

## 新型的倍压和全波整流复合式交流 预电离 CO<sub>2</sub> 激光器电源

吕惠宾 周岳亮 崔大复 陆斌 陈正豪 顾世杰 谢苑林

(中国科学院物理研究所, 100080)

**提要:** 本文介绍一种利用倍压和全波整流复合的新型电路所研制的 CO<sub>2</sub> 激光器电源。使用该电源不仅可使 CO<sub>2</sub> 激光器的输出激光功率从 0 到满功率范围连续可调, 输出激光平均功率的起伏小于  $\pm 5\%$ , 而且可使 CO<sub>2</sub> 激光器以脉冲和连续两种状态工作。

**关键词:** CO<sub>2</sub> 激光器, 电源

### A novel CO<sub>2</sub> laser power supply of composite AC preionization with double voltage and full-wave rectification

Lü Huibin, Zhou Yueliang, Cui Dafu, Lu Bin, Chen Zhenghao, Gu Shijie, Xie Yuanlin

(Institute of Physics, Academia Sinica, Beijing)

**Abstract:** A novel composite circuit power supply with double voltage and full-wave rectification for CO<sub>2</sub> lasers are developed. With this power supply, the CO<sub>2</sub> laser output not only can be adjusted continually from zero to full power, the CO<sub>2</sub> laser can also work in CW or pulse mode. The fluctuation of average output of the CO<sub>2</sub> laser is less than  $\pm 5\%$ .

**Key words:** CO<sub>2</sub> laser power supply

CO<sub>2</sub> 激光器是目前销售量最大、应用最广的激光器之一。尤其是近年来, CO<sub>2</sub> 激光系统在神经外科、肿瘤外科、妇科、成形外科、皮肤科、耳鼻喉科、牙科和普外科等医学领域卓有成效的临床应用, 使 CO<sub>2</sub> 激光系统的销售量和应用与日俱增<sup>[1]</sup>。但目前应用最广的 CO<sub>2</sub> 激光器存在的一个最大缺点就是输出激光功率难以从 0 开始大范围连续可调, 这不仅给很多工作带来不便, 而且使激光系统本身的通用性也受到很大的限制。为了得到从 0 到 30W 连续可调的激光输出, 有的厂家采用多档变换分段调节<sup>[2]</sup>, 也有的厂家为了得到小功率的激光束, 采用光阑等方法。但这些措施对于使用来说并不很方便。我们认为激光器电源是实现 CO<sub>2</sub> 激光器输出激光功率在大范围连续可调的关键, 因此我们研制出新型的倍压和全波整流复合式交流预电离 CO<sub>2</sub> 激光器电源。使用此种新型 CO<sub>2</sub> 激光器电源, 不仅可使激光器的输出功率从 0 开始到满功率大范围连续可调, 输出激光平均功率的起伏  $< \pm 5\%$ , 而且可使激光器以脉冲和连续两种状态工作。

## 电路原理和特点

众所周知, 直流高压电源一般主要有整流和倍压两种形式。我们从气体放电在小电流时高阻抗和大电流时低阻抗的负阻特性出发, 研制出能在小工作电流时提供高电压, 大工作电流时提供足够电压, 符合气体放电特性的半波倍压和全波整流复合以及全波倍压和全波整流复合的两种新型电源电路。

图 1 所示是半波倍压和全波整流的复合电路, 也就是在普通电源的全波整流桥的  $D_1$  上并联一个电容  $C_2$  (在  $D_2$  或  $D_3$  或  $D_4$  上并联电容, 其效果与  $D_1$  上并联电容都是完全等效的), 使原来电路的性能发生了根本的改变。

由图 1 不难看出, 在变压器的负半周时, 电容器  $C_1$  和  $C_2$  并联充电, 在变压器的正半周时, 电容器  $C_2$  和变压器串联对  $C_1$  充电。这样, 在激光器小电流工作时, 倍压电路可提供高的电压, 从而使激光器获得从 0 开始的小功率范围的连续输出。随着激光器工作电流的增大, 倍压的效率降低, 而由  $D_1$ 、 $D_2$ 、 $D_3$ 、 $D_4$  所组成的全波整流电路又能提供足够的工作电流, 从而使激光器获得中大功率范围的连续输出。在大工作电流时, 倍压电路虽不能提供足够的电流, 但它的作用是始终存在的, 实验表明, 半波倍压所提供的 50Hz 脉冲电压, 对激光器起着良好的交流预电离作用。

当  $C_1$  和  $R$  取较小参数值时, 激光器工作在频率为 50 Hz 的脉冲状态, 当  $C_1$  和  $R$  取较大参数值时, 激光器以连续状态工作。

