

# 长飞单模耦合光纤及其应用

## 引言

长飞单模耦合光纤是专门为制作熔融拉锥型光纤器件开发的特种光纤产品。与普通单模光纤相比,该系列光纤在高温处理(如熔接、拉锥等)时具有更优越稳定的性能,表现为低传输损耗、弯曲损耗、熔接损耗和拉锥损耗,因而适用于光纤耦合器和光纤传感器的研发、生产。

单模耦合光纤的应用性能可通过熔融拉锥和熔接实验进行测试评估。其中熔融拉锥实验包括单根光纤拉锥、光纤分路器和 WDM 光纤耦合器的制作,根据光纤在拉锥过程中的损耗水平和器件的指标来衡量光纤性能的好坏。下面以长飞 C980 光纤为例介绍耦合光纤的性能评估,并与国外同类产品 HI1060FLEX 进行比较。

## 1. 光纤指标

长飞 C980 光纤和康宁 HI1060FLEX 光纤的指标如表 1 所示。

表 1. C980 和 HI1060FLEX 的指标对比

		C980	HI1060FLEX
光学指标	模场直径(μm)	4.0±0.3 @980 nm 6.3±0.3 @1550 nm	4.0±0.3 @980 nm 6.3±0.3 @1550 nm
	截止波长(nm)	930±40	930±40
	损耗(dB/km)	≤2.5 @980 nm ≤1.0 @1550 nm	≤2.5 @980 nm ≤1.0 @1550 nm
	宏弯(@20mm O.D.) (dB/turn)	≤0.01 @980 nm ≤0.01 @1550 nm	≤0.01 @1550 nm
	典型数值孔径	0.22	0.22
几何参数	包层直径(μm)	125±0.5	125±0.5
	涂层直径(μm)	245±10	245±10
	芯/包同心度 (μm)	≤0.3	≤0.3
机械性能	筛选强度(kpsi)	100 or 200	100 or 200

## 2. 光纤拉锥

图 1 是熔融法光纤拉锥的原理示意图。实验时采用熔融型光纤拉锥机,通过调整 H<sub>2</sub> 流量和拉伸速度控制光纤锥区的几何参数和拉锥损耗。在拉伸光纤的过程中拉锥机能够自动检测并记录光功率和拉锥损耗的变化。

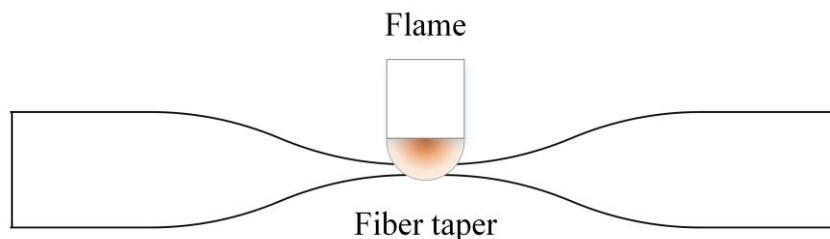


图 1. 光纤熔融拉锥示意图

分别对 C980 光纤和 HI1060FLEX 光纤拉锥得到图 2 所示的测试结果,光源采用 980 nm 单模泵浦光源, H<sub>2</sub> 流量 180 ml/min, 拉锥速度 150 μm/s。从图 2 可以看出 C980 光纤拉伸期间光功率和拉锥损耗的变化很平缓

