斑必须落在光纤端面上

其中**角度误差**最为致命——对于焦距 f 的准直镜， 1° 的角度误差会转化为约 $f \times \tan(1^\circ)$ 的位置偏移，远超纤芯直径。

二、单镜调节的困境

若只用一个反射镜调节：

改变镜面角度 $\rightarrow$ 同时改变出射光的方向和光斑在后续元件上的位置

角度和位置**强耦合**，无法独立优化

调节过程需反复迭代，效率极低且难以达到单模光纤的精度要求

三、双镜法的核心思想

双镜法的本质是**将一个反射镜的自由度拆分为两个独立控制的环节**：

两镜配合形成**几何解耦**：

M1 主要控制“光束打到 M2 的哪里”

M2 主要控制“光束从 M2 出去后指向哪里”

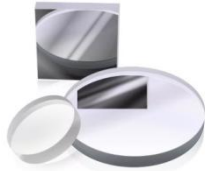
通过交替微调，可使两个调节维度近似正交，实现**先粗调角度、再精调位置、最后交替补偿残余误差**的高效调 SS 节流程。

第三章 组件清单

3.1 聚焦镜模块

聚焦配件清单		
		
	Ø11mm 光纤准直镜-1120 系列*1	转接安装孔-POT-11*1
		
	五轴调整镜架-MKX5-T1*1	Ø12mm 不锈钢接杆 PCA6-S*1
		
	接杆支架-CA50-A*1	接杆底盘-PCA31-S*1
		
	叉式压板-M-BASE-C*1	

3.1 反射镜模块（两组）

反射镜配件清单		
		
	三轴调整架-MKTA-T1*2	铝膜反射镜-TFA-C1*2
		
	接杆底盘-PCA31-S*2	接杆支架-CA50-A*2
		
	叉式压板-M-BASE-C*2	Ø12mm 不锈钢接杆 PCA6-S*2

3.3 工具

实验室工具		
		
磁性光束准直尺-MHR-B1*1		

第四章 搭建光路

4.1 反射镜模块组装

将“反射镜”放入“三轴调整镜架”安装孔内用顶丝固定，随后将 $\varnothing 12\text{mm}$ 接杆从镜架底部螺孔往上连接，插入接杆支架并旋紧旋钮固定接杆，最后将整组件利用叉式压板固定在面包板上（注：之后的安装座安装都跟这个步骤相同），如图 4-1。



