

# YAG 激光器电源节能技术与机器寿命的研究

张新宝 李 柱 谢铁邦

(华中理工大学机械学院仪器系, 武汉, 430074)

**摘要:** 在研究连续光泵浦 YAG 激光器电源特性及光学泵浦用氪灯特性的基础上, 设计出新的电源, 使连续光泵浦 YAG 激光器总的能耗下降 43%, 无故障寿命延长一倍, 对连续光泵浦 YAG 激光器广泛推广应用具有重大的实用意义。

**关键词:** YAG 电源 氪灯 节能技术

## Theoretical analysis and tests of low energy consumption technology and apparatus life-span of YAG laser

Zhang Xinbao, Li Zhu, Xie Tiebang

(Department of Instrumentation, School of Mechanical Science and Engineering, HUST, Wuhan, 430074)

**Abstract:** Now we have developed a new power source for continuous light pumped YAG laser, whose energy consumption is reduced 43% and the non failure life span is doubled. The key technology of the new power source is to keep a proper current in Kr lamp. Generally, the current is a very high and the super high voltage is used to make the Kr lamp break down. We analyzed the negative resistant property of Kr lamp and designed a new circuit to reduce the maintenance current from several amps to less one amp. The experimental results show that circuit reduced the power consumption very much.

**Key words:** YAG electric power source Kr lamp low energy consumption technology

## 引 言

随着特种加工技术的普及, 激光技术越来越显得突出, 尤其是连续光泵浦 YAG 连续、脉冲和倍频激光器, 它们在医疗激光外科和工业激光加工中都成为重要的分支。而连续光泵浦 YAG 激光器却因光电效率低和无故障寿命短在国内的推广受到限制, 因此, 设计一种耗能少、

- 3 Yang D H, Zhang X Sh. Fretting wear characteristics of laser transformation hardened and laser melt solidification cemented stainless steel. Proceeding of China International Symposium for Youth Tribologists, Lanzhou, 1992: 303~ 307
- 4 Stokes P S N, Stott F H, Wood G C. The Influence of Laser Surface Treatment on the High Temperature Oxidation of  $Cr_2O_3$  Forming Alloys. Conference: 2nd International Symposium on High Temperature Corrosion of Advanced Materials and Coatings. II, Les Embiez, France, 22~ 26 May 1989

\* \* \*

作者简介: 戴振东, 男, 1962 年 11 月出生。副教授。现主要从事摩擦磨损过程的热力学模型、减摩耐磨表面改性技术(含激光处理和等离子喷涂)、机械系统设计等方面工作。

无故障寿命长的连续光泵浦 YAG 激光器, 特别是连续光泵浦 YAG 激光器电源具有极大的实用和应用前景。

### 1 YAG 激光电源的特性

现有的连续光泵浦 YAG 激光器, 其光学泵浦源多用氪灯; 不论激光是连续方式的还是脉冲方式的, 其电源都是一样, 因为光调制激光脉冲时, 频率可以做到很高, 峰值功率也可以很高<sup>[1]</sup>, 因此, YAG 激光电源实质是氪灯电源。传统的连续光泵浦 YAG 激光电源采用续流 R 方式(见图 3)。

#### 1.1 氪灯特性的试验<sup>[2]</sup>

图 1 是氪灯从加电到工作的起燃特性曲线。图 1a 是电压时间特性, 图 1b 是电压电流特性。氪灯击穿电压  $\geq 14000V$ , 然后, 电压随之迅速下降, 电流迅速上升, 而后可以稳定工作,  $V_0 \geq 110V, I_0 \geq 4.0A$ 。

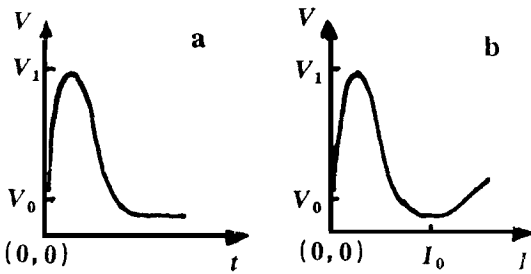


Fig. 1 The curve of lighting characteristics of Kr lamp

图 1 是氪灯从加电到工作的起燃特性曲线。图 1a 是电压时间特性, 图 1b 是电压电流特性。氪灯击穿电压  $\geq 14000V$ , 然后, 电压随之迅速下降, 电流迅速上升, 而后可以稳定工作,  $V_0 \geq 110V, I_0 \geq 4.0A$ 。图 2 是氪灯电流切换工作特性的曲线(传统的电源采用续流电阻  $R \geq 28\Omega$ ), 即是氪灯两端电压时序图, 由图可知, 图中电压有可能出现负值(这是因为气体放电灯的续流特性和电路的限流电阻分压的缘故)。这种情况下, 很容易引起熄灯现象, 原因是氪灯有一个具体的续流电流电压, 因灯而异。传统的方法采用续流 R 方式, 只能一方面加大维持电流; 另一方面自动以超高电压击穿氪灯, 超高电压经常保持在 YAG 激光器体内, 这本身就是一种很危险的事, 并且降低了氪灯的寿命。因此, 经过试验, 我们以续流 RC 方式(见图 4)代替续流 R 方式(见图 3)。

