



成都信息工程大學
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. 正弦波震荡电路**
 - 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**
-



参考书籍

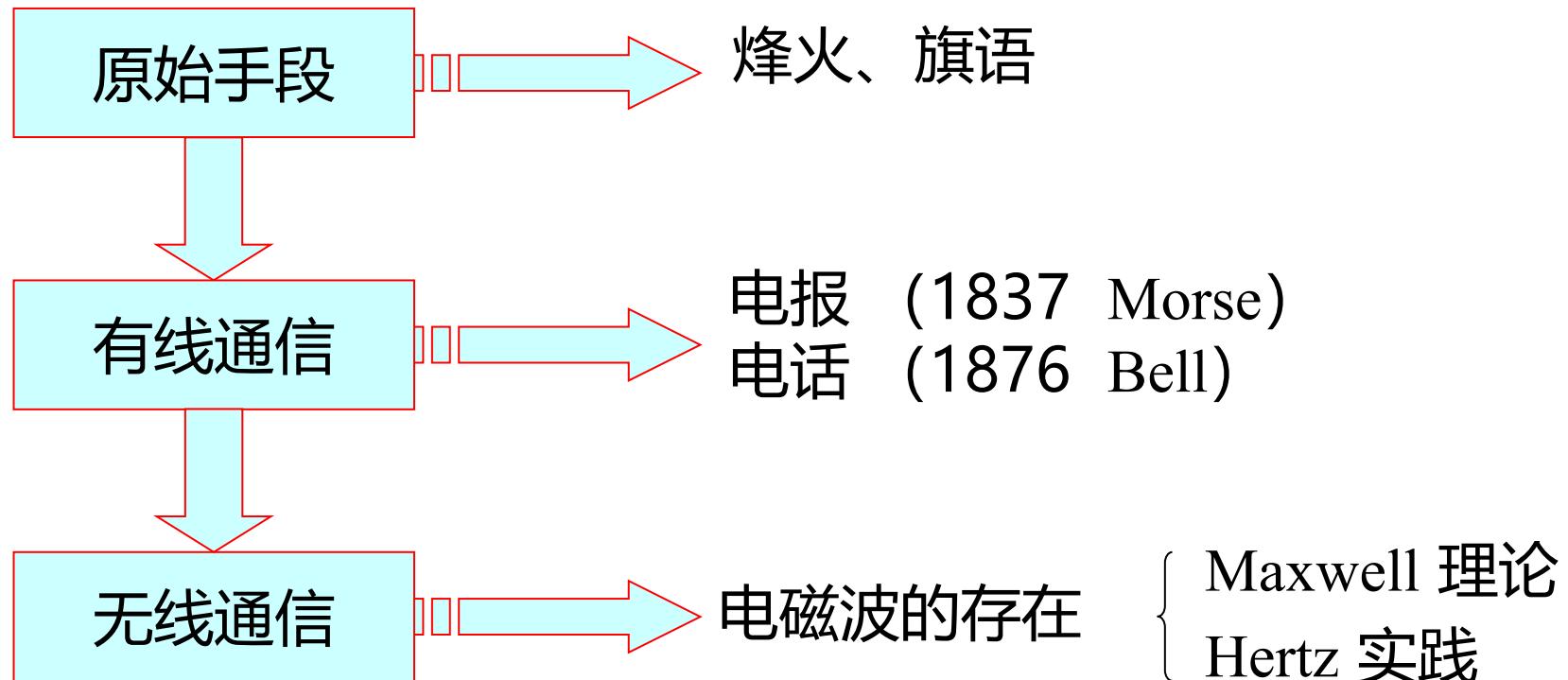
- | | |
|------------|-------------|
| ■ 1、高频电子线路 | 高瑜翔 科学出版社 |
| ■ 2、高频电子线路 | 张肃文 高等教育出版社 |
| ■ 3、射频通信电路 | 陈邦媛 科学出版社 |



