

全固化固体激光器及产业化进展

武汉光谷激光行业协会会长、武汉新特光电技术有限公司总经理 陈义红

就武汉中国光谷产业而言，能量光电子是其中最重要的组成部分，而激光器及其激光设备又是能量光电子的核心产品。自第一台红宝石激光器问世，固体激光器就一直占据了激光器发展的主导地位，特别是在 20 世纪 80 年代出现的半导体激光器以及在此基础上出现的全固化固体激光器更因为体积小、重量轻、效率高、性能稳定、可靠性好和寿命长等优点，逐渐成为光电行业中最具发展前途的领域。目前世界范围内销售的商品固体激光器已有 500 余种，但从 1998 年开始，固体激光器中的 Nd:YAG 激光器的市场占有率和销售额已升为第一位。

传统的灯泵浦固体激光器正逐步被全固化固体激光器所取代，这是固体激光器的发展方向。近年来由于大功率激光二极管制造工艺的成熟和生产成本的降低，使二极管泵浦固体激光器的研究和应用得到了飞快的发展，且已正式进入商品化。世界著名的激光公司 Rofin-Sinar 所销售的激光工业加工设备中 60% 已是二极管泵浦的固体激光器。表一给出了三类激光器的特性比较。

表一、光纤激光器、二极管泵浦固体激光器和灯泵浦固体激光器的特性比较

特性	光纤激光器	二极管泵浦固体激光器	灯泵浦固体激光器
工作方式	连续或脉冲	连续或脉冲	连续或脉冲
辐射波长（微米）	0.532, 1.07, 1.8-2.0	0.532, 1.06	1.06
输出功率/能量	高达 6KW/高达 1mJ	高达 2KW/高达 60mJ	高达 2KW/高达 100J
电光转换效率	高达 20%	高达 20%	低于 6%
光束质量	基模*	基模或多阶模	基模或多阶模
功率/能量稳定性	< 1.5%	< 3%	< 3%
冷却方式	风冷	风冷或水冷	水冷
可靠性	最佳	较好	较差
维护周期	无需维护	无需维护	300 小时
使用寿命	大于 10 万小时	大于 1.5 万小时	大于 5 千小时
系统体积	小巧紧凑	较小	较大
光纤传输	单模光纤	多模光纤	多模光纤
成本	较高	较高	较低
技术	最新	新	旧

* 输出功率大于 100 瓦时一般采用光纤束，但光束质量比所有其它激光器系统高一个量级。

激光二极管泵浦固体激光器的种类很多，可以是连续的、脉冲的、调 Q 的，以及加倍频混频等非线性转换的。工作物质的形状有圆柱和板条状的。而泵浦的耦合方式又分为直接端面泵浦、光纤耦合端面泵浦和侧面泵浦三种结构。对激光器的研究主要集中在半导体激光器、光学耦合（光纤、光学元器件、接头等）、激光晶体、半导体泵浦模块、激光谐振腔及激光光束质量、激光电源、制冷系统、控制系统。武汉新特光电技术有限公司目前已能向市场提供 5W、10W、50W、150W、300W 和 500W 系列的二极管泵浦固体激光器，150W 以下的全固化固体激光器生产已基本形成规模，年产值达 3000 多万元，并取得相关专利 7 个。在应用上，大功率二极管泵浦固体激光器以材料

加工为主，包括激光标记、激光焊接、激光切割、激光雕刻、激光打孔、激光微加工等，还可以用于同位素分离（二倍频、绿光）、激光核聚变、科学研究、医疗、检测、分析、通讯、投影显示以及军事国防等领域，具有极其重要的应用价值。在产业化方面，重点研究和开发适应市场需求和自动化生产线要求的相关配套，形成产业链，如光束传输系统、控制系统、多维工作台、自动送料、工装夹具、软件等。在此基础上，已开发出适应特殊要求或使用环境的多款专用激光加工机，如雷管专用激光编码器、活塞环、晶体等专用激光打标机、印制电路板专用激光焊接机等。湖北产业已形成产、供、销一条龙体系，成为中国激光研发、生产的最重要基地之一。

我国在中小功率二极管泵浦固体激光器技术比较成熟，产业化（光通讯应用较多）也蓬勃发展，但由于二极管激光器器件原因，国内的大功率二极管泵浦固体激光器发展一直具有局限性，“十一五”期间，应该积极进行全固化固体激光器、二极管激光阵列、激光配套技术的研究与开发，并大力推进产业化发展，必然带来巨大的经济效益和社会效益。



活塞环专用激光打标机



全固化固体激光切割机