

QIXIANGXINXI JIESHOUIJIDE
YUANLIJIWEIXIU

气象

信息接收机的原理及维修

黄苏华 庄 卉 袁国春 编著

气象出版社

气象信息接收机的原理及维修

黄苏华 庄卉 袁国春 编著

江苏工业学院图书馆
藏书章

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书叙述了短通信、单边带通信的基本工作原理,着重叙述了 XBZ-02 型机各部分的工作原理和整机的作用、维修及故障排除。

本书可作为无线电通信专业的教材,也可供从事无线电接收机工程维修人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

气象信息接收机的原理及维修/黄苏华等编著. —北京:气象出版社, 1996. 8
ISBN 7-5029-1978-3

I. 气… I. 黄… II. 气象通信-接收机-维修 IV. P454

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 08836 号

气象信息接收机的原理及维修

黄苏华 庄卉 袁国春 编著

责任编辑:成秀虎 终审:周诗健

封面设计:田春耕 责任技编:刘祥玉 责任校对:王珏

气象出版社 出版

(北京西郊白石桥路 46 号,邮编:100081)

北京怀柔王史山胶印厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

1996 年 8 月第 1 版 1996 年 8 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:12.625 插页:15 字数:323 千字

印数:1—3000 定价:16.50 元

ISBN 7-5029-1978-3/P·0754

前 言

气象信息接收机在民用和军事气象部门有着广泛的应用。为了使大专院校的学生和基层工作的气象信息接收人员更好地了解气象信息接收机的原理及维修,我们以目前得到广泛应用的XBZ-02型接收机为主,介绍了各种必备的知识,供大家学习和使用。

XBZ-02型接收机可用于500千赫~30兆赫频段内调幅、等幅和单边带信号的接收、侦听和搜索。还可以扩展为独立边带接收机。机内有单路移频解调器,可以直接连接电传打字机。本机特别适宜于气象移频报和气象传真图的接收。

本书着重叙述了短波通信、单边带通信的基本工作原理,以及XBZ-02型机各部分的工作原理和整机的使用、维修及故障排除。

本书可作为无线电通信专业的教材,也可供从事无线电接收机工作的工程维修人员学习参考。

本书由黄苏华、庄卉、袁国春编著,孔毅审阅。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,切望读者不吝批评指正。

目 录

前 言

第一章 无线电短波调幅通信	(1)
第一节 无线电短波通信概述.....	(1)
第二节 调幅信号及其产生和发送.....	(3)
第三节 调幅信号的接收.....	(9)
第四节 接收机的干扰和噪声	(18)
第五节 短波通信系统中电报信号的传送	(27)
第六节 频率键控制的抗干扰性	(38)
第二章 单边带通信原理	(53)
第一节 单边带通信和单边带信号	(53)
第二节 单边带信号的产生和发送	(57)
第三节 单边带信号的解调	(64)
第四节 相乘器和边带滤波器	(71)
第五节 单边带信号的接收	(79)
第六节 接收机的增益控制电路	(85)
第七节 单边带制和调幅制的比较	(89)
第三章 XBZ-02型单边带接收机综述	(92)
第一节 XBZ-02 型接收机的主要技术指标	(92)
第二节 XBZ-02 型接收机方框图	(94)
第四章 XBZ-02 型接收机信道部分线路分析	(101)
第一节 预选器单元.....	(101)
第二节 混频器单元.....	(114)
第三节 中低放拍频单元.....	(121)
第四节 移频解调单元.....	(134)
第五节 MC14046 锁相环	(139)
第五章 XBZ-02 型接收机频率合成器线路分析	(144)
第一节 固定分频单元.....	(144)
第二节 尾数环单元.....	(148)
第三节 输出环单元.....	(157)
第六章 XBZ-02 机控制系统原理	(161)
第一节 CPU 控制单元	(162)
第二节 键盘显示单元.....	(165)
第七章 XBZ-02 型机的结构、安装和使用	(167)
第一节 接收机的结构与安装.....	(167)

第二节	接收机的使用.....	(169)
第八章	接收机的维护与检修.....	(173)
第一节	检修的基本知识.....	(173)
第二节	XBZ-02 型机整机常见故障的分析与排除	(176)
第三节	XBZ-02 型机各单元常见故障的分析与检修	(177)
第九章	接收机主要电性能的测试方法.....	(187)
附录 A	限幅器中发生的“大信号吃小信号”现象.....	(190)
附录 B	Γ 型网路传通条件	(193)

第一章 无线电短波调幅通信

第一节 无线电短波通信概述

一、引言

短波通信是指利用波长为 100 米 ~ 10 米(频率为 3 ~ 30 兆赫)的电磁波进行的无线电通信。实际上,也有把中波的高频段(1.5 ~ 3 兆赫)归到短波波段中,所以现有的许多短波通信设备,其波段范围往往扩展到 1.5 ~ 30 兆赫。在许多国家,也把短波通信称为高频无线电通信。

