

调幅调频立体声系统 检修

〔美〕 罗伯特·L·古德曼 著

张绍高 谭民望 译



电子工业出版社

调幅调频立体声系统检修

〔美〕 罗伯特·L·古德曼 著

张绍高 谭民望 译

电子工业出版社

内 容 简 介

本书叙述如何维修和校准高保真音响设备和立体声系统。内容较新，实用性强。全书分11章。首先介绍了立体声系统的组成，包括立体声特性，调频立体声发射机和接收机的工作原理。其次介绍了基本的晶体管 and 集成电路的入门知识。然后介绍了检波电路和立体声解码器；电源电路中的整流器、稳压器、滤波器；功率放大器的各种类型、负反馈和扬声器系统；前置放大器、音量控制、音调控制和均衡放大器；调谐器、中放、限幅和鉴频电路。接着讨论了声频放大器故障检修技术和校准方法。对8磁迹卡式磁带录音机、盒式录音机、电唱盘和电唱机的原理、结构、维修、校验作了详细的介绍。最后列出了英汉电声术语词汇表。

本书有大量可供设计人员参考的电路，有大量可供维修调试人员参考的经验。本书可供广大无线电爱好者、无线电生产人员和维修人员及有关无线电专业师生阅读。

调幅调频立体声系统检修

〔美〕罗伯特·L·古德曼 著

张绍高 谭民望 译

责任编辑：路石

电子工业出版社出版（北京海淀区万寿路）

电子工业出版社发行 各地新华书店经销

华新印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：13.125 字数：316千字

1989年9月第一版 1989年9月第一次印刷

印数：1—4000册 定价：5.40元

ISBN 7-5053-0847-2/TN·240

前 言

现今，电子技术人员将要维修和校准更为复杂的高保真立体声系统。因此就有必要了解这些系统的工作原理以及如何使用新式测试仪器快速而有效地进行维修。按照本书所给出的维修资料，你将会使用这些测试仪器并且增加你维修音响设备的技巧。

本书首先介绍调幅调频和立体声放大器的工作原理，并给出基本的晶体管和集成电路的入门知识。然后讲解立体声多工电路的分析、故障的判断。随后介绍如何修理声频设备的电源。在讲解了功率放大器电路分析和故障判断以及关于扬声器系统的修理知识之后，叙述前置放大器电路、音调、音量控制电路的分析和维修技术。接着叙述高频放大器和中频放大器及调谐器电路的分析和电路故障的判断，一般声频放大器电路的维修，然后解释使用各种测试仪器校准声频系统的方法。最后三章介绍8迹磁带录音机、盒式磁带录音机和电唱机、唱盘的工作原理和修理，这三章也给出许多维修用图和校准方法的提示。书末附有英汉声频、高保真和立体声的术语词汇表。

目 录

第一章 立体声系统简介	(1)
一、立体声特性	(1)
二、调频立体声发射机的工作原理	(2)
三、固态电路调频立体声多工接收机的工作原理	(3)
第二章 基本固态逻辑入门	(1E)
一、半导体理论	(15)
二、二极管	(15)
三、晶体管	(19)
四、固态器件维修提示	(22)
第三章 调频立体声多工检波器(解码器)电路	(24)
一、希思公司的接收机多工电路	(24)
二、调频多工电路(泽尼斯)	(26)
三、典型的立体声解码器	(36)
第四章 音响系统的电源	(40)
一、电源电路	(40)
二、标准二极管整流器的结构	(40)
三、齐纳二极管稳压电路	(42)
四、达灵顿稳压器	(43)
五、齐纳二极管稳压电源电路	(44)
六、电源滤波	(45)
七、电子电源	(46)
八、二合一电源	(49)
九、电源装置	(49)
十、VIZ稳压电源	(51)
第五章 功率放大器电路	(55)
一、固态声频放大器	(55)
二、互补对称声频功率输出电路的工作	(56)
三、集成电路声频输出级	(62)
四、固态声频输出放大器	(63)
五、甲类放大器(电容耦合)	(65)
六、乙类推挽放大器(变压器耦合)	(65)
七、失真与负反馈	(66)
八、负反馈的优点	(66)
九、扬声器保护电路	(66)
十、扬声器和阻抗网络的测试	(67)
十一、号筒、高音扬声器和分频网络	(69)