如果在图 1 整流桥的硅堆  $D_2$  上再并联一个电容  $C_3$  (在硅堆  $D_3$  和  $D_4$  上分别并联一个电容与在  $D_1$  和  $D_2$  上分别并联电容的效果是完全等效的), 在变压器的正负半周里, 电容器  $C_2$  和  $C_3$  交替充放电, 分别与变压器串联交替对  $C_1$  充电, 因此就构成全波倍压和全波整流的复合电路。其工作原理与半波倍压和全波整流的复合电路基本相同, 只是当滤波电容  $C_1$  和限流电阻  $R$  选取较小参数值时, 激光器工作在频率为 100Hz 的脉冲状态。

由上所述不难想到, 如果在激光器电源上装一个波段开关, 使其可半波倍压或全波倍压, 同时可改变滤波电容  $C_1$  的容量, 就能使激光器以 50Hz 和 100 Hz 脉冲状态工作或连续状态工作。

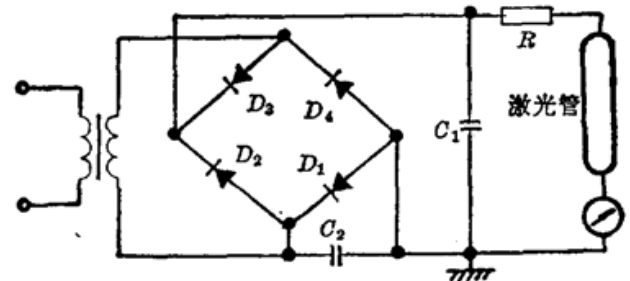


图 1 半波倍压和全波整流复合式 CO<sub>2</sub> 激光器电源电路

## 实验结果

我们先后用管长分别为 23 cm、70cm、80 cm、180 cm 的六支 CO<sub>2</sub> 激光管进行了实验, 均得到了满意的结果。每支激光管均可以脉冲和连续两种不同状态工作, 输出激光功率均可从 0 开始到满功率大范围连续调节, 输出激光平均功率的起伏  $< \pm 5\%$ 。表 1 给出一支 70 cm 长激光器管的实验数据, 表中功率可调范围表示输出激光的平均功率, 从表中可看出, 脉冲工作时输出激光的平均功率低于连续工作时输出激光功率约 10%。激光器在脉冲状态工作时,

表 1

电 路 参 数	功 率 可 调 范 围	工 作 状 态
$C_1=0.01 \mu f$ $C_2=0.01 \mu f$ $C_3=0$ $R=400K$	0~27.5 W	50Hz 脉冲
$C_1, C_2, R$ 同上 $C_3=0.01 \mu f$	0~29 W	100Hz 脉冲
$C_1, C_2, R$ 同上 $C_3=0.04 \mu f$	0~31 W	连 续

输出激光脉冲的峰值功率约为平均功率的 2~3 倍。图 2 所示的示波器照片, 为 70 cm 长  $CO_2$  激光管以 50 Hz 脉冲状态工作, 输出激光平均功率为 5 W 时, 用热释电探测器拍摄的激光脉冲波形。此时, 激光脉冲的占空比约为 1/3。调节电路中  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  和  $R$  的参数, 可使激光脉冲的占空比在一定范围内改变。

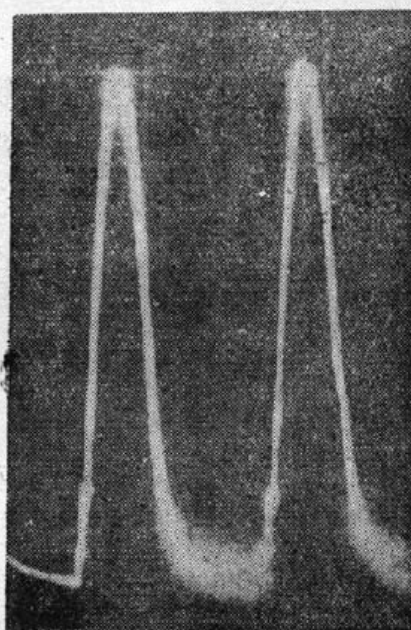


图 2 50Hz 激光脉冲波形

本电源不仅适用于  $CO_2$  激光器, 同样适用于某些其它气体激光器和对电源有类似要求的场合。利用本方案, 对现有的激光器电源进行改进也是很简便的。

## 参 考 文 献

- 1 邓鸿林, 激光与红外, 19(11), 12(1989)
- 2  $CO_2$  激光医疗机产品说明书, 天津市激光研究所