

《海燕》船用导航雷达

技术使用说明书

中华人民共和国

《海燕》船用导航雷达

技术使用说明书

中华人民共和国

目 录

第一部分 技 术 说 明

第一章 主要技术指标

一、概述.....	1
二、主要技术指标.....	2

第二章 各 分 机 简 述

一、天线装置及波导系统.....	4
(一)裂缝波导喇叭天线.....	4
(二)旋转关节.....	4
(三)波导系统.....	4
二、收发机.....	5
(一)概述.....	5
(二)磁调制器.....	6
(三)触发脉冲形成电路.....	7
(四)延迟电路.....	9
(五)收发开关及本振混频系统.....	10
(六)前置中频放大器.....	10
(七)主中频放大器.....	12
(八)电源.....	14
(九)收发机的结构.....	14
三、显示器.....	14
(一)概述.....	14
(二)定时脉冲产生及扫描电路.....	16
(三)固定距标电路.....	20
(四)活动距标电路.....	22
(五)视放电路.....	24
(六)指示管供电、中心偏移电路及低压电源.....	28
(七)同步及传动系统.....	30
(八)显示器的结构.....	32

第二部分 使用说明

第三章 雷达的安装

雷达的安装.....	33
------------	----

第四章 雷达的操作

一、各开关和旋钮的作用.....	35
二、开机程序.....	36
三、关机程序.....	36

第五章 雷达的调整

一、电压的调整.....	37
二、船首标志的调整.....	37
三、同步的调整.....	37
四、限幅电平的调整.....	38
五、扫描线的调整.....	38
六、活动距标精度的调整.....	39
七、聚焦的调整.....	39
八、扫描线中心位置的调整.....	39
九、磁控管电流的调整.....	39
十、接收机的调谐.....	39
十一、延时线的调整.....	40

第六章 若干常见故障及其产生原因

一、中频变流机组工作不正常.....	41
二、雷达不工作(中频变流机工作正常).....	41
三、没有扫描线.....	42
四、扫描线旋转不正常.....	42
五、没有距标圈.....	43
六、没有回波.....	44

第七章 雷达的维护

一、维护的内容.....	45
二、维护的注意事项.....	45

第八章 参 考 数 据

一、主要波形图.....	47
二、主要电子管和晶体管的工作点.....	52

第三部分 附 图

附图一、整机方框图.....	55
附图二、天线电原理图.....	56
附图三、收发机电原理图.....	57
附图四、显示器电原理图.....	69
附图五、总布置图.....	87
附图六、整机线缆连接图.....	89
附图七、天线传动示意图.....	91
附图八、显示器传动示意图.....	92
附图九、天线外形图.....	92
附图十、收发机外形图.....	93
附图十一、显示器外形图.....	94

第一章 主要技术指标

一、概 述

本雷达是一种结构简单而轻便的船用导航雷达，供中小型船舶观察和测定周围目标（海岸、岛屿、船只、浮标等）的方位和距离。主要性能如下：

1. 最小作用距离 ≤ 50 米(天线架设高度 < 10 米)；
2. 距离分辨率 ≤ 50 米(窄脉冲)， ≤ 100 米(宽脉冲)；
3. 测距误差 ≤ 70 米(0.75 哩，1.5 哩量程)， $\leq$ 量程值的 $\pm 1.5\%$ (其他量程)；
4. 角度分辨率：约 2° ；
5. 测角误差 $\leq 1.5^\circ$ ；
6. 显示方式：环视平面位置显示，分航向相对运动显示和指北相对运动显示二种；
7. 可测目标参数：距离、相对方位和真方位；
8. 本雷达可配下列设备：
航海——Ⅰ型，航海——Ⅱ型或航海——Ⅲ型电罗径(根据协议)；
9. 使用船电：直流220伏、110伏和24伏中之一(根据协议)；
10. 使用的气候条件：
(1)环境温度：室内 $-20^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$ ，
室外 $-40^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$ ；
(2)相对湿度： $< 98\%$ (在环境温度为 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 时)；
(3)相对风速： < 40 米/秒；
11. 雷达能经受下列条件的机械试验：
(1)冲击
通电状态下 加速度 7g 频率 80 次/分 时间 10 分钟；
断电状态下 加速度 9g 频率 80 次/分 时间 10 分钟；
(2)振动
频率 10 赫 单振幅 1.4 毫米 时间 40 分钟；
频率 20 赫 单振幅 0.6 毫米 时间 40 分钟；
频率 30 赫 单振幅 0.2 毫米 时间 40 分钟；
(3)摇摆
纵摇及横摇角度 ± 25 度 周期 7 秒 时间各 30 分钟；
纵摇及横摇角度 ± 45 度 周期 15 秒 各摇一次。

雷达主要由天线装置及波导系统、收发机、显示器和中频变流机组四分机组成，其重量和外形尺寸如下：

名 称	重 量 (公斤)	高 度 (毫米)	宽 度 (毫米)	长 度 (毫米)	备 注
天 线	49	570	550	1380	
收 发 机	18	585	395	230	
显 示 器	37	385	480	800	
中 频 变 流 机 组	65	480	230	470	
电 压 调 整 器	8	160	290	340	

