

电子文库

8

自制半导体和 集成电路收音机

左育春 编



科学出版社

电子文库 8

自制半导体和集成 电路收音机

左育春 编

科学出版社

1988

Dt97/36

内 容 简 介

本书可引导青少年或初学无线电的电子爱好者如何自己动手装制半导体进而装集成电路收音机，並帮助他们在制作中学会识别电路图和怎样调试收音机。

书中首先通俗地描述了声波和无线电波的传播特性和接收无线电波的简单方法。然后简明地介绍电子元件的功能、电路符号和字母代号、各种型式晶体管收音机和简单放大器的工作原理及其制作方法、晶体管工作点的偏置和稳定方法、场效应晶体管和集成电路收音机的制作方法等。全书共分为十二章，共介绍各种容易自制的收音机电路50余种，附录中给出这些电路的印刷线路板图。不失为青少年电子爱好者的一种入门指导读物。

电 子 文 库 8

自制半导体和集成电路收音机

左 育 春 编

责任编辑 陈 忠 樊友民

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

北京春雷印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

1988年5月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/32

1988年5月第一次印刷 印张: 4 3/4

印数: 0001—30,580 字数: 105,000

ISBN 7-03-000527-9/TN·33

定 价: 1.30 元

前 言

考虑到大多数初学无线电的业余电子爱好者入门都从简单的收音机和扩音电路开始，为便于他们入门，我们专门编写了本书。本书介绍了二极管收音机、直接放大式收音机、高频放大式收音机、再生来复式收音机和超外差式收音机。介绍了几种扩音电路，如直接耦合放大器、甲类放大器、乙类变压器推挽放大器和OTL放大器等。本书还介绍了用场效应管和集成电路装制的收音机。

全书内容分为十二章，在各章标题之下，首先介绍一些原理性的东西，然后穿插介绍多种收音机电路，作为该章内容的实例。希望通过实例加深对工作原理的认识，而不是从理论到理论。例如再生和来复问题，本书从举出的多种实例中进行说明，由于实例不一样（多数在我国还没有发表过），从不同角度说明同一个问题，会加深对问题的理解。

所介绍的全部收音机电路，包括超外差式收音机、扩音放大器以及场效应管和集成电路收音机，采用的都是比较简单的电路，使用元件少，很容易装制。每章介绍的第一个电路制作和调试方法说明得比较详细，但接在其后的电路不一定一一介绍调试方法和详细制作数据，因为许多电路的调试方法（例如偏流电阻的调整）和制作数据（例如线圈绕制数据）都相同，所以略去了可能重复的部分，而突出介绍它们的不同之处，有些电路甚至仅用几句话进行说明，这样就使本书变得更为简练。

书的始末，对声波和无线电波的传播特性、元器件的识别及其电路符号和字母代号、元件排列和电路底板的制作等也分别进行了叙述。附录中提供了一些收音机的印制板图，便于读者自制各种类型的收音机。

限于编者水平，书中难免有错误，欢迎广大业余电子爱好者提出批评指正。

编 者

一九八八年一月

目 录

第一章	收音机是容易制作的·····	1
第二章	元器件及其电路符号和字母代号·····	12
第三章	二极管收音机·····	26
第四章	简单收音机的输入回路·····	36
第五章	晶体三极管放大器·····	44
第六章	晶体管放大器的功率输出级·····	53
第七章	晶体管工作点的偏置和稳定·····	59
第八章	高频放大式收音机·····	63
第九章	再生来复式收音机·····	68
第十章	超外差式收音机·····	85
第十一章	场效应管和集成电路收音机 ·····	104
第十二章	电路底板的制作 ·····	131
附 录	一些收音机的印制板图·····	138

收音机电路目录

电路 1	简单二极管收音机 ·····	28
电路 2	用晶体管发射结代替二极管的收音机 ·····	33
电路 3	晶体三极管检波兼放大的收音机·····	34
电路 4	倍压检波式二极管收音机·····	34
电路 5	又一种倍压检波二极管收音机·····	34
电路 6	全波检波式二极管收音机·····	35

