

深挖激光技术精髓，为中国制造正名

智能制造



张珂

激光是二十世纪六十年代初出现的一门新兴科学技术，是继原子能、计算机和半导体之后，人类的又一重大发明。随着激光技术的发展，激光的独特属性和优势被开发出来，应用在不同领域，被称为“最快的刀”、“最准的尺”、“最亮的光”。

激光真正频繁地出现在人们的视线中，是超快激光的诞生及应用。与传统长脉冲激光及连续激光不同，超快激光具备的超短脉冲、超强特性，能以较低的脉冲能量获得极高的峰值光强，这使得激光脉冲的频谱宽度相当大，而这样宽的频谱又是超快微加工、纳米加工、非线性光学、纳米光子学和生命科学领域的理想工具。因此，超快超强激光脉冲与物质的相互作用是当前最活跃的研究课题之一，代表着当今激光前沿技术的发展方向。

一直以来，站在制造业尖端的德国是激光核心技术的掌握者，直到几年前，我国专门将激光技术确立为重点科研项目，在2微米光纤激光器和超快光纤激光器研发领域取得了阶段性新进展，才打破了中国工业长期依赖进口激光器的历史，也在国际激光技术研发领域留下了中国的痕迹。国内光电子科技领域新锐专家、武汉格雷森实业有限公司 CTO 张珂表示，面对工业、制造业领域越来越多、越来越高的精密微细加工需求，超快激光器的国产化研发迫在眉睫。

改进技术，让超快激光器走出实验室

张珂和她背后的武汉格雷森团队一直致力于激光产业的发展。浸淫光电子领域近十年，张珂以严谨的态度和稳健的风格，带出了一支国内激光技术领域的顶尖团队。在过去七年时间里，张珂的团队以改写超快激光器在科研和工业领域的应用格局为使命，从高稳定性和中红外可调谐性两个高技术方向入手展开了诸多探索，自主研发的2微米光纤激光器首次将光纤激光器的可调范围扩展到了2微米波段，同时具备了高度的可定制化和尤其受欢迎的高性价比优势，降低了集成商进入超快加工或其他科学应用的壁垒，让超快激光在

精密加工和传感探测等领域找到更多的用武之地。

张珂介绍说，脉宽短、单脉冲能量大、重复频率高将是未来超快激光技术发展的主要方向。因此，张珂将光纤激光发生与超短脉冲技术相结合，利用独特的超短持续时间和极高的峰值功率，开创了超精细、低损伤的材料加工新领域。

由格雷森团队自主研发的超快激光器不仅能够聚焦到微米尺度的空间区域，同时具有极高的峰值功率和超短的脉冲宽度，至使脉冲持续时间缩短至皮秒乃至飞秒量级，远小于材料中受激电子通过转移、转化等形式的能量释放时间。“能量还没来得及释放脉冲就已经结束，也就避免了热量转换及热扩散，大大减少了被加工区域对周围材料的影响，实现了真正意义上的激光‘冷’加工。”多次试验数据表明，超快激光器作为微加工领域的加工工具能够实现切面整齐，完全无热扩散、微裂纹、熔融区域的加工需求，甚至实现了在微米尺度上对材料结构的修饰、设计。

技术的改进让超快激光器走出实验室，进入工业和医药行业执行精准细致的加工任务。以快速崛起的3C电子行业为例，透明或者半透明材料的激光加工市场需求巨大，单就OLED来说，2017年全球OLED市场规模就增长至192亿美元，预计到2019年，全球42%的智能手机将搭载OLED面板，营收将增长至248亿美元，而相关的OLED激光加工设备需求也将随之快速提高。面对国内工业化越发迫切的精密加工需求，格雷森超快激光器的市场投放在紧张的推进中显得异常顺利，尤其在非金属加工、薄脆性材料的激光加工领域，超高的应用灵活性与性价比让其备受关注。

从合作方的统计数据来看，张珂主持研发的高稳定性全波段超快激光器在玻璃、蓝宝石和陶瓷等薄脆易碎材料的切割、钻孔甚至开槽等加工过程中均表现良好，不仅能够为国内应用节省近300万高额引进费及相关高昂的维护成本，还能省去材料热损伤造成的浪费，即使与引进的高端飞秒激光器相比，超快激光器仍能节省30%~40%的成本费用，亲民的价格与完美的工艺，成为了超快激光器广泛工业化应用的加速器。

转换思路，2微米光纤激光器打开行业新格局

除了工业领域，各种类型的激光器也广泛应用于化学、生物动力学及医疗领域，如何满足其在更短时间、更小的空间尺度、更极端物理条件下的精准作业，正逐渐引发研发市

场的高度关注。张珂给出了一个具象的说法：“作为超精密外科手术刀的超快激光瞬时功率极高，单纯论峰值功率来讲，它相当于三峡大坝的总装机容量。它能聚焦到比头发的直径还要小的空间区域，可用于视力矫正手术，也可用于无痛牙科治疗，但不同的用途，对于激光的波长输出也有着不同的要求。”

如今，很多行业希望激光器的输出波长可在一定范围内连续调谐，以更灵活的方式满足更多高难度作业的需求。于是，业内掀起了一股“可调谐激光器”的研发热潮，其中，呼声最高的要数2微米波长激光。

