

音频放大器制作与调试

朱超群 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书从简单收音机的制作和调测开始,逐步深入地讲述了音频放大器的原理、安装、调试与维修等基本知识,音频放大器音质的改善方法,以及用万用表进行测试检修音频放大器的技巧。内容新颖,讲解透彻,通俗实用。书末附有思考题,以适合初学者自学。

读者对象:具有初中文化水平的无线电爱好者和有关的工人和初级技术人员。

音频放大器制作与调试

朱超群 编著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

北京北方印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本: 787×1092 1/32

1986年11月第一版

印张: 412/32 页数: 70

1986年11月北京第一次印刷

字数: 96 千字

印数: 1—6000册

统一书号: 15045·总3288—元6388

定价: 0.66元

前 言

通信科学技术普及读物的编辑出版方针是面向生产、面向群众、面向基层。它不仅包括知识性的图书，而且以实用性的图书为重点，同时也出一些介绍新技术的读物。

通信科普读物的主要读者对象是从事通信工作的干部、工人以及关心通信事业的广大读者。根据他们的特点和需要，在内容和选材上力求密切联系通信科研、生产、使用、维护和管理上的需要；在叙述上力求通俗易懂、概念清楚、结合实际、生动活泼，以帮助读者学习钻研通信科学技术，为培养一代新人、提高全民族的科学文化水平作出贡献。

本书是由内蒙古自治区通信学会推荐、呼和浩特市电信局朱超群同志编写。作者多年从事于电子技术方面的教学工作，具有教学经验。本书通俗易懂，联系实际较紧密，实用性较强，是一本初学电子技术的入门书。

由于我们缺乏经验，难免存在不足之处，欢迎广大读者提出意见和建议。

中国通信学会科普读物研究会

编 者 的 话

无线电电子技术用途很广,其爱好者大有人在,无论你想学会实际制作、调试和修理,或者希望从原理上深入掌握,都应当从音频放大器入手。从实用上看,音频放大器渗透到各种仪表电器之中,如收音机、录音机、电视机等都以音频放大器作为它们的一种主要部件,至于扩音机,它本身就是多级音频放大器。在通信设备中,如电话机、载波机、各种有线或无线收发设备都离不开音频放大器。现代化办公室的对讲电话、录音电话,医院用的电子医疗设备,工业企业自动化装置,各种电的或非电的仪表等,也常常以音频放大器作为主要部件之一。掌握了音频放大器装修、调试,再加以触类旁通就会成为一专多能的修机员,这无疑是初学者和业余爱好者的愿望。

从另一角度看,音频放大器的许多基本原理,如晶体管特性、工作点设置与稳定、级间耦合、反馈技术、以及输入输出阻抗,非线性失真和频率失真等等,构成了无线电电子技术的重要基础。

为适应初学者学习需要,本书编写时,尽量做到以下几点:

1. 从物理概念上通俗地介绍音频放大器的原理,避免数学推导。
2. 以实用为主,使读者能够学到实际的制作、调试和维修技术。
3. 为了兼顾收音机的制作和修理,本书前半部分采用了收音机和放大器互相交织的讲法。读者不但可以学到放大器而

且也同时学到从单管收音机到多管收音机的制作、调试技术。

4. 本书第四章以“音质”这样一个令人感兴趣而又伤脑筋的问题为纲，给读者介绍了听音判别、音质测调等技术，同时深入一步介绍了负反馈及直耦电路等放大器的基本构成电路和改善音质的重要方法。还介绍了改善音质的几种切实可行的简易电路。

5. 本书着重介绍了新颖的音调提升衰减电路和高音质放大器，从而把放大器的电路介绍推向深入。

6. 本书考虑到业余爱好者的条件，着重介绍了在只有万用表的条件下如何测试与调整电路，如何排除收音机和音频放大器故障。

7. 本书所介绍的制作、调测以及排除故障方法都是切实可行的。按照书上所介绍的步骤就可顺利做到。基本上可以无须查阅其他资料。

8. 为巩固读者所学知识，在本书的末尾附有思考题80道，读者可以先自己思考，每道题都可以在书中找到答案。

由于水平有限，书中肯定存在不少缺点和错误，恳切地希望读者批评指正。

一九八五年 七月

目 录

第一章 简单音频放大器的安装和调测

- 一 怎样装一部单管收音机…………… (2)
- 二 单管机的测量和调整…………… (6)
- 三 放大器在单管机里的作用…………… (8)
- 四 装一部NPN管单管机…………… (9)
- 五 放大器为什么要调偏流…………… (11)
- 六 改善音质的实际练习…………… (20)

