

通信电子电路

孟岚

menglan@njupt.edu.cn

13327831525

电光B305



参考书

- 1.王卫东等.高频电子电路.北京：电子工业出版社，2004
- 2.谢嘉奎.电子线路（非线性部分）.（第四版）.北京：高等教育出版社，2000
- 3.汪胜宁等.《电子线路（第四版）》教学指导书.北京：高等教育出版社，2003
- 4.高吉祥.高频电子线路.北京：电子工业出版社，2003
- 5.李树德等.通信电子电路.北京：人民邮电出版社，1989

第一章 绪论

关于通信系统的概念

无线电波的传播特性式

无线电波的频段划分

调制的通信系统

通信电子电路

Copyright © 2005 hxf & yhx All Rights Reserved



第1章 绪论



本章内容



[返回总目录](#)

1.1 通信系统的概念

1.2 无线电波的传播特性

1.3 无线电波的频段划分

1.4 调制的通信系统



本章重点与难点

(一) 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;

(二) 本章难点

调制的通信系统



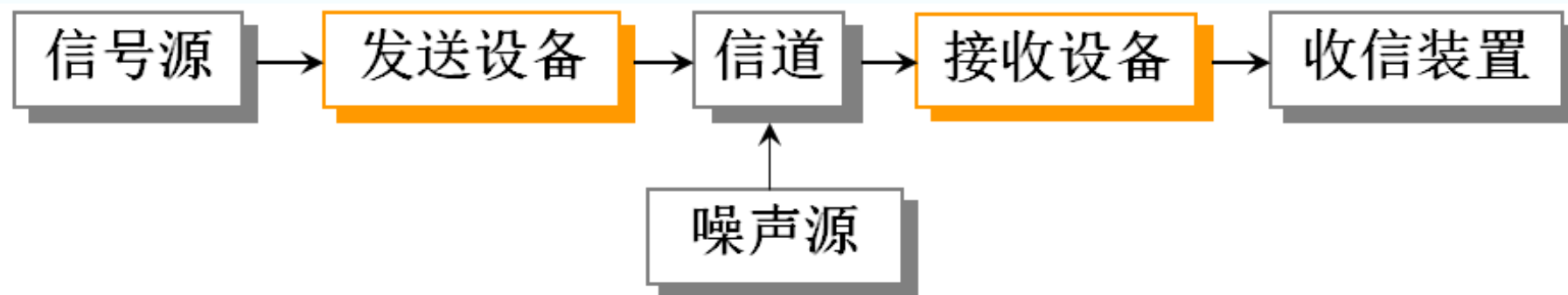
1.1 通信系统的概念

- 通信的任务就是传递各种信息（包括语言、音乐、文本、图像和数据等），
传输信息的系统称为“通信系统”。
- 一个完整的通信系统应包括哪几部分组成呢？

以大家熟知的无线电广播发送系统和超外差式接收机为例进行分析。



一个完整的通信系统应包括信息源、发送设备、传输信道、接收设备和受信装置五部分。

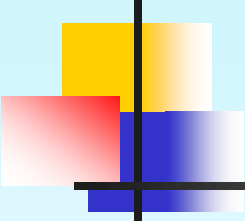


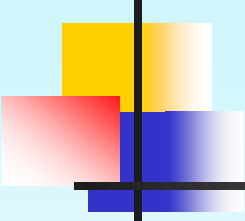


一个完整的通信系统包括五部分

- **信息源**是指要传送的原始信息，如文字、数据、语音、音乐、图像等，一般是非电量。对于非电量信号，经输入变送器变换为电信号（例如被传输的是声音信息就需先经声—电换能器—话筒，变换为相应信号的电信号）。如果输入信息本身就是电信号（如计算机输出的二进制信号）时，可以直接送到发送设备。

- **发送设备**是将电信号变换为适应于信道传输特性的信号的一种装置。

- 
- **接收设备**的功能和发送设备相反，它是将信道传输接收到的信号恢复成与发送设备输入信号相一致的一种装置。
 - **收信装置**是将电信号还原成原来的信息。例如通过扬声器（喇叭）或耳机还原成原来的声音信息（语言或音乐）。

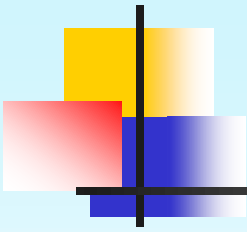


信道即传输信息的通道，或传输信号的通道。不同的传输信道有不同的传输特性，如电缆、光缆、无线电波.....

