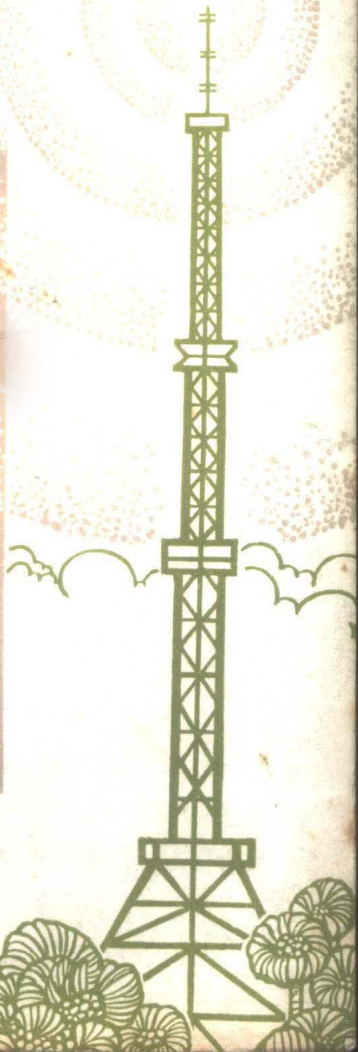
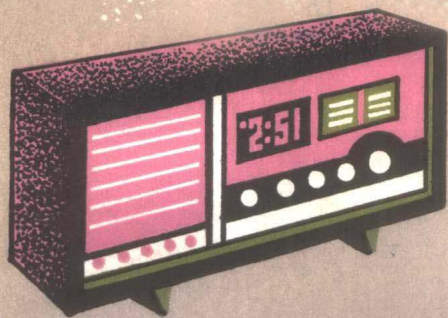


电子管收音机原理与维修

张丹诚等编写



湖南科学技术出版社

张丹诚等编写

电子管收音机原理与维修

湖南科学技术出版社

一九八一年·长沙

内 容 简 介

电子管收音机虽然是一种老式收音机，但因具有声音宏亮、音质优美、杂音极少、结构简单和维修方便等优点，至今仍然保持着“青春的活力”。我国每年生产电子管收音机数以万计，但是，关于电子管收音机修理的书籍，十余年来在国内未见出版，故读者呼声很高。

本书分析了收音机的典型线路，介绍了收音机的调试、故障及排除方法。本书通俗易懂，简明扼要，适宜于自学。可供业余无线电爱好者和无线电专业修理工人参考。

电子管收音机的原理与维修

张丹诚 编写

责任编辑：陈清山

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1981年4月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：8 插页：1 字数：180,000

印数：1—322,500

统一书号：15204·57 定价：0.70元

前 言

电子技术在飞跃发展。自收音机问世以来，已由电子管化发展到半导体化，目前已向集成化的方向发展了。但是，对于我国业余无线电爱好者来说，因为普通电子管收音机电路简单，元器件少，容易制作，而且电声性能也比普通的便携式半导体收音机好，噪声很小，音质又好，所以至今仍颇受欢迎。现在，许多家庭都有电子管收音机，不少工厂也还在生产这种收音机。本书就是专门为业余无线电爱好者、维修和生产工人而写的普及性读物。它着重介绍了电子管超外差式收音机的基本原理，维修方法和装配工艺，调试方法、测试方法等。本书语言通俗易懂，内容切合实际。

参加本书撰稿和提供材料的有欧悦仁、梁匡时、石国强、李朝、肖坤候、易尚觉和赵连城等同志。在编写过程中，我们得到了湖南大学丁钟琦老师的大力帮助和指导，在此，表示衷心的感谢！

书中可能有错误或不妥之处，请读者批评指正。

编 者

湖南省广播设备厂 张丹诚

1980.6.