短波通信系统发展得比较早,技术比较成熟,设备也比较完善。短波通信的主要缺点是通信容量小,传播媒介不稳定,可靠性差等,但是它有许多优点。首先,在进行点与点之间的通信时,不需要中继站转发就可以实现远距离通信。其次,短波通信设备的建设和维修费用都比较低。第三,短波设备便于机动,等等。近年来,由于卫星通信的迅速发展,国际间点对点之间传统的短波通信正逐步为卫星通信所取代。但是在军事通信中,特别是车载、机载和舰载的远距离移动通信,短波通信仍占有重要地位。这是因为,卫星通信尽管有通信容量大,可靠性高等优点,但其设备复杂,体积大,不便于机动,移动通信中要求保持对准卫星,就需有精密复杂的装置。而且,卫星是能够被摧毁的,一旦卫星被摧毁,卫星通信也就无法进行。因而,在军事通信中,短波通信仍然是一种重要的通信手段。

二、短波通信系统的构成

图 1-1-1 为短波通信系统的组成框图。在这系统中传送的消息可以是语音信号、中、低速数字信号,如人工电报、印字电报、传真信号等。这些信号经过输入转换器,如话筒、电键、打字机、传真发片机等转换成基带电信号(信号频率由 0 赫开始的电信号)。基带电信号进入发射机对高频载波信号(频率为 1.5 ~ 30 兆赫中的任意一个频率信号)进行调制、放大成为已调波,已调波由发信天线转换成高频无线电波。无线电波靠地面传播或电离层的反射到达接收机的接收天线。接收天线把接收到的高频电波转换成电流或电压给接收机。接收机选择、放大高频电信号,再把它还原成基带电信号输出,输出的基带电信号经过扬声器还原成音频信号,或者是经过电传打字机还原成电文,传真机还原成图片,这样完成信息的传递。

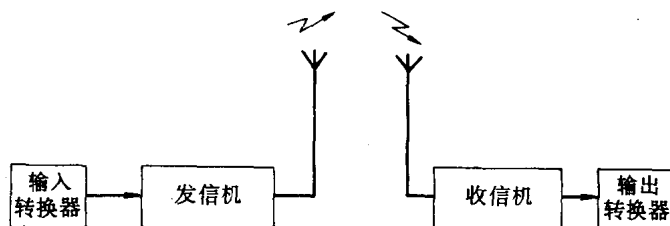


图 1-1-1 短波无线电通信系统组成框图

三、短波传播的特点

短波无线电波靠地面波传播和电离层反射(天波)来传播。这两种传播形式具有各自的频率范围和传播距离,当采用合适的通信设备时,都可以获得满意的通信效果。

1. 地波传播

利用地波传播的频率范围是在 1.5 ~ 5 兆赫。由于地波的衰减随着频率的增高而增大,即使使用 1000 瓦发射机,陆上能传播的距离仅为 100 公里左右,在海上也只能传播 150 公里左右,因此地面波传播不能用作远距离通信。

2. 电离层传播

电离层是离地球表面 55 ~ 350 公里的带有电子和离子的层区。层区中的电子和离子是太阳电离辐射作用于高空中的空气分子使其电离而形成的。电离层中电子和离子的密度(简称电离密度)和分布随太阳的变化而变化,有较正规的季节、昼夜时间的变化,也有因太阳黑子爆发而引起的急剧变化。

高频无线电波依靠电离层的反射实现远距离通信,传播方式见图 1-1-2。

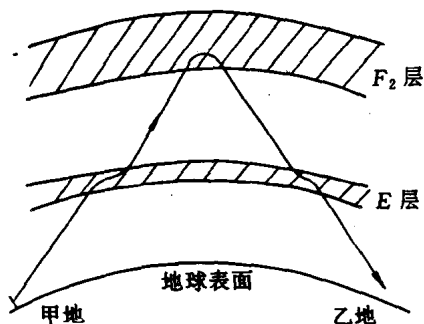


图 1-1-2 无线电天波传播示意图

电离层是带电粒子区,电波经过它时,将损耗能量(称电离层吸收)。由于电离层的电离密度是随时间变化的,因此电离层对经过它的高频电波的吸收也是随时间变化的,所以到达接收端的高频无线电信号的大小是随时在变化的,这种现象称为“衰落现象”。

此外,短波电离层传播还存在着由“多径效应”引起的衰落现象。

衰落现象就是指接收点信号的强度随时间变化的现象。图 1-1-3 是某地实测的电场强度随时间变化的情形。衰落时信号强度的变化可达几十倍到几百倍。衰落的周期,即两个相邻最大值或最小值的间隔时间由几十

秒到十分之几秒不等。

造成短波衰落现象的主要原因是经过不同路径到达接收点的电波的互相干涉。图 1-1-4 表示了引起衰落的一些情况。

图 1-1-4(a) 表示高频无线电波经过电离层反射一次到达接收点(单跳),也可以经过电离层反射到地面后再反射到电离层,然后再经过电离层反射到达接收点(双跳)。有时还可能经过三跳、四跳后才到达接收点。这就是说,发射点发射的电波若只有一束,但在接收点却可以收到由不同途径到达的同一电波。这种现象称为“多径现象”。由以上原因而产生的多径现象又称为“粗多径”。还有所谓的“细多径”效应,如图 1-1-4(b) 所示。

