

## 出 版 说 明

当前，全国各地邮电部门正在各级党委的领导下，认真学习无产阶级专政的理论，以党的基本路线为纲，贯彻“鞍钢宪法”，开展轰轰烈烈的学大庆的群众运动。广大邮电职工，为改变我国通信面貌，自力更生，艰苦奋斗，自己动手研制了各种通信设备，出现了不少新的成果。为了及时交流这方面的成果，我们根据各方面的反映与要求，将陆续选择一部分作为技术资料予以出版，供各地参考。各地读者对本资料的出版有什么要求或意见，以及在实践中有哪些创新和提高，望能及时告诉我们。

人民邮电出版社

1975.5.13.

## 目 录

自己制造通信设备 努力提高通信能力.....	( 1 )
晶体管三路载波机.....	( 4 )
第一章 整机介绍.....	( 4 )
一、概况.....	( 4 )
二、发信电路.....	( 5 )
三、收信电路.....	( 6 )
四、振铃电路.....	( 7 )
第二章 有源电路部分.....	( 8 )
一、振铃器.....	( 8 )
二、音频放大器.....	( 10 )
三、分路调幅器.....	( 13 )
四、差动变压器.....	( 14 )
五、石英晶体振荡器.....	( 15 )
六、群调幅器和群反调幅器.....	( 16 )
七、发信放大器.....	( 17 )
八、收信放大器.....	( 18 )
九、辅助放大器.....	( 20 )
十、2100赫振荡器.....	( 20 )
十一、16赫铃流发生器.....	( 21 )
十二、讲话电路.....	( 22 )
十三、电源电路.....	( 22 )
十四、电平表和800赫振荡器.....	( 23 )
第三章 无源电路部分.....	( 25 )
一、滤波器.....	( 25 )
二、均衡器.....	( 38 )
三、组装调测和其他技术资料.....	( 42 )
四、测试和调整.....	( 42 )

A395002

· 1 ·



二、机械结构.....	( 44 )
三、其他参考资料.....	( 47 )
附录一、850型电桥改装为阻抗电桥.....	( 70 )
附录二、自制简易电平表.....	( 76 )
附录三、6035型交流电桥的使用和原理.....	( 78 )
附录四、示波器的使用.....	( 83 )
附录五、怎样自制印刷电路板.....	( 89 )
附录六、小功率电源变压器的计算和绕制工艺.....	( 91 )
附录七、漆包铜线和纤维包铜线表.....	( 96 )
附录八、传输电平与功率、电压及电流数值换算表.....	( 99 )
编 后.....	( 101 )

# 自己制造通信设备 努力提高通信能力

江苏省启东县邮电局

我们启东县邮电局，解放以来，通信业务有了很大的发展，通信设备也有相应的增加，但在革命和生产不断发展的形势下，通信状况还远远不能满足需要。无产阶级文化大革命以来，特别是在批林整风、批林批孔运动的推动下，我们遵照毛主席关于“人民邮电”和“备战、备荒、为人民”的伟大教导，在县委、县革委和上级局的正确领导下，深入开展“工业学大庆”的群众运动。自力更生，大搞技术革新，制成晶体管三路载波机27套。使县至区、社的直达中继电路增加了两倍多，初步改善了我县的通信状况。

经过无产阶级文化大革命，我县农业飞速发展，粮棉不断增产，“农业学大寨”的形势很好，迫切要求我们通信工作也能大干快上。但是，我们的基础比较差，同时，我县地处江海前哨，各个部门对报话通信都有特殊要求。面对着上述情况，我们感到形势逼人，必须改变我县的通信面貌，坚持“人民邮电”方向，更好地为人民服务。

我县通信的薄弱环节是县内电路少，不能满足社会主义革命和建设的需要。怎么解决这个问题呢？等上级拨给我们铁三路载波机吗？不能。省局在一九七〇年五月号召自己动手造载波机，我们感到困难不少，但又不甘心落后。我们把“农业上去了，邮电工作怎么办”的问题拿到群众中讨论。经过无产阶级文化大革命锻炼的广大职工表示：坚决克服困难，自己制造载波机，先从电路上变面貌。但是开始也有人认为我局人员少，技术力量薄弱，没有资金来源，没有材料，测试仪器少，载波机搞不起来，不如向上级要稳妥可靠。也有人担心地说：

“我局过去搞过单路载波机，质量不高，实用价值不大，现在搞三路载波机能行吗？”是自己造还是向上要，是造得成还是造不成，当时争论得很激烈。党支部及时组织全体干部职工认真学习毛主席关于“独立自主，自力更生”、“破除迷信，解放思想”和“工业学大庆”的教导。经过学习和讨论，大家算了一笔帐：启东县邮电局从解放到一九七〇年，省局帮助我们解决了两套三路载波机，现在要使我们县普遍开通载波电路，没有三、四十套三路载波机是不能解决问题的。要等上级拨给这么多的载波机，那要多少年呀！形势逼人，时间不等人。职工们响亮地回答：“我们不能等！”工人说：“等就是甘居落后，等就是对人民邮电不负责任，等不是我们工人阶级的态度。那种强调这也困难，那也不可能，这也办不成，那也办不到的思想，是懦夫懒汉的世界观。”只有克服困难自己造，才符合毛主席教导的“独立自主，自力更生”的方针，才是正确的方向，也是解决我们通信设备不足的现实可行的方法。要自己动手，当然会遇到一些困难，困难是要重视的，但决不能被困难吓倒。我们学习了大庆工人“有条件要上，没有条件创造条件也要上”的艰苦奋斗的革命精神，决心用我们的双手造出载波机来。我们分析了过去搞单路载波机质量不高的原因。我们认为，只要相信和依靠群众，发动群众，质量问题是一定能够解决的。于是我们结合过去造载波机的历史，联系思想实

际，反复学习了毛主席的有关教导。认识到“等”与“造”的两种思想是两条路线斗争的问题。认识提高后，我们又把“人手少、技术力量薄弱”等实际问题交给大家逐个讨论，研究了具体解决办法。大家提了不少措施。最后我们决定先试制一套晶体管三路载波机，成功后再继续制做。大家坚定地表示：“为了迅速改变农村通信落后面貌，适应革命形势需要，我们一定要有工人阶级的志气，靠自力更生的精神，一定要干，要大干，干就干好。五个月试制不出来，一年也要把它搞出来，一年不行，五年也要把它搞出来，一定要自己搞出载波机，誓把面貌变。”

