



高频电子线路

课号课序号: sd01232620

任课教师: 于俊

手机号: 13708999127

邮箱: jun.yu@sdu.edu.cn



■ 参考书目

杨霓清：高频电子线路

谢家奎：《电子线路》非线性部分

张肃文：高频电子线路

董在望：通信电路原理

沈伟慈：高频电路



各章教学时间安排

第一章	绪论	2课时
第二章	选频网络与阻抗变换网络	3课时
第三章	高频小信号放大器	2课时
第四章	高频功率放大器	4课时
第五章	正弦波振荡器	8课时
第六章	频谱搬移电路	10课时
第七章	角度调制与解调电路	10课时
第八章	反馈控制电路	6课时
第九章	频率合成技术	2课时



绪论 (2课时)

❖本章重点:

发送设备、接收设备的组成框图
及其简单的工作原理、工作波形、各部分的作用。



高频电子线路研究的主要内容及其特点

- 高频电子线路研究的主要内容:

以通信系统为主要对象, 研究构成发送设备、接收设备的各单元电路, 典型线路的工作原理、性能特点。

- 高频电子线路的主要特点:

利用器件的非线性特性, 分布参数不容忽视。同时, 负载不再是纯电阻, 而是以LC谐振回路作负载。



第一章 绪论 (2小时)

1.1 通信系统的组成

1.2 无线通信系统

1.3 无线电信号的传播方式 (自学)

1.4 本书主要内容和组织结构 (自学)