#### 1.2 氪灯电流切换工作特性的试验

YAG 激光器(包括连续光泵浦 YAG 激光器)工作时, 多数时间是不出激光的, 因而采用了一种维持电流状态(避免经常性超高压击穿氪灯起燃); 出激光时是大电流状态, 故从大电流到维持电流时会有一个气体的放电灯的特性转换。图 2 是氪灯

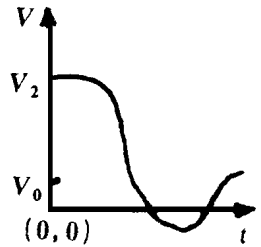


Fig. 2 The curve of current alternating characteristics of Kr lamp

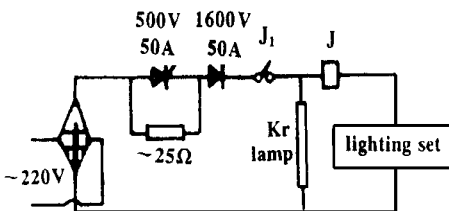


Fig. 3 Usual electric power source of YAG laser

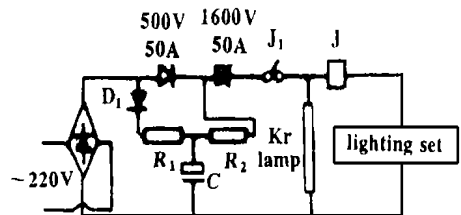


Fig. 4 The new electric power source of YAG laser

## 2 具体电源设计

### 2.1 常用的连续光泵浦 YAG 激光器电源(续流 R 方式)

图 3 是常用连续光泵浦 YAG 激光器电源。氦灯是上海亚明灯泡厂的,  $\phi 7.5\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 0.4MPa, 采用原有电源, 点灯可靠性 96%, 维持电流 4.5A, 500h 出现偶尔熄灯现象(10,000 次熄灯 46 次), 氦灯寿命(50% 出光率) 900h。当维持电流小于 3.6A, 激光器基本上无法工作。

### 2.2 新型的连续光泵浦 YAG 激光器电源(续流 RC 方式)

图 4 是新型连续光泵浦 YAG 激光器电源。同样, 氦灯是上海亚明灯泡厂的,  $\phi 7.5\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 0.4MPa, 采用该电源, 点灯可靠性 99.6%, 维持电流 0.5A, 1200h 出现偶尔熄灯现象(100,000 次熄灯 32 次), 氦灯寿命(50% 出光率) 1800h。真正做到了低待机电流和点灯的高可靠性。

### 2.3 本电路与常用连续光泵浦 YAG 激光器电源比较

本电路应用于医用 YAG 激光器, 连续方式 YAG 激光十台, YAG 倍频二台, 取得了良好效果。

(1) 激光器无故障运行时间延长 1.4 倍, 氦灯寿命延长平均近一倍。加之氦灯起燃电路的改进, 激光器可在 155V ~ 250V 电压下工作。

(2) 激光器功耗大大下降, 出激光时间为总开机时间的 20%, 能耗下降 43%, 并且, 激光器发热量大为降低(传统的续流 R 方式采用了 400W 的续流电阻), 下降 9 倍。原电路在手术室使用时, 夏天都要加一台 3P 的空调器; 而本电路的激光器, 只要在原有空调器的情况下即能保持室温。

## 3 结 论

通过试验研究和应用的结果说明, 我们提出的连续光泵浦 YAG 激光器电源具有无故障时间长和激光器无大修, 寿命长及功耗低的特点, 这对提高我国的连续方式 YAG 和光 Q 开关的 YAG 脉冲、YAG 倍频连续光泵浦激光器具有广泛的实用化意义, 并且将对扩大国内 YAG 激光器应用市场具有广泛的意义。

### 参 考 文 献

- 1 孙振东. 激光技术, 1996; 20(1): 41~ 43
- 2 克希奈尔 W. 固体激光工程. 北京: 科学出版社, 1983

作者简介: 张新宝, 男, 1965 年 5 月出生。讲师, 在职博士生。从事精密测量和激光器件方面的研究工作。

收稿日期: 1998-09-28 收到修改稿日期: 1998-12-08