二、主要技术指标

天线

1. 水平波束宽度 $\leq 2^\circ$
2. 垂直波束宽度 $\leq 23^\circ$
3. 水平波束的旁瓣电平：在主瓣 $\pm 10^\circ$ 范围内 ≤ -23 分贝；
在主瓣 $\pm 10^\circ$ 范围外 ≤ -28.5 分贝；
4. 天线转向及转速。顺时针圆周旋转，转速 20~24 转/分；
5. 天线及波导系统输入端驻波比： ≤ 1.43 。

收发机

1. 发射频率：9375 $\pm$ 30 兆赫；
2. 发射脉冲宽度：窄脉冲 0.08~0.1 微秒 (0.75 涅、1.5 涅)，宽脉冲 0.4~0.6 微秒 (其他量程)；
3. 发射脉冲功率： ≥ 10 千瓦 (窄脉冲)， ≥ 14 千瓦 (宽脉冲)；
4. 频谱：宽度 $\leq 2/\tau + 10\%$ 兆赫 (τ 为实测脉冲宽度)，主副瓣比 ≥ 6 分贝；
5. 重复频率：1000 $\pm 5\%$ 赫芝；
6. 接收机中频：60 ± 1 兆赫，频带宽度 ≥ 5.5 兆赫 (宽脉冲)， ≥ 17 兆赫 (窄脉冲)；
7. 接收机噪声系数 ≤ 11 分贝；
8. 接收机中频通道增益 ≥ 100 分贝。

显示器

1. 测距量程及相应的固定距标读数

距 离 档 级	量 程(涅)	固定距标环数(圈)	每环距离(涅)
1	0.75	3	0.25
2	1.5	6	0.25
3	3	6	0.5
4	6	6	1
5	12	6	2
6	24	6	4
7	48	6	8

2. 测距精度

固定距标：在 0.75 和 1.5 涅量程时，误差 ≤ 70 米，在其他量程时，误差小于该量程值的 $\pm 1.5\%$ ；

活动距标：以固定距标为准，测距误差不超过该档量程的 $\pm 1.5\%$ ；

3. 扫描线与天线同步旋转误差不超过 $\pm 1.5^\circ$ ；

4. 对罗径信号的同步跟踪误差不超过 $\pm 1.5^\circ$ ；

5. 扫描线的非线性

在 0.75 涅、1.5 涅、3 涅量程时， $\leq 20\%$ ，在其他量程时， $\leq 15\%$ ；

6. 视频放大器增益 ≥ 28 分贝。

第二章 各分机简述

一、天线装置及波导系统

天线装置由裂缝波导喇叭天线、驱动电动机、同步发送机、旋转关节等组成。一系列软波导、弯波导、直波导、扭波导等构成了波导系统。天线驱动电机电源的通断可由显示器面板上的“天线”开关控制。

(一)裂缝波导喇叭天线

裂缝天线具有体积小、重量轻、抗风力强等优点。本裂缝天线主要部分系在窄壁一边上开有 51 条斜缝的长约 1.2 米、截面为 23×10 (毫米)² 的一根矩形波导管。每条斜缝相对波导宽壁法线方向的角度是不相等的。

众所周知,当电磁波通过金属波导时,在其内壁上就会产生表面电流。如果在波导壁上开有切割该电流的缝隙,则缝隙就受到激励,电磁波能量就从缝隙中向外空间发射出去。

在矩形波导中激励 H_{10} 型波的情况下,波导窄边上仅存在有横向电流 I_y 。如果在波导窄边上开有倾斜的缝隙,则横向电流 I_y 平行于斜缝的分量 I_t 不受影响,而垂直于斜缝的分量 I_n 将向外部空间发射出能量。

采用隔开一定距离,各倾斜一定角度的多缝隙组成水平放置的裂缝天线阵,并按一定规律进行幅度和相位激励,可在水平面内得到尖锐的方向性图。天线垂直平面内的方向性图基本上取决开缝波导置于其中的铝制喇叭的张角。

由于缝隙倾斜,会导致天线发射的极化方向倾斜(出现旁瓣,且在旁瓣中产生不利的寄生极化现象)。为了抑制垂直极化波,在喇叭张口处装有垂直于水平面的钢丝栅网。

天线采用端点馈电按切比雪夫函数进行激励,终端接有匹配负载,以使波导中的电磁波保持行波状态。相邻缝隙的距离比二分之一波导波长略长,故为非谐振式,以保证天线能在一个较宽的频带内工作。

(二)旋转关节

旋转关节是一个波导过渡装置,用以实现旋转的裂缝波导与静止波导系统的连接,使两者在作相对旋转时,能量的传输不中断。

旋转关节由一段静止的垂直分支波导,二段同轴线(一段静止,一段旋转)和一段旋转的水平分支波导组成。在水平分支波导的末端还装有一个调节匹配用的短路活塞。

由矩形波导传输来的 H_{10} 型波经由耦合环在同轴线中激励起 TEM 型波,TEM 型波经过两段同轴线,并经同轴线内导体而进入水平分支波导,在其中重又激励起 H_{10} 型波而传输到裂缝天线中去。由于同轴线中 TEM 型波是中心对称的,且在两段同轴线间有扼流装置,就保证了天线旋转时能量的正常传输。