第一章 绪论

- 1、了解无线电通信技术的发展历史
 - 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



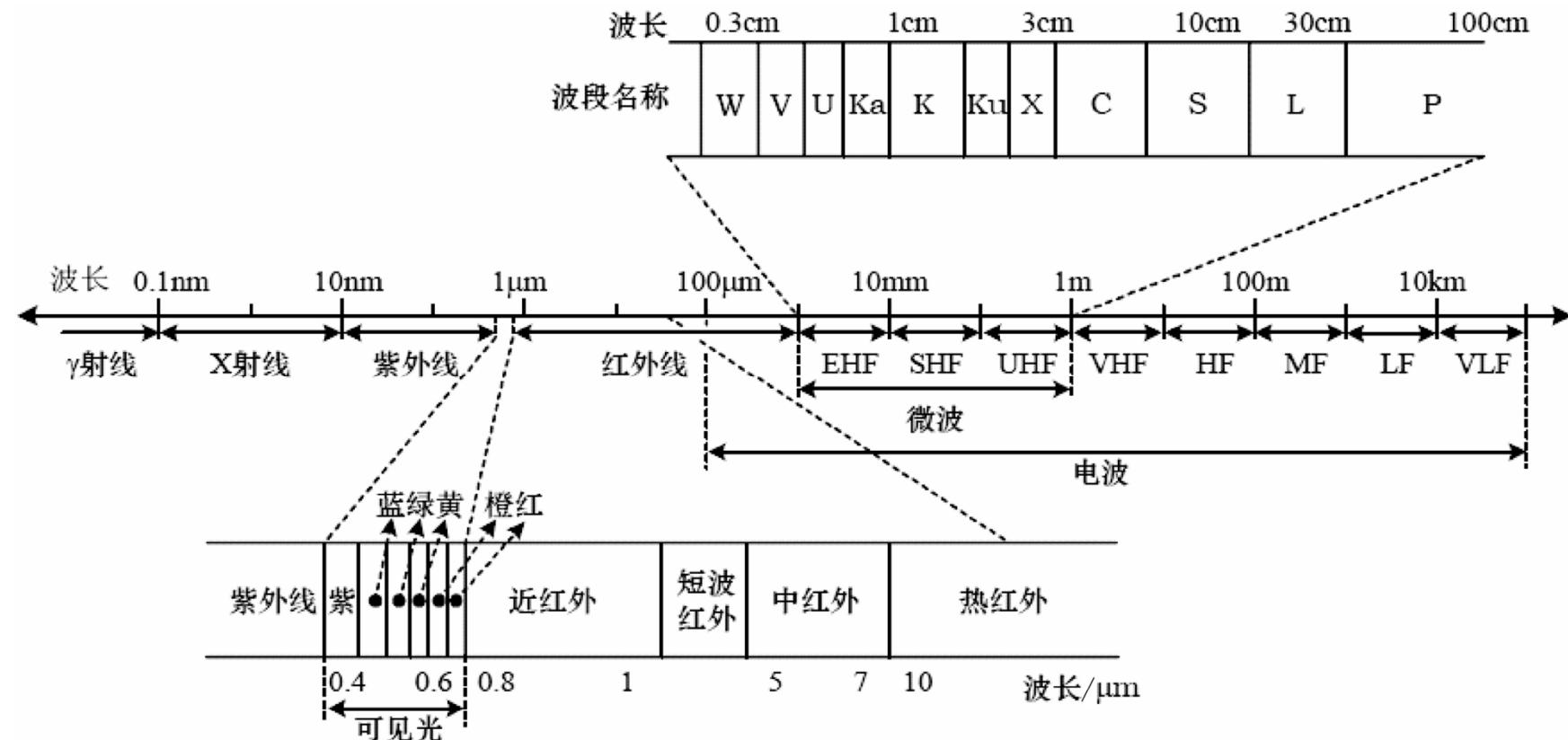
无线电通信发展简史

◆ 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

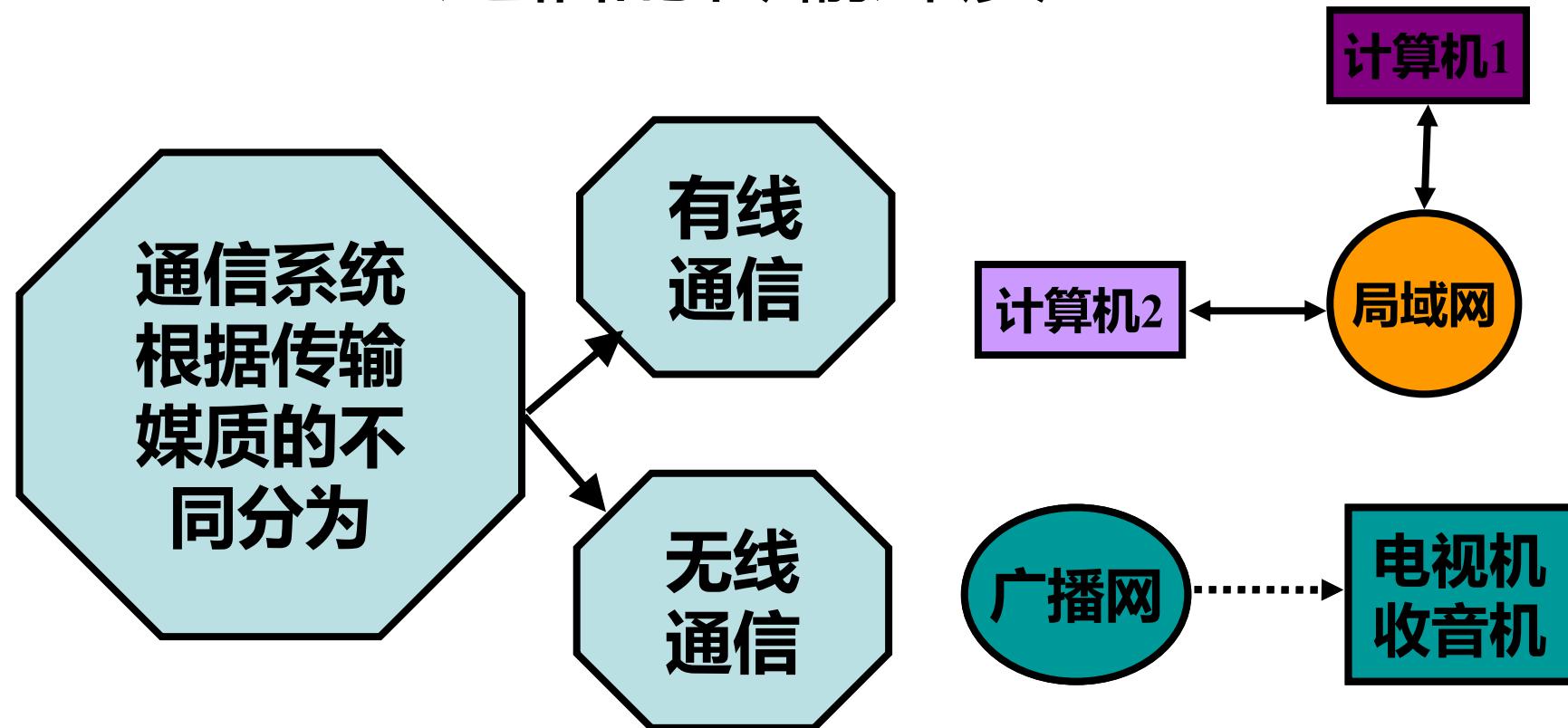


电磁波频段的划分和应用

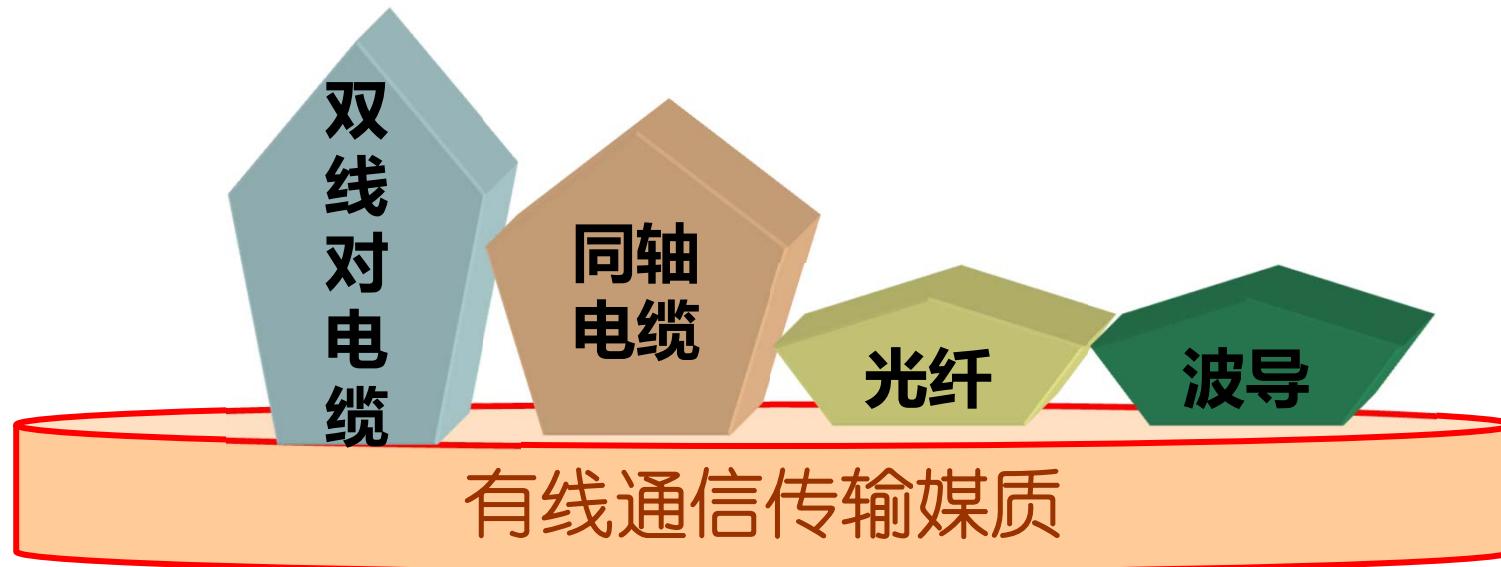
频 段	频 率	波 长	主 要 用 途
ELF(极低频)	30~300 Hz	10 000~1000 km	工频(交流配电)信号、低频遥测信号
VF(音频)	300~3000 Hz	1000~100 km	语音频带(信道)
VLF(甚低频)	3~30 kHz	100~10 km	人类听觉高端(音乐、声呐)政府或军事系统,如潜艇通信
LF(低频)	30~300 kHz	10~1 km	船舶与航空导航
MF(中频)	300~3000 kHz	1~0.1 km	商用AM无线广播
HF(高频)	3~30 MHz	100~10 m	短波广播、短波通信电台、业余无线电台
VHF(甚高频)	30~300 MHz	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