由于电离层不可能像是一面完整的镜子,因而当电波射入时会产生漫反射而造成另一种多径效应。由于路径不同,到达接收点的各路信号相位不一致,有的互相相加,有的互相抵消,有的非同相相加等等,这就使接收点的信号强度和相位经常变化,造成了短波信道的衰落现象。“粗多径”和“细多径”都可以引起衰落,但两者有所不同。细多径引起所谓“一致性衰落”,

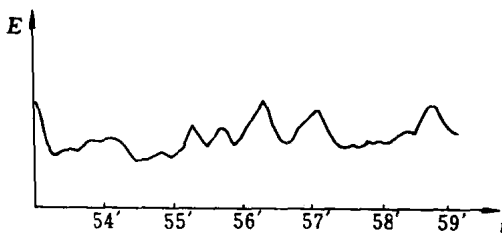


图 1-1-3 短波的衰落现象

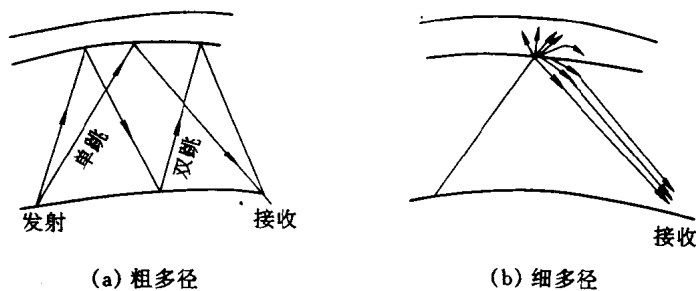


图 1-1-4 引起衰落的原因

即在传输信号的频带内,各个频率的衰落变化是相同的,信号只有大小的变化而很少引起波形失真。这是因为细多径效应引起的各电波的传输时间差别不大,不足以引起不同频率成份产生显著的相移差。粗多径引起所谓“选择性衰落”,即在信号的同一频带内的不同频率成份,由于经过两个或多个途径到达接收点,不同频率成份的相移不同,有些频率成份刚好相位相同,有些频率成份互相抵消,造成不同频率成分衰减不同。这种现象称为选择性衰落,它将会造成信号波形失真。

由于电离层昼夜、季节变化而引起的信号衰落常常是慢衰落,而由于多径效应引起的衰落通常是十分之几秒,发生快,称它为快衰落。短波通信中,必须提高通信系统的抗衰落能力。这通常可以采用下列方法:

- 1) 提高发射机功率;
- 2) 提高接收天线的方向性;
- 3) 在接收机中,采用自动增益控制电路;
- 4) 采用分集接收技术;
- 5) 选用好的调制制度。

四、短波通信系统中的调制和键控制度

通常,由消息变换来的基带电信号频率较低。低频电信号难以实现电磁波的有效发射,而且它也不能通过电离层传送到远方。因此,在短波通信系统中,需要一个调制过程,即将原始基带电信号搬移到高频上的调制过程,然后将高频调制信号由电离层传送到远方。在接收端,需要有反调制过程,即把高频电信号搬回到低频。

短波通信中,电话信号用调幅调制和单边带调制完成信号的频率搬移和传送;低速电报信号和数字信号采用调幅调制(又称振幅键控)和调频调制(又称频率键控和移频电报)完成电报信号的频率搬移和传送。

本章介绍调幅通信和移频电报通信,第二章介绍单边带通信,以便对短波通信的原理有比较全面的了解。

第二节 调幅信号及其产生和发送

高频电信号的幅度随调制信号(话音、数字等)的变化而变化,这样的信号称为调幅信号。

一、调幅信号的数学表示式和特点

1. 数学表示式

通常要传送的消息,如话音电信号具有很多频率分量,可用下式表示:

$$u_{\Omega}(t) = \sum_{n=1}^N U_{\Omega n} \cos(\Omega_n t + \phi_n) \quad (1-2-1)$$

式中 $U_{\Omega n}, \Omega_n, \phi_n$ 分别表示话音信号的第 n 个分量的振幅、角频率和初相位。现将这一话音信号对高频信号电压(常称载频电压)进行调幅。设载频电压为

