

# 非线性电子线路



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

➤ **时间：**1~15周，3(3, 4)，5(3, 4)

➤ **地点：**GT-B111

➤ **主讲：**陈香

- 电话：13966689471

- 邮箱：[xch@ustc.edu.cn](mailto:xch@ustc.edu.cn)

➤ **助教：**

黄培权：13687875109，QQ：1119612041

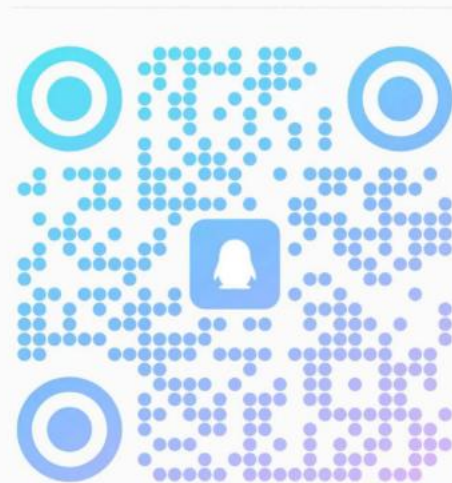
马景昊：13351981269，QQ：1939509899

➤ **参考书：**《非线性电子线路》（电子工业出版社，2003版）

➤ **PPT部分参考：**电子线路非线性部分（第四版）谢嘉奎完整课件。



2023年度非线性电子...



- 非线性电子线路/通信电子线路/高频电子线路
  - 电磁波及其频率划分：
    - 低频： $<300\text{KHz}$  语音为代表的信号
    - 高频： $300\text{KHz}-300\text{MHz}$  应用：广播、电视、移动通信
    - 微波： $>300\text{MHz}$  应用：卫星、微波中继、雷达、导航
    - 射频： $300\text{KHz}-300\text{GHz}$ ，具有远距离传输能力，在有线通信领域中被广泛使用。
- 隶属于模拟电路
- 通信工程专业、电子工程专业的电路应用基础课程，建立在电路分析、模拟电子线路和数字逻辑电路的基础之上

# 完整的电路基础



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 通信电路、信号处理电路、控制电路、……

低频电路、**高频电路**、射频电路  
运放电路、滤波电路、放大电路  
、稳压电路、信号波形处理电路  
调制/解调电路、振荡电路  
……

模数  
转换

数模  
转换

单片机、ARM等

可编程逻辑器件：CPLD  
、FPGA

数字基本电路：  
逻辑处理：与或非

**模拟电路**

**数字电路**

基本元件：电阻、电容、电感、晶体管

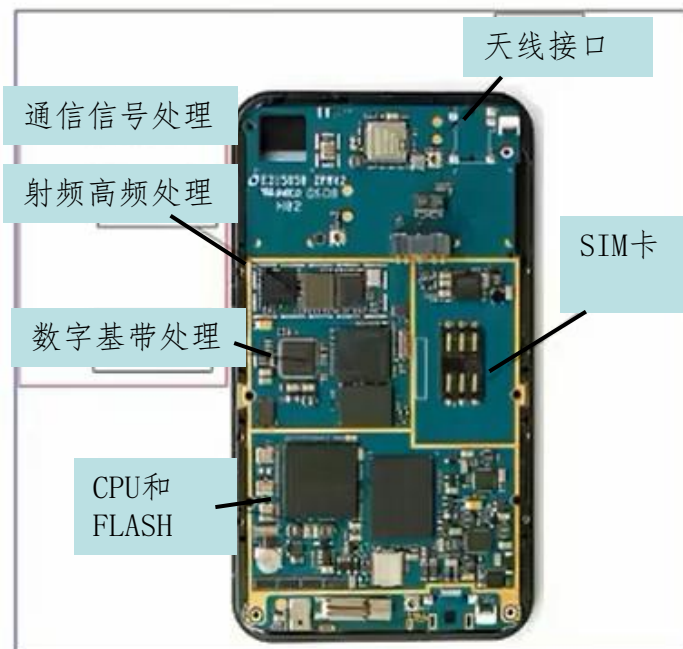
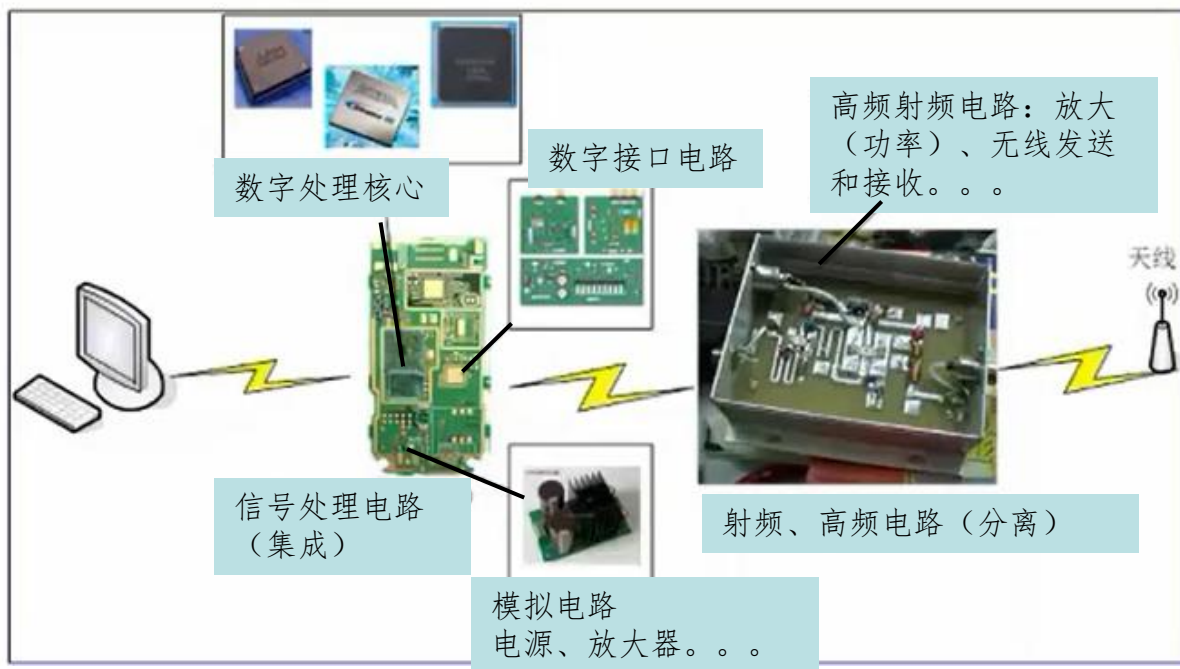
# 手机为例的典型电子系统