第二章 阻容耦合放大器的安装和调测

- 一 怎样安装阻容耦合放大级…………… (22)
- 二 制作印刷电路板…………… (23)
- 三 稳定工作点是保证音质的措施…………… (26)
- 四 阻容放大级的非线性失真…………… (32)
- 五 阻容放大级的频率失真…………… (39)
- 六 阻容放大级的测量和调整…………… (43)

第三章 变压器耦合放大器特有的失真和调测

- 一 安装一部带有喇叭的收音机…………… (46)
- 二 变压器耦合放大器原理和它特有的失真…………… (47)
- 三 变压器耦合功率放大器特有的失真…………… (52)
- 四 变压器耦合放大器的调测…………… (56)
- 五 多级放大器的失真问题…………… (57)

第四章 怎样改善音频放大器音质

- 一 音质优劣的听音判别…………… (59)
- 二 放大器音质的测试和调整…………… (63)
- 三 改善音质的有效措施——负反馈…………… (65)

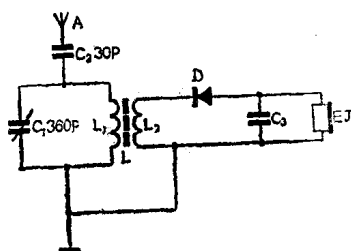
四	输入、输出阻抗和阻抗匹配,射极输出器.....	(73)
五	利用负反馈改善音质举例.....	(75)
六	音质不良的其它原因和改善方法.....	(77)
七	用直接耦合改善音质.....	(80)
第五章	在只有万能表的条件下怎样改善音质	
一	万能表测试放大器的元件.....	(83)
二	万能表测试放大器的失真.....	(90)
三	万能表直接判断失真方法.....	(94)
第六章	高音质放大器常用电路	
一	音调控制电路.....	(97)
二	音量压缩器.....	(107)
三	高音质功放电路.....	(108)
四	万能表调测高音质功放电路.....	(115)
五	万能表判断OTL有无失真.....	(117)
第七章	怎样排除放大器在音质上的故障	
一	检查和排除故障的一般步骤.....	(120)
二	常见故障和处理方法.....	(121)
三	每个元件损坏时引起的故障现象.....	(123)
思考题		(126)

第一章

简单音频放大器的安装和调测

最常见而又容易安装的音频放大器是单管收音机里的放大器。本着由简到繁的原则，我们先从单管机入手，讨论音频放大器。

单管收音机是从二极管收音机发展而来的，二极管收音机如图1.1所示，A表示外接的室外天线。 C_2 是一个小电容器，



没有也可以。 C_1 是可变电容器，一般用称为“单连”的可变电容器，它的最大容量一般为270皮法，也有用360皮法的。 L 是磁性天线， D 是二极管。 C_3 电容器是滤掉高频用的。 EJ 是800欧的耳塞机。

图 1.1 二极管收音机

二极管收音机的实体接线图如图1.2。

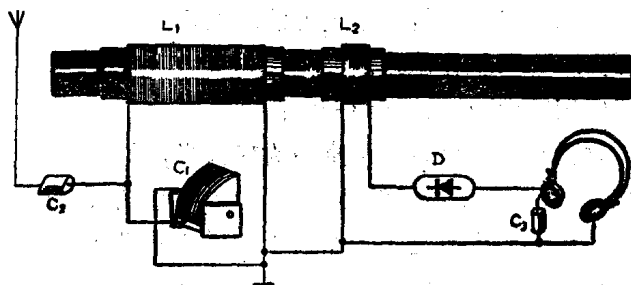


图 1.2 二极管收音机实体接线图

8710403

这种收音机一般只能收本地的强力电台，声音比较小。为了把声音搞得宏亮一些，就要加放大器，如果放大器是用一只三极管及一些电阻、电容组成的。这样的收音机称为单管收音机。