且损耗始终低于 0.1dB,与相同工艺条件下 HI1060FLEX 光纤的表现一致(HI1060FLEX 的拉锥损耗约为 0.1 dB)。

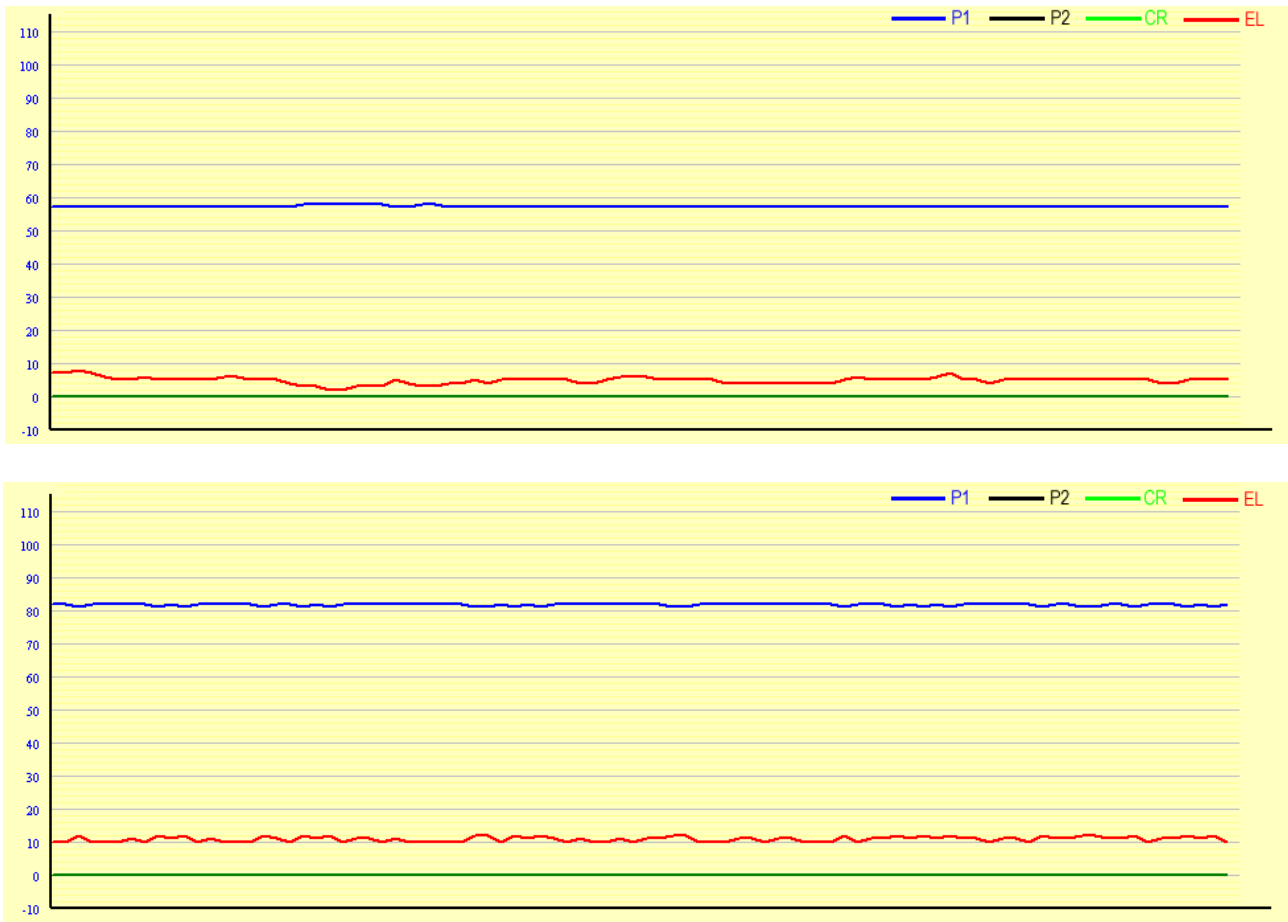


图 2. C980 光纤(上)和 HI1060FLEX 光纤(下)拉伸过程中光功率/损耗随拉伸长度的变化。(P1: 输出光功率, EL: 拉锥损耗)

表 2 是分别对长飞两种型号的耦合光纤 C980 和 C1060 进行多次拉锥得到的实验结果。

表 2. 长飞单模耦合光纤拉锥损耗测试结果

光纤型号	拉锥损耗
C980	≤0.2 dB @ 980 nm; ≤0.2 dB @ 1550 nm
C1060	≤0.2 dB @ 980 nm

### 3. 60/40 光纤分路器

基于 C980 光纤良好的拉锥特性，利用光纤分路器实验对光纤的应用性能做进一步的评估。采用“交叉熔拉”工艺，光源为 980 nm 单模泵浦光源，拉伸速度调至 150 μm/s，耦合分光比设为 60:40。图 3 是两根 C980 光纤从熔融拉伸到功率开始耦合，再达到预设分光比的过程中光功率和损耗的变化。由图可见在此期间器件的附加损耗也一直低于 0.1 dB。

