

辛建国

激光技术专家

■ 辛建国 Xin Jianguo
长江学者特聘教授
Changjiang Chair Scholar
北京理工大学信息科学技术学院教授、博士生导师
Professor and Doctoral Advisor of Information Science and Technology Department of Beijing Institute of Technology

：请问对于工业应用，如用于切割、焊接、表面改性、热处理等的激光器，哪些特性最为重要？

辛建国：在工业激光器功率达到要求时，光束质量是影响加工的最重要因素，其次是光束是否为线偏振态，再次才是激光器的效率。

激光的光束质量用光束质量因子(M^2)来表征，在理想情况下， $M^2=1$ 时，光束质量最好，而实际应用的激光，其 M^2 均大于1。目前横流式 CO_2 激光器虽然功率可以做到很大，但由于光束质量差，无法用于切割或焊接，只能用于热处理、表面涂覆等工艺；而纵流式 CO_2 激光器的 M^2 可以达到2~3之间，已经足够用于金属的切割和焊接。射频激励扩散型冷却板条波导 CO_2 激光器的 M^2 值已接近理论极限，达到1.1以下，已广泛应用于精密切割和焊接，以及铝合金的切割和焊接。

另外，激光的偏振态也是很重要的因素，一般的工业激光都应该是线偏振的，线偏振激光主要有2个作用：可形成圆偏振光，改善切割质量；在切割高反光率的金属材料时，防止反射光损坏激光器。

目前工业激光器的效率通常在10%~30%；而用于加工大规模集成电路的光刻激光器，其效率只有千分之几；另外现在研究的飞秒激光精加工，其效率还要更低。因此提到激光器的效率时，一定要与它可以产生的价值相比。

：现代工业大量应用了激光加工技术，请您阐述一下现代工业激光器的种类、特点和性能要求。

辛建国：对于工业激光器来说，目前有3种比较热门： CO_2 激光器、半导体泵浦固体激光器和光纤激光器。

光纤激光器和固体激光器的好处是可以用现成的光纤来传导光束，这样应用于多轴激光加工会比较方便，而且其效率相对要高一些；但是它们的光束质量很差，限制了发展。

尽管固体激光器和光纤激光器已发展了20余年，但目前工业上应用的激光器仍然以 CO_2 激光器为主。

半导体泵浦激光器主要有3种：棒状、盘状和板条激光器。棒状激光器可做到很高的功率，但光束质量仍然很差，光束质量因子 M^2 只能达到几十，限制了应用范围。盘状激光器应用相对多一些，但光束质量也不好，且激光器成本比 CO_2 激光器高数倍。板条激光器是近来发展的，把气体激光器的波导方式应用于固体激光器，目的是提高激光器的光束质量。但目前与 CO_2 激光器还有较大差距。

光纤激光器的光束质量虽然比固体激光器高，但与气体激光器还有差距，而且做线偏激光器很难，这就很难应用于高反射率材料的切割。因光纤柔性好，在传导光束时激光头可方便移动到其

其他位置，多应用于多轴三维切割。从效率来看，固体和光纤激光器效率更高，但从已有的技术途径来看，它们要提高光束质量是很困难的。其中光纤激光器的情况要好一些，但其线偏振性能不好，特别是大功率的光纤激光器。而对于固体激光器来说，作高数值激光要容易一些。

：您认为工业激光加工的发展趋势是什么？

辛建国： CO_2 激光器目前应该从2个方向发展：

(1) 向全封离态发展。目前的 CO_2 激光器带有气瓶和真空泵，工作一段时间后就要换气；如果是全封离态激光器，几年换一次气就可以了。这样有几个好处：使用成本降低；可以省去真空系统的成本；激光器

的体积可以缩小，更方便安装使用。

(2) 提高效率。工业上应用的激光器的效率在10%左右，但实验室中已经可以达到20%。因此 CO_2 激光器效率还有提升的空间。

在气体激光器中，还有一个重要分支： CO 激光器。有实验表明，同等功率的 CO 激光器的切割深度是

辛建国教授：中国电子学会监事会监事，中国兵工学会理事。1986年研究的三维折叠腔环形增益激光器技术，世界著名评论先导性杂志“Laser Focus World”两次作了介绍。1991年提出一种新的波导阵列激光器结构，获得了相当于 1×13 阵列波导激光器同相锁定高比率空间压缩模场输出。1991年提出一种射频激励扩散型冷却全金属波导 CO_2 激光器技术。1994年研制出我国首台射频激励扩散性冷却千瓦级 CO_2 激光器。1998年首次实现了射频激励扩散性冷却千瓦级一氧化碳激光器。2000年提出一种射向激励扩散型冷却全金属板条波导 CO_2 激光器技术。1993年首批进入国家教委“跨世纪优秀人才培养计划”，1995年获得国家杰出青年科学基金。2000年成为国家教育部“长江学者奖励计划”特聘教授。



CO_2 激光器的2倍。 CO 激光器现在可以利用

循环水冷却技术进行冷却，更方便使用。另外如果把 CO 激光器做成全封离态激光器，效率可以大大提高，甚至超过固体激光器的水平。所以对于固体激光器来说，最好制造成高数值功率输出的激光器，并进行相关应用。若要进行连续功率输出，其与光纤激光器还有差距。光纤激光器仍可能在立体切割方面取得较好的市场应用，但在平面切割方面，气体激光器还将占据主导地位。

事实上，目前能被人们应用的激光器，都各有其特点，而不是说可以用一种激光器取代所有其他激光器的应用。(采访 侧卫 责编 小颖)