十二、泽尼斯、阿莱格罗扬声器系统的基本原理	(69)
第六章 前置放大器电路分析	(72)
一、前置放大器的功能	(73)
二、前置放大器电路	(73)
三、响度控制	(75)
四、音调控制	(75)
五、提升低音和高音电路的截止电路	(75)
六、巴克森德尔音调电路	(75)
七、放大器的滤波器	(76)
八、电磁拾音器的前置放大器	(78)
九、传声器的放大器	(78)
十、集成电路前置放大器	(79)
十一、均衡放大器	(80)
十二、平直放大器	(81)
十三、低频提升放大器	(81)
第七章 射频调谐器	(83)
一、调幅射频振荡器/混频器、中频电路	(83)
二、调频调谐器电路	(85)
三、陶瓷滤波器	(85)
四、调频中频放大器、限幅器和鉴频器	(86)
五、调频自动增益控制电路	(87)
六、调频自动频率控制电路	(88)
七、一些接收机的特点	(88)
八、中频校准说明	(91)
九、调频射频校准	(94)
十、用森科尔SG165型发生器校准的要点	(94)
十一、调频中频校准数据	(94)
十二、调幅射频校准	(96)
十三、快速校准中频法	(97)
十四、调幅电路维修	(98)
十五、调频射频电路维修	(99)
十六、用信号注入法维修机器	(100)
十七、发生器的调频中频信号的使用	(101)
十八、立体声系统的示波器波形分析	(101)
第八章 声频放大器故障检修技术	(107)
一、用方波测试声频放大器	(107)
二、放大器测试程序	(108)
三、对方波波形的分析	(108)
四、判定声频放大器的故障部位	(111)
五、声频放大器的预校验	(112)
六、用双踪示波器检验立体声放大器	(112)
七、判定放大器间歇故障的部位	(113)
八、检验声频放大器各级的增益	(114)

九、用信号寻迹技术判定故障的位置	(115)
十、射频信号寻迹	(115)
十一、声频信号寻迹	(116)
十二、对不工作的收音机的检验	(116)
十三、声频放大系统不工作	(117)
十四、有关声频信号寻迹的其它提示	(117)
十五、判定间歇效应的发生部位	(117)
十六、有关维护固态器件的一些注意事项	(118)
十七、专用声频测试仪器	(118)
十八、频率响应测量	(120)
十九、声频系统分析仪	(121)
二十、电容测量	(121)
第九章 八迹磁带录放机	(123)
一、八迹卡式磁带盒	(123)
二、通用电气公司TA556型磁带录放机的使用维修	(124)
三、通用电气公司TA640A型八迹磁带录放机的维护和调整	(127)
四、泽尼斯公司IS4061/81型立体声八迹磁带录放机的工作原理和维修调整	(130)
五、使用示波器矢量工作方式校准声频磁头	(139)
第十章 盒式磁带录音机	(142)
一、盒式磁带	(142)
二、盒式磁带录音机系统的一般介绍	(142)
三、磁头的清漆	(143)
四、磁头的去磁	(144)
五、盒式磁带录音机的工作原理	(144)
六、泽尼斯公司MC9070型盒式录音座	(150)
七、磁带噪声抑制系统	(154)
八、杜比噪声抑制系统	(156)
第十一章 唱机和唱盘	(168)
一、通用电气公司的RD-800型唱机	(168)
二、泽尼斯公司的169-575型唱机的自动换片装置	(173)
三、泽尼斯公司169-570型唱机的加勒德自动换片装置	(182)
四、BSR(英国放音)型换片装置	(188)
五、电磁式拾音器拾音头	(192)
英汉声频术语词汇表	(194)

第一章 立体声系统简介

在组装和维修高保真立体声系统时，必须了解系统中每一单元部件的功能和工作，并且知道对每一单元所需要的正确维修技术，这方面的重要性就如同你有了适用于维护各种设备的测试仪表后，还应该知道如何有效地使用它们一样。

为了快速地维修这些音响系统，你必须了解各单元是怎样工作的，以及了解它们的电路设计。知道了这些，用所介绍的维修步骤来确定哪一部分是引起故障的原因，并找出真正的故障时，会使你更具有信心。

为了达到这些目的，在以下各章，我们将研究调幅/调频立体声调谐器、电源、功率放大器、维修步骤、校验以及维修各个单元所需要的测试仪器。我们还将研究整个调频立体声多工系统及其工作、8迹磁带录音机、盒式磁带录音机和唱片换片机的维修。我们还将叙述一些扬声器系统和一些维修的提示。在本书最后附有一个便于查阅的声频术语词汇表。

一、立体声特性

在研究立体声系统以前，让我们先回顾一下立体声的一些特性。人耳能确定声源的距离和方位，很象人眼能确定一个物体的距离和方位一样。当你看一个物体时，两眼将看到不同的影象，然后，两个影象在大脑中合成，大脑对每一眼睛所看到的影象进行比较，根据它们之间的不同来确定物体的距离和方位。

当你听一个声音（例如管弦乐）时，两只耳朵听到的声音稍有不同，当在大脑中合成时，大脑将对耳朵所接收的声音信息的距离和方位进行计算。因此，当管弦乐队的所有声音是由一个传声器拾取、并馈送到一个放大器后加给一个扬声器时，这个系统将使人耳不能确定声源的深度和方位。这是由于一个传声器接收的管弦乐队的所有声音都具有同样的相对相位，它们都好象来源于同一点，这样，整个管弦乐就好象从两平方英尺的房间发出来的，如同只用一只耳朵听管弦乐一样。

如果你希望感受到声源的深度和方位，那么，声音系统必须能对两耳提供不同的信息。如果说，由一个传声器、一个放大器和一个扬声器所组成的系统传输的声音，可以用一只耳朵听到，那么，由两个分开的传声器、两个放大器和两个扬声器所组成的系统传输的声音，会带给我们更多必要的信息，使得听起来的声音就象我们真是处于放置传声器的地点听到的声音一样。