(三)波导系统

本雷达采用截面为 23×10 (毫米)² 的矩形波导。为保证各种类型船舶的安装需要,备有

多种尺寸的直波导、扭波导、弯波导、软波导。为了防止波导连接处能量的泄漏和大功率传输时的打火现象，两根波导连接法兰盘的一边开有扼流槽。

二、收 发 机

(一)概述

收发机由发射机、接收机、收发开关及电源电路组成。其方框图如图 2-1 所示。

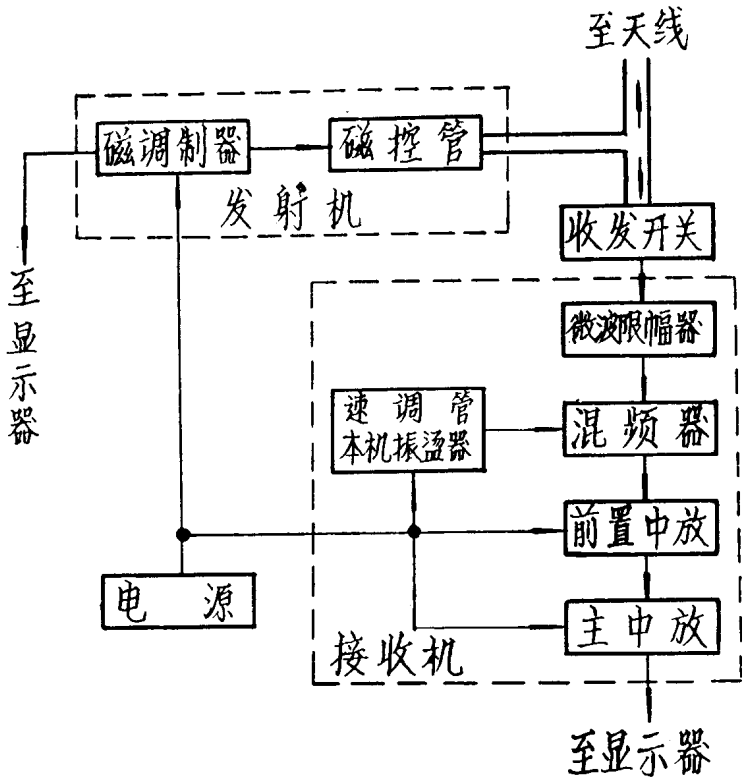


图 2-1 收发机方框图

发射机由磁调制器和磁控管组成。磁调制器将 1000 赫 230 伏的交流电能直接转换成重复频率 1000 赫，幅度 7.5 千伏，宽度为 0.5 微秒或 0.08 微秒的脉冲，激励磁控管产生频率为 9375 ± 30 兆赫的振荡。振荡功率在 0.5 微秒时约为 14 瓦；在 0.08 微秒时约为 10 瓦，发射脉冲宽度的转换由显示器量程转换开关控制，在 0.75 哩和 1.5 哩量程时，发射脉冲宽度为 0.08 微秒，在其他量程时，发射脉冲宽度为 0.5 微秒。

磁调制器除激励磁控管振荡外，还产生触发脉冲，驱动显示器扫描，使显示器扫描与发射同步。

接收机为一超外差式接收机，由速调管本机振荡器、微波限幅器、晶体混频器、晶体管前置中放和主中放组成。整个接收机的增益控制由改变主中放第一、二级的偏置来达到。此外，在前置中放的第一、二级加有控制近程增益用的负脉冲，以抑制近距离海浪的显示。

收发开关使发射和接收可共用一天线。

电源电路供给收发机各部分所需的电压。

(二)磁调制器

利用具有高导磁率和近似矩形的磁滞回线的铁镍合金为铁芯做成的电抗器，可以得到良好的开关特性。磁调制器就利用此电抗器的开关特性将能量分散的交流电集中成一较窄的脉冲，此电抗器就称为磁开关。

在宽脉冲时，继电器 $7J_1$ 、 $7J_2$ 不工作，磁调制器的电路如图 2-2 所示。图中  表示可饱和的电抗器。

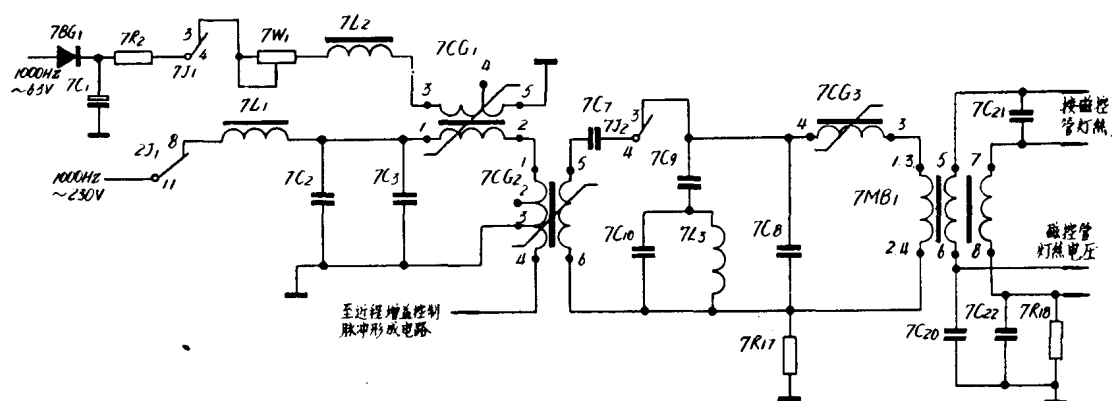


图 2-2 宽脉冲时磁调制器的电原理图

1000 赫 230 伏电源经继电器 $2J_1$ 的触点接至电路。 $2J_1$ 受延迟电路控制，在磁控管灯丝电源接通约三分钟后 $2J_1$ 触点才接通，以防止磁控管灯丝未充分加热就加上调制高压而损坏。