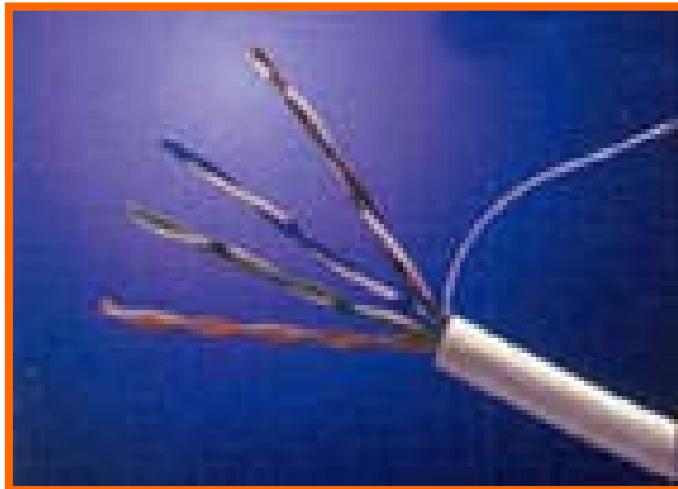


有线通信的传输媒质



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

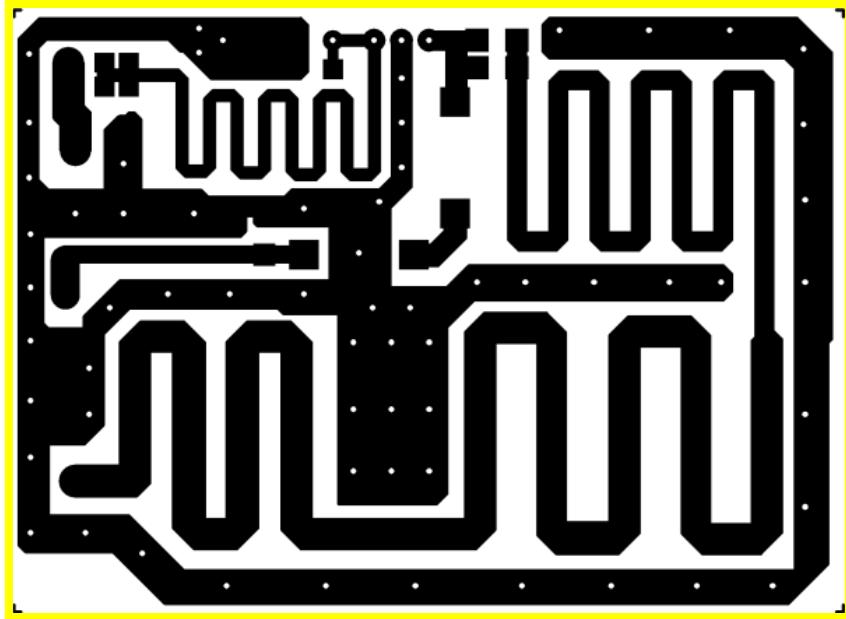


主要应用毫米波信号的传输及毫米波电路的制作。



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。

