

保偏基础性器件----保偏连接器及保偏准直器

一. 保偏 (PM) 器件的工作原理

光在普通单模光纤的传输时,任何非对称因素诸如纤芯的不圆度,外在应力的加载都将在光纤中引入双折射效应而导致光的畸变,此时互相垂直的两个偏振模态的传输常数是相同的, $n_x \neq n_y, \beta_x \neq \beta_y$ 。

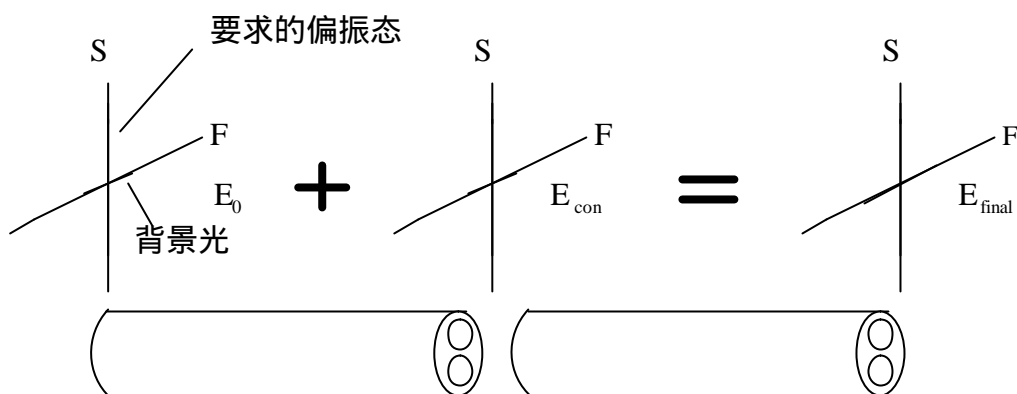
在实际光传输中,由于光纤所受到的外界应力是随环境和温度的变化而不断变化的,因此,普通光纤中的光的偏振模态是不稳定的。但如果在光纤内部引入高双折射效应来对抗外在的应力变化的干扰,就能维持光纤中传输光的偏振模态。保偏光纤正是基于这样的原理来保持偏振光稳定的传输状态。

一般来说,保偏光纤保持偏振状态的好坏依赖于偏振光的入射状态,要求偏振光的偏振态与保偏光纤慢(快)轴方向耦合对准。假定一束理想的线偏振光入射到一根保偏光纤中,对准的角度误差为 θ ,则输出端消光比可能的最大值为:

$$ER \leq -10 \log(\tan^2 \theta)$$

由这个式子可以得出输出消光比要大于 20dB,角度误差必须小于 6 度,若要消光比达到 30dB,角度误差必须小于 1.8 度。

实际上,光源输出偏振光不可能是理想的,而是有一个初始的消光比 ER_0 ,我们可以将那些不需要的的光看成是背景光信号,这些背景光信号在系统的每一个连接处累积起来。如果我们能保证这些不需要的偏振态的光信号远小于实际的光信号,我们就能计算通过每一个连接后的最终的输出消光比, ER_{final} 可由下式得到:



图一 光纤连接中偏振态的变化

$$ER_{final} = -10 \log(10^{-ER_0/10} + 10^{-ER_{con}/10})$$

保偏器件的目的就是在接续或者耦合两根保偏光纤中的偏振光时尽量保持偏振光的原有的偏振状态或者对偏振态进行某种变换。

二 . PM 器件的应用

随着 RAMAN 器件的广泛应用以及偏振复用概念的提出 ,保偏器件正面临着巨大的市场潜力。PM 器件有很多 ,比如最常见的是 PM 连接器 ,PM 准直器 ,PM 合 (分) 波器 ,退 (起) 偏器、偏振相关环行器、偏振相关隔离器等。