根据传输媒质的不同，通信系统可以分为两大类：

有线通信：双绞线、同轴电缆、光纤

无线通信：自由空间



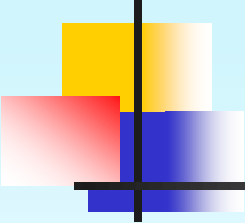
- **噪声源**是指信道中的噪声及分散在通信系统中其他各处噪声的集中表示。



1.2 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。

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。

- 
- 为了有效的传输信号，不同波段的信号所采用的主要传播方式是不同的。
 - 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。

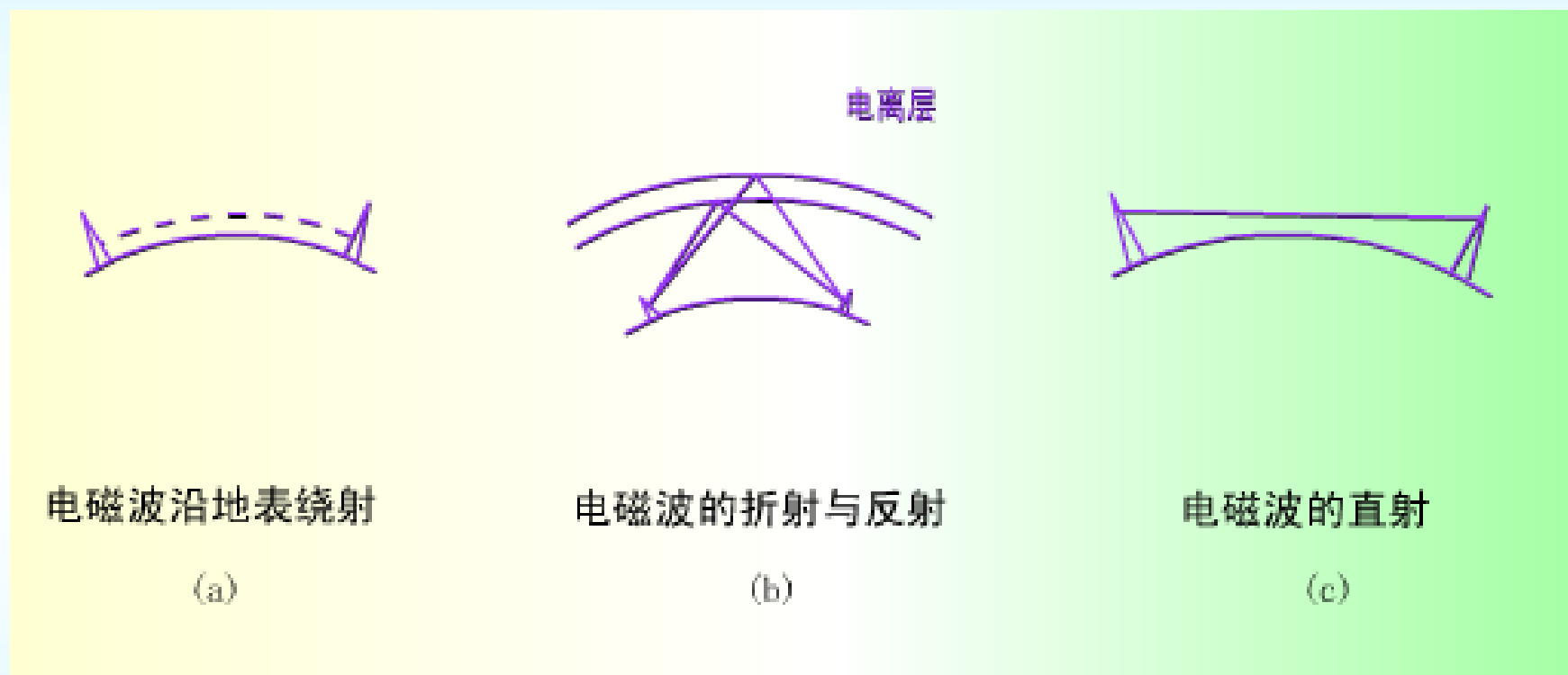
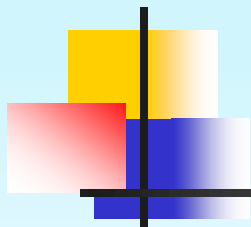
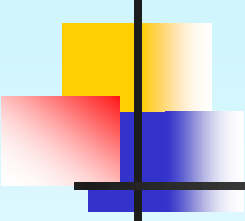