$$u_c(t) = U_c \cos(\omega_c t + \phi_c) \quad (1-2-2)$$

式中 U_c, ω_c, ϕ_c 分别表示载频电压的振幅、角频率和初相位。

在理想调幅情况下,受调载频电压的振幅与话音信号(又称调制信号)呈线性关系,此时,所得到的调幅信号可写成如下表示式

$$u_{AM}(t) = [U_c + k u_{\Omega}(t)] \cos(\omega_c t + \phi_c) \quad (1-2-3)$$

k 为调制特性曲线斜率,理想调幅时, k 为常数。把(1-2-1)式代入(1-2-3)式得

$$\begin{aligned} u_{AM}(t) &= [U_c + k \sum_{n=1}^N U_{\Omega n} \cos(\Omega_n t + \phi_n)] \cos(\omega_c t + \phi_c) \\ &= U_c [1 + \sum_{n=1}^N k U_{\Omega n} / U_c \cos(\Omega_n t + \phi_n)] \cos(\omega_c t + \phi_c) \\ &= U_c [1 + \sum_{n=1}^N m_n \cos(\Omega_n t + \phi_n)] \cos(\omega_c t + \phi_c) \\ &= U_c \cos(\omega_c t + \phi_c) + U_c \sum_{n=1}^N m_n \cos(\Omega_n t + \phi_n) \cdot \cos(\omega_c t + \phi_c) \\ &= U_c \cos(\omega_c t + \phi_c) + \frac{1}{2} U_c \sum_{n=1}^N m_n \cos[(\omega_c + \Omega_n)t + \phi_c + \phi_n] \\ &\quad \text{载波} \qquad \qquad \qquad \text{上边带 VSB} \\ &\quad + \frac{1}{2} U_c \sum_{n=1}^N m_n \cos[(\omega_c - \Omega_n)t + \phi_c - \phi_n] \\ &\qquad \qquad \qquad \text{下边带 LSB} \end{aligned} \quad (1-2-4)$$

式中 $m_n = k U_{\Omega n} / U_c$, 是调制信号第几个频率分量的调制系数,也叫调幅度。

2. 调幅波的频谱

由(1-2-4)式可以看出,调幅波由载频、上边带(VSB)、下边带(LSB)三部分组成。载频不含任何信息,上、下边带都含有和调制信号相同的信息,可以画出话音调制信号和受它调制的调幅波的频谱图,如图 1-2-1 所示。由 1-2-1 图可以看出,话音信号调制的调幅波的频带宽度 B_{AM} 为调制信号最高频率($F_{max} = \frac{1}{2\pi} \Omega_{max}$)的两倍。

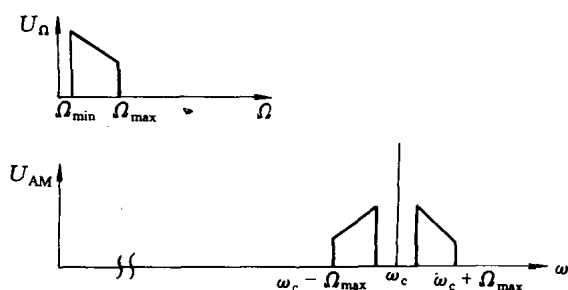


图 1-2-1 调幅波的频谱

3. 调幅波的波形

设调制信号为一单音频信号 $u_{\Omega}(t) = U_{\Omega}\cos\Omega t$, 载波信号是 $u_c(t) = U_c\cos\omega_c t$, 波形见图 1-2-2(a)。根据(1-2-3)式, 单音频 $u_{\Omega}(t)$ 调制的调幅波

$$\begin{aligned} u_{AM}(t) &= [U_c + kU_{\Omega}\cos\Omega t]\cos\omega_c t \\ &= u_c[1 + m\cos\Omega t]\cos\omega_c t \end{aligned} \quad (1-2-5)$$