清华大学  
University of Science and Technology of China

完整的较为复杂的具有传输功能的系统：

数字+模拟、低频+高频





# 第一章 绪 论

## 1.1 非线性器件

## 1.2 非线性器件的频率变换作用

## 1.3 非线性电子线路应用概述

# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 一、定义

- 器件在一定测试条件下的特性：响应 $y$ 与激励 $x$ 之间的函数关系 $y = f(x)$ 。如果一器件特性可以表示成 $x$ - $y$ 直角坐标系内的一条过原点的直线，则称此器件为**线性器件**，否则就是**非线性器件**。
- **器件的非线性是绝对的，线性是相对的**，线性状态只是非线性状态的一种近似或特例。器件的线性与非线性取决于器件的静态工作点、激励信号的动态范围以及设计者对最终结果的认可程度。
- 非线性器件主要可归纳为三类：**非线性电阻（NR），非线性电容（NC），非线性电感（NL）**。



# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 二、线性电子电路与非线性电子电路

### 线性电路

对信号进行处理时，尽量使用器件特性的线性部分。**小信号**条件下，在一定条件下电路可用**线性**等效电路表示，例如各种小信号放大器（《线性电子线路》）中，器件的特性归属线性电子线路。

### 非线性电路：

对信号进行处理时，使用了器件特性的非线性部分，利用器件的非线性完成振荡、频率变换等功能。**大信号**条件下，涉及器件的非线性部分，**不能用线性等效电路表示电子器件的特征，而必须用非线性电路的分析方法。**

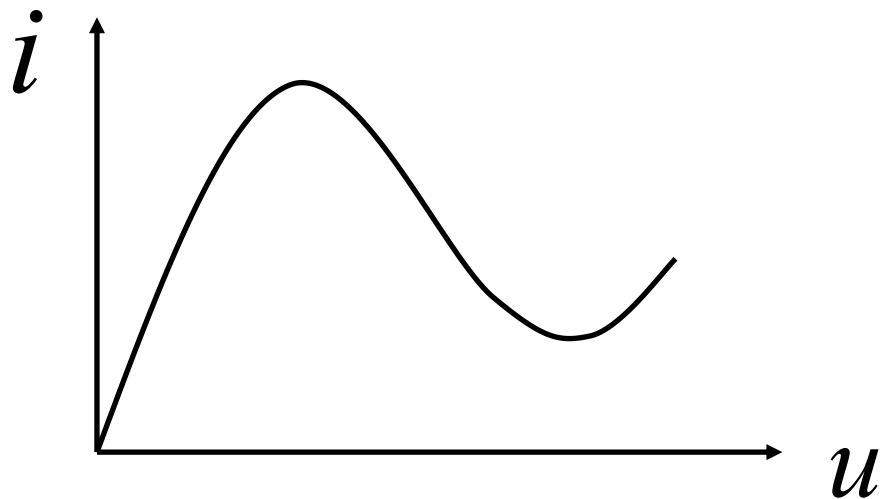
# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 三、非线性电阻

