



成都信息工程大学  
Chengdu University of Information Technology

---

# 高频电子线路

周 杨

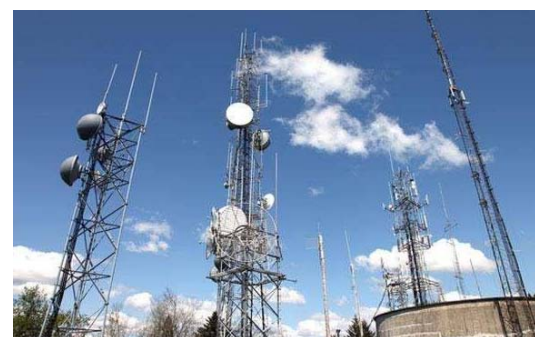
zhouyang@cuit.edu.cn

13219050720  
QQ: 121048580



## 学习类容

本课程主要分析学习通信系统中高频电波信号的产生、放大和接收的电路，因此称为“高频电子线路”。





## 目录

- 一. 绪论
- 二. 谐振与小信号选频放大电路
- 三. 高频功率放大器
- 四. 正弦波振荡电路
- 五. 线性频谱搬移电路
- 六. 角度调制与解调电路
- 七. 反馈控制电路



成都信息工程大学  
Chengdu University of Information Technology

---

## 参考书籍

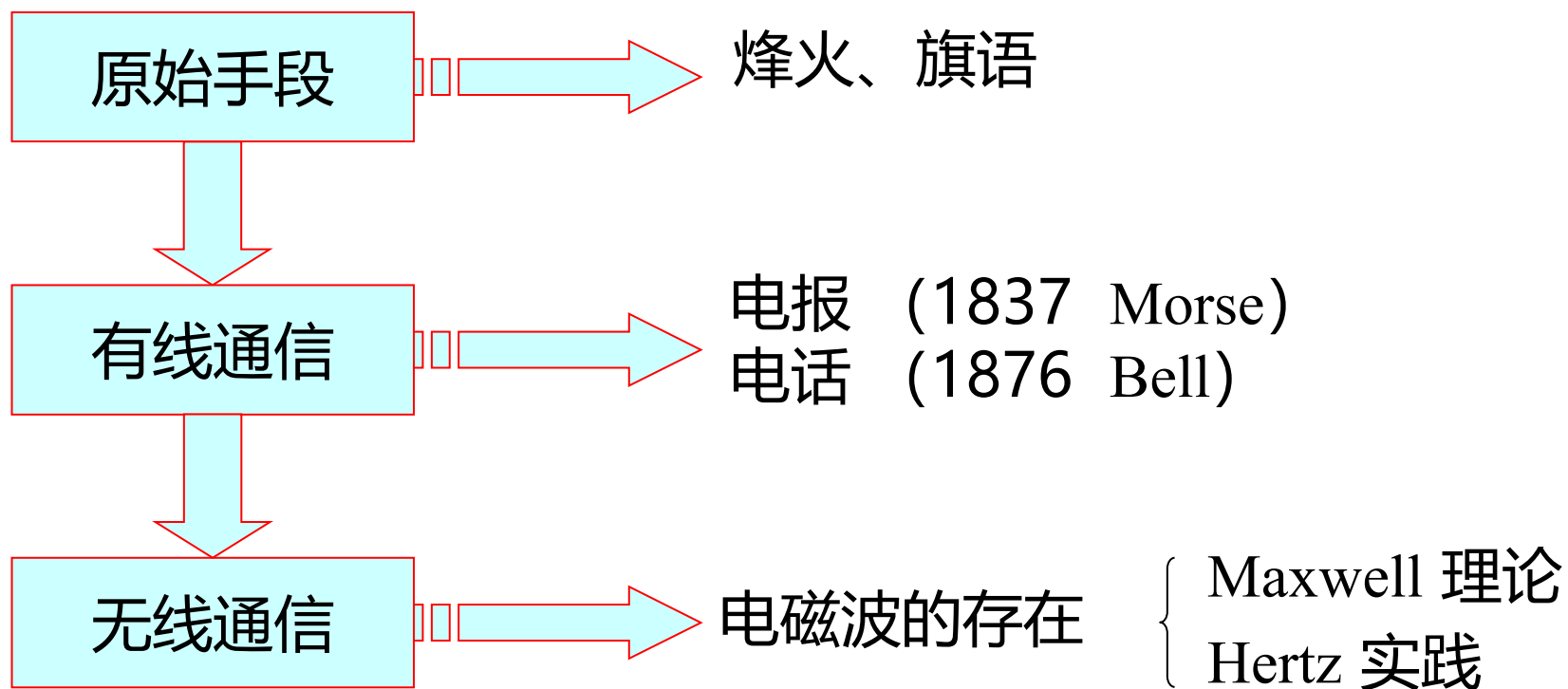
- 1、高频电子线路                      高瑜翔 科学出版社
- 2、高频电子线路                      张肃文 高等教育出版社
- 3、射频通信电路                      陈邦媛 科学出版社