一 怎样装一部单管收音机

单管收音机的原理图如图1.3。它的实体接线图如图1.4。

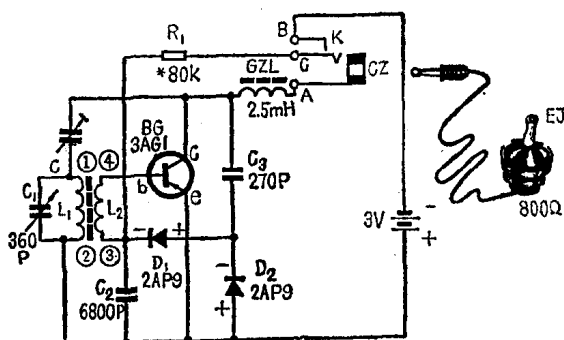


图 1.3 单管收音机原理图

我们先介绍单管机的组装方法，然后介绍测量调整方法，最后再介绍它的工作原理。

首先把图中的元件介绍一下：

1. 磁性天线 可以采用直径为10毫米，长140毫米（或100毫米）的磁性天线棒自己绕制。 L_1 用七股纱包线绕55圈， L_2 用同样的线绕6圈。绕时先用一个硬纸片做成一个比磁棒略粗的圆筒套在磁棒上，然后在圆筒上绕线，边绕边涂一些胶水以便固定。圆筒内事先要插一片厚纸片，绕完抽出去。这样绕完之后，

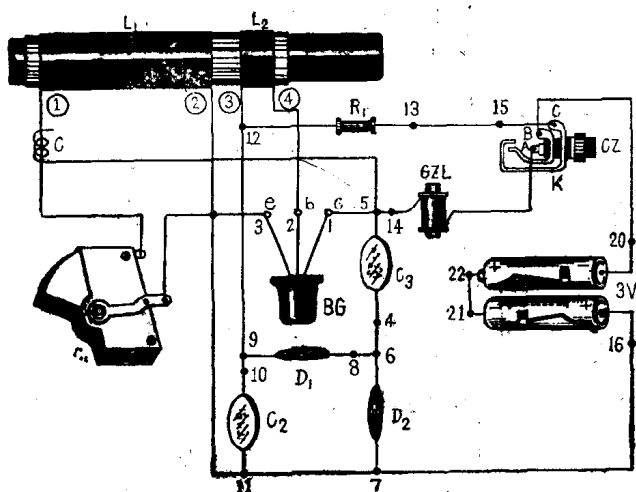


图 1.4 单管收音机实体接线图

线圈可以在磁棒上任意移动以便调整。

2. 可变电容器 C_1 C_1 用单连或双连都可以。

3. 三极管 三极管采用小功率高频管如3AG1或其它3AG型管。放大系数 β 最好在80以上。

4. 半可变电容 C 在实体图中是用一根导线从集电极引出，在 L_1 的连线上绕了几圈起到一个小电容的作用。在安装时可以先不加这根导线，调整的时候再说。要注意虽然两线相绕，但彼此必须绝缘。

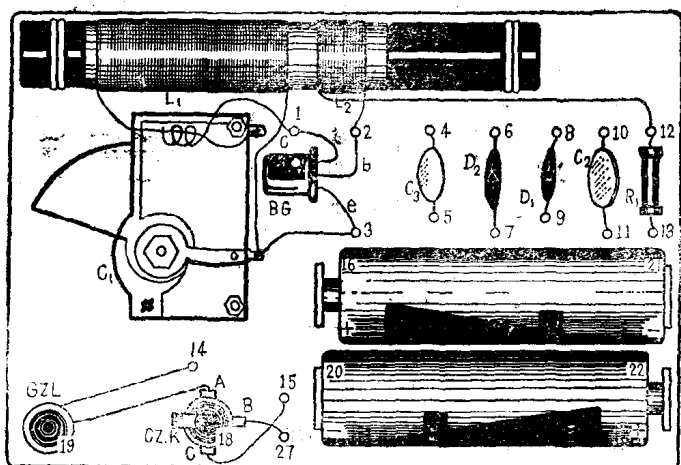
5. 耳机插孔CZ CZ插孔是耳机插孔，同时起电源开关的作用，它一共有A、B、C三个簧片，当耳机插入时，A和耳机插塞的外皮相接，C和插塞的塞头相接，C和B又组成一个开关。开关闭合后电源就接通了。图中用字母K表示开关。