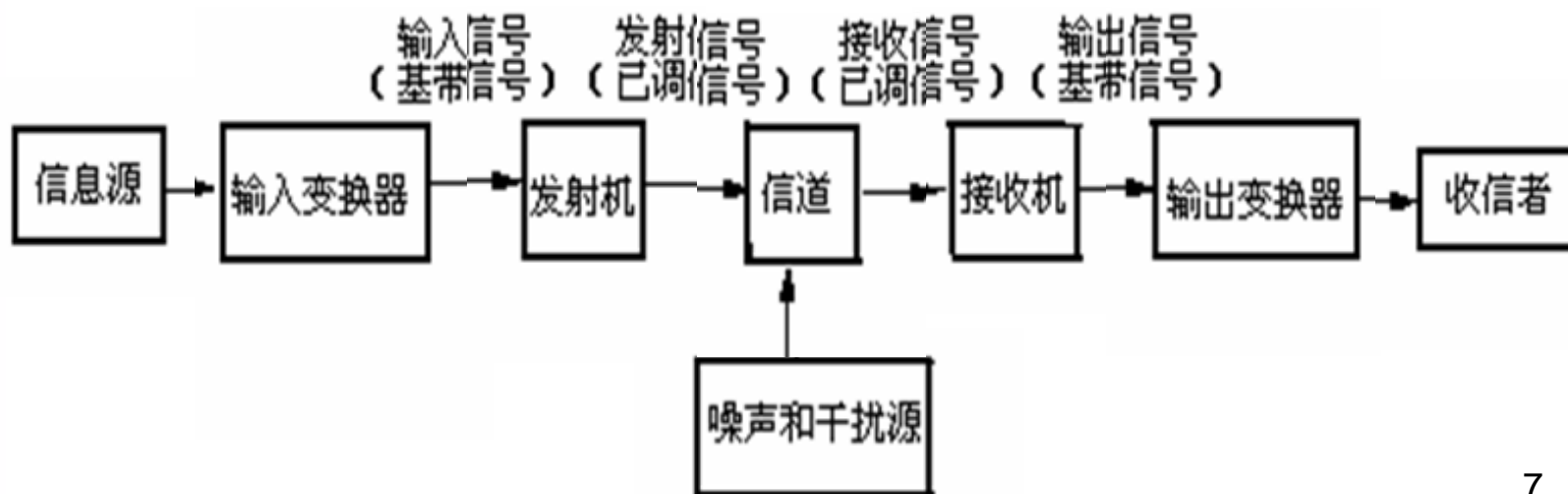


1.1 通信系统的组成

1、通信系统定义

一切将信息从发送者传送到接收者的过程，均为通信的过程。实现这种信息传送到过程的系统即为通信系统。

2、通信系统的基本组成框图





3、通信系统分类

根据信道不同，通信系统可分为

- 有线通信：利用导线传送信息的系统
- 无线通信：利用自由空间传送信息的系统
- 光纤通信：利用光导纤维传送信息的系统

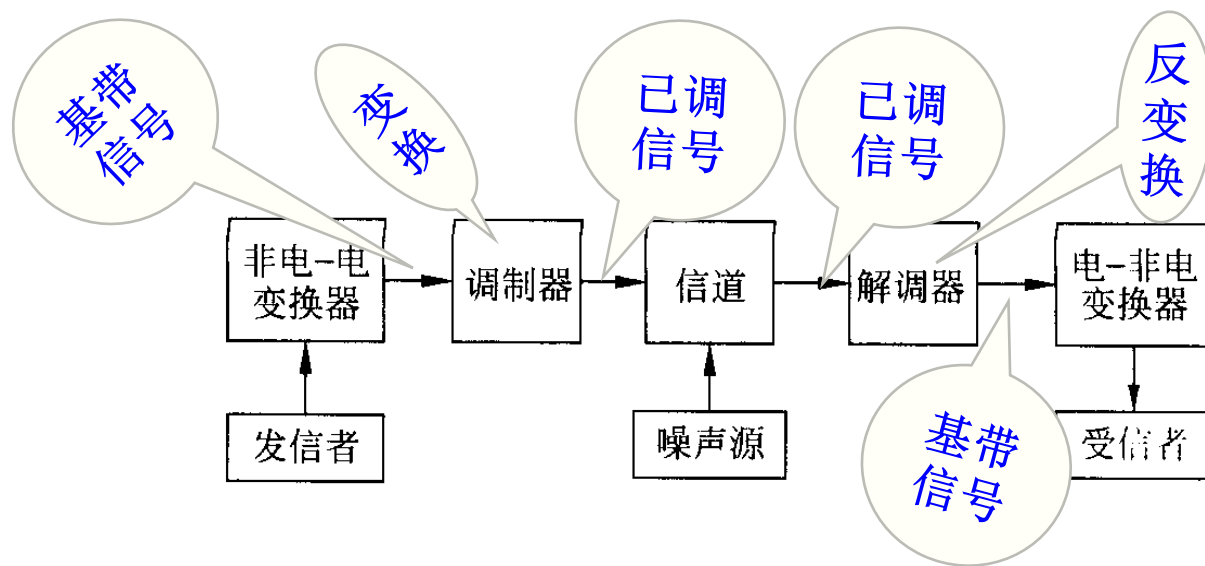
根据传输的信息不同，通信系统又可分为

- 数字通信系统：所传送的信息是数字信号
- 模拟通信系统：所传送的信息是模拟信号



4、模拟通信系统

典型的模拟通信系统方框图如图所示



将发送端的**信息源**（即将要传送的话音、音乐、图像等连续变化的模拟信息），通过**输入变换器**（如话筒）转变成连续变化的原始电信号。原始电信号具有较低的频谱分量，而且不能直接在信道中进行远距离的传输，称之为**基带信号**。



1.2 无线电通信系统

一、无线电通信的分类

1. **按传输手段分类：**中波通信（如：AM调幅广播）、短波通信（如：短波广播）、超短波通信（如：FM调频广播）、微波通信（如：移动通信）等；
2. **按传送信息的类型分类：**有模拟通信和数字通信；
3. **按用途分类：**有水底通信、地面移动通信、航空通信和舰船通信、卫星通信等。



从古到今通信方式的变化

喊叫



号角/击鼓/敲钟



烽火



信鸽



邮驿传信



电报





邮政通信



大哥大



BP机 (Call机)



