

电子管收音机 维修技术

577

电子工业出版社

电子管收音机维修技术

魏 璁 编
史锡彬

山东科学技术出版社

一九八五年·济南

责任编辑 原式溶 李 青

电子管收音机维修技术

魏 瑾 史锡彬 编

·

山东科学技术出版社出版

山东省新华书店发行

山东人民印刷厂印刷

·

787×1092毫米32开本 10.875印张 2 插页 216千字

1985年12月第1版 1985年12月第1次印刷

印数：1—52,000

书号 15195·168 定价 1.85 元

前 言

电子管收音机曾因造型美观大方、性能稳定、声音浑厚而成为家用电器的佼佼者。就是在晶体管收音机、集成电路收音机越来越普及的今天，它的社会保有量仍很大，维修任务依然很重。为了适应社会的需要，满足专业维修人员及业余爱好者的需要，我们编写了《电子管收音机维修技术》一书。

本书以红灯711型交流六管收音机为例，结合其他机型，系统地讲述了电子管收音机的基本原理，详细地介绍了修理、调试方法及修理技巧。对无线电常用测试仪表及其使用也作了详尽的介绍。附录中还收集了有关电子管收音机修理和调试的各种数据和图表。本书内容丰富、实用，可供无线电专业维修人员、测试人员以及无线电爱好者阅读。

本书第一、三章由史锡彬同志编写，第二、四、五章由魏隼同志编写，全书由史锡彬同志通稿。由于编者水平所限，书中错误在所难免，恳请读者指正。

编 者

一九八四年五月

目 录

第一章	电子管与超外差式收音机	1
第一节	电子管	1
第二节	超外差式收音机	28
第二章	超外差式收音机基本电路	36
第一节	输入电路	36
第二节	高频放大器	51
第三节	变频器	60
第四节	中频放大器	76
第五节	检波电路	83
第六节	自动增益控制电路和调谐指示器	89
第七节	音频电压放大器	98
第八节	音频功率放大器	108
第九节	电源电路	121
第十节	超外差式收音机整机电路分析	128
第三章	超外差式收音机的调整与测试	135
第一节	常用测试仪表	135
第二节	调试准备	157
第三节	直观检查与通电试验	161
第四节	调整中频频率	166
第五节	调整频率覆盖	175

第六节	统 调	178
第七节	超外差式收音机的测试	184
第四章	检修收音机故障的基本方法	195
第一节	检修收音机的步骤和注意事项	195
第二节	电压检查法	198
第三节	短路检查法	200
第四节	元件代替检查法	202
第五节	信号注入检查法	211
第六节	信号寻迹器检查法	219
第七节	应急检修法	222
第五章	超外差式收音机常见故障的检修	233
第一节	检修超外差式收音机的程序	233
第二节	电路元件的故障图示	236
第三节	无 声	242
第四节	音 轻	253
第五节	哨叫声	263
第六节	噪 声	271
第七节	交流声	282
第八节	高频机震	292
第九节	失 真	298
第十节	选择性差(混台)	306
第十一节	调谐指示电路故障	309
第十二节	其他故障	313
附 录		323

第一章 电子管与超外差式收音机

超外差式收音机是目前最常见、优点最多的收音机。本章将简明地叙述电子管超外差式收音机的组成及特点，并介绍这种收音机电性能的主要技术指标。为了使读者对电子管收音机有一个系统的认识，先从电子管讲起。

第一节 电 子 管

电子管是电子管收音机的主要元件，它的灯丝和电极被密封在抽成真空的玻璃壳内，通过管脚引出管外，与其他无线电元件相连接。

当灯丝加上额定电压后，炽热的阴极将发射热电子。由于电子管内部其他电极上加有各种电压，控制了热电子的运动，所以电子管具有整流、放大等功能。

一、二极管

二极管是电子管中最简单、最基本的一种，它由灯丝 f 、阴极 k 和屏极 a 构成。电路符号如图1—1所示。灯丝电流是阴极的热源。阴极通常由发射温度低而效率高的材料制成，如金属氧化物、钨、碳化钽钨等，其作用是发射热电子。屏极通常

