

从矿石机到二管机

白之卿 沈承衡 编著



人民邮电出版社

內 容 提 要

本书系統地介紹了各种矿石机、单管机和二管机的簡單原理、电路和制作方法。本书所介紹的电路花样很多,以便适合各种不同情况的需要。

本书是給初学无綫电爱好者看的,因此对于电学和无綫电学的基础知識也讲了一些,使讀者不但会动手制作,而且也能够了解为什么这样做。

从矿石机到二管机

編著者: 白 之 癩 沈 承 衡

审閱者: 陈 效 肯

出版者: 人 民 邮 电 出 版 社

北京東四六条12号

(北京市具有圖書出版業許可證出字第〇四八号)

印刷者: 邮 电 部 北 京 邮 票 厂

发行者: 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

印张 4 4/32 頁数 182

印刷字數 96,000 字

1959年1月北京第一版

1962年9月北京第三次印刷

印数 81,211—81,910册

統一书号: 15045·总833—无214

定价: (9) 0.40 元

目 录

序言	1
第一章 无线电波和收音机	3
第一节 什么是无线电波	3
第二节 无线电波的发生与传播	5
第三节 接收无线电能的工具之一——收音机	10
第二章 动手做收音机以前	13
第一节 要准备什么工具	13
第二节 怎样焊接	15
第三节 天、地线装置	17
第四节 零件的符号	22
第三章 介绍几种主要零件	22
第一节 矿石	22
第二节 线圈	23
第三节 高频变压器	26
第四节 电容器	27
第五节 听筒	30
第六节 低频变压器和扼流圈	33
第七节 电阻器	35
第八节 电池	37
第九节 谐振回路	41
第四章 矿石收音机	43
第一节 单回路式矿石收音机	43
第二节 双回路式矿石收音机	51
第三节 复杂的矿石机	57
第四节 怎样设计调谐回路	64

第五节 矿石机中几种主要零件的修理.....	68
第五章 单管收音机	71
第一节 电子管	71
第二节 三极电子管的栅极检波	78
第三节 再生式单管机	80
第四节 可变电容再生式单管机	86
第五节 电位器控制再生式单管机	91
第六节 哈脱莱式再生单管机	93
第七节 用五极管的单管再生机	96
第六章 矿石-电子管组合收音机和二管收音机	101
第一节 矿石-电子管组合收音机	101
第二节 来复式收音机	109
第三节 丙电池	115
第四节 二管机	116
第七章 交流收音机	120
第一节 交流收音机概论	120
第二节 交、直流两用二管收音机	123
第三节 交流二管机	124
結束語	126
附图 无綫电零件符号表	129

序 言

1895年5月7日，在世界的科学领域中出現了一件了不起的事情：那就是俄罗斯的伟大发明家 A. G. 波波夫表演了他发明的世界上第一架“无线电接收机”。

在他发明“无线电接收机”以前，人們虽然已經知道无线电波的存在，但却認為这只不过是一种好奇而无实用价值的东西。然而波波夫却用他的发明有力地說明了无线电的实用价值。他引导着以后的人們向无线电的实际应用方面进一步探求，并奠定了无线电研究的基础。为了紀念这位伟大的天才发明家，苏联政府規定每年五月七日为“无线电节”。

无线电在今天已經是工业生产、科学研究和人們日常生活中愈来愈重要的东西了。随便你走到什么地方差不多都能看到无线电的应用。

无线电收音机就是最普通的无线电应用的例子。在城市中，几乎在每个院子里都可听到收音机发出的美丽的歌声。随着我国人民生活水平的提高，农村中收音机和有线广播也以惊人的速度在发展着。有了收音机，我們可以在家中听到远地的新聞或音乐，在远隔首都北京的祖国各地都可以听到天安門前首都人民欢度节日的实况。

无线电技术的应用是非常广泛的；除了上面所講的最常見的无线电广播收音机外，在其他方面如国防上，通信上，工业上，医学上，地質探测上，漁业上以及国民經济各个部門几乎都有它的足迹。