在实用中，这种设想是很成功的。利用两个传声器和两个放大器系统，你能在一条磁带上或一张唱片上分别记录它们各自的输出，并用两个分开的放大器和两个扬声器系统来重放这个信息。你可以听到几乎具有全部深度感和方位感的声音，就象你真的处于录音时两个传声器放置的位置一样。这种声音当然属于立体声录音。

二、调频立体声发射机的工作原理

为了帮助立体声设备用户和维修人员彻底了解立体声多工接收系统的作用和工作,对立体声调频发射机的工作原理也应较为熟悉。尤其要熟悉立体声信息的发射方法。所以,我们必须了解一下立体声调频发射机的基本概念。一个立体声调频发射机不仅要与现有的单声道发射机兼容,而且还应能够与立体声节目信息同时发射背景音乐、传真或另一个辅助通信业务(SCA)信息。它们之间必须没有任何相互干扰,并且都位于一个调频电台所规定的频道范围之内。

任何立体声系统都是由右(R)、左(L)两个基本分量声道信号(见图1-1)所组成。这两个信号经矩阵变换后,可得到“和信号 $L+R$ ”以及“差信号 $L-R$ ”。和信号 $L+R$ 可由 $+R$ 与 L 相加得到,差信号 $L-R$ 可由与 $+R$ 相同幅度的负信号 $-R$ (相差 180° 相位)与 L 相加得到。在系统中复合的 $L+R$ 和 $L-R$ 信号是用来调频的分量。通常, $L+R$ 信号可以对载波直接进行调频。在 $L+R$ 与 $L-R$ 信号由矩阵电路形成时,相位关系是一样的,当 $L+R$ 对载波进行调频时,必须加一延时网络,这一延时系统的唯一目的是使 $L+R$ 调制分量有一相移,以便当 $L-R$ 对 38kHz 信号调幅后得到的上下边带也对载波进行调频时,两者能够同相。

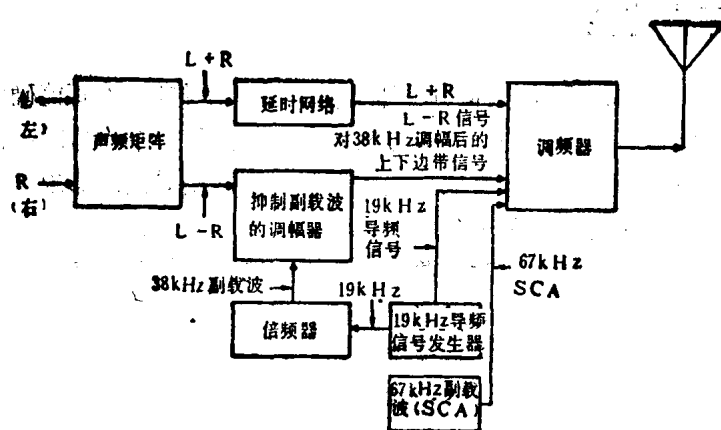


图 1-1 调频立体声发射机方框图

在立体声调频系统的传输中, $L-R$ 信号必须对一副载波进行调幅。为了形成这个副载波,应当由一个非常稳定的晶体振荡器产生一个 19kHz 信号,将 19kHz 信号倍频后得到 38kHz 副载波,然后被 $L-R$ 信号调幅。这个 19kHz 信号也被用来作为导频信号或同步信号,也对载波进行调频。由于所有在副载波系统中需要的信号信息都包括在 $L-R$ 对 38kHz 调幅后的上下边带包络中,所以就不需要 38kHz 副载波对载波进行调频,因此, 38kHz 副载波就被抑制掉,只留下 $L-R$ 对 38kHz 调幅所形成的上下边带对载波进行调频(见图1-2)。

于是,有三个对载波进行调频的分量: $L+R$ 音频信号; $L-R$ 信号对 38kHz 调幅后的上下边带; 19kHz 导频信号。如前面所述,这个系统必须能与传真或SCA传输兼容,因而要另加一调制分量,即 67kHz 的副载频(SCA)。

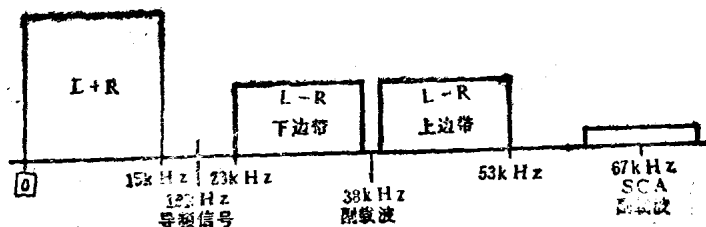


图 1-2 调频分量

三、 固态电路调频立体声多工接收机的工作原理

上面介绍了多工调频发射机的基本工作原理,下面介绍多工接收机的工作原理。请参看调频立体声接收机的方框图(图1-3)。我们之所以选用这种接收机来介绍固态电路调频多工接收机的原理,是因为它包括了大多数接收机所共有的基本部分。