根据(1-2-5)式可以画出在 m 值不同的调幅波, 波形如图 1-2-2(b)、(c)、(d)。各图右端为各种波形对应的频谱图。

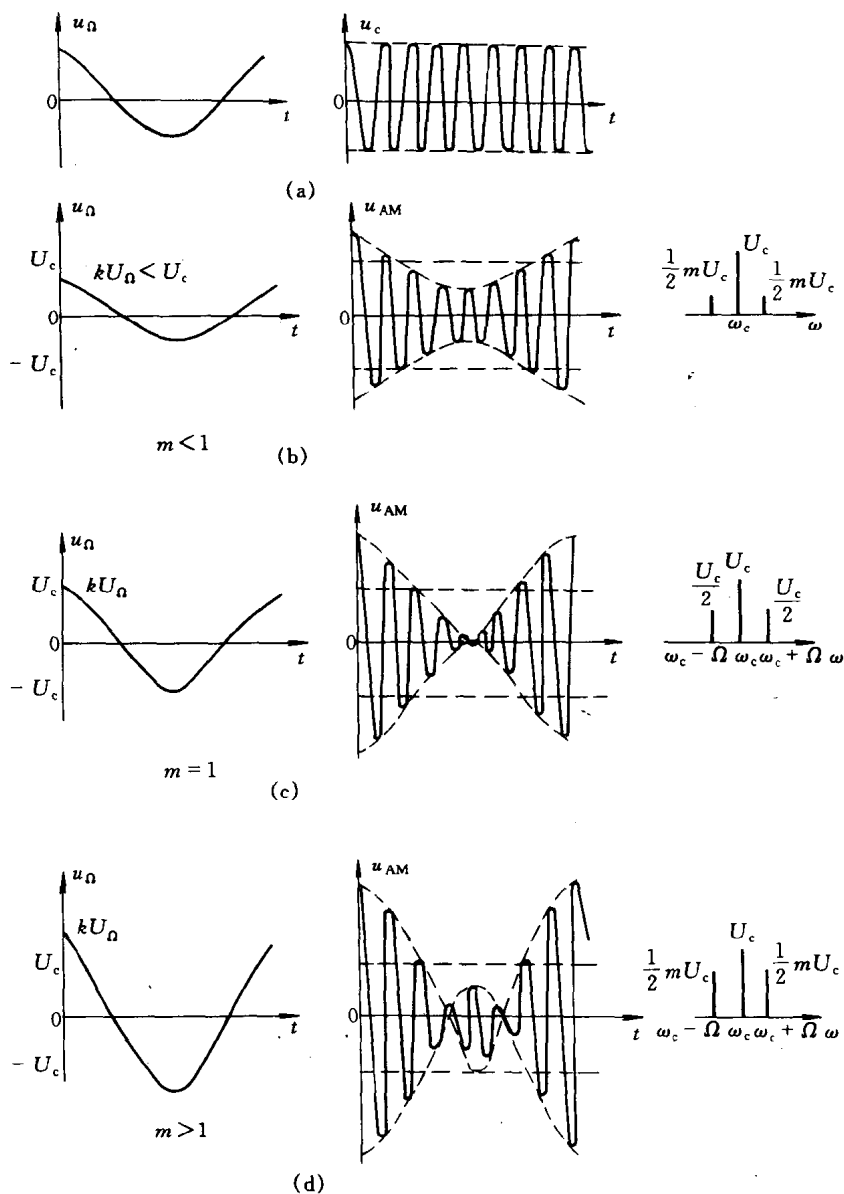


图 1-2-2 单音调幅波波形图及频谱分量

由图 1-2-2 可以看出, 当调制系数 $m \leq 1$ 时, 调幅波的包络和调制信号一致, 调幅波的两个

边频的幅度(U_{VSB}, U_{LSB})相等且是载波幅度的 $\frac{1}{2}m$ 倍。当调制系数 $m > 1$ 时,调幅波的包络产生了失真,调幅波的两个边频相等,而且大于载波的一半(即 $U_{VSB} = U_{LSB} > \frac{1}{2}U_c$)。

4. 调幅波的功率关系

根据以上分析,调幅波的功率 P_{AM} 包含载波功率 P_c 、上边带功率 P_{USB} 和下边带功率 P_{LSB} 。它们消耗在负载电阻 R_L 上的功率为

$$P_c = \left(\frac{U_c}{\sqrt{2}}\right)^2 / R_o = \frac{1}{2}U_c^2 / R_o$$

$$P_{USB} = \left(\frac{\frac{1}{2}mU_c}{\sqrt{2}}\right)^2 / R_o = \frac{1}{8}m^2U_c^2 / R_o = \frac{1}{4}m^2P_c$$

$$P_{LSB} = \left(\frac{\frac{1}{2}mU_c}{\sqrt{2}}\right)^2 / R_o = \frac{1}{8}m^2U_c^2 / R_o = \frac{1}{4}m^2P_c$$

在保证波形不失真时 m 最大为1,当 $m = 1$ 时, $P_{USB} = P_{LSB} = \frac{1}{4}P_c$,这时

$$P_{AM} = P_c + P_{USB} + P_{LSB} = P_c + \frac{1}{4}P_c + \frac{1}{4}P_c = 1.5P_c$$

当调制信号为0(即 $m = 0$)时, $P_{AM} = P_c$ 。

从上面的功率关系中可以看出,调幅通信中,无信息的载波占有 $\frac{2}{3}$ 总功率,含有信息的有效边带功率只占有 $\frac{1}{3}$ 总功率,每个边带只占有 $\frac{1}{6}$ 总功率。

5. 电离层传播后的调幅波波形

靠电离层反射的短波通信中,由于电离层对电波传播的多径效应,经过电离层反射到达接收点的频带信号,各个频率成份将会受到不同的衰减和相位偏移,常称这种衰减和偏移为选择性衰落。下面我们研究选择性衰落对调幅波的影响。

假定发信机发射 $m = 1$ 的单音调幅波,载波分量与两个边频分量的大小分别为 $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}$,图1-2-3(a)示出了其振幅矢量图和波形图。

(1) 假设由于选择性衰落使载波振幅到达接收点时,减小 $\frac{1}{2}$,两边频幅度不变。没有衰落时原包络为正弦波,如下式表示

$$u_{AM} = U_c(1 + \cos\Omega t)\cos\omega_c t$$

当载波振幅减小 $\frac{1}{2}$ 时,上式变为

$$\begin{aligned} u_{AM} &= U_c\left(\frac{1}{2} + \cos\Omega t\right)\cos\omega_c t \\ &= \frac{1}{2}U_c(1 + 2\cos\Omega t)\cos\omega_c t \end{aligned}$$

图1-2-3(b)示出了载波减小 $\frac{1}{2}$ 后的矢量和波形,可见这时调幅波的包络波形发生了失真。

(2) 设由于选择性衰落使载波相位到达接收点时,对于原来的相位变化了 90° ,而边频相位不变,则衰落后的调幅波表示成为

$$u_{AM} = U_c[\cos(\omega_c t + 90^\circ) + \cos\Omega t\cos\omega_c t]$$

$$U_c[\cos(\omega_c t + 90^\circ) + \frac{1}{2}\cos(\omega_c + \Omega)t + \frac{1}{2}\cos(\omega_c - \Omega)t]$$

根据该表示式,可作出该调幅波的矢量和波形如图 1-2-3(c) 所示。波形的包络是三个矢量的和,从矢量图上可求出包络 U_{AM} 为

$$U_{AM} = \sqrt{U_c^2 + U_n^2}$$

式中 $U_n = U_c \cos \Omega t$ 代入上式得

$$U_{AM} = \sqrt{U_c^2 + (U_c \cos \Omega t)^2} = U_c \sqrt{1 + \cos^2 \Omega t} = U_c \sqrt{\frac{\cos 2\Omega t + 3}{2}}$$

