光纤激光

功能多样的光纤激光打标机

如果使用得当，光纤激光技术不仅可用于打标，而且可用于减轻铣刨设备、电火花加工设备及焊接设备的负荷。

文 | Matt Danford

更多精彩请扫描二维码

激光打标机似乎不太常见，至少就该术语的严格定义而言。美国 Amada Miyachi 公司的高级技术经理 Geoff Shannon 说：“激光显微机械加工中心是对当今这一行业内许多单位较为恰当的称呼。”

虽然名称不同，但是可以让那些从未考虑过打标其他应用以外的人大开眼界。据 Shannon 介绍，右侧系统，尤其是配备光纤增益介质后同样可具备显微机械加工、交替性铣刨和钻孔、浸入式电火花加工等功能，且成本较低，而且可进行部分手术器械和微型注塑模具腔的加工制作。“事实上，光纤激光打标机近年来的销售量极大，使许多厂商错过效率提升机遇甚至新产品的可能性不断增加。”Geoff Shannon 补充道，“如果你从事打标行业，而且通常需要将材料熔化为非常薄的一层，但是如果你采用高功率光束但效率低下，结果会怎样？你首先需要融化更多的材料，然后进行焊接，最后进行切割。”

光纤激光技术（甚至超出打标领域）如此普及的一个原因是其通常具有竞争力的价格。其低价原因显而易见：与传统的常见激光打标技术，如 YV04（钒酸盐）系统相比，其所用的昂贵耗材较少，无需频繁维护。事实上，对光纤或 YV04 的选择可能与性能并无关系，而主要在于从事打标和雕刻厂商的经济状况。

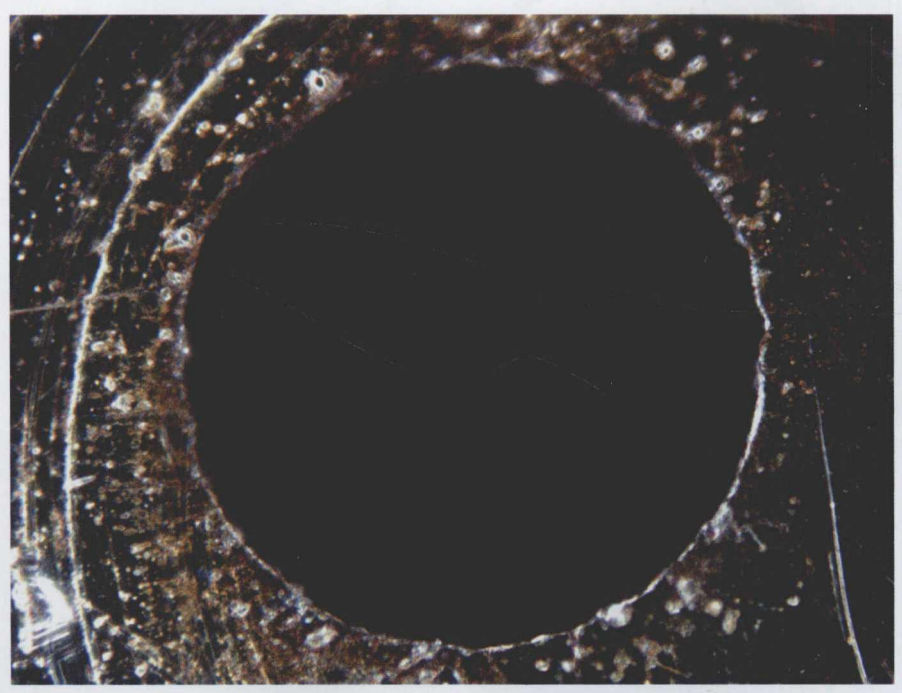

图 1 在钢件钻孔应用中，激光打标机已代替了浸入式电火花加工设备，直径为 0.008 in 的钻孔在加工时会存在 ±0.0005 in 的公差

“然而，光纤技术的其他优势很快便在扩展台式系统应用的设备上得以实现。”Geoff Shannon 说道。对金属切削而言，最重要的是光纤激光的高质量光束及其高功率，快速脉冲——强大到足以使金属熔化或蒸发，而非产生热“着色”效应，而且熔化或蒸发的速度非常快，不会使工件承受太多热量而导致变形。该强大的光束也可以聚在一个小光斑大小的范围内。无论 YV04 设备的生产力如何，其不太可能像光纤系统一样灵活或易于配置。“你可以控制光斑尺寸、脉冲宽度和频率；你可以针对打标、焊接和烧蚀或切割各种不同工艺并自行控制所有参数。”Geoff Shannon 说。

在上述所有因素中，Geoff Shannon

图 2 激光打标机的功能不仅仅是打标，光纤激光打标机可将此铜质标签焊接在 18650 容器上，该设备同样可用于精密切割

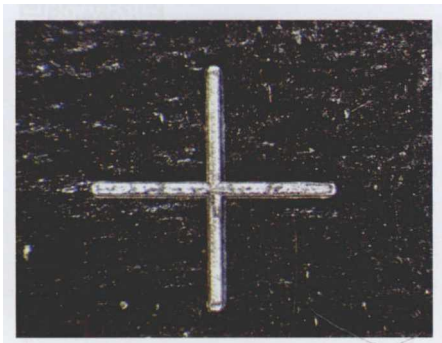

图 3 光纤激光打标机将直径为 75μm 的金属管切割为金属箔片，厚度仅有 25μm，相当于我们头发直径的 0.25。该金属管的加工深度为 13μm，这相当于显微机械加工，不过不能加工直径大约为人类头发 0.1 的材料，深度变化范围为 ±1μm