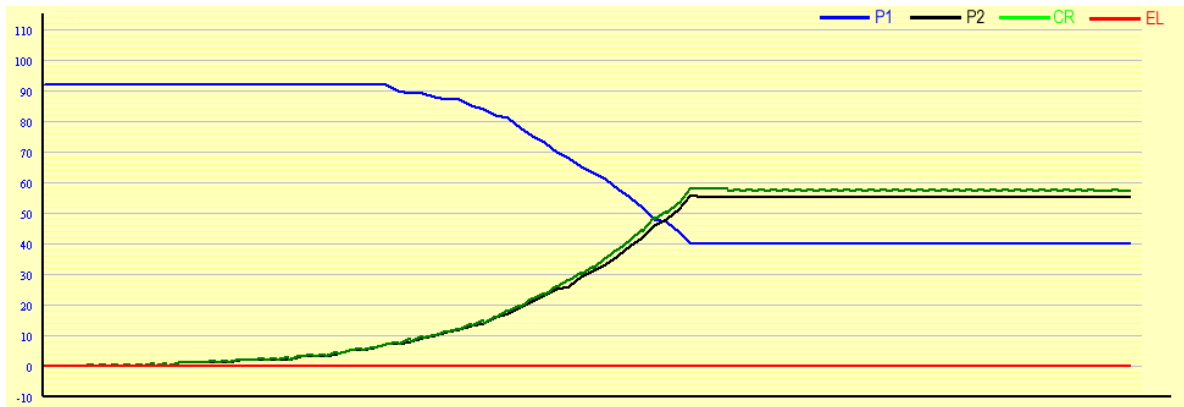


图 3. 60/40 光纤分路器实验中光功率/附加损耗随拉伸长度的变化（P1&P2：两输出端光功率，EL：附加损耗，CR：分光比）

#### 4. 980/1550WDM 光纤耦合器

C980 光纤的另一个应用是制作 980/1550WDM 耦合器。由于在制作过程中有两个光源参与，需首先观察光纤在拉伸过程中针对 980 nm 和 1550 nm 两个波长光纤损耗是如何变化的。采用“交叉熔拉”工艺，将分光比调至 99:1，分别记录 980 nm 和 1550 nm 光功率和光纤损耗随光纤拉伸长度的变化。如图 4 所示两个波长的损耗水平均低于 0.1 dB。