6. 高频扼流圈GZL 它是阻挡高频电流用的。

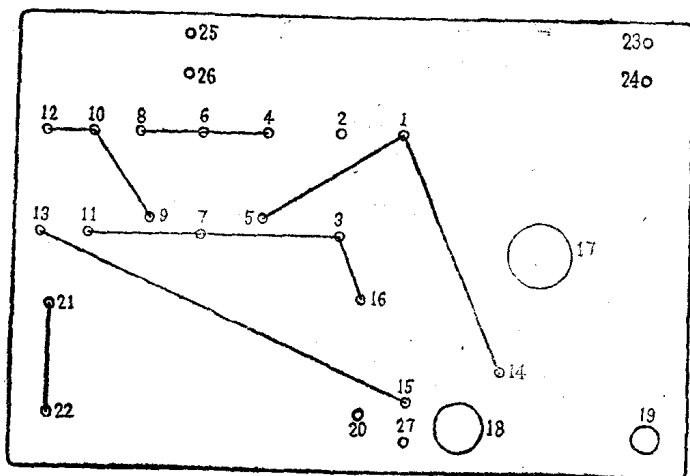
7. 偏流电阻 R_1 这个电阻虽然注明是80千欧，但旁边还

注有一个•号,意思是它的数值要在调整中确定。

8. 其它元件图中都已注明,这里不再解释。二极管有正负极之分,在安装时要特别注意。



(a) (正面)



(b) (反面)

图 1.5 元件安装图(正面)和导线连接图(反面)

如果没有印刷电路板可以找一块胶木板（五合板、三合板也都可以）尺寸大约为80毫米×52毫米，按图1.5的反面所示的位置，画出打孔的位置来，然后用摇钻开孔，并用砂纸磨光孔的边缘，除17、18、19三个大孔以及16、20、21、22、23、24、25、26等小孔外，其余的孔都铆上空心铜铆钉，然后在16、20、21、22等孔上铆上电池夹，电池夹可用磷铜皮自己制造。注意电池夹的距离要和五号电池的实际尺寸相符合。

在23、24、25、26上用塑料线把磁性天线捆牢，注意切不可用铜铁等金属线来捆，否则将收不到任何信号。在磁棒的两端要垫高一点，以便磁棒上的线圈能够来回移动。

单连电容器用螺母固定在17孔上，塞孔CZ、扼流圈GZL分别用螺母固定在18、19孔上。

要注意开孔时是按反面图开，安装元件要按正面图安装，不可装反。

元件两端的脚上都套上绝缘套管，插入相应的铜铆钉中。三极管的脚不可插错，集电极C插入孔1，基极B插入孔2，发射极e插入孔3，二极管 D_2 负极接孔6而正极接孔7， D_1 正极接孔8而负极接孔9。要检查后再焊， C_2 、 C_3 两个电容也都插入相应的孔中并一一加以焊接。注意元件本身上的导线即元件的“脚”不可剪得太短，特别是三极管的三条腿，至少要留下10毫米，否则容易在焊接时把它烫坏。焊时要涂一点焊油不可涂得太多，电烙铁不可在焊点上停留时间太长，焊三极管每条引线只能停留一、两秒钟，以保证安全。在焊时用镊子夹住管脚也可起到保护管子的作用。

