

超强耐高温光纤

光纤不仅大量应用于常规通信领域，同时也被应用到传感、测量、控制、数据采集等其他高科技领域，例如采矿工业、航空航天工业、军事、石油天然气以及高温医疗应用等。这些领域会涉及到一些特殊应用环境，比如高温环境。

光纤作为一种复合材料，是由内层的石英部分和外涂覆层共同组合而成。其对环境的适应性和使用寿命

受涂层影响非常大。常规光纤的外涂覆层一般为丙烯酸树脂，如图 1，其工作温度一般为-65~85℃，如果长时间在高于 85℃的环境下工作，普通丙烯酸树脂会发生热老化以及热氧老化，并且有机涂层在高温下会产生对石英光纤具有应力腐蚀作用的氢气，加速光纤的疲劳过程，从而导致光纤失效。随着光纤应用环境的延伸，普通聚丙烯酸脂涂层光纤无法满足高温环境的应用需求。

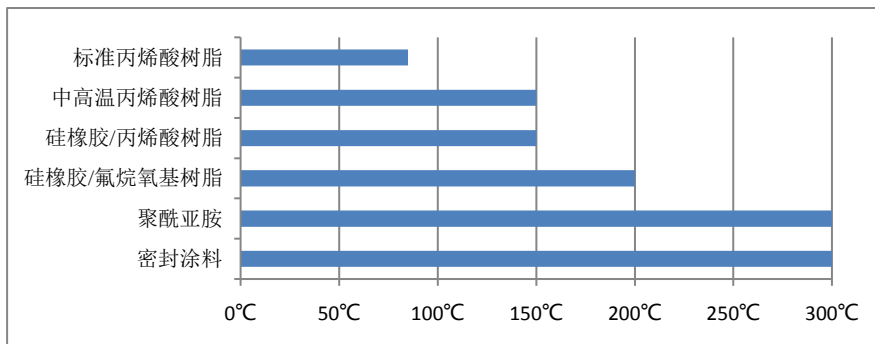


图 1 各涂层耐受温度情况

1. 耐高温光纤制备技术

在常规拉丝平台和技术的基础上，长飞光纤光缆股份有限公司（以下简称长飞公司）早期即实现了工作温度为 150℃的以特种聚酯为涂层的耐高温光纤的开发。为了进一步满足光纤长期在 300℃以上环境工作的要求，我们采用了性能更优异的材料、搭建了更新进的工艺平台。

1) 采用聚酰亚胺为耐高温光纤的涂层

聚酰亚胺 (Polyimide) 是光纤有机涂层材料中耐高温性能最好的一种，其优点是其他材料不可比拟的。聚酰亚胺具有高模量、高抗拉强度以及良好的化学稳定性，可长期承受 300℃高温，短时间承受 490℃的高温，另外在力学性能、耐疲劳性能、难燃性、尺寸稳定性、电性能等方面均十分优异。因此用这种材料作为涂层的光纤具有抗高温、耐腐蚀的特性，可长期应用于温度 300℃的环境中。

2) 采用多层逐步涂覆的特殊拉丝工艺

制备该类光纤的难点在于其多层逐步涂覆的特殊拉丝工艺。长飞公司在成熟的设备制造和拉丝工艺基础上，经过多年的探索和改进，最终实现了该类拉丝塔的制备及拉丝工艺的认可，顺利研制出了**以优化的聚酰亚胺为涂层的耐高温光纤（又称为 PI 光纤），长期工作温度为 300℃**，并能够承受高压和化学侵蚀。

长飞公司开发的 PI 光纤在波导结构上可根据需要选择不同型号，如单模、多模、纯硅芯或客户定制。对一些富氢、高温环境中，如油井、矿井可以选择纯硅芯结构的 PI 光纤。

2. 长飞公司 PI 光纤的性能介绍

长飞公司所生产的 PI 光纤主要有 HT1510-B 单模光纤和 HT2512-B 及 HT2515-B 多模光纤，其主要参数性能见表 1 表 2。

表 1 耐高温单模光纤产品参数

产品号	HT1510-B
几何特性	
包层直径 (μm)	125 ± 1
涂层直径 (μm)	155 ± 5
包层不圆度 (%)	≤ 1
芯包同心度误差 (μm)	≤ 0.8
涂层/包层同心度误差 (μm)	≤ 12
光学特性	
模场直径@1310nm (μm)	9.2 ± 0.4
模场直径@1550nm (μm)	10.4 ± 0.8
光纤截止波长 (nm)	1180-1330
衰减@1310nm (dB/km)	≤ 1.0
衰减@1550nm (dB/km)	≤ 0.8
环境与机械特性	
筛选张力 (kpsi [GPa])	≥ 100 [0.69]
工作温度范围 (°C)	-65 到+300 短期+350
涂层材料	聚酰亚胺