电容器 $7C_2$ 、 $7C_3$ 为第一级转换电路的储能电容器，它与电感 $7L_1$ 组成 1000 赫的谐振充电电路，以保证电容器上具有较高的电压，即储有较大的能量。 $7CG_1$ 为磁开关，1~2 为主绕组，3~5 为偏置绕组。在偏置绕组中流过一直流电流，即在磁开关中有一起始磁动势，以使磁开关有一适合的工作点，保证交流电源变化一周磁开关接通一次，电容器 $7C_2$ 、 $7C_3$ 向磁开关 $7CG_2$ 放电一次。偏置绕组中的直流电流由半波整流电路 $7BG_1$ 、 $7C_1$ 、 $7R_2$ 、 $7W_1$ 、 $7L_2$ 供给。调节电位器 $7W_1$ ，改变磁开关 $7CG_1$ 的工作点，就能改变调制器输出脉冲的幅度。

磁开关 $7CG_2$ 的形式不是一可饱和电抗器，而是一可饱和变压器。在 $7CG_1$ 饱和、电容器 $7C_2$ 和 $7C_3$ 放电时， $7CG_2$ 未饱和，这时在 $7CG_2$ 的初级形成幅度约 500 伏，前沿时间约 20 微秒的脉冲。由于变压器的升压，此电压在次级被提高到约 4 千伏，使第二级转换电路的储能电容器 $7C_7$ 充电。随着 $7C_7$ 上电压的上升， $7CG_2$ 过渡到饱和，此时 $7C_7$ 上的电能经 $7CG_2$ 放电，形成前沿约 2 微秒、幅度约 3 千伏的脉冲，使第三级转换电路的储能网络 $7C_8$ 、 $7C_9$ 、 $7C_{10}$ 、 $7L_3$ 充电。这里采用较复杂的脉冲形成网络作为储能电路是为了改善调制脉冲的波形。随着储能网络上电压的积累，使磁开关 $7CG_3$ 达到饱和，储能网络向脉冲变压器 $7MB_1$ 放电，在脉冲变压器初级形成约 1.5 千伏的脉冲电压，经变压器升压后在次级 5~6 端、7~8 端就得到约 7.5 千伏的负极性调制脉冲，送到磁控管阴极使磁控管振荡。

顺便指出，调制脉冲是在第三级转换电路的储能网络充电结束后放电时形成的，而第三

级转换电路的充电又是在第二级转换电路充电结束后放电时进行的,即后级转换电路形成脉冲时总是对应于前级转换电路形成脉冲的后沿。因此,磁控管的振荡在时间上将相当于第一级和第二级转换电路所形成脉冲的后沿。

磁控管的灯丝电压经脉冲变压器 $7MB_1$ 的次级绕组 $5\sim6$ 、 $7\sim8$ 加至磁控管。电容器 $7C_{20}$ 、 $7C_{22}$ 为旁路电容器,使次级绕组 $5\sim6$ 和 $7\sim8$ 的下端对脉冲电压相当于接地。电容器 $7C_{21}$ 为平衡电容器,使次级绕组 $5\sim6$ 和 $7\sim8$ 输出的脉冲电压幅度相同。电阻 $7R_{18}$ 构成磁控管平均电流的通路,供测量磁控管平均电流用。

在窄脉冲时,继电器 $7J_1$ 和 $7J_2$ 工作,磁调制器的电路如图 2-3 所示。此时磁开关 $7CG_1$ 和 $7CG_2$ 的连接与宽脉冲时完全相同,因而其工作情况亦与宽脉冲时相同。磁开关 $7CG_3$ 则由以前的可饱和电抗器的连接变为可饱和变压器的连接,因此其工作原理与 $7CG_2$ 相同。此时第三级转换电路的储能电容为 $7C_8$,其电容量远较宽脉冲的形成网络为小。因此,在 $7CG_3$ 进入饱和而放电时,可形成较窄的调制脉冲。同样,调制脉冲的幅度可由调节电位器 $7W_2$ 改变 $7CG_1$ 的偏置控制之。