- 其特性可以用电流 $i$ -电压 $u$ 平面的曲线关系表示的器件，忽略了电抗效应后的二极管、晶体管、场效应管等器件都是非线性电阻。



- 不同情况必须用不同的电阻或电导的概念加以描述，如静态电导、动态电导、谐波/基波电导、时变电导等。

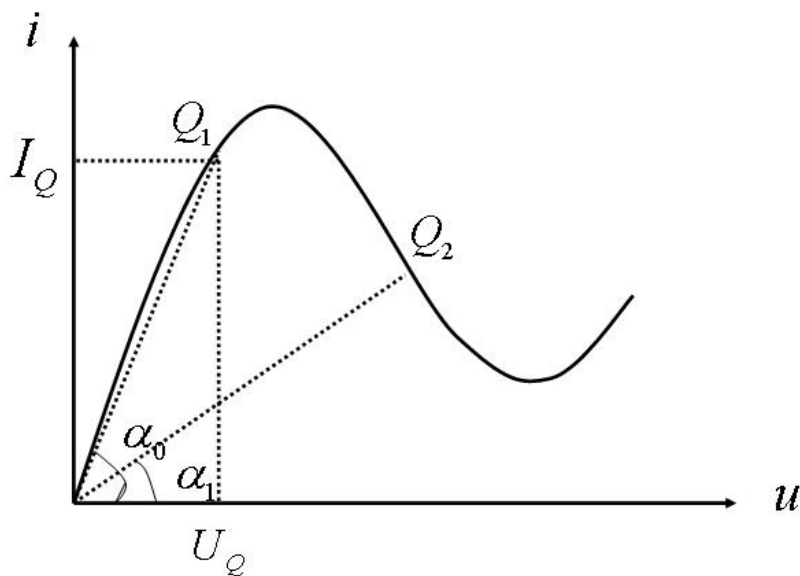


# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 1、静态电导 $G$



$$G = \frac{I_Q}{U_Q}$$

$I_Q$  – 静态工作点电流

$U_Q$  – 静态工作点电压

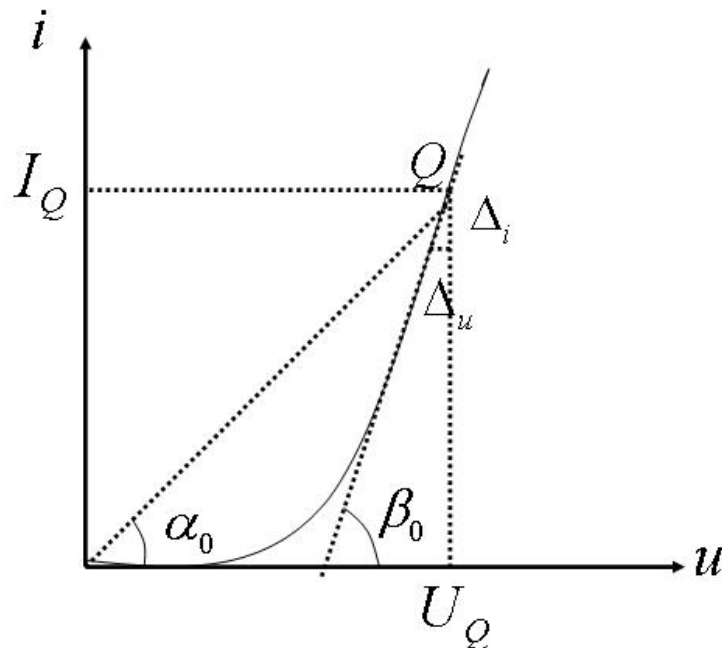
- 一般为正值，表征在工作点Q所限定的条件下，非线性电阻从直流电源汲取直流功率能力的大小。
- 除了与器件本身特性有关外， $G$ 唯一地取决于工作点Q。

# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 2、动态电导 $g$ （微变电导或小信号电导）



$$\begin{cases} u = U_Q + \Delta_u \\ i = I_Q + \Delta_i \end{cases}$$

$$g = \left. \frac{\partial i}{\partial u} \right|_{u=U_Q} = \frac{\Delta_i}{\Delta_u}$$

- ✓  $g$ 的大小表征器件把输入小信号交流电压转换成同频率交流电流的能力；
- ✓  $g$ 的大小取决于器件特性本身和工作点的选取；
- ✓ 在 $i - u$ 直角坐标系中， $g$ 等于工作点处切线的斜率；
- ✓ 若激励电压与响应电流不在同一端口上， $g$ 又称为跨导，记做 $g_m$ 。

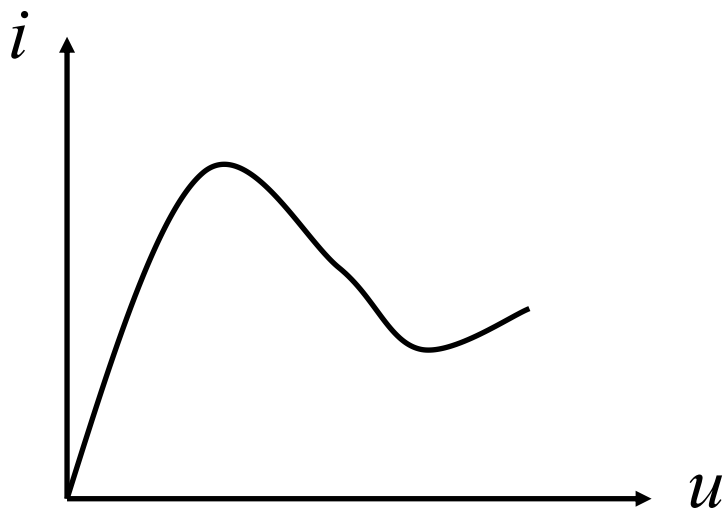
# 1.1 非线性器件



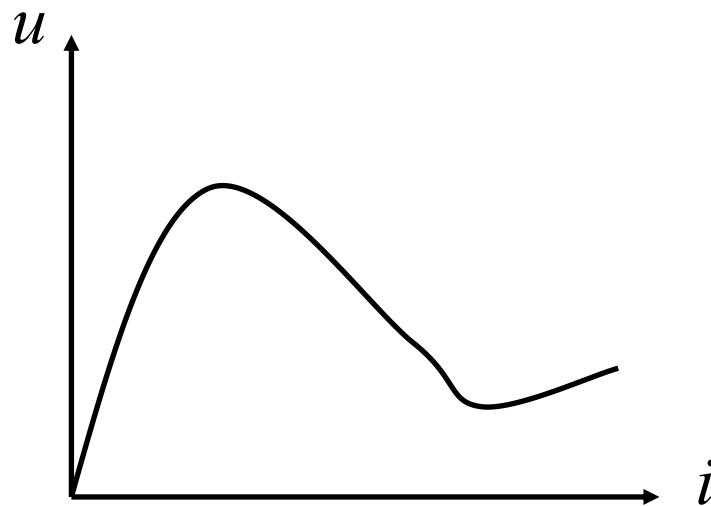
中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 2、动态电导 $g$ （微变电导或小信号电导）

- $g$ 可正可负，当 $g$ 为负时，非线性电阻称为**负阻器件**，表示对外电路而言，器件相当于一个向外电路提供能量的源，或更确切地说，器件能够把从直流电源汲取能量的一部分转换为交流能量。