图 4-1

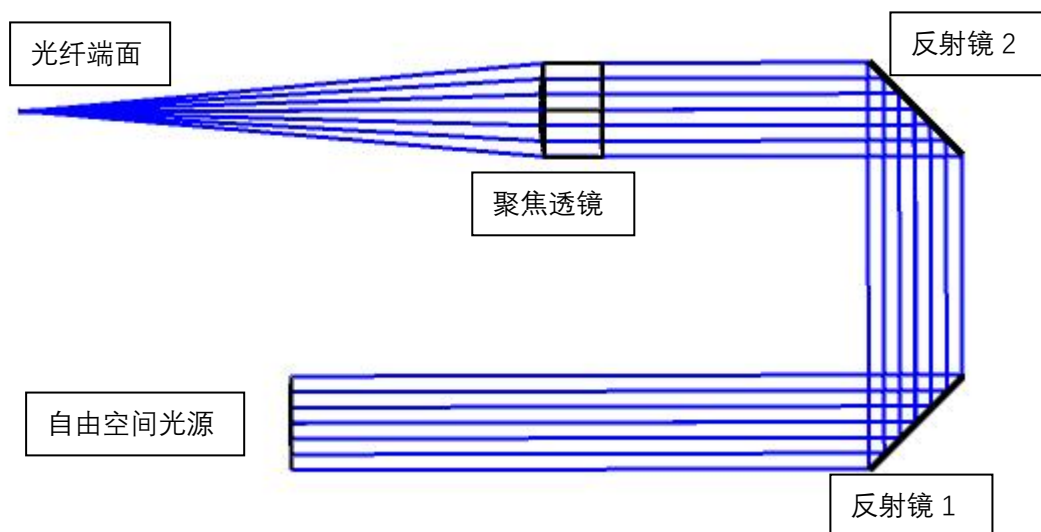
4.2 聚焦镜模块组装

将“光纤准直镜”置入“ POT-11 安装孔”孔内，拧紧侧面紧定螺丝固定，图 4-2-a-b；然后将“五轴调整架”的卡环卸下，将图 4-2-b 的“准直镜”旋拧到“镜架”安装孔内，（前端预留一两圈螺纹位置），再安装“卡环”限位。图 4-2-c。最后接杆连接组装好的镜架，插入接杆支架并固定组件，如图 4-2-e-f。



图 4-2

4.3 光路调试 目标光路



①、将自备光源组放置在工作台面后，利用“准直尺”辅助检测平行：首先先让光源通过台面 A 点处准直尺上的光轴高度小孔，如图 4-3-a，记下当前光轴高度孔位；再往后移动“准直尺”到第二位置 B 点，使得直尺置于近远两处时，光斑都能顺利穿过孔位（当两处位置都能穿过尺身同一孔位时，即为平行光源）。

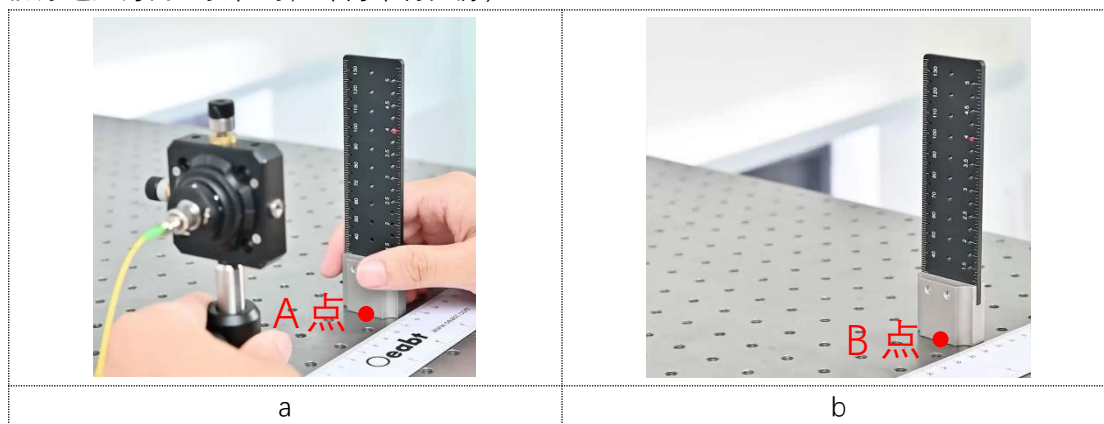


图 4-3

②、反射镜组调校：在“准直尺”位置以 45° 放置“反射镜 1”，挪动“准直尺”到下一处光路路径上，图 4-4-a；通过调整“反射镜 1”的位置（使光斑位于镜片中心，同时光斑反射穿过直尺通孔），调整完将“反射镜 1”固定位置，图 4-4-b；在“准直尺”位置 45° 加入“反射镜 2”，同样调整反射镜位置，使光斑位于镜片中心，重复前面直尺的校准步骤，调整完将“反射镜 2”固定，图 4-4-c；