图1-2 无线电波传播方式



1.3 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？
- 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30万公里/秒。电波在一个振荡周期 T 内的传播距离叫做波长，用符号 λ 表示。波长 λ ，频率和电磁波传播速度 C 的关系为

$$\lambda = CT = C/f$$

这是电磁波的基本关系式。

不同频段信号的产生，放大和接收的方法不同，传送的方式也不同，因而它们的应用范围也不同。



无线电波波段的划分

- 按**波长**的不同划分为超长波、长波、中波、短波、超短波（米波）和微波（包括分米波、厘米波、毫米波）等。

按**频率**的不同，可划分为甚低频、低频、中频、高频、甚高频、特高频、超高频和极高频等频段。



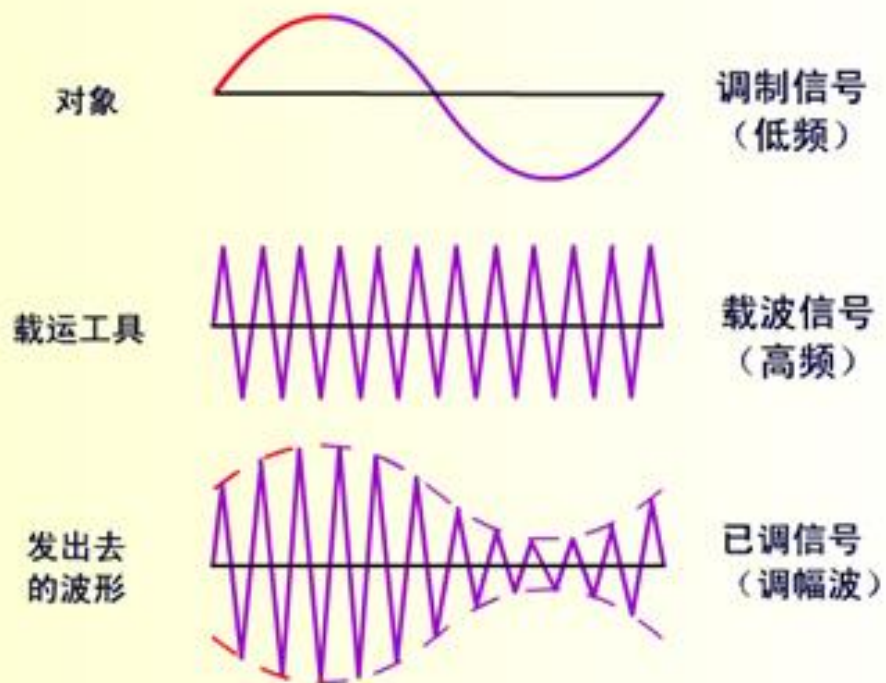
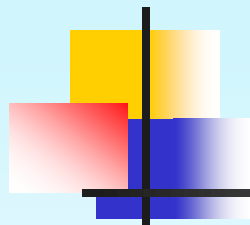
1.4 调制的通信系统

