调Q延时与氙灯预燃触发自动化

Abstract: Improvements are described of electro-optic Q-switching and automatic ignition circuits for simmering pulsed xenon lamps of solid state laser power supply. It enables the automatization of these circuits, and results in simple structure, remarkable improvement of performances, reduction of cost and easy operation.

一、简单实用的电光调 Q 电路

图1是我们改进后的自动延时电光调 Q 线路。 该电路具有以下两个特点:

第一,调*Q*电路与电源主回路共用一个高压稳 压电源,节省了一套高压稳压电源。

第二,该电路用单匝线圈代替了通常使用的整 套手动可变延时线路,具有自动延时功能。



在图1的电路中,利用了主回路给储能电容 C充电的同时也给调 Q 电路中的电容 C_4 充电,这样便 节省一套以前专门为调 Q 电路设置的高压稳压电 源。由于我们所使用的主回路给储能电容 C 充电的 精度在 $\pm 1\%$ 左右,它完全能满足调 Q 电路的要求。 另外在主回路的储能电容 C 上的工作电压固定后, 通过电位器 $W 与 B_1$ 的分压,调整 W就能调整 C_4 上的电压,也能使输出电压适合调 Q 晶体的要求。

图1中, 电感线圈 L₅ 与主回路电感线圈 L₄ 紧 耦合, 它完全能代替一般使用的调 Q 延时线路。 当 主回路放电时, 放电电流 I 通过 L₄, 使 L₅ 在 A 点产 生感应电压 U。

$$U = -M \frac{dI}{dt} \tag{1}$$

式中, M 为 L₅ 与 L₄ 的互感系数。

正确地选择 L_5 的输出端使 I 的上升沿在 L_5A 点上所感应出的电压 U 为负值,下降沿 U 为正值, I 的峰值 I_m 处 U 为零。 U 负的部分被 D_2 短路,正 的部分在回路中产生的电流通过 R_3 给 C_3 充电,当 C_3 上的电压超过可控硅 CT 的可触发电压 U_{GT} 与 D_3 的正向压降 V_{D_3} 之和时, CT 导 通, C_4 通过 CT、 L_1 放电, L_2 上产生高压谐振脉冲加给调 Q 晶体,达到 加压调 Q 的目的。由于 CT 的可触发电压 U_{GT} 要求 为正电压,因此,在 I_m 之前 CT 不会被触发,调 Q必 然出现于 I_m 之后。调 Q 延迟时间:

$$T_q = t_{I_m} + t_r$$

(2)

式中, t_{I_m} 为 C 开始放电到 I_m 出现所 需时 间; t_r 为 从 t_{I_m} 到出现调 Q 的时间。 t_{I_m} 由主回路的参数决 定^[1],而 t_r 则还取决于 CT 的 触 发 回 路 的 R_3 、 C_3 、 U_{GT} 、 V_{D_3} 及 L_5 等参数。

它们之间的关系如下:

$$L_{5} \frac{dI_{1}}{dt} + R_{3}I_{1} + \frac{1}{C_{3}} \int_{0}^{t} I_{1}dt = -M \frac{dI}{dt}$$
(3)
$$\frac{1}{C_{3}} \int_{0}^{t_{r}} I_{1}dt = U_{gT} + V_{D_{0}}$$
(4)

式中 I1为 L5、R3、C3 回路的电流。

对方程(3)和(4)进行分析可知: 若电流 I 的波 形及 U_{GT} 、 V_{D_3} 的数值不变,则 R_3 、 C_3 增大, I_1 减 少, t_r 增大; L_5 增大,U增大, I_1 增大, t_r 减少。因 此,我们可以方便地通过改变 R_3 、 C_3 或 L_5 的数值 来选择基本合适的 t_r 。

当电路上元件参数不变,而电容 *O* 上的初始电 压 *V*。变化时,则 *t*,也变化,若 *V*。增大,则 *I* 及其变 化率也增大⁽¹¹⁾,从而 *U* 和 *I*1也增大,结果 *t*,减少;反 之,若 *V*。降低,则 *t*,增大。

图 2(a)、(b)中的曲线 1 是实际测得的放电 电流波形 1,曲线 2 是在 B 点测得的电压波形。图 2(a)对应着 $V_0 = 950$ 伏,图 2(b)对应着 $V_0 = 750$ 伏。

. 49 .