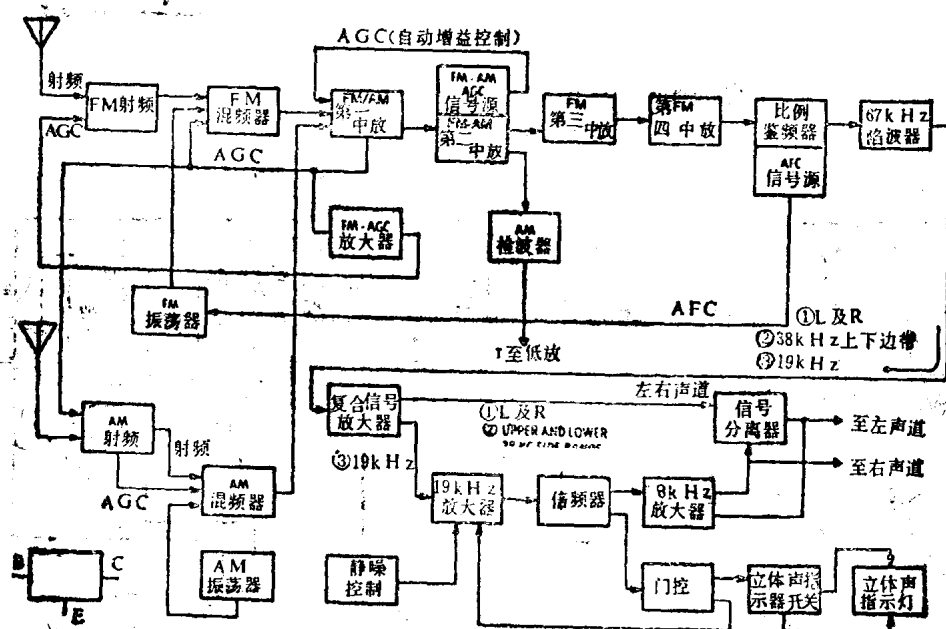


图 1-3 调频立体声接收机方框图

(一) 调幅射频调谐器

调幅调谐器是一个三连调谐器,具有分开的射频混频器和晶体管振荡器。请看图1-4。射频调谐器输入端是一个低阻抗天线回路。它也可外接长线调幅天线。射频和混频晶体管的增益被反向的自动增益控制(AGC)电压所控制。

(二) 调频射频调谐器

请看图1-5,调频天线线圈(L1)、射频输入线圈(L2)、射频输出线圈(L3)与振荡器线圈(L7)被同时调谐,这些调谐电路还可以保证调谐器抑制掉在某些地方出现的任何不