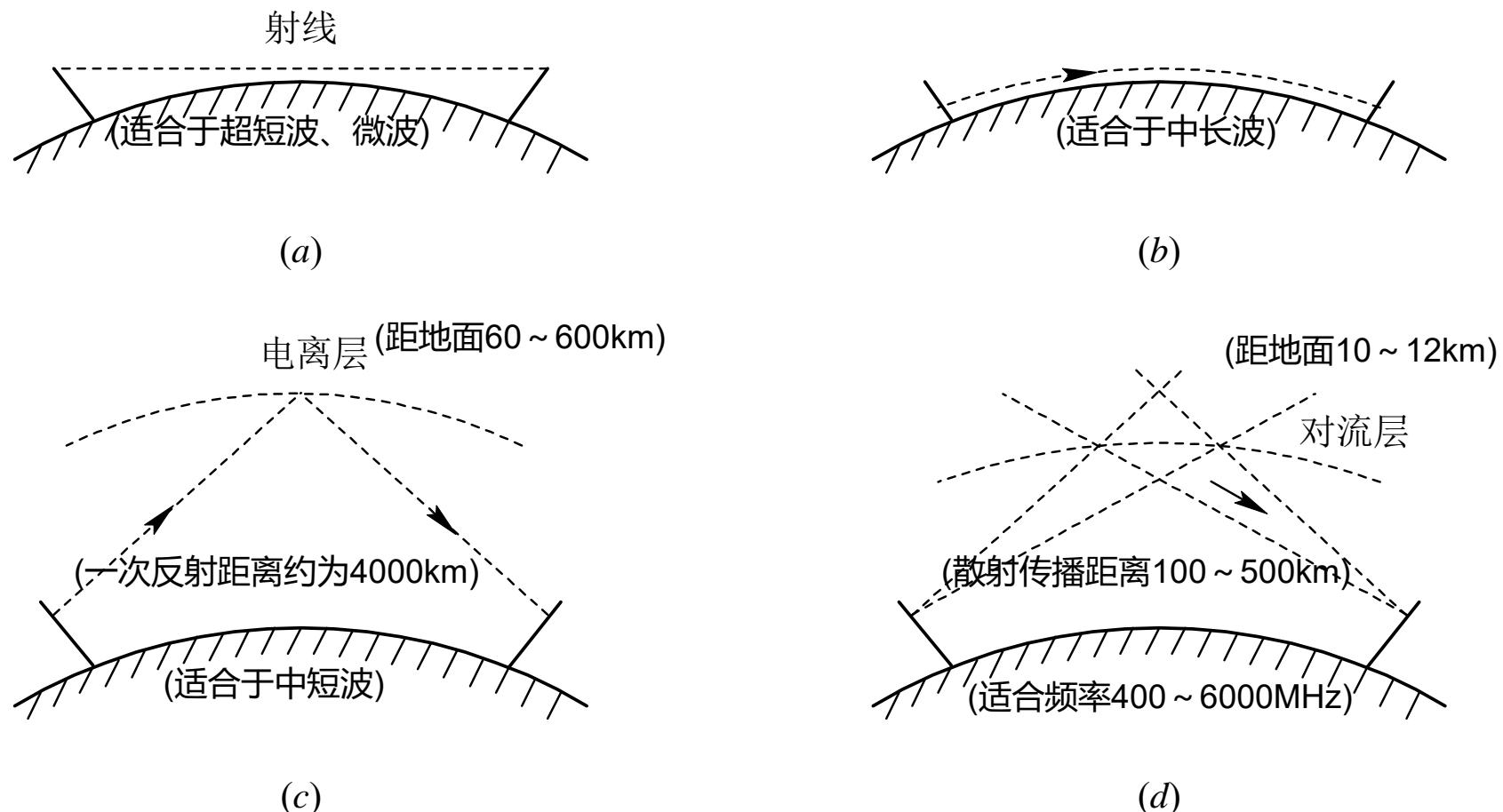


无线电波的传播特性

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。

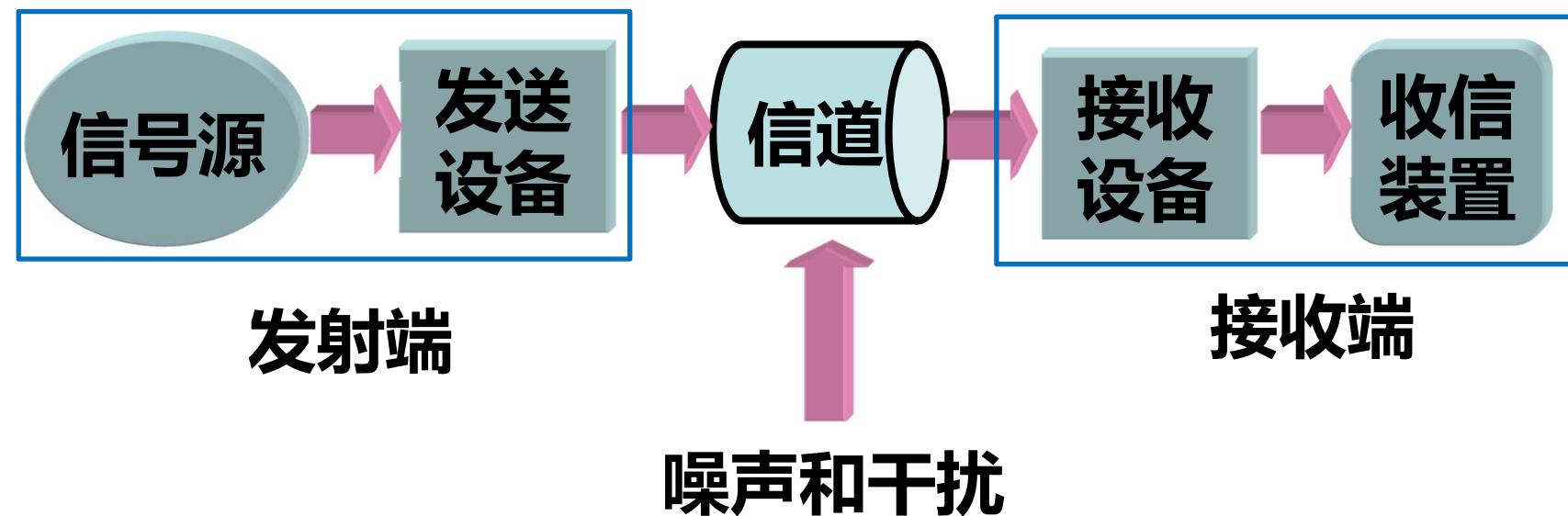


无线电波的主要传播方式



(a) 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



图象及
声音

广播电视
发送设备

有线或者
