

光纤传感器原理实验

实验一 光纤端面处理与光耦合

一、实验目的：

初步掌握光纤端面切割技术，光源与光纤耦合技术，体会透镜数值孔径对耦合效率的影响。

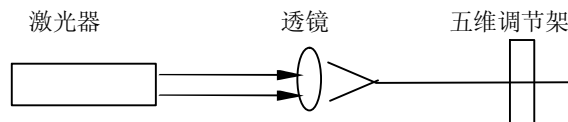
二、实验原理：

光纤作为无源器件，是光纤传感器中基本组成部分。其端面处理质量的好坏，直接影响与光源的耦合效率及信号的采集。

光纤端面的处理可分为两种形式，即平面光纤头与微透镜光纤头，本次实验主要是平面光纤头的制做。

光耦合是将光源发出的光，注入到光纤的一个过程。光耦合效率与光纤端面质量和耦合透镜的数值孔径有关，当光纤端面处理的质量较好，数值孔径与耦合透镜数值孔径相匹配时可得到最佳耦合效率。

光纤耦合原理如图一所示：



图一 光纤耦合原理

三、实验仪器

He-Ne 激光器、五维调整架、10X 显微物镜、光纤切割刀

四、实验内容及步骤

实验内容：切割光纤端面，测量耦合效率

实验步骤：1、剪一段光纤（约 0.2M）

- 1、去掉涂覆层，用乙醇擦干净
- 2、用光纤刀在裸纤外壁上轻刻一小口，然后轻轻敲断
- 3、用显微镜检查光纤端面，端面应垂直，无毛刺
- 4、放入如图所示的光路中进行耦合。

光纤耦合要点：

- 1、将光路调至与平台平行，物镜与其同轴。
- 2、将光纤头放在透镜的焦点处，轻轻调节五维调节架，使光入射到光纤端面，观察另一端输出情况。

五、实验数据

测量最大耦合效率

实验二 多模光纤数值孔径测量

一、实验目的

通过实验了解光纤数值孔径测量基本方法，“近场法”和“远场法”；掌握“远场法”测量原理和角扫描测量技术。

二、实验原理

光纤数值孔径 NA 是表征光纤集光能力的主要参数，其理论表达式为：

$$NA = [n_1^2 - n_2^2]^{1/2}$$

式中： n_1 — 纤芯折射率 n_2 — 包层折射率

可见光纤的数值孔径与直径无关。

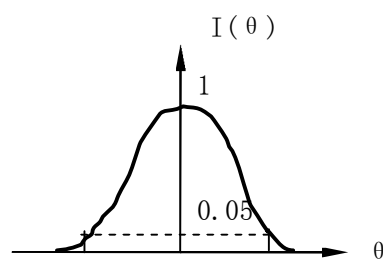
在实际测量中，一般采用“远场法”，按有关规定：光纤远场辐射强度分布下降到最大值的 5% 处，远场辐射半角的正弦定义为有效数值孔径 NA_{eff} 如图一所示：

$$NA_{eff} = \sin \theta$$

与理论值关系：

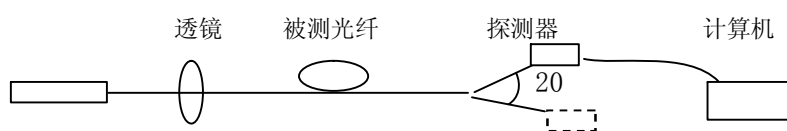
$$NA_{eff} = KNA$$

K—系数



图一 光强分布曲线

测量原理如图二所示：



图二 测量原理

我们采用角扫描技术：以光纤输出端为圆心转动探测器，测出最大辐射角 2θ

三、实验仪器

He-Ne 激光器、五维调整架、10X 显微物镜、偏振光实验系统。

四、实验内容及步骤

内容：测出光强分布曲线，即 $I(\theta)$ 曲线；计算 NA_{eff} (850) 数值。

步骤：1、将光束调至与平台平行；

2、使显微物镜与光线同轴；

3、将光纤输入端与光源的耦合效率调至最大，输出端固定在角扫描机构转动中心；

- 4、开启计算机进入偏振光实验系统开始测量；
- 5、注意探测器前狭缝的宽度与转动的步进角匹配。

五、实验数据处理

由于数值孔径测量结果与光源波长有关，光纤出厂时数值孔径一般是在 850nm 条件下计算值，实验中为了便于操作，我们选用波长 633nm。

则： $NA_{\text{eff}}(850) = 0.987 NA_{\text{eff}}(633)$

每组测量三次，打印 $I(\theta)$ 曲线，计算 $NA_{\text{eff}}(850)$ 。

实验三 光纤传感器原理实验

一、实验目的

了解以光纤作为传输介质的新型传感器特点：掌握马赫—泽德光纤干涉仪工作原理；掌握光纤耦合、光纤干涉条纹调节的基本实验技术。

二、实验原理

光纤传感器是光纤技术应用的一个重要方面，其具有灵敏度高、体积小、抗电磁干扰等特点、图一给出了马赫—泽德光纤干涉仪测量温度的原理图，干涉仪中，信号臂和参考臂由两单模光纤组成。参考臂放在恒温装置一般认为在测量过程中光程保持不变，信号臂置于测温场中，由于温度变化引起光纤长度和折射率变化，信号臂的相位 Φ 为：

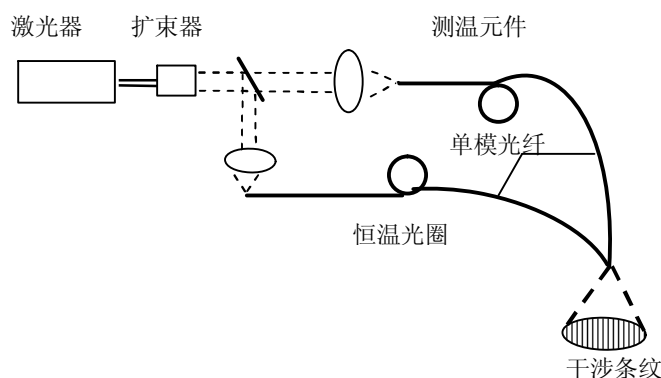
$$\Phi = 2\pi / \lambda \cdot n \cdot L$$

式中： λ —光源波长 n —纤芯折射率 L —光纤长度

则单位长度上相位变化为：

$$d\Phi / LdT = 2\pi / \lambda (dn/dT + n dL/LdT)$$

由上式可以得出，由于相位变化，导致干涉条纹移动，通过记录条纹的变化数，获得温度的变化。



图一 马赫—泽德光纤干涉仪

三、实验仪器

He-Ne 激光器、五维调整架、 10^{\times} 显微物镜、分光镜。

四、实验内容及步骤

内容：切割光纤端面，搭构马赫—泽德干涉仪，观察干涉条纹变化。

步骤：

- 1、取一米长光纤，切割端面；
- 2、调节激光光束与平台平行；
- 3、放置分光镜、物镜、使之与光线同轴；
- 4、光纤耦合，观察输出能量，调至最大输出；
- 5、调整两光纤输出端相对位置，使之产生干涉条纹

五、实验数据

记录干涉条纹变化个数