

圆筒结构千瓦横流 CO₂ 激光器

I. Gutu, M. V. Udrea, D. Dumitras, V. Drăgănescu

(罗马尼亚物理研究中心)

王哲恩 查鸿逵 程兆谷

(中国科学院上海光机所)

提要: 本文报道一台圆柱形结构横流 CO₂ 激光器及其运转特性。圆筒长度 1.45 m, 直径 0.45 m, 已获得大于 1 kW 的输出功率。

Construction and operation of a gas transport CO₂ laser

I. Gutu, M. V. Udrea, D. Dumitras, V. Drăgănescu

(Central Institute of Physics, Bucharest, Romania)

Wang Zheen, Zha Hongkui, Cheng Zhaogu

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: The construction and the operation of a CO₂ gas transport laser with cylindrical geometry is presented. This work aims at developing a small size and light weight gas transport laser at high output level. This has been accomplished by using a single metallic cylinder for electric discharge, recirculation and the cooling of the gas mixture. More than 1kW laser power was obtained from a laser of the length of 1.45 m, diameter 0.54 m and cca weight 180 kg. Typical parameters were: pressure 40 Torr, CO₂:N₂: He=1:8:11, discharge current 8 A, efficiency 12%, and laser spot 28×22 mm².

横流 CO₂ 激光器的可能性。本文叙述这种横流 CO₂ 激光器的结构和性能参数。

一、前言

横流 CO₂ 激光器有很高的输出功率, 但激光器体积大, 重量重, 结构复杂, 在许多应用领域中不太方便。在以前的文章中^[1,2], 我们已经讨论了采用含有循环冷却系统和放电系统的单个金属圆筒, 建立小尺寸轻量化的

二、实验装置

图 1 和图 2 分别表示该横流 CO₂ 激光器的横剖面 and 纵剖面图。

收稿日期: 1984 年 8 月 23 日。

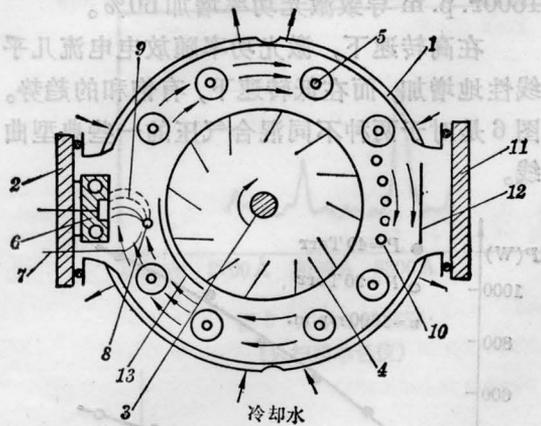


图1 横流 CO₂ 激光器的横剖面图

- 1—不锈钢圆筒；2—支撑电极部件的金属板；
3—转轴；4—风扇；5—热交换器；6—阳极；
7—辅助电极；8—阴极；9—放电区；10—辅
助热交换器；11—金属板；12—金属导电板；
13—金属薄板

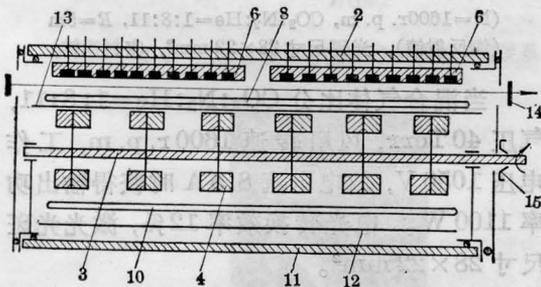


图2 横流 CO₂ 激光器纵剖面图

- 1~13—同图1；14—输出镜；15—真空轴封驱动

激光室由 1400 mm 长、460 mm 直径的水冷不锈钢圆筒构成。筒上开有两个 180 × 1300 mm² 矩形槽，用两块金属平板 2 和 11 盖在槽上，一块装电极部件，另一块装有 10 根铜管作为热交换器。气体循环系统由 6 只双叶轮风扇组成。风扇直径 325 mm，宽度 90 mm，间距 110 mm，这些风扇装在一根长轴上。通过真空轴封用一台直流电机转动该轴。

混合气体经过圆柱筒内壁和金属板 13 间的通道流向放电区。通过圆柱筒壁面、8 个 1300 mm 长的热交换器 5 以及 10 根 12 mm 直径的铜管对混合气体进行冷却。

电极部件包括二组总长为 1220 mm 的分列阳极 6，一个 10 mm 直径、1290 mm 长的铜管阴极 8 以及辅助电极 7 三部分组成。图 3 表示一组阳极部件 (610 × 120 × 30 mm³) 的横剖面。

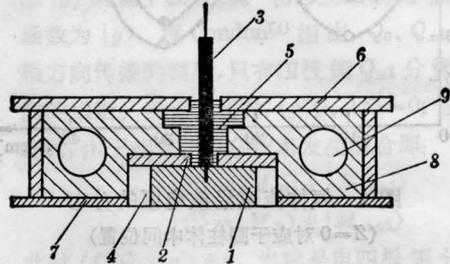


图3 阳极结构图

- 1—阳极条；2—陶瓷板；3—引线；4—氧化铝
粉；5—环氧树脂；6—玻璃板；7—陶瓷板；8—
阳极化的铝板；9—冷却通道

每组阳极部件有 30 个阳极平板条，每条阳极表面积 40 × 15 mm²。通过陶瓷片用阳极化的铝板 8 冷却阳极，用 Al₂O₃ 与氟硅酸钠混合填料 4 实现密封。使用玻璃 6、陶瓷 7 和环氧树脂 5 来保证阳极有好的绝缘性能。这种组合式阳极结构便于制作和使用。每个阳极条分别用 2.5 kΩ 的电阻镇流。

