

# 无线电通信设备

接收部分

上册

无线电通信设备编写组

西北电讯工程学院

1976

# 毛主席语录

千万不要忘记阶级斗争。

路线是个纲，纲举目张。

我们的教育方针，应该使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展，成为有社会主义觉悟的有文化的劳动者。

教材要彻底改革。

我们能够学会我们原来不懂的东西，我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将善于建设一个新世界。

## 前 言

遵照毛主席关于教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合的教导，为了适应工农兵学员学习本系有关专业的教学需要，编写了“无线电通信设备”这样一本教学参考书。全书共分发射设备、接收设备及频率合成三大部分，每部分又各包括上、下两册。

鉴于现代通讯技术的飞速发展，为适应生产和科学实验的需要，本书在着重介绍通信设备常用的、基本的知识与电路的同时，还对一些较新的技术及发展趋势作了必要的介绍，供读者参考。

由于我们对毛主席“教材要彻底改革”的指示理解不深，思想水平及业务水平有限，并由于编写时间仓促，没有能更多、更广泛的征求意见及细致的讨论，无疑会有不少错误和不妥之处，望读者给予批评指正，以便今后改进。

编写组

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	1
§ 1 接收机的功能.....	1
一、选择信号.....	1
二、放大信号.....	2
三、变换信号.....	2
§ 2 接收机组成.....	2
一、调幅接收机.....	3
二、单边带接收机.....	4
三、调频接收机.....	6
§ 3 接收机的主要质量指标.....	8
一、灵敏度.....	8
二、选择性.....	9
三、失真度.....	11
四、频率稳定度与刻度准确度.....	11
五、波段复盖.....	11
<b>第二章 输入电路</b> .....	13
§ 1 概述.....	13
一、接收天线简介.....	13
二、输入电路分类.....	14
三、对输入电路的要求.....	15
§ 2 耦合振荡回路分析.....	16
一、耦合系数.....	16
二、互感耦合回路方程及其等效电路.....	17
三、耦合回路的谐振.....	19
四、耦合回路的谐振曲线.....	22
五、耦合回路的通频带.....	26
§ 3 输入电路的调谐.....	27
一、波段划分的方法.....	28
二、等波段系数的实现.....	28
三、等波段宽度的实现.....	30
§ 4 互感耦合输入电路.....	31
一、等效电路.....	32
二、指标分析.....	34

三、实际电路介绍	36
§ 5 电感耦合输入电路	37
一、等效电路	37
二、指标分析	39
三、计算举例	43
<b>第三章 谐振放大器</b>	<b>46</b>
§ 1 概论	46
一、谐振放大器的线路和组成	46
二、谐振放大器在接收机中的作用	46
三、对谐振放大器的要求	47
§ 2 晶体管 $y$ 参数等效电路及分析	48
一、混 $\pi$ 等效电路	48
二、 $y$ 参数等效电路	49
三、 $y$ 参数与混 $\pi$ 参数的转换	50
四、用 $y$ 参数等效电路分析谐振放大器	53
§ 3 谐振放大器的稳定性	56
一、放大器的自激条件	56
二、提高稳定性的方法	58
§ 4 共发——共基级联电路	60
一、共基电路的等效电路	60
二、共发——共基级联电路	61
§ 5 单调谐放大器	64
一、单调谐放大器及其等效电路	64
二、电压增益 $K_v$	65
三、功率增益	66
四、通频带和矩形系数	67
五、带宽与增益的关系	68
六、单调谐放大器的波段工作	68
七、单调谐放大器的多级运用	69
八、单调谐放大器计算举例	71
§ 6 双调谐放大器	73
一、概述	73
二、等效电路	74
三、电压与功率增益	74
四、通频带和矩形系数	76
五、带宽增益乘积	77
六、双调谐放大器的多级运用	77
七、计算举例	79

§ 7 场效应管调谐放大器	81
一、概述	81
二、结型场效应管的 $\pi$ 型等效电路	82
三、场效应管共源放大器	83
四、场效应管共栅放大器	85
§ 8 滤波器	86
一、概述	86
二、LC 滤波器	87
三、晶体滤波器	91
四、机械滤波器	96
五、陶瓷滤波器	99
六、几种滤波器的比较	101
<b>第四章 变频器</b>	<b>102</b>
§ 1 变频器的作用、原理和要求	102
一、变频器的作用	102
二、变频器的工作原理	103
三、对变频器的主要要求	106
§ 2 晶体三极管混频器	106
一、工作原理和电路型式	107
二、晶体三极管混频器的分析	107
三、混频器工作状态的选择	117
四、混频器电路	120
五、组合干扰	121
§ 3 二极管开关混频器	125
一、二极管开关混频原理	126
二、二极管平衡混频器	129
三、环形混频器 (亦称双平衡混频器)	131
§ 4 场效应管混频器	135
一、单管混频器	135
二、平衡混频	138
§ 5 参量混频	139
一、参量放大基本原理	140
二、参量变频基本原理	142
<b>第五章 解调器 (I)</b>	<b>151</b>
§ 1 振幅检波器 (简称检波器)	151
一、振幅检波器的工作原理	152
二、检波器的质量指标	153