带着这样的雄心壮志，打响了自力更生试制三路载波机的战斗。通过大家的努力奋战，终于制成一套晶体管三路载波机，试开在农村线路上，性能稳定，经过两年多的时间，又陆续制出20多套。

事实说明，从我县的实际情况出发，走自力更生的道路，自己动手，因地制宜地制造三路载波机，才可以花较少的钱，办更多的事。我们制出的三路载波机大体上计算，用买一套的钱，可以做两套，而且争取了时间，培养了人材。到一九七三年初我们就制造了27套三路载波机，使我们县至区、社的电路一下子增加了两倍多。这是多快好省地改变邮电落后面貌的方法。此外，我们还制造了一整套双向会议电话设备，使县委在任何一个区、社或邮电支局、所都能召开全县电话会议，在召开电话会议时，报话业务照常进行，方便了群众，得到县、区、社领导机关的好评。

为了试制载波机，我们从县局机务、线务组和支局的驻段机线员、话务员中抽出11人，由党支部主要成员挂帅，成立“三结合”会战小组。在11个人当中，有两个中技毕业生，只干过维修工作，没有搞过生产试制，还有两个搞磁石总机、单机的，这便是我们的技术力量；其余，有的是搞外线，有的只会接电话，还有的是刚进局的徒工，不要说造载波机，就连图纸符号也看不懂。在会战中，遇到的困难也很多。我们反复学习了毛主席的《实践论》等有关著作，认识到人的知识才能，不是从天上掉下来的，而是从三大革命斗争的实践中总结出来的。在毛主席哲学思想的光辉照耀下，我们坚持唯物论的反映论，反对唯心论的先验论，破除迷信，解放思想，发扬愚公移山的革命精神，边学、边干、边试制，通过“**实践、认识、再实践、再认识**”的过程，不断提高质量，取得了试制载波机的胜利。

我们不熟悉载波机制造技术，就向内行的人学习，向兄弟局学习。我们派人先后到徐州、南京、崇明等邮电局去学习、取经，制造中遇到困难，及时向他们请教。趁南京邮电学院教育改革小分队来启东搞教改的机会，我们就请他们来局专题讲解有关晶体管振荡、放大、开关等电路的原理知识。

我们遵照毛主席关于“**从战争学习战争**”的伟大教导，在试制过程中，始终坚持互教互学。例如：在测试各机盘时，先由懂的同志进行辅导，将各机盘的原理、测试方法、特性要求，从理论上进行讲解，然后进行实际示范操作；在焊接机盘时，发现部分机盘有假焊现象，而有的同志焊接得却既牢固又光滑，我们就请他示范操作，在每干一段时间后，还互相交换作业，这样使得人人都能熟悉制造机器的全面技能。

我们仪器、材料都比较缺乏，就发动大家动脑筋，千方百计地用土办法来解决。例如：烘箱就是用普通的电炉放在铁箱内，上面挂一只温度计，用调压变压器控制温度，使用时专人定时观察。缺少各种规格的漆包线，就把仓库中废漆包线和有关班组节约箱中的线头集中

起来，加工后使用。一些铁粉心、电阻、电容，也发动群众进行清仓扫库，将报废的元件拆下来检验加工后再使用，同时，也从一些工厂选购了一部分处理元件，经反复测试、调整，符合质量要求后予以使用。

在提高质量方面，我们除了抓元件测试，抓统一规格标准，抓分工负责外，还特别重视抓载波机实际运用中的改进，把制成的载波机放在线路上试用，发现问题及时总结提高。例如一九七一年底，我们对全年生产的载波机进行鉴定，根据有关班组和支局、所的反映，觉得串杂音比较大。由于没有串杂音测试器，串杂音的原因一时搞不清。我们就集思广益，发动职工找原因，攻难关。最后根据同志们的分析，发现串杂音是由于机盘间未加屏蔽而造成的。在一九七二年生产中，将机盘进行合理调整，并在机架的上下层间、机盘间都安装了屏蔽铁皮，解决了串杂音问题。就是这样通过实际使用，使它逐步完善起来。

载波化就是大搞群众运动的结果。通过我们几年来的实践证明，那种认为条件差，缺乏仪器、设备和材料就搞不出载波机，县局技术力量薄弱就搞不成载波机的想法，实质上是看不到人的能动作用，看不到在群众中蕴藏着极大的社会主义积极性。实践证明，只要眼睛向下，依靠群众，发动群众，自力更生，艰苦奋斗，不仅可以造出通信设备，还可以从工人中培养技术人员，使技术力量不断发展壮大。

我们虽然取得了一些成绩，初步改变了面貌，但步子还不够大。我们决心在毛主席的“自力更生”光辉思想指引下，以大庆为榜样，认真学习马列主义和毛主席著作，在当前更要努力学习毛主席关于无产阶级专政理论问题的重要指示，深入开展批林批孔，发扬继续革命的精神，坚定不移地沿着毛主席指引的“独立自主，自力更生”的光辉大道，为迅速改变我县的通信面貌奋勇前进！

# 晶体管三路载波机

## 第一章 整机介绍

### 一、概况

#### 1. 用途

本机为架空明线晶体管三路载波电话设备。在4毫米铁线上开放时，端机间最大距离可达40多公里。

#### 2. 频率分配

本机线路频谱采用分频制，见图1-1，即A—B方向线路频谱采用低频信号传输，B—A方向线路频谱采用高频信号传输。每一通路音频信号的有效传输频带均为0.3—2.7千赫，三个通路的话音频带分别经过8、

12、16千赫的分路载频调制，然后取下边带，组成5.3—15.7千赫的频谱，这个频谱称为前群频谱。在A—B方向前群频谱直接作为线路传输频谱，在B—A方向这个前群频谱还要经过群调幅载频的调制，然后取下边带，组成线路传输频谱。群载频由单独的石英晶体振荡器产生。根据同杆开放及与同类型机器配合开放的需要，群载频可在34千赫、35千赫、36千赫三个频率中任选一种。B—A方向的线路传输频谱分别为18.3—28.7千赫、19.3—29.7千赫、20.3—30.7千赫。

