

第 1 章 绪 论

1.1 本章重点

- (1) 通信系统的概念;
- (2) 无线电波的传输特性;
- (3) 调制的通信系统;
- (4) 无线电广播调幅发射机和超外差接收机;
- (5) 本课程的内容简介及要求。

1.2 内容要点

1.2.1 通信系统的概念

通信的任务是传递信息,传输信息的系统称为“通信系统”。

任何一个通信系统,都是从一个称为信息源的时空点向另一个称为信宿的目的点(用户)传送信息。通信系统是指实现这一通信过程的全部技术设备和信道的总和。通信系统种类很多,它们的具体设备和业务功能可能各不相同,然而经过抽象和概括,均可用图 1-1 所示的基本组成方框图表示。所以一个完整的通信系统应包括信息源、发送设备、信道、接收设备和受信装置五部分,如图 1-1 所示。



图 1-1 通信系统组成方框图

信道即传输信息的通道,或传输信号的通道。概括起来有两种,即有线信道和无线信道。有线信道包括架空明线、电缆、光缆等;无线信道可以是传输无线电波的自由空间,如地球表面的大气层、水、地下及宇宙空间等。

1.2.2 无线电波的传播特性

传播特性指的是无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等。不同频段的无线电信号,其传播特性不同。同一信道对不同频率的信号传播特性是不同的。例如,在自由空间媒介里,电磁能量是以电磁波的形式传播的,而不同频率的电磁波却有着不同的传播方式。

传播方式主要有直射传播、绕射(地波)传播、折射和反射(天波)传播及散射传播等。决定传播方式和传播特点的关键因素是无线电信号的频率。例如,1.5MHz以下的电磁波可以绕着地球的弯曲表面传播,称为地波。又如,对于1.5~30MHz的电磁波,由于频率较高,地面吸收较强,用表面波传播时衰减很快,它主要靠天空中电离层的折射和反射传播,称为天波。再如,对于30MHz以上的电磁波,由于频率很高,表面波的衰减很大,电磁波穿入电离层也很深,它就会穿透电离层传播到宇宙空间而不能反射回来,因此不用表面波和天波传播方式,而主要由发射天线直接辐射至接收天线,沿空间直线传播,称为空间波。由于地球表面的弯曲,空间波传播的距离受限于视距范围。架高发射天线、利用通信卫星可以增大其传输距离。

综上所述,长波信号以地波绕射为主。中波和短波信号可以以地波和天波两种方式传播,不过,前者以地波传播为主,后者以天波(反射和折射)传播为主。超短波以上频段的信号大多以直射方式传播,也可以采用对流层散射的方式传播。

还需要强调说明的是,无线电传播一般都要采用高频(射频)才适于天线辐射和无线传播。理论和实践都证明:只有当天线的尺寸大到可以与信号波长相比拟时,天线才具有较高的辐射效率。这也是为什么要把低频的调制(基带)信号调制到较高的载频上的原因之一。

1.2.3 无线电波的频段划分

在各种无线电系统中,信息是依靠高频无线电波来传递的,那么应该如何选择高频载波的频率呢?我们知道,频率从几十千赫至几万兆赫的电磁波都属于无线电波,所以它的频率范围是很宽的。为了便于分析和应用,习惯上将无线电的频率范围划分为若干个区域,即对频率或波长进行分段,称为频段或波段。

无线电波在空间传播的速度是 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 。电波在一个振荡周期 T 内的传播距离叫波长,用符号 λ 表示。波长 λ 、频率 f 和电磁波传播速度 c 的关系可用下式表示:

$$\lambda = cT = c/f \quad (1-1)$$

这是电磁波的一个基本关系式。知道了高频振荡的频率 f ,利用式(1-1)就可以算出波长 λ 。如果 c 的单位是 m/s , f 的单位是 Hz ,那么波长的单位就是 m 。

表1-1为无线电波的波(频)段划分及其用途表。其中米波和分米波有时合称为超短波。因为不同频段信号的产生、放大和接收的方法不同,传播的方式也不同,因而它们的应用范围也不同。