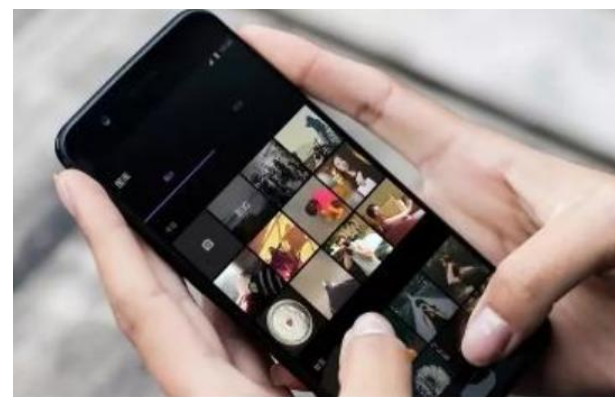
固定电话



手机出现



智能手机





二、无线通信系统的基本组成

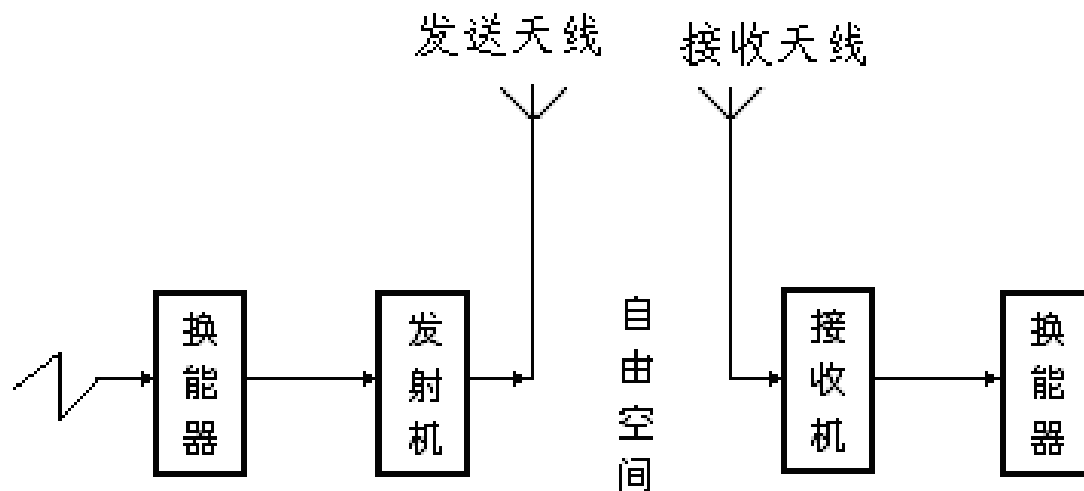


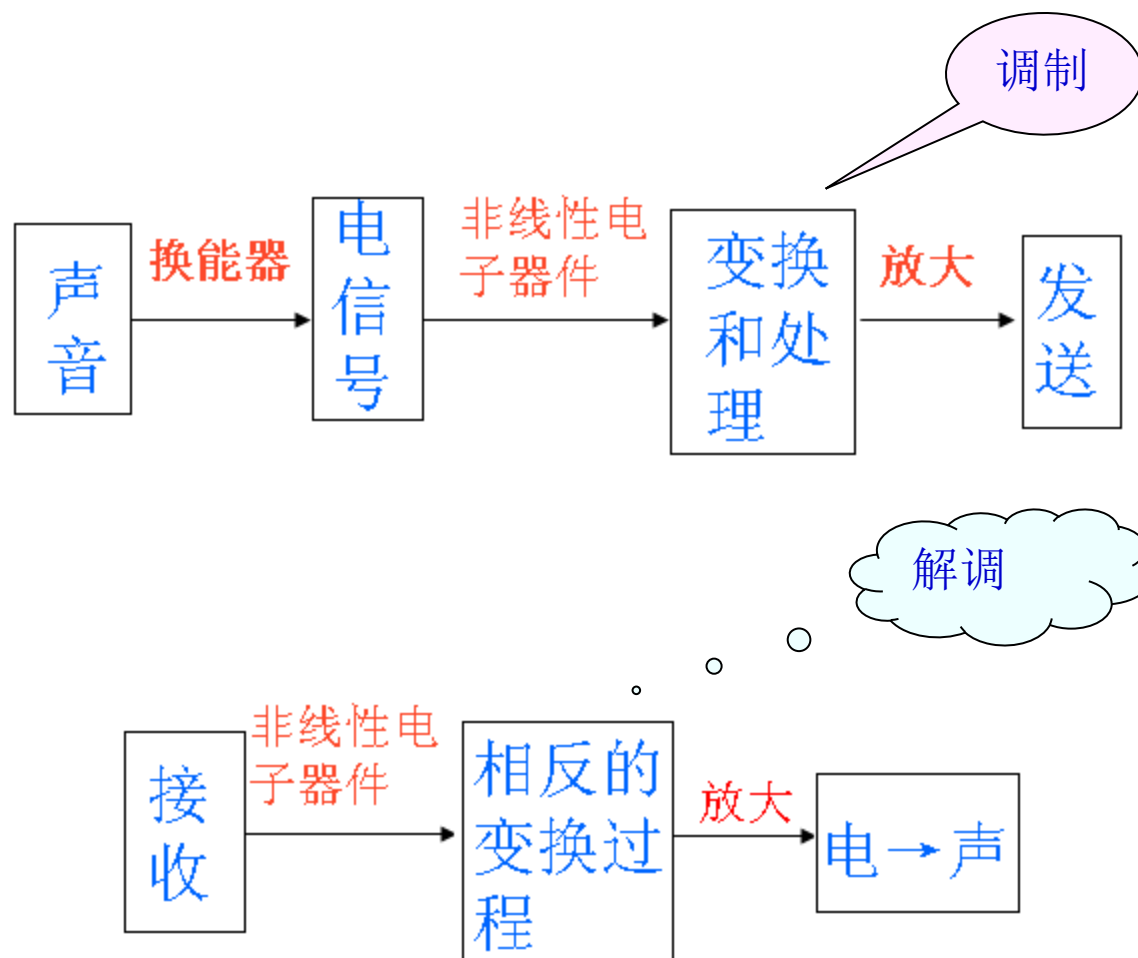
图1.2.1 无线通信系统

主要由三部分组成：

发射装置、接收装置、传输媒质（信道）。



三、声音信号的发送和接收





四、发射机的组成框图

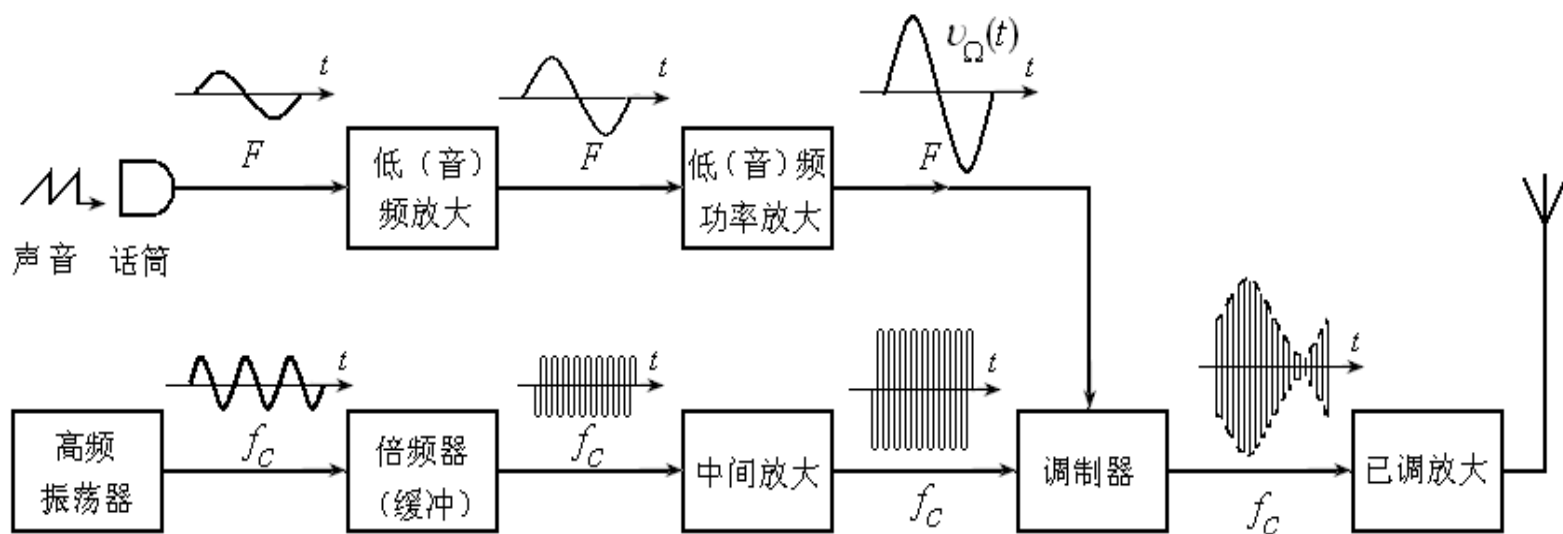


图1.2.2 发送设备框图



1、高频部分的作用：

(A) 交变的电振荡可利用天线向空中辐射出去，但天线长度必须和电振荡的波长差不多。（如取十分之一）

信号波长的计算公式 $\lambda = \frac{c}{f}$