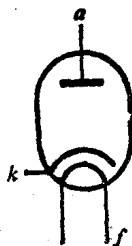


图1—1
二极管电路符号

由镍、镀镍铁片或钼、钽等材料制成，其作用是收集热电子。为了使热电子全部顺利地到达屏极，把屏极做成了圆筒形，套在阴极外面。

1. 二极管的单向导电性

当二极管灯丝加上额定电压时（图 1—2），阴极发射

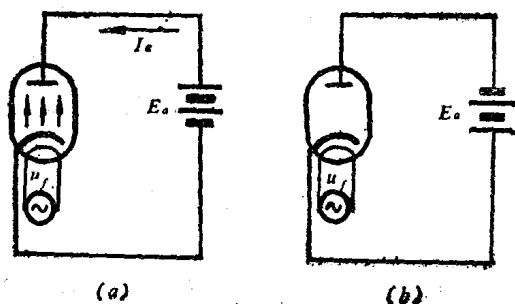


图 1—2 二极管工作原理

的热电子在其附近形成电子云。此时，若在屏极和阴极上加一电势差 E_a ，则在 (a) 图中，外加电势差屏极为正，阴极为负，电子云向屏极（电势高处）作定向运动，形成屏流 I_a ；在 (b) 图中，外加电势差阴极为正，屏极为负，屏极排斥电子，电子管内部没有电流。

若在屏、阴极间加上交流电源 u （图 1—3），电源的正、负极性交替变化，则当 u 上正下负时，二极管处于导通状态，回路中有电

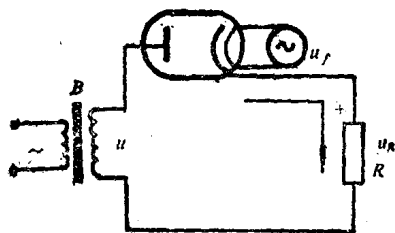


图 1—3 二极管的单向导电性

流 i_a ，当 u_a 上负下正时，二极管处于截止状态，回路中没有电流。在上述一个周期中，负载 R 上流过了单向脉动电流。二极管的这种特性称为单向导电性。

2. 二极管的伏安特性曲线

二极管阴极温度越高，发射电子能力越强，屏流越大；屏压越高，屏极吸引电子的能力越强，屏流越大。所以，屏流是随着阴极温度和屏压而变化的。

电子管加有额定灯丝电压，阴极工作温度在工作过程中是恒定不变的。用实验的方法，绘出在固定灯丝电压下，二极管屏流 i_a 随屏压 u_a 的变化曲线，这种曲线称为二极管伏安特性曲线。

图1—4为整流二极管5Z2P的伏安特性曲线。曲线上的每一个点代表一种状态，即给出了一对相应的屏压和屏流数值。

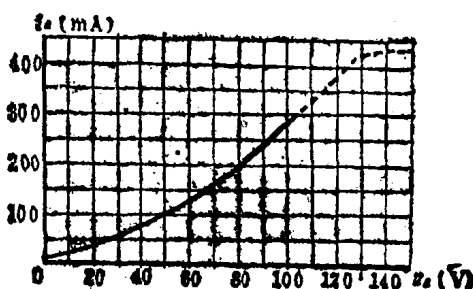


图1—4 5Z2P的伏安特性曲线

从特性曲线可以看出，屏压 u_a 升高，屏流 i_a 随之增大。当 u_a 在40V以下时， i_a 增大缓慢。随着 u_a 升高， i_a 增大很快，即 u_a 与 i_a 呈非线性关系。当 u_a 升高到130V以上时， i_a 不再增大，此时 i_a 达到饱和。事实上，在未达到此状态前，氧化物阴极已烧坏，故用虚线表示这一段状态的变化。

阴极在不同的工作温度下有不同的伏安特性曲线，如图

1—5所示。图中， T 表示阴极温度。当屏压 u_a 一定时，温度 T 越高，屏流 i_a 越大。

3. 二极管的参数

(1) 内阻 R_i ：从二极管伏安特性曲线可以看出，屏压与屏流的变化不成正比。二极管内阻定义为：在某一工作状态下，二极管屏压变化很小的数值 Δu_a ，屏流相应地有微小变化数值 Δi_a ，两个变