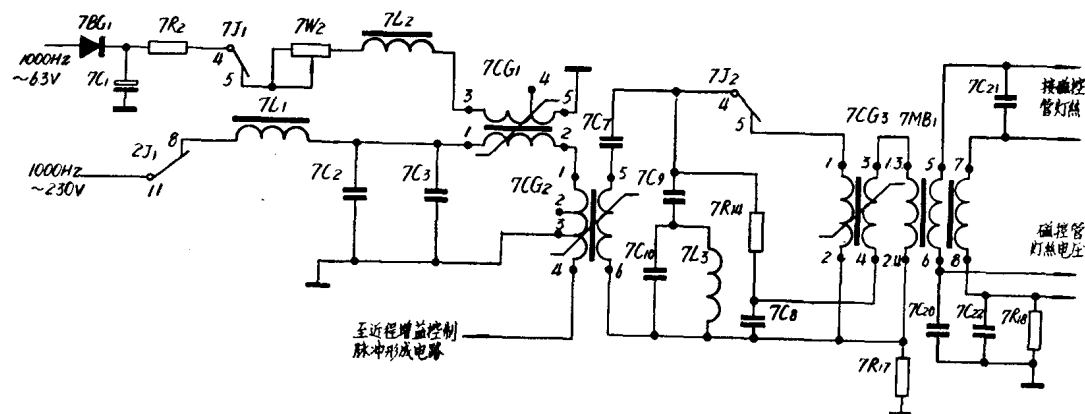


图 2-3 窄脉冲时磁调制器电原理图

(三)触发脉冲形成电路

1. 显示器触发脉冲的形成

在发射机工作时,显示器的触发脉冲是由调制器脉冲变压器 $7MB_1$ 取得的。 $7MB_1$ 的初级电压由电阻 $7R_{15}$ 、 $7R_{16}$ 分压,经隔离二极管 $7BG_6$ 及延时线送至显示器(参看附图三收发机电原理图及图 2-5)。

在不发射时(“等待”状态)调制器不工作,此时显示器的触发脉冲是由专门的电路产生,如图 2-4 所示。

二极管 $7BG_2$ 、电容器 $7C_4$ 、电阻 $7R_4$ 和 $7R_5$ 组成半波整流电路。交流电源在电容器 $7C_4$ 上产生一直流电压,此电压经电阻 $7R_3$ 使电容器 $7C_5$ 充电至相同的电压数值并加在可控管的阳极。在 $7C_4$ 充电时,其充电电流流过 $7R_5$ 形成一不大的波纹电压,此电压加至可控管控制极使其导通。于是,积累在电容器 $7C_5$ 上的电能经可控管 $7BG_3$ 、电阻 $7R_6$ 和 $7R_7$ 迅速放电,

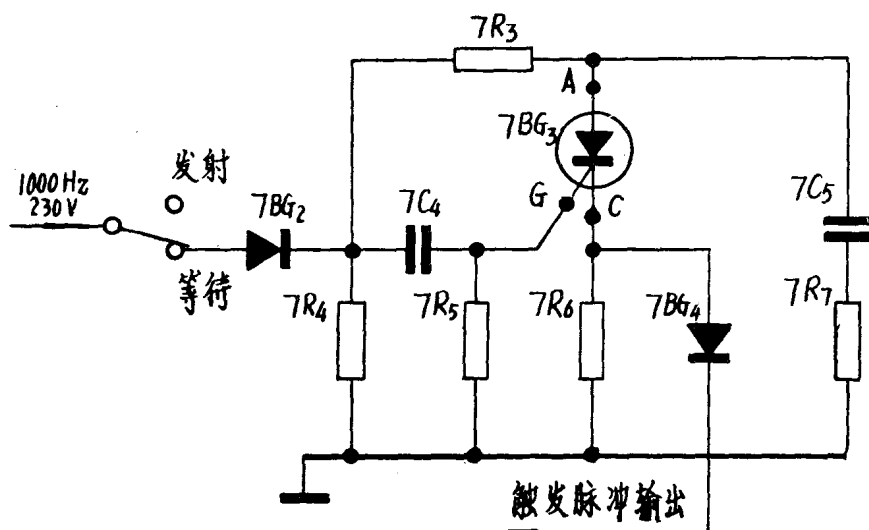


图 2-4 “等待”时，显示器触发脉冲的形成电路

在这两个电阻上分别形成约 30 伏的尖脉冲，其中 $7R_6$ 上的正极性脉冲经隔离二极管 $7BG_4$ 和延迟线后触发显示器。由于电阻 $7R_3$ 的电阻值很大(100 千欧)，在 $7C_5$ 放电终了时，可控管阳极电压很低，不能继续维持导通而恢复至截止状态，直至下一周再被触发。

隔离二极管 $7BG_4$ 与隔离二极管 $7BG_6$ 一起使“等待”时的触发脉冲形成电路与“发射”时的触发脉冲电路相互隔离。前者使发射时从 $7R_{16}$ 输出的脉冲不被 $7R_6$ 所旁路，后者使等待时从 $7R_6$ 输出的脉冲不被 $7R_{16}$ 所旁路(参看图 2-5)。