从这个包络的数学表达式可看出,包络不是角频率为 Ω 的音频信号,而变成了角频率为 2 倍 Ω 的音频信号,即产生了失真。

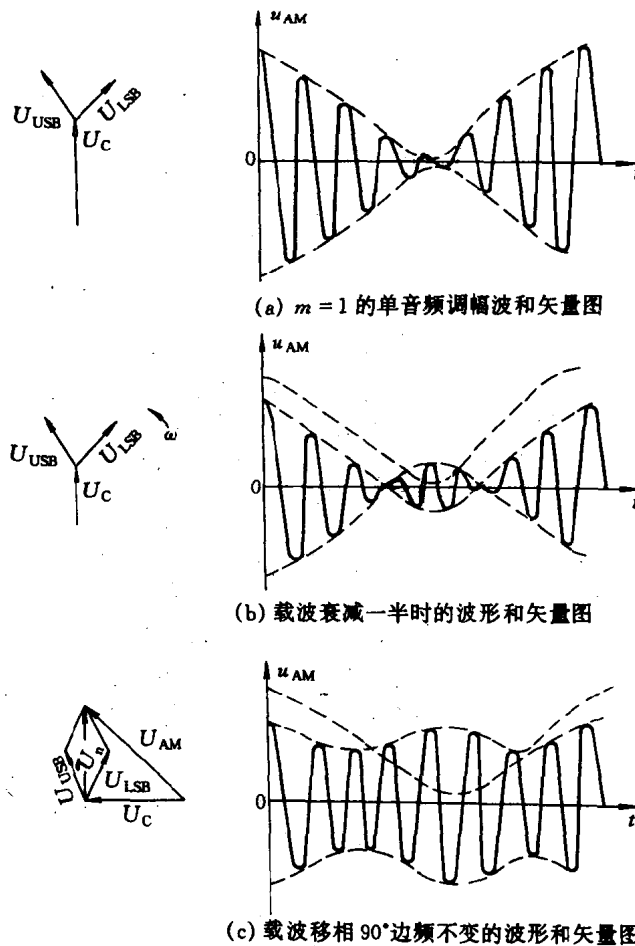


图 1-2-3 载波衰落和移相引起的调幅波失真

二、调幅信号的产生和发送

调幅信号的产生和发送都是由发信机来完成的,一般发信机的工作情况如下:

1. 发信机的工作原理

一般发信机由振荡器、中间放大级、输出级等组成,如图 1-2-4 所示。图中各部分的作用分述如下:

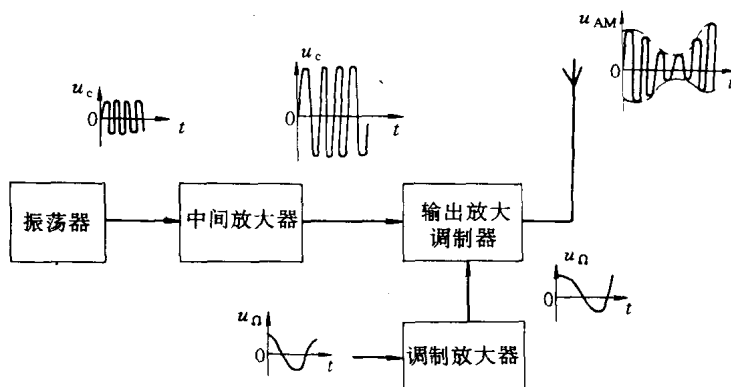


图 1-2-4 调幅发信机的组成框图

(1) 振荡级

它是无线电发信机的第一级,它产生高频振荡信号,有发信机心脏之称。为了提高振荡频率的稳定性,通常振荡器振荡频率较低,输出功率很小。

(2) 中间放大器

它是振荡器和最后输出级之间各级的统称,通常由多级组成。它可能包括缓冲级,倍频级中间功率放大器等。它们的主要功用是将振荡器输出的功率和频率放大和提高,以满足输出级的激励要求,同时减弱以至消除天线对振荡器工作的影响。

(3) 输出放大级

它是无线电发信机的最后一级。它的作用是将激励信号放大到足够大的功率送到天线,同时滤掉不需要的频率成份(高次谐波),避免谐波发射造成的干扰。对于绝大数的无线电话发信机来说,调制信号对高频信号的振幅调制就在这一级进行。

(4) 调制放大器

它用来放大被传递的信号。

2. 调制发信机的工作波形

图 1-2-4 上同时示出了调幅发信机各级产生的波形。

3. 调幅发信机的分类

按发信机传送的消息分类,可分为电话发信机和电报发信机。除了某些小型的手提式、背负式电台(如对讲机)和航空电台(电台是指包括发信和收信的整套无线电通信设备)外,一般发信机都是报、话两用的。它既能传送话音消息,又能传送电报消息。