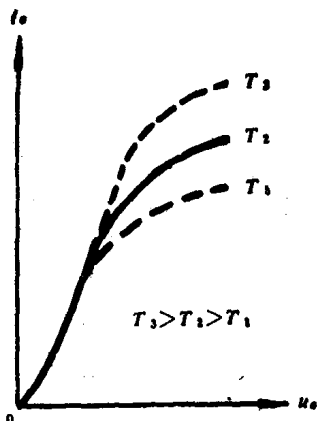


图 1—5

阴极不同温度下的导电性化量的比值，称为二极管在该状态下的内阻 R_i 。即

$$R_i = \frac{\Delta u_a}{\Delta i_a}$$

R_i 是伏安特性曲线上某点的斜率，反映屏流随屏压变化的快慢程度。由图 1—4 看出，在特性曲线中间向上弯的那一段，屏压增高时，屏流上升最快，内阻最小。

二极管的内阻是反映二极管优劣的参数之一，数值在 $10 \sim 1.0 \times 10^4 \Omega$ 左右。

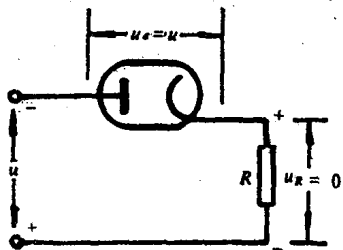


图 1—6 二极管的屏、阴极电压 电源电压全部反向加到了二

(2) 最大屏极反峰电压 U_{am} ：指二极管屏、阴极间所能承受的最大反向电压。在图 1—6 中，当电源电压为负半周时，二极管截止，

极管两端。如果加在二极管上的电压超过反峰电压，二极管就能被烧坏。在实际整流电路中，增设了滤波电容 C ，如图1—7所示。当电源电压为负半周时，屏、阴极之间的电压

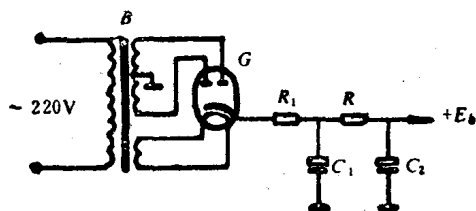


图1—7 有滤波电容的整流电路

最大值，等于电源电压峰值与电容器在正半周时所充电的电压之和。此时，加在二极管的电压接近电源电压峰值的二倍。

(3) 最大屏流 I_{am} ：指二极管连续工作所允许通过的最大平均屏流值。使用二极管时，负载电流不得超过最大屏流，否则二极管将被烧坏。

(4) 屏极耗散功率 P_s ：指二极管使用中的极限值。由于屏极受到电子的撞击，产生焦耳热，功率为 $P_s = U_s I_s$ 。若 P_s 过大，则屏极受高温而损坏，使用时不能超过此值。

(5) 灯丝额定电压 U_f ：它是保证阴极正常发射电子所需的工作电压。灯丝电压决定二极管在工作时阴极的温度。电压偏低，电子发射能力下降；电压偏高，灯丝或阴极容易烧坏。使用时应注意。

4. 二极管的用途

二极管的主要用途是整流。整流就是把交流电转变为直

流电的过程，按其形式可分为半波整流和全波整流。

(1) 半波整流：图 1—8 为最简单的半波整流电路。其原理为：在输入端加上一个交流电压 u ，它以每秒 50Hz 的频

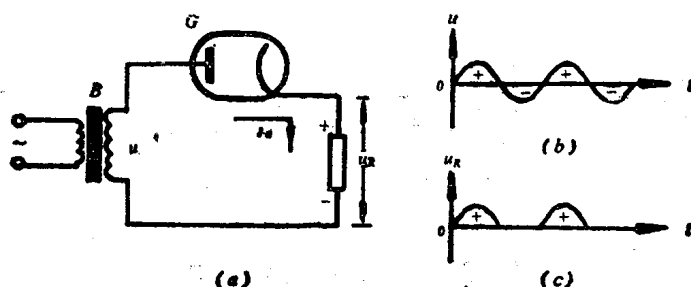


图 1—8 半波整流

率周期性变化〔图 1—8 (b)〕。从二极管的单向导电性知道，当 u 为正半周时（即屏压 u_a 为正），有屏流 i_a ，当 u 为负半周时，二极管截止，没有屏流。因此，输出的电流 i_a 只向一个方向流动，负载 R 上的电压极性始终为上正下负，成为不连续的半波单向电压〔图 1—8 (c)〕，实现了整流。这种整流电路只利用了电源电压的半个周期，故称半波整流。它的效率和波形都很差。

(2) 全波整流。为了提高整流效率，可采用图 1—9 所示的全波整流电路。其原理为：加在二极管 G_1 、 G_2 两端的交流电压 u_1 、 u_2 ，大小相等，相位相反。当 u_1 为正半周时， G_1 导通， u_2 为负半周， G_2 截止。经过半个周期以后， u_1 为负半周， G_1 截止，但 u_2 为正半周， G_2 导通。在整个周期内， G_1 、 G_2 轮流导通，屏流 i_{a1} 、 i_{a2} 也轮流以同一方向流经负载电