电路 7	给二极管收音机加一级放大·····	45
电路 8	加有再生的一级低放单管机·····	46
电路 9	给二极管收音机加两级放大·····	47
电路 10	加有再生的两级低放收音机·····	48
电路 11	两管直接耦合式放大器·····	48
电路 12	两级偏置稳定放大器·····	50
电路 13	互感耦合A类放大器·····	54
电路 14	OTL推挽功放电路·····	55
电路 15	变压器推挽功放电路·····	56
电路 16	非调谐高放式收音机电路·····	65
电路 17	调谐高放式收音机电路·····	66
电路 18	简单高放式收音机·····	69
电路 19	给简单高放式单管机加再生·····	70
电路 20	电感反馈再生电路·····	71
电路 21	又一种电感反馈再生电路·····	71
电路 22	两级功能单管再生来复式收音机·····	73
电路 23	又一种两级功能再生来复式收音机·····	74
电路 24	倍压检波再生来复式单管机·····	76
电路 25	三级功能再生来复式收音机·····	76
电路 26	单管再生式收音机·····	77
电路 27	电阻反馈再生式三管机·····	78
电路 28	高频变压器耦合再生式三管机·····	79
电路 29	高频变压器耦合再生来复式两管机·····	80
电路 30	高频变压器单管再生来复式收音机·····	81
电路 31	超再生式调频收音机·····	83
电路 32	两管超外差式收音机·····	89
电路 33	短波两管超外差式收音机·····	92

电路	34	小型超外差式四管收音机·····	95
电路	35	二波段调幅收音头·····	96
电路	36	袖珍超外差式五管耳塞收音机·····	98
电路	37	场效应管再生式收音机·····	106
电路	38	场效应管高放式收音机·····	107
电路	39	简化型场效应管收音机·····	108
电路	40	场效应单管调频机·····	109
电路	41	场效应管混频收音头·····	110
电路	42	简单集成电路收音机·····	113
电路	43	用音频集成块的收音机·····	114
电路	44	晶体管集成电路混合收音机·····	115
电路	45	YR060集成电路收音机·····	117
电路	46	TA7641 BP集成电路收音机·····	120
电路	47	TDA7000集成电路调频收音机·····	123
电路	48	FM/AM集成TDA1220A收音机·····	126
电路	49	FS2204集成电路耳塞收音机·····	128
电路	50	音调可调的O T L放大器·····	130

第一章 收音机是容易制作的

收音机的作用是众所周知的，但是初学者要想在短时间內完全弄懂收音机的工作原理，并不是一件容易的事。阅读专门的电子线路教科书，并不是加速理解的行之有效的方法。教科书中介绍的都是单元电子线路的设计与计算，初学者对此会感到枯燥和空洞。在这本书里，我们将用简炼而通俗的语言介绍声波和无线电波的基本知识，然后由浅入深地介绍一些简单收音机的工作过程和制作方法。

声音的传播是易于理解的。当人们说话时，他（或她）的嘴中发出一种使空气发生振动的声波。声波大约以每秒335米的速度通过空气传播。当声波到达声音传播方向听者的耳中时，声波将使耳膜振动，“信号”传到大脑，并以声音的感觉被接收到，见图1-1。

声波具有一个重要的特性：它们的强度随距离增加而迅速减弱。声波强度与距离的平方成反比。增加传播距离或范围，可以采用提高声音强度的方法。例如大声喊叫，不过距离增加得并不远。另外一种提高声音强度的方法是使用扩音机，也称为放大器。它是在话筒的后面加入一个由许多电子元件组成的放大电路和一个扬声器，见图1-2。

话筒的作用很象人的耳朵，话筒隔膜受到声波振动，通过音圈转变成音频电压（或电流）脉冲。（人的耳膜是将声波转变成神经脉动。）音频电压脉冲到达放大器，经放大后，极大地提高了音频信号的强度。更强的信号从扬声器中发出

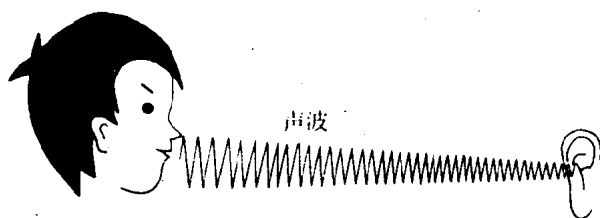


图 1-1 声音通过空气传播

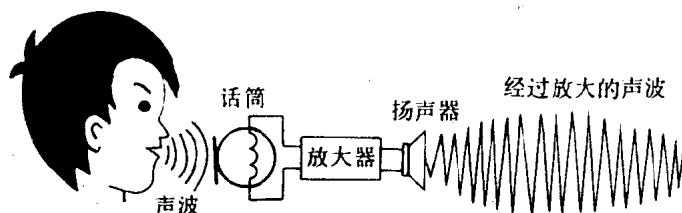


图 1-2 利用放大器提高声音强度

来。扬声器很象在反向工作的话筒，其构造、工作原理与话筒基本相同，它也有音圈和振动隔膜。话筒是将声音转变成微弱的音频电压，然后送给放大器。而扬声器是把经过放大器放大的音频电压转变成强有力的声音。

