

# 千瓦级离心风机轴流 CO<sub>2</sub> 激光器

于志勤 公治中 何明谣 谢冀江 冯仕杰

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

**摘要** 本文报导了使用离心风机的千瓦级轴流 CO<sub>2</sub> 激光器。由于解决了油污染问题, 密闭循环时间大于 4 小时, 具有极明显的经济效益。

**关键词:** 离心风机; 密闭循环

## 1 前言

轴流 CO<sub>2</sub> 激光器以光束质量好和电光转换效率高的特点, 与扩散冷却和慢流型 CO<sub>2</sub> 激光器性能相比, 由于特征时间很小, 可以获得较高的功率。因此激光器易于做得非常紧凑。

此类激光器所用的压气机, 主要是罗茨风机和离心风机两种。前者虽然性能稍差, 但市场上易于买到; 后者需专门设计与制造, 它的脉动值小, 激光器的短期稳定度高, 特别是风机的效率很高, 是未来激光器用风机的发展方向。

现有的快轴流 CO<sub>2</sub> 激光器多采用罗茨风机, 根据激光器的型号不同, 耗气量在 (30—100) L/h 之间, 国内已有单位有生产和研究。密闭循环式离心风机有较明显的优势, 尽管技术难点较多, 确是一个需要解决的重要研究课题。我们在分析国内外现状和趋势后, 选用了后一方案, 属国内唯一采用此方案的研制单位。经过几年紧张、艰苦地努力, 技术难关有了重大突破, 本文就是极告我们研制的离心风机、密闭循环条件下, 实现 900W (最大输出功率 1100W) 快速轴流 CO<sub>2</sub> 激光器的研制情况。

## 2 激光器的设计与结构

### 2.1 设计依据

对于 CO<sub>2</sub> 激光器增益系数随气体温度上升而降低的变化趋势, 设法降低工作气体的温度是提高增益系数的要求。因此, 冷却问题是 CO<sub>2</sub> 激光器的重要环节。在封离型和慢流型 CO<sub>2</sub> 激光器中, 必须依靠管壁的冷却效应。在快轴流 CO<sub>2</sub> 激光器中, 注入功率提高, 必须用换热器迅速将工作气体中的热量排出, 使激光工作物质的温度维持在一定的范围之内。

在快轴流 CO<sub>2</sub> 激光器中, 得到高速气流是十分重要的, 我们采用的是高速离心风机, 靠提高转数来达到所需的流速。管路必须精心设计, 以减少气流的压头损耗。气体通过特殊设计的

喷嘴进入放电管,以起到加速和达到所需气流状态的作用。

## 2.2 激光器的基本结构

本激光器由激光器主体、气体循环、电源、控制、充排、冷却、功率监测等部分所组成。其方框图如图 1 所示。

快轴流折迭 CO<sub>2</sub> 激光器的结构如图 2

所示。由二支结构相同的石英管经 II 形折迭而成。每支均由四段放电管组成,加必要的隔离长度,全长是 2020mm。谐振腔总长为 4500mm。

## 2.3 离心风机

离心风机是激光器的一个关键部件。

我们采用精密铸造制做风机叶轮每个空间曲面的叶片经铸造后,不再进行加工,其它部分加工后,进行严格的动平衡实验,即可与电机装配。风机的流量约 1400m<sup>3</sup>/h(1800rpm)。

变频电机的最高转数为 24000rpm,通过变频器可任意调整转数,因而压差、流量、流速均随电机转数的升高而增大。为激光功率调节增加了一种可控制的方法。

激光器电机、叶轮做为一个整体密封在真空系统中。高速电机的运转寿命和油污染是二个很难解决的实际问题,也是工业实用化的关键问题。

对电机本身及轴承、润滑脂、装配方法进行了一系列改进之后,一次无故障运转时间可达 1000 小时以上,已能满足工业生产的需要。

## 4 油蒸气污染

油蒸气污染是我们在研制过程中遇到的一个十分难以解决的问题。高速电机润滑剂有固体、液体和脂。在目前的情况下,最好的脂是天然材料脂,润滑效果好,但是都易挥发。天然材料脂中的碳氢化合物,随着运转时间的增加,不断进入激光器中,导致工作物质严重污染,因而促使激光功率明显下降。油蒸气不仅使功率下降,还污染真空系统,造成相当大的麻烦。不采取有效措施,根本无法使用。

考虑到电机转速高,轴的线速度很大,轴密封的问题很难解决。只好将其装于激光器的真空系统中,经我们长时间实验摸索,目前已找到一种可行又经济的方法,较满意地解决了油污染问题,有关方法已申请一项专利。

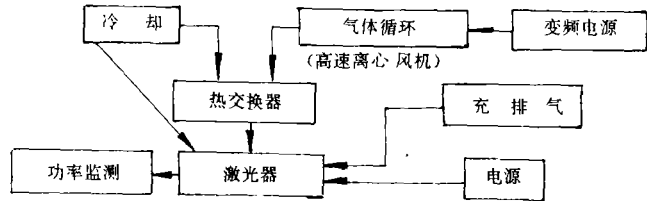


图 1 基本结构方框图

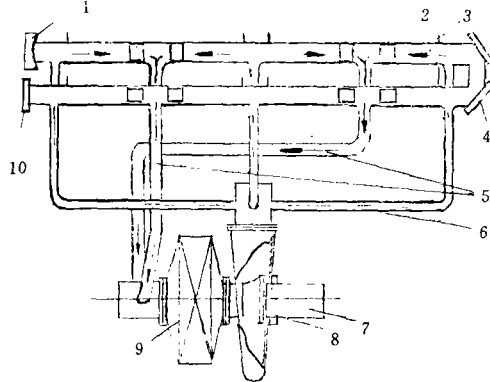


图 2 激光器结构图

- 1—全反射镜； 2—阴极； 3—阳极；
- 4—折迭镜； 5—回气管； 6—进气管；
- 7—电机； 8—叶轮； 9—热交换器；
- 10—输出窗

## 5 结 语

目前国内外的快轴流 CO<sub>2</sub> 激光器,为防止油污染、CO<sub>2</sub> 分解和所生成的各种氮化物的影响,工作物质多采用局部更新的方法,不断向系统外排气。这对氦气较贵的我国来说,激光器的运转费用很高。因而需研制一种减少氦气消耗的 CO<sub>2</sub> 激光器,离心风机轴流 CO<sub>2</sub> 激光器在解决油蒸气污染之后可达到此目的,因此我们用很长时间来攻克油蒸气污染问题。

已研制出 900W 级密闭循环快轴流 CO<sub>2</sub> 激光器,最大功率为 1100W。

电机无故障运转时间大于 1000h。

特别是完成了大于 4 小时的密闭循环运转研究,因而节省了大量氦气,降低了激光器的运转费用,具有极明显的经济效益。

### 1KW Grade Axial Flow CO<sub>2</sub> Laser with a Turbine

Yu Zhiqin, Gong Zhizhong, He Mingyao,

Xie Jijiang and Feng Shijie

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics ;

Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

#### Abstract

1000 watt grade axial flow CO<sub>2</sub> laser with a turbine is reported in this paper. Because we have salved the question for pollution from oil. The time of close cycle by working gas overs four hours and it has very visible economic gainings.

**Key words:** Turbine, Close cycle