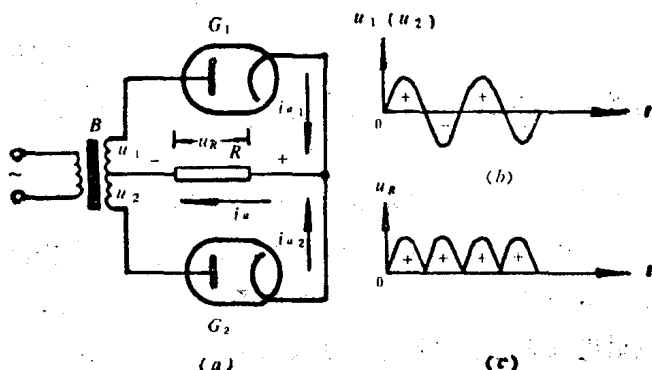


图 1—9 全波整流

阻 R ，在 R 上得到一个与电流变化规律一致的输出电压，即连续的半波单向脉动电压〔图 1—9(c)〕。实际使用时，将 G_1 、 G_2 装在一个玻璃壳内，称为双二极管，如6Z4。

上述的两种整流电路，输出电压是脉动的，且波纹系数很大。实用中的整流器还要加滤波电路，将在第二章介绍。

另外，二极管还用于检波，其工作原理也将在第二章介绍。

二、三极管

二极管在实际使用中，阴极温度、屏极和阴极的电压都已确定，管内的电子流已无法再控制。为了达到控制电子流的目的，在阴极与屏极之间，加有一个由细金属丝（镍或镍合金）制成的栅状电极，从而构成了三极管。它的电路符号如图 1—10所示。

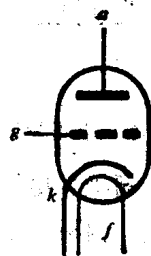


图 1—10
三极管电路符号

1. 三极管的放大原理

三极管在阴极 k 附近增设了栅极 g 。因为栅极比屏极更靠近阴极，所以栅、阴极间的电场能够灵敏地控制阴极发射的电子。

当屏极电压 u_p 维持不变时，给栅极加上一个比阴极电压稍高的栅压 u_g ($u_g < u_p$)，形成一个正电场。这个栅极正电场中和了一些在阴极附近积聚的电子云，减少了电子云对阴极发射出来的电子的阻力。栅极正电场还可以使动能较小的电子穿过栅网，飞到屏极上去。这两种原因，使屏流比未加栅极时增加。此时，会有少量电子落在栅网上形成栅流 i_g ，如图1—11所示。反之，给栅极加上一个比阴极负电压

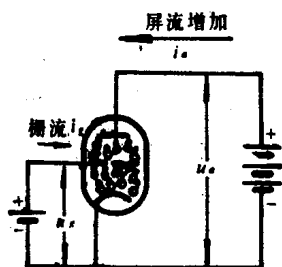


图 1—11

栅极电压为正时屏流增加

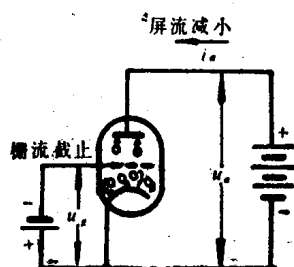


图 1—12

栅极电压为负时屏流减小

时，栅极负电场起的作用是使屏流减小，如图1—12所示。显然，栅极负电压的绝对值越大，对电子的排斥力越大，屏流越小。当栅极负电压的绝对值增大到某一特定值时，屏流将减小到零，电子管截止，如图1—13所示。这种状态称为

截止状态，特定的栅极负电压称为截止栅负压。

总之，栅压的大小可以改变屏流的大小。栅压升高时，屏流增大；栅压下降时，屏流减小。也就是说，当栅压有小幅度的变化时，将得到屏流大幅度的变化，即三极管有放大作用。

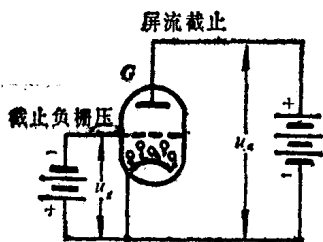


图 1—13

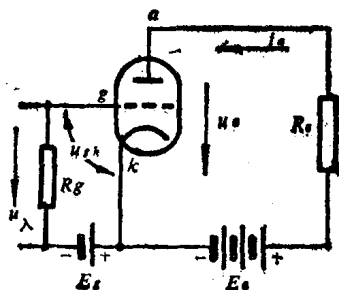


图 1—14

栅极电压为截止栅负压时屏流截止

三极管基本放大电路

三极管基本放大电路如图 1—14 所示。图中， E_a 为屏极回路电源； R_a 为屏极负载电阻； u_λ 为栅极输入交流信号源； E_c 为栅、阴极电源，其负端接栅极，正端接阴极。没有信号输入（静态）时，栅极偏负，屏流截止。在信号的正半周时，栅压升高，屏流增大；在信号的负半周时，栅压下降，屏流减小。当屏极负载是电阻 R_a 时，屏压 u_a 与屏流 i_a 在外电路上应满足