2微米波长激光恰好位于人眼的安全波段，效率高、光束质量好，在激光医疗、传感、雷达和空间通信等领域具有重要应用价值。但在过去的研发历程中，能产生2微米左右可调谐激光的固体激光器大多体积庞大、使用环境严苛且维护成本高昂，而电光转换效率更高、更加节能环保的光纤激光器在实现中红外可调谐激光的输出时，又会受到泵浦技术、光纤制备以及脉冲生成等技术的限制，难点重重，让2微米可调谐激光器一度成为国际激光与光电子行业公认的阻碍产业发展的技术难题。

虽然张珂与格雷森团队已经拥有超快激光器的成功研发经验，但要打破激光输出波长的局限，也并非一条坦途。张珂回忆说：“可调谐激光器与其他激光器的设计还是不同的，它需要为应用行业和研究提供极高的时间分辨率，这就不仅涉及到光电设计，对于电路控制设计的参数、细节也同样要考虑周全。”随后，张珂带领格雷森团队利用光子晶体光纤中的高非线性效应，通过波长变换把传统波长处的激光能量转换至新波长，加之自行研发的环形谐振腔结构等多种技术，通过无数次试验及对结果敏感地观察、总结与逻辑分析，终于实现了激光波长的宽谱可编程调谐，首次将光纤激光器的可调范围扩展到了2微米波段，并根据市场需求开发了一系列2微米光纤激光器产品，让新技术迅速得到了应用，也将激光器的研发带入了全新的阶段。

像格雷森团队推出的其他产品一样，2微米光纤激光器产品具有出色的功率稳定性和非常友好的用户界面，充分利用全光纤结构紧凑、高稳定性、高环境适应性、免维护和高可靠性等特性，2微米光纤激光器即可用于前沿科学研究，也可用于大规模工业集成应用。甩掉了引进设备在知识与技术上的额外支出，国产化的2微米光纤激光器售价仅为国外

同类产品的一半，同时出色的可靠性降低了故障概率，超高的性价比改变了激光器的市场推广之路。

“激光器作为高科技产品，本身更有价值，但是国内市场关注更多的是价格，而国外市场因为对中国制造的偏见、刻板印象，推广起来难度可想而知。”不过，2微米光纤激光器通过更高端的技术水平实现了这两方面需求的制衡，不仅让我们看到了一个不一样的激光器产业化流程，也展现了一个全新的全产业链光电子行业发展模式，为我国乃至全世界的激光技术研发打开了全新的格局。

科研为主，工业应用并重发展

格雷森的系列激光器产品，受到了激光系统集成商、科研机构等大量客户的好评与追捧，但与传统的企业制造商不同，张珂并不急于全面铺开激光器的个性化研发与应用。在张珂看来，超快激光技术更大的意义，在于它直接推动了一批新兴学科与高新技术的发展。

“在工业化领域，以皮秒与飞秒激光器为代表的超快激光自2003年后开始了技术应用，工业应用历史还没到10年，却已经演变成一种强大的工业加工工具。而在实验室领域，超快激光器也为超快化学动力学、微结构材料科学、超快信息光子学与生命科学等前沿交叉学科的发展提供了创新手段与方法。”张珂极其看重它背后蕴涵的强大生命力，与欧美等发达国家同步，正在致力于开拓更多的应用。

毫无疑问，超快激光技术将在更多新型应用领域不断开疆拓土，为医学、能源、军事、远程通讯和半导体验验等领域创造全新的实验室尺度，从而直接推动激光科学与现代光学、高能物理与核物理以及非线性科学等一大批基础学科的发展。但在过去五年时间内，超快激光器基本上完成了行业格局的整合，除了极少数独立运作的企业，绝大部分市场份额都仅仅掌握在国外几家巨头企业手中，我国激光技术研发企业要想在这一领域内崭露头角，则需要在技术与性价比两方面作出更出众的成绩。

张珂说，10年前，超快激光器岂止昂贵能够形容，一台皮秒激光器可达数百万元，近几年超快激光器价格已逐步下降，但仍然受困于价格因素，让它的应用只能局限于科研、医疗以及高端工业应用，要想实现大规模应用，与更多行业技术相结合，超快激光市场还是要经历性价比的战场，而当下正处在出现重大突破的前夜。批量推出国产化激光器势必

会掀起更加激烈的竞争，这既是国内企业的机遇，也将为超快激光的发展带来无限可能。

作为率先实现超快光纤激光器国产化及普及化的国内激光技术研发团队，张珂表示，格雷森团队还将以研究激光器核心技术为主体，兼顾工业应用技术发展，结合相关应用系统模块，推动激光器产品不断向智能化、自动化、柔性化发展，以更精密的加工技术，为中国制造的正名，为中国制造的扬名。

在无数专家团队历经多年的潜心研发之后，现如今，我国自主研发的激光器应用涵盖了以激光表面工程、激光焊接、激光切割、激光制孔、激光标记和激光增材制造等为代表的宏观制造技术，以激光微焊接、激光精密切割、激光精密钻孔及激光烧蚀等为代表的激光微加工技术，以及以飞秒激光直写、双光子聚合、干涉光刻、接触离子透镜序列、激光诱导表面纳米结构和纳米颗粒激光制备等为代表的激光微纳制造技术等研究领域，跨越了毫米、微米和纳米多个尺度，成为举足轻重的先进制造核心技术，也必将在“中国制造2025”进程中发挥不可缺少的作用。无论是宏观制造还是微纳制造技术，均已列入国家重点研发计划，激光技术研发市场前景看好，值得期待。IM