## 第一章 绪论

- 1、了解无线电技术的发展历史
- 2、了解无线电信号收发的基本概念
- 3、了解高频无线电系统的基本结构和特点
- 4、了解高频电路的分析方法

# 无线电通信发展简史

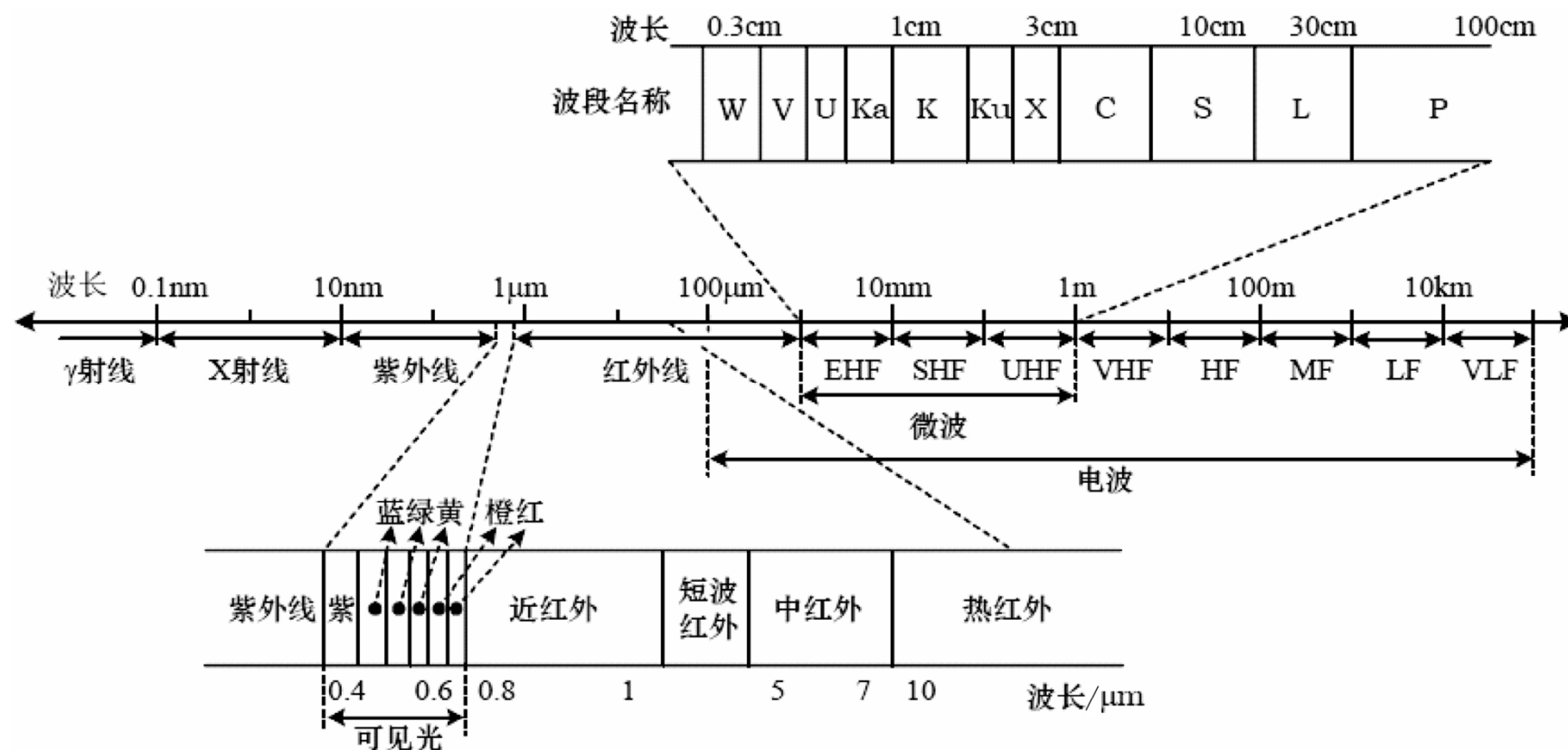


# 无线电通信发展简史

## ◆ 无线通信

- 1864年            麦克斯韦            电磁理论
- 1887年            赫兹                实验验证
- 1904年    弗莱明            电子二极管
- 1907年    福莱斯特          电子三极管
- 1948年    肖克莱            晶体三极管
- 20世纪60年代    集成电路出现

