

文 / 史伟，天津大学精密仪器与光电子工程学院教授、博士生导师

激光技术是影响全球未来发展的关键技术之一，目前与激光相关的产品和服务已经遍布全球，形成了丰富庞大的激光产业。产业链上游主要包括光学材料及元器件；中游则是各种激光器、激光装备及其配套设备；下游主要包括激光应用产品(各类型各功率激光器)、消费产品、仪器设备、加工服务等为主。

激光器作为激光产业链的核心，在高速发展的同时也将拉动产业链上下游相关板块。那么，国产光纤激光器目前的产业现状如何？未来又将出现哪些新的产业应用？

No.1

光纤激光器的工业应用

目前，光纤激光器已经广泛应用到海洋装备、汽车制造、航空航天、生物医学、科学领域、半导体制造、新能源等领域，基本涵盖了所有的制造领域。

在工业领域，按照输出功率可将光纤激光器划分为三类：低功率光纤激光器、中功率光纤激光器和高功率光纤激光器。

其中，高功率光纤激光器又分为：

- 连续的大功率光纤激光器，主要应用于激光切割、激光焊接、激光熔覆、激光3D打印等领域。
- 纳秒脉冲光纤激光器，主要应用在雕刻和打标。随着纳秒光纤激光器脉冲和能量的提高，目前也已经广泛应用在激光清洗领域。激光清洗是一种环保高效的材料表面处理技术，对本体材料的保护具有可控性。精细加工领域，超快光纤激光器应用也较多，在市场方面和紫外激光器也在竞争。

- 高功率/高能量单频窄线宽光纤激光器，主要应用在相干探测市场，如雷达、传感、陀螺、量子通信等领域。

No.2

国内外光纤激光器的技术对比

1) 关键参数指标

输出功率和光束质量是光纤激光器在工业应用时的重要参考指标。而光纤激光器的关键参数指标，则以工业应用效果为评价标准。

输出功率：

连续激光器核心指标，直接决定应用效果；输出功率越高，则对应的加工能力越强；

脉冲能量：

是脉冲激光器（打标、清洗等应用）的核心指标，脉冲能量越高，则实用效果越佳；

BPP：该值越小，对应的光束质量越优，亮度越高，加工能力越强；

脉冲宽度：脉宽越窄对应的峰值功率越高，一定限度内效果越好。

2) 国内外光纤激光器技术对比

以连续光纤激光器来看，国外单模光纤激光器工业级可达到20 kW量级；多模光纤激光器的工业产品基本可达到500 kW。

在中低功率光纤激光器方面，国内外的技术水平基本没有太大差距，国内单模光纤激光器研究级可达到10 kW以上，工业级可达到4-5 kW；多模光纤激光器也达到了35 kW。但是高功率光纤激光器领域中，产品的技术水平和稳定性与国外进口产品相比仍有一定距离，需要向国外学习。

而纳秒脉冲光纤激光器，从国内外几家公司的情况来看，差别不是太明显。美国IPG的脉冲光纤激光器可以达到5000 W以上，脉冲能量在100 mJ；而我国基本上在1000 W以上，脉冲能量在30-50 mJ，差距正在逐渐缩小。

No.3

国产光纤激光器的产业发展现状

全球的激光市场和工业激光市场正在逐年扩大。而在全球激光市场中，中国激光器市场份额占比最大，占据全球的主导地位。

工业加工是激光器的重要应用领域。工业加工及光刻在整个激光器应用领域的占比大约是45%左右。而光纤激光器已成为工业市场的最佳选择，在工业激光器市场的占比超过了50%。

近5年，光纤激光器市场增长迅速，虽然近两年增速有所放缓，但其市场从2015年的29.55亿元快速增长到2019年的82.6亿元。

根据光电汇光子产业研究中心《2020中国激光产业发展报告》的数据显示，IPG占中国光纤激光器市场销售份额中首位，其次是国产激光器代表锐科激光、创鑫激光、杰普特等，国产激光器市场份额进一步扩大。同时我们也应看到，以IPG、恩耐、相干等为代表的国外企业市场份额虽然有一定缩减，其总和仍占据了50%以上的市场份额。但总体来说，国内企业发展速度还是相当的快。

从中国光纤激光器的出货量来看，已从2013年的1.3万台增至2018年的12.6万台，但增速逐年递减。其中，国产1.5 kW以上的光纤激光器由2013年的5台增加至2018年的2000台，国产化率由几乎为0增加至34.5%。2019年国产高功率光纤激光器

台数进一步增加，国产化率已经超过了50%。

中功率光纤激光器，从百瓦量级到1.5 kW这个范围，国产中功率光纤激光器由2013年的200台增加至2018年的1.25万台，国产化率超过了55%。100 W以下的激光器，多数为纳秒脉冲的光纤激光器，这一类的国产激光器基本占统治地位，国产化率达到98%以上。

No.4

关键器件的国产化进程

国内光纤

激光器的发展和成

本控制，主要取决于关键器件能否自主可控。

实现对光纤

激光器国产化，主要有

三大要素：抽运源、腔镜、增益介质

；另外还有一些器件，半导体激光器、合束器及光栅、有源光纤、光纤的隔离输出头和端帽等。

半导体激光器的发展非常快，比如北京凯普林是国内较早批量提供光纤激光器抽运源的公司，现在已经有山东华光、长光华芯、江苏华兴激光、深圳星汉、江苏天元等多家可以提供优质抽运源的国产公司。封装已完全国产化，芯片也已少量国产化，但还需继续努力。

合束器及光栅的供应商有国内的朗光科技、莱特尔、光库科技等，工业级器件已部分国产化。

稀土掺杂的高质量光纤国内供应商则有武汉睿芯、烽火锐光、长飞公司、江苏亨通等，工业级光纤已部分实现国产化。

光纤的隔离输出头和端帽供应商，国内有光库科技、福晶科技、光越科技等企业，这部分器件已完全国产化。

No.5

国产光纤激光器的发展趋势

分析那些国内外发展比较好的光纤激光器企业，比如IPG，它的发展优势很明显，有自己的创新技术，资源整合能力强，市场开发和制造能力强。而对于国内光纤激光器企业来说，想要长足发展，以下几点很重要：

首先是优势产业的垂直整合。

现在一提产业发展，就会提到“产业链”、“生态链”。有条件的公司将会做一些垂直产业链的整合，从器件到整机再到应用，整合优势产业，完善产业链，降低成本，提高竞争力，但一定要整合有技术含量和门槛的链条。目前针对整个激光产业链，从芯片到后端应用都需要大量的光电同仁去做相关的工作。

其次是拓展现有应用领域。

对传统机型进行应用拓展，开拓全新应用领域，发现新的增长点。

第三是发展高端应用。

提高输出指标，探索全新机型，并致力于其应用领域的高端化，提升技术附加值。

我们可以看到，国家对激光制造投入了大量的人力财力以及政策支持，无论是智能制造还是十三五、十四五计划，国家重点项目在激光产业都有布局。未来，光纤激光器的工业应用前景将会更具潜力。

总的来说，随着光纤激光器在工业加工领域的应用范围不断扩展，从技术和产业方向，光纤激光器还将朝着以下方向发展：

- 光纤激光器将以高功率、窄线宽、高能量、短脉宽、高光束质量、新波段为发展方向；

- 光纤激光器核心器件国产化是大势所趋。无论是卡脖子技术，还是降低成本需要，国产化都是迫在眉睫；
- 智能激光制造、激光清洗等应用领域将引领光纤激光器市场的新增长。

封面来源：Gizmag

☆ END ☆