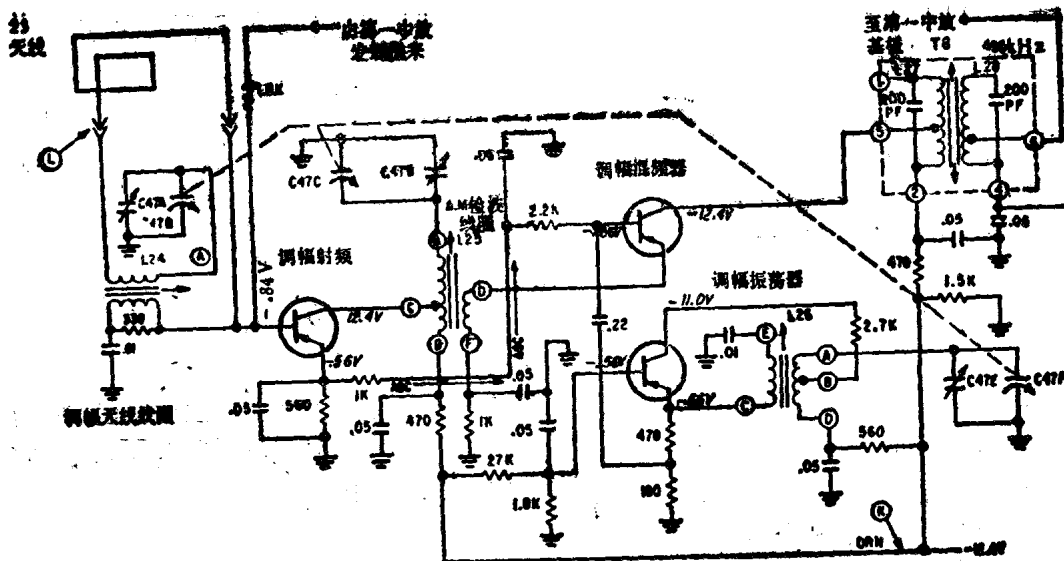


图 1-4 调幅射频调谐器原理图

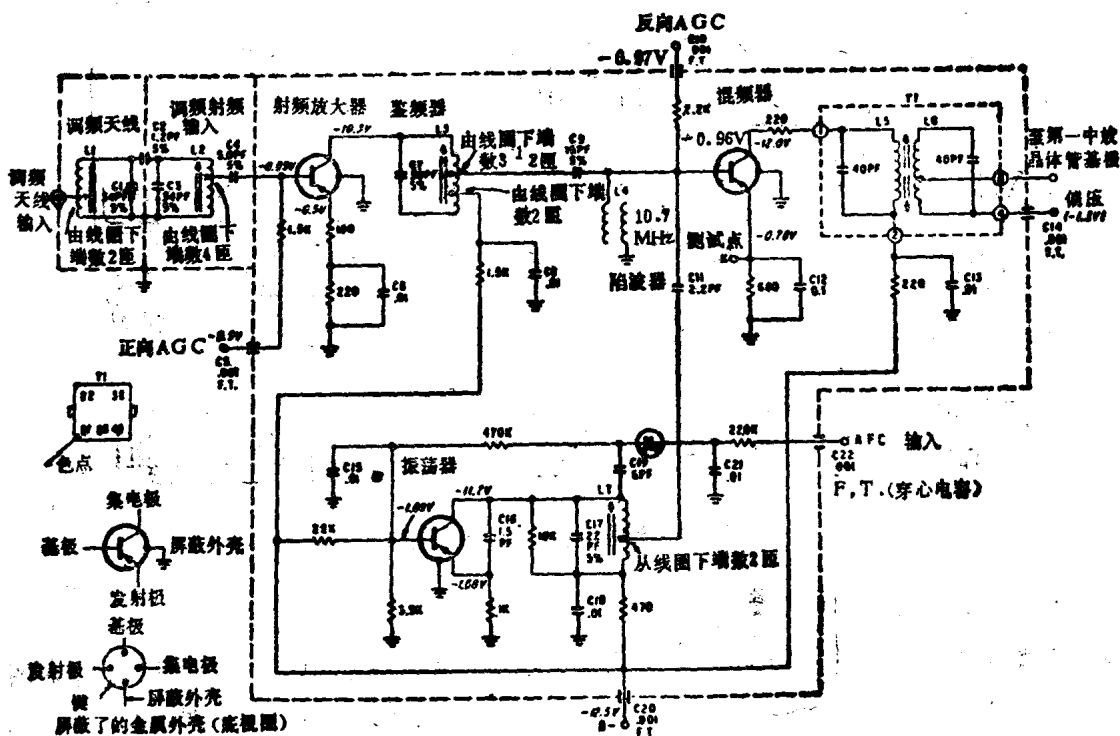


图 1-5 调频射频调谐器图

需要的和不希望的射频信号。线圈L4是位于混频器基极的10.7MHz陷波器，具有6dB衰减量。混频器基极被馈有反向AGC电压，而射频放大器被馈有正向AGC电压，以便在调频信号时能使这些级的放大量减小。

(三) 正向自动增益控制

晶体管的增益在很大程度上取决于集电极电压,减小集电极电压可以减小增益。通常,这是由加大正向偏压来增加发射极电流,并在集电极电路加入一个大的降压电阻来达到。在大电流情况下,图1-5射频放大器基极上的1.5k电阻上的电压降将减小集电极电压,从而减小增益。

(四) 反向自动增益控制

对于增益不主要取决于集电极电压的晶体管,减小发射极电流,可使增益减到较小数值。这可由减小晶体管正向偏压来达到,如图1-5上的调频器。

(五) 调频自动频率控制电路

如同所有高频振荡器一样,频率稳定度是很重要的一个特性,为此,最好采用自动频率控制(AFC),也就是由与振荡器频率偏移直接相关的电压对频率进行控制。这是由比例鉴频器取得直流电压反馈给一个可变电容器(压控可变电容器)来实现的,如图1-6所示。这个可变电容作为一个频率控制元件跨接在振荡调谐电路上。如果振荡器频率有了偏移,将导致比例鉴频器不平衡,一个负直流电压将反馈给可变电容,使它改变电容量,自动调整振荡电路的频率来补偿最初产生的频率偏移。振荡器有了自动频率控制电路,就可以消除频率偏移,并且简化了调频调谐器。振荡电路某些元件可能损坏,使频率偏移超出了可变电容的 $\pm 0.8\text{MHz}$ 控制范围。这时,就需要进行分析,然后更换元件。当你希望接收的一个弱调频台处于一个强调频台的 $\pm 0.8\text{MHz}$ AFC牵引范围之内时,接收机电路中有一个AFC截止开关可被利用。当开关由FM-AFC倒向FM时,AFC电源电压从振荡电路撤除,振荡电路的工作将不具有自动频率控制功能,只依靠电路的固有稳定性保持在被调谐的频率上。