无线信道

电视（接收）机

图象及
声音

有线（或）无线广播系统



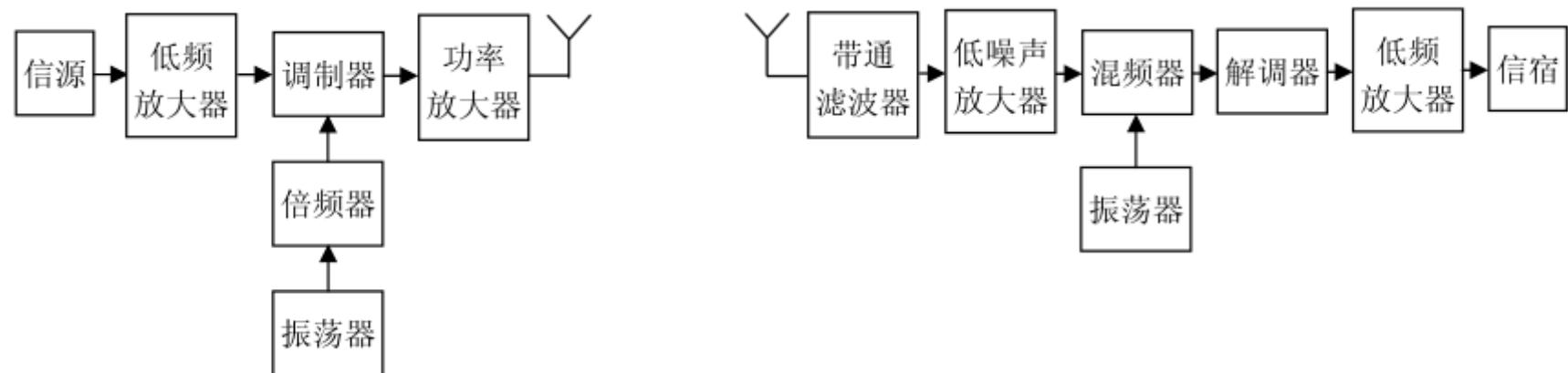
通信系统简化模型

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）

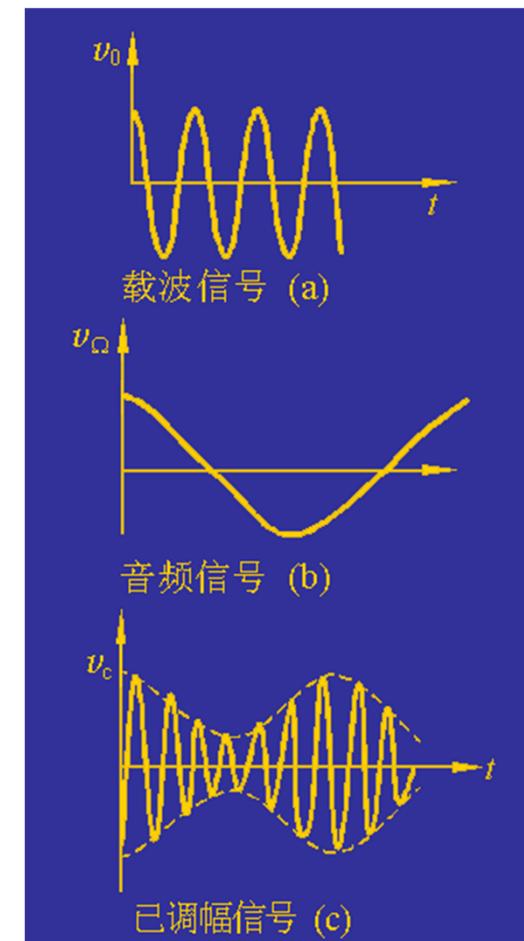
✓ 携有信息的电信号。

➤ 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。