压控型



流控型

# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 3、谐波/基波等效电导

激励电压：

$$u = U_Q + U_i \cos \omega t$$

非线性电阻对正弦激励的响应是与激励信号具有相同重复周期的非正弦周期信号。

响应电流可按傅里叶级数展开：

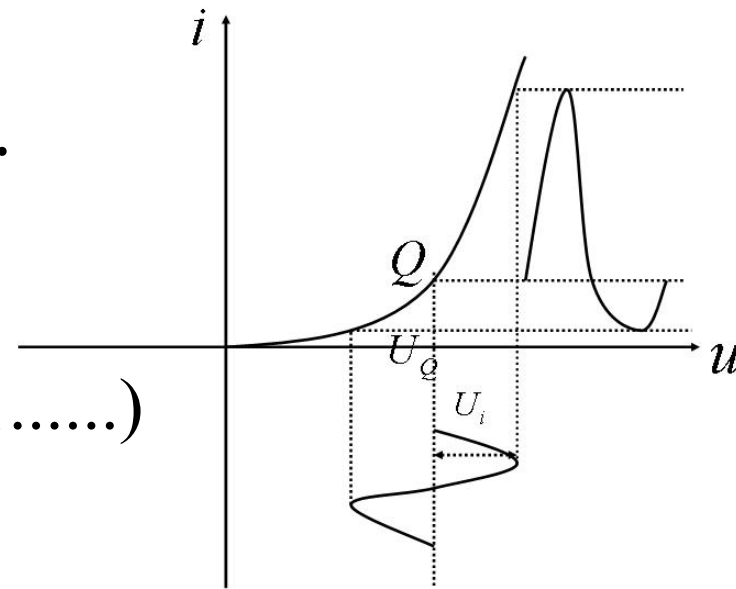
$$i(t) = I_0 + I_1 \cos \omega t + I_2 \cos 2\omega t + \dots \\ + I_n \cos n\omega t + \dots$$

n次谐波等效电导：  $G_{m,n} = \frac{I_n}{U_i} (n = 1, 2, 3, \dots)$

基波等效电导：  $G_{m,1} = \frac{I_1}{U_i} = G_{m1}$

1. 反映了非线性电阻把输入的基波电压转换成n次谐波/基波电流的能力；

2. 不仅与器件特性、工作点的选定有关系，而且与激励的电压幅度有关，器件的某个参数与激励幅度有关。是非线性器件区别于线性器件的重要特征。



# 例题1.1



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

已知：非线性电导的特性为： $i = 5u + u^3 (mA)$

$$U_Q = 1V, u = U_Q + 0.5 \cos \omega t (V)$$

求：非线性器件的静态电导 $G$ 、动态电导 $g$ 和等效基波电导 $G_{m1}$ 。

解答： (1)  $I_Q = 5U_Q + U_Q^3 = 6mA$

$$G = \frac{I_Q}{U_Q} = 6ms$$

(2)  $g = \left. \frac{\partial i}{\partial u} \right|_{U_Q} = 5 + 3u^2 \Big|_{U_Q} = 8ms$

# 例题1.1



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

(3)

$$\begin{aligned} i &= 5(1 + 0.5 \cos \omega t) + (1 + 0.5 \cos \omega t)^3 \\ &= 5 + 2.5 \cos \omega t + 1 + 3 \times 0.5 \cos \omega t + 3 \times 0.25 \cos^2 \omega t + 0.125 \cos^3 \omega t \\ &= 6 + 4 \cos \omega t + 0.75 \frac{1 + \cos 2\omega t}{2} + 0.125 \frac{3 \cos \omega t + \cos 3\omega t}{4} \\ \therefore I_1 &= 4 + 0.125 \times \frac{3}{4} = 4.09375 \\ G_{m1} &= \frac{I_1}{U_1} = \frac{4.1}{0.5} = 8.2 \text{ms} \end{aligned}$$

## 四、非线性电容

- 其特性可用电压 $u$ -电荷 $q$ 平面的一条曲线表示的器件。PN结的扩散电容和势垒电容都是非线性电容。
- 描述非线性电容的参数有静态电容 $C$ 、小信号动态电容 $C$ 、和谐波等效电容 $C_{m,n}$ ，其定义方法与电导相似。