既然无线电技术的应用是这样广泛，所以怎样在广大群众

中普及无綫电知識，使他們都能掌握一些无綫电技术，对我們社会主义建設事业，将有非常重大的意义。

这本小册子的主要内容是介绍从最简单的矿石机到一般再生直流及交流二管收音机。虽然本書的目的是給实际制作参考的。但鉴于大部分初学者在制作时多知其然而不知其所以然，而許多講述简单收音机的書籍也只介绍怎样做，而对于为什么要这样做就講得比較少，尤其对各零件的作用講得更少。所以在这本書中对矿石机和简单电子管收音机的一些基本零件的工作原理如綫圈、电容、电阻、矿石、变压器、电子管等都作了較通俗的解释，列举了一些通俗的譬喻。

本書的电路是較多的，其中大多数是比較經濟，效率較高的。但并不是每一种电路都是效率很高的很实用的。这是因为便于使讀者容易了解起見，故在从一种基本电路进入另一种較复杂的电路之前，先介绍一二种易于了解的試驗性的“过渡”电路。这种电路虽然实用起来比較差些，但从初学者学习的观点來說也有其一定意义的。

最后必須提出的，由于笔者在实际經驗、理論知識和写作經驗都比較少，書中难免有許多缺点和錯誤，望亲爱的讀者們多加批評与指教，以便再版改正。

此書原稿蒙陈效肯、王鉄生等同志提出許多宝贵意見，特此致謝。

作者

1958 周庆

第一章 无綫电波和收音机

第一节 什么是无綫电波

在我們的周围存在着許多“波”，比如我們听到的声音便是一种波。当你用棒击一下茶杯时，这个杯子便振动起来。圍繞这个杯子的空气也相应地作一疏一密的振动，这就是声波。当这振动着的空气到达我們的耳鼓时，由于鼓膜也跟着振动，我們便听到了声音(图 1.1)。又如我們若将一块石子投入平静的湖水中，水面上就会激起一圈圈高高低低的水波，且逐漸向外扩大。若有一小块紙片，那末这块小紙片也会随着水波的上下而上下地飘动着(图 1.2)。无綫电波也是一种波动現象，不过它不是象声波那样是空气的振动；也不象水波那样是水分子的波动，而是电磁場的波动。所以无綫电波我們也叫它电磁波，它可不靠任何媒質，越过海洋，跨过高山、大河而传播至远方。我們日常的无綫电广播及无綫电通信等就是利用这样的无綫电波的。



图 1.1 声波

对无綫电波的概念有了一简单的了解以后，下面我們再来討論一些关于无綫电波的基本知識。

当你打开收音机收听广播时，将会多次的听到，“××人民广播电台，波长×××公尺，頻率×××千周……”，这里說的波长和頻率是什么呢？

当你打开收音机收听广播时，将会多次的听到，“××人民广播电台，波长×××公尺，頻率×××千周……”，这里說的波长和頻率是什么呢？

在图 1.2 中，从波的一个最高点(波峰)到另一个最高点是——一周。即正負方向每变换一次就是一周。我們規定，完成这一

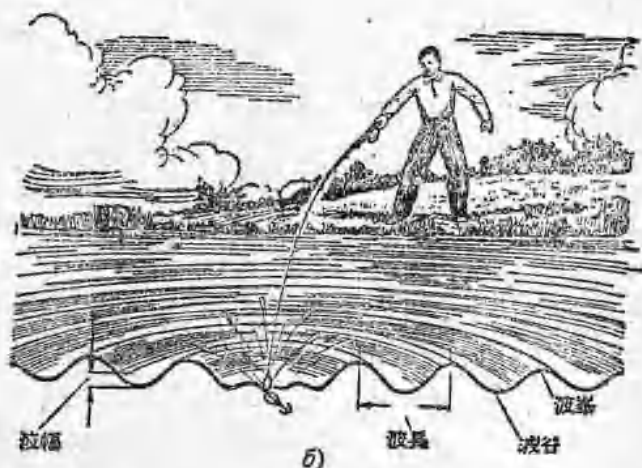


图 1.2 水波

周所需要的时间叫周期。在单位时间一秒钟内完成的周数，即由正方向变换到负方向的次数叫做频率（或称做周率）。计算频率的单位就是“周”，或叫“周/秒”或“赫”。如在一秒钟内完成一周，那末频率就是一赫。