一、什么是调制

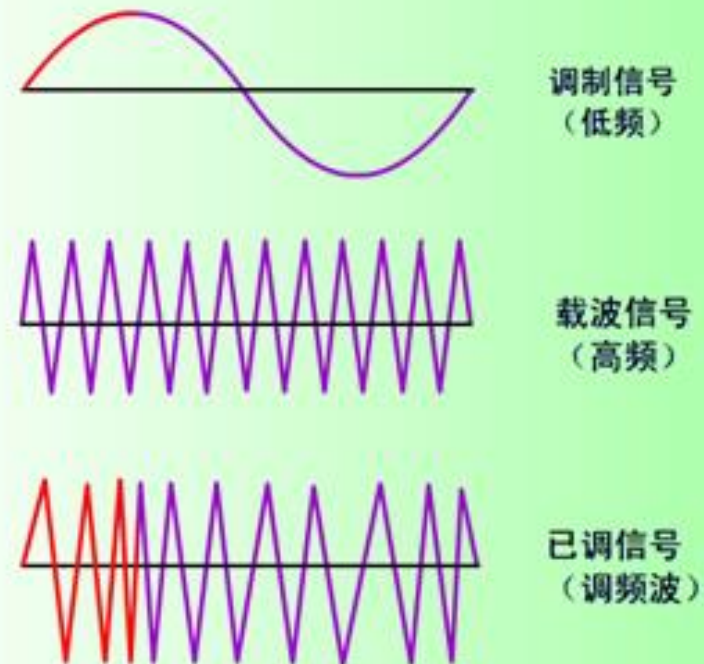
在传送信号的一方（发送端），用我们所要传送的对象（例如话音信号）去控制载波的幅度（或频率或相位），使载波的幅度（或频率或相位）随要传送的对象信号而变。

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”。

在调制的通信系统中，载波只起一个装载和运送信号的作用，相当于“运载工具”，而调制信号才是真正需要传送的对象。



(a) 调幅



(b) 调频

图1-3 调制的波形



二、为什么要进行调制？

- 分析：若信号频率为1kHz，其相应波长为300km，若采用1/4波长的天线，根据 $\lambda = \frac{c}{f}$ 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，这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。
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1000} = 300\text{km}$$