$$c = 3 \times 10^5 \quad (\text{千米/秒})$$

语音：300Hz~3.4 kHz；波长：1000 km~88 km

可听音频：20Hz~20 kHz；波长：15000 km~15km



(B)若能发射，因各电台发出的信号均在同一频率范围内，会造成各电台之间的相互干扰

(C) 解决方法：

待发送的货物

把音频信号（**调制信号、携有信息的信号**）“装载”（**调制**）到高频振荡（**载波**）之中，然后由天线向外辐射出去，这种方法叫**调制**。

运载工具



2、调制的概念

高频振荡（载波）：本身并不携有信息，可以是周期性的正弦波或非正弦波。

设： $v_c(t) = V_{cm} \cos(\omega_c t + \varphi_0) = V_{cm} \cos \varphi(t)$

$\omega_c = 2\pi f_c$ f_c 称为载频

v_Ω 表示基带信号(待发送的信号、有用信号、调制信号、音频信号)。



A、调制的定义

用基带信号 $v_{\Omega}(t)$ 控制高频电振荡 $v_c(t)$ 的某一个参量（振幅 V_{cm} 、频率 f_c 、相位 $\varphi(t)$ ），使之按 $v_{\Omega}(t)$ 的规律线性变化的过程。

B、调制的分类

根据调制信号不同分为：

模拟调制(Analog Modulation)：调制信号为模拟信号

数字调制(Digital Modulation)：调制信号为数字信号



根据受控参数不同，模拟调制可分为：

- 振幅调制(Amplitude Modulation)，简称调幅 (AM)
- 频率调制(Frequency Modulation)，简称调频 (FM)
- 相位调制(Phase Modulation)，简称调相 (PM)
由于调频和调相都使载波的总相角产生变化，故又统称为调角(Angle Modulation)。