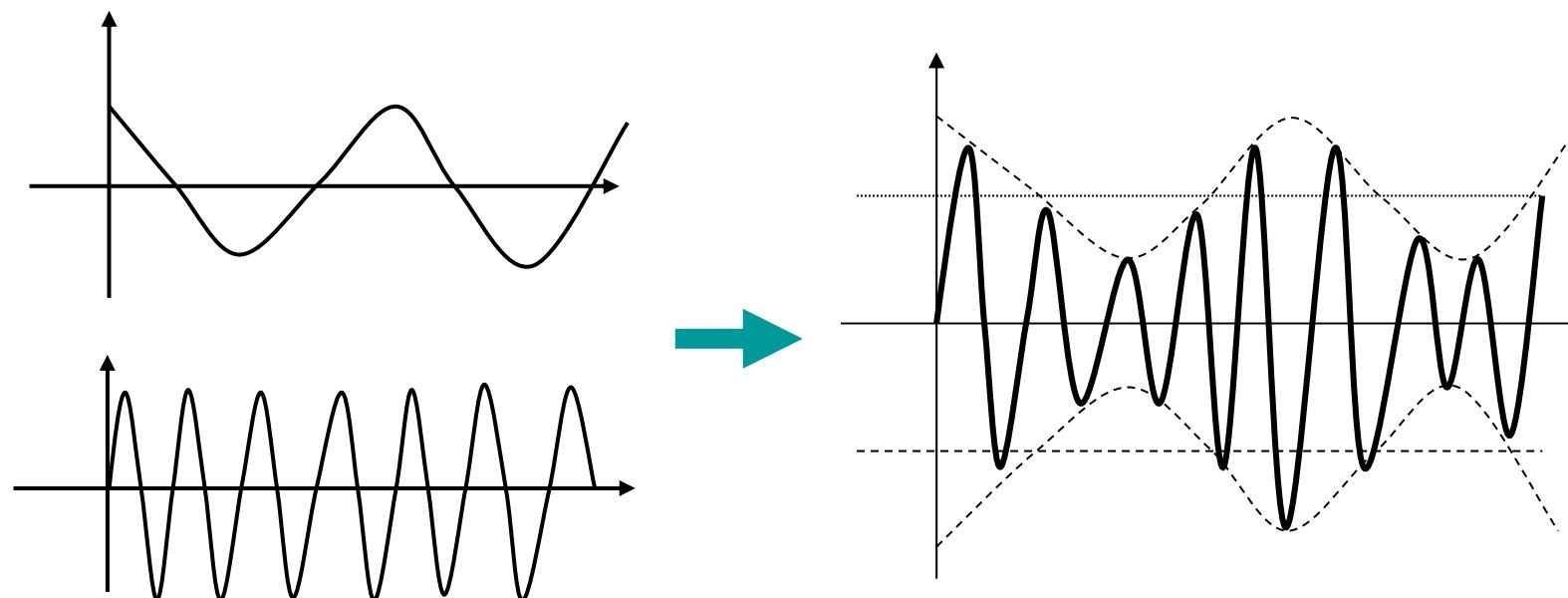


电信号的产生和发射

◆ 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。

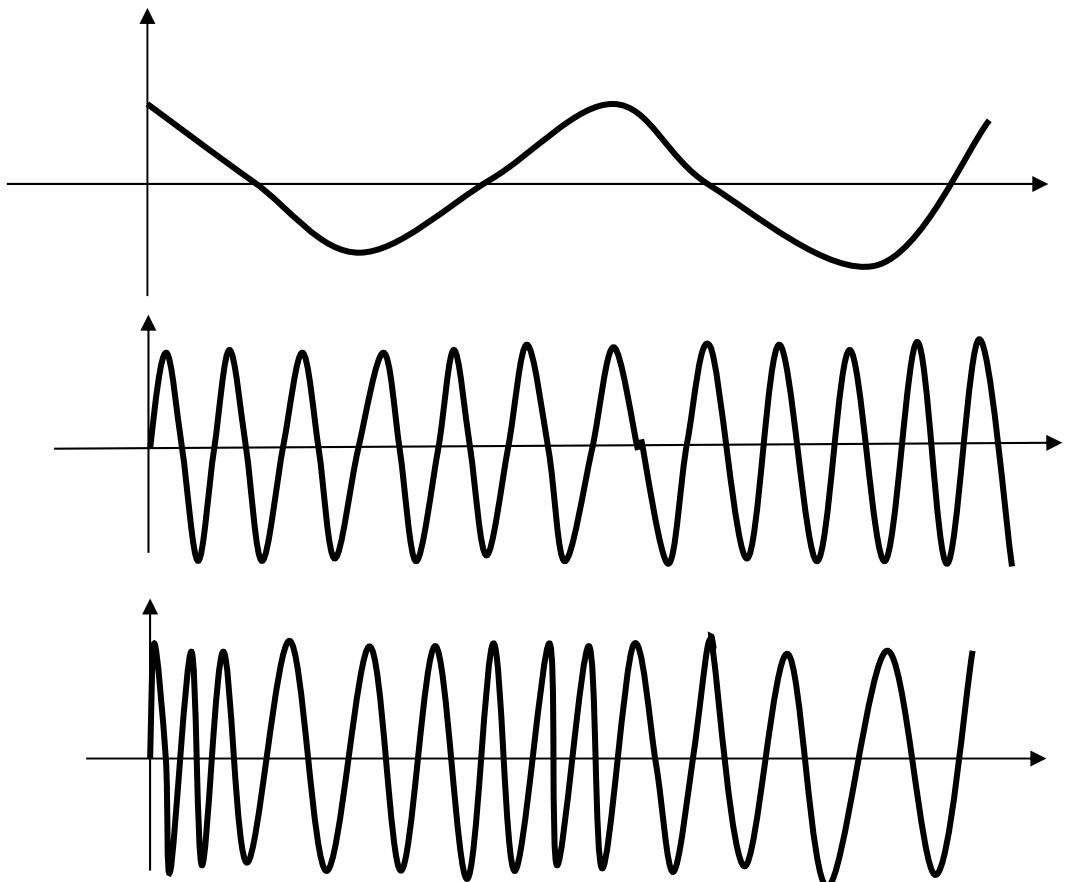


电信号的产生和发射

◆ 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

