

常用电子器具电路

徐雪松 编著

新 时 代 出 版 社

常用电子器具电路

徐雪松 编著

新时代出版社

(京)新登字105号

内 容 简 介

本书介绍了机关、企事业单位、家庭及个人常用的小型电子器具的电路原理、制作和使用,并提供了300余个实际电路。内容分为五章:一、音频放大器;耳聋助听器、记忆增强器、电子听诊器、有线对讲机、电话增音器、电吉它;二、音乐灯和电平指示器;不分频式音乐灯、电平指示器、电平指示音乐灯、分频式音乐灯、电平指示式分频音乐灯、音乐喷泉和声控喷泉;三、直流日光灯和停电备用灯;振荡电路日光灯、集成电路逆变器、电子镇流器、便携式日光灯、直/交流两用日光灯、停电备用白炽灯;四、电子锁;钥匙电子锁、同时密码锁、顺序密码锁;五、防盗报警器;简单防盗器、用运算放大器/音乐集成片/逻辑电路/555时基电路/计数器/超声波/无线电等做的防盗报警器。

本书可供电子产品开发设计、家电维修、企业保卫、室内/庭园/橱窗设计人员及业余电子爱好者阅读参考。

常用电子器具电路

徐雪松 编著

责任编辑 杨星豪

*

新时代出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京昌平长城印刷厂印装

*

787×1092毫米 16开本 13³/₄印张 320千字

1992年4月第1版

1992年4月第1次印刷

印数: 0001—7 000册

ISBN 7-5042-0126-X/TN·13

定价: 11.30元

目 录

第一章 音频放大器具 1	1. LC振荡日光灯 之一..... 106
一、耳聋助听器..... 3	2. LC振荡日光灯 之二..... 108
二、记忆增强器..... 13	3. LC振荡日光灯 之三..... 109
三、电子听诊器..... 13	二、推挽振荡日光灯 110
四、有线对讲机..... 17	1. 推挽振荡日光灯 之一 110
1. 结构原理 17	2. 推挽振荡日光灯 之二 111
2. 实际电路 27	3. 推挽振荡日光灯 之三 111
五、电话增音器..... 42	三、互补振荡日光灯 113
六、电吉它..... 44	四、多谐振荡日光灯 114
1. 拾音器 44	五、集成电路逆变器 117
2. 放大器和倍频器 47	1. CMOS 集成电路逆变器..... 117
第二章 音乐灯和电平指示器 51	2. TWH8751 集成电路逆变器 118
一、电路组成..... 51	3. 555 集成电路逆变器..... 118
1. 音乐灯的种类 51	六、电子镇流器 121
2. 输入电路 54	七、辅助启动电路 123
3. 检测电路 57	八、便携式日光灯 124
4. 驱动电路 59	九、直/交流两用日光灯..... 125
5. 分频电路 60	1. 简单直/交流两用日光灯 126
6. 显示电路 62	2. 充电直/交流两用日光灯 126
二、不分频音乐灯..... 73	3. 交/直流兼用日光灯 127
1. 可控硅音乐灯 73	4. 停电备用日光灯..... 129
2. 晶体管音乐灯 75	十、停电备用白炽灯 130
三、电平指示器..... 78	1. 继电器控制备用灯..... 130
1. 发光二极管电平指示器 78	2. 可控硅控制备用灯..... 131
2. 晶体管分级驱动式电平指示器 81	3. 三极管控制备用灯..... 132
3. 集成电路电平指示器 86	第四章 电子锁 134
四、电平指示音乐灯..... 93	一、基本结构和编码方案 134
1. 音频音乐灯 93	1. 基本结构 134
2. 声控音乐灯 94	2. 编码方案 135
五、分频式音乐灯..... 95	二、开关运用和开锁方式 135
1. 可控硅音乐灯 96	1. 开关运用 135
2. 晶体管音乐灯 97	2. 开锁方式 136
六、电平指示式分频音乐灯 100	3. 按键、卡片、拨号的互换 137
七、音乐喷泉和声控喷泉 103	三、开锁执行机构 138
第三章 直流日光灯和停电备用灯 105	1. 电动机 138
一、电感电容振荡日光灯 106	2. 电磁铁 138

IV

四、开关电路	139	三、电路结构与原理	181
1. 同时电子锁	140	1. 检测传感器	181
2. 顺序电子锁	141	2. 多路检测及其显示电路	184
五、保密电路	145	3. 开关电路	186
1. 破坏电路	145	4. 自锁及其解除电路	191
2. 报警电路	146	5. 报警电路	195
3. 限时电路	149	四、实际电路	198
4. 改码方法与设备	152	1. 简单防盗报警器	198
六、实际电路	153	2. 用运算放大器做的防盗报警器	201
1. 钥匙电子锁	153	3. 音乐集成片防盗报警器	202
2. 同时密码锁	155	4. 逻辑电路防盗报警器	204
3. 顺序密码锁	158	5. 555 电路防盗报警器	207
第五章 防盗报警器	179	6. 计数器防盗报警器	211
一、防盗报警器的种类	179	7. 超声波防盗报警器	211
二、性能指标	180	8. 红外线防盗报警器	212
		9. 无线防盗报警器	214