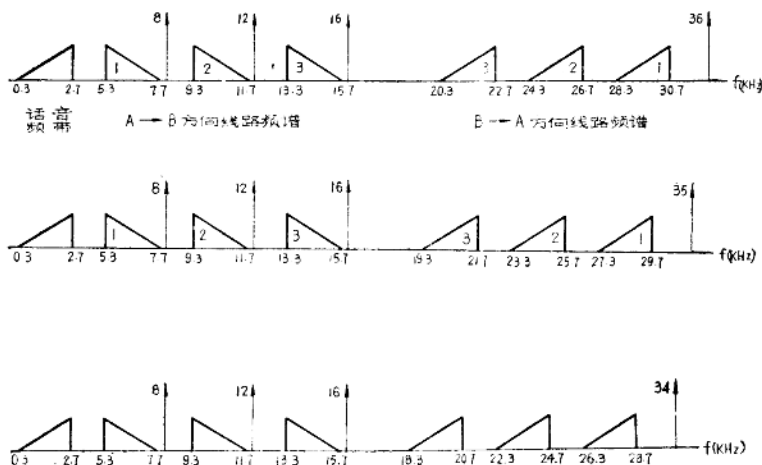


图 1-1

#### 3. 电源

本机使用12伏直流电源，电源的正极接地。每部端机在静态时的工作电流约为100毫安左右，动态时最大电流约180毫安。信

号部分使用16赫信号电源，可由机外的铃流发生器供给，也可以由机内的16赫铃流发生器供给，但机内的铃流发生器消耗电流较大，所以尽量使用机外16赫铃流电源。

#### 4. 结构

本机采用机箱整体结构，机箱外形尺寸为470×200×308毫米，分为上下两层，见图1—2。上层装有10个插拔式机盘，下层为一插拔式底盘。底盘内装线路滤波器、方向滤波器、简易测试器等。每一机盘的前端均有面板，后部装有15线插坐。机盘面板下部装有拉柄，手持拉柄向外拉，即可将机盘插件从轨道上拉出来。在杂项机盘面板上装有电源开关，铃流倒换开关，讲话、振铃、监听键，供电源指示及测试电平的两用表头等设备。机箱后装置各种接线柱。每部端机重约20公斤。本机体积小，重量轻，使用和维修比较方便。

各机盘插件均用单面印刷电路板，在电路板的上下各铆接一条角铁，以增加其机械强度。所有电路元件均装在电路板的无印刷导线一边，且大部分采用直立方式焊在印刷电路板上。为提高插接质量，插头采用双面印刷电路。

### 二、发信电路

A端机发信电路方框图见图1—3(a)。话音电流进入二线端后，经由差动电路送入调幅器，在调幅器内话音电流经分路载频调制后产生上下两个边带，上边带被分路带通滤波器抑制，仅有下边带可以通过分路带通滤波器。经汇接电路和另外两路已调幅信号电流汇合，组成前群频谱信号电流。前群频谱信号在A端机时，被发信放大器放大后经由方向滤波器、线路滤波器送往外线；若在B端机，此前群频谱信号再经群调幅器调制，调变为较高的线路频谱后，进入发信放大器，经方向滤波

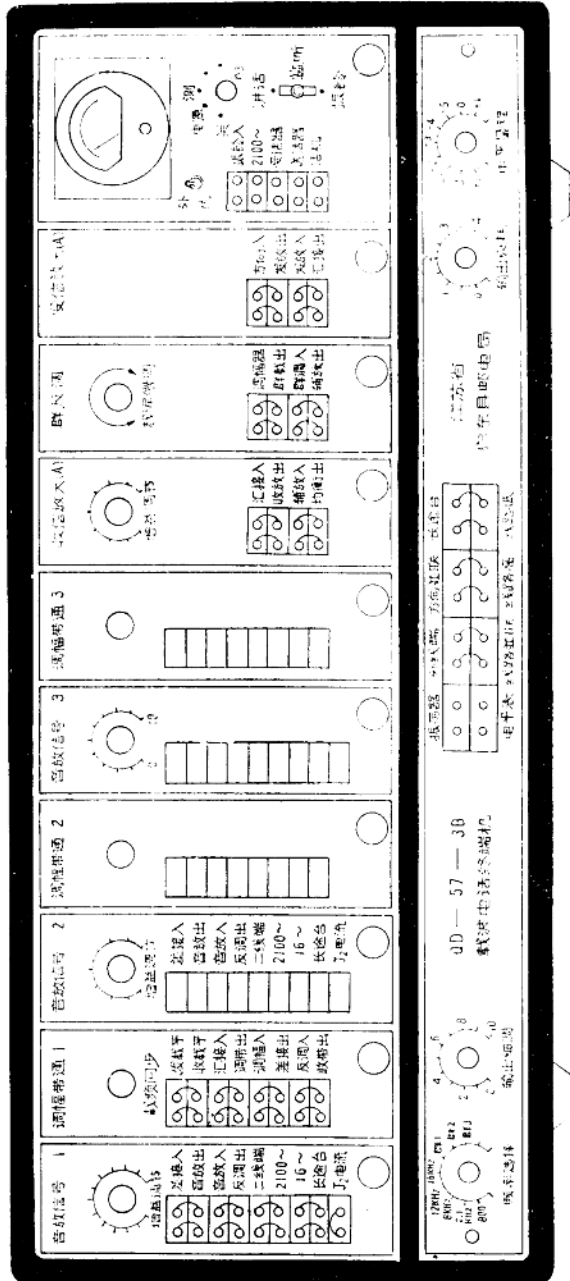
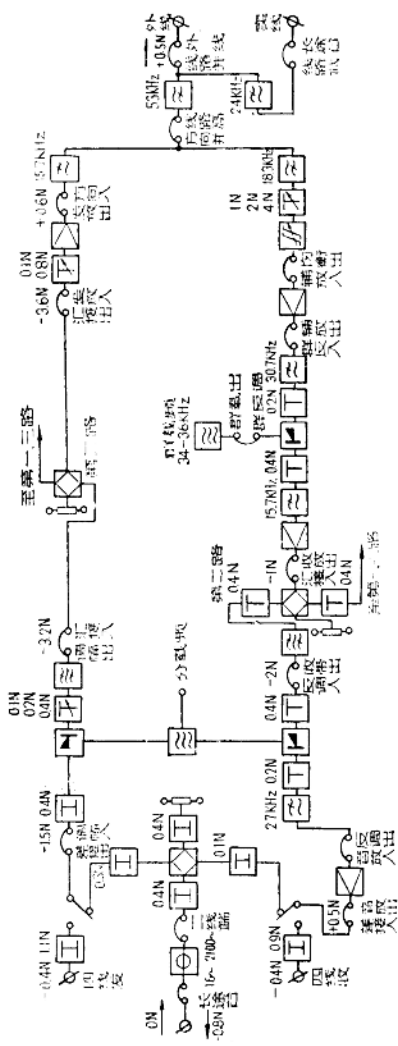