聚焦镜组调校：“聚焦镜组”需放置在“反射镜 2”的前端，调整接杆高度，使激光打入准直镜中心点，锁紧固定，图 4-4-d。

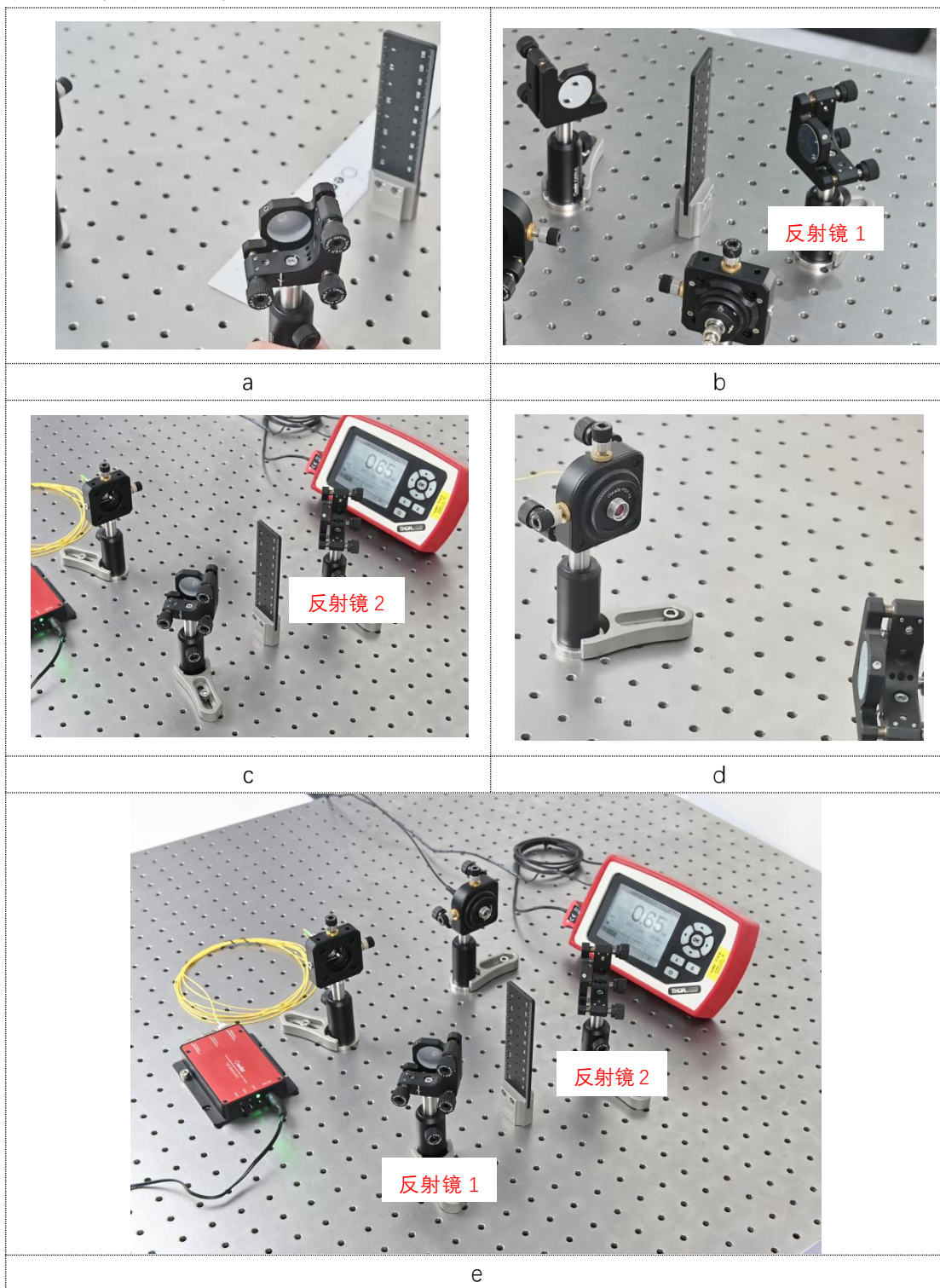


图 4-4

③、将准直镜接光纤后，从光纤这头再引入一束调试用激光（此时光路两端都有激光输入，一条耦合用，另外一条调试用，图 4-5-a），用一张白纸放在准直镜前可以看到两个光斑（图 4-5-b），通过旋转反射镜 1 后面的旋钮（图 4-5-c）将两个光斑调至重叠，如图 4-5。