三、大信号检波器分析·····	153
四、大信号检波器的指标分析·····	155
§ 2 鉴频器·····	162
一、限幅器·····	162
二、鉴频器·····	164
§ 3 鉴相器（相位比较器）·····	173
一、鉴相器原理·····	173
二、鉴相器电路·····	175
§ 4 单边带信号解调器·····	176
一、解调原理·····	176
二、开关式环形解调器·····	178
三、单边带信号解调时的失真·····	181
四、单边带信号的第二种第三种解调方法·····	183

# 第一章 概 论

革命是历史的火车头，“最强大的一种生产力是革命阶级本身”。在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国工人阶级在短短的二十多年里，使我国电子工业、从无到有，从小到大，迅速地向前发展着，不仅收音机已经遍及城乡，许多专用接收机，如通信、雷达、遥控遥测、导航接收机等等，正在为国防建设和国民经济各部门发挥着极大的作用，特别是无产阶级文化大革命以来，在毛主席“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”光辉指示鼓舞下，工农业生产和科学研究水平不断提高，各种新型工艺和元、器件的出现，使接收机的设计制造有了新的发展，对接收机要求日益提高，目前，晶体管接收机已基本代替了电子管接收机，集成电路技术亦已开始应用于无线通信设备中。近年来，由于数字技术的迅速发展，它在提高可靠性，实现自动化等方面显示了极大的优越性，已有越来越多的电路由模拟式改为数字式，这也是通信设备发展中突出的特点和趋向，应当引起我们足够的重视。

为了巩固国防，防止帝国主义和社会帝国主义的突然袭击，适应现代战争的需要，我们一定要“把国民经济搞上去”。要加速通信事业的发展，生产更多高质量的接收机，以满足通信可靠、灵活、保密以及自动化等要求。

接收设备是通信系统中的主要组成部分，接收设备应包括接收机和终端设备两部分，最简单的终端设备如耳机、收报机等。当进行数字通信时，终端设备就要复杂得多，需要专门的数字终端机、声码器等等，这些属于另一门课程的范畴，本书主要介绍接收机的有关内容，即把高频信号变成低频电流（或电压）的过程。

通信接收机种类繁多，按频率划分，有超长波、长波、中波、短波、超短波和微波接收机等，按调制方式划分，有调幅、单边带、调频和脉冲调制接收机等。本书主要讨论短波和超短波的调幅、单边带和调频接收机的基本原理、线路和计算。

**“懂得了全民性的东西，就更会使用民能性的东西，因为局部性的东西是隶属于全局性的东西的”。**下面首先对接收机的功能指标及调幅、调频、单边带接收机的组成做一简单介绍，以利于下面各章的学习。

## § 1 接收机的功能

接收机的作用是接收由发射机发出来的电磁波，通过接收天线将电磁波转换成电流（或电压），接收机把这电流（或电压）恢复成发送端发送的消息。所以接收机虽然种类繁多，用途很广，但所需完成的基本功能是相同的。

### 一、选择信号

我们知道在空间总是同时存在着各种各样的电磁波，有各个电台发射的，有各种电气设



备形成的，还有宇宙天体产生的各种干扰电磁波。我们所需要接收的，仅是其中之一，称为有用信号，而其它许多不需要的电磁波，就是干扰。接收机的重要任务之一，就是选择信号抑制干扰。这种选择信号抑制干扰的能力称为接收机的选择性。

在无线电事业高度发展的今天，使用的电台越来越多，频率变得十分拥挤，特别是短波范围这一矛盾更为突出，这就对短波接收机选择性提出了更高的要求。

## 二、放大信号

由发射机发出的电磁波，经过一定距离的传播，会有很大衰减，到达接收端的能量往往已经非常微弱，如仅为  $10^{-12} \sim 10^{-14}$  瓦，从电场强度来说只有微伏/米的数量级，为了推动终端设备正常工作，接收机必须把这样微弱的信号加以放大。

## 三、变换信号

接收机收到的是高频已调波，如调幅、调频、单边带信号等。这些信号已不同于原来的调制信号，因此不能在终端设备（如耳机、电传机等）中直接显示出来，而接收机必须把高频已调信号通过频率变换电路恢复成原来的调制信号，这一变换信号的过程称为解调。

发射机中，可以采用不同的调制方式，相应地接收机中解调方式也不同，如发射机用调频制，则接收机需用频率检波。

## §2 接收机组成

“人类社会的生产活动，是一步又一步地由低活向高级发展，因此人们的认识，不论对于自然界方面，对于社会方面，也都是一步又一步地由低级向高级发展，即由浅入深，由片面到更多方面”，接收机也是在这样的过程中，不断发展，不断完善。根据接收机所要完成的任务来说，按图 1-1 所组成的接收机是可以满足要求的，其中输入电路完成选择信号的