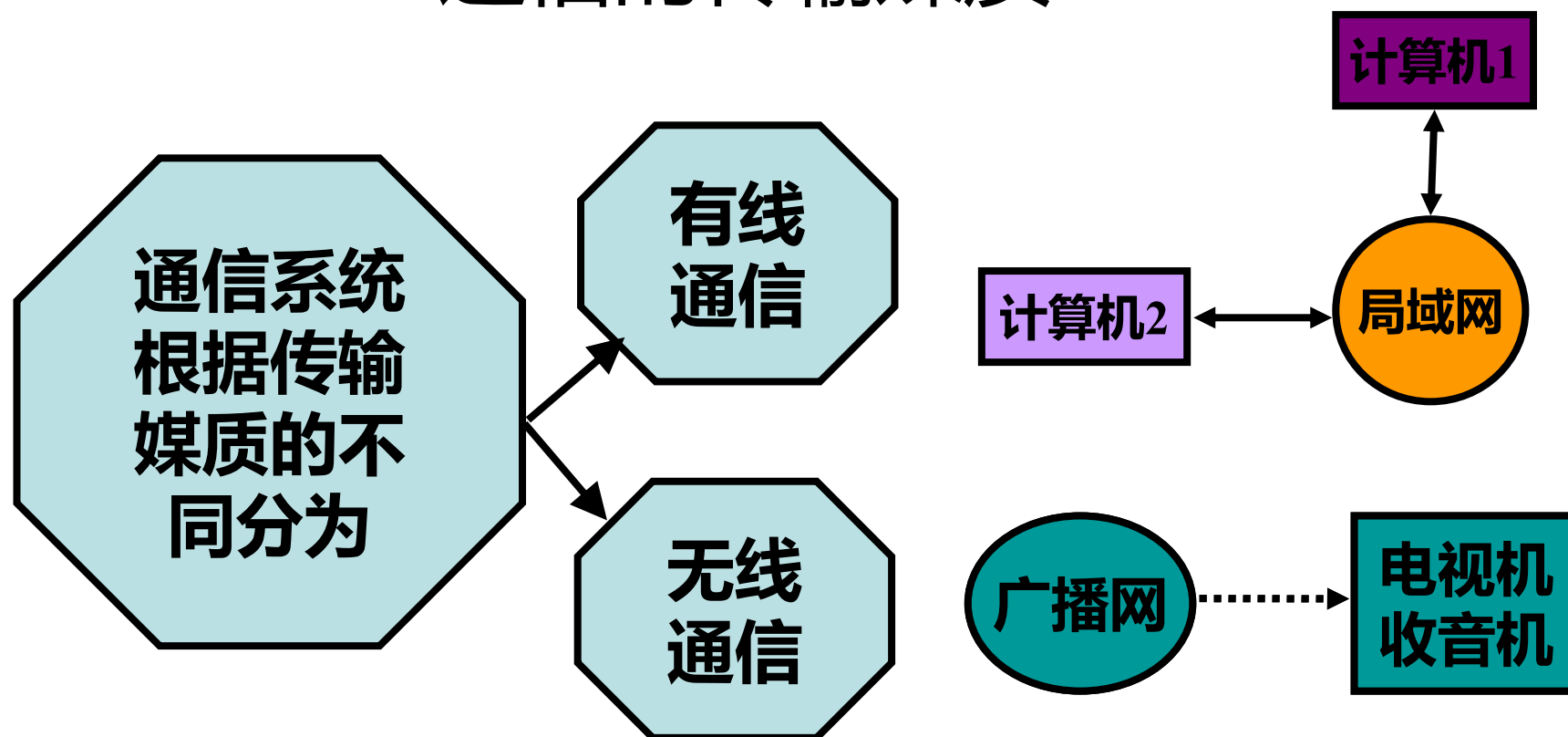
# 电磁波频段的划分和应用



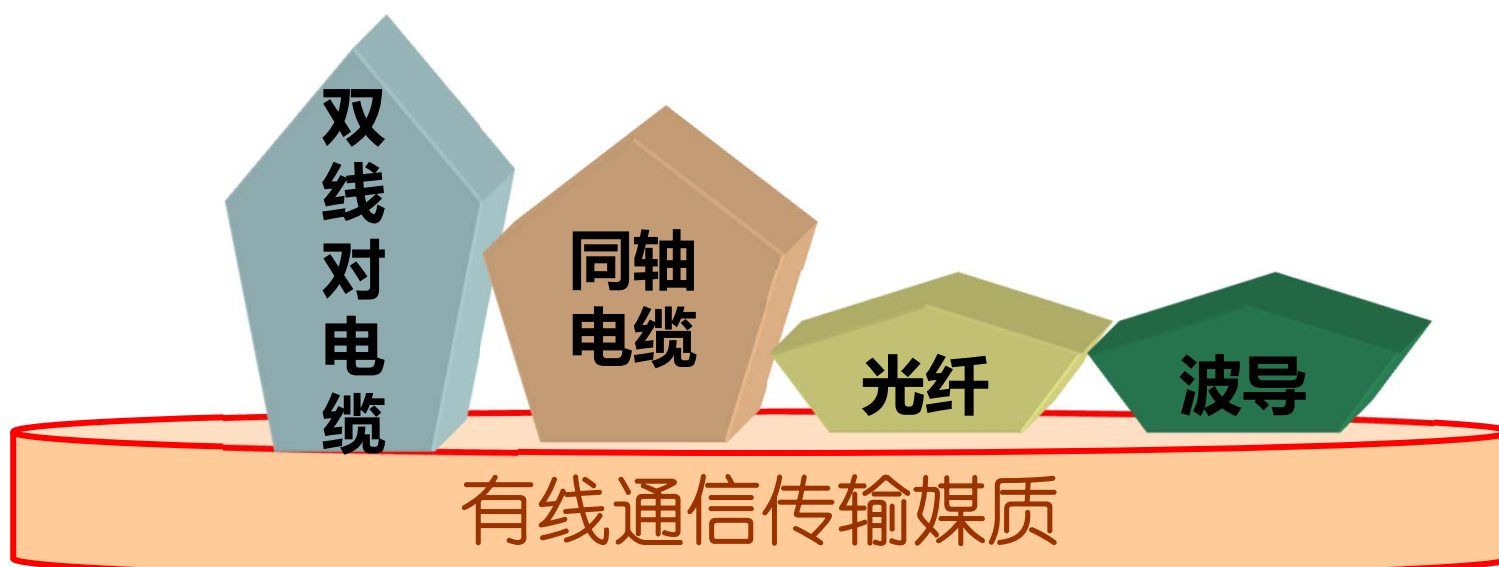
# 电磁波频段的划分和应用

频段	频率	波长	主要用途
ELF (极低频)	30~300 Hz	10 000~1000 km	工频 (交流配电) 信号、低频遥测信号
VF (音频)	300~3000 Hz	1000~100 km	语音频带 (信道)
VLF (甚低频)	3~30 kHz	100~10 km	人类听觉高端 (音乐、声呐) 政府或军事系统, 如潜艇通信
LF (低频)	30~300 kHz	10~1 km	船舶与航空导航
MF (中频)	300~3000 kHz	1~0.1 km	商用 AM 无线广播
HF (高频)	3~30 MHz	100~10 m	短波广播、短波通信电台、业余无线电台
VHF (甚高频)	30~300 MHz	10~1 m	商业 FM 广播 (88~108 MHz) 商业电视 (54~216 MHz, 2~13 频道) 移动通信 (集群)、船舶、航空通信
UHF (超高频)	300~3000 MHz	100~10 cm	商业电视 (14~83 频道)、陆上移动、蜂窝电话、雷达、导航系统, 微波及卫星无线电系统
SHF (特高频)	3~30 GHz	10~1 cm	微波及卫星无线电系统
EHF (极高频)	30~300 GHz	1~0.1 cm	视距通信, 波束方向集中, 目前主要用于保密性要求高的军事领域
亚毫米波	300~3000 GHz	1~0.1 mm	光纤通信
红外	0.3~300 THz		
可见光	0.3 PHz~3 PHz		
紫外	$10^{16}$ Hz		
X 射线	$10^{19}$ Hz		
伽马射线	$10^{20}$ Hz		
宇宙射线	大于等于 $10^{22}$ Hz		