五、接收机的组成框图

1、简单接收机框图：

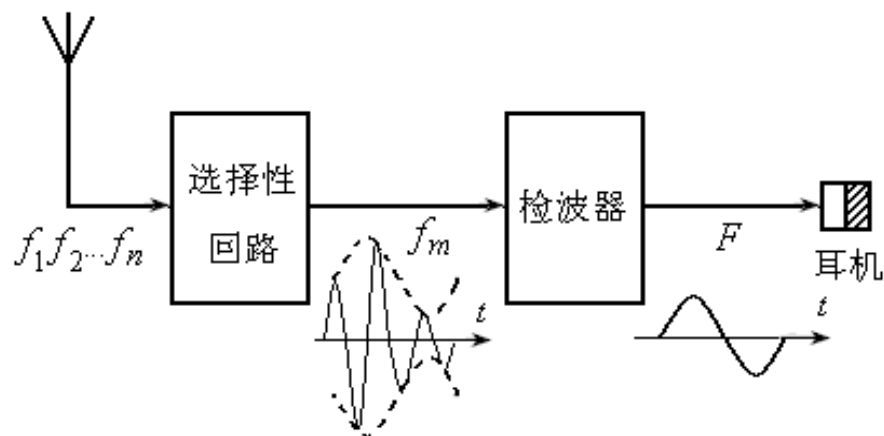


图1.2.3 简单接收机框图

各部分的作用：



2、实际接收机框图

实际上的接收机比较复杂，原因是：

(A) 天线接收的高频无线电信号非常弱，只有几十 μV 至几 mV ，所以应加高频放大器。



(B) 各电台的载波不同，用同一接收机接收不同电台的信号时，调谐困难，所以应加混频器。

混频器的作用：

将接收到的不同载频的电信号转变成为固定的中频信号，即外差作用。



(C) 检波器需要较高的推动电压（约 500mV），所以应加中频放大器。

(D) 检波器输出只有几十 mV，而推动扬声器需要大功率，因此应加低频放大器与低频功率放大器。



典型的接收机框图（超外差式）

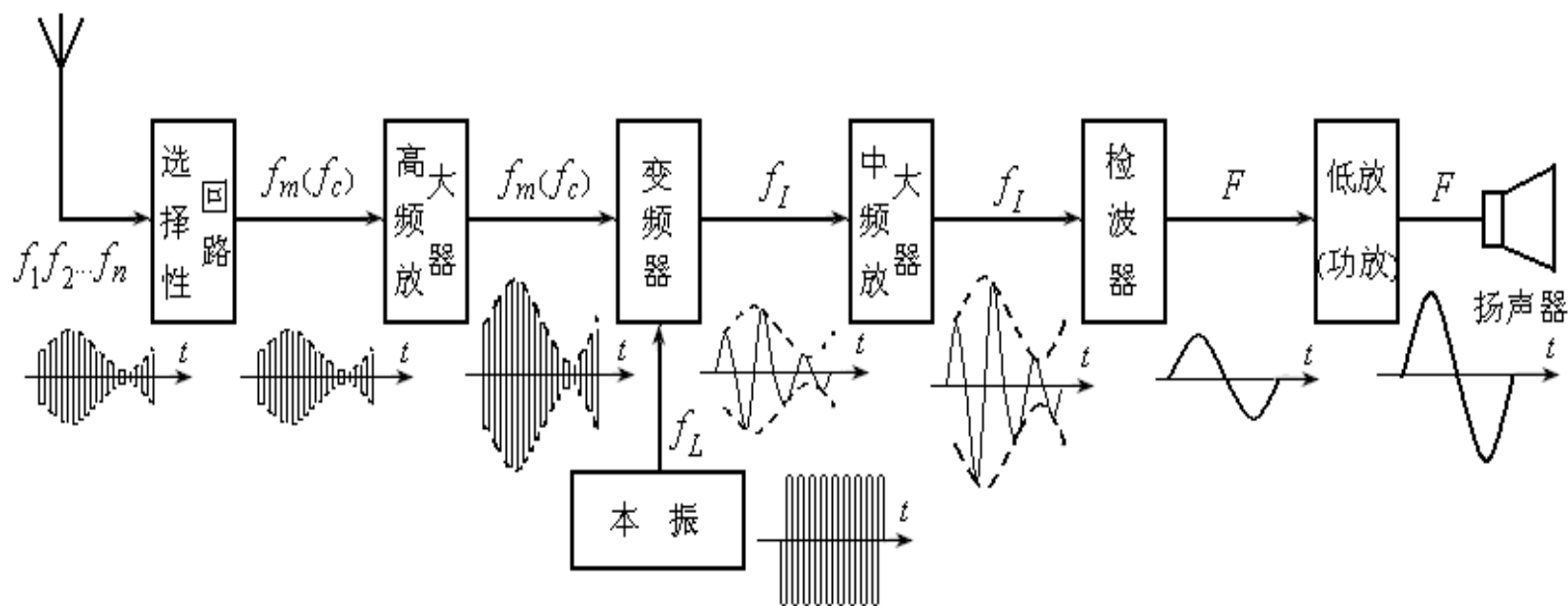


图1.2.4 典型超外差式接收机框图



1.3 无线电信号的传播方式 (自学)

电磁波的波长或频率范围不同，电磁波在自由空间的传播方式也不同。

无线电波的频率范围为： $f = 10\text{k}-1000\text{GHz}$;

波长 $\lambda = 0.3 \text{ mm}—30 \text{ Km}$



1、无线电波的划分

无线电波划分	超长波	10km-100km
	长波	1km-10km