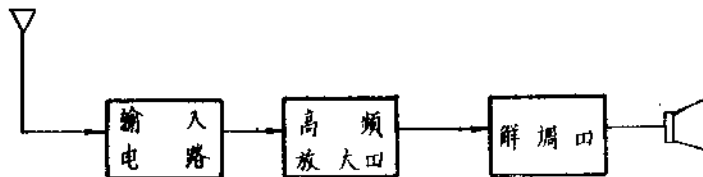


图 1-1 接收机基本组成

任务，高频放大器起着放大信号的作用，解调器则进行信号变换。信号通过高频放大器后立即进行解调，故通常称为高放式接收机，因为高频放大器要在较宽的频率范围内工作，（如  $2 \sim 30$  MHz），选择电路不能做得太复杂，在波段工作的情况下，工作频率又较高，放大量不易做得很高，因此选择性和放大量等指标，远不能满足现代通信的要求。因而人们在实践中找到了另一种接收机程式，即超外差接收机如图 1-2 所示，它的主要特点是在高放之后增加一级变频器，把不同信号频率都变成固定的频率，（如信号频率范围  $2 \sim 8$  MHz，经过变频都变成 465 KHz）通常称作中频，然后在固定的中频上进一步放大和选择，这样解决了高放式接收机的主要矛盾，使选择性，放大量等性能得到了很大提高，故现代通信接收机几乎都

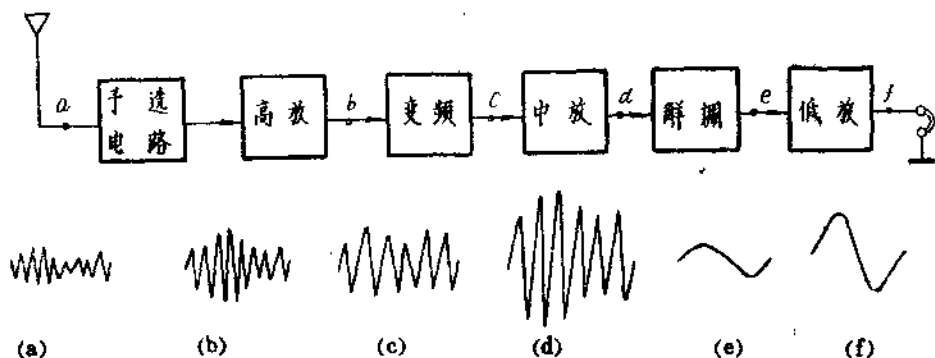


图 1-2 超外差接收机方框图

是采用超外差程式。当然“事物都是一分为二的”，解决了旧的矛盾，又会产生新的矛盾，第三节将会谈到，超外差接收机也有它固有的缺点，需在设计中加以注意。

下面主要按不同调制制度，介绍几种接收机的工作过程及其特点。

### 一、调幅接收机

调幅接收机可接收幅度受调制的信号，一般广播收音机就是典型的调幅接收机。输入信号的波形如图 1-2(a)，其表示式为

$$U_A = \sqrt{2} U_A (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_s t$$

其中  $U_A$  为载波有效值，常用它来说明信号的强度。 $m$  是调幅度， $\Omega = 2\pi F$ ，其中  $F$  是调制频率，即幅调波包络变化的频率。 $\omega_s = 2\pi f_s$ ， $f_s$  为信号载波频率，在短波波段，信号频率为 2 到 30 兆赫。但不同接收机所包括的频率范围则各有不同。

信号通过接收机的全过程可由图 1-2 中 (a) 到 (f) 的波形来说明。由 (a) 经过高放成为 (b)，仅使幅度有所增加，其他参数不变。由 (b) 经过变频成为 (c)，载波频率变为中频频率（如 465 千赫），这时信号的表示式为：

$$\sqrt{2} U (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_i t$$

其中  $\omega_i = 2\pi f_i$ ， $f_i$  就是接收机的中频，在不考虑失真的情况下， $m$  和  $\Omega$  都没有变化。这电压经过中频放大器，得到图 1-2(d) 的波形，其载波幅度达到 1 伏左右的数量级，即送入振幅检波器。

因为调幅信号的消息主要体现在包络上，解调器的任务就要检出包络的变化规律，故称包络检波或振幅检波，其输出波形如图 1-2(e)，是与包络变化一致的低频信号，即还原出发射端的调制信号，低频信号经过放大如图 1-2(f)，可推动终端设备，进行收听。

以上是用波形图说明了调幅接收机的工作过程，即是用时间域的观点来看问题，同样从频率域的角度也可以说明调幅接收机的全过程，图 1-3(a) 到 (f) 的频谱完全对应于图 1-2 中相应点的波形，我们知道，一个调幅波可进行如下分解：

$$\begin{aligned} & \sqrt{2} U_A (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega_s t \\ &= \sqrt{2} U_A \cos \omega_s t + \frac{\sqrt{2}}{2} U_A \cos(\omega_s + \Omega)t + \frac{\sqrt{2}}{2} U_A \cos(\omega_s - \Omega)t \end{aligned}$$