## 通信的传输媒质

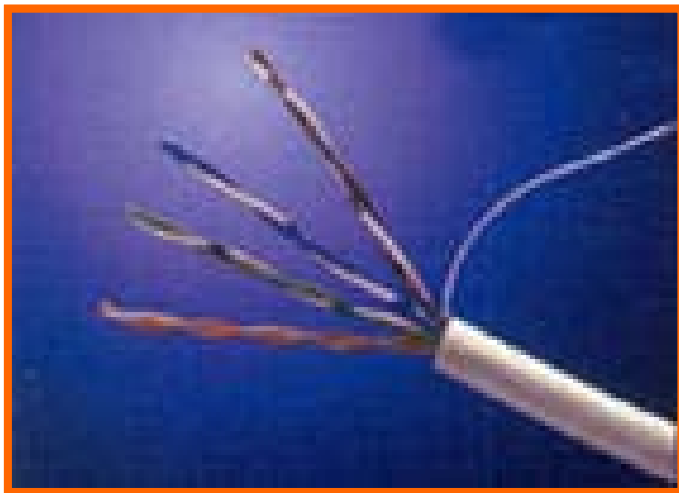


## 有线通信的传输媒质



## 有线通信的传输媒质

### 双线对电缆 (双绞线)



主要用于频率较低电话通信和中短距离低速数据通信。双线扭绞，相邻线电流方向相反，感应电磁场互相抵消，以减少干扰。

频率较高时，由于趋肤效应，导线电阻增大，且不能忽视辐射损耗。

## 有线通信的传输媒质

### 同轴电缆



**主要用于频率较高电视  
信号传输、射频/微波  
器件和模块之间的连接  
，用途广泛。**

## 有线通信的传输媒质

### 光纤



**主要用于高速、  
远距离大数据量数  
据通信。**

# 有线通信的传输媒质

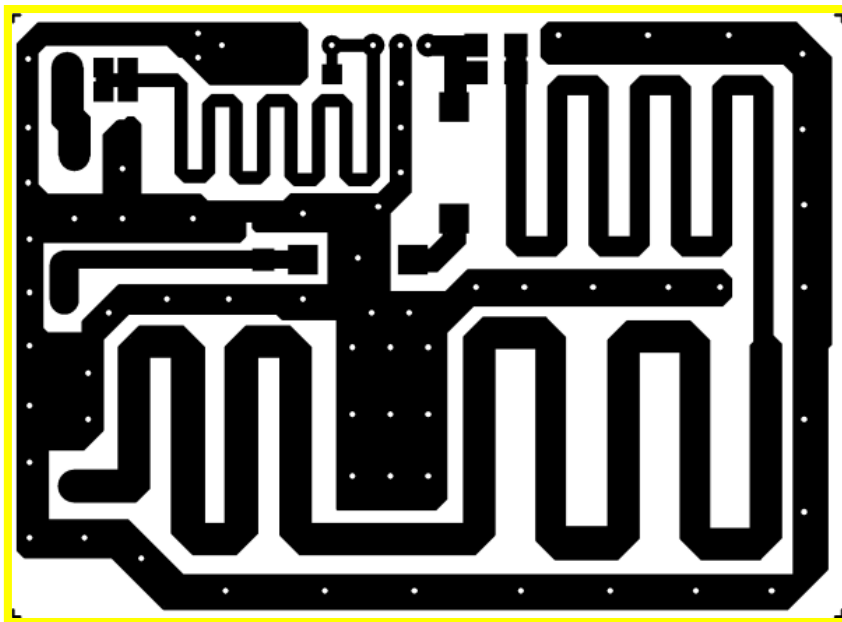
## 波导



**主要应用毫米波信号的传输及毫米波电路的制作。**

## 有线通信的传输媒质

### 微带线



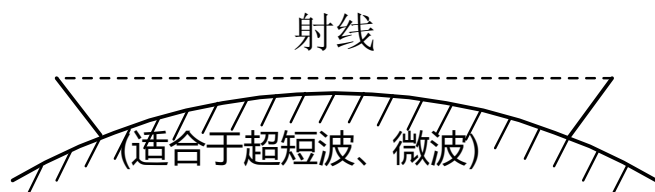
主要应用于射频/微波器件和多层印制板电路的制作。

# 无线电波的传播特性

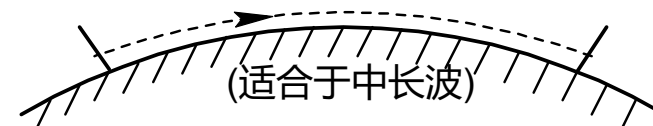
无线电波的传播特性是指无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等。  
决定传播方式和传播特点的关键因素是无线电信号的频率。



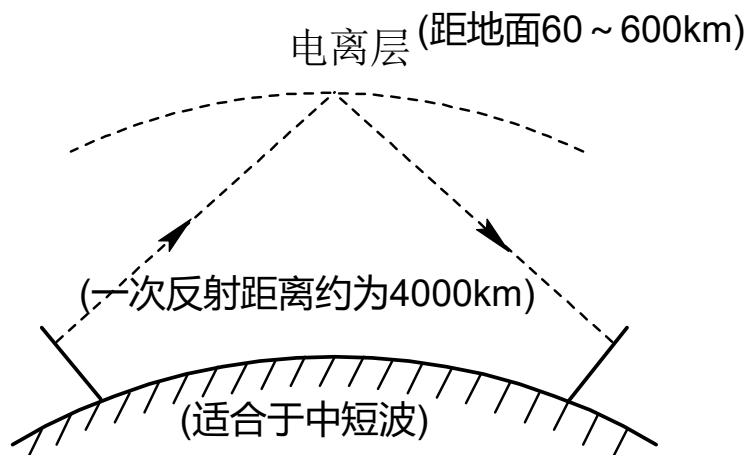
### 无线电波的主要传播方式



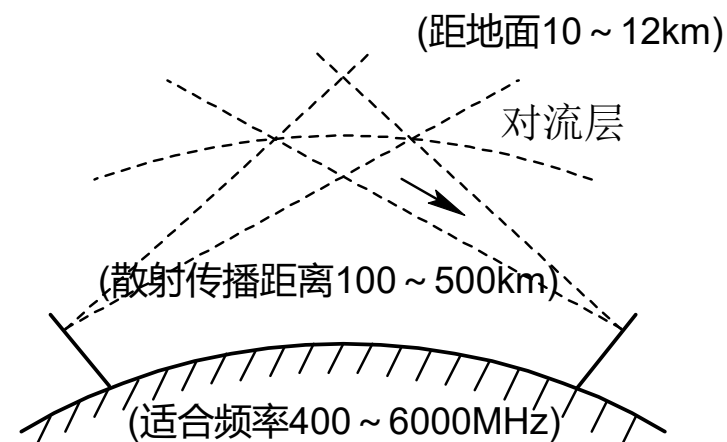
(a)