$$u_a = E_a - i_a R_a$$

可以看出，栅、阴极电压 u_{gk} 升高时， i_a 增大， u_a 降低； u_{gk} 降低时， i_a 减小， u_a 升高。即 u_{gk} 小幅度的变化导致 u_a 大幅度的变化。这样，三极管就起到了放大作用。必须指出，这里的放大，并非能量放大，屏流大幅度的变化由屏极回路中的电源

E_g 提供, 该变化受栅极输入的小信号控制。

由于 u_{λ} 的变化与 i_a 的变化步调一致, 所以它们的相位相同。而 u_{λ} 与输出信号 u_R 的变化步调相反, 所以相位相反, 或者说相位差 π 。输入信号 u_{λ} 、屏流 i_a 、输出信号 u_R 的波形, 如图1—15所示。

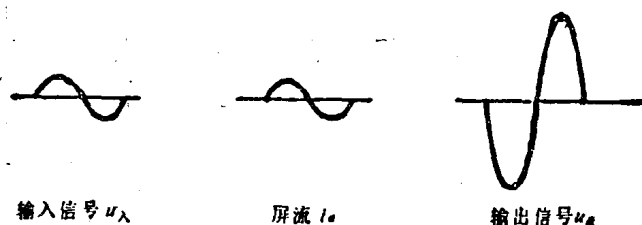


图1—15 输入信号与输出信号的波形

2. 三极管的特性曲线

在三极管中, 当阴极温度不变时, 屏流将受到屏压和栅压的双重控制。为了定量地反映三极管屏流、屏压、栅压之间的相互作用, 绘制三极管特性曲线时, 假定栅压不变, 得到一条屏流随屏压变化的屏极特性曲线; 再假定屏压不变, 得到一条屏流随栅压变化的屏栅特性曲线。

(1) 屏极特性曲线: 它是用实验方法测得的。把栅压 u_g 固定在某一数值上, 将屏压 u_a 从零开始逐步升高, 测量对应于该屏压的屏流 i_a , 得到一条屏极特性曲线。同理, 在另一个固定栅极电压下, 测出另一条屏极特性曲线。上述过程重复多次, 组成了一个完整的屏极特性曲线族。三极管6N1的屏极特性曲线族如图1—16所示。

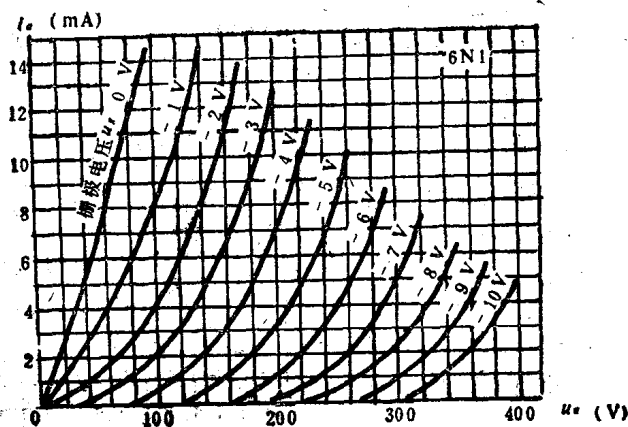


图 1—16 6N1的屏极特性曲线族

屏极特性曲线反映了栅极控制屏流的作用。例如，当屏压 u_a 为200V时，选取栅压 u_g 为-4V，从屏极特性曲线上查出此时的屏流 i_a 为7mA。若栅压变化到-3V，查得 i_a 为12.5mA。可见栅压变化1V，屏流变化了5.5mA。反过来，要获得同样大小的屏流，屏压越低，栅压的绝对值取得就越小。例如， i_a 固定在7mA，选择 u_a 为200V，查曲线 u_g 应取-4V；而 u_a 为163V时， u_g 取-3V即可。

屏极特性曲线越陡（即斜率越大），栅极的控制作用越强。

(2) 屏栅特性曲线：它也是用实验方法测得的。把屏压固定在某一数值，调整栅压 u_g ，测量对应于该栅压的屏流 i_a ，得到一条屏栅特性曲线。同屏极特性曲线一样，它也是一个曲线族。三极管6N1的屏栅特性曲线族如图1—17所示。