

李成：光纤激光器核心原材料依靠进口的局面正在扭转

文/本刊记者 陈佳

激光是20世纪以来，继原子能、计算机、半导体之后，人类的又一重大发明，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”和“奇异的激光”。激光的出现和应用也被看做是人类使用工具的第三次飞跃。当下，新技术、新应用以及现有技术的不断改进都使激光市场的竞争愈演愈烈。

李成，国家“千人计划”专家，武汉锐科光纤激光器技术有限责任公司副总经理兼首席技术官。



而作为激光产业的核心部件——光纤激光器的发展更是决定着激光产业未来的走向。二者之间的关系可用“唇亡齿寒”形容。在过去的10年里，光纤激光技术在输出功率、光束质量和亮度等方面取得了巨大进步，这些新的制造技术会引发更多的目前尚未实现或等待开发的新设计和加工方法。

高功率光纤激光器已经成为激光领域最为活跃的研究方向之一。已经或正在许多应用领域替代化学、气体和普通固体激光器，对激光器市场产生了革命性的改变，是“激光产业的新宠儿”。被誉为“第三代激光器”的高功率光纤激光器，正受到广大科研工作者和产业界专家们的极大关注。

技术的发展是相辅相成的

1964年光纤激光器研究取得一定进展后，其发展基本停滞不前，却在最近几年成为研究和关注的热点。这其中到底有何不为人知的原因呢？李成为我们揭示了其中的奥秘：“光纤激光器的



研究在1964年以后的二十多年里处于停滞状态，是因为没有合适的材料器件和泵浦源。直到上世纪八十年代后期，光纤通信技术和半导体泵浦固体激光器技术的发展催生和促进了光纤激光器技术的发展。同时，上世纪八十年代末，光纤激光器的飞速发展又极大地带动了高功率高亮度光纤耦合半导体激光器的发展和工业应用。这两者的结合才再次为光纤激光器的发展提供了转机，特别是随后在九十年代初双包层和大模场光纤的相继发明，极大地提高了光纤激光器的泵浦功率和效率。李成对光纤激光器的发展做出了精辟的总结：技术的发展不是孤立的，而是相互交叉和相辅相成的。

同样的道理，高功率光纤激光器性能的提升也绝不会是一个孤立的过程。李成介绍，高功率光纤激光器性能的提升主要依赖于光纤激光器单元技术、整机集成技术、核心器件技术、半导体封装和光纤耦合技术的突破。

另外，不得不提到的一点是当高功率光纤激光器这个名词进入视野时，我们会自然地将其与低功率激光器进行

比较，甚至会认为二者必须一决雌雄，然而它们之间并非是非此即彼的关系。李成解释：“低功率和高功率光纤激光器都有各自的细分市场，很难说哪一种更具优势。例如100W以下的脉冲光纤激光器主要用于打标和雕刻，200-1000W的连续/准连续光纤激光器主要用于薄板金属材料的切割和电子产品的焊接，而1000-10000W连续光纤激光器则主要用于较厚金属材料的切割和焊接以及大型金属构件的增材制造等。”随着激光应用工艺技术的不断进步和光纤激光器应用领域不断拓展，市场对高功率光纤激光器的需求越来越多，特别是随着高功率光纤激光器价格的不断下降、用户对激光加工效果和加工效率要求的不断提高，光纤激光器的高功率化趋势开始变得明显。这也就是高功率光纤激光器的风头远盖过低功率光纤激光器的原因。

光纤激光器已经是全球工业激光器市场最广泛使用的激光器，2015年的统计数据显示约占市场份额的54%，其次是CO₂激光器和固体激光器。然而，长江后浪推前浪，光纤激光器独占鳌头

的时间也不会持续太长，直接半导体激光器将成为高功率光纤激光器的最强对手。原因在于：“与光纤激光器相比，半导体激光器波长更短，电光转换效率更高，结构更为简单，已经开始在金属和非金属材料焊接，金属材料熔覆和表面处理等方面取得应用，并有可能逐渐获得很大的市场份额。”

国产光纤激光器机遇和挑战并存

相较于国际上光纤激光器的研究发展，我国光纤激光器的研究，呈现出起步晚，但是不断取得阶段性进步，逐渐处于世界先进水平的整体特征。李成介绍道：“我国对于光纤激光器大规模的研究工作开始于2000年以后。在2010年前后研制出了千瓦级或更高功率的全光纤激光器桌面演示系统。武汉锐科光纤激光技术股份有限公司于2013年成功研制出中国第一台万瓦级光纤激光器产品，使中国成为继美国之后第二个能研发和制造万瓦级光纤激光器的国家。”

自国家实施“千人计划”政策以来，已有十多位光纤激光器及相关领域的“千人计划”专家从世界各地回国工作。由此可以预见：我国在光纤激光器的研发上不会满足于已有的成果，其未来的发展也将会更加明朗。李成满怀信心地说道：“我国不仅在光纤激光器单元技术和整机集成技术方面达到世界先进水平，而且在光纤器件技术、特种光纤技术、半导体激光器封装和光纤耦合技术以及半导体激光器芯片技术等核心器件和材料方面都有了很大的进展，已初步形成完备的光纤激光器产业链，相信三到五年内能从根本上彻底解决核心原材料依赖进口的被动局面。”