(b)



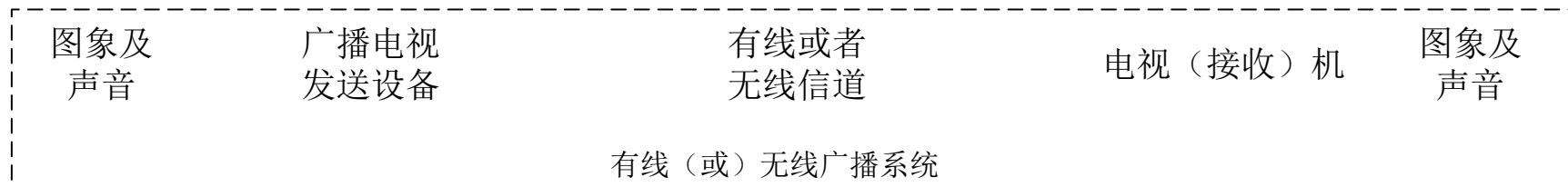
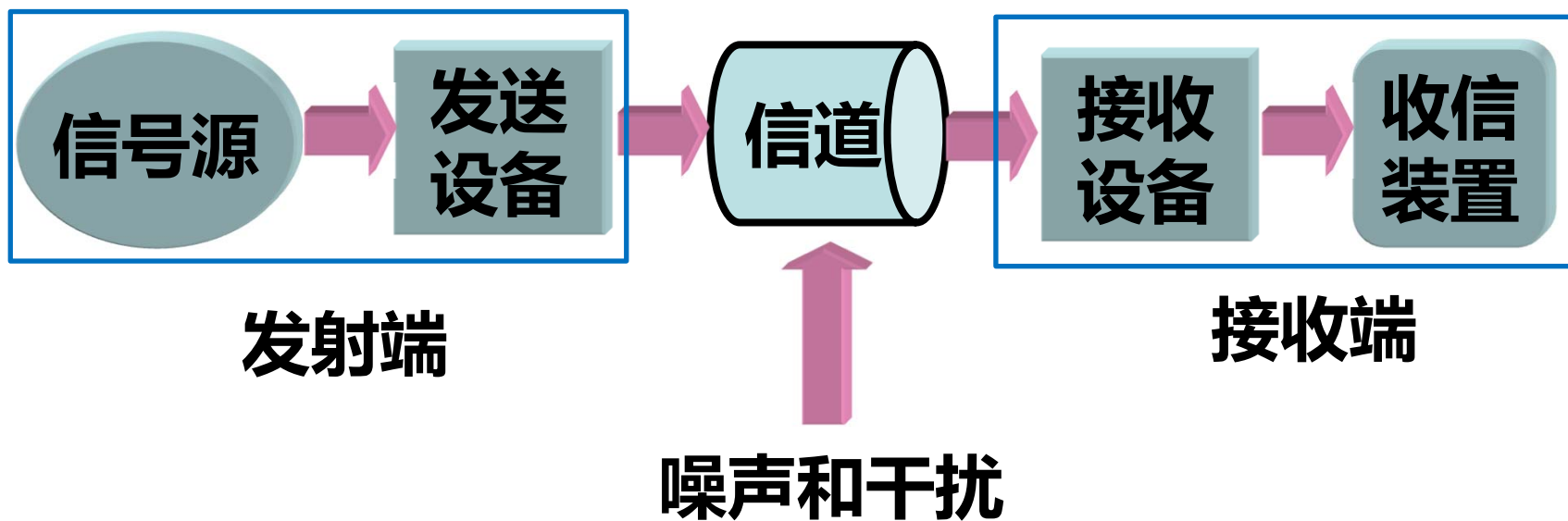
(c)



(d)