发信机还可以按功率大小分类。对短波发信机来说,100 瓦以下的发信机算小功率发信机,100 瓦至 1000 瓦为中等功率发信机,1 千瓦以上为大功率发信机。

4. 调幅发信机的主要质量指标

发信机的质量好坏是通过一系列质量指标来衡量的,现将发信机主要质量指标的意义及与各部分组成的关系简述如下。

(1) 工作频率及波段

工作频率和波段是由发信机担负的通信任务决定的。通常短波发信机都是在一个较宽的频率范围内工作,比如 2 ~ 12 兆赫或 2 ~ 30 兆赫。工作频率或波段决定了发信机各高频级的工作频率范围。

(2) 输出功率

通常规定发信机送到天线输入端的功率 P_A 为发信机的输出功率。有时为了测量方便,规定在指定的负载电阻(如 50 欧姆)上的功率为发信机的输出功率。在各个波段工作的发信机要求在每个波段中输出功率不小于规定值。发信机的输出功率是由输出级决定的。

(3) 总效率

发信机的总效率是指发信机的输出功率 P_A 与全机输入总功率 P_{Σ} 之比,

$$\eta_{\Sigma} = \frac{P_A}{P_{\Sigma}}$$

对大功率发信机,提高效率可以减小电能消耗,节约能源。对于小功率发信机,提高效率可以减小输入功率,减小电源和整机的体积与重量,便于携带,便于机动。固定发信机的总效率一般在 15% ~ 30%。移动电台发信机的总效率约在 10% ~ 20%。

(4) 频率稳定度和频率准确度

为使通信可靠,要求发信机的频率不随外界条件(如温度、湿度、电源电压等)的变化而变化,因此对发信机的频率稳定度提出一定要求。发信机的频率稳定度主要由振荡器所决定。有频率合成器的发信机,频率稳定度由合成器中的标准振荡器所决定。一般地说,发信机功率愈大,频率愈高,则对频率稳定度的要求就愈高。

频率准确度是指频率度盘指示的频率与发信机实际工作频率的准确程度。频率准确度愈高,则接收机只要将度盘置于指定频率的位置上(当然接收机频率也要很准确),不用寻找就可以沟通联络。如果收、发双方的频率稳定度高,收到信号后不用再作任何微调,就能一直保持联络。这样就可实现军用通信中不寻找不微调的通信要求。

(5) 谐波和副波输出

发信机除了在工作频率上输出功率外,由于各种原因(如末级工作状态设计不合适、振荡器输出波形不纯等),在工作频率以外的频率上也有不需要的功率输出。这种谐波和副波会造成干扰,因此,应当加以限制。通常要求谐波和副波的输出功率比主波低 40dB(即主波功率的万分之一),对大功率的发信机,要求就更高。

(6) 末级负载阻抗

为了便于使用者选配合适的天线和馈线,末级负载阻抗应有所规定。如短波大功率电子管发信机多为 300 欧姆或 600 欧姆。小功率晶体管发信机多为 50 欧姆或 75 欧姆。

此外,在电声方面,电源供给、使用安全、工作可靠、调整方便、环境条件和重量尺寸方面也都有一定的要求。

第三节 调幅信号的接收

高频调幅信号的接收和其它无线电信号的接收一样,都是由接收天线、接收机和接收终端三部分构成的接收系统完成的。接收天线接收由发信机送出的高频电磁波,并把它转换为高频电流(或电压)送给接收机,接收机选择所需要的高频电信号,并将高频电信号变换成基带电信号。接收终端将接收机送来的基带电信号转换成发端发送的消息。在这一过程中,接收机要完成选择信号、放大信号和变换信号三项重要任务。

选择信号 我们知道,空间中同时存在着各种各样的电磁波,有的是各个电台发射的,有的是各种电气设备发生的,还有的是宇宙中的太阳、星球、天体产生的,我们

所要接收的仅是其中之一,称为有用信号,而其他的不需要的电磁波,就是干扰信号。收音机的重要任务之一,就是选择有用信号,抑制干扰信号。这种选择信号、抑制干扰的能力,称为收音机的选择性。

放大信号 由发信机发出的电磁波,经过一定通信距离的传播,其强度将有很大的衰减,到达接收端的能量已经非常微弱,仅为 $10^{-4} \sim 10^{-1}$ 瓦。从电场强度来说,只有微伏/米的数量,为了能推动终端设备(如扬声器、打字机等)正常地工作,收音机必须要能够把收到的微弱信号放大。

变换信号 收音机收到的是高频已调制信号,如调幅,调频或单边带信号。这些已调制信号的频率很高,它们不能直接推动终端设备工作,必须经过频率变换,使高频已调信号恢复成原来的低频调制信号。这种频率变换过程就是解调。不同的调制方式,解调的方法是不同的。对于调幅信号可以采用振幅检波器进行解调。

有关振幅检波器的线路组成、工作原理,电子线路中已详细讨论过,本书不作研究。本书只对信号的总体接收作一些介绍。

一、调幅接收机的组成

目前,接收调幅信号的通信接收机和其它不同调制信号的无线电接收机一样,一般都采用性能优良的超外差式线路。为了比较,先简单介绍直接检波式和高频放大式调幅接收机,以便于我们更好地认识超外差式接收机的优越性。