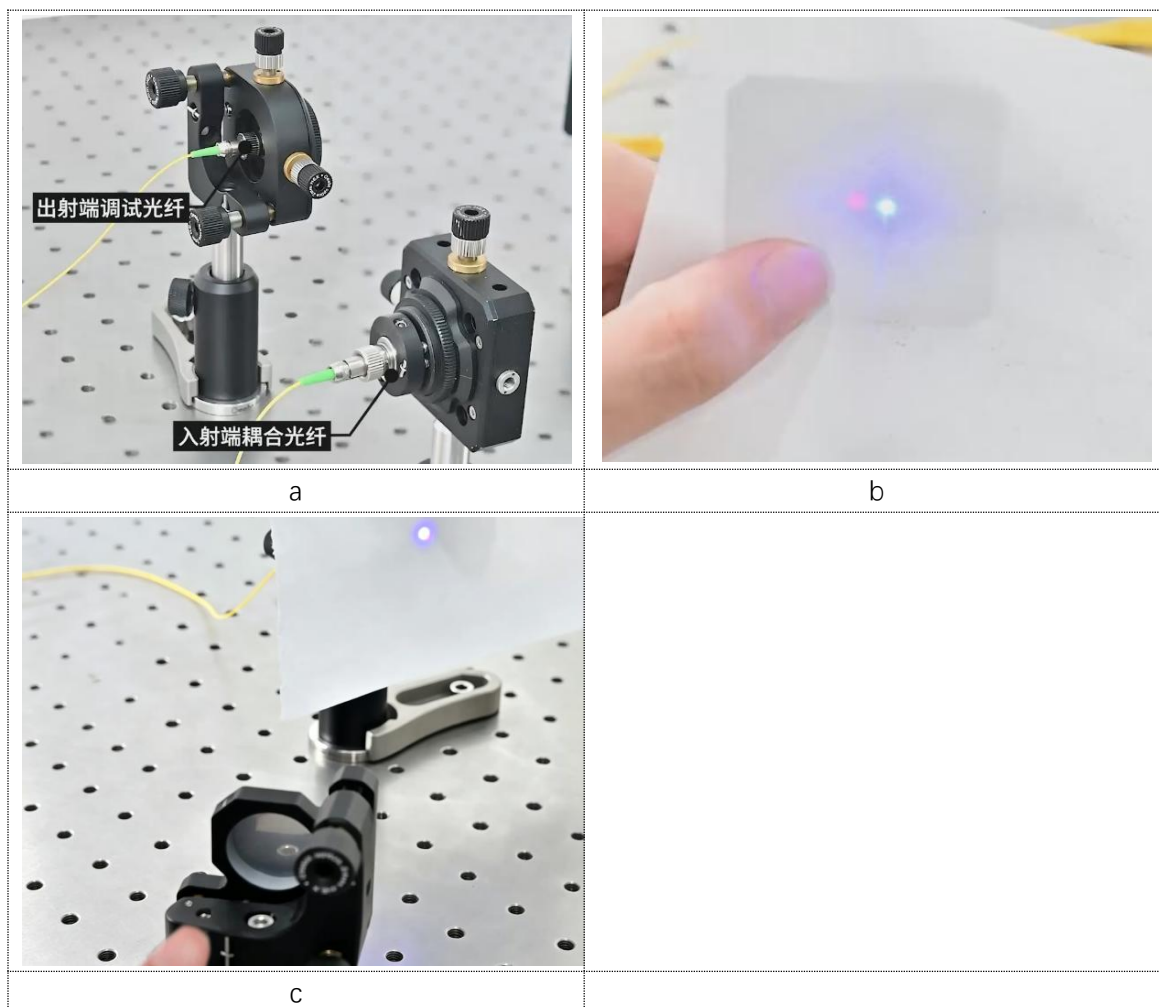


图 4-5

④、把白纸放在空间光源前可以看到两个光斑，通过旋转反射镜 2 后面的旋钮（图 4-6-a）把两个光斑调整至重叠（图 4-6-b），如图 4-6。