在无綫电波中两个相邻的波峰和两个相邻的波谷间距离相等。这段距离叫“波长”。实际上波长便是无綫电波在一个周期内所走的距离。波长用米来表示。例如上海人民广播电台的波长是 333 米，就是说，这个电台所使用的无綫电波的相邻两波峰（或波谷）间的距离是 333 米。也就是说这个电波在一周期内可向前传播 333 米。

无綫电波和光波一样，可以辐射到任何空间去。并且它具有和光波同样的传播速度，即每秒钟可前进 300,000,000 米的距离，如果绕地球的赤道转则每秒钟可绕 $7\frac{1}{2}$ 周。无綫电波传播的速度、频率和波长的关系如下：

波长(米)×频率(周)＝速度(米/秒)。

因此，只要知道了波长，就可以算出它的频率来，即频率(周)＝ $\frac{\text{速度(米/秒)}}{\text{波长(米)}}$ ，比如说某无线电波的波长是 333 米，那末它的频率一定是：

$$\frac{300,000,000}{333} \approx 900,000 \text{ 周。}$$

从这里我们可以知道，无线电波的波长愈短，则频率就愈高；相反地，波长愈长，则频率就愈低。

在实用中，为了简便起见，频率的单位用千周或兆周来表示的。千周、兆周和周的关系是这样的：

1 兆周＝1000 千周＝1,000,000 周。

至于无线电中应用的波段范围、应用及分类如下表：

波段名称	波长范围	用途	优点	缺点
长波	3000米—30,000米	航行通信，广播	传输不受气候影响	传播损失大
中波	200米—3,000米	广播	传输稳定	传播距离短
短波	10米—200米	广播，电报及电话通信	传输距离远	不稳定
超短波	10米以下	近距或接力通信，雷达，电视广播，高频制语音广播等	干扰小，电磁波直线进行，稳定	传输不远，一般只能在直线视距内传输。

第二节 无线电波的发生与传播

无线电波的产生方法及来源非常多，例如电火花、高频电流……等等，其中有許多是天然的，有許多是人为的，有許多是有用的，有許多是无用的。我们现在来谈谈最普通的电波源——



图 1.3 等幅波

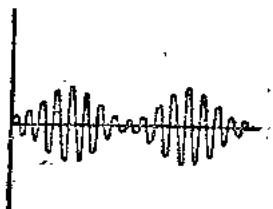


图 1.4 調幅波

無線电台。

無線电台发出的电波有两种，一种是电波的幅度^①皆相等的高頻波。因为它们們的振幅永远相等，所以也叫做“等幅波”(如图1.3)。另一种是电波各周的波幅不相等的波形(如图1.4)。后一种波是由等幅波經過一次处理而得到的，叫做“調幅波”。

等幅無線电波是由一种叫做“发射机”的机件产生的。发射机是由許多电子管和其它無線电零件所組成的。然而从发射机里得到的是高頻电流(頻率很高的交流电流)，还不是無線电波。要想得到無線电波还必须將发射天綫和发射机联起来，这样当发射机所产生的高頻电流流經天綫时，天綫附近的空間便产生一种随着高頻电流的变化而变化的电場及磁場。这种电場及磁場的連續变化——波动，就是無線电波。这样，就是說天綫向空間輻射了电磁能。但是，上面所說的等幅波只可用来传递無線电报，对收听广播节目的听众來說，它是毫无用的，当它进入收音机中时，收音机將沒有一点声息。因为它里面并不帶有我們所需要的語言和音乐节目。要进行广播不能用等幅波而必須利用另一种电波——調幅波。那末这調幅波是如何产生的呢？

我們知道，語言和音乐所激起的声波是不能傳播得很远的。

① 所謂波幅或幅度，就是指波的強弱，是波峰或波谷至零位綫的距離。

要想使声音传播到远方，必须通过无线电波。语言和音乐振动的频率是很低的，一般的是从几十周到2万周（所以这叫做“成音频率”，简称“音频”或“低频”）。这样低频率的电流是不可能向空间发射到很远去的。要完成语言及音乐节目的发射，还必须借助于高频等幅波。

说到这里，可能会想到飞机，飞机不是可带着本来不能飞的人或货物飞到远方吗？那末我们是否可以借高频电波将成音的低频率电波带到空间再传播到远方呢？对的，广播工作就是这样完成的。