式中第一项为载波，第二、三项分别为上、下边频，如图1-3(a)。应当注意，此已调信号中并不包含音频分量，式中的 $\Omega$ 并不是独立存在的频率分量，而只反映上、下边频与载波频率的相对关系，由图1-3(a)到(b)，各频率数值不变，仅各频率分量的幅度加大 $K$ 倍。图(c)是变频以后的频谱，与输入信号不同点仅在于载波频率由 $f_s$ 变成了 $f_i$ ，几个频率分量之间的相对关系没有变化，上、下边频离开载波频率仍然是 $\pm F$ 。中频信号经放大，各频率分量幅度增大 $K'$ 倍( $K'$ 为中放放大倍数)[如图(d)]，中频信号经过包络检波，得到频率为 $F$ 的音频信号[如图(e)]再经过低放，用以推动终端设备。

如果调制信号为一个频带，如300-3000赫，接收机工作情况与上述相似，仅仅边频由两个分量变为两个边带，如图1-4。

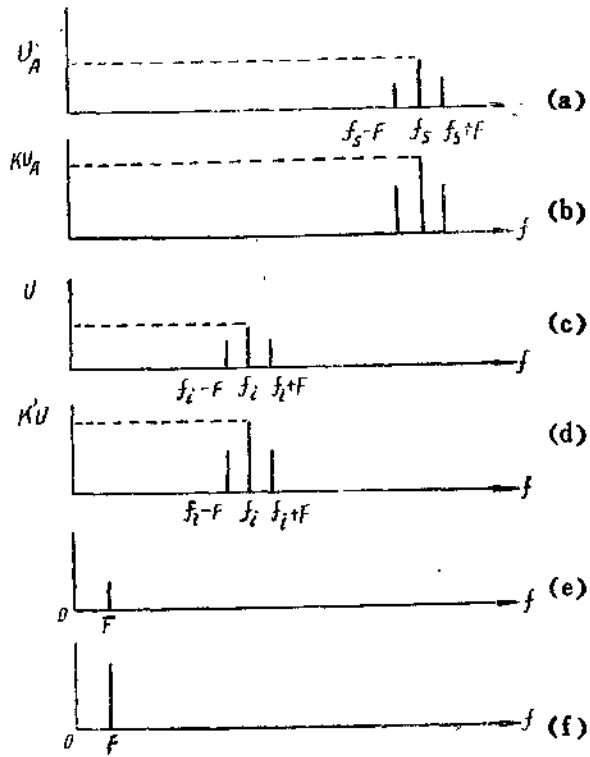


图 1-3 各点频谱

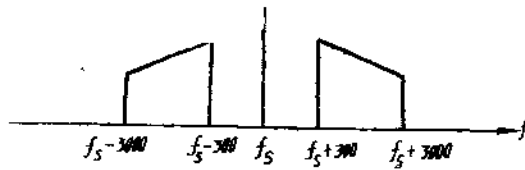


图 1-4 调幅信号频谱

由上可知，若最高音频频率为 $F_{max}$ ，调幅接收机所占用的频带宽度至少为 $2F_{max}$ 。但是我们可以看到，无论上边带或下边带都分别包含了调制的信息，因此人们设法用一个边带来传输，既能达到通信的目的，又可节省频带，解决电台拥挤的问题，因而产生了单边带通信制度。

## 二、单边带接收机

单边带接收机就是用一个边带(上或下边带)进行通信的接收机，如图1-5，其主要特点是所需频带较窄，以及解调方式不同。

我们先考虑单音调制的单边带信号，若调制频率为 $F$ ，载频为 $f_s$ ，发射机发出一上边

带，则接收机相应收到上边带信号为

$$\sqrt{2} U \cos(\omega_s + \Omega)t$$

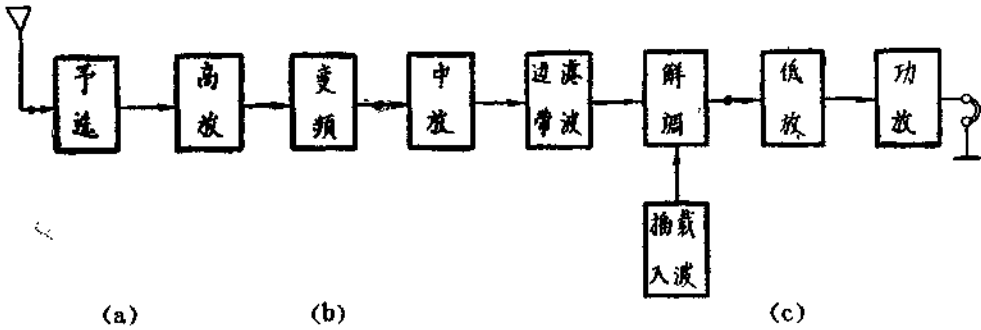


图 1-5 单边带接收机方框图

注意这时收到的信号频率虽是  $f_s + F$ ，但通常仍把载波频率  $f_s$  称作接收机的工作频率。信号通过接收机的过程如图 1-6。这里只画出几个关键位置的波形及频谱。(a) 为输入信号，

