

# 频率合成的声光调制电源

潘颖飞

(中国科学院上海光机所)

**提要:** 叙述了声光锁模组件的主要构件, 激励源——声光调制电源的组成。介绍了高速中规模集成数字频率合成器、晶体管高频大功率放大器的设计。

## Power supply for acousto-optic modulation of frequency mixers

Pan Yinfei

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

**Abstract:** The main components of an acousto-optic mode-locked device and the excitation source, i, e, power supply for acousto-optic modulation are described. The high-speed digital frequency mixer made of medium-scale integrated circuits and the design of a high power transistor amplifier are also presented.

声光锁模组件是由声光调制器及其激励源——声光调制电源组成。声光锁模组件具有插入损耗小, 调制度深, 频率稳定性好, 激励功率小等优点。广泛应用激光技术、全息照相等领域内。声光锁模组件的稳定性取决于声光调制电源。

声光调制电源的组成如图 1。

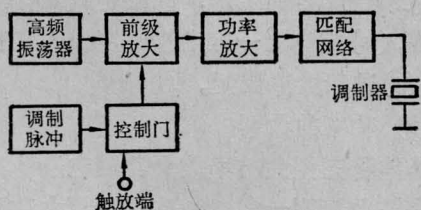


图 1

调制脉冲大多用于调 Q 激光器。控制门的作用是在有外触发来到之时加调制, 使电源输出为方波调制的高频波, 不加外触发时, 输出波为等幅载波。致于频率多少, 何时加

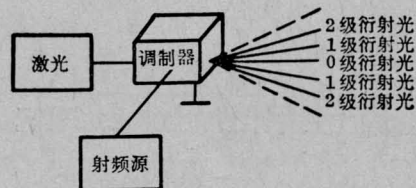


图 2

调制, 视使用者决定。

声光锁模组件的工作过程是激励源的频率与调制器的固有频率发生共振, 使输入光产生衍射, 如图 2。

## 高频振荡器

高频振荡器产生一标准频率, 它的稳定性决定了声光锁模组件的稳定性。频率有两种方法产生: (1)用频率为 5 兆赫、稳定度为

收稿日期: 1983 年 10 月 24 日。

$10^{-8}$ /日晶体振荡器,通过倍频获得所要求的工作频率;(2)用频率为1兆赫、稳定度为 $10^{-8}$ /日的晶体振荡器,通过频率合成技术获得在一定高频频段内按 $4f$ 步进变化的频率。

声光锁模组件中调制器的固有谐振频率往往很难达到所要求的准确频率,它有一个 $4f'$ 的误差,这种调制器同具有高稳定度晶体振荡器的频率是很难匹配得好的。解决的方法是使调制电源的频率既要稳定,又要能满足 $f=f_0+4f'$ 。显然使用频率合成器是一种很好的方法。

频率合成器大致有三种。(1)直接式(加法式),(2)锁相式,(3)数字式。前二种线路复杂,体积大,调试困难。数字式频率合成器的特点是线路简单,调试方便,成本低廉,维修方便,但动态范围较小。而应用在声光锁模组件中的频率合成器的频率范围是在几兆赫之内,所以数字式频率合成器很适宜用作主被动锁模激光器的频率源。

我们研制的数字频率合成器主要技术指标是,频率22~28兆赫,46~54兆赫,稳定度 $1 \times 10^{-8}$ /日,步进频率 $4f=10$ 千赫,其方框图如图3。

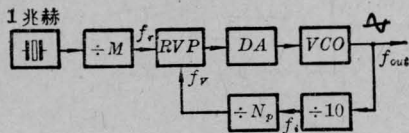


图 3

高频振荡器的振荡频率为1兆赫,稳定度 $10^{-8}$ /日,其频率稳定度决定了声光锁模组件稳定性。振荡频率通过整形送入分频器。 $\div M$ 是三级分频,输出频率 $f_r=1$ 千赫的方波,该频率送入鉴频/鉴相输入端 $f_r$ 。RVP是T4044鉴频/鉴相器,对输入信号 $f_r$ 、 $f_r$ 进行鉴相,积分输出一直流电压,输出电压变化范围是0.8~4.8伏。DA的作用是滤除脉动成份,并对直流电压进行放大,放大倍数 $K=2$ ,放大器输出电压 $U_{out}=1.6\sim 9.6$ 伏,