第一章 音频放大器具

在家用电子设备中,除了收音机、录音机、电视机、录像机之外,还有很多以放大电路为主体的小型电子器具,例如耳聋助听器、医用听诊器、记忆增强器、对讲机、电话增音器、电吉它、音乐灯等等。这些实用电子器具所放大的信号是 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ 的低频信号,可用交流放大器进行放大。交流音频信号放大器放大的是音频电信号,但是各种音频信号放大器的信号源除了有音频信号之外,还有声音和电磁振荡信号。耳聋助听器、记忆增强器、听诊器、各种对讲机和声控音乐灯等放大声音的电子器具,需要先用话筒检拾声音,并把它转换成为音频电信号,然后送入放大器进行放大。有些对讲机为了简化结构,设计成收、放两用,常用扬声器代替话筒。

当音频信号流经电话机里的线圈或电话线时,在它周围形成交变磁场,电话增音器就是利用内部的耦合线圈检拾这个交变磁信号,并把它转换成电信号后送入放大器放大的。和电话增音器相似,电吉它接收的也是交变磁场信号。但是它的电信号是由磁性金属琴弦,在永久磁铁为铁芯的线圈上振动、切割磁力线产生的,这样产生的电信号输入放大器和倍频器放大后,由扬声器发出电吉它特有的乐音。

音乐灯则是由放大器直接放大音频电信号来控制 and 驱动(燃点)发光器件的。它的输入端接在收录音机、电唱扩音机扬声器的两端,直接检拾音频电信号并加以放大,然后推动发光器件(灯泡或发光二极管)发光。

音频放大器的输出负载多数是扬声器,但有少数只供一个人收听的放大器,使用耳机作为负载,例如耳聋助听器、记忆增强器和电话增音器。而音乐灯则以灯泡或发光二极管等发光器件作为负载。

综合上述音频放大器的信号、输入器件、输出器件等,可得表1.1。

表中10种以电子放大电路为主的器具可以归纳为四大类。

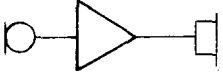
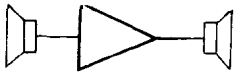
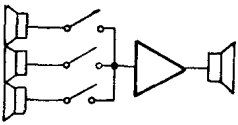
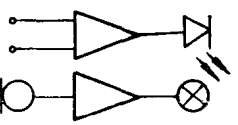
第一类是助听器、记忆增强器和听诊器。它们都是使用电子电路制作的声音放大器。助听器能够帮助耳聋患者听到周围的声音。记忆增强器若称其为自说自听器也许更正确些,用它所听的是自己读书或背诵单词的声音,据说这样可以增强记忆。电子听诊器听的是被检查者的心或肺的振动,经放大器放大后由耳机发出音响。

为了接收(感受)这些声音,助听器、记忆增强器和听诊器的共同特点是:输入器件都用话筒,而输出器件都用耳机,只有听诊器供多人收听时使用扬声器,至于放大电路也基本相同。为了改善音质,经常使用的耳聋助听器有些采用负反馈或AGC电路。为了更生动地表现心音,有些听诊器兼用发光二极管的亮暗表现脉搏的跳动。

第二类是各种对讲机。它们放大的也是声音,而且主要是说话的声音,但是和只接受不发送、只听不说的助听器、听诊器不同,对讲机在听话的同时还要对答,因而电路结构就要复杂一些。为了简化电路,出现了复杂程度不同、性能各异的不同种类的对讲机。

其中单讲机只能一方讲话对方收听,不能互相交谈。简单对讲机是在单讲机的基础上增加开关制成的,靠扳动“听”“说”转换开关,双方可以轮流地听和说,实现了互相

表 1.1

序号	器具名称	信号源	输入器件	方 框 图	输出器件	特殊电路
1	助听器	话音	话筒		耳机	负反馈, AGC, 音质
2	记忆增强器	话音	话筒		耳机	
3	听诊器	心肺音	话筒		扬声器	LED
4	单讲机	话音	话筒或扬声器		扬声器	无开关
5	对讲机	话音	扬声器		扬声器	2 × 2 开关, 4 × 2 开关
6	双放对讲机	话音	扬声器或话筒		扬声器	消侧音
7	多路对讲机	话音	扬声器		扬声器	2 × 2 开关, 1 × 2 开关
8	电话增音器	交变磁场	感应线圈		扬声器或耳机	
9	电吉它	交变磁场	感应线圈		扬声器	倍频器
10	音乐灯 音乐喷泉	音频信号 或音乐声	直接输入 或话筒		灯泡或LED	分频器; SCR

