

# 小型 RF CO<sub>2</sub> 激光器的电路保护

王又青 郭振华 卢益民 许德胜

(华中理工大学激光技术国家重点实验室, 武汉, 430074)

**摘要:** 本文详细分析研究了小型射频 CO<sub>2</sub> 激光器经常出现的故障现象(过压、负载短路故障), 并介绍了相应的保护措施, 对实际工作有显著指导意义。

**关键词:** RF 激励 过压与短路保护

## Protection circuit for a portable RF excited CO<sub>2</sub> laser

Wang Youqing, Guo Zhenhua, Lu Yimin, Xu Desheng

(National Lab. of Laser Tech., HUST)

**Abstract:** This paper analyses the trouble phenomena often appeared in a portable RF excited CO<sub>2</sub> laser, and introduces the relative protective methodes. All of these has a considerably referential value for practice.

**Key words:** RF excited overvoltage and short circuit protection

### 一、引言

RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器以其光束质量好、寿命长和调制方便等独特优点得到了广泛的应用。大功率 RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器已成功地用于切割和焊接等加工领域, 小型 RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器已被直接安装于机械手臂上, 在标刻和医疗等方面显示出应用潜力。本文着重研究小型 RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器的故障防护问题。由于 RF 激光电源的关键元器件大都较昂贵, 这一问题就显得尤其重要。

### 二、小型 RF 激光电源原理及故障的形成

目前, 小型 RF 激光电源通常为晶体管结构。由于大功率射频晶体管工作电压较低 (< 60V), 就需要有一个大功率低压直流源供电, 一般选 28V 标准电压值。为减小体积, 这一直流源常用串型脉宽调制(PWM)式开关电路产生, 其方框图如图 1 所示<sup>[2]</sup>。调制管 Q<sub>2</sub> 的作用是用来调节输出 RF 功率的大小。

由于电源工作在低压大电流状态, 因此开关管、调制管和 RF 功放管发热都较严重, 而且射频工作频率下, 电磁干扰大, 难以消除, 更易引起连锁故障发生。如若开关管 Q<sub>1</sub> 击穿, 那么 300V 左右的直流高压就可能直接加至 RF 功放部分, 导致

RF 功率晶体管的损坏; 或 RF 功率管因热效应击穿, 那么随后就会导致 Q<sub>1</sub> 的过流击穿。另外由于电磁干扰引起开关管的误导通, 可使输出电压异常升高, 从而导致 RF 管击穿。而 RF 管的损坏又会反过来引起开关管的损坏。由于这些晶体管, 尤其是 RF 功率管一般都是贵重的

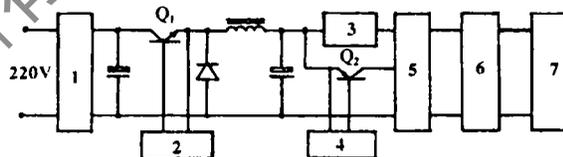


Fig. 1 The scheme of a portable RF excited CO<sub>2</sub> laser  
1 - rectifier and filter 2 - PWM pulse source  
3 - RF signal source 4 - modulating signal source

元器件,因此安全保护措施就是必不可少的了。

### 三、过压与短路保护

针对上述故障出现的原因,下面我们详细讨论过压保护电路与负载短路保护电路,如图 2 所示<sup>[3,4]</sup>。

当电路正常工作时,输出取样信号  $V_f < V_{ref}$  (参考电位),此时比较器 IC1 输出高电平,三极管 Q<sub>3</sub> 截止,B 点为低电平,保护不动作(Q<sub>4</sub> 与 PWM 中输出锁定环节)。

当开关电路输出电压 V<sub>0</sub> 因某种原因异常升高时,取样反馈电压 V<sub>f</sub> 一旦超过设定参考电压 V<sub>ref</sub> 时,比较器 IC1 即输出低电平,此时 Q<sub>3</sub> 导通,B 点为高电平,此信号一路去锁定脉宽调制信号源(PWM),使开关管 Q<sub>1</sub> 因失去触发信号而截止,另一路去触发可控硅 Q<sub>4</sub>,瞬间大电流流过保险丝 F,使其熔断,从而实现对面元器件的截流保护。通过合理选择 R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, C<sub>3</sub> 及 Q<sub>4</sub>, Q<sub>3</sub> 的参数,可使该保护电路响应时间限定在约 5μs 以内。一般来说,在这样短的时间内,因为这些元件都有承受过压的能力,不会对负载元器件造成致命危害。

负载突然出现短路故障时,也由该电路来实现保护。电路正常工作时,C<sub>3</sub> 充电至 V<sub>0</sub>,一旦负载突然出现短路,Q<sub>3</sub> 在 C<sub>3</sub> 上电压的作用下瞬间导通,B 点输出高电平,去锁定 PWM 信号源并触发 Q<sub>4</sub>,同样达到保护目的。

