

3544  
王世康  
张悦琳

860910  
王世康  
张悦琳

科学札记  
860912  
860912

# 可控硅调压激光器电源的新型同步触发电路

王仕康 薛彬

(天津大学热能所燃烧空气动力学研究室)

## A laser power supply with newly designed thyristor 3-phase rectifier

Wang Shikang, Xue Bin

(Tianjin University, Tianjin)

**Abstract:** A newly designed thyristor full wave rectifier is introduced here. Differing from the traditional synchronizing and triggering mode, the rectifier adopts the opto-electric coupler as isolator and the counter-EPROM set as pulse allotter. Though both the analogue and digital mode are involved in the processing of signal transmission, the main process which included the series-phase-shifting and the parallel-triggering is formed by the digital circuit. So apart from the merits of simplicity and reliability, the outstanding advantage is the high anti-disturbance ability. It can be the first choice as laser power supply.

本文介绍一种新的三相全控桥调压电源同步触发方案。在这一新模式中,用光电隔离器代替传统的三相同步变压器,使同步方式发生了根本变化。光电隔离器输出的信号经整形后以数字信号的方式进行串行移相。数字串行移相使得各相之间的移相误差为零,并大大提高了抗干扰能力,减少了元件,提高了可靠性。在串行移相电路中可以十分方便地引入压控移相电路,以构成闭环控制。另外,本电路采用计数器——EPROM 组成的分配器利用地址扫描方式将移相后的触发信号分别送给六个可控硅。图