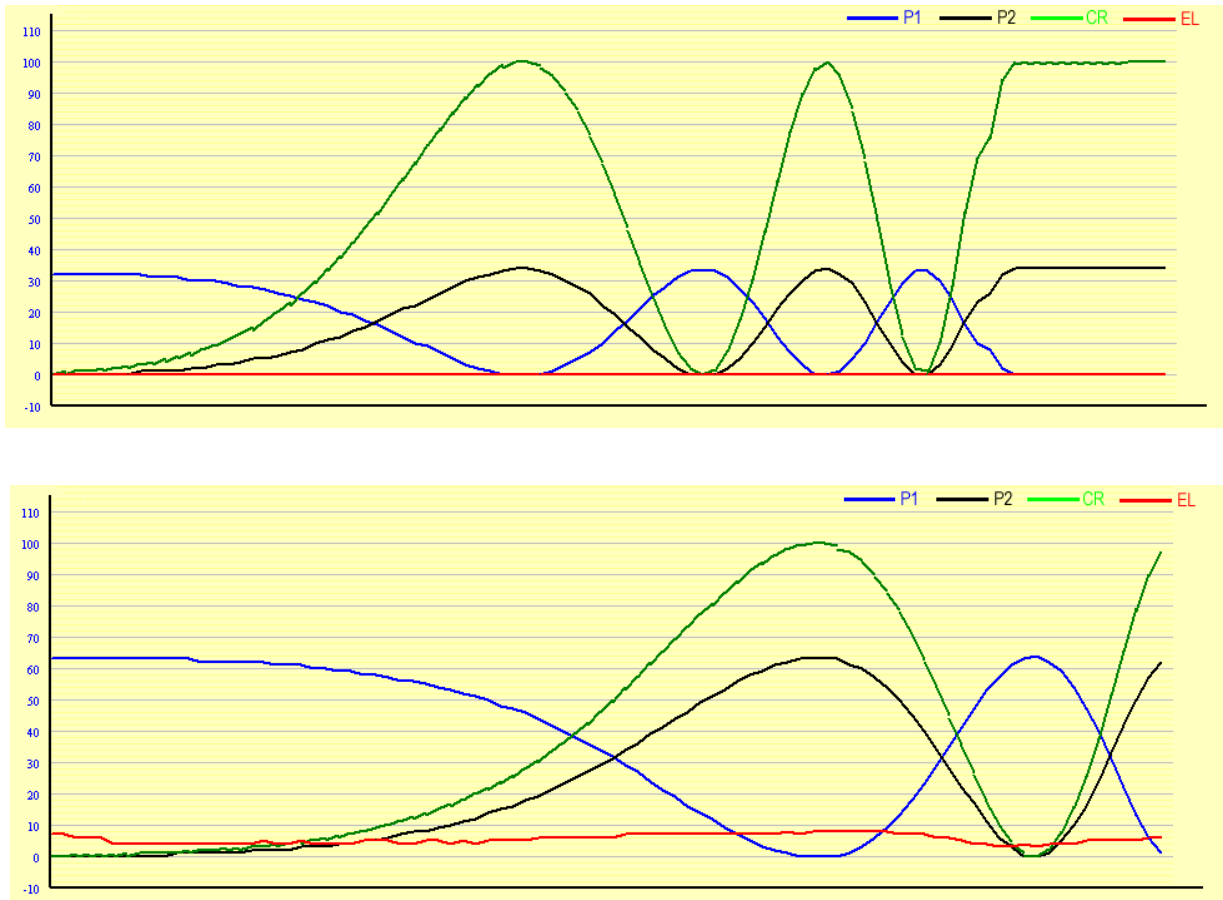


图 4. 980/1550WDM 耦合器制作过程中 980 nm(上)和 1550 nm(下)的光功率和器件附加损耗随光纤拉伸长度的变化（P1&P2：两输出端光功率，EL：附加损耗，CR：分光比）

表 3 列出了用 C980 光纤制作的 980/1550WDM 耦合器的关键参数指标，数据表明 C980 光纤在制作这类 WDM 耦合器时具有插损低、隔离度高的优点，且制备成品率高，器件指标重复性好，应用性能接近同类产品 HI1060FLEX 光纤，对某些指标如 1550 nm 的插损 C980 光纤甚至明显优于 HI1060FLEX 光纤。

表 3. 基于 C980 和 HI1060FLEX 光纤的 980/1550WDM 耦合器的参数对比

		C980	HI1060FLEX
980/1550WDM 耦合器*	隔离度(dB)	25.080±0.325 @980 nm	27.845±0.629 @980 nm
		31.943±3.245 @1550 nm	32.732±2.764 @1550 nm
	插损(dB)	0.119±0.047 @980 nm	0.111±0.059 @980 nm
		0.070±0.042 @1550 nm	0.206±0.040 @1550 nm

\* 该 50 只耦合器样品由广州奥鑫通讯设备有限公司制备，耦合器的数据由奥鑫公司测试、提供。采取同样的制备工艺，奥鑫公司使用 HI1060FLEX 光纤制备了 57 只同型号的耦合器，对耦合器进行了测试并提供了数据。

## 5. 光纤熔接

C980 光纤在实际应用时涉及到的另一项重要指标是熔接损耗，针对其应用环境（主要是 EDFA 系统）进行了以下熔接实验，并与 HI1060FLEX 光纤进行对比，实验结果详见表 4。

表 4. C980 和 HI1060FLEX 光纤的熔接损耗对比

		C980	HI1060FLEX		
熔接损耗(dB)	C980 - C980	0.04 @980 nm	HI1060FLEX - HI1060FLEX	0.03 @1550 nm	藤仓80S熔接机 “FXFX”程序
	C980 -HI1060FLEX	0.04 @1550 nm			
	C980 - HI1060	0.08 @980 nm	HI1060FLEX -HI1060	0.06 @980 nm	藤仓80S熔接机 “FXHI”程序
	C980 -SMF-28e+	0.08 @1550 nm	HI1060FLEX -SMF-28e+	0.07 @1550 nm	藤仓80S熔接机 “FXSM”程序

从表 4 的实验结果来看，长飞 C980 光纤具有良好的熔接性能，使用现有的熔接机设备及程序，可以实现低的熔接损耗。

## 6. 总结

长飞通过对光纤的结构进行设计上的优化，利用其特有的 PCVD 工艺，制备了全新的单模耦合光纤。经过拉锥实验、分路器实验、耦合器实验以及熔接实验的验证，证明其具有良好的熔融拉锥性能和熔接性能，光纤非常适合用于耦合器等光纤器件的制作。

长飞光纤光缆股份有限公司  
 Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：中国武汉光谷大道九号

ADD: 9 Optics Valley Avenue. Wuhan. China

邮编(PC): 430073

电话(Tel): +86 27 87802541

传真(Fax): +86 27 87801760

网址(Web): www.yofc.com