图 4 上图为金属箔管的近图。高级技术经理 Geoff Shannon 说："激光显微机械加工中心是对当今这一行业内许多单位较为恰当的称呼。"

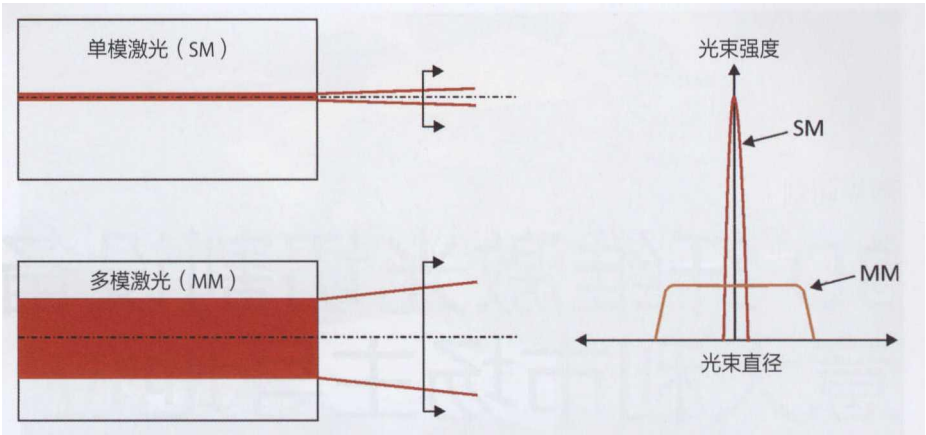

图 5 单模激光的光束更狭窄，强度更大，因此在金属切削应用中一般会更有效

强调并不是所有的光纤激光都完全相同。他列举了对用户最有利的以下各属性，希望能够帮助他们减轻铣刨设备、电火花加工设备或其他设备的负荷：

高质量的光束。任何激光谐振器都只能支持某几种模式：实质上为光的波形。多模式激光器一般配有一个大的光纤芯（50 ~ 300μm），可产生低强度、较平的光束剖面。与此相反，单模式激光器采用小光纤芯（大约 9μm），产生的光束较窄但是强度大，而且光束可聚成最小为 20μm 的光斑。需要考虑的其中一个因素为 M2 等级，这是对光束质量的评级。具体而言，即为光束与理想的高斯分布之间的匹配程度，其中心的强度大于边缘处。M2 等级越低，光束聚集强度越大，Geoff Shannon 表示。光束聚集强度越大，系统就越适合进行精细切削，焊接与之相反，焊接适合采用低强度和相对较大的光斑尺寸。

光束参数可调节。无论增益介质如何，现在使用的激光打标机的功率比以前的老设备更高，现在的额定功率一般为 100 W 或以上，而以前只有 20 W。与材料熔化或脱色相比，高强度、短脉冲（以 nm 为单位）是金属烧蚀（蒸发）所需的决定性条件。不过，任何单一系统可有效处理的应用范围主要取决于其如何实现该脉冲。

常用的一种手段是 Q 转换或调整腔内损耗，即激光谐振器的 Q（品质）因数。简而言之，谐振器内的可变衰减器延迟激光发射，同时允许能量在光束释放前进行积累。Geoff Shannon 将其类比为拔掉排水塞前浴缸内不断积累的水。问题是 Q 转换激光器在根据具体的工作要求进行参数整定时仅具备有限的功能。

这并不是说，Q 转换激光器的参数完全不能整定，也并不意味着 Q 转换激光器不适用于较为普遍的加工。多数用户会调整频率（以 Hz 为单位，此为每秒输出的脉冲数量）。频率越高，脉冲持续时间越长，其功率越高。频率越低，功率越低，脉冲越短。但是，YV04 打标机和任何采用 Q 转换的光纤激光器的脉冲功率和持续时间都不能单独调整。较通用的系统采用直接调整的输入，其中的二极管本身驱使能量在谐振器内的扩增。因无"闸门"对脉冲进行控制，这两个关键参数（频率和脉冲宽度）可单独进行调整，以达到足够的切削功率，同时不会产生过多可能导致工件变形的热量。在相同的切削条件下，Q 转换激光器在功率、速度和加工特点方面更为局限。

运动范围广。许多台式激光系统凭借安装于检流计电机上的一系列反光镜来实现光束的目标瞄准。基本配置不存在任何问题，但是对于讲求效率的厂商而言，其可能并非最佳选择。配有机动化 *X* 轴或 *Y* 轴段的系统能够通过在较为宽阔的工作区域一次性安装多个部件来实现设置的合并。软件也是一个重要的因素，毕竟，功率、光斑尺寸、脉冲持续时间等参数的正确设置并不能正确引导光束熔穿工件。

Geoff Shannon 强调任何激光打标机在某种程度上都可作为一个小型加工中心进行运作，但前提是运用得当。如果没有正确的知识和技能，即便是配置最理想的系统也无法正常工作。MM