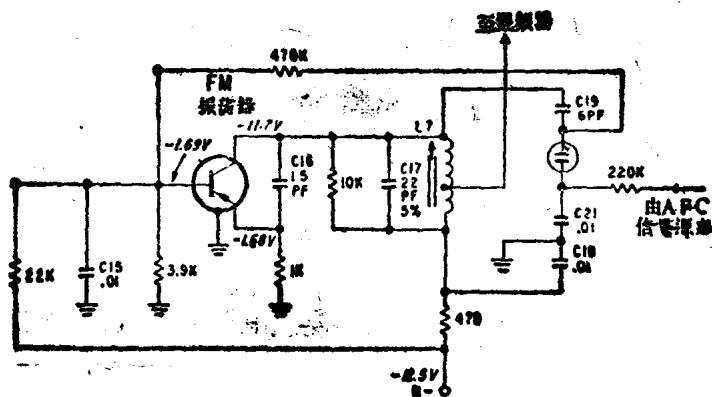


图 1-6 调频自动频率控制电路图

(六) 调频中频放大器

在图1-3收音机中,由射频调谐器输出端到比例鉴频器输入端共有四级共射极中频放大器。中放基极电压是从两个并联的分压网络得到的(参看图1-7),其中一个包括一个

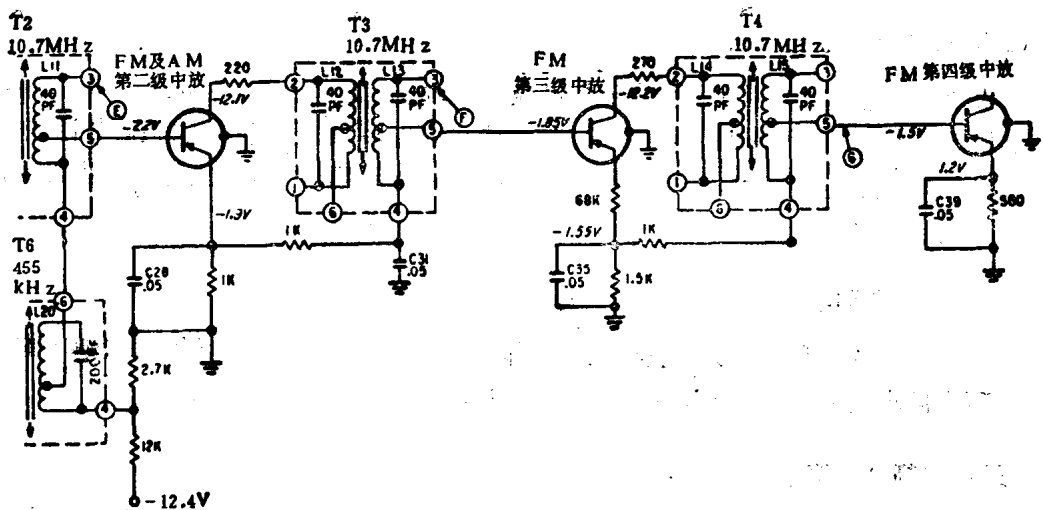


图 1-7 中频放大器电路图

12k和一个2.7k的电阻,两者串联到地。另一个包括第二、第三和第四级中放晶体管。第二级中放基极加有-2.2V电压,这一电压是由12k和2.7k连接点的电压馈给中频变压器T6和T2的次级后得到的。第三级中放晶体管的基极电压是由第二级中放发射极经1k降压电阻得到的。这一电压由T3(10.7MHz中频变压器)次级形成-1.85V电压加于第三级中放晶体管的基极。第四级中放晶体管的基极电压也由同样方式取得。第三级中放发射极接有1k电阻,连接到(T4)变压器10.7MHz的次级。T4的次级提供给第四级中放晶体管基极一个-1.55V电压。必须记住,当第二级中放晶体管失效时,第三和第四级中放晶体管将得不到基极电压;第三级或第四级中放晶体管失效时,前级的基极电压将受到影响。

(七) 调频自动增益控制电路

在无信号情况下,第一级中放晶体管由并联的分压网络得到-1.3V基极电压。请参看图1-8电路图。分压电路的一个支路由100k电阻、15k电阻和一个自动增益控制二极管(X6)串联组成,经(T7)中频变压器455kHz次级接地。另一个支路由100k电阻与1k电阻串联组成,并连接到第一级中放晶体管基极。混频器晶体管的基极电压取自第一级中放晶体管发射极,经过220Ω和2.2k串联电阻(参看图1-8及图1-5),在无信号情况下,可给给混频器基极-0.96V电压。第一级中放发射极电压还经220Ω与3.3k电阻串联电路供。自动增益控制放大器基极-0.9V电压。射频放大器基极电压来自AGC放大器的集电极。AGC放大器的增益由R1电位器调节。无信号情况下,应调节到集电极电压为-1.0V。

参看图1-8,当接收到调频信号时,由第二级中频变压器(T3)可得到一个10.7MHz中频信号,这信号的一部分被引到第二中放晶体管集电极C30(10pF电容器)支路,这一调频信号由二极管X6整流,形成一个电压,它减小X6的正向偏压,这将减小X6的电流,从而减小15k和100k电阻连接点的负电压,当电源电压为13.2V、调频调谐器无射频信号时,第一级中放基极约可得到-1.43V的电压。当有60μV射频信号进入调频调谐器时,第一中放基极电压将减小到约-1.3V,当射频调谐器有100000μV输入时,这一电压将接近-0.56V,甚至在极强信号下,第一级中放基极电压也永远是负值,这个电压可看成是向正方向