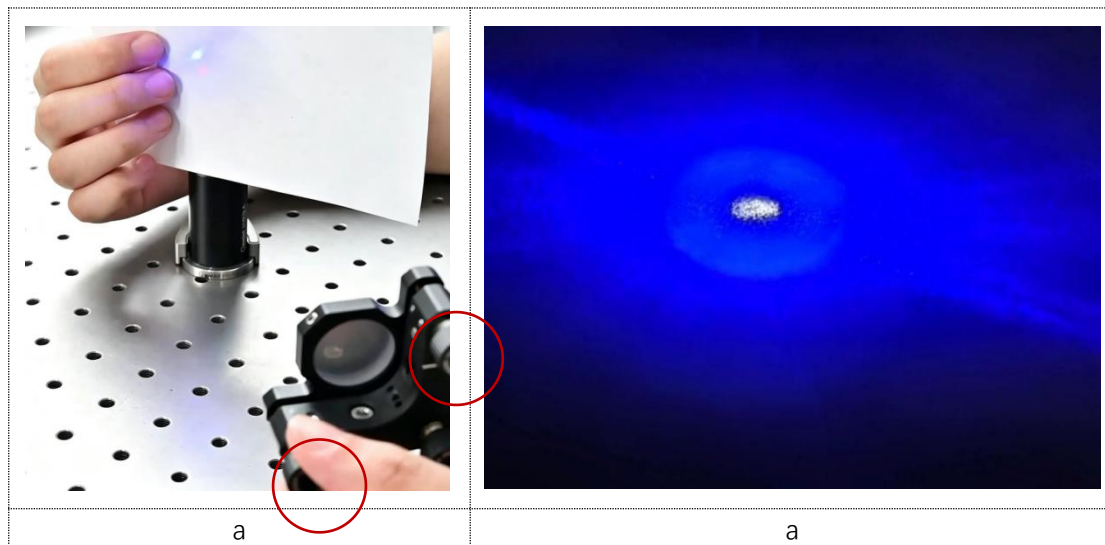


图 4-6

⑤、重复③④，直至两处光斑都重叠，然后用功率计测量准直镜前功率（图 4-7-a）和光纤输出功率（图 4-7-b），二者比值为耦合效率（耦合效率=光纤输出功率/准直镜前功率），如若对耦合效率不满意则进行后续⑥⑦⑧⑨步骤。