图 1-3-1 是直接检波式接收机的方框图及其有关部分的电压波形。其中,输入电路是由可调谐的 LC 谐振电路组成,它起着选择信号的作用;振幅检波器是由非线性元件构成,它解调高频信号,得到低频调制信号;低频放大器将检波器解调后的音频信号放大,使之得到需要的输出功率来推动终端机件——耳机或扬声器工作。

这种接收机的电路很简单,但是它具备了选择信号,变换信号和放大信号三个基本作用。所以,它可以接收高频无线电调幅信号。不过这种接收机选择信号的能力是很差的,首先,因为它的谐振回路数目很少,而且是直接对高频信号谐振,所以谐振曲线的通频带不能做得很窄,与信号频率很接近的干扰频率不能被抑制。其次,在检波器以前没有放大器,检波器的输入信号太小,检波效率低,非线性失真也较大。这种接收机灵敏度低,选择性差,只能接收本地大功率电台的广播。因此,高质量通信中这种电路是不能采用的。

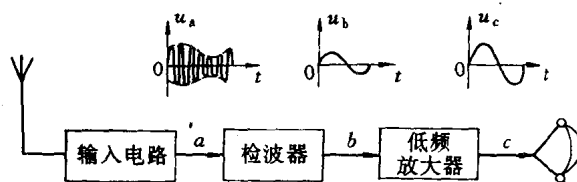


图 1-3-1 直接检波式接收机

图 1-3-2 是高频放大式接收机的方框图及其各部分的电压波形。这里,除了在直接检波式接收机基础上增加了高频放大器外,其它组成是相同的。

高频放大器由晶体三极管与可调谐的 LC 谐振电路组成。这种接收机由于增加了高频放大器,一方面提高了选择性,另一方面也放大了检波以前的高频信号。因此,这种接收机的质量比直接检波式接收机有所提高,但是其性能仍不够好。因为在信号频率比较高的情况下,高频

放大器的放大量和选择性都比较差。所以,这种电路也不能用在高质量的通信中。

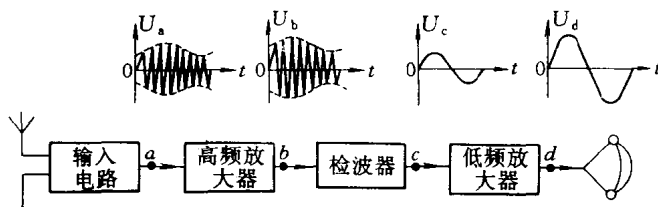


图 1-3-2 高频放大式接收机

图 1-3-3 是超外差接收机的方框图及其各部分的电压波形。它与高频放大式接收机不同的地方是在高频放大器与检波器之间增加了变频器和中频放大器。

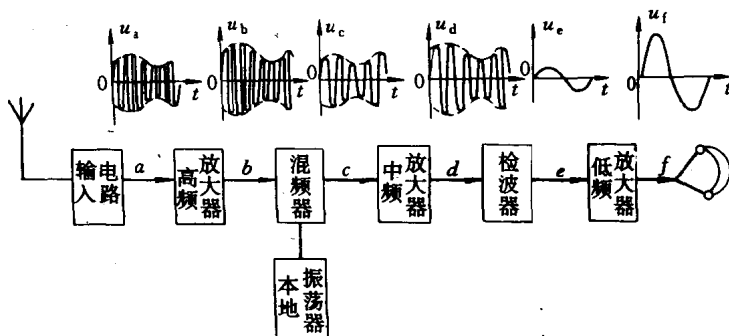


图 1-3-3 超外差接收机

变频器的作用是把外来的高频调幅信号,与本地振荡信号相混,然后输出一个中频信号。通常,中频是比较低的高频,在接收机的全波段内(例如 1.5 ~ 30 兆赫)都是固定不变的,但是信号的包络形状没有改变,即变频不变形。

本地振荡器的频率高于信号频率而相差出中频的方式称之为超外差式。本地振荡器频率低于信号频率的方式称为内差式。所选的中频频率较低(如 465 兆赫)称为低中频方案,所选的中频频率较高如 70.6 兆赫,称为高中频方案。

放大中频信号的放大器叫中频放大器。采用低中频方案时,由于中频信号是较低的固定频率,所以中频放大器的谐振电路在使用过程中,不必调整。这样,中频放大器可采用较理想、较复杂的双调谐回路、LC 滤波器、机械滤波器、陶瓷滤波器、晶体滤波器等作为选频电路。因此,可以将谐振曲线的通频带根据需要做得很窄,使接收机能有效地抑制邻道干扰。

由于采用了频率较低的固定中频,不仅大大提高了接收机的选择性,而且可以采用多级中放,将中频放大部分的增益做得很大,使接收机的灵敏度大大提高。

超外差接收机与高频放大式接收机相比,具有很多优点,如选择性好,灵敏度高。因此它是现代接收机中应用最广的一种电路。但是超外差接收机也存在一些缺点,主要是它容易受到一些特定频率信号的干扰。这些干扰有:中频干扰、镜像干扰及组合干扰等。对于这几种干扰,我们能够采取各种措施减少它们的影响。因此不妨碍超外差式接收机的大量使用。

下面我们研究超外差接收机易受到的干扰。