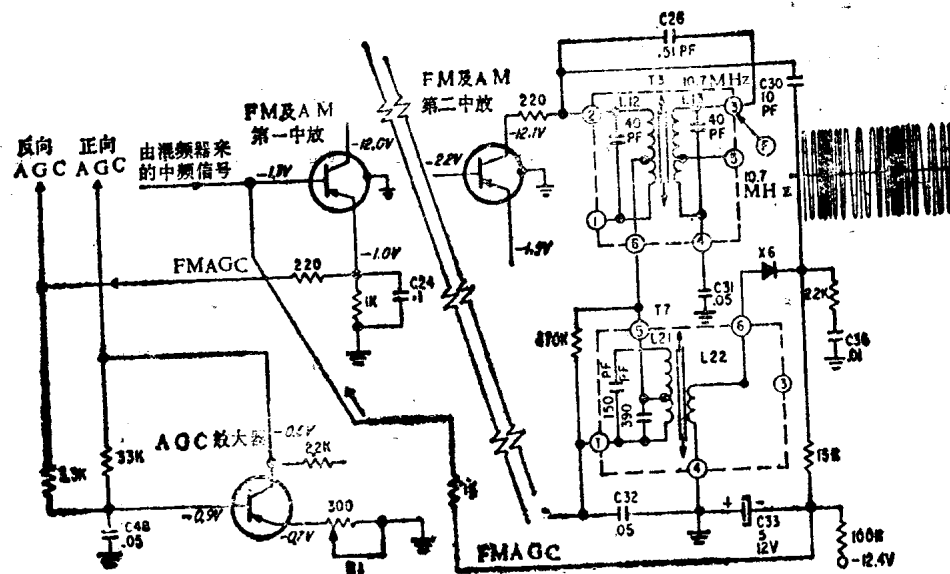


图 1-8 调频自动增益控制电路

变化的负电压，这个中放晶体管可看成是受反向AGC电压控制的。因此，这一晶体管的正向偏压被减小。当一个PNP晶体管基极偏压减小时，这一晶体管的增益也将减小，集电极中频信号的幅度也将减小。中频放大器过载所引起的失真也将被消除。为防止由其它过载原因所引起的失真，AGC必须加到射频放大器和混频器两者的晶体管上。由于混频器晶体管的基极电压是由第一级中放晶体管的发射极取得的，所以，当第一级中放增益减小时，由第一级中放发射极取得的负电压也将减小。请再参看图1-5。结果，混频器基极的 $-0.96V$ 将减小，这样，就可减小它的增益。AGC放大器的基极电压也来自第一级中放的发射极，由于这时它是一个向正方向变化的负电压(图1-8)，AGC放大器基极的 $-0.9V$ 也将减小，产生这种情况时，AGC放大器偏压反向，放大器增益减小，集电极电路电流也将减小，当集电极电流减小时，集电极电压升高到大于 $-0.8V$ 的某个值，于是在射频放大器基极上加有向正向变化的负电压，即射频放大器加有正向AGC偏压，将使它饱和，使它的增益减小。下面解释一下正向偏压。

(八) 正向偏压

利用正向偏压使晶体管饱和可以使增益减小。如果晶体管的增益在很大程度上取决于集电极电压，则集电极电压降低时，增益将减小。通常，这是由增加发射极电流和在集电极有一大的降压电阻来得到的。大电流在降压电阻上的电压降使集电极电压减小，从而减小了增益。

用射频放大器的正向AGC可达到一些目的。它可以降低射频晶体管的增益。当集电极电路的电流增大时，它的阻抗将变得很低，使集电极和它的调谐电路完全不匹配。这种不匹配的直接结果，将使这一电路的增益减小，从而基极电流变得相当大，阻抗变得非常低。其结果象一个集流器件跨接在调频射频输入线圈上，这也象使线圈部分短路和大量减小它的Q值(品质因数)一样。

(九) 调幅检波

因为二极管X6的功率容量不足以产生所需要的调幅AGC电压和调幅音频电压(见图1-9),所以用另一个二极管作为调幅检波器。第三级中频变压器T7次级的455kHz已调幅波在检波器中被检波,使变化的直流电压具有原来幅度调制信号的性质。这一电压被送往音频放大器单元。

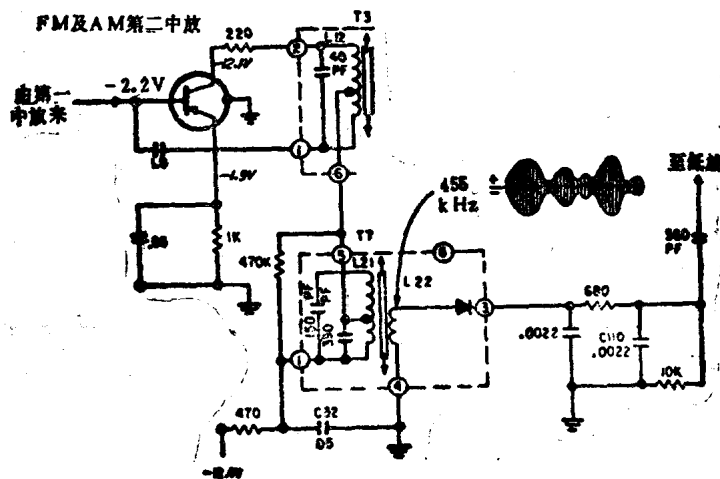


图 1-9 调幅检波器电路

(十) 比例鉴频

第四级中放的10.7MHz输出被送往比例鉴频器的变压器T5。请参看图1-10。这是一个标准的比例鉴频器电路,它有两个固态二极管,用于调频波鉴频。如果调谐到的调频电台是发射立体声信号并有一带有商业类节目的SCA副载波,则比例鉴频器输出的复合信号将包括以下部分:

1. L + R音频信号;
2. 38kHz上下边带;
3. 19kHz导频信号;
4. 67kHzSCA信号。

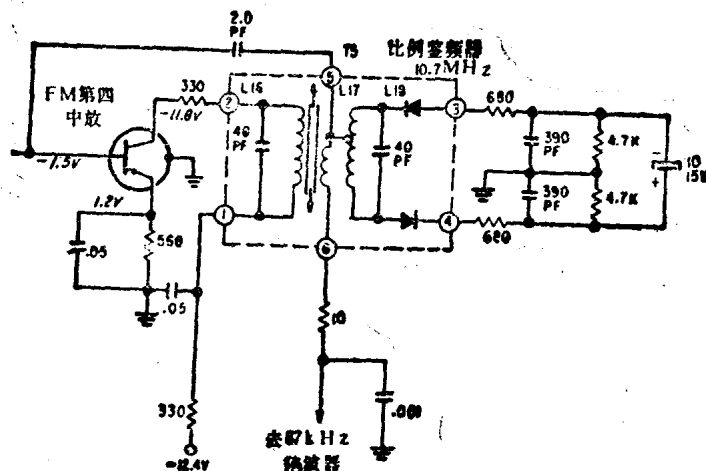


图 1-10 比例鉴频器电路图

(十一) 67kHz陷波电路

上述复合信号被馈送到67kHz陷波器的输入端,请参看图1-11。设调谐到的调频多工电台同时广播67kHz SCA,应当使它不进入多工检波器,否则会造成失真,因此,在复合信号通路上必须设有一衰减量约为20dB的Q值非常高的陷波器。调谐67kHz陷波器使其输出最小,从而使67kHz SCA信号不通过多工检波器,以免造成串扰和失真。

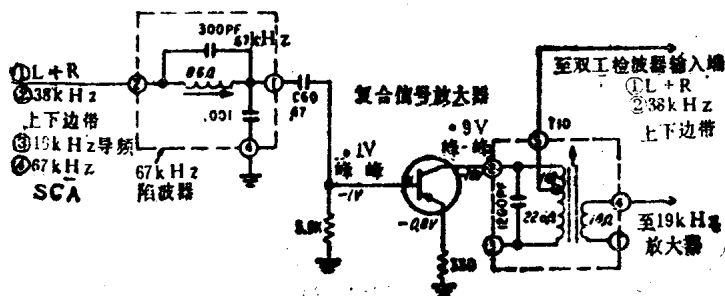


图 1-11 67kHz陷波器和复合信号放大器电路

(十二) 复合信号放大器

将67kHz SCA信号消除后,就应对复合信号中其余三个信号进行放大。所以将它们馈送到复合信号放大器(图1-11),该放大器约有九倍的增益。复合信号放大器的输出在集电极电路中分为两个通路: L + R声频信号和38kHz的L - R上下边带信号直接送到双工检波器的基极,并与另一电路形成的38kHz副载波再复合后,同时被检波为L及R声频信号, 19kHz信号由T10次级取得后被送到19kHz导频放大器的基极。

(十三) 19kHz导频放大器和门控倍频器

由复合信号放大器集电极来的19kHz导频信号被馈送到19kHz导频放大器，其输入输出电路都尖锐地调谐到19kHz，这是为了避免任何不希望的信号触发19kHz放大器，（见图1-12）。为了保证19kHz导频信号放大器只在实际接收的立体声信号高出噪声足够幅度时才工作，将约为-7.0V的静噪电压加于这一晶体管基极。在静态时，发射极有-7.6V电压，在这种情况下，晶体管被偏压截止不导通。反向偏压量或19kHz放大器基极的静噪电压是由5kΩ静噪控制器来控制的。当送来的19kHz导频信号的峰-峰电压足够克服偏压或克服19kHz放大器的截止状态时，晶体管导通，这就需要19kHz导频信号约有1.8V峰-峰电压，在这期间，门控晶体管已处于截止状态，因为它的基极和发射极都是0V。当送来的19kHz信号足够使19kHz放大器导通时，信号被放大并送到T11次级的中间抽头。两个固态二极管（X1及X2）作为全波无滤波器的整流器跨接于次级，作用如同倍频器一样，这一全波整流器的输出是一连串的38kHz直流脉冲。38kHz直流脉冲要完成两种功能。这些直流脉冲一部分通过一个4.7k电阻并被门控晶体管基极的5μF滤波器滤波，加到门控晶体管基极。门控晶体管原是截止的，现在由于它的基极加有由倍频器形成的-0.4V直流电压，它的发射极只有-0.2V电压，从而使它成为正向偏压而导通，门控晶体管深度导通后，在有信号时，19kHz放大器发射极上原有的-7.6V电压将下降到-6.3V，这一正向偏压将使19kHz放大