是一个幅度为  $\sqrt{2} U$ ，频率为  $f_s + F$  的等幅波，(b) 是变频以后的信号，其表示式为：

$$\sqrt{2} KU \cos(\omega_i + \Omega)t$$

经各级放大，幅度增大  $K$  倍，通过变频，频率变为  $f_i + F$ ，前面这些过程与调幅接收机一样；不同之处在于这样的信号直接用包络检波，所得是一个直流，得不到所需的音频  $F$ ，因此需用专门的单边带解调器，即外加一个频率为  $f_i$ （要求准确）的载波电压，称插入载波，与信号一起经过非线性作用，产生新的频率分量，就可以得到  $(f_i + F) - f_i = F$  的音频频率，有关原理在解调器一章将进行讨论。

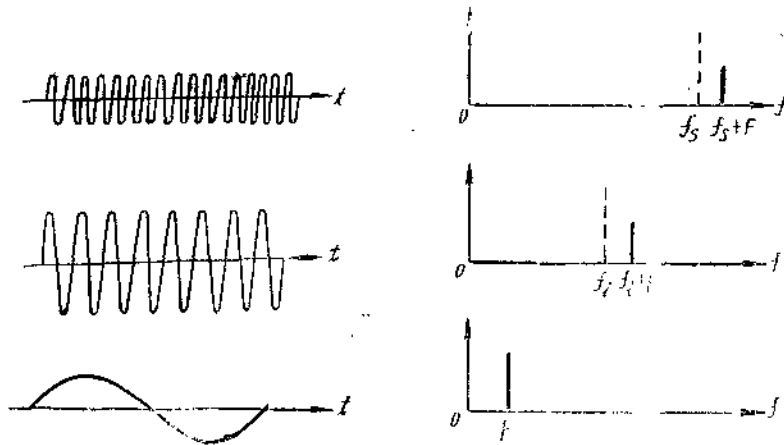


图 1-6 单边带接收的波形和频谱

同样，利用下边带也可进行通信，实际上往往一部接收机可以同时收上、下边带两路不同的音频信号，只要用两个边带滤波器，分别取出上或下边带，并分别进行解调，如图 1-7 所示：

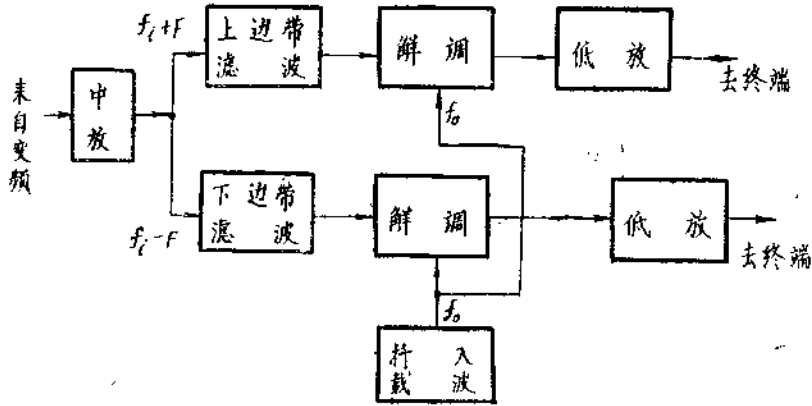


图 1-7 接收上、下边带信号

单边带通信所占频带约为调幅通信的一半，这是它的主要优点之一，但同时要看到，单边带通信又带来了新的矛盾，即要求收发信机频率稳定度很高，否则将造成严重失真，甚至无法通信。如解调前信号频率为  $f_i + F = 500\text{KHz} + 1000\text{Hz}$ ，注入载波  $f_0$  亦为  $500\text{KHz}$ ，解调后可得  $1000\text{Hz}$  音频，若由于频率不稳定，信号载波  $f_i$  或注入载波  $f_0$  中任一个频率偏离了  $500\text{KHz}$ ，都会使解调出来的音频不等于  $1000\text{Hz}$ ，当多音频调制时，解调出来的音频成分也就不能保持原来关系，从而造成严重失真。因此单边带通信中，收发信机中的振荡源都必须有很高的频率稳定度。目前大都采用频率合成技术，稳定度可达  $10^{-7}$  以上。这也就是为什么单边带理论早在 20 年代已经出现，但直到六十年代才得到广泛应用的原因。由于它有很多优点，目前已逐渐成为短波通信的主要手段。

### 三、调频接收机

调频信号是把传递的消息记载于频率的变化上，因此调频接收机与调幅接收机的主要区别就在于解调部分，如图 1-8，这里解调器是频率检波器，或称鉴频器。它的任务是检出频率变化的波形。