表 1-1 无线电波的波(频)段划分及其用途表

波段名称	波长范围	频率范围	频段名称	主要用途或场合
超长波	$10^8 \sim 10^4 \text{ m}$	$3 \text{ Hz} \sim 30 \text{ kHz}$	VLF(甚低频)	音频、电话、数据终端
长波	$10^4 \sim 10^3 \text{ m}$	$30 \sim 300 \text{ kHz}$	LF(低频)	导航、信标、电力线通信
中波	$10^3 \sim 10^2 \text{ m}$	$300 \text{ kHz} \sim 3 \text{ MHz}$	MF(中频)	AM(调幅)广播、业余无线电
短波	$10^2 \sim 10 \text{ m}$	$3 \sim 30 \text{ MHz}$	HF(高频)	移动电话、短波广播、业余无线电
米波(超短波)	$10 \sim 1 \text{ m}$	$30 \sim 300 \text{ MHz}$	VHF(甚高频)	FM(调频)广播、TV(电视)、导航移动通信
分米波	$100 \sim 10 \text{ cm}$	$300 \text{ MHz} \sim 3 \text{ GHz}$	UHF(超高频)	TV、遥控遥测、雷达、移动通信
厘米波	$10 \sim 1 \text{ cm}$	$3 \sim 30 \text{ GHz}$	SHF(特高频)	微波通信、卫星通信、雷达
毫米波	$10 \sim 1 \text{ mm}$	$30 \sim 300 \text{ GHz}$	EHF(极高频)	微波通信、雷达、射电天文学

应该指出,各波段的划分是相对的,因为各波段之间并没有显著的分界线,但各个不同波段的特点仍然有明显的差别。例如,从使用的元器件以及电路结构与工作原理等方面来说,中波、短波和米波段基本相同,但它们和微波波段则有明显的区别。前者采用的元件大都是通常的电阻器、电容器和电感线圈等,在器件方面主要采用一般的晶体二极管、三极管、场效应管和线性组件等;而后者采用的元件是同轴线、光纤和波导等,在器件方面除采用晶体管、场效应管和线性组件外,还需要特殊器件如调速管、行波管、磁控管及其他固体器件。

从表中可以看出,频段划分中有一个“高频”段,其频率范围为 $3 \sim 30 \text{ MHz}$,这是“高频”的狭义定义。本书涉及的频段是从中频(MF)到超高频(UHF)的频率范围。

1.2.4 调制的通信系统

尽管在实际工作中需要传送的信号是多种多样的,例如代表话音的信号就是由许多不同频率的低频信号组成;又如风压、风速、水位、瓦斯含量等测量数据的信号,应能反应出不同的数量,但是根据要传送的信号是否要采用调制,可将通信系统分为基带传输和调制传输两大类。

基带传输是将基带信号直接传送,由于从消息变换而来的基带信号通常具有较低的频率(有些资料称载频为高频信号,称基带信号为低频信号),大多不适宜直接在信道中传输,而必须先经过调制。

所谓调制就是在传送信号的一方(发送端),用我们所要传送的对象(例如话音信号)去控制载波的幅度(或频率或相位),使载波的幅度(或频率或相位)随要传送的对象信号而变,这里对象信号本身称为“调制信号”,调制后形成的信号称为“已调信号”。调制使幅度变化的称“调幅”,使频率变化的称“调频”,使相位变化的称“调相”。

所谓解调,就是在接收信号的一方(接收端),从收到的已调信号中把调制信号恢复出来。调幅波的解调叫“检波”,调频波的解调叫“鉴频”,解调是其统称。以上介绍的就是三

种基本的调制方式——调幅(AM)、调频(FM)和调相(PM)。

调制的通信系统应用广泛,典型的是无线电广播发送和接收系统。

应当指出,尽管要传输的信息多种多样,如声音、图像和数据等,但把它们转换为电信号后,可以归纳为两大类,一类是模拟信号,另一类是数字信号。模拟信号是指电信号的某一参量的取值范围是连续的,如话筒产生的话音电压信号。模拟信号通常是时间连续函数,也有时间离散函数的情况,但取值一定是连续的。数字信号是指电信号的某一参量携带着离散信息,其取值是有限个数值,如电报信号、数据信号等。