由放大器通过空气传声的系统，其工作范围仍受到限制。语言通过放大器，在空气中传播，在良好条件下距离最多为一公里，而不会更远。并且风向与声波相反时会大大地缩短传播范围。因此进一步增加距离，必须使用另外的发送声音的方法，见图 1-3。

从图中可以看出，声音信号进入话筒。话筒用两根导线（而没有使用有源器件）与另外一只话筒联接起来。每一个话筒有两个作用：既能够作为话筒传声，也能够作为扬声器放声。话筒 A 将声音转变成音频电压脉冲，沿着导线传输到话筒 B，话筒 B 受到音频电压的作用，将电压转变成声音信

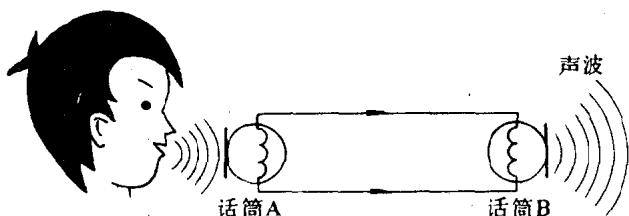


图1-3 在两只话筒之间联接导线

号。换句话说，此时话筒B作为扬声器。如果声音进入到话筒B，则音频电压脉冲将沿着导线返回到话筒A，此时话筒A充当一个扬声器。（在业余爱好者自制的设备中，经常用扬声器代替话筒。）

用导线连接的无源传声系统，其突出优点就是声音转变成音频电压脉冲以后能够传输较长的距离。缺点是随着导线的加长，功率仍要减小。因为所有导线在电流通过时呈现电阻。导线越长阻力越大，电能损耗就越大，接收的声音信号就会逐步减弱。

有几种补偿能量消耗的方法。例如在电路中加入电池，见图1-4（a），得到一个更加敏感的话筒（即话筒产生的音频电压脉冲更强）。另外，如果必要的话，在电路中可以加入放大器，见图1-4（b）。图1-4（b）也可以改成图1-4（c）的联接方式，这时省去了一根导线，降低了成本。

图1-4（c）是将两只话筒用导线相接的那端接至大地，即直接与地球（地面）相接触，因为地球是电的良导体。用大地作为公共连接线在无线电工程中是非常有用的。以后我们会更清楚，接地可以是“真的”，也就是将导线连接到大地上；也可以是“假的”，也就是在收音机电路中，将

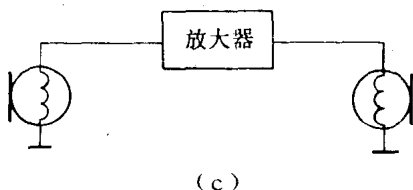
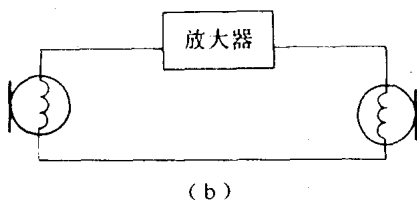
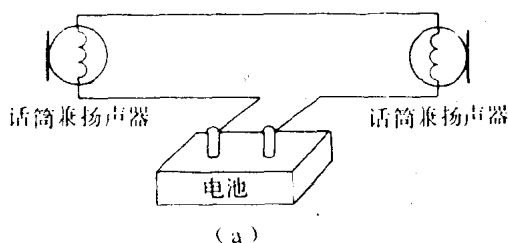


图 1-4 能够补偿音频能量损失的电路

许多元件连接到一条公共线上，我们把这条公共线叫做地线，而没有与大地直接相连。

通过分析可知，上面的传声系统仍有缺点。联接导线使通话很不方便，不适用于流动的场所，更不适用于广播。例如，将收音机用导线与每个电台都联接起来是件不可思议的事。因此，将声音传播更远，让更多的人都收听到，就必须采用更有效的传送方式。