图中迭加在 I 波形上 t_q 处的尖峰是由 L_2 上输出的 调 Q 高压脉冲对示波器探头的感应所引起的。因而 t_q 处所对应的延迟时间 T_q 即是调 Q 电路的延迟时 间。从图可见, B 点的电压波形是在电流 I 波形的 峰值 I_m 之后上升的, t_q 对应于电压波形的上升沿, 而且, 图 2(a)的 t_q 位置较图 2(b)的靠近电流波形 的峰值。 t_q 位置随 V_0 变化的这一特性有一个优点, 即当 V_0 变化时, 氙灯输出光强 J 也发生变化,从而 激光棒的输入光能: $E = \int_0^{t_q} J(t) dt$ 发生变化,本线 路能自动地使 J 增大时, T_q 减少;反之, J 减少时, T_q 增大。所以,从放电开始到 T_q 的时间里,输入光 能的变动较少,即有一定自动补偿作用,这对激光器 的输出稳定性是有利的。

电路主要元件的作用及选择:

谐振变压器 T:用 MXO-2000,GU-30 罐形磁芯,L₁为4~6匝,变压比为1:15。用 ϕ 0.07×7的 耐高压软线直接绕制。

C4的选取范围: 2200~8200 微微法。

当 $C_4L_1 = C'L_2$ 时,变压器 T 具有最好的能量传输, C' 为变压器 T 次级和晶体的等效电容之和。

可控硅可用普通的 3CT5A,电压根据实际情况 而定,一般选在转折电压附近使用,这时可控硅具有 较快的导通速度。选择 <u>dI</u> 较快的管子可以使输出 调 Q 电脉冲前沿具有较快的上升率。实际上,大部 分的 3CT5A 都可以基本满足要求。 D₁ 的作用是阻 止主回路放电时 C₄ 上的电压下降, R₂ 起限流作用, 把电流限制在可控硅 CT 的维持电流以下,使 CT 不 致长期导通。

二、脉冲氙灯的自动触发预燃

预燃使用的脉冲氙灯具有较长的寿命,通常预 燃触发脉冲都是在控制台上通过按扭接通触发线路 而发出的。这给某些使用带来很多不便。特别是在水 下应用中,控制台在水上,激光器在水下,距离较远, 必须经过长电缆的连接。为了解决这个问题,我们 设计了一个简单实用的自动触发预燃线路(图 3)。



该电路利用氙灯两端预燃前后电压降有很大差 异的特点,把触发线路并接于氙灯两端,当氙灯未预 燃时, 氙灯两端处于高电压, 合理地选择并接于氙灯 两端的电阻 R_1 与 W 的数值, 使 E 点的电压 V_B 稍 大于单结晶体管 BT33C 的峰值电压 Up, 这时,单结 晶体管 BT33C 有脉冲输出,可控硅 CT 被触发导通, C1 通过 CT、L1 放电, L2 上的 A 点输出高压触发脉 冲使氙灯触发预燃。 氙灯预燃以后, 两端的电压大 大下降。对于 φ7×70 的氙灯, 当预燃电流为 40 毫 安时, 两端的电压大约为150 伏。 它远低于预燃前 氙灯两端的电压(预燃前氙灯两端的电压依所选 择的工作电压而定,一般约在 600~1000 伏之间)。 这时, E 点的电压低于 UP, 单结晶体管 BT33C 无 脉冲输出, 触发线路也就无高压脉冲输出。而当某 种原因使氙灯熄灭时,氙灯两端又处于高电压,触发 线路重新产生触发脉冲,使氙灯恢复正常的预燃状 态。

图 3 中元件参数的选择:高压变压器 T 采用 MXO-2000, GU-42 罐形磁芯。L₁为15 匝,变压比 为1:15~20,采用 ϕ 0.07×7,外径为 ϕ 0.5 的 耐高 压软线直接绕制。C₁的大小选在0.022~0.1 微法

· 50 ·

之间,当 $L_1C_1 = L_2C'$ 时触发变压器 T 具有最大的触发能量输出。C'为变压器 T 副边以后部分的等效电容。 C_1 要选取合适,太大容易烧掉可控硅 CT,太小触发能量不足。可控硅要选用 $\frac{dI}{dt}$ 较快的管子, R_2 为限流电阻,它把电流限制到小于可控硅 CT的维持电流,保证可控硅不长期导通。

该线路也可以用来触发其它--些尺寸的氙 灯。 柯天存、谭向明、胡创钟等同志参加了本项工 作,并提了许多宝贵意见,在此表示感谢。

参考 文 献

 [1] R. H. Dishington et al.; Appl. Opt., 1974, 13, 2300.

