

光纤光学组件

光纤光学组件 受益于先进加工技术

Brad Hendrix, Mike Harju; AFL公司

光纤透镜技术、端帽技术、拉锥、多芯光纤分支器、光纤合束器、模场适配器，以及外套管等均受益于多功能的新型光纤加工技术。

光纤加工技术的持续进步，以及特种光纤领域的新兴研究，促进了新一代光纤光学组件的诞生。随着超高精度玻璃加工平台的出现，光纤组件领域已经从局限于独立的学术实验室，转向使用具有特定或通用功能的商用机器。

如今，可以使用特定任务的机器来达到形成球透镜的独特目的，或者采用二氧化碳 (CO₂) 激光器烧蚀光纤来形成锥透镜 (具有圆锥形状的透镜)。此外，业界已经开发出了能够完成多种任务的通用机器，例如熔接相似和不相似的光纤、形成透镜、拉锥、制造光纤合束器，以及加工尚未向大众披露的组件。

应当指出，如果没有这些新设备的发展，大规模生产这些组件仍将面临许多挑战。虽然该领域涉及很多组件，但本文仅限于讨论以下光纤组件技术：光纤透镜技术、端帽技术、拉锥、多芯光纤分支器、光纤合束器、模场适配器和外套管。

透镜技术

今天的技术已经能够将光纤加工成多种透镜形状。例如，锥透镜用于在芯片水平上提升将激光器和 LED 的输出耦合进光纤的效率；而球透镜则用于医疗领域，用于探测癌症和消除肾结石。

锥透镜通常通过特殊抛光工艺对光纤头进行抛光，或者利用 CO₂ 激光器去除光纤端的包层材料形成圆锥状 (见图 1)。加工改变光纤端部的性质、暴露出纤芯，使其由

空气而不是包层材料所包围。空气和玻璃之间的折射率差与纤芯和包层之间的折射率差存在很大差异。另外，圆锥形状在光纤头上产生透镜效应，从而能够将 LED 或激光二极管输出的更多光收集到光纤中。

在光纤端部加工锥透镜的抛光工艺虽然有效，但也很费力。光纤必须保持在非常精确的角度，且在抛光材料去除相对多的包层材料时保持旋转。相比而言，制造烧蚀锥透镜是在高度自动化的系统上完成的，激光加工透镜所需的时间通常短于装载和卸载的时间。这两种锥透镜加工方法加工而成的组件具有非常相近的外观和性能。

相比之下，拉锥的锥透镜通过加热光纤，然后将光纤急剧拉成尖头而成。虽然所形成锥透镜形状的角度要小得




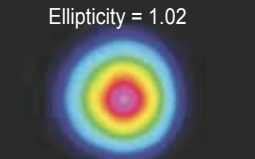

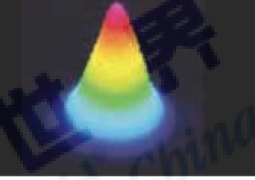
Spec	Polished sample	Tapered axicon
		
Ellipticity: < 1.2	Ellipticity = 1.03 	Ellipticity = 1.02 
Beam shape: Near Gaussian		
Spot size: 2.5 μm ±10%	2.37 μm	2.41 μm

图1：图中给出了抛光的锥透镜 (中) 和拉锥的锥透镜 (右)，及相应的椭圆度和光束形状。



图2: 光纤准直器端部的球透镜, 对光纤出射的光进行准直、聚焦或减小发散角。



图3: 端帽(左上)熔接到光纤上(右下)。

多, 但其光学性能几乎与其他两种加工技术加工的锥透镜完全一样。这种设计的典型区别在于, 光纤的纤芯与包层被同时拉细, 这点与其他技术中芯径不变是不同的。然而, 减小芯径似乎对光束质量没有影响, 因为光在尖端将被包层/空气界面所导引。这种技术的好处是基本上可以用当今市场上的任何特种熔接机来制备, 从而能实现颇具经济效益的加工。

球透镜(见图2)可以通过几种方法加工而成, 其中最常用的是将无芯光纤熔接到已有的发射光纤上, 然后在

距发射光纤端部的固定距离处形成球透镜。无芯光纤是首选, 因为折射率自始至终都是均匀的, 并产生无畸变的光束。如果不使用无芯光纤, 则芯与包层的折射率材料可以互相混合, 从而导致不一致和质量差的输出光束。

通过调节球的大小以及球与光束开始发散到无芯光纤中的位置之间的距离这两个参数, 可以在球的出射端产生会

聚、发散或准直光束。还可以对球采取其他几种后处理技术: 例如沉积减反射(AR)膜层, 和/或抛光反射平面以产生从侧面出射的光束。可以将球安装在扩束接头中, 以尽量降低损耗, 并允许将外部光学元件添加到光路中。