交谈。为了扩大并改善功能，在说的時候也能听到对方的声音，增加一套放大器制成双放对讲机。简单对讲机和双放对讲机只能一主一客地双方交谈，为了吸收更多的对象参加交谈讨论，把多个简单对讲机或双放对讲机结合在一起，制成了多路对讲机。

对讲机的主要特点表现在“听”“说”切换开关的多种多样的运用方式。另外，为了听、说兼用，多数对讲机使用动圈扬声器兼作受话器和送话器。用扬声器放送话音的对讲机，所用放大电路的增益较高，于是本机一方的环境噪音和自己讲话的声音被放大以后又被自己收听，其音量超过对方的来话，造成干扰，为此，比较复杂的对讲机采用了消侧音电路。

第三类是电话增音器和电吉它，它们的放大器放大的音频信号不是来自外界的声音，而是感应线圈上感受到的交变的磁信号。这个磁信号经感应线圈转变成交变电信号后，由放大器放大经扬声器变成声音。电话增音器也可以放大电话受话器发出的声音，同样的，电吉它也可以放大普通吉它共鸣箱发出的声音，有的电话增音器和电吉它就是这样的。但是用受话器接收声音的同时，周围环境的噪音也同时被接收和放大，效果不如感应线圈好，感应线圈具有选择作用。

电话增音器和电吉它的区别是前者感应线圈的铁芯使用硅钢片，而电吉它感应线圈的铁芯是用永久磁铁做成的，这是因为前者感受的是在非磁性导线中流过的音频电流，而后者感受的是瞬磁性的钢制琴弦的不同频率的机械振动。另外，电话增音器力求频率单纯，清晰度高，而电吉它却需要丰富的不同倍频的谐波，因而电吉它电路中，经常使用上述各种音频放大器中所没有的倍频器来产生滑音和颤音效果。

第四类是电平指示器、音乐灯和音乐喷泉。这几种电子器具中除了极少数音乐灯使用话筒接收音频信号以外，绝大多数电路都直接从收/录/扩音机输出端直接引出音频电信号。这类电子器具的另一种重要特点是，它不用扬声器、耳机等传声器作为显示器件，而用发光二极管（电平指示器）、各种灯泡（音乐灯）或电动机、水泵（音乐喷泉）作为负载配合音乐进行视觉显示。

为了带动发光显示器件，音乐灯的输出功率比上述供少数人收听话音的器具功率要大，因而常用可控硅等大功率元件，而且直接驱动负载的终端元器件，经常工作于开关状态。

有些比较高级的电平指示器和音乐灯，能够显示各个频率的电平强度，为此就要在放大电路里加入分频电路，这也是上述各种音频放大器未曾用过的。

一、耳聋助听器

耳聋助听器（简称助听器）实际上就是微型的扩音机，它由传声器、放大器和耳塞机三部分组成。传声器把拾取的声音转换成相应的音频电信号，这个音频电信号经放大器放大到足够的功率后，再由耳塞机转换成较大的声音传入耳内，达到助听的目的。

放大电路一般使用分立元件，近来也有一些采用集成电路的。分立元件电路一般采用2~4级音频放大器，级间采用体积小、重量轻的阻容耦合。为了减小非线性失真，稳定工作点和放大倍数，普遍引入了负反馈电路。最常用的是本级电压负反馈偏置电路，少数采用级间负反馈电路。有些助听器还加有自动增益控制（AGC）电路。

助听器要求在语言频带 ($100\text{Hz}\sim 6\text{kHz}$) 范围内有比较平坦的频率响应曲线, 以免产生频率失真; 声音增益在 $40\sim 70\text{dB}$ 之间, 以满足轻、中、重各种不同程度耳聋患者的需要; 应有足够的信噪比 ($>30\text{dB}$), 谐波失真度不大于 10% ; 带有音量控制器, 最好还有音调选择器, 有的带收听电话装置以适应不同患者的需要。

a. 三管助听器

三管助听器如图 1.1~图 1.10 所示, 电路都采用三极放大器, 图 1.1~图 1.3 都是简单的阻容耦合放大器。图 1.4 的第一级、图 1.5 的第二级和图 1.6 的一、二两级采用了负反馈偏置电路, 以提高稳定性。图 1.7~图 1.10 都采用了级间负反馈电路。

图 1.7 和图 1.8 用的是两级高频负反馈, 以降低高频噪声, 低频信号已由电容 C_3 旁路, 未参与反馈。图 1.9 BG_2 、 BG_3 组成复合管, 相当于一级电路, 和图 1.8 不同的是图 1.9 低频也有负反馈。

图 1.10 和图 1.9 以及图 1.8 的一、二级间一样, 采用直接耦合电路, 这样元件更少, 体积更小。电阻 R_1 、 R_4 和电容 C_4 组成较深的负反馈回路。 R_1 、 R_4 负反馈回路能够改善环境温度变化对电路工作状态的影响, 调节 R_1 使 U_{C_3} 在 0.9V 左右。晶体管音频放大器的噪声能量一般集中在音频高端。 C_4 、 R_1 、 R_4 、 C_3 组成的交流负反馈回路能使 5kHz 以上的电压增益适当减少, 绝对噪声电平下降。回路中的旁路电容 C_3 的作用和图 1.7、图 1.8 中的 C_3 一样, 使低频旁路减少反馈量, 从而 C_3 的容量还能决定电路的低频响应。图 1.10 中话筒用 CRZ2-15 型电容话筒。