辅助放电系统由 60 根直径 1 mm 的铜丝组成，每根铜丝对应一块阳极板条。铜丝触发放电后，用做预电离源。每根铜丝分别用 0.8 MΩ 的电阻镇流，分电流为 1.5 mA。

谐振腔由两面镜组成：一面是直径 50 mm、曲率半径 5 m 的镀金铜镜；另一面是透过率 23%、有效通光口径 φ 35 mm 的 GaAs 平面镜。这些腔镜分别安装在两块金属平板上，通过 4 根拉杆实现机械稳定。

激光器的漏气速率小于 1 Torr/24 小时。

三、实验结果

对于两种不同风扇转速(即 1400 r. p. m 和 1800 r. p. m) 混合气体流动特性示于图

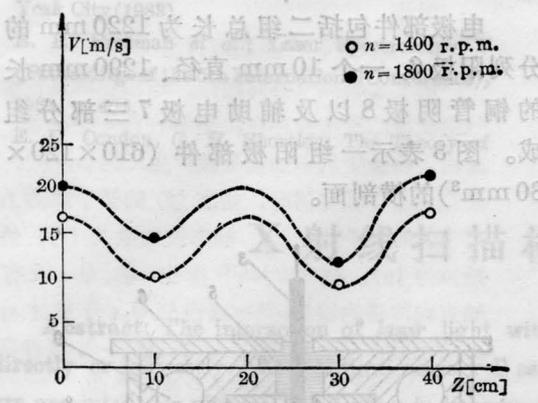


图4 气体流速沿放电区的分布
($Z=0$ 对应于圆柱体中间位置)

4. 流速是在沿光轴不同位置上测量的。

所测得的流速分布表明, 当转速为 1800 r. p. m 时, 最大风速点 (在风扇的叶轮前面) 是 $V_{\max} = 25 \text{ m/s}$; 最小风速点 (相邻风扇之间) 为 $V_{\min} = 15 \text{ m/s}$, 平均速度近似 20 m/s, 相当于体积流量 3000 $\text{m}^3/\text{小时}$ 。为了改善气流的均匀性, 设想过几种辅助的气动力学设计, 但都会使结构复杂化。

有关气体循环系统的其它细节已在文献 [2] 中叙述。

图 5 表示对应不同的风扇转速测得的激光功率曲线。转速从 1200 r. p. m 增加到

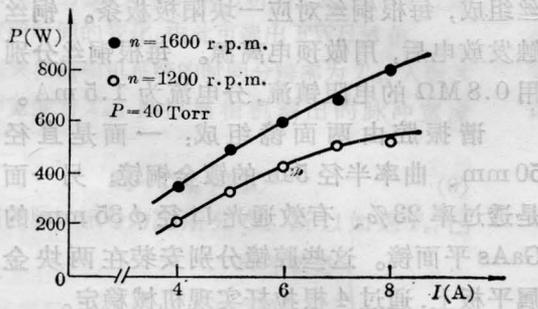


图 5 在两种不同的流速下, 激光功率与放电电流的关系
($P=40 \text{ Torr}$, $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:8:11$, $R=5 \text{ m}$)

1600 r. p. m 导致激光功率增加 60%。

在高速下, 激光功率随放电电流几乎线性地增加, 而在低速下, 有饱和的趋势。图 6 是对于两种不同混合气压的一些典型曲线。

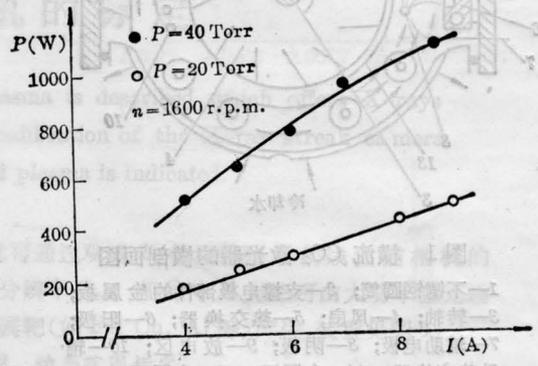


图 6 在两种不同的气压下, 激光功率与放电电流的关系

($N=1600 \text{ r. p. m}$, $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:8:11$, $R=5 \text{ m}$
(铜反射镜, 光斑尺寸 $28 \times 22 \text{ mm}^2$, 密封运转)

当混合气体比分 $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}=1:8:11$, 气压 40 Torr, 风扇转速 1600 r. p. m, 工作电压 1050 V, 放电电流 8.5 A 时获得输出功率 1100 W。电光转换效率 12%, 激光光斑尺寸 $28 \times 22 \text{ mm}^2$ 。

图中曲线也表明工作气压对输出功率有很大的影响。当气压从 20 Torr 增加到 40 Torr 时, 输出功率的增加超过一倍。

感谢 Mrs. F. Grigore, D. Mirea, V. Olteanu, S. Toby 在技术上给予有价值的帮助。

参 考 文 献

[1] I. Gutu et al.; Rev. Roum. Phys., 1978, 23, No. 5, 447.
[2] V. Draganescu et al.; Rev. Roum. Phys., to be published.