目 录

第一章 无线电波的发射、传播与接收	(1)
1-1 无线电波	(1)
1-2 无线电波的分类及其应用	(2)
1-3 无线电波的传播	(3)
1-4 无线电波传播的特点	(5)
1-5 无线电波的发射与接收	(6)
第二章 电子管	(10)
2-1 二极管	(10)
2-2 三极管	(14)
2-3 束射四极管	(19)
2-4 五极管	(22)
2-5 七极管	(24)
2-6 复合管	(26)
2-7 调谐指示管	(26)
2-8 电子管的使用常识	(28)
第三章 电子管超外差式收音机原理	(30)
3-1 超外差式收音机的主要组成部分	(30)
3-2 输入电路	(32)
1. 输入电路的作用.....	(32)
2. 输入电路的性能要求.....	(32)
3. 输入电路的形式.....	(35)
4. 实际电路举例和工作原理.....	(35)
3-3 变频器	(37)
1. 变频的一般原理.....	(37)
2. 对变频器的要求.....	(40)

3. 实际电路举例和工作原理	(41)
4. 统调	(46)
5. 独立振荡变频电路	(49)
6. 关于本振的稳定性	(51)
3-4 中频放大器	(52)
1. 为什么要采用中频和中频放大	(52)
2. 对中频放大器的要求	(53)
3. 中频变压器	(53)
4. 实际电路举例和工作原理	(56)
3-5 检波器	(60)
1. 检波的一般知识	(60)
2. 检波器的种类	(61)
3. 实际电路举例和工作原理	(65)
4. 检波器的性能要求和元件的选择	(65)
3-6 自动增益控制电路	(67)
1. 什么叫做自动增益控制	(67)
2. 如何进行自动增益控制	(68)
3. 实际电路举例和工作原理	(69)
3-7 音频放大器	(71)
1. 电压放大	(72)
2. 功率放大——单管功率放大和推挽功率放大	(74)
3. 倒相电路	(80)
4. 音调控制电路	(82)
5. 扬声器和音箱	(88)
3-8 附加电路	(103)
1. 中频陷波器	(103)
2. 调谐指示器	(104)
3. 音量指示器	(106)
4. 电唱拾音插座	(107)
5. 自动噪声控制电路	(108)

6. 波段指示灯电路·····	(109)
3-9 电源·····	(110)
1. 电源的性能要求·····	(110)
2. 电源变压器·····	(110)
3. 整流与滤波·····	(111)
4. 实际电路举例和工作原理·····	(115)
3-10 整机实际电路分析和结构工艺·····	(117)
1. 整机实际电路分析·····	(117)
2. 整机机芯的结构工艺·····	(123)
3-11 调频收音机简介·····	(130)
1. 调幅波与调频波及其接收的比较·····	(131)
2. 调频收音机的一般介绍·····	(132)
第四章 超外差式收音机的调试 ·····	(140)
4-1 调试步骤·····	(140)
4-2 调试方法·····	(142)
1. 中频频率调试方法·····	(142)
2. 频率范围(频率覆盖)调试方法·····	(147)
3. 外差跟踪(统调)调试方法·····	(150)
4. 调试收音机注意事项·····	(154)
第五章 电子管收音机的测试(检验) ·····	(155)
5-1 测试条件·····	(155)
5-2 仪器的使用方法·····	(158)
1. 高频信号发生器·····	(158)
2. 低频信号发生器·····	(160)
3. 真空管(即电子管)毫伏表·····	(160)
4. 示波器·····	(161)
5. 失真度测量仪·····	(163)
6. 万用表·····	(164)
5-3 电子管收音机测试方法·····	(166)
1. 中频频率测试·····	(167)

2. 频率范围(覆盖)测试.....	(168)
3. 灵敏度测试.....	(168)
4. 选择性测试.....	(171)
5. 中频抑制测试.....	(171)
6. 镜象抑制测试.....	(172)
7. 自动增益控制范围 (AGC) 测试.....	(173)
8. 音量控制作用范围测试.....	(173)
9. 拾音器插口灵敏度测试.....	(174)
10. 音调控制作用范围测试	(174)
11. 整机谐波失真系数测试	(175)
12. 最大不失真功率测试	(176)
13. 整机频率特性测试	(176)
14. 高频机震抑制系数测试	(177)
15. 交流声电平测试	(179)
16. 电源消耗功率测试	(179)

附表: 电子管超外差收音机标准(部颁).....	(180)
--------------------------	-------

第六章 电子管超外差式收音机的修理..... (183)

6-1 分析故障的基本思想方法	(183)
6-2 电子管收音机的修理方法	(185)
6-3 修理电子管收音机注意事项	(189)
6-4 电子管收音机常见故障检修	(190)
1. 无声.....	(190)
2. 声音微弱.....	(191)
3. 啸叫或汽船声.....	(192)
4. 声音失真.....	(194)
5. 交流嗡声大.....	(195)
6. 噪声大.....	(196)
7. 声音时大时小, 时断时续.....	(197)
8. 频漂.....	(198)
9. 混台.....	(199)