三、什么是解调

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。

四、 无线电广播发送系统

由高频、低频和电源三大部分组成

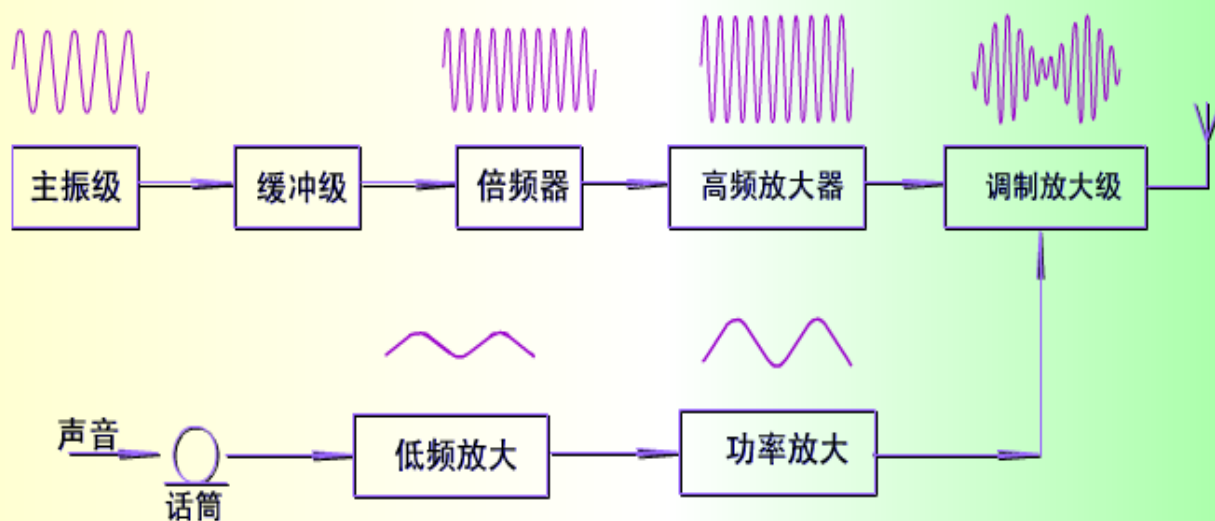


图1-4 无线电广播发射调幅系统框图



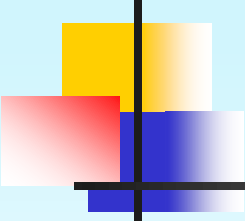
高频部分有：

主振级——由石英晶体振荡器产生频率稳定度高的载波；

缓冲级——实质上是一种吸收功率小，工作稳定的放大级，其作用是减弱后级对主振级的影响；

倍频器——将载波频率提高到需要的频率值；

高频放大器——高频放大以提高输出功率；



调制器——其功能是使高频载波信号幅度按低频信号大小变化的幅度调制，然后经发射天线以电磁波形式向远方辐射。

低频部分有：话筒（或录音带等）、低频电压放大器、低频功率放大器。

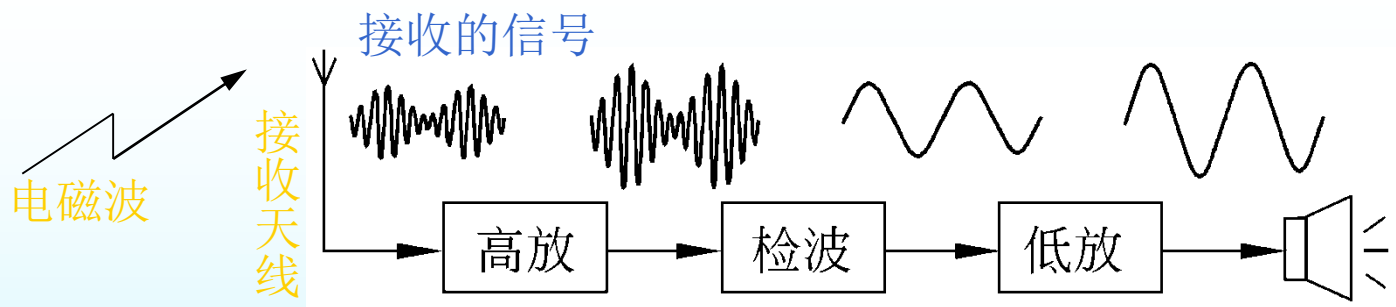
使低频电信号通过逐级放大获得所需的功率电平，然后对高频（载波）进行调幅。

五、超外差式接收机

(1) 调幅接收机组成框图

接收设备接收的信号特点：

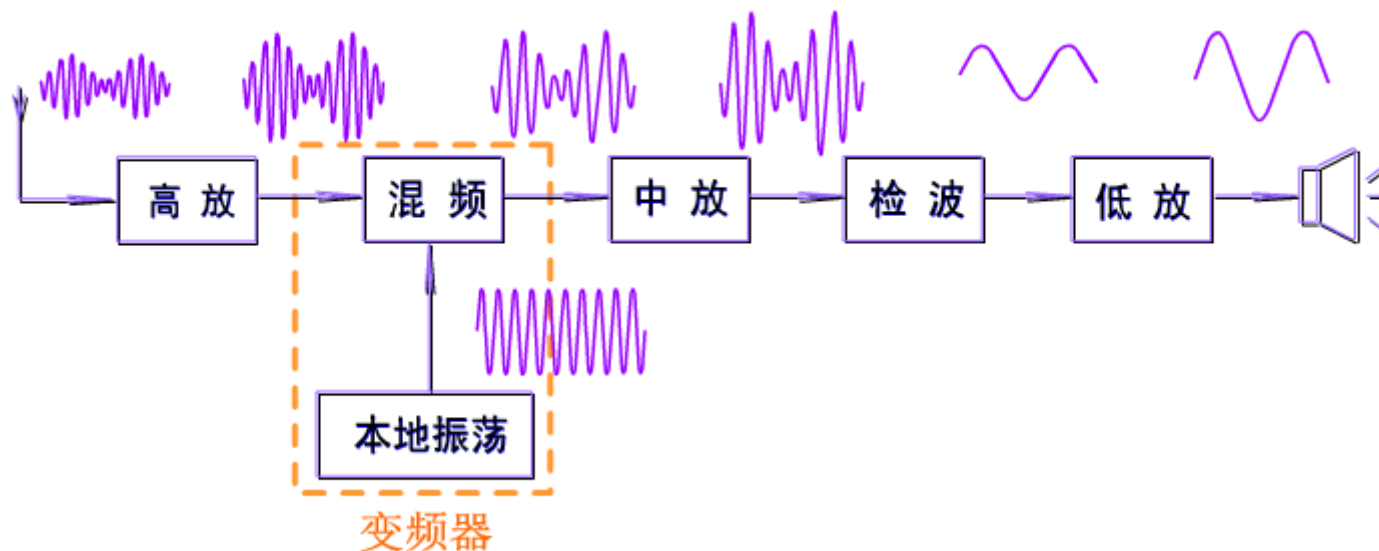
①信号频率高；②信号功率微弱；③多个信号同时出现在接收端。



直接放大式接收机框图