电容 C_2 能够旁路掉 100kHz 以上的高频干扰信号。

图 1.7 中的 L 是听电话的拾音线圈, 把它放在电话机旁就能在助听器里听到电话声。

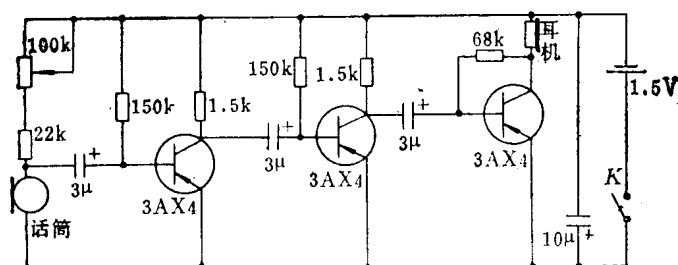


图 1.1

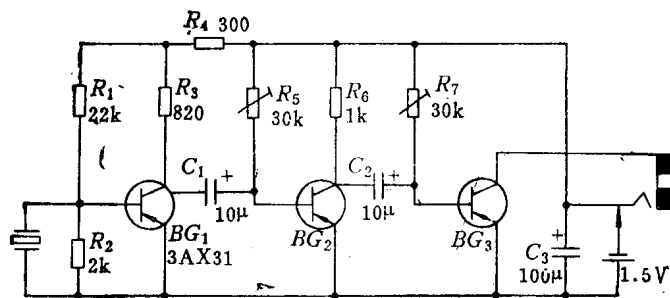


图 1.2

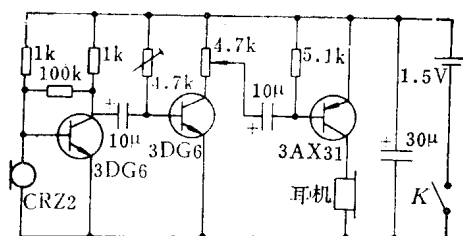


图 1.3

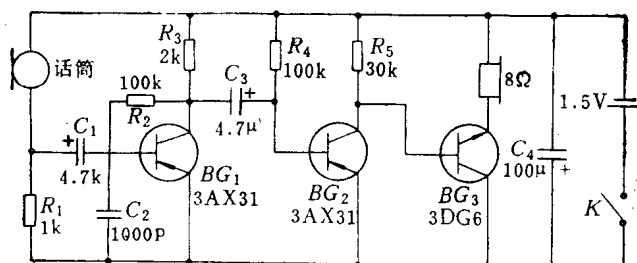


图 1.4

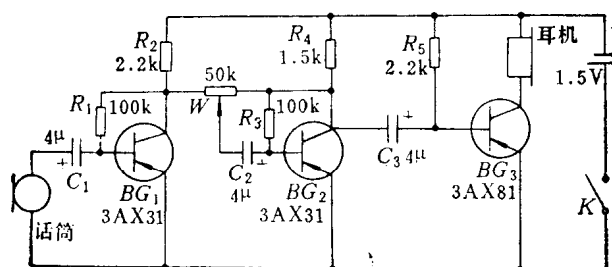


图 1.5

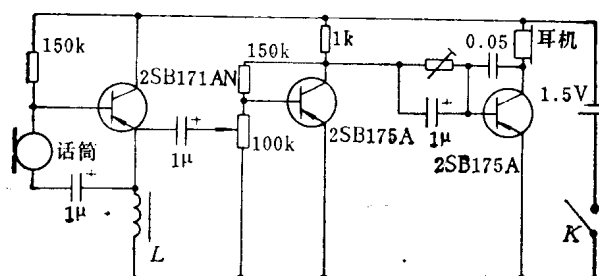


图 1.6

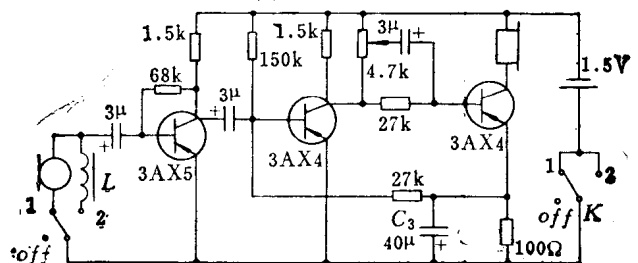


图 1.7

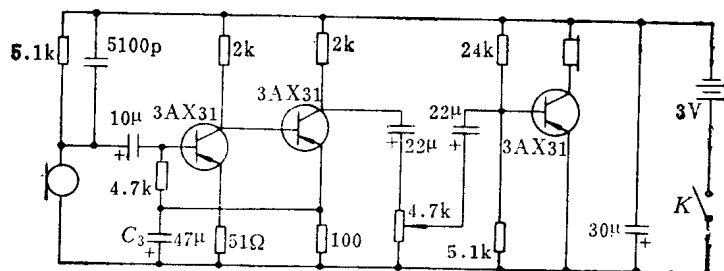


图 1.8

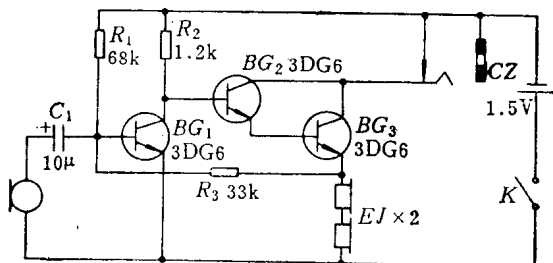


图 1.9

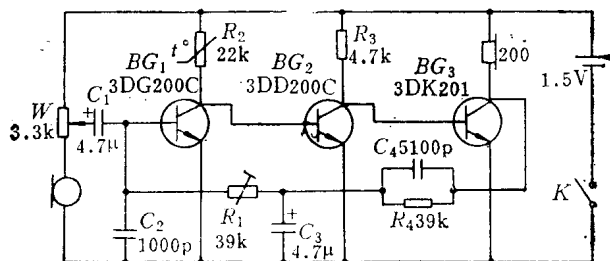


图 1.10

解决了戴助听器打电话的困难,其原理详见电话增音器一节。图 1.6 中的线圈 L 是 BG_1 的负载电阻,它对交变的音频信号呈现很大的阻抗,因而提高了 BG_1 射极跟随器的输出电流,而对直流电阻很小、压降很低,充分运用了电源电压。