球透镜加工的简易性使其可以采用特种熔接机, 或者设计专门用于制造球透镜的机器加工而成。幸运的是, 球透镜加工受益于熔融玻璃表面张力的物理特性。当光纤被加热并置于热源中, 光纤末端的熔融光纤在表面张力的拉伸下, 使玻璃自然形成一个完美的球体。

端帽技术

在过去的几年中, 更高功率光纤激光器的出现已经促进了端帽技术的进步。光纤激光器输出端的能量密度可能非常高, 但使用端帽, 可以允许这种高密度的能量以受控的方式发散。由于激光从端帽发射, 利用自由空间光学元件, 可以将其重新聚焦到工作表面上。

这种结构的挑战是: 相比于光纤的直径, 端帽的直径可以极其大; 端帽的直径比光纤激光器的实际光纤输出端大多达4至8倍并不罕见(见图3)。对于一些用于将光纤熔接到端帽上的加热方法而言, 如此大的尺寸将会带来挑战。

当使用电弧和细丝熔接机时, 必须极其仔细地管理直径比相对较大的端帽小得多的玻璃光纤中的热分布。将这种较大的端帽加热到熔融相所需的能量, 通常能够使直径较小的光纤气化。通过将端帽偏移热源中来对这种效应进行补偿。

只有在一种情况下会出现例外, 即使用CO₂激光器作为热源。在这种情况下, CO₂激光器通过石英的光子吸收进行工作, 光子吸收效应与被加热物体的表面积和热质量成正比。和较小的光纤相比, 与之连接的端帽具有大得多的热质量和表面积; 因此, 当两根光纤暴露在CO₂激光



全球领先激光光源产品制造商

显示、科研、医疗、美容



深圳极光世纪科技有限公司是专业从事激光模组、激光光源系统、半导体激光器、固体激光器等产品研发、生产、销售的高新技术企业。

深圳极光世纪掌握激光显示光源的核心技术, 其显示光源产品已达到国际领先水平。公司通过了ISO9001: 2008、ISO14001认证, 产品通过了CE认证、ROSH认证及美国FDA认证。广泛应用于激光显示、激光照明、激光舞台表演、激光医疗、激光美容等行业。在激光显示、照明、舞台表演、医疗、美容行业领域拥有成熟的光源产品和解决方案, 业已通过客户终端测试与认证, 并成功推向市场, 得到行业用户的认可和高度评价。



深圳极光世纪科技有限公司

地址: 深圳市南山区西丽镇茶光路中段1089号
电子集成电路应用产业园四楼
电话: 0755-86954780、0755-86954781
网址: www.lasercentury.cc
邮箱: sales@lasercentury.cc



扫描了解极光世纪更多资讯!

能量下时，它们以大致相同的速率被加热。所有这些加热方法都将受益于从端帽的发射侧引入，这样可以减小因端帽质量较大所造成的热沉效应。

光纤拉锥

光纤拉锥有几种应用：例如，模场适配以最小化熔接损耗；加工合束器以提升光纤功率；形成倏逝波光纤传感器，通过存在于紧密围绕锥度较大、极小芯径的光纤周围的倏逝波，探测与外部物质的相互作用。光纤的绝热拉锥确保光束仍然被约束在纤芯/包层或者包层内。

利用大多数可用的设备，通过两个位移台保持光纤沿相同方向移动，单程能够获得 10:1 的锥度比。不管是当前市面上的通用设备，还是市场上的专用拉锥机器，一项重要指

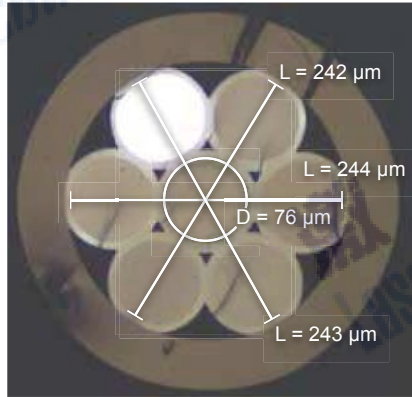


图4：多光纤合束器安放在外外层套管中。

标是光纤平台的线性行程。一些光纤拉锥需要高达 150 mm 的平台行程。因此，选择光纤拉锥设备时需要确保平台的行程足够长，以满足待生产器件的需求。

多芯光纤分支器

多芯光纤 (MCF) 是光纤行业的

一项新近的发展，目前正应用于传感以及旨在提高长程应用中单根光纤的数据传输密度。这类光纤的一项挑战是针对单根纤芯收发信号。MCF 分支器提供了实现这种功能的能力。

多芯光纤分支器包含一束光纤，这束光纤中的光纤根数与多芯光纤中的纤芯数匹配。对光纤进行拉锥，直至它们的芯间距与 MCF 的芯间距匹配。随后对这种复合结构进行切割，并熔接到多芯光纤的端部上，从而为在 MCF 的输入和输出端操作单根纤芯提供了一种方法。