按照图1.5的反面图把导线在反面焊好以后，翻到正面再把电容器和磁性天线焊接，最后要详细检查一遍，看有无漏焊或错焊。把铜铆钉上长出来而又无用的线头一律剪去，多余的

焊油用酒精棉擦干净，就可以调测了。

如有印刷电路板可以照图1.6 制板。开孔，焊接。那就用不着打铜铆钉了。

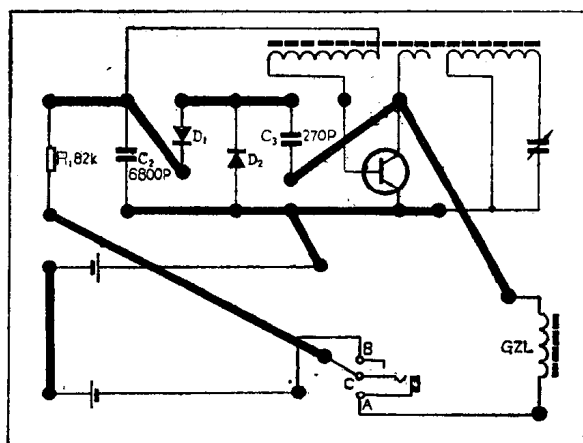


图1.6 印刷电路板安装图

注意电阻 R_1 在安装时暂时不焊，在调整的时候再说。但12、13两个铜铆钉上的导线要按图1.5 反面连接好。

二 单管机的测量和调整

单管机安装完毕后，它的性能往往不理想，甚至收不到电台广播。这时就要加以测量和调整（简称调测）。调测是很重要的一道工序。

单管机的调测一般有三个内容。第一步是调整偏流，这一步实际上是对音频放大器的调整。第二步调整再生，什么叫再生下面再介绍。第三步调整磁性天线。

调整偏流的方法：准备一个0—100千欧的电位器，串联上一个10千欧的固定电阻。然后焊在 R_1 的位置上，如图1.7。另

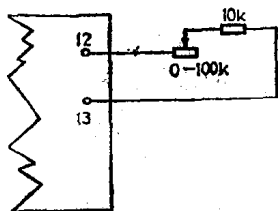


图 1.7 在 R_1 的位置上接上电位器

外把一只毫安电流表（或用万能表的直流毫安档）串联在集电极电路中。串联的方法可以按照图1.5的正面接线图把孔14到GZL之间的连线暂时断开，把表的黑表笔接到GZL，红表笔接到孔14即可。调整0—100千欧电位

器，电流表的指针应该随之移动，当移动到1毫安时，把电位器取下，量一量电位器和10千欧电阻的总阻是多少。用一同值的固定电阻接在 R_1 位置即得。

调整再生的方法：偏流调好之后，旋转单连电容一般就可以听到本地强力电台的播音。为了使其灵敏度更高一些，可以加上再生，就是前边谈到的从集电极C上引一根线在磁性天线的连线上绕几圈，象图1.4那样，这线圈与连接线便形成一个电容。调整再生就是增加或减少圈数使收音机的声音大又不发生啸叫（一种尖叫声）为止。

调整磁性天线的方法：就是调整天线棒上的线圈位置，如有混台现象（即听某个台时同时能听到另一个台的声音）可以把线圈 L_2 拆下一两圈试试。

如果元件是好的，焊接也没错，经过以上的调整就可以收听的很清楚了。

在调整过程中一定要特别细心，对于第一次装收音机的初学者来说，要防止电池的极性接反或用电流表（或万能表的电流档）直接去量电池两端等错误操作。三极管的基极也不能直接与电源相连。以上这几种情况都可能造成元件的损坏。

三 放大器在单管机里的作用

前边介绍了单管机的原理图(图1.3), 根据这个图可以看出放大器在单管机里的作用。从磁性天线的次级圈 L_2 产生的高频电信号送到三极管的基极加以放大。放大了的信号从集电极输出分为两路: 一路到高频扼流圈GZL, 因为GZL对高频的阻抗大, 所以通不过; 另一路到电容器 C_3 经过两个二极管的倍压检波变成音频和高频的混合信号, 经过 D_1 又分为两路, 一路是高频通路把检波后残余的高频成分经 C_2 入地(最下边的公共线)。另一路经过 L_2 由③到④又送到基极, 这才是音频信号。这些音频信号经过放大也从集电极输出, 经过GZL送到耳机里发出声音。这个放大器既放大高频, 又放大音频。所以这种收音机也称为来复式单管收音机。

放大器是怎样起到放大作用的? 下面介绍音频放大器的工作原理, 为此我们把音频放大器这一部分从图1.3中分离出来, 如图1.8。在图1.3中磁性天线和单连电容不属于音频放大器, 这一部分在图1.8中就不画了, L_2 和GZL对音频的阻抗很小, 在图1.8中用一根导线代替。 C_3 、 D_2 和 D_1 是检波用的, 也不属于音频放大器。 C_2 对音频的阻抗大, 可以认为断线, 图中都没画。这样图1.8就是一个基本的音频放大器了。