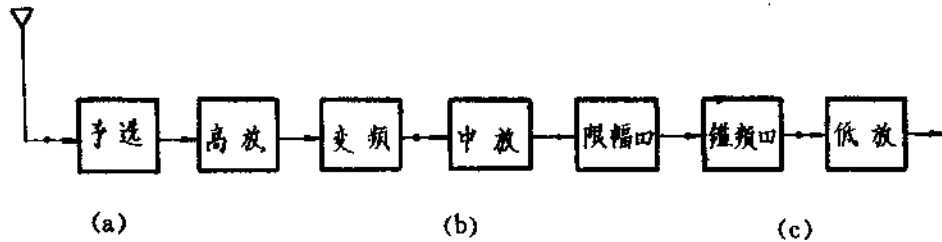


图 1-8 调频接收机方框图

图 1-9 表示调频接收机工作过程中主要位置（图 1-8a、b、c 点）的波形及频谱，若输入信号为单音调制的调频波，如图 1-9(a)，其角频率

$$\omega(t) = \omega_s + \Delta\omega_m \cos \Omega t$$

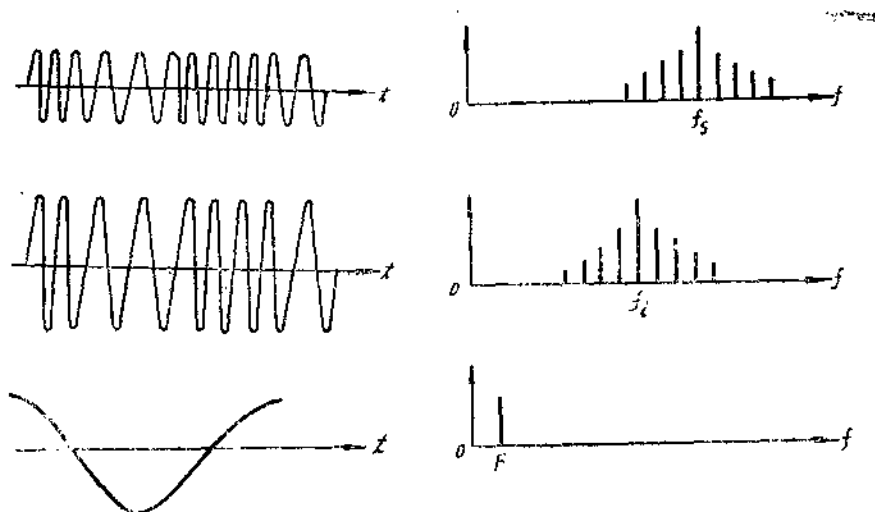


图 1-9 调频接收时主要波形及频谱

其中  $\omega_s$  为载波角频率,  $\Delta\omega_m$  为最大角频率偏移, 与发射机中调制电压成正比,  $\Omega$  为调制角频率, 由此可得瞬时相位

$$\varphi(t) = \int_0^t \omega(t) dt = \omega_s t + \frac{\Delta\omega_m}{\Omega} \sin\Omega t$$

并写出频调波电压表示式

$$u = \sqrt{2} U \sin[\omega_s t + m_f \sin\Omega t]$$

其中  $m_f = \frac{\Delta\omega_m}{\Omega}$  为调制指数, 经频谱分析可知, 这电压包含极为丰富的频率成分, 理论上所占频带为无限宽, 但忽略小于载波电压 1% 的分量, 则信号所占频带

$$2\Delta f = 2F(1 + m_f + \sqrt{m_f})$$

要求较低时也可用  $2\Delta f = 2F(1 + m_f)$ , 如调制频率为 3000Hz, 频偏为 12KHz,  $m_f = 4$ , 则:

$$2\Delta f = 2 \times 3\text{KHz}(1 + 4 + 2) = 42\text{KHz}$$

可见  $m_f$  越大, 调频信号所占频带越宽。此信号经变频, 其波形及频谱如图 1-9(b), 此时

$$u = \sqrt{2} KU \sin\left(\omega_i t + \frac{\Delta\omega_m}{\Omega} \sin\Omega t\right)$$

除幅度与载波频率改变外, 调制规律没有变化, 此载波为中频频率的调频电压加到鉴频器上, 鉴频器的输出电压与频率变化成正比, 由此得到调制电压  $E_\Omega \sin\Omega t$ 。完成了解调的任务。其波形与频谱如图 1-9(c)

此外, 由于接收机中噪声的作用, 信号的振荡会产生起伏变化, 为了使幅度的变化不影响解调效果, 往往在鉴频器前加一级限幅器, 只要限幅器的输入电压大于某一定值 (如 30mV), 其输出振幅就维持不变。

调频通信所占频带宽，故一般用于超短波范围，同时它以宽频带为代价，换来了较强的抗干扰性（以后分析），因此仍被广泛应用，特别是采用调频负回授、锁相解调等新的解调方法之后，调频制的优越性可以得到更为充分的发挥。