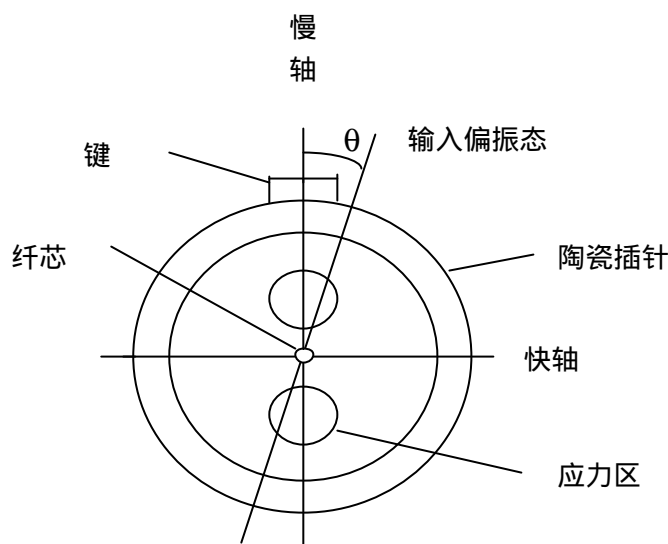
下面针对偏振器件中最基础的两种器件做一个简要介绍。

1 . 保偏连接器

以 FC 型保偏连接器为例 ,一般来说保偏连接器通过精确的键来定位 (如图二所示) ,很容易就能实现偏振模态的耦合对准。现在保偏连接器的形式多是 NTT-FC 型连接器的变异体 ,FC 连接器有一个定位键 ,保偏连接器也是如此 ,只不过保偏连接器的键与键槽的配合更加紧密 ,由上面的介绍可知 ,连接器任何微小的转动都能导致器件指标的迅速下降。要保证光纤中传输的偏振模态经过连接器后仍然保

持高的消光比，被接续的两根光纤中慢轴或快轴的对准是关键。而被接续的两根光纤模态的对准是通过以下两个条件来实现的。

- 1) 连接器法兰盘两端键槽的公差和同轴度。
- 2) 接头键与光纤中偏振方向（快轴或慢轴）的耦合一致性。



图二 保偏连接器示意图

因此，各个保偏连接器生产商都在减小 θ 角方面采取了各自独特的方法。目前运用光学指标来控制 θ 角的生产商在国内外均开始出现，这种方法真正做到了对最终指标（消光比）进行动态控制而非通过 θ 角间接控制，规格高，准确度好，互换性好。

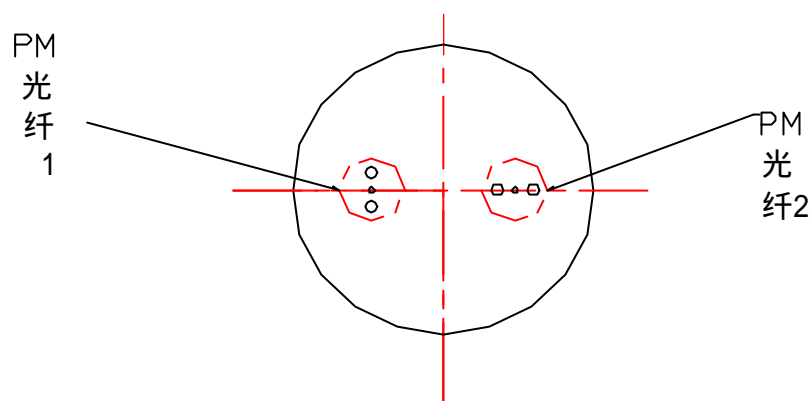
武汉邮科院光迅科技有限责任公司制作的保偏连接器采用独特的技术实现了用直接用消光比来控制偏振状态与连接键的角度偏差，实验表明，正是由于采用了独特的技术，光迅公司的保偏连接器在连接形式上可以不拘于 FC 型，SC 型及其它连接形式均可以制作；另一方面，新技术使得在制作过程中误差小，消光比一致性好 ($>23\text{dB}$)，成品率高；也正因为如此，光迅公司保偏连接器的具有了较好的互换

性，获得用户的好评。

保偏连接器主要应用在以下几个方面：铌酸锂调制器，放大器，传感器等等。

2. PM 准直器的特点

以双芯保偏准直器为例，如图：



要保证双芯保偏准直器中的两路光均以较高的消光比传输，就必需保证插芯中两根保偏光纤偏振传输模态以确定的相对状态(如图示垂直状态)传输。在实际制造中，由于两根光纤相对位置十分接近，调节不太容易，如何准确调节是制造商面临的挑战。

武汉邮科院光迅科技有限责任公司成功的实现了双芯保偏准直器中光纤相对位置的调节，使得两光路的消光比均可以达到 20dB 以上同时保证较好的插入损耗均衡性，这为许多更为复杂的保偏器件的制作打下了坚实的基础。

撰稿人：

谢竞、屈可、尤建昌