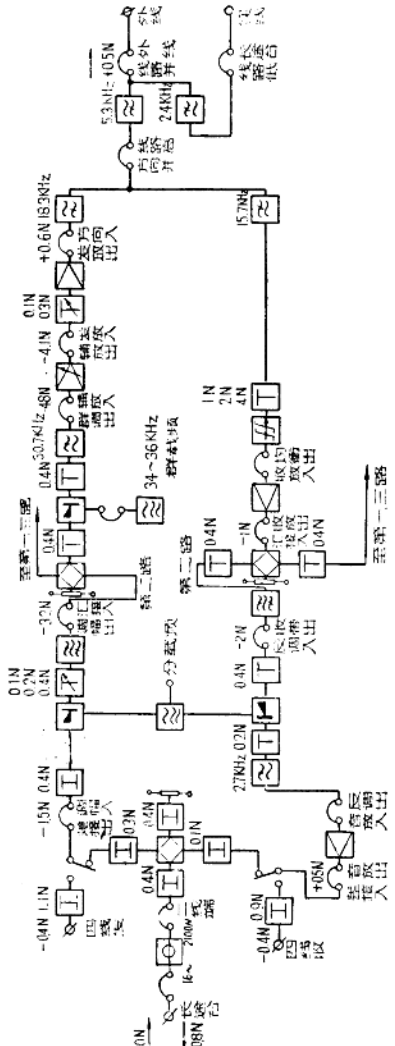
图 1—2

器、线路滤波器，送往外线。见图1—3(b)。





(a) A端机方框图



(b) B端机方框图

图 1-3

### 三、收信电路

A 端机收信电路方框图见图 1-3(a)。高频群信号由 B 端机经过外线传输到 A 端机后，经线路滤波器、方向滤波器送入均衡器。均衡器的作用是补偿线路衰耗的。均衡器每端共三节，其衰耗斜度依次递增，根据实际的线路衰耗频率特性，选择合适的均衡器加以补偿，则在“均衡出”端三路接收电平即可调平，经过辅助放大器后再送往群反调幅

器。群反调幅器将高频群的信号还原为前群频谱后，再送往收信放大器提高信号电平，以补偿线路上和反调幅器的衰耗。被放大的信号经过差动电路后，即为各自的分路带通滤波器所接收。然后各路信号电流经反调幅器调制还原成语音频谱，送入音频放大器放大，再经差动电路送往长途台，完成了双向的通信过程。B 端机接收的信号是低频群的前群频谱，因而在接收支路中没有辅

助放大器和群反调幅器。其余部件的作用与A端机相同。见图1—3(b)。

#### 四、振铃电路

本载波设备与长途台之间的呼叫信号采用16赫的交流信号，可用本机或其他铃流发

生器。有市电时也可以采用降压以后的80伏50赫交流信号；载波设备间的呼叫信号则为2100赫的交流信号。两种呼叫信号的转换是通过振铃器来实现的。振铃器为二线制，接在长途台和音频差接电路之间。

## 第二章 有源电路部分

### 一、振铃器

振铃器包括发铃器和收铃器两个部分。

#### (一) 发铃器

发铃器的作用是将长途台送来的16赫铃流信号通过继电器转换为2100赫的音频振铃信号，从而能够通过调幅器、放大器、滤波器等送到线路去。然后送往对方，并被对方的收铃电路所接收。

发铃电路由晶体二极管  $BG_5$ 、 $BG_6$ 、 $BG_7$ 、 $BG_8$  及继电器  $J_1$  组成，其电路见图 2-1。当长途台送来 16 赫的振铃呼叫信号

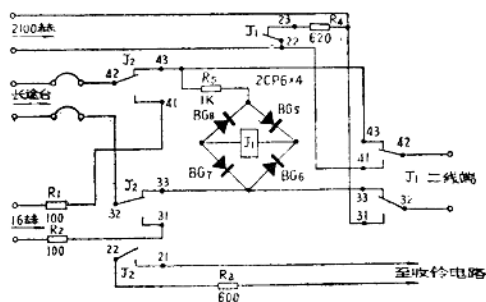


图 2-1

时，由  $BG_5$ 、 $BG_6$ 、 $BG_7$ 、 $BG_8$  管所组成的桥式全波整流电路将交流信号整流为直流，以推动继电器  $J_1$  动作。 $J_1$  共有四组簧片，动作时，簧片 22 与 23 的接点断开，从而断开电阻  $R_4$ ，并使 2100 赫信号通过簧片 41、42 接点和 31、32 接点向载波机方向发送 2100 赫的呼叫信号。同时，簧片组的 11、12 接点闭合，使收铃电路中（参见图 2-2 收铃电路）变压器  $B_2$  的线圈 4-5 短接，这样就避免了在发铃瞬间收铃器也动作。电阻  $R_5$  的作用是减小二线端由于信号器的接入而引起的

介入损耗。因发铃电路是跨接在二线端的，故对通话信号电流起分路作用，我们把  $R_5$  与  $BG_5$ — $BG_8$  组成的桥式整流电路串联后跨接在二线端上，就可以减小对话音电流的分路作用，减小了振铃器的介入损耗。但是  $R_5$  的阻值又不能过大。过大就要降低铃流电压，从而也降低整流后的直流电压，影响继电器的可靠动作。过小，又起不到阻流作用，增加振铃器的介入损耗。一般  $R_5$  阻值以 1 千欧左右为宜。

#### 制作时注意事项

① 整流二极管的选择。二极管的好坏，影响到电路的质量。 $BG_5$ — $BG_8$  四只整流二极管应选配特性一致的，如一只反向电阻为 700 千欧时，其余三只大体也应一样，不能相差太大。这四只二极管的反向电压应选择 200 伏以上，不然，在使用中容易击穿。

② 在焊接晶体二极管  $BG_5$ 、 $BG_6$ 、 $BG_7$ 、 $BG_8$  时，二极管的正负极应先镀上锡，然后再套上不同颜色的套管，便于区分正负极性。在焊接时，不能将二极管的正负极焊错，不然会造成继电器  $J_1$  不动作，也可能继电器颤抖或吸不牢。

③ 继电器  $J_1$  的簧片压力应调整得当，其动作电流为  $9 \pm 0.5$  毫安，在测试时，将铃流电压降低至 20 伏，继电器  $J_1$  应仍能动作。