1 为方框图。

### 一、工作原理

图 2 示出了三相电压波形及三相全波整流输出

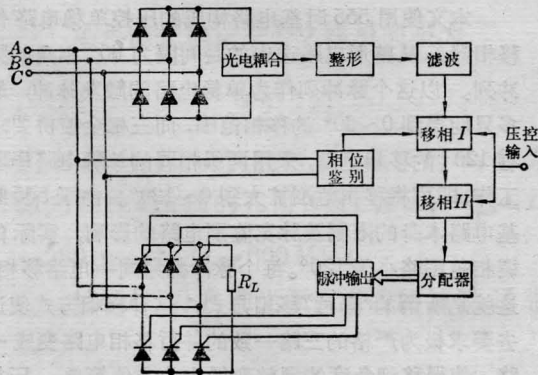


图 1

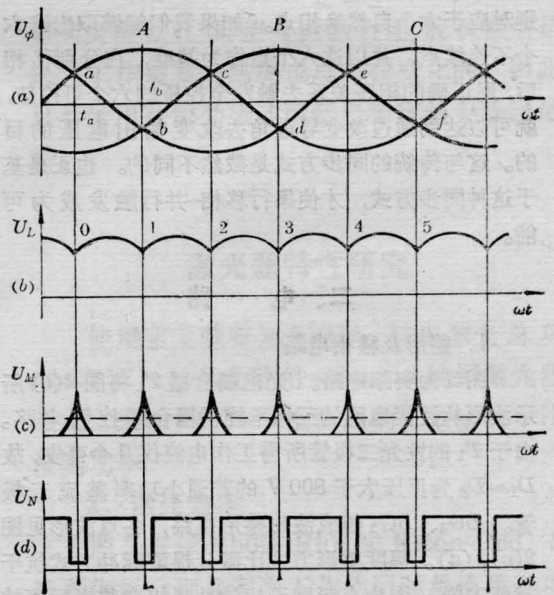


图 2

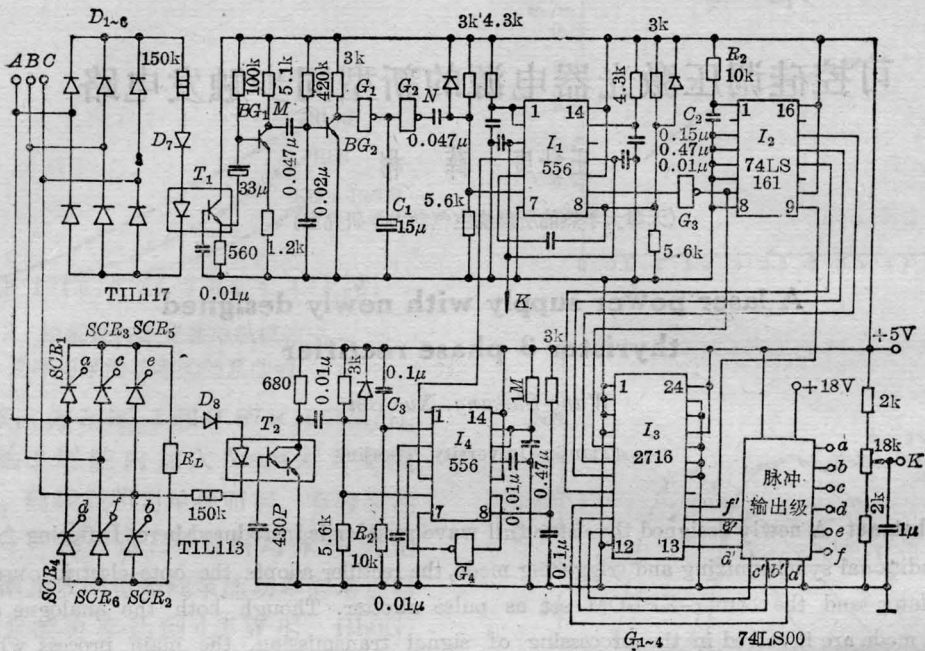


图 3

电压波形(b)。图中设相序为  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ 。由三相全波整流原理可知, 在一个周期内共有六个自然换相点(图 2(a)中  $a, b, c, d, e, f$ )。这六个自然换相点即为三相全控桥电路中的移相参考点(移相角为零); 另一方面, 三相不控全波整流电路的输出电压在一个周期内包含六个不连续点(图 2(b)中的 0, 1, 2, 3, 4, 5)。分析表明, 这六个不连续点恰好分别对应于六个自然换相点。如果我们能够取出这六个不连续点, 并以这六个点作为基准, 在分别移相后, 用正确的相序关系去触发全控桥的六个可控硅, 就可以达到通过改变导通角去改变输出电压的目的。这与传统的同步方式是截然不同的。也正是基于这种同步方式, 才使串行移相-并行触发成为可能。

## 二、电 路

### 1. 整形及移相电路

图 3 为实际电路。光电耦合器  $T_1$  将图 2(b) 所示波形从连接电网的三相不控桥耦合到控制电路。由于  $T_1$  的发光二极管所需工作电流仅几个毫安, 故  $D_1 \sim D_8$  为反压大于 800 V 的普通小功率整流二极管。 $BG_1, BG_2$  组成波形整形电路, 各点波形见图 2(c), (d)。幅度整形方式比微分提取脉冲方式抗干扰能力强。因为小幅度干扰脉冲经幅度整形后可被抑制掉, 而经微分后往往被放大。干扰脉冲主要来自

自本身及联接在同一电网上的可控硅调压装置和电网引入的空间强电磁辐射。接在光电耦合器输出管基极上的小电容可以滤除一部分干扰信号, 但较强的干扰脉冲仍能通过整形电路, 并以窄脉冲的形式出现在整形电路输出端上。与非门  $G_1$  后的电容  $C_1$  起着主要的吸收干扰脉冲的作用。由于图 2(d) 波形下降沿位于自然换相点的前面, 故以下降沿(门  $G_1$  输出为上升沿)为起点进行大时间常数积分不会造成相位损失。这样  $C_1$  可以选得大些, 从而有效地滤除宽度远小于正常同步脉冲的干扰脉冲。在电路中还可以插入其它形式的脉宽检波电路。笔者通过实验发现大电容滤波是几种方案中应用元件较少和工作较可靠的一种。

本文使用 555 时基电路构成的压控单稳电路作移相器。从整形电路送出的是间隔为  $60^\circ$  相角的脉冲列。以这个脉冲列作为单稳电路的触发脉冲, 最多只能得到  $0 \sim 60^\circ$  的移相范围, 而三相全控桥要求有  $120^\circ$  的移相范围, 采用两级相同的单稳电路串联工作, 即可将移相范围扩大到  $0 \sim 120^\circ$ 。由于 555 时基电路本身的限制及脉宽鉴别电路的影响, 实际的调相范围略小于  $120^\circ$ 。每个脉冲都经同一电路移相, 这就是所谓的“串行”移相方式。这种移相方式使过去要求极为严格的三路一致的并行移相电路变成一路, 使得移相角度的调整变得十分方便简单。压控移相为闭环电压或电流控制提供了必要条件。另

外,各个脉冲相对换相点的移相量完全相同,使各相间的移相误差减到最小。即使在三相电压严重不平衡的情况下,除电压调整范围变小外,电路仍能可靠工作。这对传统同步和移相方式来说是难以做到的。图3中  $I_1$  左右两个555时基电路分别构成移相器的第一、二级。关于555单稳电路的压控原理请参考文献[1]。