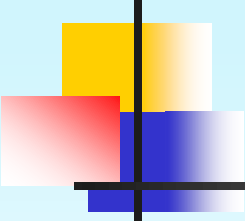
缺点：对于不同的频率，接收机的**灵敏度**（接收弱信号的能力）和**选择性**（区分不同电台的能力）变换较剧烈。

(2) 超外差接收机组成框图



超外差接收机组成方框图

接收到的不同载频的微弱高频已调信号变成统一的中频已调信号，再进行中频放大。混频器是超外差式接收机的核心。我国规定中频频率：调幅广播465KHz；调频广播10.7MHz。

- 
- 从接收天线收到微弱高频调幅信号经**输入回路选频**后，通过**高频放大器放大**，送到混频器与本机振荡器所产生的等幅高频信号进行**混频**，在其输出端得到波形包络形状与输入高频信号的波形相同，但频率由原来高频变化为**中频的调幅信号**，经**中频放大**后送到**检波器**，**检出原调制的低频信号**，然后再经过低频放大，最后从扬声器还原成原来的声音信息（语言或音乐）。



六、模拟通信系统和数字通信系统

按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号可把通信系统相应分成两类，即模拟通信系统和数字通信系统。

模拟通信系统的基本组成方框图

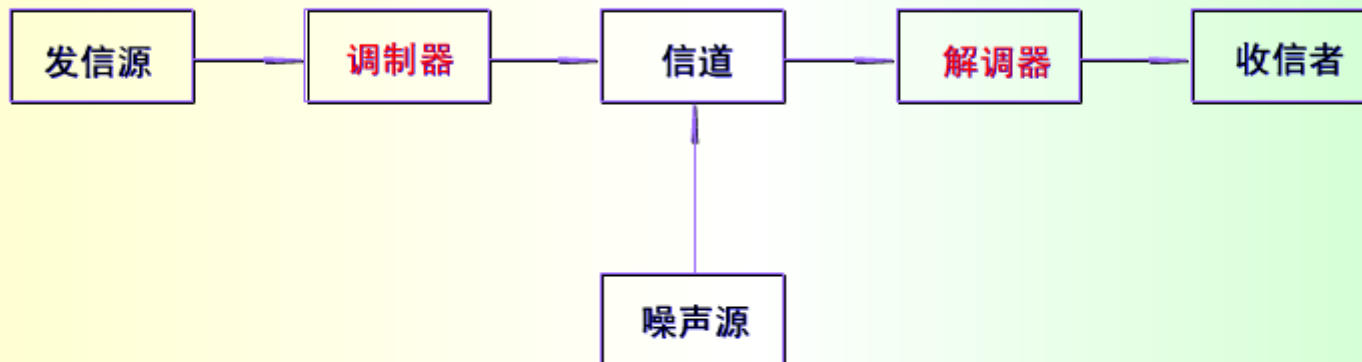
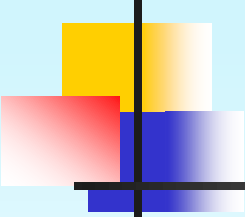