2. 近程增益控制脉冲的形成

近程增益控制脉冲的形成电路如图 2-6 所示，其基本工作原理与图 2-4 相似。借助于硅

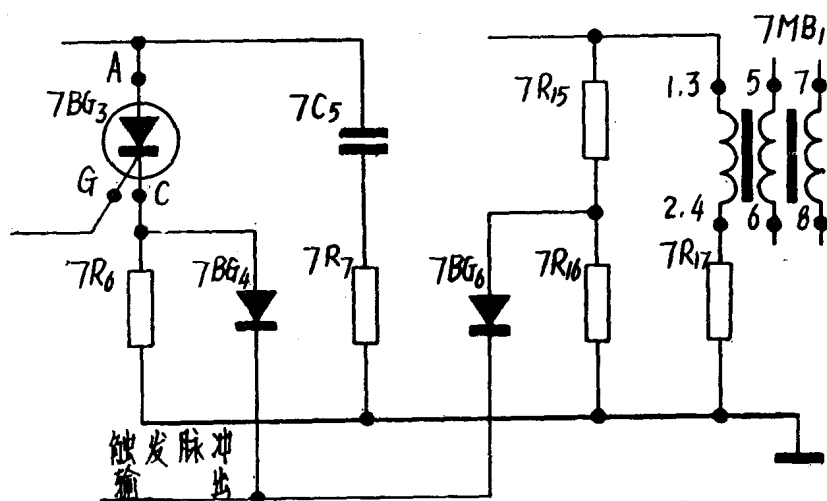


图 2-5 触发脉冲输出电路

可控管 $7BG_5$ 的导通使电容器 $7C_6$ 放电, 在电阻 $7R_{11}$ 和 $7R_{12}$ 上分别形成正极性和负极性的脉冲, 其中负极性脉冲送至近程增益控制(海浪抑制)电压形成电路以形成近程增益控制电压。

可控管 $7BG_5$ 的正极性控制脉冲由磁开关 $7CG_2$ 的初级绕组抽头 4 经分压电路供给。分压电路由 $7R_8$ 、 $7W_3$ 和 $7R_9$ 组成。调节电位器 $7W_3$, 改变控制脉冲的幅度, 就可改变控制脉冲的形成时间。

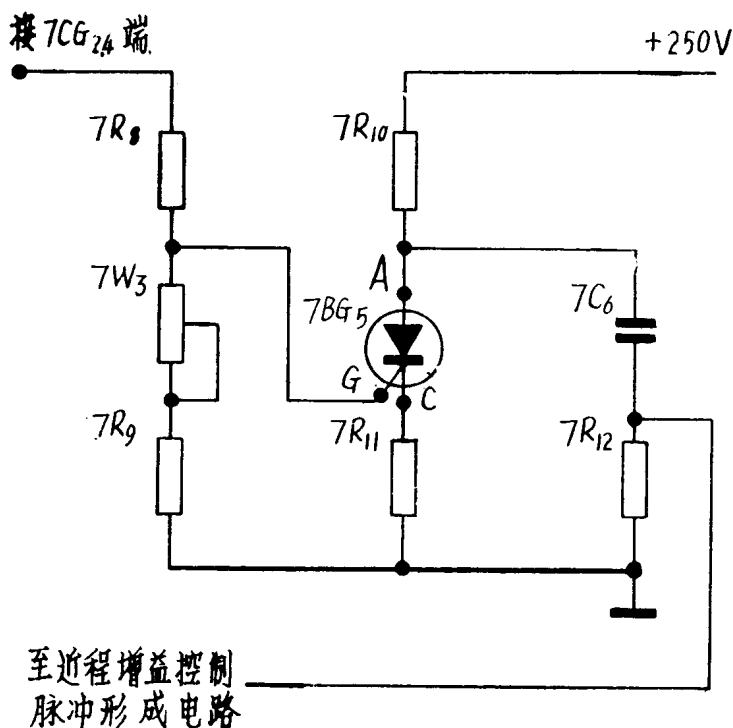


图 2-6 近程增益控制脉冲形成电路

(四)延迟电路

磁控管振荡器正常工作时, 必须先接通灯丝电源, 待阴极充分预热后, 再加上调制高压, 否则将引起磁控管内部打火而造成磁控管损伤或毁坏。为此采用延迟电路来控制调制器电源的接通。使磁控管灯丝电源接通约 3 分钟后, 调制器电源才能接通。延迟电路由电子管 $2G_1$ 和电流继电器 $2J_1$, 电位器 $2W_3$ 等组成, 如图 2-7 所示。

它利用电位器 $2W_3$ 、电阻 $2R_{23}$ 、电容器 $2C_{16}$ 组成的时间常数较大的充电回路以及电流负反馈放大器的反馈作用来控制继电器 $2J_1$ 线包电流的增长速度, 而达到延迟的目的。

雷达尚未启动时, 电子管中没有电流, 电容 $2C_{16}$ 上没有电荷, 因而电子管的栅阴电压为 0。启动时, 灯丝电压和板极电压立即加上, 因此, 阴极电流有一个不大的起始跃变, 由于受继电器线包电感和负反馈的限制以及电容器 $2C_{16}$ 上的电压不能突变, 此时栅极对阴极电压最负。当阴极电流通过电位器 $2W_3$ 、电阻 $2R_{23}$ 向电容器 $2C_{16}$ 充电时, 阴极电压逐渐提高, 栅阴电压也逐渐提高, 因而板流也增加。栅阴电压的增高加快了向电容充电的速度, 但是, 另一方面, 阴极电压增高的负反馈作用, 限制了栅阴电压提高的速度, 板流增加的速度

也就变得十分缓慢。这种过程一直继续到电容器 $2C_{16}$ 电荷充满，才达到平衡。在这个过程中，电子管的板流在某一时刻，达到继电器 $2J_1$ 的吸动电流时，继电器才开始起动，使雷达由“延迟等待状态”进入“等待状态”或“发射状态”。调节电位器 $2W_3$ 可改变充电回路的时间常数，从而达到控制延迟时间的目的，使雷达处在“延迟等待”的时间约为3分钟。