(a) 直射传播; (b) 地波传播; (c) 天波传播; (d) 散射传播

## 通信系统简化模型



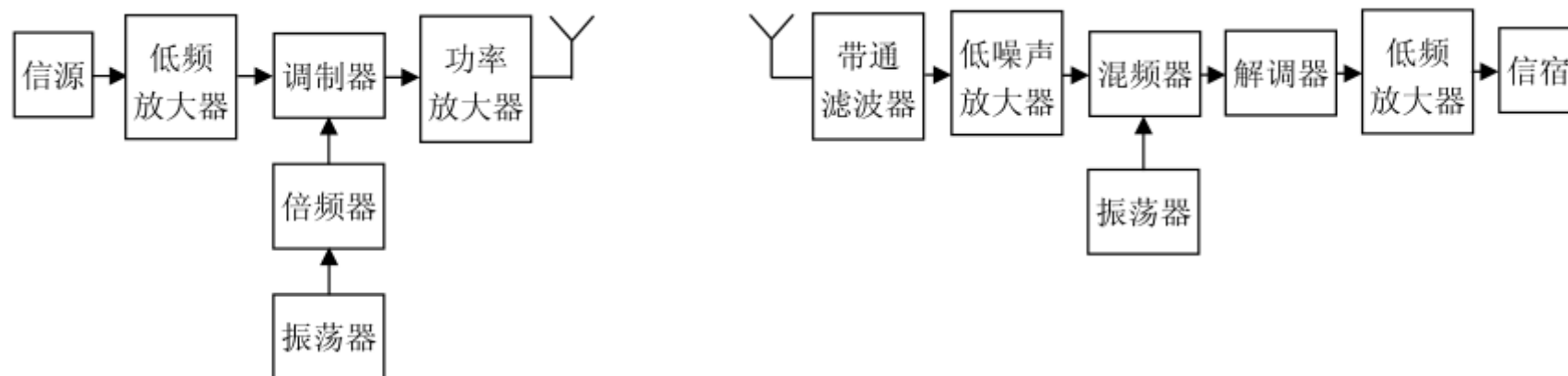
# 通信系统简化模型

## 各部分的作用

1. **信号源**：提供需要传送的信息；
2. **发送设备**：将基带信号进行某种处理，并以足够的功率送入信道，以实现有效的传送，其中最主要的处理为调制，调制后的信号称为已调信号，或已调波；
3. **信道**：信息的传送通道，又称传输媒介。信道可分为无线信道和有线信道两大类；
4. **接收设备**：把由信道传送过来的已调信号取出并进行处理，得到与发送相对应的原基带信号，把这一过程称为解调；



## 无线通信系统典型构成框图



## 无线通信系统的基本组成

- (1) 高频振荡器：用于产生载波或本地振荡信号
- (2) 放大器：包括小信号放大和功率放大
- (3) 混频或变频：
- (4) 调制与解调：
- (5) 反馈控制电路：包括AGC、AFC和APC（PLL）

# 电信号的产生和发射

## ◆基带信号

- 无线通信系统中传输的信号可以是声音、图像、数据等，其波形复杂，有连续信号，也有离散信号，但都具有一定的频率范围，这种信号称为**基带信号**。
- **基带信号不可能直接发射出去**，只有利用高频信号作为“载波”才能有效地将有用信号用电磁波的形式发射出去。
  - ✓ 高频适合于通过天线传输；
  - ✓ 高频的频带范围宽，信息容量大。