图1-6 模拟通信系统的基本组成框图

- 
- 这里用调制器代替了发送设备、用解调器代替了接收设备。虽然发送设备和接收设备还包括其他电路，但调制器和解调器对信号的变换起着决定性的作用，对通信质量起关键作用。
 - 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——振幅键控（ASK）

频率键控（FSK）

相位键控（PSK）

数字通信系统的基本组成方框图

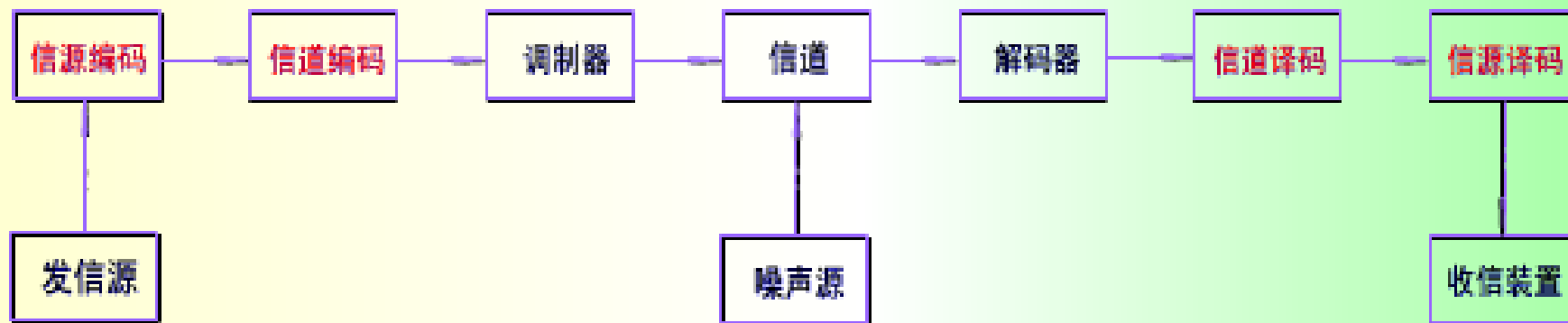
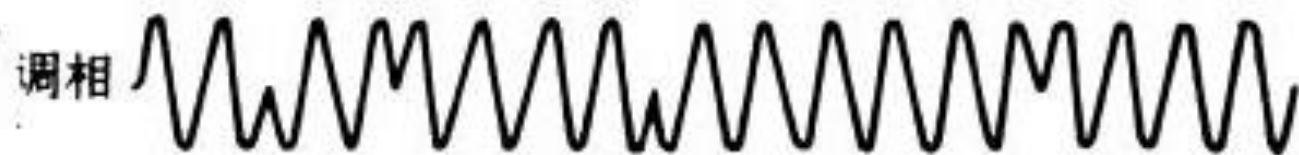
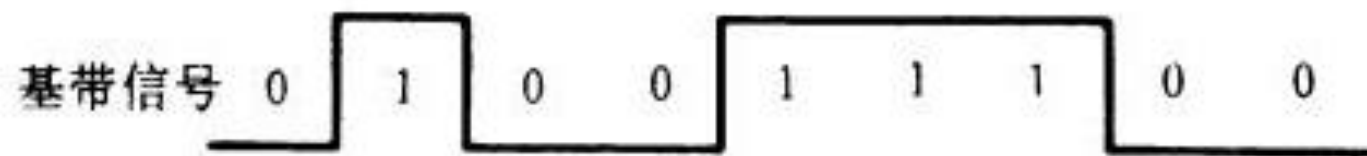


图1-7 数字通信系统的基本组成方框图





“通信电子电路”课程主要内容

“通信电子电路”课程主要内容有：谐振回路、小信号调谐放大器、高频调谐功率放大器、倍频器、正弦波振荡器、变频器、振幅调制及检波电路、角度调制及解调电路、锁相环路等。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。