助听器的受话器一般使用电磁式话筒(如图 1.5、1.6、1.7、1.9)、驻极体电容话筒(如图 1.1、1.4、1.8、1.10)或压电陶瓷片(图 1.2)。耳机一般都用高阻抗的电磁式耳机。助听器对噪声要求较高,第一、二两级最好采用低噪声的晶体管,例如 3AX31 E或D。

b. 四管助听器

图 1.11~图 1.18 是用 4 只三极管组装的助听器和记忆增强器。图 1.11 用小型内磁式电磁扬声器作为拾音器, BG_1 、 BG_2 组成互补直耦放大器, BG_3 、 BG_4 组成直耦功率放大器。 BG_4 集电极电流为 5 mA。

图 1.12 用驻极体电容话筒作拾音器,它输出的电信号经 BG_1 、 BG_2 两级直耦放大器放大后,再经射极跟随器 BG_3 的射极输出,最后经 BG_4 作功率放大。 R_3 是负反馈向 BG_1 提供偏压的电阻,起稳定工作点的作用。三级采用直接耦合,能够展宽频带减小频率失真。二极管 D 作 BG_4 的下偏置电阻,具有温度补偿作用和自动音量控制功能。

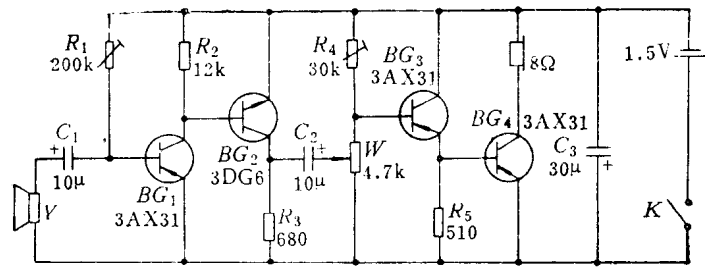


图 1.11

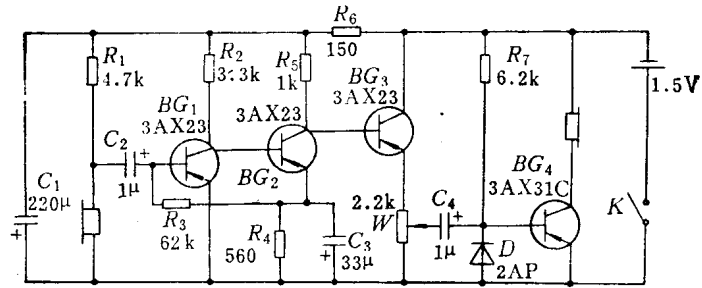


图 1.12

图 1.13 中 BG_3 、 BG_4 组成复合管，三级放大都采用阻容耦合电压负反馈偏置电路。
图 1.14 是 4 S1 型助听器电路，前两极电路和图 1.13 相同，后面用两只三极管组成两级放大器。拾音器用电磁话筒，输出用高阻耳机。