# 电信号的产生和发射

## ◆解决的办法

### ➤产生高频信号

✓由振荡电路输出一个高频信号，将其加到适当高度的天线上发射出去，这个高频信号称为载波，用来作为传输信息的运载工具。

### ➤调制高频信号

✓用需要传输的低频信号去控制高频的载波信号，这个过程称为调制。



# 电信号的产生和发射

## ◆ 无线通信系统中的信号

### ➤ 调制信号（基带信号）

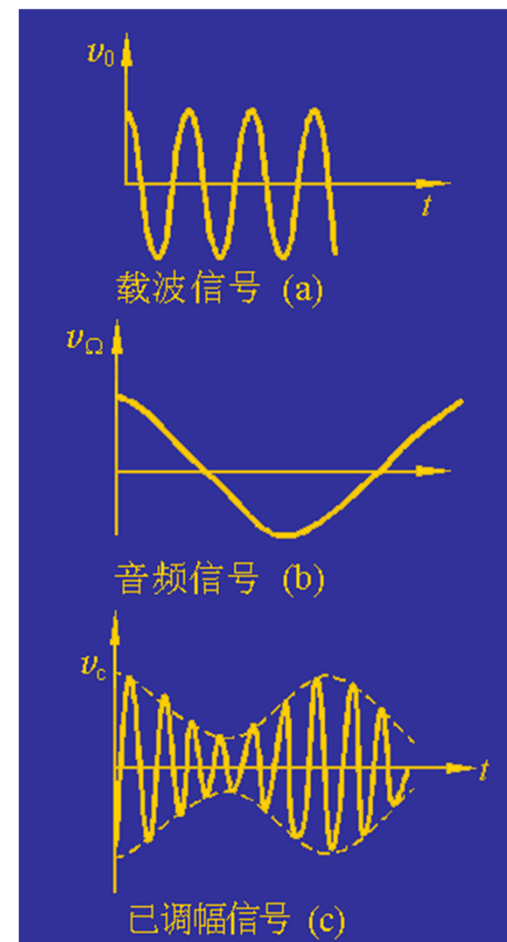
✓ 携有信息的电信号。

### ➤ 载波信号

✓ 未调制的高频振荡信号。

### ➤ 已调波信号

✓ 经调制后的高频振荡信号。



# 电信号的产生和发射

## ◆无线电发射机

### ➤调制modulation

✓用带有信息的信号控制高频信号的一个或几个参数，使该参数按照电信号的规律而变化的一种处理方式。

### ➤将音频信号“装载”到高频振荡中的方法有好几种。

✓调幅、调频、调相等。

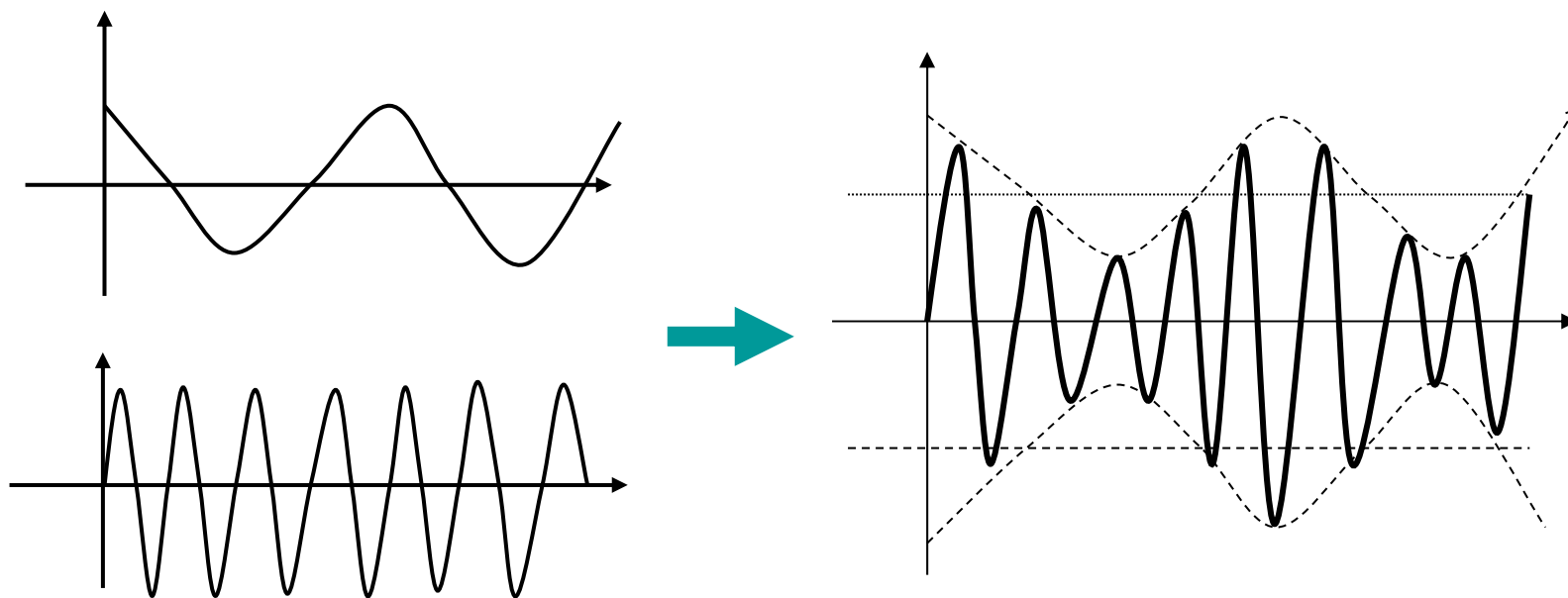