## 2. 脉冲分配及脉冲输出电路

要使一系列以同一相角移相的脉冲正确地去触发相应的可控硅,必须通过脉冲分配电路。本文用作地址发生器的计数器和作为译码器的 EPROM (可擦抹、可编程只读存储器)共同组成脉冲分配器。虽然 EPROM 的利用率较低(7条数据线,16字节),但仍比用其它方式构成的分配器经济、可靠、方便。经移相的脉冲列送入计数器  $I_2$  的计数端,计数器的输出接 EPROM ( $I_3$ )的地址线。由于一个周期仅六个状态,故三位地址线就够了。若取 EPROM 的低三位地址线分别对应计数器的三个输出线,则 EPROM 的基本编码可见表1。其中数据线  $D_0 \sim D_5$  分别通过独立的脉冲输出器接  $SCR_1 \sim SCR_6$ ,  $D_6$  接计数器的平行输入允许端。平行输入端全部接地,这样当计数器计到第七个脉冲时自动回到(0000)态,开始下一个周期。编码表中每一状态有两根数据线上的数据为“1”,这是在移相角大于  $60^\circ$  时仍能使电路正常触发所要求的。传统的同步方案中往往为这个所谓“双脉冲”的取得而头痛,现在利用编码十分方便地解决了这个问题。关于双脉冲触发问题,请参考有关文献,这里不详述。

EPROM 数据线上的状态经缓冲器送入一微分电路。该电路将状态从0变到1形成的上升沿取出,作为送入可控硅的触发信号,从1变到0的下降

表1 基本编码表

作用	空位	复位	可控硅编号							H
			6	5	4	3	2	1		
地址	数据									
$A_2A_1A_0$	$D_7$	$D_6$	$D_5$	$D_4$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$		
→0000	1	1	1	0	0	0	0	1	E1	
0001	1	1	0	0	0	0	1	1	C3	
010	1	1	0	0	0	1	1	0	C6	
011	1	1	0	0	1	1	0	0	CC	
100	1	1	0	1	1	0	0	0	D8	
101	1	0	1	1	0	0	0	0	B0	

表2 实际编码表

作用	空位	复位	可控硅编号							H
			6	5	4	3	2	1		
地址	数据									
$A_3A_2A_1A_0$	$D_7$	$D_6$	$D_5$	$D_4$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$		
→0000	1	1	0	0	0	0	0	0	C0	
1000	1	1	1	0	0	0	0	1	E1	
0001	1	1	0	0	0	0	0	0	C0	
1001	1	1	0	0	0	0	1	1	C3	
0010	1	1	0	0	0	0	0	0	C0	
1010	1	1	0	0	0	1	1	0	C6	
0011	1	1	0	0	0	0	0	0	C0	
1011	1	1	0	0	1	1	0	0	CC	
0100	1	1	0	0	0	0	0	0	C0	
1100	1	1	0	1	1	0	0	0	D8	
0101	1	0	0	0	0	0	0	0	80	
1101	1	0	1	1	0	0	0	0	B0	

沿无效。由于计数器的锁存功能, EPROM 数据线上的状态在下一个脉冲到来之前维持不变。又由于只有上升沿这个动态信号才是有效的触发信号,故同一数据线上相邻的两个“1”状态将被误认为一个“1”状态。如  $D_2$  线上(0001)→(0010)→(0011), 虽应输出两个脉冲,但因只有一个上升沿(0001)→(0010), 故丢失了一个有效脉冲。为恢复丢失的脉冲,需在两状态间加入一个零状态。这个零状态的设置是由第4条地址线  $A_3$  实现的。 $A_3$  按下列原则编码:为“1”时,数据线上出现表1所示基本状态,为“0”时,  $D_0 \sim D_6$  全部为0( $D_6$ 按表1不变)。将计数脉冲输入到  $A_3$ , 就恰好可以满足插入零状态的时序要求。实际的编码见表2。

## 3. 相位鉴别电路

表1的编码内容是根据三相全控桥调压原理作出的。在一个周期内,各个桥臂上的可控硅必须在它承受正向电压时才能被触发,故触发脉冲必须严格符合相序关系。表1所示 EPROM 地址线与六个可控硅的对应关系是以  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$  相序和图3所示接线方式为基础的。当我们假设地址(或计数器输出状态)从(101)→(000)时的脉冲是图2(a)中  $\alpha$  点移相后得到的,分析各个桥臂上可控硅的偏置状态即可作出表1的编码。例如,从图2(a)中  $\alpha$