我们把音频电波当做一批货物，将高频电波当作飞机，到了目的地，再卸下来。因而人

们也常将这种等幅波叫做“载波”。较确切地说，我们是设法使高频等幅波的波幅随着音频电波的强弱而变化，结果就得到调幅波（图1.5）。调幅波虽然波幅有了波浪式的变化，但它仍是高频，所以它可以向外发射；而且里面还携带了我们所需要的语言和音乐成分。得到调幅波的过程叫做调幅过程。调幅过程就是让等幅的高频波的波幅受成音周率的影响而使它的波幅产生变化，这正如上面说的飞机装货过程一样。

图1.6是无线电广播的全部工作过程示意图。在整个工作的开头便是一个话筒（也叫做“微音器”或“麦克风”）。由话筒将声波变成了强弱变化与声波相应的音频电流。所以实际上话筒就是一个音频发生器。当然，除话筒外，还有拾音器（电唱头）和

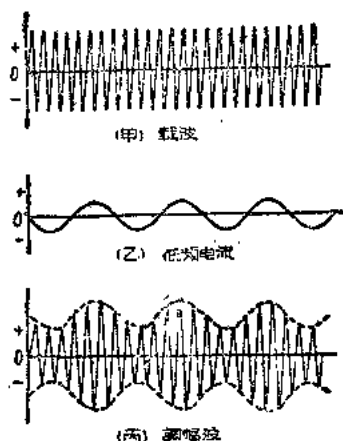


图 1.5 调幅过程

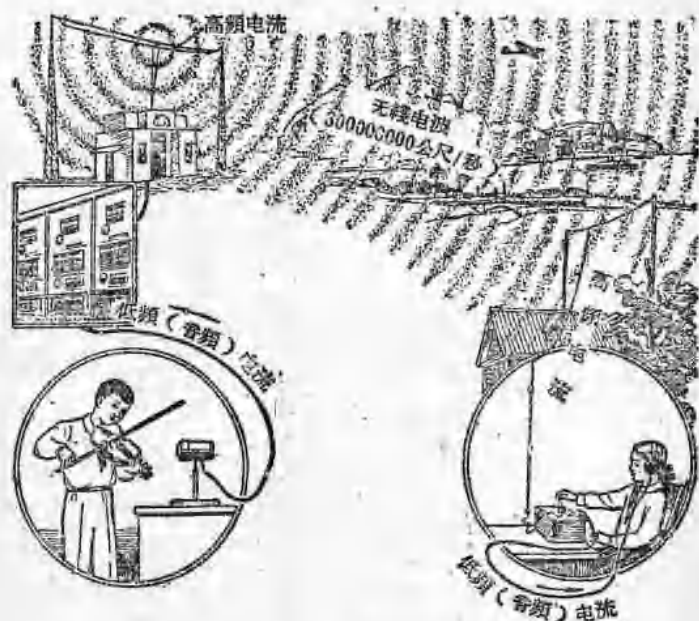


图 1.6 无线电广播是怎样进行的

各种录音机(鋼絲、磁帶等的录音机)也可产生音频电流,作为广播节目来源。

話筒等所产生的音频电流是很微弱的,用来直接調幅等幅波是不够的。因此就必须将它加以放大。于是音频电流首先被接入低频放大器,加以放大。

被放大了的低频电流,最后被接入发射机。在发射机中产生一个频率固定的高频等幅波——載波。利用专门的电路使載波的幅度随着低频电流的强弱而变化,即所謂进行“調幅”,結果便得到調幅波。

最后将調幅了的高频电流,通往发射天綫,便在空間产生了

帶有語言及音樂成分的無線電波。

我們所需要發送的語言和音樂節目，就是這樣乘着無線電波而奔上它的旅途了。從聲音的發生到經天線發射，這是一段非常複雜的過程，但是所有的這些工作都是在極短的一霎那完成的，異常神速。例如當坐在北京大劇場後排的觀眾，看到舞台上演員嘴動而還沒有聽見聲音的時候，守在收音機前面的拉薩聽眾卻已听到了他的歌聲了。

