

高重复率固体激光电源中的两个问题

黄茂全 李虹

(山西大学物理系)

提 要

本文讨论了谐振充电式重复率固体激光电源中存在的控制充电电压及防止“连通现象”出现的两个问题,并提出了有效的克服方法。

Two problems about the power supply for high repetition rate solid state lasers

Huang Maoquan Li Hong

(Department of Physics, Shanxi University)

Abstract

Two difficulties that arise in controlling the charging voltage and in preventing the faultily conducting phenomenon in a resonance charging repetition rate solid state laser power supply are discussed and effective methods for suppressing them are proposed.

在重复率基模运转固体激光器使用的重复率可调、充电电压可控的电源中,存在充电电压精度控制及克服“连通现象”出现的问题。

出也就逐渐衰减。重复率愈高,激光输出衰减愈严重,而实现高精度电压控制就愈有必要。

一、充电电压的控制

脉冲激光输出与储能电容电压,虽然不完全是一一对应关系,但实现电压的高精度控制无疑对脉冲激光输出稳定起着重要的保证作用。

实际上,储能电容电压不仅受市电波动的影响,更重要的是由于母电容容量的限制,其电压将随着工作时间逐渐降低。这必然导致储能电容充电电压逐渐降低,激光输

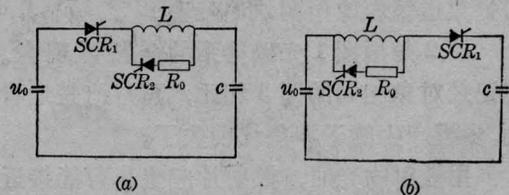


图 1

图 1 中的 (a) 和 (b) 是两个调压网络结构。从结构上看,两者差别仅在 SCR_1 与 L 位置的对调。但这一调换使 (b) 图所示线路较 (a) 所示线路有如下优点:

(A) 调压过程更加简明。 u_c 达预定值,

收稿日期: 1979 年 7 月 5 日。

SCR_2 导通, 电流切换, 反向加压, 双管齐下, 迫使 SCR_1 立即关断, 以实现电压控制。

(B) 泄放电阻 R_0 的选择简单

由 SCR_1 瞬时关断的电流切换条件

$$\frac{u_c - u_0}{R_0} \geq I_1,$$

故

$$R_0 \leq \frac{u_i - u_0}{I_1}$$

实践证明, R_0 不满足上述条件, 只要偏离不太大, SCR_1 仍能关断。 R_0 愈大关断得愈慢, 调压精度愈差。

(C) 调压精度提高

采用图 1(b) 的接法, 阳极电流切换旁路能大大缩短 SCR_1 的关断时间, 有利于提高充电电压精度。我们对两种接法进行了对比实验, 证实了图 1(b) 的接法比(a)的接法充电精度高。

二、防止连通的几个措施

高重复率固体激光电源经常出现的故障是整流电源直接向氙灯放电, 即出现所谓“连通现象”。

连通现象是由可控硅误导通引起的, 但是可控硅的误导通, 并非完全由于干扰脉冲引起。我们在实验中发现更多的“连通现象”是充、放电可控硅, 特别是充电可控硅在高的正向电压上升率 $\frac{du}{dt}$ 作用下的误导通造成的。

因此, 在装配系统的控制线时, 除采用一般的抗干扰措施外, 我们还特别采取了下列措施, 有效地防止了“连通现象”的出现。

(A) 采用特殊的反偏置电路。

一般可控硅元件承受 $\frac{du}{dt}$ 的能力是有限的, 当 $\frac{du}{dt}$ 过大时, 使通过其结部的静电电容的电容电流增加, 正向转折电压降低以致引起器件误导通。为防止这类误导通, 通常可采用如图 2 所示的控制极反向偏置电路。

调节 R_1 、 R_2 的阻值以改变分压比, 可适

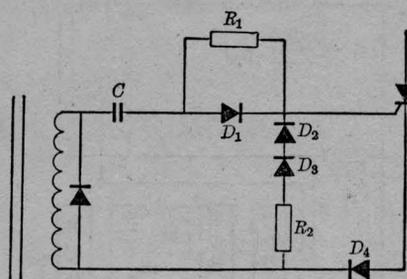


图 2

应不同特性可控硅的要求。这种电路对大型的可控硅也有效。如我们使用 200 安培的可控硅作充电使用, 效果也很好。

(B) 采用交替封锁充、放电可控硅触发电路的抗干扰措施。

充电过程中放电可控硅会被干扰触发, 或者, 放电过程中充电可控硅会被干扰触发。显然, 只要在充电过程中封锁放电可控硅触发器, 而在放电过程中封锁充电可控硅触发器, 那么即使存在干扰也不会发生“连通现象”。