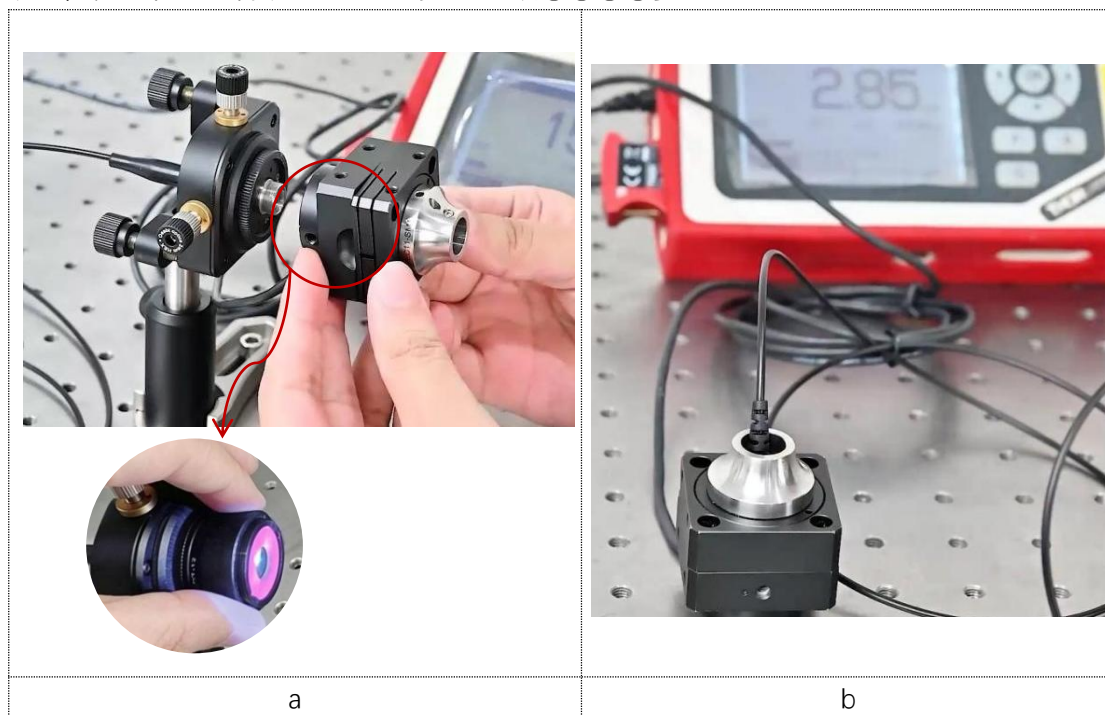
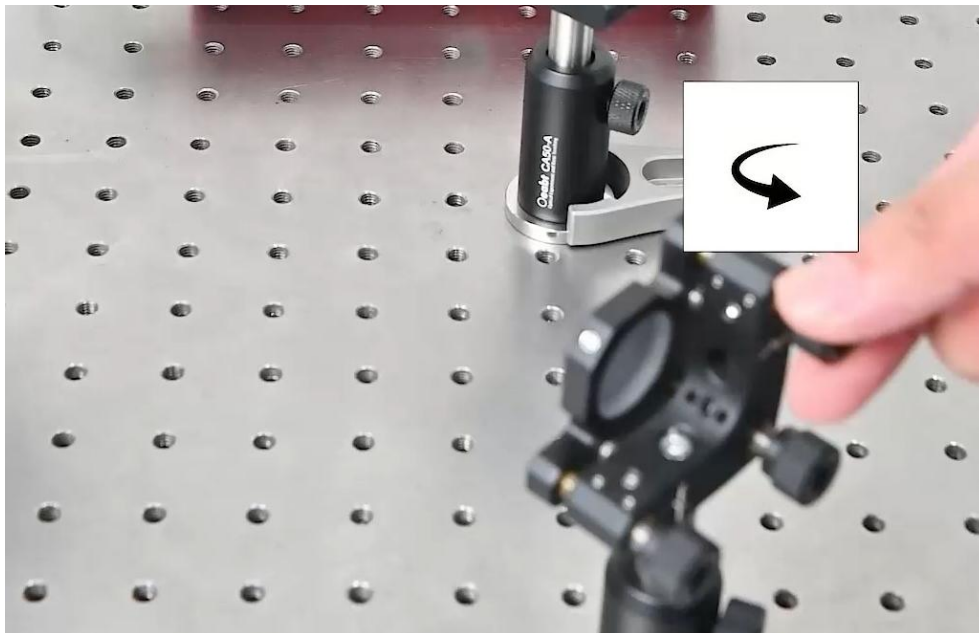


图 4-7

⑥、记住此时光纤输出功率，先调整反射镜 1 俯仰旋钮（朝一个方向旋转，图 4-8-a），然后调整反射镜 2 的俯仰旋钮，顺逆时针都尝试一下（图 4-8-b），看哪一个方向可以把光纤输出功率调回刚刚记住的值；如果可以更大就记住这个旋转组合（调整一次反射镜 1，然后再调整一次反射镜 2 补偿来实现功率更大），重复该组合至光纤输出功率最大，之后进行步骤⑧；如果更小了就进行步骤⑦。