**变容二极管**— 一种经特殊工艺制作的工作在反偏状态的PN结。广泛应用于各类压控振荡器、电调谐电路和低噪声超高频的参量电路中。

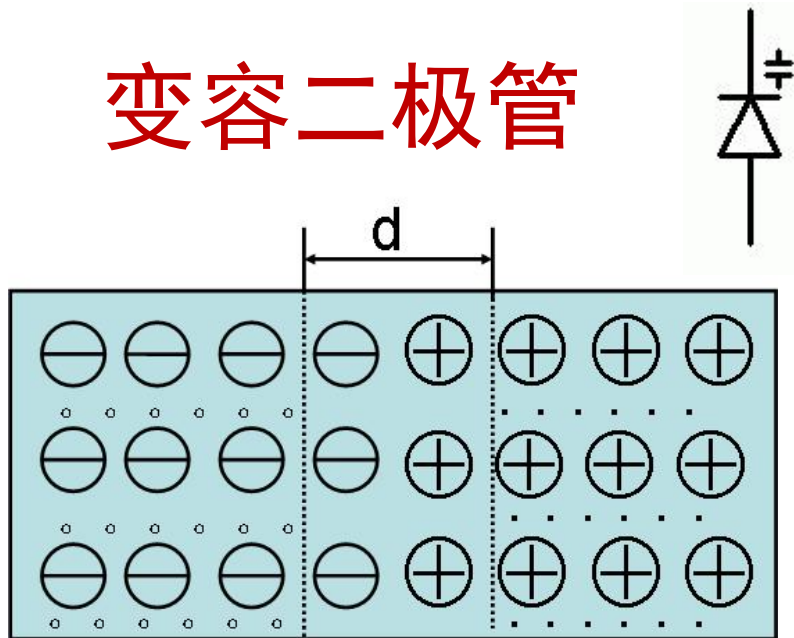


# 1.1 非线性器件

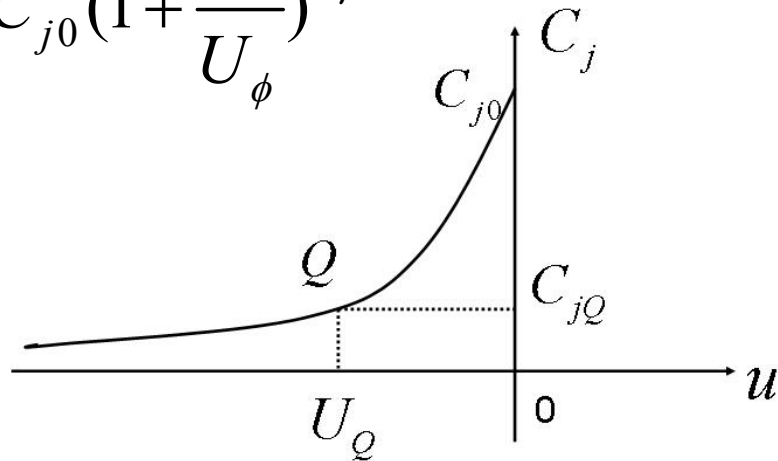


中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 变容二极管



$$C_j = C_{j0} \left(1 + \frac{u}{U_\phi}\right)^{-\gamma}$$



$U_\phi$  – 变容二极管势垒电位, 0.2 – 0.9 V

$C_{j0}$  – 零偏压时的结电容

$\gamma$  – 变容指数

{	1/3, 缓变结
	1/2, 突变结
	1~6, 超突变结

处于热平衡状态下的反偏PN结（耗尽层），可看作一个面积等于PN结横截面积、间距等于耗尽层宽度d的平板电容器。

交变电压作用于PN结时，耗尽层的宽度随之变化，引起平板电容器作“ $\gamma$ 律”的非线性变化。

# 1.1 非线性器件



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 变容二极管

在变容管两端加上交流激励电压： $u = U_Q + U_\Omega \cos \Omega_{\max} t$

变容管的电容将随之做周期性的变化：

$$\begin{aligned} C_j &= C_{j0} \left( 1 + \frac{U_Q + U_\Omega \cos \Omega_{\max} t}{U_\phi} \right)^{-\gamma} = C_{j0} \left( 1 + \frac{U_Q}{U_\phi} \right)^{-\gamma} \left( 1 + \frac{U_\Omega}{U_Q + U_\phi} \cos \Omega_{\max} t \right)^{-\gamma} \\ &= C_{jQ} (1 + M \cos \Omega_{\max} t)^{-\gamma} \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{jQ} = C_{j0} \left( 1 + \frac{U_Q}{U_\phi} \right)^{-\gamma} - \text{工作点处的结电容} \\ M = \frac{U_\Omega}{U_Q + U_\phi} - \text{归一化交流电压幅度} \end{array} \right.$$

# 1.2 非线性器件的频率变换作用



科学技术大学  
University of Science and Technology of China

➤ 非线性器件特有的性质是具有频率变换作用。

设非线性器件的特性为  $y = f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (x - X_Q)^n$

## 一、单一频率激励

设激励信号： $x = X_Q + X \cos \omega_i t$

则响应为： $y = \sum_{n=0}^{\infty} a_n X^n \cos^n \omega_i t = \sum_{n=0}^{\infty} Y_n \cos n\omega_i t$

利用三角公式将上式展开，得到响应y中所含的频率分量。

$$y = a_0 + a_1 X \cos \omega_i t + a_2 X^2 \cos^2 \omega_i t + a_3 X^3 \cos^3 \omega_i t + \dots$$

$$a_2 X^2 \cos^2 \omega_i t = \frac{1}{2} a_2 X^2 (1 + \cos 2\omega_i t) = \frac{1}{2} a_2 X^2 + \frac{1}{2} a_2 X^2 \cos 2\omega_i t$$

$$a_3 X^3 \cos^3 \omega_i t = a_3 X^3 \left( \frac{3}{4} \cos \omega_i t + \frac{1}{4} \cos 3\omega_i t \right) = \frac{3}{4} a_3 X^3 \cos \omega_i t + \frac{1}{4} a_3 X^3 \cos 3\omega_i t$$



## 单一频率激励

$$y = a_0 + a_1 X \cos \omega_i t + a_2 X^2 \cos^2 \omega_i t + a_3 X^3 \cos^3 \omega_i t + \dots$$

直流分量:  $Y_0 = a_0 + \frac{1}{2} a_2 X^2 + \frac{3}{8} a_4 X^4 + \dots$

基波分量:  $Y_1 = a_1 X + \frac{3}{4} a_3 X^3 + \frac{5}{8} a_5 X^5 + \dots$

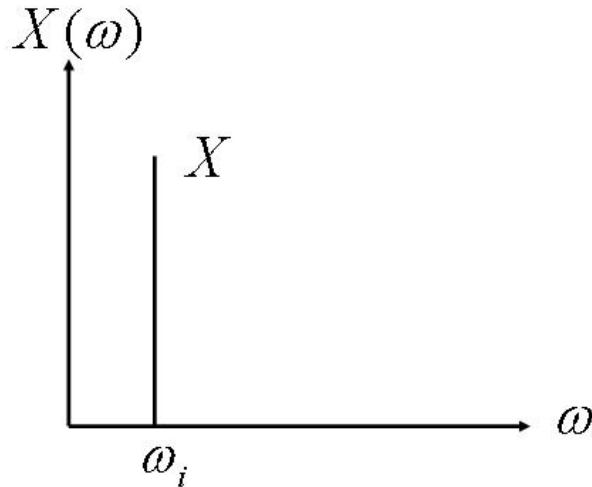
二次谐波:  $Y_2 = \frac{1}{2} a_2 X^2 + \frac{1}{2} a_4 X^4 + \frac{5}{32} a_6 X^6 + \dots$