我们在射随和鉴幅器之间增设如图 3 所示的 D-RC 延时电路, 使其鉴幅器在电容放电后延时返回(因通过射随给 C 充电很快, 对鉴幅器前沿影响不大), 从而双稳态也延时返回加长了充电触发器封锁时间。如图中 u_1-t 关系图所示。另一方面鉴幅器翻转到实现电压控制也需要一定的时间, 此间充电还未结束, 放电触发器已解除封锁, 若恰在此时有干扰脉冲作用到放电可控硅上也可能引起连通。应该加长放电触发器封锁时间。为此我们将由充电回路 r_0 上的取样 u_{s2} 变换为延宽的信号 u'_{s2} , 用以封锁放电触发器。对比图 3 u_2-t 和 $u'_{s2}-t$ 关系图, 可以看出延长了放电触发器的封锁时间(阴影所示)。

(C) 快速连通保护开关

尽管采用了各种防止连通的措施, 但还应有一个简单可靠的保护电路, 以防万一。一般常用的继电器保护开关电路, 由于动作不快, 往往不能起到应有保护作用。我们通过

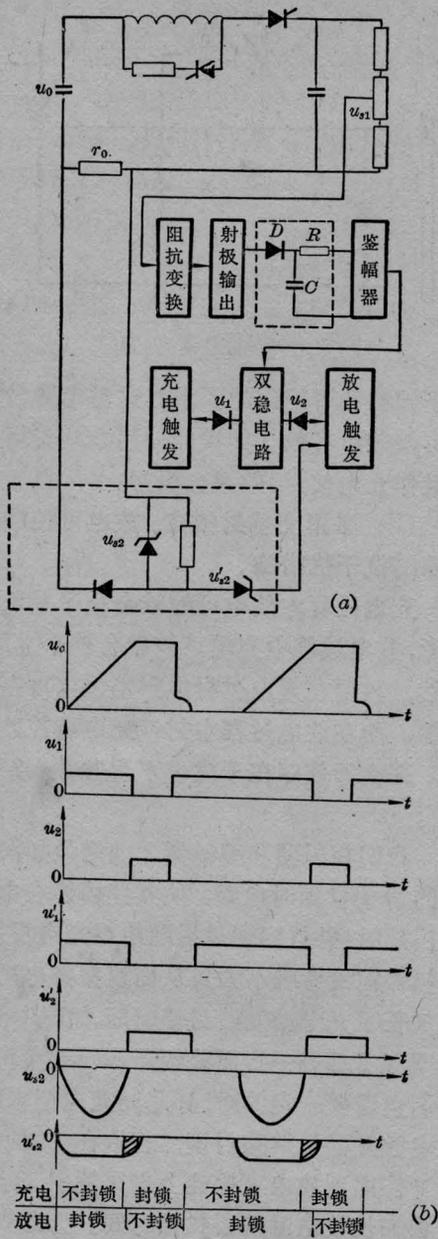


图 3

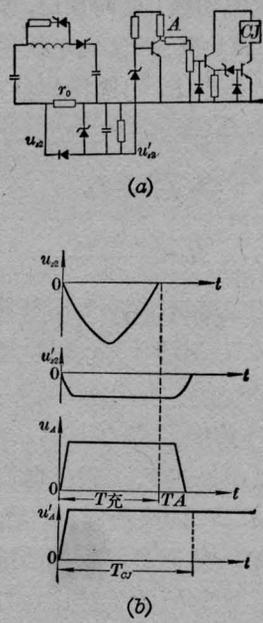


图 4

分析比较储能电容器 C 的充电时间, 继电器动作延迟时间和发生连通时充电时间的变化等关系后, 采用了如图 4 所示的使用继电器的快速保护开关电路。

由充电回路 r_0 上的取样负信号 u_{s2} 经限幅延时为 u'_{s2} , 再经过反相器变换成正的 u_A 去触发继电器电路。正常充电时, u_A 的宽度 $T_A (< 10$ 毫秒) 继电器动作时间 $T_{CJ} (> 10$ 毫秒), 这时尽管继电器线圈有电流通过但不动作。一旦发生连通现象 u_A 延宽, 超过继电器动作时间 T_{CJ} 切断电源保护设备, 这比一般用的继电器保护开关至少提前动作一个正常充电时间 $T_{充}$ 切断电源。