生产这些装置的关键问题在于纤芯对准，对准精度必须保持在低至亚微米级的水平。完成这项技艺需要非常均匀的加热和拉锥工艺，以确保该拉锥绝热，以及纤芯间距保持均匀。



欢迎光临我们在慕尼黑上海光博会的展位 Hall 2 - #2259

慕尼黑上海光博会 LASER World of PHOTONICS CHINA



特种光纤
光纤布拉格光栅

铌酸锂调制器
各种调制方案

info@ixfiber.com • www.ixfiber.com • contact@photonline.com • www.photonline.com



光纤合束器

光纤合束器通常用于为光纤激光器提供激光二极管泵浦能量。通过将几根光纤拉锥到一起，可以将泵浦二极管的能量合束到单根光纤中，并熔接到主动光纤以形成激光谐振腔。有几种不同的合束器设计，每种设计都有相同的目标：以最小的损耗使进入激光谐振腔的光束最大化。

可以制备可靠和可重复的光纤合束器的设备很容易买到。生产这些合束器时必须特别注意；必须确保它们设计上是绝热的，且与任何污染物隔绝，原因在于沿合束光纤所传输的能量对这些特性敏感。高的局部损耗对光纤激光器来说可能是灾难性的；如果由于非绝热或者存在污染，导致光纤中的能量从泵浦合束器中逸出，典型结果是在该位置产生过热。这类失效往往是不可恢复的，需要将光纤激光器组件返修或更换。

模场适配器

模场适配器改变光纤的光学特性，以与其熔接的光纤匹配，降低熔接点的损耗。这可以通过两种方法中的一种来实现：1) 可以对较大的纤芯拉锥，以匹配较小的纤芯尺寸；2) 在熔接之前或者熔接时，通过加热较小的纤芯使其扩大。在最极端的例子中，单模光纤与多模光纤熔接，当光束从多模光纤传输到单模光纤时，通常会引起 20 dB 的损耗；使用 MFA，有可能将该损耗降低到 1 dB。今天的大多数特种熔接机都具备这种能力。

外套管

外套管是将光纤放到毛细管中，并坍缩毛细管直到与光纤熔接在一起的过程。图 4 所示为光纤合束器所使用的外套管。这个过程也可以用来在光纤和毛细管之间形成气密

密封。

外包层的一项更有趣的用途是将其与倒拉锥光纤结合。通过反向拉锥工艺有可能在短距离内增加光纤的纤芯数值孔径；在形成这种向上锥度后，光纤在直径扩大区域内被切割。随后将已扩大的光纤放置在毛细管套管中，套管坍缩以产生气密密封。高能量光随后可被发射到已形成的更大芯径的区域。在这个锥度中，纤芯被绝热地降低到正常尺寸，从而防止大量能量损耗。

光纤行业的许多公司在制造特定的分立元件方面已有超过 30 年的历史；大部分工作使用的是定制的专用设备。得益于特种熔接和玻璃加工设备的最近发展，我们已经见证了光纤组件能力方面的众多进展。现在，高精度制造设备一应俱全，使得生产日益复杂的光纤光学组件变得更加容易，这将有利于行业创新。□

深圳砭石推出卡口用激光测速传感器

日前，深圳市砭石激光测控有限公司 (www.faselase.com) 推出一款可用道路交通监控的激光测速传感器——FS-ITS20。与传统的移动手持式激光测速相比，该传感器可集成于卡口等固定式监控产品中，从而实现全天候精确测速。

相比其他测速方式，激光测速最大的特点是精确度非常高，同时能够在恶劣天气条件下工作，而 FS-ITS20 由于其具有安装简单（不需破路、封路，安装方式同摄像机一样）、使用寿命长（5 万个小时）、维护量小（更换只需 5 分钟）、性价比高等特点，可广泛应用于智能交通行业采用。



据了解，该款产品已经为广东省计量质量研究院用于对其他车辆测速产品的审校，其准确度已经得到了计量检测部门的高度认可。

产品规格

- 车头捕捉准确，误差小于 ± 0.25 m。
- 车辆捕捉时间短，只需 0.1 ms。

- 车速测量精准，误差小于 $\pm 1.5\%$ ，远小于 -6 km/h~ 0 km/h 的标准；
- 捕获率高，超过 99%（摩托车除外）。
- 非接触式测量，无需封路、破路。
- 安装使用简单，顶置安装只需对准备被测道中心，FS-ITS20 激光车检传感器本身可触发测速距离，其输出直接和摄影机 RS485 相连。
- FS-ITS20 激光车检传感器本身达到 IP66 防护标准，无需加任何防护装备。
- 附件配件丰富，支持各种方式安装，支持雅安鸭咀。
- 支持多种输出：两路数字、1 路模拟、RS232、RS485、RS422 等多种输出。