三次谐波:  $Y_3 = \frac{1}{4} a_3 X^3 + \frac{5}{16} a_5 X^5 + \frac{21}{64} a_7 X^7 + \dots$



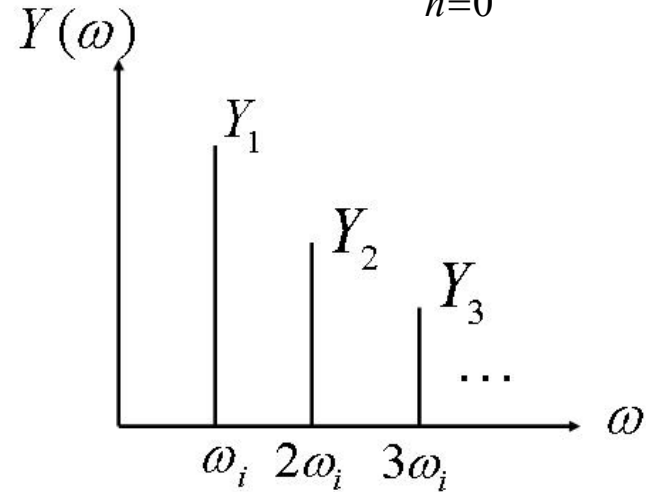
## 单一频率激励

$$x = X_0 + X \cos \omega_i t$$



激励信号频谱

$$y = \sum_{n=0}^{\infty} Y_n \cos n\omega_i t$$



响应信号频谱

结论:

- 1) 当信号通过非线性器件时, 响应中除了基波分量外, 还出现了新的频率分量  $\omega_0 = n\omega_i (n = 0, 1, 2, \dots)$ ;
- 2) 响应中奇次谐波分量只取决于奇次方项, 而偶次谐波分量只取决于特性的偶次方项。

# 1.2 非线性器件的频率变换作用



科学技术大学  
University of Science and Technology of China

➤ 非线性器件特有的性质是具有频率变换作用。

设非线性器件的特性为  $y = f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (x - X_Q)^n$

## 二、多频率激励

设激励信号：  $x = X_Q + X_1 \cos \omega_1 t + X_2 \cos \omega_2 t$

则响应为：  $y = \sum_{n=0}^{\infty} a_n (X_1 \cos \omega_1 t + X_2 \cos \omega_2 t)^n$

响应中所含频率分量：

$$\omega_0 = p\omega_1 + q\omega_2 (p, q \text{ 为满足 } \omega_0 \geq 0 \text{ 的所有整数})$$

**结论：**非线性器件对两个正弦信号激励的响应中，除了包含激励信号的基波及高次谐波外，还会产生  $\omega_1, \omega_2$  各次和频、差频分量。



- 非线性器件的频率变换作用是非线性器件特有的性质。
- 非线性失真与由线性网络引起的线性失真不同，线性失真频率成分不变，仅能量重新分配，而非线性失真会产生新的频率成分。
- **线性电子线路**：这种频率变换从时间域上看意味着失真，应避免这种失真。
- **非线性电子线路**：研究如何有效地利用这种“失真”来实现各种功能电路，如频率加、减、倍频等。





## 作业

1.2 (1)

1.3 (3) :  $i = 5u - 2u^2$

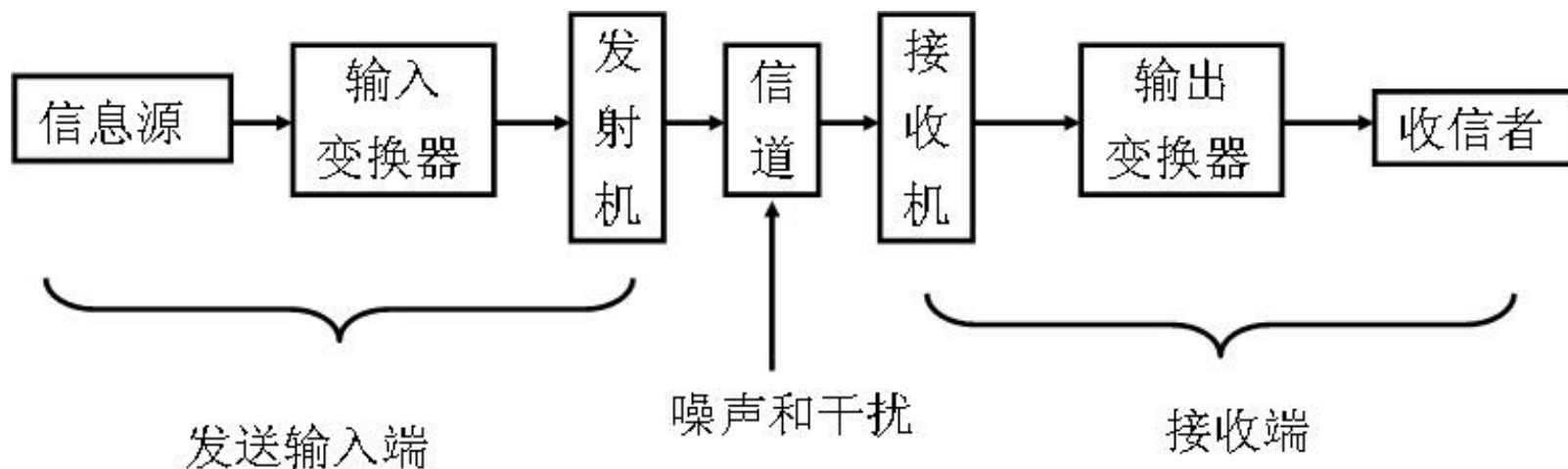
1.4 (b)