一般铃流电源是 80 伏  $\pm$  10 伏的 50 赫的交流电，是用变压器降低 220 伏市电而得到的。

#### (二) 收铃器

收铃器的作用是将对方送来的 2100 赫音频振铃信号进行选频放大，整流以后再去控制开关管使收铃继电器动作，又通过继电器

接点转换为 16 赫的振铃信号，并送往长途台使号牌动作。

收铃电路由前级交流放大、选频电路、直流放大电路、延迟电路、继电器等几部分组成，收铃电路的原理图见图 2—2。当对端

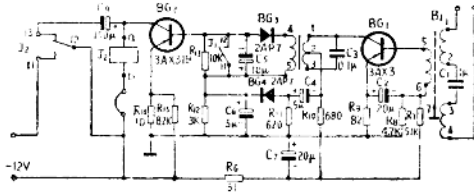


图 2—2

机送来 2100 赫信号时，首先经过变压器  $B_1$  送至前级交流放大电路内经晶体管  $BG_1$  放大，放大器的输入端是跨接在差动电路二线端电路上的。为了减小它对话音电流的分流作用，输入变压器  $B_1$  初级线圈的电感量较大，为 1.6 亨，对话音频率呈高阻抗。 $B_1$  初级串接电容器  $C_1$ ，用以防止 16 赫的铃流信号被旁路。交流放大晶体管  $BG_1$  的发射极电阻  $R_9$  为电流串联负反馈电阻。 $R_7$ 、 $R_8$  为  $BG_1$  的偏流电阻， $C_2$  为  $R_8$ 、 $R_9$  的旁路电容器。选频电路是由分压电阻  $R_{10}$ 、 $B_2$  的初级线圈（1—3）与电容  $C_3$  构成的谐振网络和整流管  $BG_3$ 、 $R_{13}$ 、 $C_5$  等组成。由变压器  $B_2$  初级线圈（1—3）与电容  $C_3$  组成的 2100 赫谐振电路与  $R_{10}$  串联。 $R_{10}$  和  $C_4$  的作用是防止 2100 赫以外的其他信号串入振铃器后引起振铃器错误动作的。交流信号经变压器  $B_2$  的次级线圈，由二极管  $BG_3$  整流加在负载  $R_{13}$  和  $C_5$  上。当输入交流信号为 2100 赫时， $C_5$  两端则有最大的整流电压。而在电阻  $R_{10}$  两端的 2100 赫电压则可忽略不计， $C_6$  两端得到的整流直流电压也最小；当信号频率偏离 2100 赫时，电容器  $C_5$  两端的整流电压迅速下降，同时这个偏离 2100 赫的信号频率却从  $R_{10}$  经交连电容器  $C_4$  加在电阻  $R_{11}$  上，并由二极管  $BG_4$  整流加在负载  $R_{12}$  和电容  $C_6$

上。 $C_6$  上的电压迅速上升。 $BG_2$  的基极出现正电压而使  $BG_2$  截止。电阻  $R_{11}$  可以用来调整振铃器的选择性。

直流放大器是由晶体管  $BG_2$ 、电阻  $R_{14}$ 、 $R_{15}$  组成。 $BG_2$  发射极中的电阻  $R_{14}$  用以改变电路的灵敏度。从负电源经  $R_{15}$  加一负偏压在  $BG_2$  的发射极，可以减小  $BG_2$  的穿透电流对继电器  $J_2$  的影响，防止在环境温度升高引起  $J_2$  误动。因此，如  $BG_2$  采用硅管时， $R_{15}$  可以不用。电源电路中的  $R_6$ 、 $C_7$  为滤波电路，用以除去电源的寄生交连。

$C_5$  和  $C_6$  上的整流电压极性相反，因此它们是逆串联的。二者相减后得出的净电压加在  $BG_2$  的基极上，控制  $BG_2$  的集电极电流。当输入信号为 2100 赫时， $BG_2$  基极对地的电位为负，则  $BG_2$  导通，集电极电流通过继电器  $J_2$  的绕组和  $C_8$  组成的时延网络，使继电器  $J_2$  动作。 $J_2$  也有四组簧片。 $J_2$  动作后，32 与 31 接点闭合，42 与 41 接点闭合，从而将 16 赫振铃信号经  $R_1$ 、 $R_2$  送往长途台；同时  $J_2$  的另一组簧片接点 12 与 13 断开。12 与 11 接点闭合，供给 16 赫发生器以电源，使 16 赫铃流发生器起动，12 与 13 接点断开，切断了并联电容器  $C_8$  对  $J_2$  线圈的放电电路，避免了  $J_2$  的慢放现象；簧片组 21 与 22 接点闭合，连接 600 欧的电阻  $R_3$ ，使载波电路二线端终端 600 欧，避免因二线端开路引起振鸣，保证电路的稳定。时延电路的时间常数取决于  $J_2$  绕组的电阻值和  $C_8$  电容量的乘积，改变  $C_8$  的容量就可以改变时延的长短。

### 收铃器的测试

①在收铃器的输入端送入 2100 赫-1.5 奈的信号时，继电器  $J_2$  应动作。动作电流为 8 毫安，然后降低 2100 赫的信号电平，使  $J_2$  继电器不动作，然后再慢慢升高 2100 赫信号电平，继电器  $J_2$  的工作电流亦慢慢升高，到 8 毫安时  $J_2$  应动作。动作电流不能过大或过小，如果不到 8 毫安时就动作或 9 毫安以上才动

作,都会影响收铃器的正常工作。因此要调整继电器 $J_2$ 簧片的压力,使之在工作电流为8毫安时就动作。调整继电器 $J_2$ 簧片压力时,要注意簧片接点是否接触牢靠。有时只注意继电器簧片的压力,忽视了簧片接点的接触牢靠性,会造成接触不良的障碍。

### ②接收灵敏度

振铃器正常接收电平为-1.5奈,因为振铃电平比信号电平低0.7奈,本机净衰耗为0.8奈。因对端机的二线端送0奈,所以在二线端振铃接收电平为-1.5奈。收铃器的接收灵敏度是指收铃器接收电平降低到多少,收铃器还能可靠地工作。按要求2100赫电平在-2.65奈时,收铃器还能工作。测试时,我们降低振荡器的输出,使2100赫信号电平降低,然后慢慢升高。因收铃器动作有一定的延迟时间,所以,每升高一步,略等一会,直到使收铃器能动作为止。这时2100赫的信号电平,就是收铃器的灵敏度。如果灵敏度不合格,可以改变晶体管 $BG_2$ 发射极中的电阻 $R_{14}$ 的阻值,以提高收铃电路的灵敏度。我们测试的灵敏度可达到-3.5奈(未改变 $R_{14}$ )。