# 电信号的产生和发射

## ◆ 调制

### ➤ ① 振幅调制（调幅AM）

✓ 使高频振荡信号的幅度随调制信号变化的调制方式。

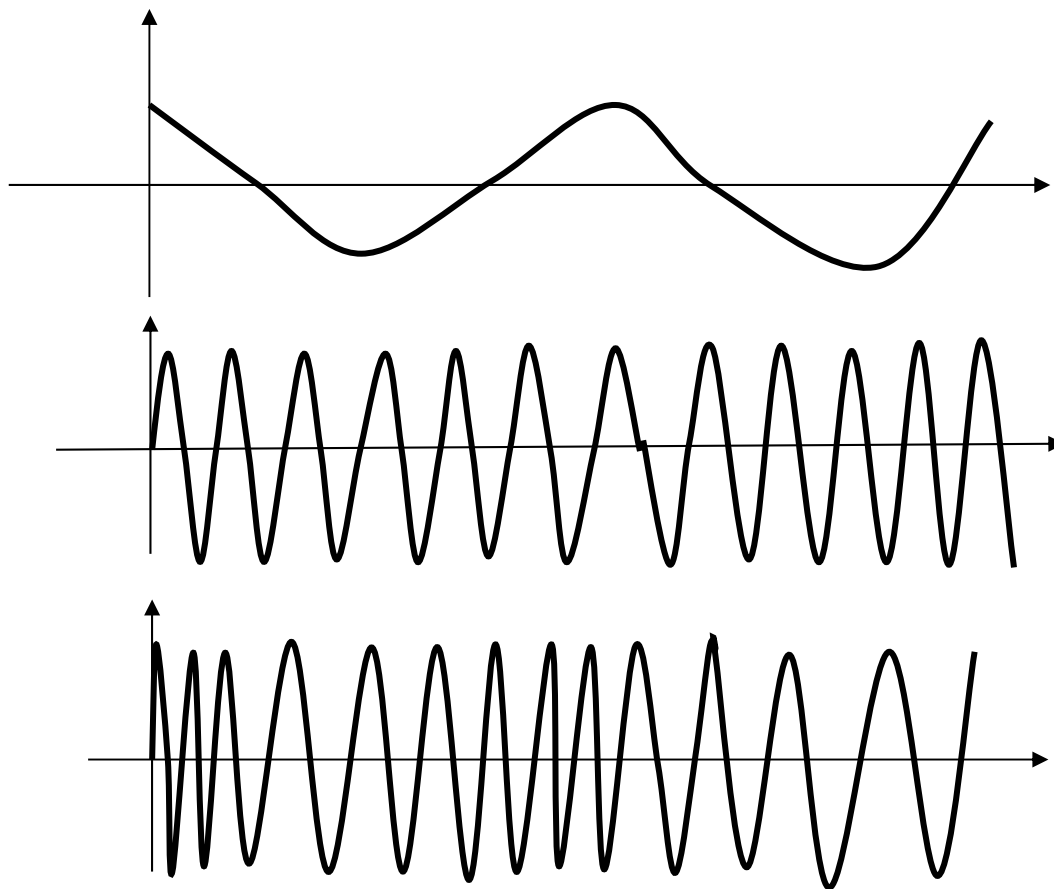


# 电信号的产生和发射

## ◆ 调制

### ➤ ② 频率调制（调频FM）

✓ 使高频振荡信号的频率随调制信号变化的调制方式。



# 电信号的产生和发射

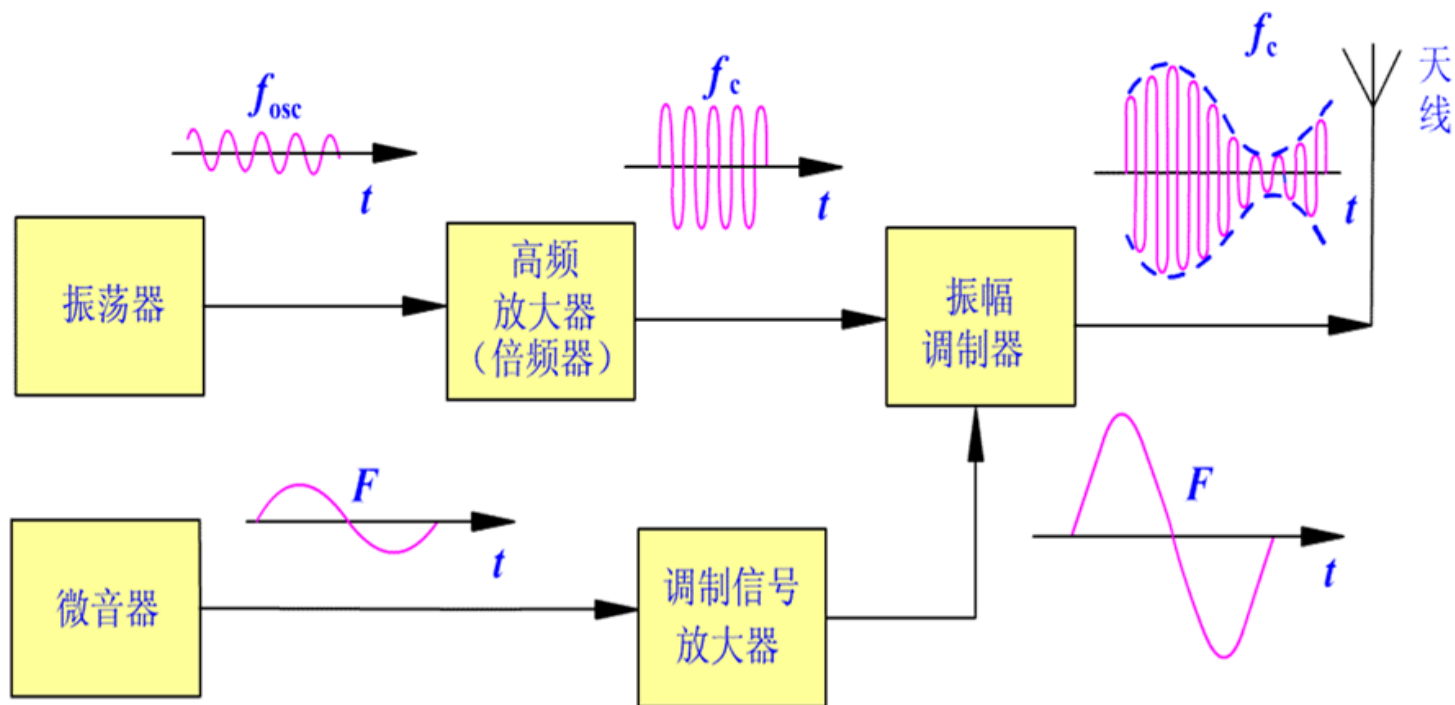
## ◆ 调制

### ➤ ③ 相位调制（调相PM）

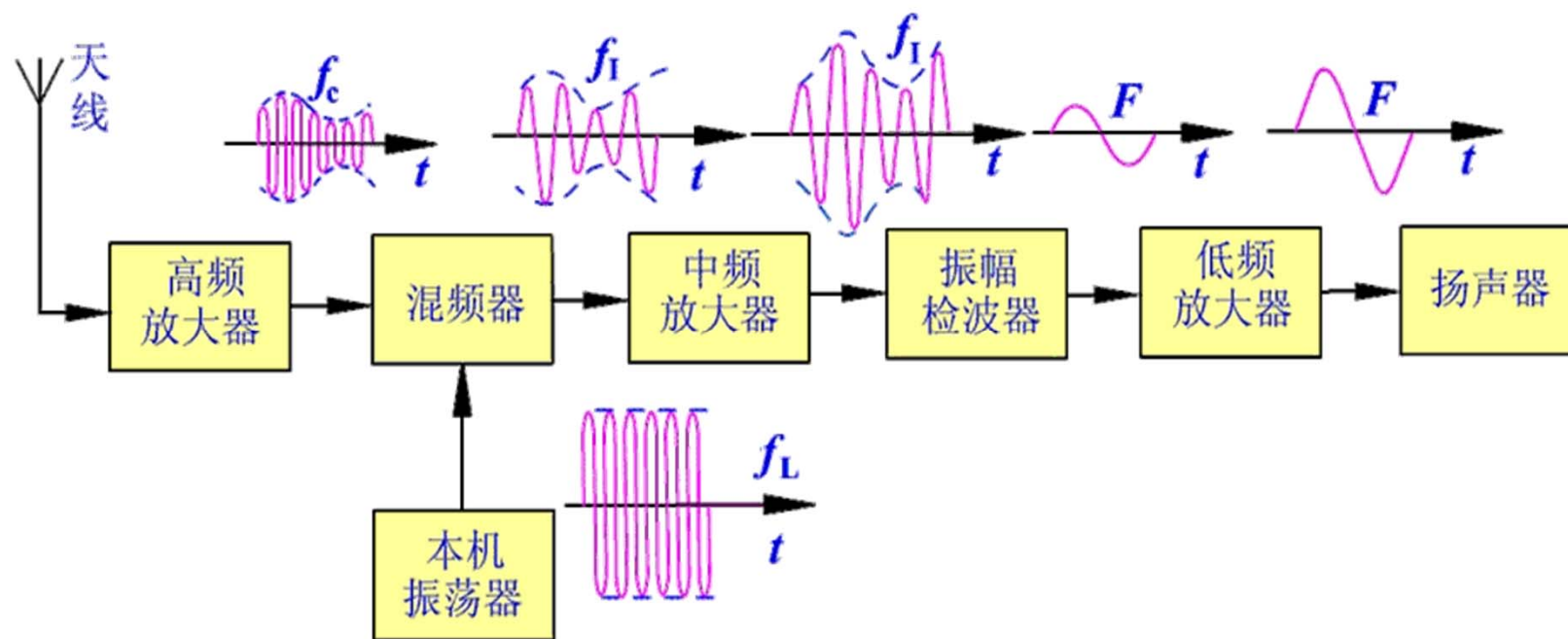
✓ 使高频振荡信号的相位随调制信号变化的调制方式。



## 调幅发射机组成



# 调幅接收机组成



# 高频电子线路的特点

- (1) 高频电子线路是由线性元件（电阻、电容、电感等）和非线性器件（二极管、三极管、场效应管等）**组成**；
- (2) 非线性电路的分析是本课程的**核心和难点**；
- (3) 本课程**主要内容**有高频振荡器、高频放大器（小信号放大、功率放大）、高频信号的变换和处理（变频、调制、解调）等。