表 2 耐高温多模光纤产品参数

产品号	HT2512-B	HT2515-B
光学特性		
衰减@850nm (dB/km)	≤ 3.0	≤ 3.5
衰减@1300nm (dB/km)	≤ 1.0	≤ 1.2
带宽@850nm (MHz · km)	≥ 400	≥ 160
带宽@1300nm (MHz · km)	≥ 600	≥ 500
数值孔径	0.200 ± 0.015	0.275 ± 0.015
几何和机械性能		
芯层直径 (μm)	50 ± 2.5	62.5 ± 2.5
包层直径 (μm)	125 ± 2	125 ± 2
光纤直径 (μm)	155 ± 5	155 ± 5
包层不圆度 (%)	≤ 2	≤ 2
芯包偏心度 (μm)	≤ 1.5	≤ 1.5
筛选张力 (kpsi)	≥ 100	≥ 100
涂层材料	聚酰亚胺	
工作温度范围 (°C)	65 到+300 短期+350	

1) 长飞公司的 PI 光纤具有优异的高温稳定性

我们实验验证了长飞 PI 光纤与某国际知名厂商 PI 光纤的高温稳定性。实验将两种光纤在 300°C 的环境中存放 700h 以上，并对其进行附加衰耗的测

试，从图 2 可以看出，长飞公司所生产的 PI 光纤在高温环境下表现出了更好的稳定性，在 1310nm 以及 1550nm 两个波段的附加衰耗均小于 0.2dB/km。其附加衰耗值远低于某国际知名厂商所生产的 PI 光纤。

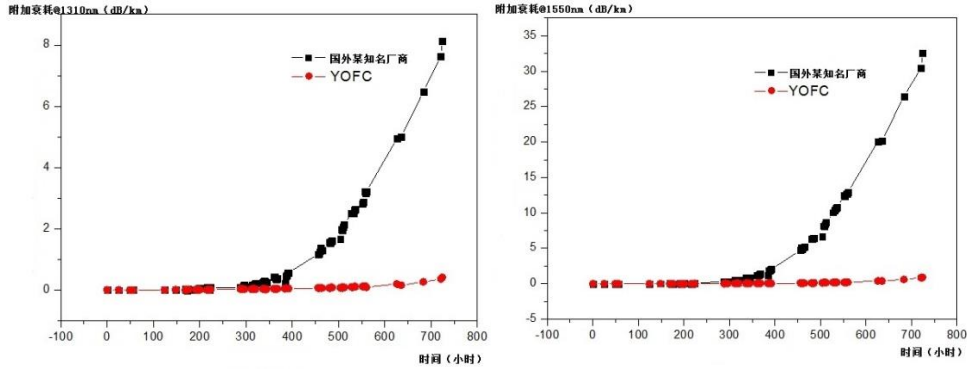


图 2 PI 光纤的高温性能（红色圆点标记的为长飞公司产品）

2) 长飞公司的 PI 光纤具有优异的机械性能

在机械性能上，长飞公司的 PI 光纤测试的抗拉强度动态疲劳参数 Nd 值达到了 25.4，M 值达到了

5.35GPa，超过了 IEC 对标准通信光纤的要求指标，其理论寿命提高了 5 倍，保障了成缆后的强度和在恶劣环境中的稳定应用。

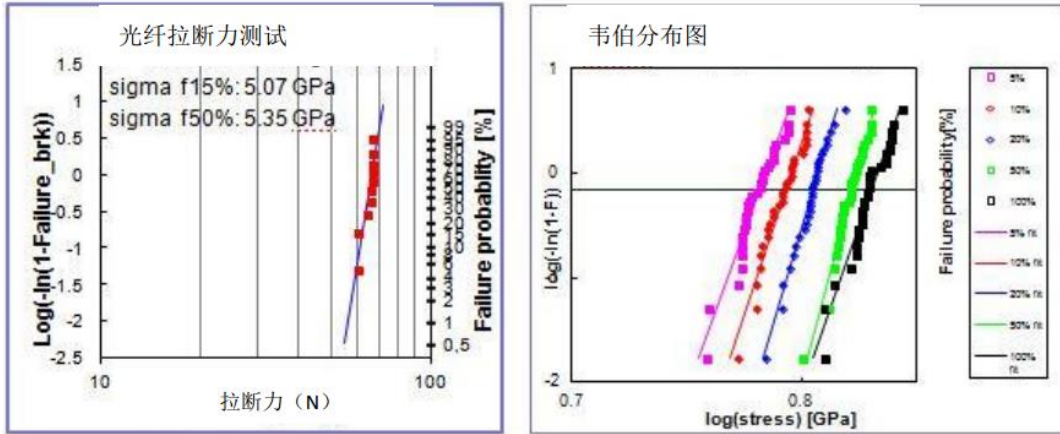


图 3 长飞 PI 光纤机械性能参数

长飞公司通过自有平台研制的 PI 光纤性能优越，在 300℃ 长期高温环境下，1310nm 和 1550nm 两个波段具备极低的附加损耗，同时机械可靠性高，可广泛应用于各种高温环境，如石油天然气、医疗、汽车、资料条款的最终解释权属于长飞公司

新能源以及食品加工等领域。未来，我们将进一步优化平台、工艺开发更高性能的耐高温光纤，为相关行业的安全及信息传递保驾护航！

长飞光纤光缆股份有限公司

Yangtze Optical Fibre and Cable Joint Stock Limited Company

地址：武汉市光谷大道9号（430073）

ADD: No.9 Optics Valley Avenue, Wuhan, Hubei, China(P.C.: 430073)

电话(Tel): +86 400-991-6698

邮箱(Email): marketing@yofc.com

www.yofc.com