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

**一、通信系统：**把信息从发送者传送到接收者的过程称为通信，而实现信息传输过程的系统称为通信系统。



(1) 有线通信系统：利用导线传送信息。**光纤通信系统：**利用光导纤维传送信息，有线高速通信。

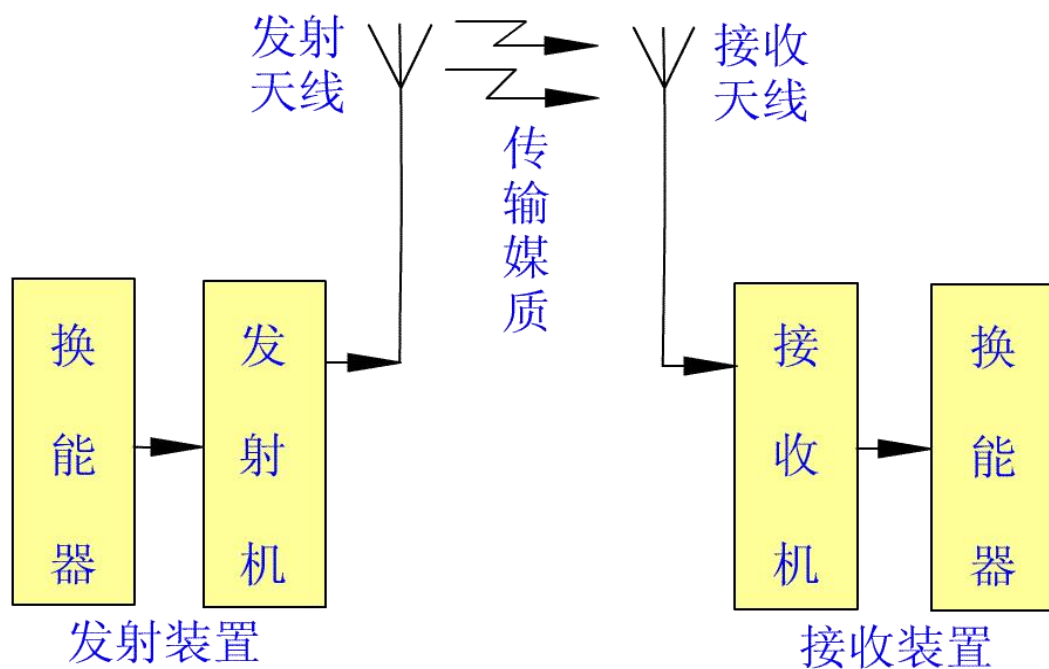
(2) 无线通信系统：利用电磁波传送信息。**缺点：**安全性问题，风险大

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

二、无线通信系统组成：发射装置 + 接收装置 + 传输媒介



无线通信系统的组成

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## (1) 发射装置

一般要进行两种变换

### ① 换能器：

将被发送的信息（语音或图像）变换为电信号。一般为低频，称为基带信号（baseband）。

**常用基带信号频率范围：** 图像0-6MHz，  
语音300Hz-3.4KHz，音乐：16Hz-20KHz

② **发射机：** 将基带信号变换成其频带适合在信道中有效传输的信号形式（高频电振荡信号），即**调制**。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

③ 天线：将高频电振荡变成电磁波向传输媒质辐射。

## (2) 接收装置

接收是发射的逆过程。

① 接收天线：将从空间接收的电磁波 → 高频电振荡。

② 接收机：高频电振荡  $\xrightarrow{\text{还原}}$  电信号，即解调。

③ 换能器：将电信号  $\xrightarrow{\text{还原}}$  所传送信息

## (3) 传输媒体——电磁波

电磁波传送方式，依据波长不同，可分为：长波、中波、短波、超短波。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

表 1 各波段特点

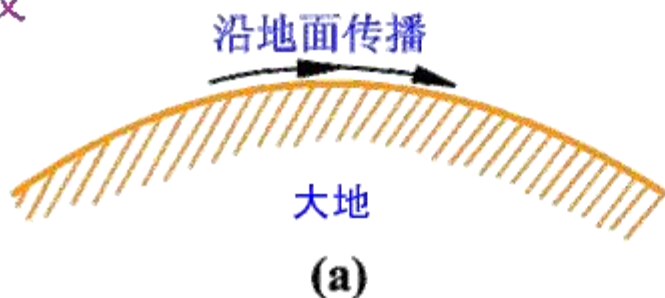
波 段	波长/m	频率/MHz	特 点	说 明
中、 长波	$> 200$	$< 1.5$	沿地表 传播	大地表面是导体，一部分电磁波会损耗掉，频率越高，损耗越大
短波	$10 \sim 200$	$1.5 \sim 30$	靠电离 层反射 传播	电磁波一部分被吸收，另一部分被反射或折射到地面。频率越高，被吸收的能量越小，但频率超过一定值，电磁波会穿过电离层，不再返回地面
超短波	$< 10$	$> 30$	沿空间 直线 传播	地球表面是弯曲的，所以只能限制在视线范围内