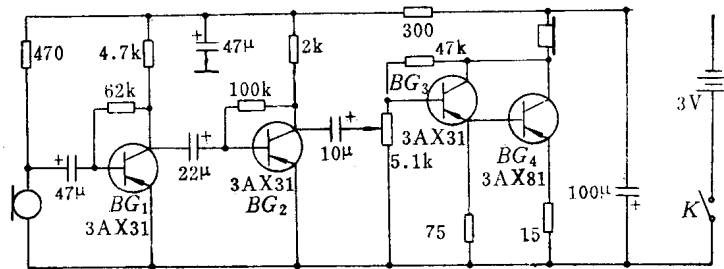


图 1.13

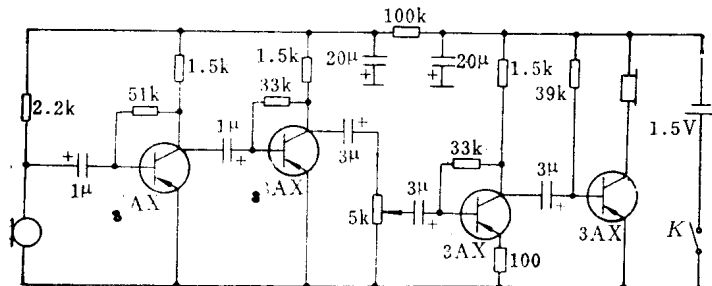


图 1.14

图 1.18 用一个 4 档(5 位)推键开关 K_1 切换反馈电容来选择音调 and 收听电话。 K_1 接通低音档时, 负反馈电容 C_4 容量较大 ($0.05\mu\text{F}$), 高频衰减较多, 相对地提升了低音; K_1 接到中音档时, 负反馈电容改接 C_3 , 由于它的容量较小 ($0.01\mu\text{F}$), 高频衰减减少, 输出频率提高一些; K_1 接到高音档时不接负反馈电容, 高频输出较多。

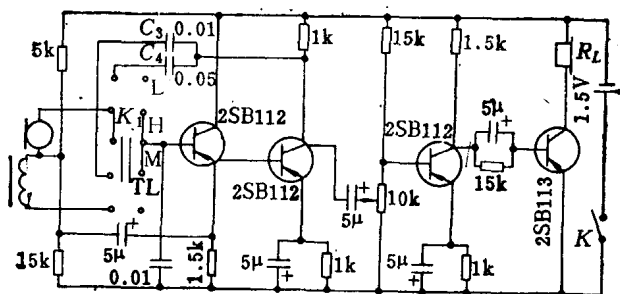


图 1.18

c. 收音机兼助听器

助听器和记忆增强器都是以话筒为输入, 以耳机为输出的音频放大器, 和收音机内检波以后的音频放大器相同, 因而在收音机上装上话筒、耳机和切换开关, 即可改成收音助听两用机或收音助记两用机。袖珍式半导体收音机都用小型电磁式扬声器, 多数改制的两用机都用它代替话筒。两用机的电路有图 1.19 ~ 图 1.22 等数种。