以上三种接收机，有很多共性，也有不同的个性，可以看到它们的主要差别在于解调方法不同，调幅接收机用振幅检波，单边带接收机用并入载波的单边带解调器，调频接收机用可以鉴别频率变化的鉴频器，其次是三种信号所占带宽不同，因而相应地接收机的通频带宽度也就不同。一般来说调频制所占带宽最宽，调幅制次之，单边带最窄。其他部份如信号的选择，放大和变频，不论那一种接收机，其实质都是一样的。这就是它们的共性。

### § 3 接收机的主要质量指标

为了衡量接收机性能的好坏，人们规定了一些质量指标，包括电性能，工艺结构，体积重量等很多方面。这里仅介绍几个主要电性能指标，为今后分析问题打下基础。

#### 一、灵敏度

灵敏度是衡量接收机接收微弱信号的能力，一部接收机若能收到很微弱的信号，说明此接收机灵敏度高。

笼统地说，在接收机正常工作时，天线上必需的感应电动势称为接收机的灵敏度，必需的感应电动势愈小，即灵敏度愈高。短波通信接收机的灵敏度一般为几微伏数量级。

所谓接收机正常工作，通常有两个条件，一个是输出一定功率，以推动终端设备（如用耳机时需要功率15毫瓦左右），这就要求接收机有足够的增益，但这不是正常接收的充分条件，此外还必需保证一定的输出信号噪声比，在日常生活中我们可以体会到，当环境很嘈杂时，对方说话声音即使很大也难以听清，也就是信号噪声比太低了。一般通话时，要求信号噪声比（电压比）为3:1到10:1，其他如收报，收电视信号等又有不同的要求。

所以灵敏度的完整定义是：保证一定的输出功率和信号噪声比，接收天线上所需的最小感应电动势。如某接收机输出功率50mW，输出信噪比为3:1，天线上所需感应电动势 $E_A = 2$ 微伏，则称为灵敏度2微伏。

要得到高的灵敏度，接收机应有足够的增益，但是否无限提高增益，就可以无限提高灵敏度呢？显然不行，因为即使接收机外部没有干扰噪声，而接收机内部由于各种原因也存在着噪声，当外来信号很强时，噪声相对信号而言是很小的。如图1-10所示，若要求接收机输出信号电压为1V，信噪比为10:1，并已知内部噪声等效到接收机输入端为 $0.1\mu\text{V}$ （不考虑外部噪声），这样当接收机增益为 $10^6$ 时，接收机所需最小信号为 $1\mu\text{V}$ ，即这时灵敏度为 $1\mu\text{V}$ 。若将增益提高到最 $10^7$ ，那么为了保证输出仍为1V，信号只要 $0.1\mu\text{V}$ 即可，但此时等效输入噪声仍为 $0.1\mu\text{V}$ ，结果将使输出信噪比成为1:1，不能满足要求，因此由于内部噪声的限制，增益过高是没有用的，不能无限地提高灵敏度，增益大到一定

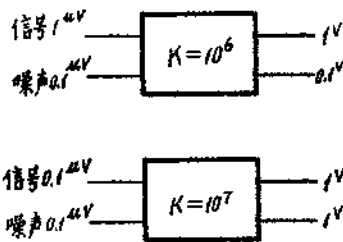


图 1-10

程度内部噪声即上升为主要矛盾。当然，若能进一步降低内部噪声，灵敏灵还可有所提高。

内部噪声对接收机（特别是超高频接收机）性能有很大影响，如何来衡量接收机内部噪声的大小呢？我们知道当接收机存在内部噪声时，其输出信噪比必然会小于输入信噪比，若内部噪声越大，输出信噪比会降低得越多，我们就从这一基本概念出发，定义噪声系数，来衡量接收机内部噪声的大小，即噪声系数 $N_F$ 为

$$N_F = \frac{\text{输入端信噪比(功率比)}}{\text{输出端信噪比(功率比)}}$$

可见当内部无噪声时， $N_F = 1$ ，内部有噪声时， $N_F > 1$ ，内部噪声越大， $N_F$ 越大，那么接收微弱信号的能力越差。在实际中 $N_F$ 常用分贝表示，即

$$N_F(\text{db}) = 10 \log N_F$$

目前一般短波接收机噪声系数为7~10db左右。

## 二、选择性

接收机要把混杂在许多干扰中的信号选择出来，这种选择信号抑制干扰的能力称为接收机的选择性。

随着电子工业的迅速发展，无线电台日益增多，频率拥挤现象十分严重，尤其在短波段更为突出，因之提高选择性和抗干扰问题，已成为现代短波接收机设计中的主要矛盾，加之很多新型器件的出现，许多新的接收机方案应运而生，与六十年代相比，接收机的设计思想亦发生了极大变化，后面有关章节将进行专门讨论。

选择性指标是针对抑制于扰而言的，而于扰的情况复杂，有位于信号频率附近的邻道于扰，有特定频率上的组合于扰，有由于电子器件的非线性产生的交调，互调等非线性于扰，使用晶体管以后，这些非线性于扰显得更为突出。对不同于扰有不同的指标要求，因此选择性指标亦极为繁多，这里只就最基本的两个指标作一介绍。