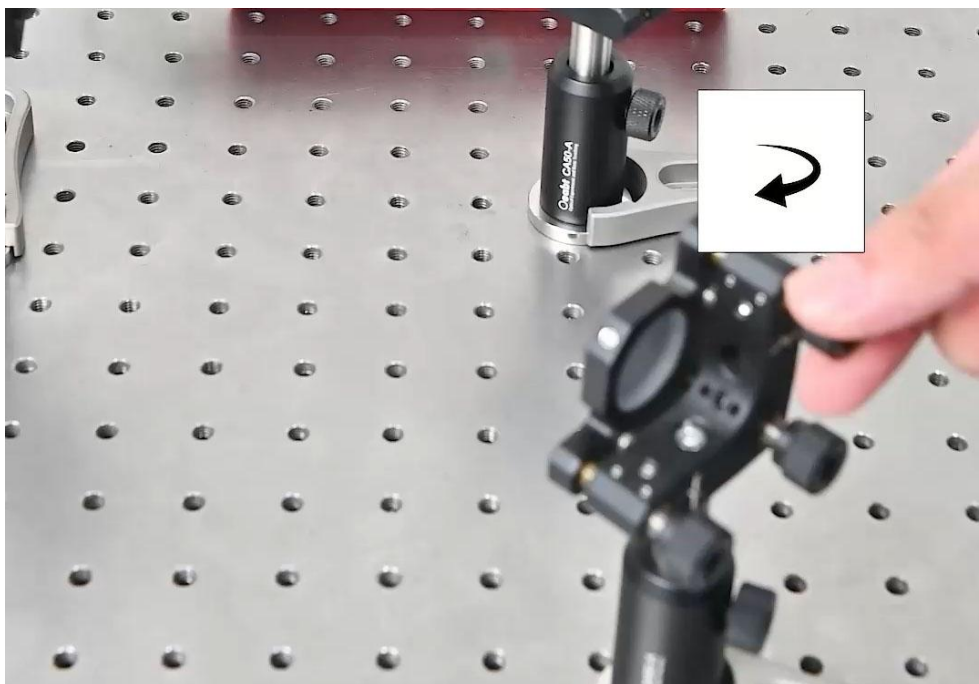
a



b

图 4-8

⑦、先调整反射镜 1 俯仰旋钮（与步骤⑥方向相反，图 4-9-a），然后调整反射镜 2 的俯仰旋钮，顺逆时针都尝试一下（图 4-9-b），看哪一个方向可以把光纤输出功率调回刚刚记住的值；如果可以更大就记住这个旋转组合（调整一次反射镜 1，然后再调整一次反射镜 2 补偿来实现功率更大），重复该组合至光纤输出功率最大，之后进行步骤⑧。



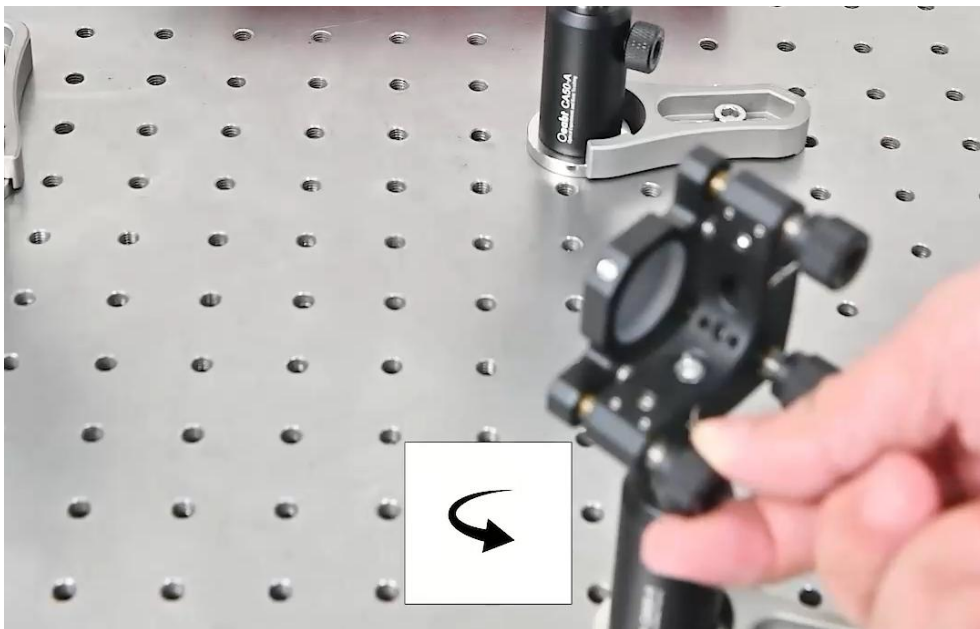
a



b

图 4-9

⑧、记住此时光纤输出功率，先调整反射镜 1 偏摆旋钮（朝一个方向旋转，图 4-10-a），然后调整反射镜 2 的偏摆旋钮，顺逆时针都尝试一下（图 4-10-b），看哪一个方向可以把光纤输出功率调回刚刚记住的值；如果可以更大就记住这个旋转组合（调整一次反射镜 1，然后再调整一次反射镜 2 补偿来实现功率更大），重复该组合至光纤输出功率最大；如果更小了就进行步骤⑨。