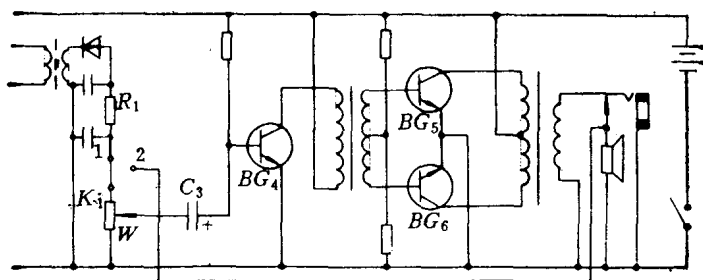


图 1.19

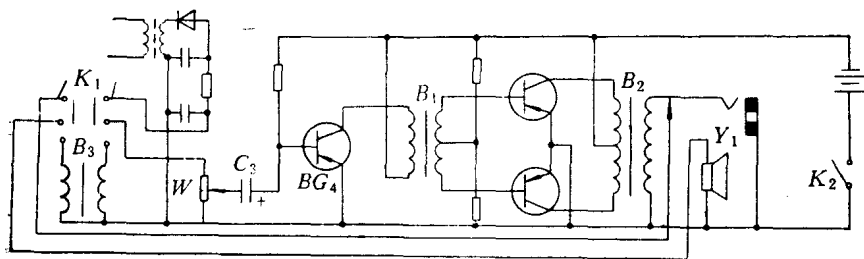


图 1.20

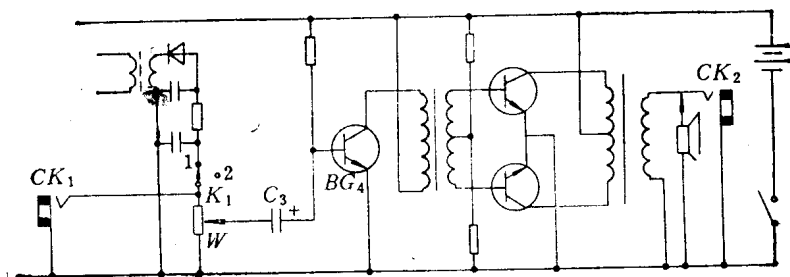


图 1.21

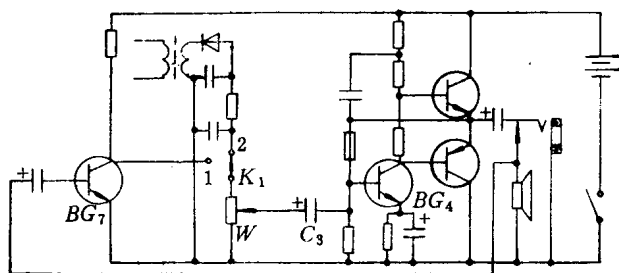


图 1.22

图 1.19 是用变压器耦合推挽电路的两用机。和一般收音机不同的是，在检波滤波电阻 R_1 与音量电位器 W 之间，接入一个单刀双掷开关 K_1 ，在它的 2 位（助听或助记档）上引出一根导线接到扬声器的非接地端。如果收音机原来没有外接耳机插孔的话，还得安装一个。

K_1 置于位置 1 时，整机作收音机用，不用耳塞机时，扬声器放音；插入耳塞机，扬声器断开，耳塞放音。 K_1 位于位置 2 时整机作助听器用，插入耳塞机扬声器代替受话器，话音电流经 K_1 2 位、电位器 W 控制音量、再经耦合电容 C_3 输入 BG_4 ，经两级放大后由耳机输出话音。

图 1.20 的音频放大电路和图 1.19 相同，助听电路却有所区别。为了改善匹配，图中用单端输出变压器 B_2 （或推挽输出变压器只用初级的一臂）作为低阻扬声器 Y_1 和高阻输入的 BG_4 之间的耦合元件。为了切换这个变压器，收音、助听切换开关 K_1 必须使用双刀双掷的。

K_1 接于 2 位时电路作助听器使用，扬声器 Y_1 代替话筒，话音电流经变压器 B_2 、音量电位器 W 和耦合电容 C_3 输入，经两级放大后，由耳塞机还原成话音。输出音量大小由音量电位器 W 控制。

图 1.21 的音频放大电路也是变压器耦合推挽电路，作为助听器使用时不用扬声器代替话筒，而用插头 CK_1 另接一个驻极体电容话筒，这样， BG_4 输入匹配、增益和音质都好些。切换开关 K_1 可用单刀开关，作收音机用时，将话筒插入插孔（ K_1 接 1 档），也能听到周围的说话声，不致于误事。若想专心听收音机而不受外界干扰，可将话筒插头拔掉。

图 1.22 功率放大用 OTL 电路, 用机内扬声器兼作助听话筒, 用外插耳机助听。和上述几个图不同的是本机为助听 (或助记) 增设一级阻容耦合音频放大器 (BG_7), 这一级放大在收音时不用, 以开关 K_1 切换。

d. 集成电路助听器

有些助听器用集成电路装制音频放大器, 体积可以做得更小些, 重量也更轻些。另外还有专为助听器设计的厚膜电路和集成电路, 效果更好, 使用更方便。

图 1.23 是一个使用助听器专用厚膜电路 HDT6 装制的助听器。厚膜电路包括 4 只三级管、6 只电阻和 2 只电容。外加 2 只电阻、1 只电位器、4 只电容和话筒、耳机即可组成助听器。

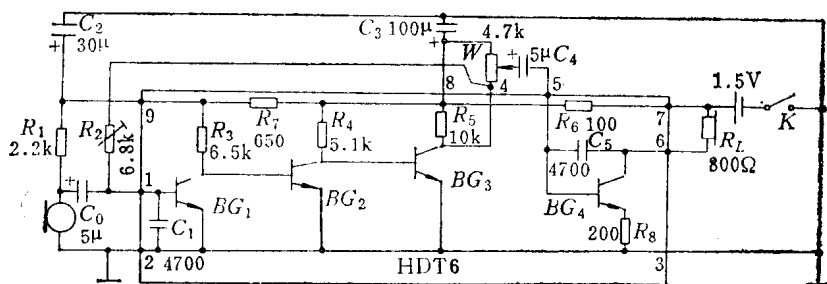


图 1.23

厚膜电路组成三级直接耦合放大器 and 一级阻容耦合功率放大器, C_1 为高频旁路电容, $C_5 R_8$ 为负反馈元件, 用以改善音质提高电路稳定性。外电路用驻极体话筒, 800Ω 电磁耳塞机。 R_2 为反馈式偏置电阻, R_1 供给话筒以直流电压, $C_0 C_4$ 为耦合电容, $C_2 C_3$ 为退耦滤波电容, 电位器 W 作音量调节之用。本机的噪声小, 灵敏度较高, 整机电流不大于 2.5mA , 工作频率 $270\sim 3000\text{Hz}$ 。