10. 高频机震	(199)
11. 其他常见故障	(201)
附: 常见故障现象和原因一览表	(203)
第七章 电子管收音机变压器的计算和制作	(211)
7-1 电子管收音机电源变压器	(211)
1. 电源变压器的技术要求	(211)
2. 电源变压器的计算	(211)
7-2 电子管收音机输出变压器	(220)
1. 单管功放输出变压器	(221)
2. 推挽功放输出变压器	(228)
7-3 变压器的制作和维修	(234)

第一章 无线电波的发射、传播与接收

1-1 无线电波

水波，我们大家都很熟悉，它是水的一种运动形式。

无线电波则是电场和磁场的一种运动形式。无线电波是一种电磁波。

那么，什么是电磁波呢？

把一个电容器和一个电感线圈并联起来，构成电回路，如图1-1所示。如果我们先给电容器充电，充完电，将会发生如下的交变现象：电容器将对电感线圈放电，电容器中的电场能逐渐转变为磁场能被线圈存贮起来。然后，电感又反过来对电容进行充电，线圈中的磁场能又逐渐转变为电场能存贮在电容器中。然后，电容又对线圈放电……如此反复地进行下去。如果回路中没有损耗，这种周期性的变化将会持续地进行下去。这种现象叫做“电磁振荡”。回路中周期性变化的充电电流和放电电流叫做振荡电流。这个回路叫做振荡回路。倘若振荡回路中电场和磁场的交变过程比较缓慢，即其中的振荡电流频率比较低时，电场和磁场就几乎只局限在振荡回路之内。当频率很高时，就会在回路的周围空间也产生交变的电场和磁场，而这些交变的电磁场又使更远的空间也产生交变电磁场，如此由近及远，以很高的速度

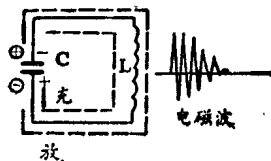


图1-1

把电磁场的能量向周围空间扩散开去。由于这种电场和磁场交替产生，此起彼伏，由近及远如同波浪，人们就叫它“电磁波”。

如果我们把图1-1的电路变化一下，即把电容器的两个极板拉开，如图1-2(a)所示，若再把线圈的圈数减少，如图1-2(b)所示，并且同时增加振荡电路的能量，即提高功率，还进一步提高振荡频率，尽量使交变电场和磁场向周围空间扩散开去。这种电磁波就是无线电波。图1-1(c)实际上是振荡电路变成了一根直线——金属线，它就是我们常在无线电发报机上看到的无线电发射天线。一般的发射机通过这样一根天线就可以向外

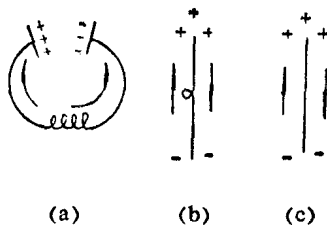


图1-2

发射出无线电波。当然，广播电台、电视台的发射天线要复杂一些。

1-2 无线电波的分类及其应用

无线电波具有“波”的共同性。同水波、声波相似，无线电波也可以被反射，折射，也能产生绕射和干涉等现象。无线电波传播的速度是很快的，它具有光一样的速度，即每秒约30万公里。科学家已证实，光实质上也是一种电磁波。无线电波的频率、波长和光速之间具有如下的关系：

$$\text{波长}(\lambda) = \frac{\text{光速}(C)}{\text{频率}(f)}$$

其中波长 λ 的单位是米，光速 $C \approx 3 \times 10^8$ 米，频率 f 的单位是赫芝(Hz)。无线电波的频率范围在 $10-10^{12.5}$ Hz之间，频率再高便依次为红外线、可见光、紫外线、 x 射线等。无线电广播用的无线电波，通常采用无线电频谱中频率较低的部分。一般分若干波段，各有不同用途，如表1-1。

表1-1

频段	频率 KHz	波长 m	主要用途	
长波	10—100	30,000—3,000	电报通讯	
中波	100—1,500	3,000—200	无线电广播	
中短波	1,500—6,000	20—50	无线电广播，电报通讯	
短波	6×10^3 — 300×10^3	50—10	无线电广播，电报通讯	
超短波	300×10^3 — $3,000 \times 10^3$	10—1	无线电广播，电视，导航	
微波	分米波	0.3×10^6 — 3×10^6	1—0.1	电视，雷达，导航，接力通讯
	厘米波	3×10^6 — 30×10^6	0.1—0.01	电视，雷达，导航，接力通讯
	毫米波	30×10^6 — 300×10^6	0.01—0.001	雷达，导航等