在数字通信系统中,传输的是数字信号。当用数字信号进行调制时,通常称为键控。三种基本的键控方式是振幅键控(ASK)、频率键控(FSK)和相位键控(PSK)。这些内容将在通信原理课程中进行介绍。

1.2.5 本课程的主要内容

通信电子电路课程的主要内容有:谐振回路、小信号调谐放大器、调谐功率放大器、变频器、LC正弦波振荡器、变频器、振幅调制及检波电路、频率调制及鉴频电路、锁相环以及通信电子电路的应用实例。着重讨论发送设备和接收设备各单元的工作原理和组成,以及构成发送、接收设备的各种单元电路的工作原理、典型电路和分析方法。

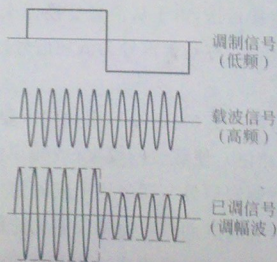
1.3 典型例题分析

例 1-1 无线通信为什么要进行调制?

答 若信号频率为 1kHz , 根据 $\lambda = \frac{c}{f}$, 其相应波长为 300km , 若采用 $1/4$ 波长的天线, 就可以算出天线长度需要 75km , 制造这样的天线是很困难的。

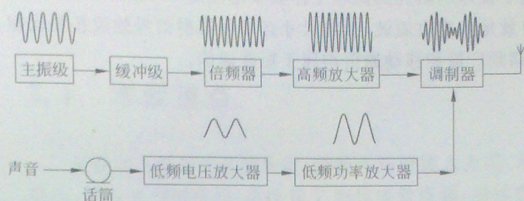
只有天线实际长度与电信号的波长相比拟时, 电信号才能以电磁波形式有效地辐射, 这就要求原始电信号必须有足够高的频率。

例 1-2 画出用矩形波进行调幅时已调波波形。

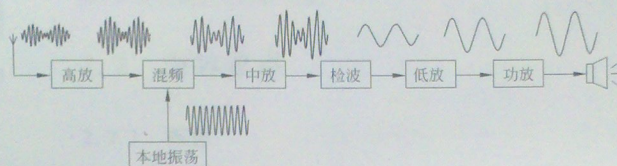


1.4 思考题与习题解答

1-1 画出无线电广播发射调幅系统的组成方框图以及各方框图对应的波形。



1-2 画出无线电接收设备的组成方框图以及各方框图对应的波形。



1-3 无线通信为什么要进行调制?

答 详见本章典型例题 1-1 分析。

1-4 FM 广播、TV 以及导航移动通信均属于哪一波段通信?

答 均属于超短波波段通信。

1-5 画出用矩形波进行调幅时已调波波形。

答 详见本章典型例题 1-2 分析。

1.5 自测题

1. 填空题

- (1) 一个完整的通信系统应包括_____，_____，_____，_____，_____。
- (2) 在接收设备中，检波器的作用是_____。
- (3) 调制是用音频信号控制载波的_____，_____，_____。
- (4) 无线电波传播速度固定不变，频率越高，波长_____，频率_____，波长_____。
- (5) 短波的波长较短，地面绕射能力_____，且地面吸收损耗_____，不宜_____传播，短波能被电离层反射到远处，主要以_____方式传播。
- (6) 波长比短波更短的无线电波称为_____，不能以_____和_____方式传

播,只能以_____方式传播。

2. 判断题

- (1) 低频信号可直接从天线有效地辐射。
- (2) 高频电子技术所研究的高频工作频率范围是 $300\text{kHz} \sim 3000\text{MHz}$ 。
- (3) 为了有效地发射电磁波,天线尺寸必须与辐射信号的波长相比拟。
- (4) 电视、调频广播和移动通信均属于短波通信。