图 1.24 是一个使用 LM386 功率放大集成电路组装的助听器, 用电磁话筒作受话器、用 8Ω 耳塞机作送话器。助听器的音量大小可以通过电位器调节, 放大器的增益可在调试时改变集成电路的元件来确定, 改变集成电路 1、8 脚所接阻容网络即可改变电路增益。当 1、8 脚间接 $10\mu\text{F}$ 电容时, 电路电压增益为 200; 用 $1.2\text{k}\Omega$ 电阻与电容串接时为 50; 1、8 脚开路时, 电容电压增益为 20。当电路出现自激啸叫时, 在集成电路 7 与 4 脚间接接一个 $2.2\mu\text{F}$ 的去耦电容即可消除。

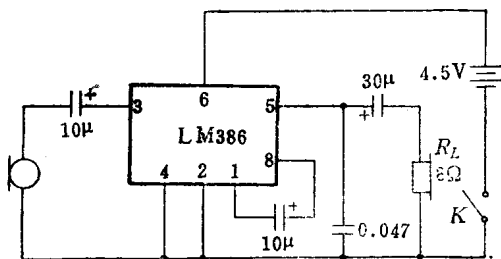


图 1.24

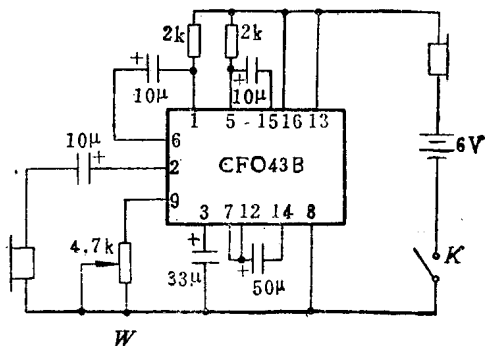


图 1.25

图1.25是用收音机集成电路CF043B组装的助听器，音量控制用电位器W，整机电流为6mA左右。

图1.26是用SL系列（SL33、SL34、SL35等）功放集成电路装制的助听器。话筒用驻极体电容话筒、例如用CRZ2-9型。话筒将外界传入的声信号转换为相应的电信号，经电容 C_1 耦合和音量电位器的衰减，再经 C_2 送到集成电路的输入端进行多级放大，放大后的音频信号经输出电容 C_7 、插孔CK传送到外接耳塞机内，还原出放大的声音。

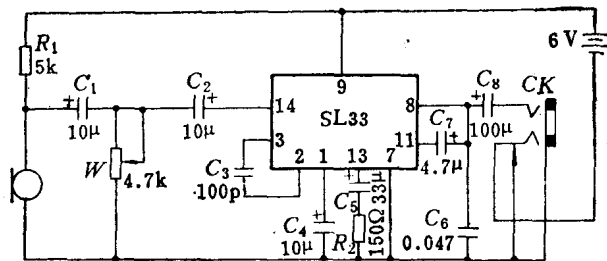


图 1.26

图1.27比图1.26增加一只三极管作前置放大，因而音量更大，适于耳聋程度较重者使用。集成电路凡SL系列及类似产品均可使用，两图所用话筒相同。集成电路SL32是专为收音机设计的OTL功率放大器，工作电压为2.5~3V，负载为8Ω时，最大可能输出的功率为70mW左右，用于助听器是足够了。其2、3脚间电容 C_5 为消振电容； C_3 与 R_4 为闭环增益调节，增大 C_3 容量可以提高增益（以不失真为度）。输出电容 C_{10} 为200μF，大容量的电解电容体积较大，为了安装方便可选用两只100μF/6V的电容并联使用。

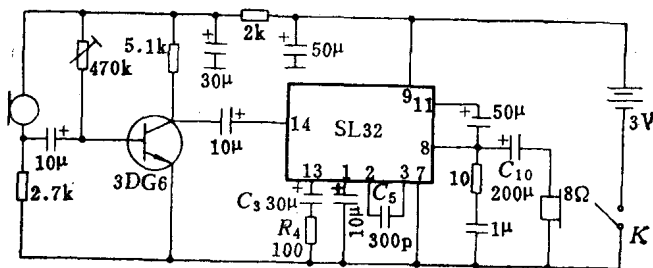


图 1.27

图1.28~图1.30是用耳聋助听器集成电路TB531组装的助听器，这些助听器具有体积小、重量轻、可靠性高、噪音小、功耗低，增益高、降压特性好、音量控制范围宽等优点。

TB531集成电路内部由8只晶体管组成直接耦合式4级音频放大电路，各级放大器增益均在10倍以上，总的电压增益为90dB。

图1.28、图1.29是两种单端输入单端输出电路，由4只NPN型晶体管组成直接耦合放大器，末级工作于甲类单管功放状态，2脚外接偏置电阻，用以调整工作点。当电源电压为1.5V、负载电阻为500Ω时，静态最大电流为3mA，信号频率为1kHz时电压增益约为80dB，输出功率0.7mW。图1.28电路受电源内阻影响较大。