### 1. 矩形系数

我们希望接收机选择性曲线在保证一定带宽的情况下，曲线边缘陡峭，即曲线接近矩形如图1-11，这样，可对信号邻近的于扰更好地抑制，所以常用矩形系数 $K_r$ 来表示对邻道于扰的抑制能力，令 $K_{r0.1} = \frac{2\Delta f_{0.1}}{2\Delta f_{0.707}} = \frac{2\Delta f_{20\text{db}}}{2\Delta f_{3\text{db}}}$ ，对理想矩形， $K_{r0.1}$ 等于1，实际谐振曲线的矩形系数总是大于1的，当矩形系数越接近1时，说明谐振曲线越接近矩形。

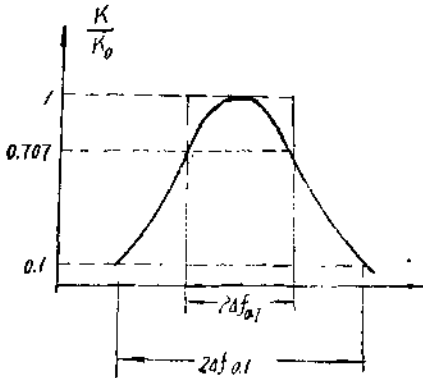


图 1-11 矩形系数

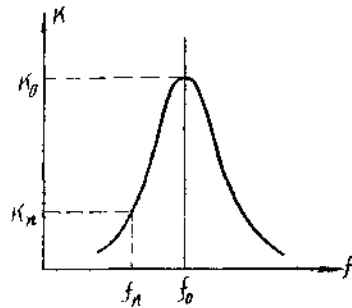


图 1-12 消振曲线



### 1. 抑制比 (或抗拒比)

如图1-12的谐振曲线, 对信号频率调谐, 谐振点  $f_0$  的传输系数为  $K_0$ , 若有一干扰, 其频率为  $f_n$ , 则电路对此干扰的传输系数为  $K_n$ , 我们就利用  $d = \frac{K_0}{K_n}$  来表示接收机对干扰  $f_n$  的抑制能力, 通常称为对此干扰的抗拒比 (或抑制比), 常用分贝表示如  $K_0 = 100, K_n = 1$ , 则  $d = 100, d(\text{db}) = 20\log 100 = 40\text{db}$ 。

对超外差接收机而言, 因有一个变频的过程, 所以存在一些特殊的干扰, 这是由超外差接收机的程式所决定的, 这里先介绍两种最基本的干扰:

〔1〕中频干扰: 一个频率恰为接收机中频频率的干扰, 称为中频干扰, 如某接收机中频为  $1.5\text{MHz}$ , 而外来一个干扰的频率也在  $1.5\text{MHz}$  附近, 这干扰就可能通过各种途径漏过高放、混频、并顺利通过中放后解调输出, 而形成干扰。接收机对中频干扰的抑制程度称为中频抗拒比:

$$d_{\text{中}} = \frac{K_0}{K_{f_i}}$$

短波波段中通常要求大于  $60\text{db}$ 。

#### 〔2〕镜像干扰

干扰频率和信号频率对本振频率成镜像关系, 这种干扰称镜像干扰, 如图1-13。若接收机中频  $f_i$  为本振频率  $f_L$  与信号频率  $f_s$  之差, 即

$$f_L - f_s = f_i$$

这时有一干扰  $f_n$ , 比本振频率高一个中频, 在变频器中也会产生变频, 得  $f_n - f_L = f_i$ , 同样是中频频率, 即可顺利通过接收机中频系统而输出。例如, 某接收机中频为  $500\text{KHz}$ , 当

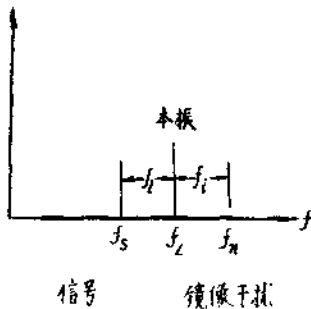


图 1-13 镜像干扰

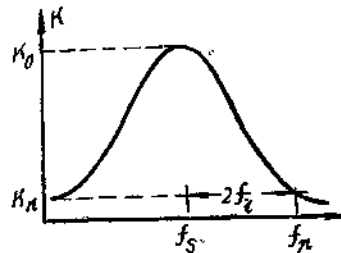


图 1-14 镜像抗拒比

接收  $2\text{MHz}$  信号时, 本振频率为  $2.5\text{MHz}$ , 这时有一干扰频率为  $3\text{MHz}$ , 只要到了变频器输入端, 就可与本振电压进行变频, 同样得到  $3\text{MHz} - 2.5\text{MHz} = 500\text{KHz}$  的输出, 这干扰就可以无阻挡的通过中放, 构成干扰, 接收机对镜像干扰的抑制能力用镜像抗拒比表示, 如图1-14, 镜像抗拒比为

$$d_z = \frac{K_0}{K_n}$$

通常要求镜像抗拒比大于  $60\text{db}$ 。