无线电广播用得最广泛的是中波、中短波和超短波等三个频段。通常规定，中波为535—1605kHz(千赫芝)，中短波为2—6MHz(兆赫芝)，短波为6—24MHz。

1-3 无线电波的传播

无线电波由发射机通过天线发射出来，传播到收音机接收天线，主要有如下四种方式，

1.地波传播 电波沿着地球表面传播,叫地面波或地波。这种电波较容易被地球和地面障碍物,如山岭、建筑物等所吸收。所以,要想使电波传播得更远些,必须采用波长较长的无线电波。因为波长越长的电波越不易被地面吸收,并容易绕过障碍物。无线电广播用的中波,中短波就是主要靠地面传播的,它们的波长是比较长的。

2.天波传播 在地球大气层的上层,六、七十公里至二、三百公里的高空中,空气已很稀薄,由于太阳辐射的紫外线或宇宙射线的激发,空气分子和原子发生了电离,形成带电荷的离子,它们构成了所谓“电离层”。这种带电的大气层,包围着整个地球。对无线电波特别是广播用的中波和短波,它能象镜子对可见光一样进行反射。也就是说,由电台发射到空中的无线电波,电离层能将其反射折回地面上来。如图1-3(b)所示。这样,无线电波就能被远离发射台的收音机所接收。短波主要是靠天波传播的。

必须指出,由于电离层会随季节、昼夜、地理环境、太阳黑子等等因素的变化,而发生高低和密度的变化,所以往往也影响到无线电波的传播和接收。

3.直接传播 无线电波经地面上空的介质层,由发射台直接传到接收机,如图1-3(c)所示。这种直接传播的电波容易受到途中的高山、建筑物的阻挡而影响传播和接收,传播的距离也往往只

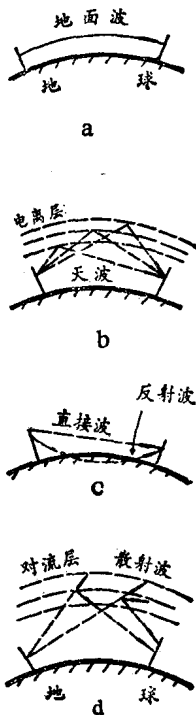


图1-3

有50—100公里。电视广播,超短波调频广播一般采用直接传播,因为这种广播采用超短波(如用地波传播,易被地面吸收),往高空去的超短波又容易穿过电离层,并不折回地面,所以只能采用直接传播的方式。

4.对流层散射传播 在离地面10—20公里的高空中,有一种不均匀的气流,它对无线电波有散射作用,能使一部分无线电波折射回地面上来。那一层空间,人们叫对流层。利用对流层进行无线电波的传播往往不稳定,不可靠,对接收机的要求也较高。但对流层能把电波传得很远,所以我们有的时候能收到数千公里以外的外国电视广播。现在,有的国家正在研究利用对流层进行无线电通讯。

1-4 无线电波传播的特点

综上所述,无线电波的传播因波长的不同而应采用不同的方式。波长较长的可采用地波传播方式,波长较短的,宜用天波传播。利用电离层反射作用的天波传播方式,为了使电波传播得更遥远些,通常采用定向发射,即发射方向与地面成一定的角度。由光学的定理我们知道,入射角等于反射角,所以发射的方向不同,传播的距离也就不同了,如图1-4。

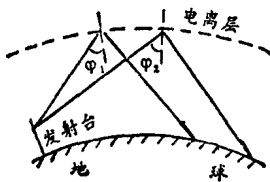


图1-4

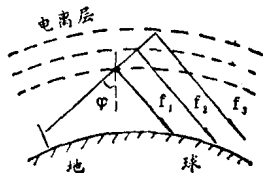


图1-5

无线电波在电离层中反射的情况还与电波本身的频率有

关。电波的频率越高，电离层对电波的反射作用越弱，也就是说，电波的频率越高，就要达到更高的高度才反射回来，传播的距离就越远，如图1-5所示。

另外，无线电波的传播与电离层中带电粒子—电子和离子的密度有关。电子，离子的密度愈大，电离层的反射作用愈好，电波能量的损失愈小，传播的效率愈高。前面说过，电离层的高度、密度、状态与季节、昼夜、太阳黑子的活动等因素是密切相关的。