在紧急时刻，掀动“紧急开关”人为地使电子管 $2G_1$ 栅阴短路，继电器线包电流一下子达到最大值，超过吸动电流，继电器马上起动，雷达立即提前工作，进入“紧急发射”状态。鉴于上面已经讲到的原因，此种情况，平时不宜使用。

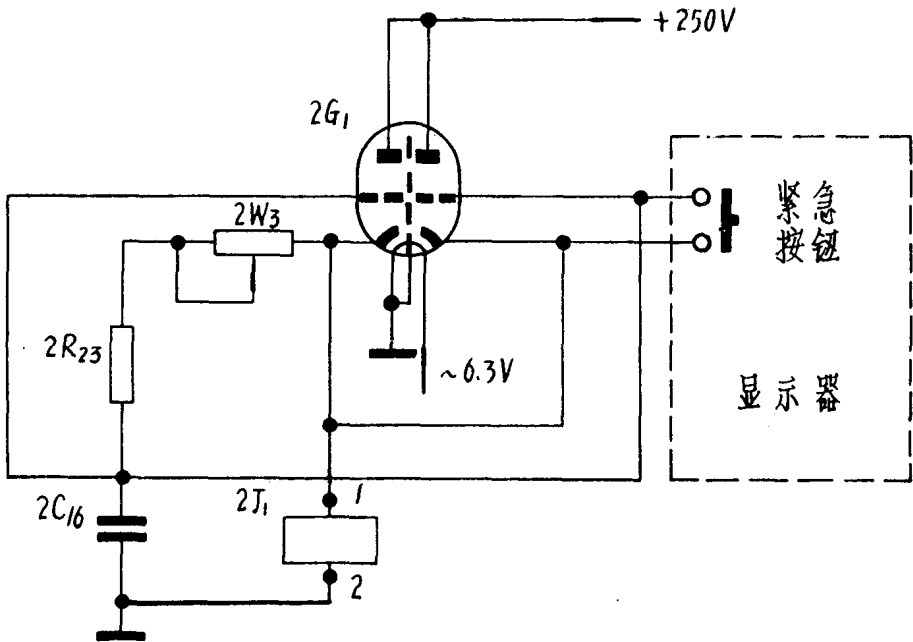


图 2-7 延迟电路

(五)收发开关及本振混频系统

收发开关由开关管和双工器组成。开关管为 TR 管。双工器是一个 H-T 接头，它的三臂分别接至磁控管、开关管及天线。

本机振荡器采用 K-27 速调管，反射极电压由收发电源中粗调电位器 $2W_2$ 及显示器面板上的调谐电位器 $2W_1$ 控制。本振波导的窄边有一可调衰减器，用以控制进入腔体的本振功率，以获得最佳信噪比。

混频器为一交叉场晶体混频器，在其输出端，具有中频信号电压相加增强，本振噪声相减抵消的特点，因此具有优良的低噪声性能。

(六)前置中频放大器

前置中频放大器为一晶体管低噪声宽带放大器，具有优异的低噪声性能，同时将混频器输出的微弱中频信号进行放大，然后，通过电缆传输给主中频放大器进一步放大。

前置中频放大器由共发射极低噪声放大、电流并联负反馈放大、射极跟随、宽窄带转换及近程增益控制电路组成。前置中频放大器调谐于 60 兆赫，增益不劣于 35 分贝，噪声系数低