> (中国科学院南海海洋研究所 黄成国 1981年1月19日收稿)

测定 CO₂ 激光器偏振特性的简易方法

Abstract: A simple and useful method for determining polarized performance of CO_2 laser is described. It is convenient to use this method to determine both polarizability and direction of polarized plane of laser light simultaneously. Experimental apparatus, operational procedure and experimental results have been presented.

在激光光谱、调制等研究领域内,常常要采用线 偏振的激光器,有时还要求光场偏振方向同外加电 场或磁场方向成某种角度(例如平行或垂直),这就 需要测定激光器输出激光的偏振取向及偏振度。在 可见光波段,通常采用旋转尼科尔棱镜的方法,而在 红外波段,便没有类似的棱镜可采用。本文介绍一 种简便方法,使被测的 CO₂ 激光通过一个可绕光轴 旋转的布鲁斯特窗,测定布氏窗在不同转角下的激 光反射及透射强度,即可确定 CO₂ 激光的偏振面及 偏振度。这种方法也适用于其他波段的激光器。

一、测量原理

当光线经过平行平板时,反射及透射的光束如 图1所示。图中 E²₆、E²₁、E²分别表示入射光、反射 光和透射光的强度。为了下面讨论方便,忽略了高 次反射和透射,以及介质的吸收。

将每束光分别看作振动方向平行于入射面的 p 分量和垂直于入射面的 s 分量的合成,则反射和透 射光强分别为:



图 1 光线经过平行平板时的反射及透射

$E_1^2 = E_{11}^2 + E_{12}^2 = E_{0p}^2 R$	$t_p(1+t_p^2)$
$+E_{0s}^2R_s(1+t_s^2)$	(1)
$E_2^2 = E_{0p}^2 t_p^2 + E_0^2$	$t_{s}^{2}t_{s}^{2}$ (2)

式中R和t分别表示反射率和透射率。

我们取 NaCl 晶体作布氏窗的 材料,则有 n=1.4947,而 $n_0=1$, $\theta_0=\theta_{n_0}=56.2^\circ$, $\theta_1=33.8^\circ$,代入 菲涅尔公式,可求得入射光经过布氏 窗后的反射 率和透射率分别为: $R_g\approx0$; $R_s=0.143$; $t_g\approx1$; $t_s=$ 0.857。

我们假定入射光的主要振动分量是p分量,当 p分量振动平面与布氏窗入射面平行时,夹角 a=0, 那末(1)、(2)式可改写成:

$$E_1^2(0) = E_{0s}^2 \cdot R_s(1+t_s^2) \tag{3}$$

$$E_2^2(0) = E_{0p}^2 + E_{0s}^2 t_s^2 \tag{4}$$

若我们把布氏窗绕光轴旋转 $\frac{\pi}{2}$,此时角标p和 s应该互换,即得到:

$$E_1^2\left(\frac{\pi}{2}\right) = E_{0p}^2 \cdot R_p \cdot (1+t_p^2) \tag{5}$$

$$E_2^2\left(\frac{\pi}{2}\right) = E_{0p}^2 \cdot t_p^2 + E_{0s}^2 \cdot t_s^2 \tag{6}$$

要注意 E_{op}^{2} 在(4)式中代表平行于布氏窗入射面的 振动分量的强度,而在(5)、(6)式中代表垂直于布氏 窗入射面的振动分量的强度, E_{ot}^{2} 恰好相反。并且 (5)、(6)式中的 R_{g} 、 t_{g} 、 R_{e} 、 t_{e} 依次分别与(3)、(4)式 中的 R_{e} 、 t_{e} 、 R_{g} 、 t_{g} 等值。这样,根据(3)、(5)式得到;

. 51 .