此电压作为变容二极管的压控电压。VCO为压控振荡器,在直流电压控制下输出一定范围的频率,采用元件ECL/1648。这里变容二极管要求选用Q值较高的,调试时发现不振可检查AGC端(5号脚)的电阻是否过小,一般要求大于1千欧(产品见参考文献[4])。E1648负载能力较差,后面接放大器时需加射极跟随器。 $\div 10$ 电路用ECL/E12012,其作用有三个:(1)把正弦波输入变成方波输出,(2)将输入频率变成适合于TTL电路使用的频率(用TTL电路主要是降低成本),(3)进行ECL/TTL电平变换。E12012要求输入波形大于0.8伏,低于0.8伏则会引起输出波形不是方波,后沿变差。 $\div N$ 电路是根据预置数进行分频,一般多级级联分频电路的分频系数是相乘的,因此无法与8-4-2-1拔盘配合直读,且分频数也为跳跃式。为了使分频数连续,且能与拔盘数直读,因而设计了由T210、ST046、J154 TTL集成电路组成的分频器。

## 高频功率放大器

高频功率放大器包括图1中的三部分:(1)前置放大器,(2)功率放大器,(3)匹配网络。

### (1) 前置放大器

前置放大器的作用:(a)防止功率放大器影响频率合成器的工作,故第一级工作在缓冲状态,(b)能输出一定电压幅度送入功率放大器,(c)进行脉冲调制。

### (2) 功率放大器

晶体管高频大功率放大器跟电子管高频大功率放大器不一样,晶体管高频大功率放大器输出级的最佳负载电阻值很小,采用并联谐振回路进行匹配,往往得不到令人满意的结果。在大功率放大电路中,从效率角度出发,大多数采用乙类或丙类工作。在丙类放大时,由于在输出中包含相当多的谐波成

表 1

项 目	型 号		
	2G711	2G721	2G722
	参 数		
$P_{CM}$ (瓦)	500 毫瓦	10	17
$P_0$ (瓦)	—	5	10
$I_{CM}$ (安培)	50 毫安	1	2
$C_{ob}$ (微微法)	$\leq 5$	$\leq 11$	$\leq 20$
$f_T$ (兆赫)	750	200~400	200~400
$V_{ces}$ (伏)	0.5	1	1
$V_{bb'}$ (欧姆)	15	5	4

分,为把这些谐波抑制到所要求的程度,输出电路宜选用带通滤波型或低通滤波型耦合电路。

另一方面,晶体管高频功率放大器中,因要求输出匹配网络要有一定的传输效率,回路的  $Q$  值不能选得太高,常选  $Q_L \leq 10$ 。当工作频率较高又要求传输效率高时,  $Q_L$  值甚至可选 2~4。

这里以设计步骤来介绍晶体管高频功率放大器的组成,其框图分三级,如图 4。

使用晶体管各参数如表 1。

#### 第一级输入回路的计算

匹配网络的组成如图 5 所示。  $R_1$ 、  $R_2$  是电路要求的输入阻抗和输出阻抗。晶体管的

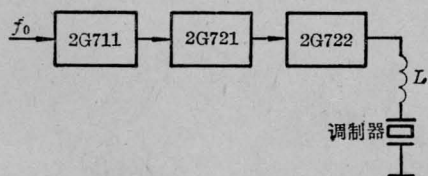


图 4

输出阻抗按公式(1)计算,计算值  $R_0$  要比实际数值大,因为这里没有考虑效率,但不影响后面参数计算。



图 5

$$R_0 = \frac{(E_c - V_{ces})^2}{2P_0} \quad (1)$$

匹配网络大致分三类:输入匹配网络、级间匹配网络和输出匹配网络。

#### 输入匹配网络的计算

(以下计算时,中心频率  $f = 50$  兆赫)。

已知  $R_1 = 50$  欧姆(输入阻抗),

$R_2 = 2r_{bb'} = 30$  欧姆,

因为  $R_1 > R_2$ , 所以选如图 6 所示网络。

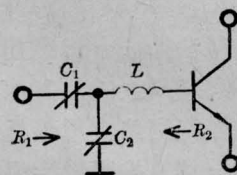


图 6

设定  $Q = 4$ , 计算得:  $x_L = 120$  欧姆,  $L = 0.38$  微亨;  $x_{C_1} = 150$  欧姆,  $C_1 = 21$  微微法;  $x_{C_2} = 32$  欧姆,  $C_2 = 100$  微微法。