無線電波離開發射天線後，在天空或地面上传播，向天空傳播出去的叫“天波”，沿地面傳播的叫“地波”（圖 1.7）。

在離地面 50 到 500 公里的天空，有一層帶電的大氣層，這層大氣叫“電離層”。射向天空的無線電波——天波，碰到這層大氣，就被反射、吸收或穿過（看波長及入射角的不同而異）。由電離層反射回來的電波，折回地面，而地面和電離層一樣，也有反射和吸收作用，可能又將無線電波折向天空，天波就是這樣不斷地反射和被吸收而傳到遠方且越來越弱的。所以電磁波向前傳播的過程，也是它逐漸減弱和消失的過程。

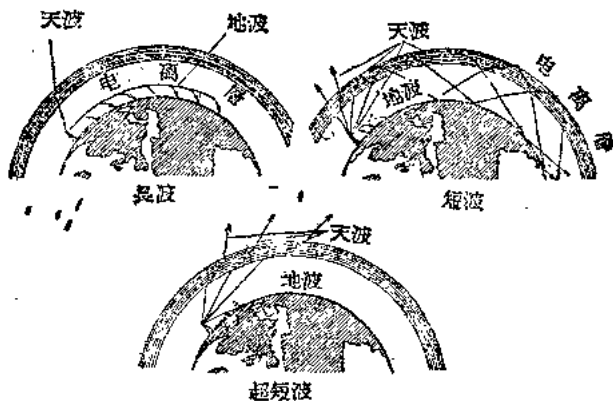


圖 1.7 各種無線電波的傳播途徑

电离层要受气候和时间的影响而变化。有时离地面高些，有时离地面低些，有时反射能力强些，有时则弱些。所以无线电波被反射的强弱及远近程度，就要随着电离层的变化而变化。

沿地面向前进行的无线电波——地波，可以跨过海洋，越过大地，传播到远地去。在中途，一遇有能导电的物体，便在这个导体上感应一个微弱的电压。这电压的强弱变化随着无线电波的强弱及该导体本身情况而变化。

第三节 接收无线电能的工具之一——收音机

从无线电台发射天线出发的无线电波，憑着它特有的本性，周游各地，差不多是无孔不入，而且有时无孔不入（如在绝缘体中），在我们的眼前，在我们的耳旁都弥漫着各种各样的无线电波，可是我们并不能直接觉察它的存在。若要觉察它的存在，要它为我們服务，还必须得有一种特殊的装置去接收它才可以。要接收完成不同任务的无线电波，又需用不同的接收工具。例如接收无线电报用收报机；接收电视广播用电视接收机；最常见的是接收无线电广播的则是用收音机。

收音机的任务在于把收音天线感应而得到的信号电流，经过一番处理以后，变成原来广播电台所播送的語言及音乐节目。因为从天线感应而来的高频电流是不能直接变成声音的（关于它的原因以后还要谈到）。要想将这信号电流的强弱变化成为声音的机械振动，首先必须把低频的成音频率电流从高频的“飞机”上卸下来。也就是使包括在调幅信号电流中的两种成分（高频及低频）分家，这种作用叫做“检波”。从调幅到检波，高频波算是完成了它的“运输”任务。检波和调幅具有相反的意义，如果把调幅过程当做“装货”过程，那么检波过程就好像是“卸货”过程。

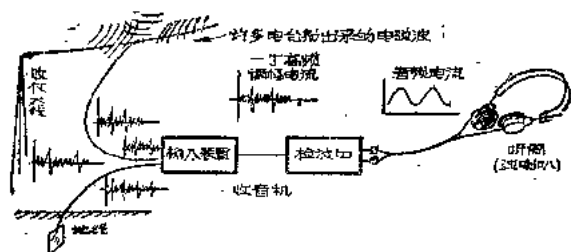


图 1.8 简单的收音机的组成

最简单的收音机一般由四个主要部分所組成(图 1.8), 第一个部分是天綫, 天綫是收音机的第一个門戶。无綫电波就是在这里变成电流进入收音机的。

但一般天綫对某一范围内的各种无綫电波几乎是一視同仁地加以吸收的。它們都将可能在天綫上感应出相应的电流。当我们需接收一个电台的信号时, 就必须从这許多电波中选出这个电波来。所以从天綫下来后必須首先接到收音机的第二部分——“輸入裝置”。輸入裝置就是选择不同电台信号的裝置, 所以也叫选择裝置, 或調諧裝置。第三个部分就是“檢波裝置”, 这是收音机的主要組成部分。檢波裝置中的檢波器能从高頻率調幅波中檢出成音頻率来。最后的一个組成部分就是将音頻电流变成声音的裝置。这就是听筒(也叫耳机或受話器)或喇叭(也叫揚声器), 简单的收音就是由这四个主要部分組成的。

