

紧凑型 500 W 快速轴流二氧化碳激光器

石立深 祝有信 刘家燕 李玉兰 董焱鑫 徐敏

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 介绍了紧凑型 500 W 快速轴流二氧化碳激光器。着重描述了该激光器的结构设计和主要功能。

关键词: 二氧化碳激光器; 激光头; 电控系统

1 引言

激光器在多种应用领域已经成为一种重要的工具。对于激光切割、焊接、打孔和金属表面热处理等应用过程,经常需要大功率的激光器,在这种情况下,快速轴流 CO₂ 激光器,由于其高功率、高效率和高光束质量,越来越受到世人的瞩目,已经成为应用最为广泛的工业用激光加工光源^[1-2]。

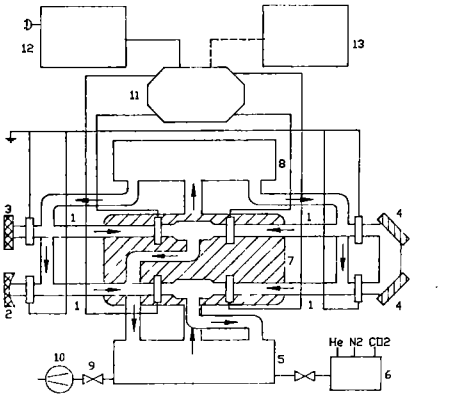
本文对我们已研制成功的紧凑型 500 W 快速轴流 CO₂ 激光器的基本结构和主要性能做简单介绍。

2 激光器的结构

激光器分为激光头和电控系统两大部分;激光头主要包括激光谐振腔、气体流动循环系统及冷却系统;电控系统主要包括直流高压电源、真空电子管、控制信号单元、放电电流控制系统、联锁保护单元和中央控制系统。

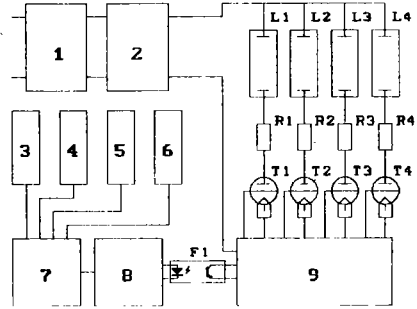
参见图 1。为使结构变得紧凑,激光谐振腔采用一次折叠结构,输出镜、全反镜和两块折反镜分别固定在低膨胀合金支撑的两块立板上。放电区共四段,每段长度 260 mm,谐振腔光学长度 1800 mm,激光头的长度仅为 1300 mm。镜座和气体放电管连接等均采用模块式结构,安装和维修十分方便。气体的流动循环由一台罗茨泵推动来实现,在罗茨泵的出口和入口处各有一套热交换器对工作气体进行冷却,送气和回气管路采用软管连接。罗茨泵在使用上采取了专门措施,避免了罗茨泵向系统返油的可能性。

电控系统的结构原理见图 2。升压变压器与整流滤波单元一起构成高压直流电源。高压直流电源、气体放电管、匹配电阻、真空管和放电电流控制系统串联构成气体放电主回路。为实现激光器激光连续输出时不同功率水平以及不同状态的脉冲和超脉冲输出,放电电流控制系统



1, gas discharge tube 2, total-reflector 3, output mirror
 4, fold reflector 5, gas-in heat-exchanger 6, gas-in system
 7, Roots pump 8, gas-out heat-exchanger 9, isolation valve
 10, vacuum pump 11, current-control system
 12, high voltage supply 13, control signal unit

图1 紧凑型500W快速轴流二氧化碳激光器原理示意图



1, high-voltage transformer 2, rectifier 3, Roots pump
 4, gas-in system 5, pressure sensor
 6, safety locking system 7, center control system
 8, control signal unit 9, current control system
 F1, optoelectronic isolator L1—L4, gas discharge tube
 R1—R4, match resistor T1—T4, vacuum tube

图2 电控系统的结构原理

Fig. 2 Electronic control system structure

Fig. 1 Principle structure of the compact 500 W fast-axial-flow CO₂ lasers

实施控制作用在放电管中实现不同强度的连续和不同状态的脉冲放电。放电电流控制系统由控制信号单元入口、取样、比较放大、功率放大和调整元件等部分构成。控制信号单元的核心是一套带有外部输入的单片机系统，在脉冲和超脉冲状态下工作时，脉冲的特征参量直接由键盘输入，单片机产生相应的信号后经强度调整 and 光电隔离输入放电电流控制系统的控制信号单元入口。中央控制系统可自动完成开机和关机全部操作过程。

3 激光器的主要性能

该激光器额定连续输出功率 500 W，最大连续输出功率 600 W，可以长时间连续工作，功率不稳定性小于±2%。激光输出以基模为主，发散角小于 2 mrad，光束指向稳定性好，可采用连续、脉冲和超脉冲三种方式工作，激光输出脉冲频率量大 2000 Hz，脉冲占空比 10%—99% 可调。激光器输出为与水平方向成 45°角的线偏振光，它易于转变为圆偏振光。激光器内部配置有光闸、He-Ne 激光同光路指示和激光功率显示等系统，为激光器的使用带来了便利。

4 总 结

我们研制的紧凑型 500 W 快速轴流 CO₂ 激光器是以工业应用为目标设计的，其结构和性能充分考虑了工业应用的具体要求。在设计过程中，借鉴了国外多种高水平激光器的优点，整机具有很强的实用性。

棱镜的动态成像特征

马 军

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 从理论上对反射镜的动态成像进行分析研究, 导出棱镜转动时像运动的几种重要形式, 并由此出发对棱镜的动态特性进行全面描述, 使得对其研究更加简捷、系统。

关键词: 作用矩阵, 棱镜, 像偏转, 特征方向

1 引 言

反射棱镜(简称棱镜), 主要用作光路折转、转像及光学扫描等。应用方式很多, 但就实质而言不外乎动态和静态两大方面的应用。其实静态应用中也包含棱镜的动态内容、可见用好棱镜的关键在于把握其动态特性。棱镜位于平行光路中时其物像共轭关系为

$$A_m' = SRS^{-1}A^{[1]} \quad (1)$$

式中: A 为物矢量, A_m' 为棱镜运动时的像, S 表示棱镜旋转运动的旋转矩阵

$$\begin{aligned} S &= S(p, \alpha) = E + p \sin \alpha + p^2(1 - \cos \alpha) \\ S^{-1} &= S = S(P, -\alpha) = E - p \sin \alpha + p^2(1 - \cos \alpha) \end{aligned} \quad (1-1)$$

其中: α 为棱镜被转动的角度, P 为转动时的转轴方向 P [单位矢量] 所对应的矩阵, 称为转轴矩阵

$$p = \begin{bmatrix} 0 & -P_x & P_y \\ P_x & 0 & -P_z \\ -P_y & P_z & 0 \end{bmatrix} \quad (1-2)$$

P_x, P_y, P_z 为 P 在直角坐标系 $oxyz$ 三轴上的坐标值。 $oxyz$ 一般取为物坐标, 物坐标经棱镜(注: 这时棱镜处于初始状态称为零位) 成像为像坐标 $o'x'y'z'$, 方法可参阅文献[1], 亦为直角坐标系, 可见物像坐标之间的关系为线性变换关系

$$(i'j'k') = (ijk)R \quad (1-3)$$

(ijk) 为物坐标基底, $(i'j'k')$ 为像坐标基底, R 为坐标基底间的变换矩阵, 称为作用矩阵, 由线性代数知识