	中波	100m-1km
	短波	10m-100m
	超短波	1m-10m
	微波	0.1mm-1m



2、无线电波的传播方式

传播方式有三种

- 地面波
- 天波
- 空间波

和光波一样，无线电波也具有直射、反射、折射等现象。



(1) 地面波

沿地球弯曲表面传播，适用于波长 $\lambda=200\text{m}$ 以上的中、长波。

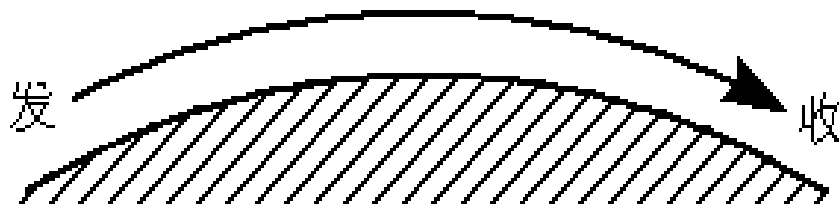


图1.2.5 地面波的发射与接收

由于大地表面是导体，当电磁波在其表面传播时，一部分能量将被损耗掉，且频率越高，趋肤效应越强，损耗越大。故频率更高的电磁波不易沿地面传播，而主要靠电离层。



(2) 天波

地球大气层上方，太阳照射使得气体发生电离产生自由电子和离子，称为电离层。利用电离层的折射与反射，使电磁波到达电离层后，一部分能量被吸收，一部分被反射到地面，一部分被折射到外层空间。

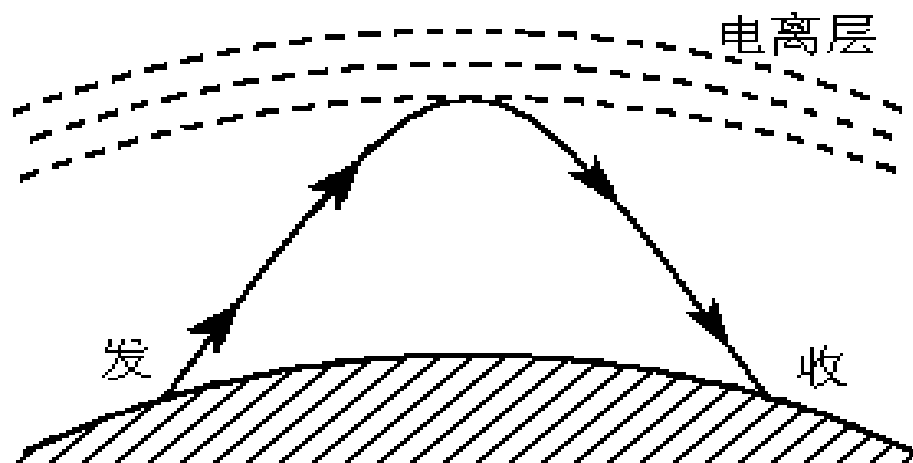


图1.2.6 天波的发射与接收



- 入射角越大，越易反射，入射角越小，越易折射。
- 当频率升高时，电磁波被电离层吸收的能量增加，当频率升高超过一定值时，电磁波将会穿过电离层，不再返回地面。所以天波适用于10m-200m的短波。
- 利用电离层的反射实现信号的远距离传输，特别是利用地面和电离层之间的多次反射，实现几千公里的传输。