还必须指出，电离层对电波也有一定的吸收作用，一般情况是晚上吸收作用弱些。这是在晚上，收音机接收到的电台节目较多的原因之一。

1-5 无线电波的发射与接收

众所周知，声音在空气中传播的距离是很有限的，传播的速度通常只有340米/秒。如何使声音传播得更快，更远呢？既然无线电波也是一种运动物质，它能把电磁场能量以光的速度传播到很远很远的地方。人们终于想到了利用无线电波把声音带到远方去的方法，那就是现代的无线电广播技术。简要说来，其基本原理是这样的：

首先，使用叫做微音器的装置，把声音信号变成电的信号。这种电信号的频率同声音的频率是一样的，两者的波形是一样的。

再用一个振荡器，产生一个频率很高但幅度基本不变的电信号，即所谓等幅振荡电信号。我们称它为“载波”，载，是运载的意思。

然后，把前面的音频电信号加到高频载波信号上来，让载波的幅度或频率随音频信号的幅度或频率变化。这一过程叫做

“调制”。经过调制，高频载波信号就把低频音频信号“载”上了，好比飞机把乘客载上了似的。

最后，使用放大器，把这种已调制的载波电信号进行放大，增加其能量。当把这放大的信号加到发射天线上去时，发射天线就会把被音频信号调制了的高频载波信号发射出去。好比飞机带着乘客起飞了。这是无线电波发射的基本原理，如图1-6所示。

请读者注意，若载波的幅度随调制信号（即音频信号）的幅度变化而变化，那么，这种无线电波就叫做调幅波。采用调幅方式的广播叫做调幅广播。这是我国各省市广播电台普遍采用的方式。若载波的幅度不变，而其频率随调制信号（即音频信号）的频率变化而变化，那么，这种无线电波就叫做调频波。采用调频波的广播方式叫做调频广播。电视伴音广播就是采用这种方式。目前有些省市电台也开始采用这种方式增加广播节目。调频广播的优点将在第三章中讨论。

无线电接收的基本原理与上述的发射原理刚好倒转过来，如图1-7所示。

把接收天线感应到的微弱的无线电波信号，即发射机发射

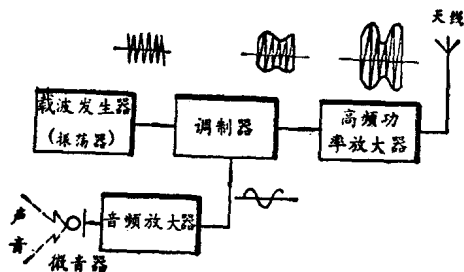


图1-6

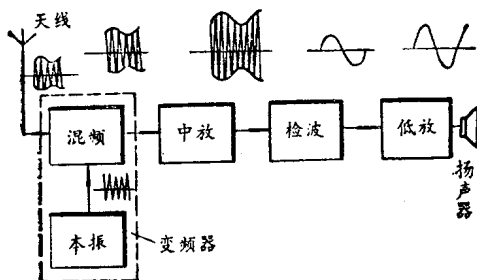


图1-7

出来的高频载波信号，送进收音机的输出回路，由输入回路选出我们所需要接收的某个频率的电波信号，即所谓选择电台。因为这种载波电信号频率较高，不容易放大，而且各个电台频率相差可能很大，如果要求对各种频率的电台信号都有相同的放大量，那么放大器的设计就相当困难。所以，给接收机设计了“变频器”。它可以把接收到的各种频率的信号变换成比高频载波频率低的“中频信号”。这种中频信号包络形状保留着高频载波原有的包络形状。然后送到放大倍数很高的，容易制作的中频放大器中进行放大。这种中频信号还远在人们的听觉之外，人耳是听不到的，所以必须通过“检波器”，把中频载波信号中的音频信号分离出来。这个分离过程即所谓“解调”，解除调制的意思，通常叫检波。经过检波，把音频信号从载波中卸下来，好比让飞机中的乘客下来一样。一般说来，这时的音频信号还很弱小，不足以推动扬声器发出声音来，所以还必须进行音频放大，使其达到足够大的功率，推动扬声器发出声音。这就是无线电接收的基本原理。

上述的接收原理是超外差式的接收原理，其主要特点就在