### ③选择性

将测试振荡器频率调整为2100赫,输出电平为-2.65奈,送入收铃器,继电器 $J_2$ 应动作。使振荡器输出频率在 $2100 \pm 50$ 赫范围内变化。此时,收铃器应动作可靠,如图2-3。但在实际测试时,实测数值往往不是想象的那样在 $2100 \pm 50$ 赫范围内,而偏高一些,如在 $2100^{+80}_{-20}$ 赫。或偏低一些,如在 $2100^{+30}_{-60}$ 赫范围内动作。这是不合要求的,说明选频电路的谐振点已偏离2100赫,应重新调整 $B_2$ 线圈(1-3)和电容 $C_3$ 组成的谐振电路的谐振点。根据公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 可知,增加或减少 $C_3$ 的电容量,可以降低或升高

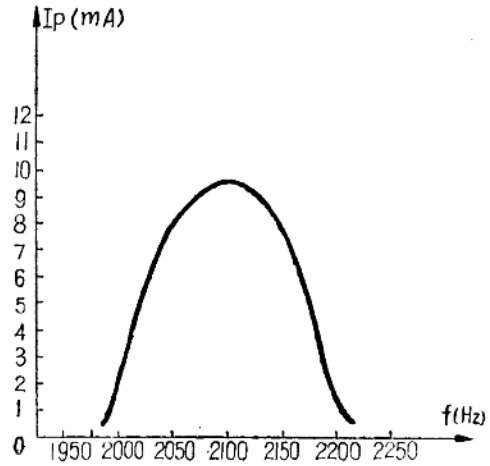


图 2-3

谐振电路的谐振点。使它正好是2100赫。然后再调整电路中的电阻 $R_{11}$ ,使收铃器在 $2100 \pm 50$ 赫范围内动作正常,在 $2100 \pm 100$ 赫以外时,收铃器不动作。

如以上要求都合格,我们将振荡器拿掉,观察一下收铃器在静止时,即无信号输入时继电器 $J_2$ 的电流,要求静止时继电器 $J_2$ 的电流应小于0.1毫安,但往往在挑选晶体管 $BG_2$ 时不够严格, $BG_2$ 管穿透电流大,以致 $BG_2$ 管在静止时的电流也在0.1毫安以上。为了减小静态电流, $BG_2$ 的穿透电流越小越好。

## 二、音频放大器

音频放大器是一个二级直接耦合的负反馈放大器,其电路见图2-4。音频放大器

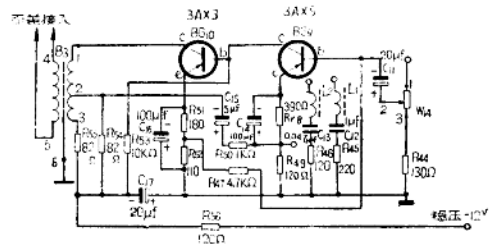


图 2-4

的工作频率范围是300—2700赫，最大增益为4奈，输入、输出阻抗均为600欧姆。反调幅后产生的音频信号经2.7千赫低通滤波器，进入音频放大器输入端，经电位器 $W$ 、电阻 $R_{44}$ 和隔直流电容器 $C_{11}$ 送往晶体管 $BG_9$ 的基极。电位计 $W$ 的作用是控制音频放大器的增益，可调范围约1奈培。 $BG_9$ 与 $BG_{10}$ 的串联直流反馈网络分别由 $C_{14}$ 、 $R_{48}$ 、 $R_{49}$ 和 $C_{16}$ 、 $R_{51}$ 、 $R_{52}$ 组成。电容器 $C_{14}$ 和 $C_{16}$ 的作用是旁路高频信号，以免产生交流负反馈。 $BG_{10}$ 发射极电阻 $R_{52}$ 上的电压通过 $R_{47}$ 反馈到 $BG_9$ 的基极上，供给 $BG_9$ 所需的偏流。这种成对的直流反馈方式，可以保证晶体管工作点的稳定。放大器的交流反馈采用了混合线圈的方式，变压器 $B_3$ 一方面将已放大的音频信号送往二四线差动电路，另一方面经过反馈网络 $R_{54}$ 、 $R_{50}$ 、 $C_{15}$ 反馈到 $BG_9$ 的发射极电阻 $R_{49}$ 上， $R_{55}$ 是反馈网络的平衡电阻。由于有负反馈网络使得放大器有很好的频率特性和较小的非线性失真。 $R_{49}$ 上还并联了 $C_{13}$ 、 $L_2$ 、 $R_{46}$ 和 $C_{12}$ 、 $L_1$ 、 $R_{45}$ 等二个串联低频补偿网络，用以补偿带通滤波器的边缘衰耗畸变，对 $C_{13}$ 、 $L_2$ 和 $C_{12}$ 、 $L_1$ 的谐振频率提高增益。相当于 $BG_9$ 的发射极电阻等效地减少了，因而负反馈减弱，使得放大器的增益相应提高。需要提高的频率和幅度依 $L_2$ 、 $C_{13}$ 、 $R_{46}$ 和 $L_1$ 、 $C_{12}$ 、 $R_{45}$ 的具体数值而定。在一般情况下， $L_2$ 、 $C_{13}$ 应谐振于2.7千赫， $L_1$ 、 $C_{12}$ 应谐振于0.3千赫；提升的幅度约0.3—0.5奈。  $R_{53}$ 是 $BG_{10}$ 的偏流电阻， $R_{56}$ 、 $C_{17}$ 构成电源滤波电路。

二四线差动电路是一个桥 $T$ 式平衡电阻电桥网络，其电路见图2—5。它的作用是把二线电路转换为四线电路，将发信支路和收信支路分开。由电阻 $R_{33}$ 、 $R_{34}$ 组成电桥的两个臂。电容器 $C_9$ 与长途台输入阻抗（设为 $Z_L$ ）作为电桥的一个臂。电容器 $C_{10}$ 与电阻 $R_{35}$ （设为 $Z_N$ ）组成电桥的另一个臂。