广播电台与收音机之间是无线传输，因此常常把收音机叫做无线电。在广播电台，话筒中产生的音频电压脉冲加到

高频振荡器上，高频振荡器产生的高频信号能够携带着音频电压脉冲在空中旅行。能够在空中旅行的高频信号通常叫做无线电波。任意多的收音机都能够在相同的时间调谐在同一个信号频率上，使用收音机的每一个听众都能够听到广播信号。

波是其它能量（动能或电磁能）转换而成的。波具有一定的传播速度，并伴随着自身能量的传播。一个等幅正弦波如图 1-5 所示。它的特性由波长和振幅来定义。波长即从波峰到相邻波峰间的距离；振幅即波沿着中心线向上边（或下边）运动的摆幅。另外，完成一个波长所需要的时间叫做周期。

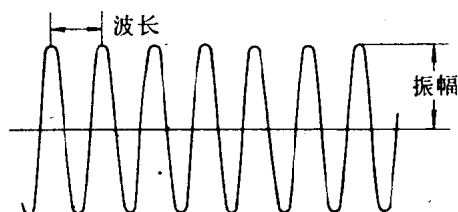


图 1-5 简单的等幅正弦波形

通常人们用频率来说明波的性质。频率就是每秒钟产生全部波的数目，也即每秒钟完成全部周期的数目。波长、频率和波速有如下的简单关系

$$\text{波长} (\lambda) = \frac{\text{波速} (v)}{\text{频率} (f)}$$

其中波长的单位用米 (m) 表示，频率的单位用赫兹 (Hz) 表示。波速即无线电波或光波的传播速度，单位为 30 万公里/秒。

无线电波的特点是速度快。全球的各个角落几乎都能同时收到某一电台发出的播音。无线电波是从波源（天线）向

四面八方传播的，具有完全的电磁辐射特性，除非加装定向天线，波束才能集中到一个方向。

许许多多的无线电波可归纳分类如下：

10—30kHz 甚低频（超长波）

30—300kHz 低频（长波）

300—3000kHz 中频（中波）

3—30MHz 高频（短波）

30—300MHz 甚高频（米波）

300—3,000MHz 特高频（分米波）

3,000—30,000MHz 超高频（厘米波）

30,000—300,000MHz 极高频（毫米波）

其中k代表千，1 kHz = 1000Hz；M代表兆，1 MHz = 1000 kHz。低频范围包括长波段；中频范围包括中波段；高频范围包括短波段。

重要的问题是：高频无线电波人耳是听不到的（有可能听到微弱的噪音），它不代表任何语言信息。不过，它能够空间传播。它们的频率必须在30kHz以上，对应一个固有频率，参见图1-6。图中的波形称为载波。

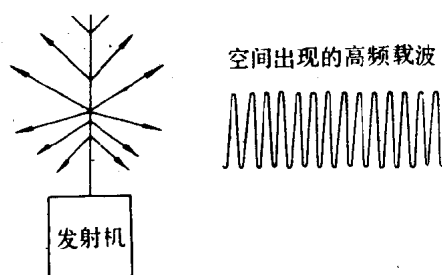


图1-6 发射机发出的高频载波

为了发送语言或乐曲，人们用话筒拾取音频信号，由放大器将音频信号放大，放大后的音频信号能够直接从扬声器中放出来，也可以将音频信号灌入唱片或磁带。在这里，音频信号经放大后是加到产生高频载波的高频振荡器上。这样，高频载波在空中“飞行”时就能带着音频信号一块去。不过，此时高频载波的振幅变了（频率没变），见图1-7所示音频与载波结合形成的波形。可以看出，这个波的波峰和波谷之间的包络变化就是音频信号。