点向后的  $120^\circ$  相角中,  $SCR_1$  和  $SCR_6$  始终正向偏置, 故要给  $D_0$  和  $D_5$  设置“1”状态, 以便在从  $\alpha$  点为基准向后的  $\alpha$  角 ( $0 < \alpha < 120^\circ$ ) 处获得上升沿, 使  $SCR_1$  和  $SCR_6$  导通。同理, 在以  $e$  点为基准向后的  $120^\circ$  内,  $SCR_4$  和  $SCR_5$  始终正偏, 故要在第五个计数状态 (100) 的数据线  $D_3$ 、 $D_4$  上设置“1”。其余类推。

从上面的分析可知, EPROM 数据线与六个可控硅的关系和相序与各个可控硅在电路中的位置关系必须以表 1 和图 3 为准, 相互吻合。这可以通过正确的电路联接实现。而前述关于“从(101)→(000)的脉冲是由  $\alpha$  点移相后得到的”的假设则不能简单地满足。我们可以人为地将计数器开机置 0 (图 3 中  $R_1$ 、 $C_2$  组成开机置零电路), 即开机时地址固定在 (000) 状态。但三相电网接通的时机是随机的, 如果电网接通不是出现在  $t_a t_b$  之间 (因 (000) 为静止状态, 只能从以  $b$  为基准的状态变化获取第一个上升沿), 将使触发脉冲与可控硅偏置状态失去对应关系, 使开机失败。为此, 应采用相位鉴别电路, 如果我们使计数器在开机后处于静止状态, 即不输入计数脉冲或置计数器为“保持”, 随着时间的推移, 电网的相位关系不断变化, 当正确的相位关系满足时再使计数器进入正常计数状态, 即可顺利开机。因计数器初始状态为 (000), 所以第一个脉冲应是对应  $b$  点的脉冲。从图 2(a) 看到, 只要在  $t_a$  到  $t_b$  之间使计数器进入正常工作状态, 即可达到上述目的。本文

用  $I_4$  的两只 555 时基电路组成相位鉴别器。左边的 555 接成触发器, 开机使其置“0” (由  $R_2$ 、 $C_3$  接成的 RC 网络实现), 下降沿置“1”端接在另一个光电耦合器的输出端。启动脉冲是由  $A-C$  相在  $\alpha$  点过零时产生的。为使脉冲陡峭, 采用了达林顿输出级的 TIL113 光电耦合器。因触发器的输出接在第一级移相器的强迫复位端, 故开机时移相器被封锁, 没有脉冲送到计数器。 $\alpha$  点到来后触发器翻转, 使移相器开始输出脉冲。为使开机瞬间电路各部分的紊乱状态不影响相位鉴别电路工作, 由右半边的 555 接成的单稳电路将触发器封锁一段时间, 经约半秒钟后再令其进入接受脉冲状态。实验表明, 这一延时电路的接入是十分必要的。

本电路可以输出平均电压  $10 \sim 500 \text{ V}$  直流脉冲电压, 经滤波后能可靠地作为连续或脉冲气体和固体激光器的电源。“调压”可按图 3 接成手动方式, 也可在  $K$  端引入反馈电压 ( $0 \sim 5 \text{ V}$ ) 接成自动方式。根据反馈的种类 (电流或电压) 可方便地制成稳流或稳压闭环控制电源。关于这一点可参考有关文献。

### 参 考 文 献

- [1] 宋屹庭等;《电子科学技术》, 1986, No. 4.

(1986年9月10日收稿)

3470  
王祖康  
丁至哲

860625  
华东师大物理系  
电子研究所

44号北  
860626  
860709

## 甲烷受激喇曼散射的实验研究

崔益本 沈德立 赵震声 潘忠汉 胡雪金 刘颂豪

(中国科学院安徽光机所)

## Study on stimulated Raman scattering of $\text{CH}_4$

Cui Yiben, Shen Deli, Zhao Zhensheng, Pan Zhonghan, Hu Xuejin, Liu Songhao

(Anhui Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica, Hefei)

**Abstract** Experimental results on the SRS of  $\text{CH}_4$  pumped by  $0.532 \mu\text{m}$  laser are reported. The pulse width of the first-order Stokes light is 1/2 shorter than that of the pumping one.

关于  $\text{CH}_4$ -SRS 研究, 文献 [1] 用 Nd:YAG 激

光及其谐波、可调谐染料激光器为泵浦源作了较系