#### 第一级、第二级级间耦合的计算

设定  $Q = 5$ ,  $E_c = 24$  伏,  $P_0 = 0.4$  瓦。

选晶体管 2G711, 得知  $R_1 = R_0 = 690$  欧

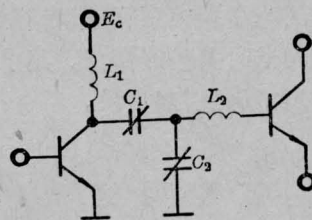


图 7

姆,  $R_2 = 2r_{bb'} = 10$  欧姆,  $C_0 = 2C_{ob} = 10$  微微法,  $x_{C_0} = 320$  欧姆。因为  $Qx_{C_0} > R_1 > R_2$ , 选图 7 所示的级间匹配网络。计算得  $x_{L_1} = 138$  欧姆,  $L_1 = 0.43$  微亨;  $x_{L_2} = 25.6$  欧姆,  $L_2 = 0.08$  微亨;  $x_{C_1} = 213$  欧姆,  $C_1 = 15$  微微法;  $x_{C_2} = 29$  欧姆,  $C_2 = 110$  微微法。

#### 第二级、第三级的级间耦合计算

设定  $Q = 3$ ,  $E_c = 24$  伏,  $P_0 = 3$  瓦。晶体管选 2G721, 得知  $R_1 = 88$  欧姆,  $R_2 = 8$  欧姆,  $C_0 = 22$  微微法,  $x_{C_0} = 144$  欧姆。级间匹配网络选图 7。计算得:  $x_{L_1} = 29$  欧姆,  $L_1 = 0.1$  微

亨;  $x_{L_2}=8.7$  欧姆,  $L_2=0.03$  微亨;  $x_{C_1}=26$  欧姆,  $C_1=122$  微微法;  $x_{C_2}=12$  欧姆,  $C_2=265$  微微法。

#### 末级功放计算

设定  $Q=2$ ,  $E_c=24$  伏,  $P_0=8$  瓦。

选晶体管 2G722, 得知  $R_1=33$  欧姆,  $R_2=50$  欧姆(设计电路要求的输出阻抗),  $C_0=40$  微微法,  $x_{C_0}=80$  欧姆。因为  $R_1 < R_2$ , 选用图 8 所示的输出匹配网络。计算得:  $x_{C_1}=66$  欧姆,  $C_1=48$  微微法;  $x_{C_2}=53.2$  欧姆,  $C_2=60$  微微法;  $x_{L_1}=36$  欧姆,  $L_1=0.11$  微亨;  $x_{L_2}=97$  欧姆,  $L_2=0.3$  微亨。

上述仅是匹配网络应用于晶体管高频功率放大器中的一例。按照设计组成的功率放大器, 输出阻抗 50 欧姆, 功率达 3 瓦。因高

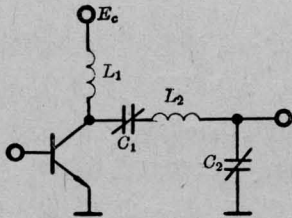


图 8

频电路安装时有引线电感、分布电容的存在, 上述数据在调试时要略加修正。其中更应注意布局要合理, 以免引起自激。

## 匹配网络

声光锁模组件的匹配决定于调制器的电

容、频率参数。电容要求容量在 20~70 微微法之间, 如果调制器电容过大, 可把调制器分段串联。另外在匹配时可加电感, 使其与调制器电容发生谐振, 以提高调制的衍射效率。

调制器最好与末级高频功率放大器装在一起, 也可以用电缆连接。用电缆连接时可照图 9 方法连接, 从通过功率计上看出, 要求



图 9

输入功率表指示最大, 输出功率指示越小越好。

## 参 考 文 献

- [1] 入江俊昭, 藤江明维, 山根博基著, “高频大功率晶体管”, 国防工业出版社, 1976. 5.
- [2] 清华大学通讯教研组; “高频电路”, 人民邮电出版社出版, 1979. 2.
- [3] 卡甘诺夫著; “晶体管无线电发射机”。
- [4] 中国电子器件工业总公司八七一厂; “EOL-集成电路数据手册”, 八七一技术科, 1981.