首先要使收音机能很好的工作, 它就必须具有很好的分隔不同頻率的电波的能力, 否則同时听到好几部电台就乱了, 也就是說, 收音机要有好的“选择性”。

要評定一架收音机的好坏, 除选择性外还要看它的“灵敏度”的高低。所謂灵敏度是指收音机接收无綫电信号的灵敏程度。灵敏度高的收音机能接收远地或微弱的信号; 灵敏度低的收音机就只能接收近地或强力电台的信号。除以上两因素外,

还有音質的好坏也是評定一架收音机的一个主要因素。

灵敏度和选择性在簡陋的收音机中往往是不能兼顧的。許多增强选择性的措施都可能降低灵敏度；而为了获得較高灵敏度，选择性就只好牺牲一点。

(一) 矿石收音机

所謂矿石收音机，就是用矿石(或叫晶体)来做檢波器的收音机。

提起矿石收音机来，可說是收音机中的老古董了。接触过收音机的許多人也許会这样想：有了“超外差式收音机”(新型电子管收音机)和响亮的喇叭，为什么还要去搞那矿石收音机和听筒，去听那喃喃細語呢？这是因为矿石收音机虽然有很大的缺点，但它也有独特的优点，它的构造簡單、經濟、不要电源，所以初学的爱好者是很喜欢它的。自己动手裝置一架矿石机，大概需用十几元錢已經足够，且不要用电。在技术上来講，它也最簡單的，即使是一个从来沒有接触过收音机的人，只要稍为了解一些基本常識以后，便可自己动手来装。

由于它的构造簡單，所以便于使用、检查和修理。遇有故障自己便可动手来修理。

矿石机只是在購置时用一笔开支，以后就不再需要什么维护費用了。

(二) 电子管收音机和半导体收音机

电子管收音机是现代流行最广的收音机。电子管收音机比起矿石收音机来是一个很大的进步。这不仅表現在檢波工作中，它要比矿石稳定的多，而且它还具有将微弱电流或电压放大的能力，而这个能力矿石是没有的，这也是矿石的重大缺陷。

至于半导体收音机，是一种最新的东西。它用半导体(实际上也是一种晶体，但比上述的矿石純得多)来代替电子管。半

导体和电子管一样也有放大、检波等能力，但它的体积小，用电省，寿命长，所以是电子管的劲敌。不过目前由于制造工艺上比较困难，且音质及音量上还赶不上电子管收音机，所以还不能完全取而代之。

第二章 动手做收音机以前

第一节 要准备什么工具

古語說得好，“工欲善其事，必先利其器”，這說明工具是非常重要的，我們做無線電收音機如果沒有一些必要的工具，那麼要很好的工作是很困難的。

首先，假使可能的話應選擇一個合適的地方，就是說最好要開辟一個“小小實驗室”。這我們可以根据自己的環境條件來決定。在選擇時應注意以下幾件事。

1. 要使我們的工作地點易于架設天綫及地綫；
2. 尽可能远离高楼大厦，因为它们会吸收无线电波的；
3. 要使我們的工作地點尽可能的远离一切電動設備，比如，電鈴、電話、吹風機、電動機等；最好還能远离汽車及電車多的馬路。因為离它們太近了，会增加干扰。還有實驗室中及附近最好不要裝日光燈。

若我們要做一個真正的“業余無線電愛好者”，就要使我們自己成為一個業余電工、木工兼金工。一些有關方面的工具最好尽可能購置。現在將一般常用的幾件主要用具列在下面，尖嘴鉗（或七用鉗）、平嘴鉗、剪綫鉗、鑷子、銼、小改錐、鋸、鑽、小洋刀和電烙鐵（或火烙鐵）等。其次如小鐵錘、剪刀、砂皮紙、腊塊等也都是時常要用到的（圖 2.1）。