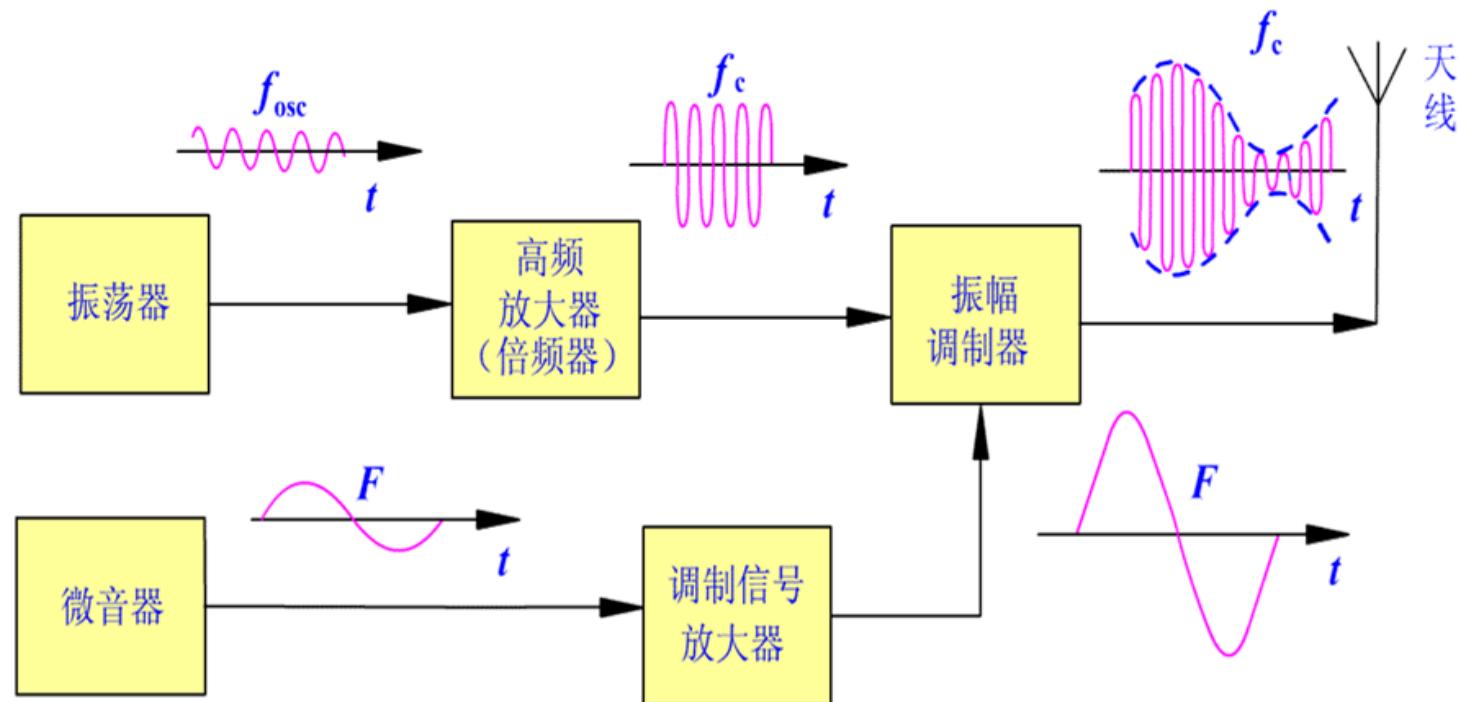
◆ 调制

➤ ③ 相位调制（调相PM）

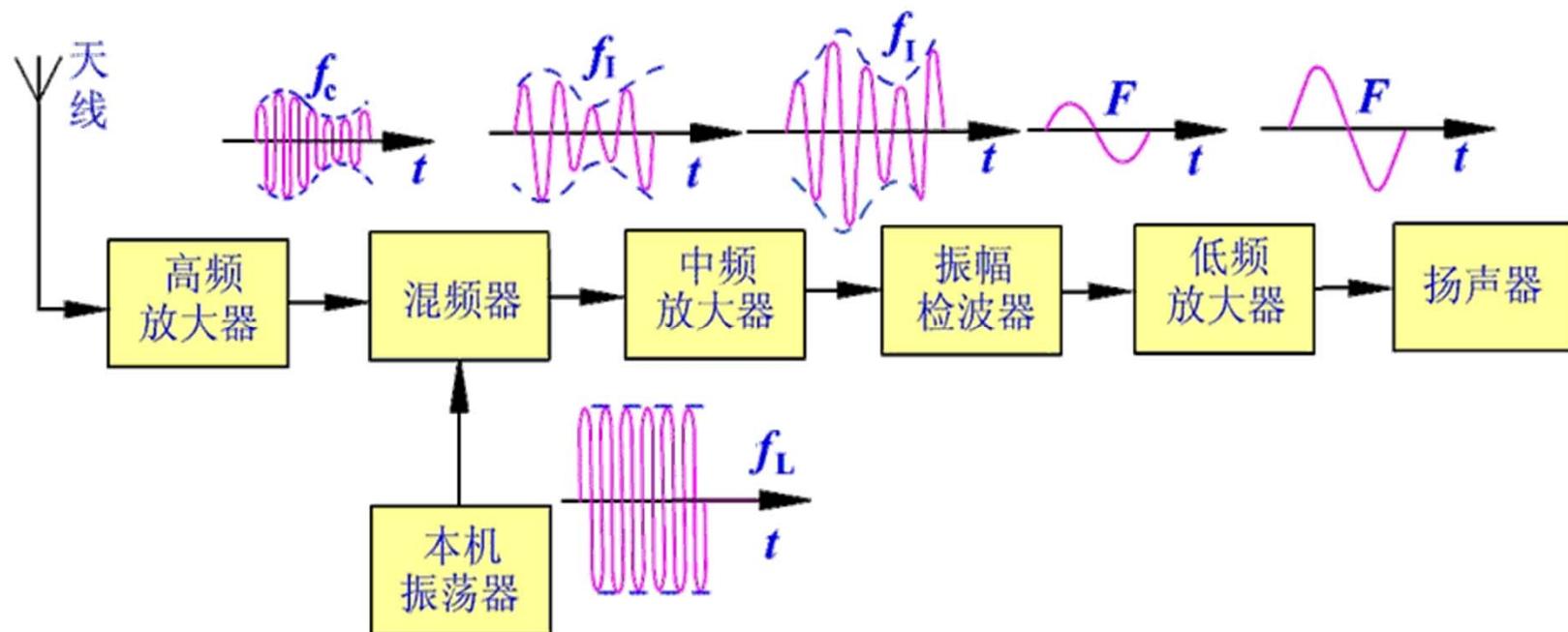
✓ 使高频振荡信号的相位随调制信号变化的调制方式。



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) 本课程的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。