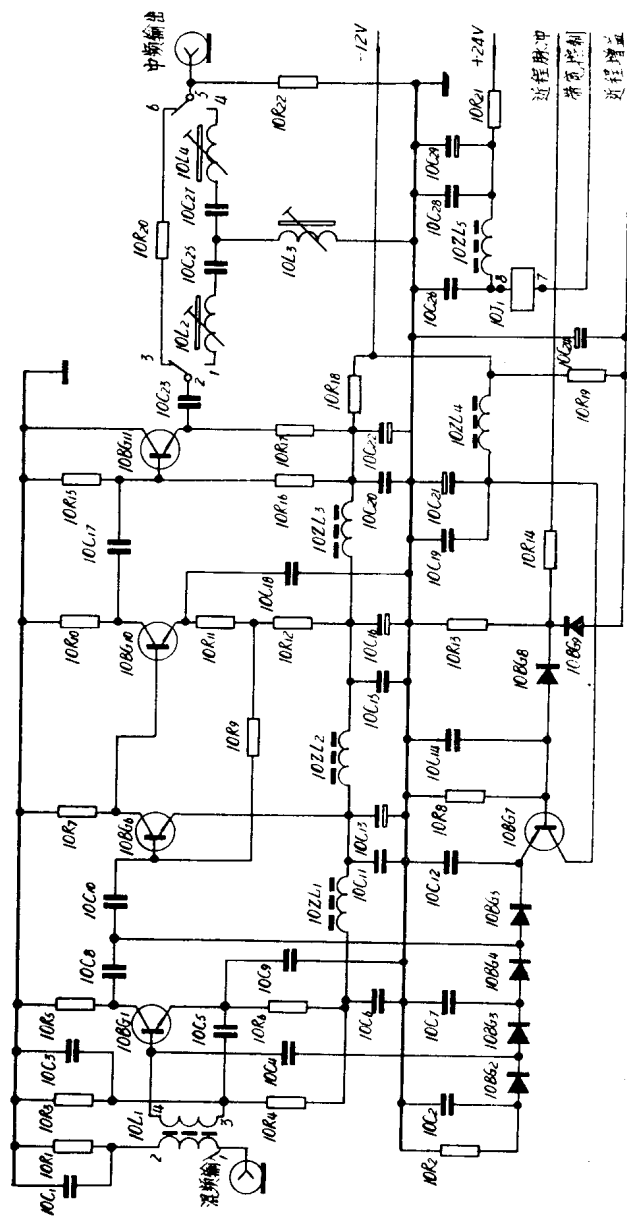


图 2-8 前置中频放大器原理图

于 2 分贝。

$10L_1$ 使混频器输出阻抗与前中频输入阻抗相匹配, 输入回路为宽带。 $10C_1$ 使中频短路, $10R_1$ 平衡晶流。

第一级 $10BG_1$ 为共射低噪声放大级, 采用 3DG140C 低噪声三极管具有优异的低噪声性能, 确保整个放大器噪声系数低于 2db。 $10R_3$, $10R_4$ 为基极偏置电阻, $10C_3$, $10C_5$, $10C_9$ 均为交流旁路电容器, $10R_5$ 为负载电阻。

第二级 $10BG_6$ (3DG140C), $10BG_{10}$ (3DG140B) 组成并联电流负反馈放大器。并联电流负反馈具有降低输入阻抗, 提高中频放大器的稳定性, 减少非线性失真, 扩展通频带等优点。 $10R_{11}$, $10R_{12}$ 为射极分压电阻, $10R_9$ 为反馈电阻, $10R_7$, $10R_{10}$ 分别为 $10BG_6$, $10BG_{10}$ 的负载电阻, $10C_{18}$ 对高频端起补偿作用, 保证前中的宽频带特性。

第三级 $10BG_{11}$ (3DG8C) 为射极输出级, 主要起匹配隔离作用。

中频脉冲特别是前沿不失真地通过放大器, 要求放大器的带宽越宽越好, 但噪声功率与带宽成正比, 为了保证有足够的带宽, 同时具有较低的噪声系数, 前置中频放大器具有宽窄带转换电路, 对不同的发射脉冲宽度具有不同的带宽。

当发射脉冲为 0.5 微秒(对应于 3 涅以上量程)时前中继器 $10J_1$ 和调制器中继器 $7J_1$ 不工作, 带通滤波器将前中带宽压缩在 6 ± 0.5 兆赫。

当发射脉冲为 0.08 微秒(对应于 0.75 涅和 1.5 涅量程)时, $10J_1$ 和 $7J_1$ 工作, 中频信号经 $10R_{20}$ 直接输出, 其带宽为 18 ± 1 兆赫, $10R_{20}$ 使增益略降低些, 从而使输出噪声电压略小些, 提高图象清晰度。

为了抑制近距离海浪的显示, 在电流放大器 $10BG_7$ 的基极加有抑制近距离增益的负极性指数脉冲电压, 使其输出电流随着负脉冲后沿幅度下降而减小, 从而使二极管 $10BG_2$ 至 $10BG_5$ 的导通程度随着减小, $10BG_1$ 基极输入和集电极输出的中频信号通过 $10BG_2$ 至 $10BG_5$ 和 $10C_2$ 、 $10C_7$ 、 $10C_{12}$ 的分流也随着减少, 前中增益随着增大。近距离抑制作用随着距离增大而减小, 至 5~6 涅作用完全消失。

输入负脉冲由近程增益控制脉冲形成电路的电阻 $7R_{12}$ 取得, 此负脉冲经 $10R_{14}$ 作用于 $10BG_8$, 经 $10R_8$ 、 $10C_{14}$ 充放电后产生后沿指数上升的脉冲加至 $10BG_7$ 基极。

调节显示器面板上的近程增益电位器, 改变了 $10C_{14}$ 电位, 即改变了输入近程负脉冲的幅度, 从而改变了近程增益衰减量和近距离抑制作用的范围。

(七)主中频放大器

主中频放大器由 $11BG_1$ 至 $11BG_6$ 组成五级参差调谐放大器, 中心频率 60 兆赫, 整个放大器通频带在 18 兆赫, 电压增益不低于 65 分贝。五级参差调谐放大器均采用 3DG140B 低噪声小功率管, 以降低主中放的噪声。主中频放大器用以进一步放大前置中放过来的信号, 同时加有检波器, 检波后为电流放大。

第一级 $11BG_1$ 和 $11BG_2$ 组成共集-共基级联, 有较高的稳定性。 $11R_2$ 、 $11R_3$ 和 $11R_6$ 、 $11R_7$ 分别为 $11BG_1$ 、 $11BG_2$ 的偏置电阻, 完全对称, 它们的基极通过 6.8K 电阻共同接到手动增益控制电位器 $2W_5$, 调节此电位器即改变 $11BG_1$ 、 $11BG_2$ 的工作点, 从而改变二管的增益, 实现增益控制。

其后四级 $11BG_3$ 至 $11BG_6$ 均采用共发射连接, 它与共基极电路相比较, 具有较高的输