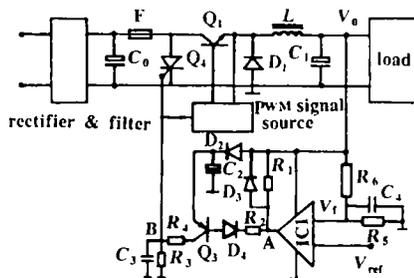


Fig. 2 The protection circuit for overvoltage and short circuit

### 四、电磁干扰的影响

电磁干扰主要来源于开关电路与 RF 功放电路:开关管和调制管在 ns 级的开-闭翻转过程中的大电流变化所产生的射频能量,以及 RF 功放电路的快速大电流变化所产生的辐射能量是电磁干扰的主要发生源。另外,电源内部寄生电容在开关状态下的突然充放电,也会产生一定的电磁干扰,虽然可通过合理的布局设计使其降低,但仍是很难完全避免的。由于频率较高(≥40MHz)这些干扰以电磁能的形式直接向空间辐射,或以干扰电流的形式沿着输入端、输出端的导线传送<sup>[1,2]</sup>。

因此保护电路如不采取良好的屏蔽措施,极易受电磁干扰的影响而导致误动作。我们通过以下几个途径加以解决<sup>[1,2]</sup>:

1. 因为电磁干扰信号强度与连线的长度和环路面积的大小成正比,应尽量缩短保护电路中有关连线以及缩小有关环路的面积。如图 3a, b 所示。

设环路面积为 S,则电磁干扰在该环路中所产生的感应电势就为:  $u = [d(B \cdot S)]/dt = S \cdot (dB/dt) \propto S \cdot (di/dt)$ , 式中 dB/dt 为环路中磁感应强度随时间的变化率,它正比于 di/dt,即电路中的电流变化率。显然,干扰信号的强度与环路面积及高频电流的变化率成正比。由于射频电源中, di/dt 很大,因此就要求尽量缩小有关环路的面积,如图 3a, b 中环路 1, 2, 否则电磁干扰在该环路中所产生的感应信号就可能引起保护误动作。射频干扰频率越高,这一

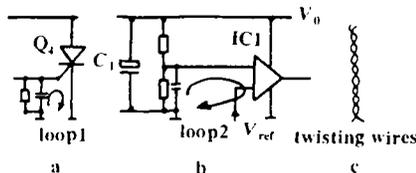


Fig. 3 The influence on the protection circuit by electro-magnetic interference

# 激光刻字机输出多灰度级 TIF 图象的方法

何云贵 刘晓东 胡兵 宋恩民 李适民

(华中理工大学激光技术与工程研究院, 武汉, 430074)

**摘要:** 本文分析了各种 TIF 图象文件格式, 在此基础上, 提出了用颤动法在激光刻字机上输出多灰度 TIF 图象的方法。

**关键词:** TIF 图象 激光刻字机 颤动矩阵

## A way of carve poly-gray level TIF image on the laser carving machine

He Yungui, Liu Xiaodong, Hu Bing, Song Enming, Li Shimin

(Institute of Laser Technology & Engineering, HUST)

**Abstract:** This paper provides the adither matrix algorithm to carve the poly-gray level image on the laser carving machine. In addition, it introduces some kinds of the TIF image file.

**Key words:** TIF image file laser drawing machine dither matrix

### 一、引言

随着激光技术与计算机技术的结合, 激光刻字机已在商标文字标记、印章、装饰、装璜等行影响就越严重。

为减小环路, 保护电路与主电路之间的连线应尽量短, 并采用绞扭线方式, 如图 3c, 绞扭节距愈小(即绞得越紧), 抗干扰效果越好。

2. 可在导线上套上小磁环, 抑制射频干扰沿导线的传播, 如图 4 所示。这种磁环的阻抗可表示为:

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi \cdot f)^2}$$

由于射频干扰频率  $f$  很高, 因此  $Z$  很大, 而对于低频,  $Z$  则很小, 从而达到抑制高频干扰的目的。

3. 屏蔽。将保护电路有效地屏蔽起来, 也能更好地减小电磁干扰的影响。

### 六、结论

上述保护措施在我们研制的小型 RF 激励 CO<sub>2</sub> 激光器中得到了验证。实验表明: 完善的电路保护是小型射频激光器长期安全工作的保证。而这些保护的稳定性又取决于射频电磁干扰的消除。

### 参考文献

- 1 入江俊昭著. 高频大功率晶体管. 北京: 国防工业出版社, 1976
- 2 叶慧员编著. 开关稳压电源. 北京: 国防工业出版社, 1990
- 3 王又青, 郭振华, 黄松珏. 激光技术, 1994, 18(4): 240
- 4 康华光主编. 电子技术基础. 北京: 高等教育出版社, 1980

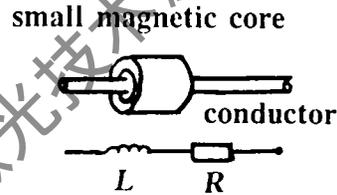


Fig. 4 Eliminating RF interference by small magnetic core