频率更高的电磁波 ($\lambda \leq 10\text{m}$), 不再适用电离层传播，而是沿空间直线传播，即空间波。



(3) 空间波

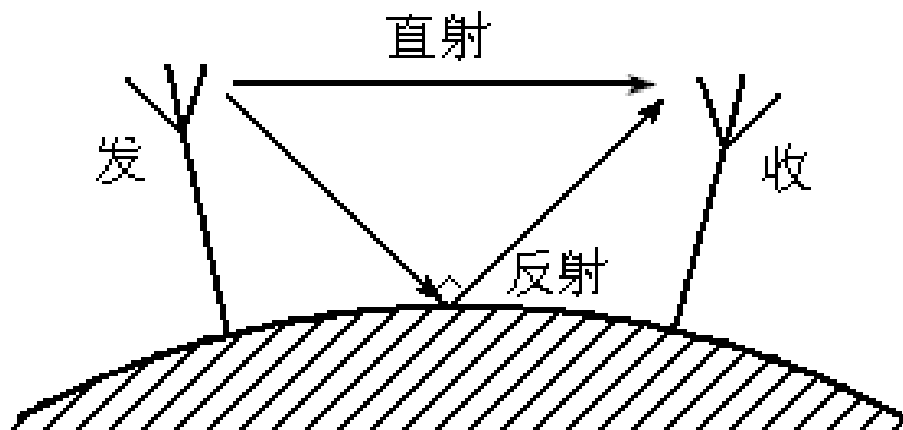


图1.2.7 空间波的发射与接收

空间波是利用直射和反射实现电磁波的传播。但只限于视距距离范围内。通常**50**米高的天线通信距离约**50**公里。



结论:

- 长波信号以地波传播为主;
- 中波和短波信号以地波和天波两种方式传播, 而中波以地波为主, 短波以天波为主;
- 频率较高的超短波及其更高频率的无线电波, 主要沿空间直射传播。



本节小结:

本节主要介绍了无线电发送设备、接收设备的组成框图及其简单的工作原理、工作波形、各部分的作用。

要求:

- 1、掌握无线电发送设备的组成框图;
- 2、掌握无线电接收设备的组成框图;



下节课预备知识:

电路分析中：阻抗（导纳）的概念

LC并联谐振回路的特性

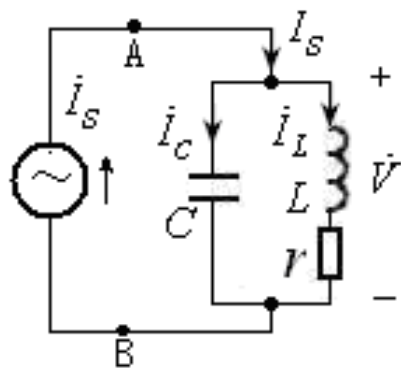


图2.1.1 并联谐振回路

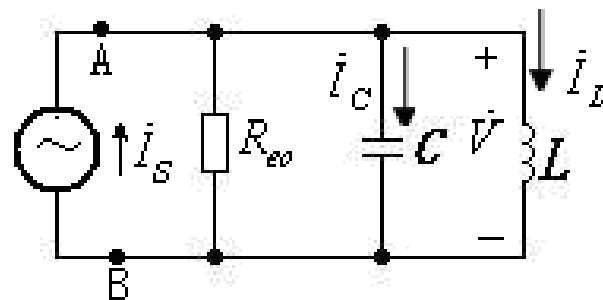
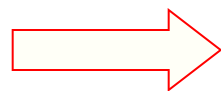


图2.1.2 并联等效电路

预习：2.1 2.2