$C_{10}$ 、 $R_{35}$ 是平衡网络，是模拟长途台一侧的特性阻抗的。 $C_9$ 用以阻挡16赫铃流进入载

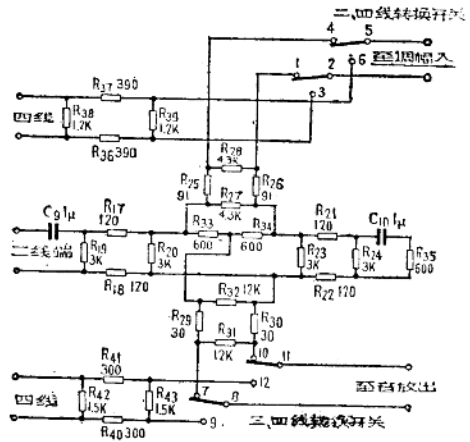


图 2—5

波二线端。收发信支路均接在电桥的对角线上。在电桥平衡时，收信支路音放输出的音频信号就不会进入发信支路，从而保证载波电路的稳定。

当 $Z_L = R_{33} = R_{34} = Z_N$ 时，电桥平衡，这时电桥对角线上的 $Z_T$ 无电流，所以，信号源送出的功率全部消耗在 $Z_L$ 、 $R_{33}$ 、 $R_{34}$ 和 $Z_N$ 上，而且每个阻抗上得到的功率相等，各占总功率的四分之一。即

$$b_R = \frac{1}{2} \ln \frac{1}{\frac{1}{4}} = 0.7 \text{ 奈}$$

所以相邻端之间的衰耗为0.7奈，即二线端到发信端衰耗为0.7奈，对端之间的衰耗为无穷大，各端阻抗为600欧姆。这种电阻电桥网络的优点是频率特性好，结构简单，体积小，成本低；但相邻两端之间衰耗较大。

本机净衰耗可以是0.4奈或0.8奈。二四线差动电路的四端都接有衰耗器。一方面可以调节各点电平，同时，还可以缓衡阻抗，提高电路的稳定度。

在四线开放时，收信支路和发信支路都接有专用的衰耗器。开关 $K$ 做二四线转接

用。

### 制作时注意事项

①晶体三极管的管脚在焊接前应先刮净上锡，以防假焊。烙铁宜用45瓦的，温度不宜过高。操作要迅速，以免烫坏三极管。同时应套上有颜色的塑料套管，便于辨认管脚。我们把红色套管套在集电极上，把黑色套管套在发射极上，把绿色套管套在基极上。其他各机盘内三极管都应这样做。

②在测试机盘前，应详细核对电路元件，防止元件弄错或极性焊错。对差动电路内的衰耗器是否接入，要根据净衰耗的要求而定。在焊接时不要把衰耗器的四只电阻相互焊错。例如：我们曾发现过在“音放出”至差动电路间，有一只O型衰耗器。应将二只12千欧电阻跨接在电路上，二只30欧电阻串接在电路上，由于忽视了这个问题，结果将二只12千欧电阻与30欧电阻焊接时位置颠倒了，结果使衰耗数值增大。不但使阻抗失配，而且造成电路不通。

### 音频放大器的测试

在对电路核对无误之后，加上电源，工作电流应在6.5毫安左右，过大或过小都说明电路有问题，应进行检查。

#### ①最大增益

最大增益为 $4.1 \pm 0.1$ 奈。

测试仪器与被测机盘按图2-6进行连

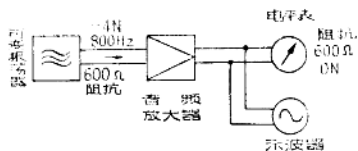


图 2-6

接。然后调整振荡器的输出频率为800赫，电平-4奈。音放步位置于最大，此时电平表指示应为 $0 \pm 0.1$ 奈，示波器上应显示出正弦波形。

#### ②增益可调范围

增益可调范围应大于1奈。

在上述测试基础上，将“音放”步位由原来的第十步，降低至0步，此时电平表指示应从0奈降低至-1奈或更低一些。

#### ③最大不失真输出

最大不失真输出应为+1.1奈。

在“①”项测试的基础上，将振荡器输出电平由-4奈逐步提高，使示波器正弦波形达到将要失真的样子，此时电平表上指示的读数即为最大不失真输出值，应在+1.1奈以上。

#### ④频率增益特性

在“①”项测试的基础上，使振荡器输出保持-4奈，频率在0.3—2.7千赫范围内变化，当不接入补偿网络时，幅度失真应小于 $\pm 0.1$ 奈，当接入补偿网络后，在0.3千赫及2.7千赫两处的增益较0.8千赫处的增益可以提高0.3—0.5奈。

#### ⑤杂音

测试时，应将“音放”输入端终端600欧姆，测试仪器应为平衡式连接。在音放输出端用电平表测量，应小于-7奈。

测量时，测试仪器如果是不平衡输入、输出，应注意与被测机盘的连接方式。如使用毫伏表，它是不平衡输入的，则应将被测机盘的地与毫伏表的地相连接，不能接错，否则会造成测试结果不准确。

### 几种障碍现象和排除的方法

①“音放”输出正常，二线端却测不出音频电平。经检查多为二线端衰耗器的电阻接反。本为二只12千欧电阻跨接于电路上，现错接为二只30欧电阻跨接在电路上，造成衰耗很大。

②“反调出”输出正常，“音放出”输出电平超过正常值，波形也失真。

一般为反馈电容 $C_{15}$ 开路，将电容器 $C_{15}$ 焊牢即可恢复正常。

③“反调出”正常，“音放出”无输出。

经检查为电位计  $W_1$  在面板上安装时碰壳，造成“音放入”短路入地。因而使音放无输出。

### 三、分路调幅器

分路调幅器盘包括分路载频振荡器、调幅器、反调幅器、反调幅低通滤波器以及收发信带通滤波器等几部分。反调幅低通滤波器以及收发信带通滤波器将在第三章里讲述。

#### (一)分路载频振荡器

载频振荡器的作用是产生分路载频，以供发信支路调幅和收信支路反调幅之用。它是一个共集电极的电感三点式振荡器，电路见图 2-7。有较好的效率和较高的频率稳

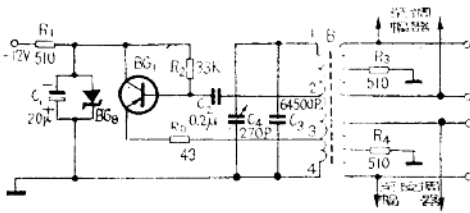


图 2-7

定度。其中  $R_2$  为偏置电阻，用以调整晶体管  $BG_2$  的直流工作点；电容器  $C_3$ 、 $C_4$  和  $B_1$  变压器线圈的 (1-4) 组成谐振电路，它们的谐振频率决定了载频振荡器的频率。三个分路的载频数值不同，分别是 8 千赫、12 千赫和 16 千赫，那么为了得到三个不同的分路载频，需要调整电容  $C_3$ 、 $C_4$  和变压器线圈 (1-4) 的电感值。电容器  $C_4$  可以微量地改变振荡器的频率，使载频频率准确； $R_1$ 、 $C_1$  为电源滤波网络；二极管  $BG_8$  为硅稳压二极管，起稳定电压作用，以防电源变化时影响载频的稳定。