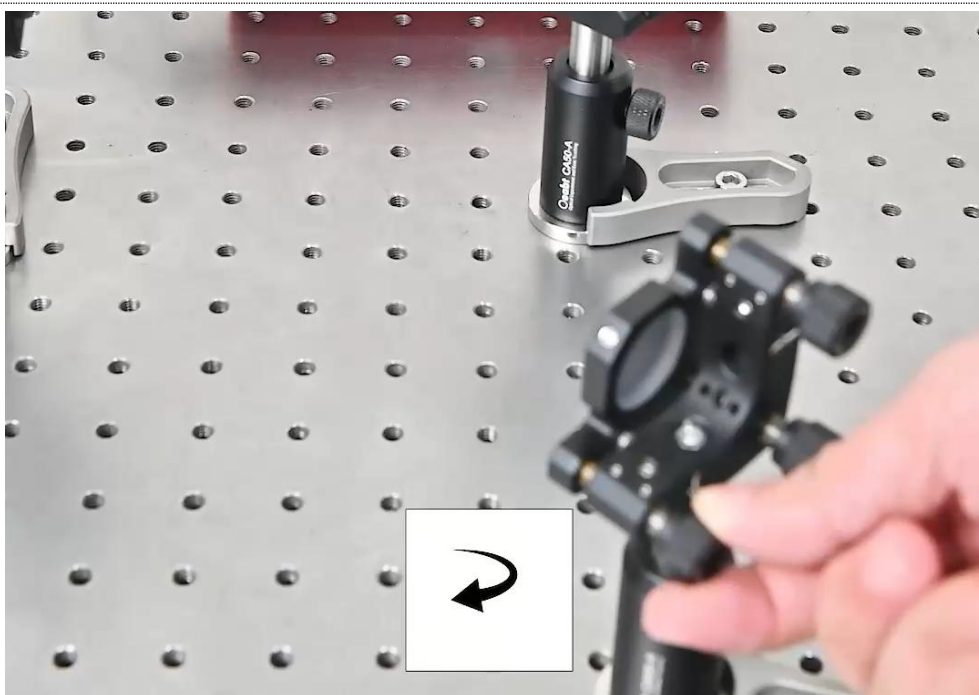
a



b

图 4-10

⑨、先调整反射镜 1 偏摆旋钮（与步骤⑧方向相反，图 4-11-a），然后调整反射镜 2 的偏摆旋钮，顺逆时针都尝试一下（图 4-11-b），看哪一个方向可以把光纤输出功率调回刚刚记住的值；如果可以更大就记住这个旋转组合（调整一次反射镜 1，然后再调整一次反射镜 2 补偿来实现功率更大），重复该组合至光纤输出功率最大。



a



b

图 4-11

第五章 提示

附加说明

- 模场匹配：单模光纤芯径仅 $9\text{ }\mu\text{m}$ ，要求聚焦光斑直径 $\leq 9\text{ }\mu\text{m}$ ，需提前规划所需准直镜焦距和入射光斑尺寸；
- NA 匹配：准直镜 $\text{NA} \leq$ 光纤 NA ，否则光损失大；
- 色差：不同波长焦点沿光轴漂移，确认准直镜焦距时需对应激光波长；



- ☎ 13928884278/ 0757-29399899
- ☎ oeabt99
- ✉ 1413908833@qq.com
- 🌐 www.oeabt.com
- 📍 佛山市顺德陈村产兴一路3号中集智城6栋D座404



扫码添加客服咨询



扫码查看基座官网

版本号:v1.0

修订时间:2026年9月20日