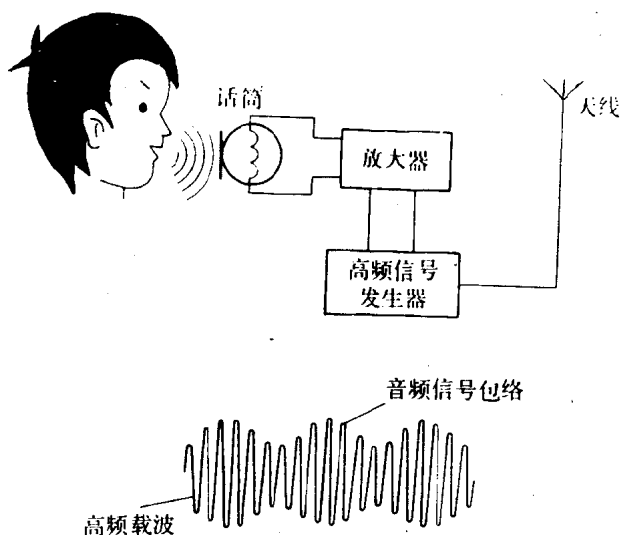


图1-7 发射机发出的高频调幅波

上面的混合波叫做调制波。可以看出，已经改变的或被调制的只是载波的振幅，所以确切地应称为调幅波。这种无线电发送方式就称为调幅（AM）。

在此书中，我们仅仅涉及调幅波。还有另外一种常用的无线电波是频率调制（FM）波，简称调频波，工作在甚高

频段。

此刻,我们周围密集地充满着来自各地广播电台的信号。从这个被音频调幅的无线电信号中重新得到音频信号是没有问题的。

那么,怎样将音频信号从调幅波中取出来呢?怎样由收音机发出音频信号呢?

在接收电路中,有一个专门接收无线电波的“触须”,通常叫做天线。天线能够接收到来自四面八方的高频信号,每一个信号都代表天线上电能的变化量,变化量将以感应电流的形式出现,请参见图 1-8。

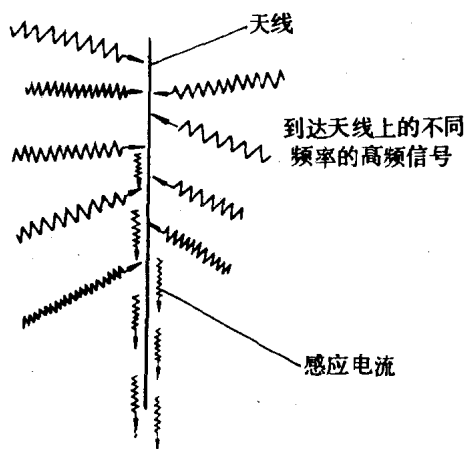


图 1-8 各个频率的高频信号在天线上的感应电流

天线收到各个频率的高频信号,各个频率的信号电流都感应在天线上。天线长度与某电台波长相同时感应电流较大,一般感应电流都非常小,以至难于测出。因此天线仅作为收音机的起始点。接在天线后面的就是调谐回路。

调谐回路通常包含线圈和电容器。电容与线圈配合具有

一个重要的特性。它们能使某一频率的信号感应电流最大，这种现象称为谐振。谐振时，除了接收和加强这个频率的信号电流之外，调谐回路还抑制在天线上所有其它频率的信号电流，使它们不能进入调谐回路。

调谐回路的谐振频率高低取决于电容器的电容值和线圈的电感值。能够计算出在某电台频率可以得到最大响应的两元件结合之值。但是，如果它们的参数不能改变，则大大限制了收音机的工作频率范围。因此要求调谐回路元件能够变化，也就是说调谐回路可以分别谐振于各个电台的频率上。在实际电路中，这是用能够连续改变容量的可变电容器完成的。

下一步是完成信号的检波。当调谐回路处于谐振时，接收到原来受音频信号调幅的载波信号。这个信号不能直接送到扬声器中去，因为它还不是音频信号，所以要先送往检波器。检波器是一个称为二极管的简单元件，它能够从高频调幅信号中检测出音频信号，参见图1-9。

二极管是一种单向通断元件，它仅允许电流在一个方向通过，而阻止（或称断开）另一方向的电流通过。象图1-9二极管那样放置，高频调幅信号通过二极管被切掉下半周，保留上半周。这种过程就是检波。上半周信号包含两个成分。一个是高频成分，一个是低频成分。高频成分是原来残留的载波，而低频成分是原来调制载波的音频信号。见图1-10。

从二极管检波器输出的信号可以直接送到耳机。耳机能对缓慢变化的低频信号作出响应，恢复原来的音频信号，使人耳收听到。这种音频信号与电话听筒发出的音频信号类似。耳机对上半周高频信号残余不起作用。因为耳机对高频信号阻抗很大，最多只会引入一些高频噪声干扰，而这种干扰可以用电容器滤除。图1-11是由天地线、调谐回路和二极管