#### 分路载频振荡器的测试

①测试时，工作电流一般在 4—5 毫安

左右，如过大，说明二极管  $BG_8$  接反或其他元件接错，应逐一检查。

②分路载频振荡器的频率偏移应小于  $\pm 1$  赫。将电平表、示波器分别跨接在载频振荡器的输出端，观察其波形，应为一正弦波，输出电平应达  $0 \pm 0.2$  奈。另拿一标准振荡器，使其输出电平为 0 奈，输出频率为 8 千赫、12 千

赫或 16 千赫，接入示波器的  $Y$  轴，进行同步，见图 2-8。

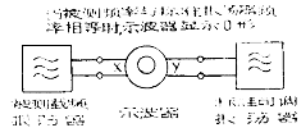


图 2-8

8。根据公式  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  调节分路载频振荡器槽路电容  $C_3$ ，使其振荡频率达到 8、12、16 千赫，观看示波器波形，此时示波器上应显示出一比一的李沙育图形。即出现一个圆形。

#### 几种障碍现象的分析

①振荡器输出电平低或无输出

这可能是槽路电容器  $C_3$  品质因数低，振荡槽路损耗大而造成振荡器输出电平低。另外，由于可变电容器  $C_4$  安装在面板上，往往容易造成固定螺丝将  $C_4$  短路或  $C_4$  引出脚碰机壳造成振荡槽路短路，致使振荡器停振。

②振荡器无输出，工作电流大，达二十多毫安

经检查是变压器  $B_1$  抽头 2 与 3 对调的结果。

#### (二)分路调幅器和分路反调幅器

分路调幅器的作用是把语音频率调制成交波边带频谱，而分路反调幅器的作用是把载波边带变成语音频谱。它是一个由晶体管  $BG_2$ 、 $BG_3$  组成的晶体管调幅器，见图 2-9。



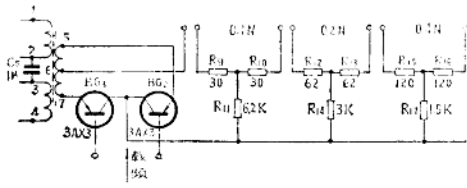


图 2-9

因为载频电压是接在晶体管的基极，所以晶体管的导通或截止完全取决于载频电压的极性。调幅管的基极电位，随着载频电压的变化而交替地改变极性。当某一瞬间 $BG_2$ 的基极为正电位时， $BG_3$ 的基极为负电位。这时 $BG_2$ 截止， $BG_3$ 导通。而当 $BG_2$ 的基极为负时， $BG_3$ 的基极为正，则 $BG_2$ 导通， $BG_3$ 截止。例如当 $BG_3$ 截止， $BG_2$ 导通时，音频信号至调幅器输出的途径是： $B_2$ 的6端—衰减器—负载—地— $BG_2$ 的 $ce$ — $B_2$ 的5端。如 $BG_2$ 截止， $BG_3$ 导通时，其输出途径是： $B_2$ 的6端—衰减器—负载—地— $BG_3$ 的 $c$ — $e$ — $B_2$ 的7端。不难看出，后一种情况与前一种情况不同之处，仅在于负载上的音频信号电压的相位相差180度。两只晶体管实际上起了一个开关作用，使电路产生调幅作用。这种电路比起一般氧化铜调幅器电路来，特性稳定，载漏小，调幅衰减也比较小。

反调幅器电路与调幅器电路相同。适当地选择载频输出变压器上两只电阻的数值，可以改善调幅波形。输入变压器 $B_2$ 与 $C_5$ 组成一个半节的高通滤波器，对低频的16赫信号呈开路状态，以免群路过载。反调幅器后的 $QS_{54}$ 、 $DC_{31}$ 、 $DC_{32}$ 、 $DC_{33}$ 组成低通滤波器，抑制另一个调幅边带和载漏。电路中衰减器都是用以改善阻抗和调节电平的。

### 调幅器的测试

#### ①发信调幅器的测试

先将振荡器输出电平调整在 $-1.5$ 奈，频率为800赫，送入“调幅入”塞孔。然后将电平表及示波器分别跨接在输出端的衰减器

上，测得其调幅波电平为 $-2.5 \pm 0.2$ 奈，在示波器上能看到如图2-10的波形。然后将

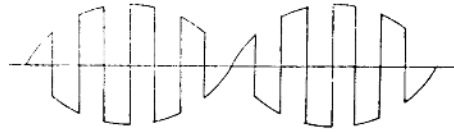


图 2-10

输入电平提高0.5奈，即将振荡器输出电平由原来的 $-1.5$ 奈提升到 $-1$ 奈，此时调幅器输出波形应不失真，仍出现如上图所示的波形，但不同的只是幅度升高了。

#### ②收信反调幅器的测试

将振荡器输出电平调在 $-2$ 奈，输出频率根据被测电路而定。如测第二路反调幅器时，振荡器输出频率应调在11千赫。送入“反调入”塞孔内，在2.7千赫低通滤波器输出用电平表测，应量得 $-3.2 \pm 0.2$ 奈。再用示波器跨接在电平表上，看其反调幅后的1千赫波形，仍应为正弦波。然后将输入电平提高0.5奈，即将振荡器的输出电平由原来的 $-2$ 奈，提高到 $-1.5$ 奈，此时反调幅器的波形应不失真，仍为正弦波。

### 几种障碍现象的分析

#### ①分路载漏大

造成分路载漏大的原因较多。主要有：  
 $BG_2$ 、 $BG_3$ 调幅管特性不一致，因此在安装时应选配参数一致的三极管；

载频输出线圈中心抽头引线折断；

$R_3$ 、 $R_4$ 未入地(参考总电路图)；

$BG_3$ 、 $BG_4$ 有一极假焊等。

②调幅器输出电平低，波形不好是调幅变压器 $B_2$ 5、6两引线焊反了。

## 四、差动变压器

差动变压器的作用是汇接三个分路带通滤波器，避免三个分路带通滤波器直接并接时相互之间的影响。差动变压器在A端机中