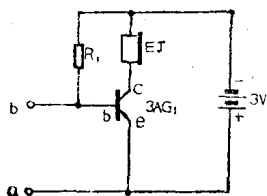


图 1.8 单管收音机中的音频放大器

放大器有两个直流通路, 从电池的正极出发经过公共线(一般称为地线, 即图的最下方的横线)到三极管发射极, 电流在管内分为两路, 一路到基极经 R_1 回到负极, 称为基极直流通路, 另

一路经集电极、耳机回到负极，称为集电极直流通路。所谓偏流，就是没有信号时流经基极的电流（用 I_b 代表）。在放大器电路中集电极电流 I_c 总是比基极电流 I_b 大若干倍（称为放大倍数 β ）。所以调整 R_b 的大小，就是调整 I_b 的大小，也就是调整了 I_c 的大小，上面谈的“把 I_c 调到一毫安”，就是调整 I_b 使 I_c 成为一毫安的意思。这就是调偏流的含意。

放大器除了直流通路还有交流通路。在图1.8中交流信号从b端进来经过基极、发射极到地回到a，这一条交流通路称为输入回路。另一条从集电极出发经耳机和电池（电池对交流没有阻力）回到发射极，这一条交流通路称为输出回路因为输入回路和输出回路都经过发射极，所以图1.8所示的放大器也称为共射极放大电路。读者不妨把直流通路用蓝色笔描一下，把交流通路用红笔描一下，就明显地看出直流和交流有时重叠，有时各走各的路。在互相重叠的地方交流电和直流电就叠加在一起，其它地方就分开。

放大器的作用就是要把交流信号放大，前边谈过了，集电极电流 I_c 总是比 I_b 大若干倍，当基极电路中有交流信号输入时，信号的正半周和负半周就使直流电 I_b 发生忽大忽小的变化。 I_b 增大， I_c 也跟着增大； I_b 减小， I_c 也跟着减小。但 I_c 变化的幅度，要比 I_b 的变化幅度大。这样就使 I_c 变成了忽大忽小的电流，其中增加和减少的部分成为放大了的交流信号。

由此可见放大器在单管机中的作用就是把交流信号加以放大。

四 装一部NPN管单管机

上面讨论了PNP型单管机的安装和调测，如果读者手边有

NPN管如3DG6等，也可以装一部NPN管单管机。

下面就以3DG6为例介绍NPN型单管机的安装。NPN型单管机的线路图如图1.9(a)，它和PNP单管机有几点不同：

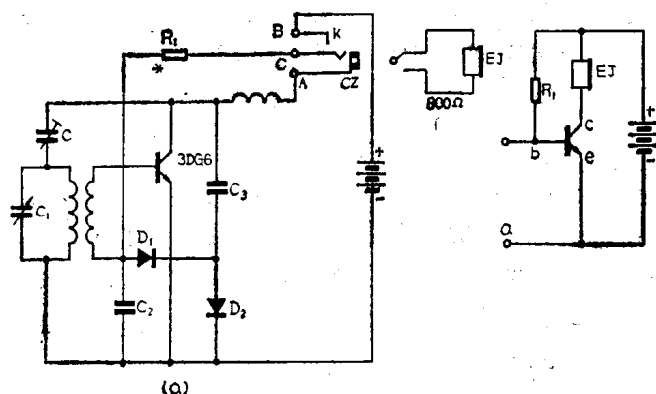


图 1.9 NPN型单管机线路图及其音频放大器等效电路图

(一) NPN管集电极电流的方向是从集电极经管内流向发射极的，管子的符号中发射极箭头表示电流的方向，所以接电源时，集电极接电源正极，而发射极接负极。

(二) 基极电流也是从基极流向发射极的，所以基极也通过一个电阻 R_1 接到电源正极。这个电阻也是调偏流用的，和图1.3中的电阻 R_1 一样。

(三) 二极管 D_1 和 D_2 的方向也要反过来，如图所示。 D_1 也要用硅二极管， D_2 用硅管锗管都行，试验结果以锗二极管为好。

除了以上的三点区别，它和前面介绍的PNP型单管机在安装和调测上完全一样，读者如有兴趣也可以装装试试，可用图1.4，图1.5，图1.6的接线图。

就音频放大器来说，越来越多的使用NPN管，为了前后衔接，使单管机能和后面介绍的放大器连成一个整体，所以在这