截止目前，国产脉冲光纤激光器的国内市场占有率已达到70%左右，国产中功率连续光纤激光器的市场占有率

也已接近50%。但是在高功率光纤激光器方面，国产光纤激光器的品牌认可度还有待提升，市场占有率可能还不到15%，绝大部分市场仍然被国外激光器产品所垄断。李成坦言：“国产激光器面临着机遇和挑战并存的局面。要想在高端应用领域和国际市场占有一席之地，国产光纤激光器品牌不仅需要下大力气提高产品品质和服务水平，而且需要尽快实现特种光纤和半导体激光器芯片的国产化，以进一步降低成本。”

产学研一体化势在必行

中国科学院上海光机所、西安光机所、中电集团第11研究所、清华大学以及兵器装备研究院和国防科技大学在光纤激光器研究方面都取得过很好的研究业绩，但是这些研究有的基本停留在实验室阶段，离产品化相去甚远。造成这种现象的原因是某些研究人员是想争取国家项目，完成基础或应用基础性研究，通过发表科技论文或申请发明专利的形式体现科研成果，而没有以实际产品作为研究目标。

与大学和科研院所不同的是，企业以营利为目标，它的主要任务就是要研发满足市场需求的产品，并以具有竞争力的产品不断实现企业的可持续发展。由此可见，国产光纤激光器的市场化仅仅寄希望于大学和研究院是行不通的。

最近几年，武汉锐科光纤激光技术股份有限公司与华工科技股份有限公司以及华中科技大学共同承担的几项国家重大专项，863计划项目以及科技支撑计划项目都是以企业牵头完成的，取得了很好的效果，科研成果最终都以产品和应用示范基地的形式体现。这些成功的实例给光纤激光器产学研一体化提供了一个非常好的思路：以企业为光纤



产学研一体化的优势在于使各个项目从一开始就有了明确的应用目标和产品需求，同时迫使企业和高校及科研院所的研究人员为了同一个目标而紧密合作，加强人员的交流和技术交流。



激光器研究创新的主体，并由他们组织牵头，联合高校和科研院所承担光纤激光器的研发任务。

关于“产学研一体化”，李成也说出了自己的理解。“应该包括三个方面的含义：一是如何通过产学研结合实现科研成果的快速转化；二是如何通过产学研结合使科研院所的科技人员面向国民经济主战场，从实际应用中发现并解决问题；三是通过产学研结合，增加学生的工程实践经验，培养学生的创新创业能力。”

产学研一体化的优势在于使各个项目从一开始就有了明确的应用目标和产品需求，同时迫使企业和高校及科研院所的研究人员为了同一个目标而紧密合作，加强人员的交流和技术交流。其实产学研一体化的意义远不止如此，“学校的科研人员和学生通过项目得到了产品工程实践经验。更重要的是，企业有丰富工程技术经验的国家‘千人计划’专家还以兼职教授的方式，为学校相关专业的学科建设和研究生培养提供服务，这对理工科学校创新创业人才的培养是有借鉴意义的。”

深圳激光产业发展具有启发意义

深圳是继武汉之后中国第二个激光产业聚集地，单从激光产业的规模判断，深圳是中国最大的激光产业聚集地，其激光产业主要集中在激光加工成套设备的集成和制造上，就目前深圳光纤激光器产业发展来看，还或多或少存在一些不足。“在高功率光纤激光器及关键器件研究方面，无论是在人才上还是技术上，目前都还处于初级阶段。”

然而深圳作为中国改革开放的窗口，也具有发展光纤激光器产业得天独厚的优势。“深圳的优势在于，市场经济发展水平高，机制体制灵活，创新创业环境好，容易形成人才与资金的聚集，再加上激光设备集成和应用市场完备，只要政府大力支持或者行业龙头企业通过资本化动作延揽人才，发展高功率光纤激光器产业应该还是比较容易的。”

由点入面，深圳光纤激光器产业的发展情况无疑能为国产光纤激光器的研发带来启发。李成认为，当前国内光纤激光器的研究重点应主要集中在两个方面：

一是持续加强核心器件和关键材料的研究，特别是要大力提升特种光纤和高功率半导体激光器芯片的国产化水平，尽快实现全面进口替代，以降低国产光纤激光器的整机成本，提高国产光纤激光器的市场竞争力。

二是在现有激光打标、激光切割和激光焊接等通用型工业光纤激光器的基础上，大力开展不同波长、不同脉冲宽度、不同光谱宽度、不同光束分布以及超高功率和超大能量等定制化和个性化光纤激光器的研究，以满足先进激光制造、医疗、科研和国防对光纤激光器的特殊需求。