# 1.3 非线性电子线路应用概述

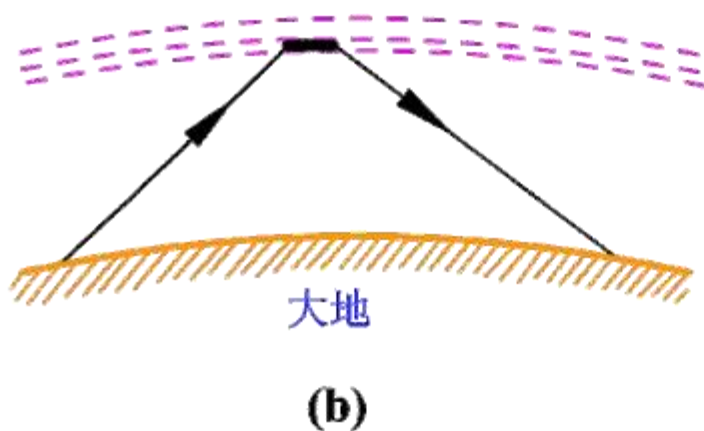


中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

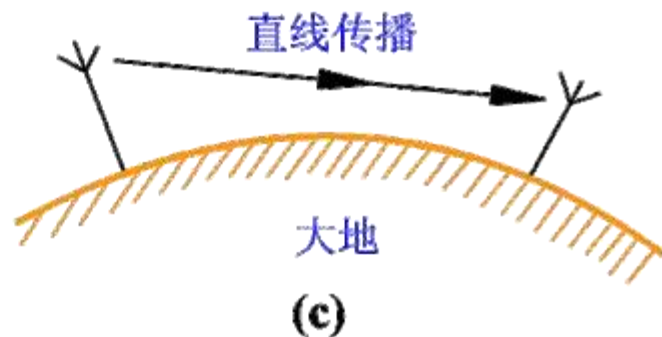
中、长波



短波



超短波



无线电波传播方式

传播距离：电离层 > 地面 > 直线



# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 三. 调制与解调

发射机和接收机借助线性和非线性电子线路对携有信息的电信号进行变换和处理。除放大外，最主要有调制、解调。

### (1) 调制的必要性

① 减小天线尺寸。发射天线的尺寸至少应该为波长的1/10，理想在1/4-1/3。音频范围：20 Hz-20 kHz，若发射 100 Hz，波长  $\lambda = c / f = 3000 \text{ km}$ ，天线至少几百千米。需减少波长，提高发射频率。

② 选台。将不同电台发送的信息分配到不同频率的载波信号上，使接收机可选择特定电台的信息而抑制其他电台发送的信息和各种干扰。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## (2) 调制过程

由携有信息的电信号(如**音频信号**)去控制高频振荡信号的某一参数(如**振幅**), 使该参数按照电信号的规律而变化(**调幅**)。

**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** : 经过调制后的高频振荡信号。

根据调制参数: **调幅AM**、**调角(调频FM、调相PM)**。

根据调制信号: **模拟调制**、**数字调制**。

## (3) 解调

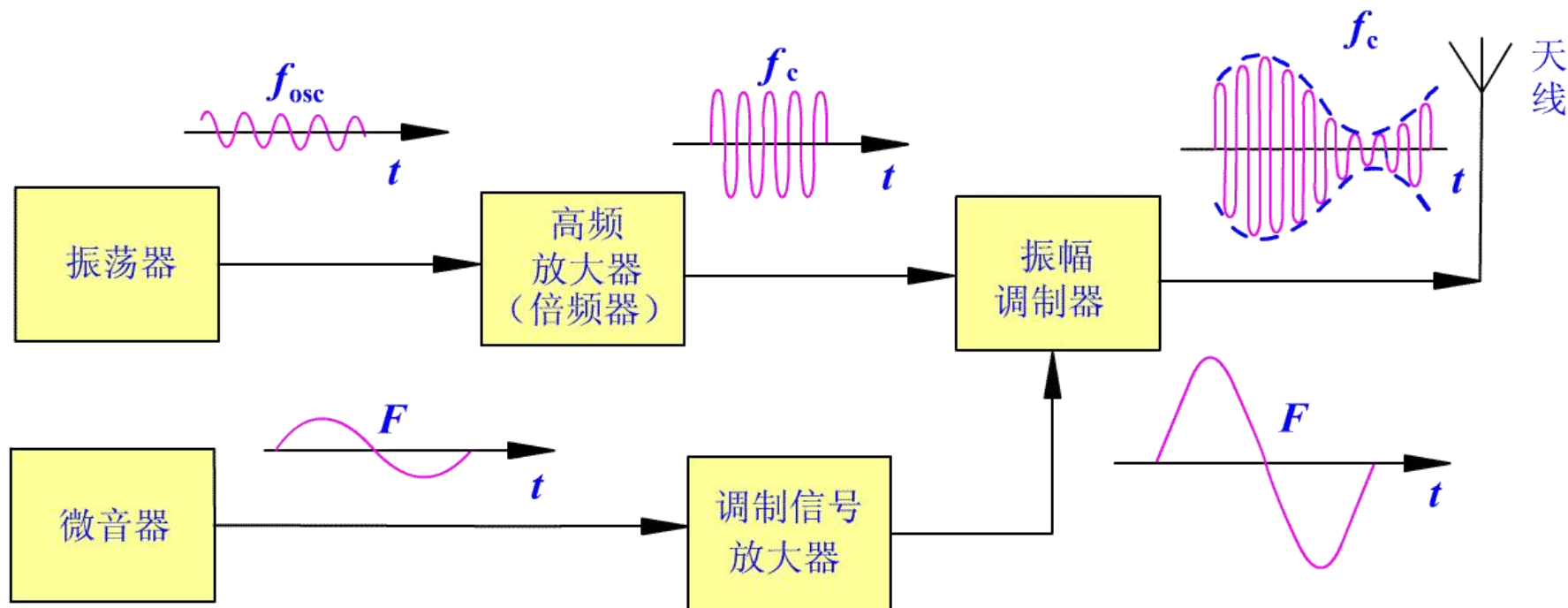
调制的逆过程, 将已调波转换为载有信息的电信号。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 四、调幅发射机组成



调幅广播发射机的组成

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## (1) 振荡器

产生  $f_{osc}$  的高频振荡信号，几十千赫以上。

## (2) 高频放大器

多级小信号谐振放大器，放大振荡信号，使频率倍增至  $f_c$ ，并提供足够大的载波功率。

## (3) 调制信号放大器

多级放大器，前几级为小信号放大器，放大微音器的电信号；后几级为功放，提供功率足够的调制信号。

## (4) 振幅调制器

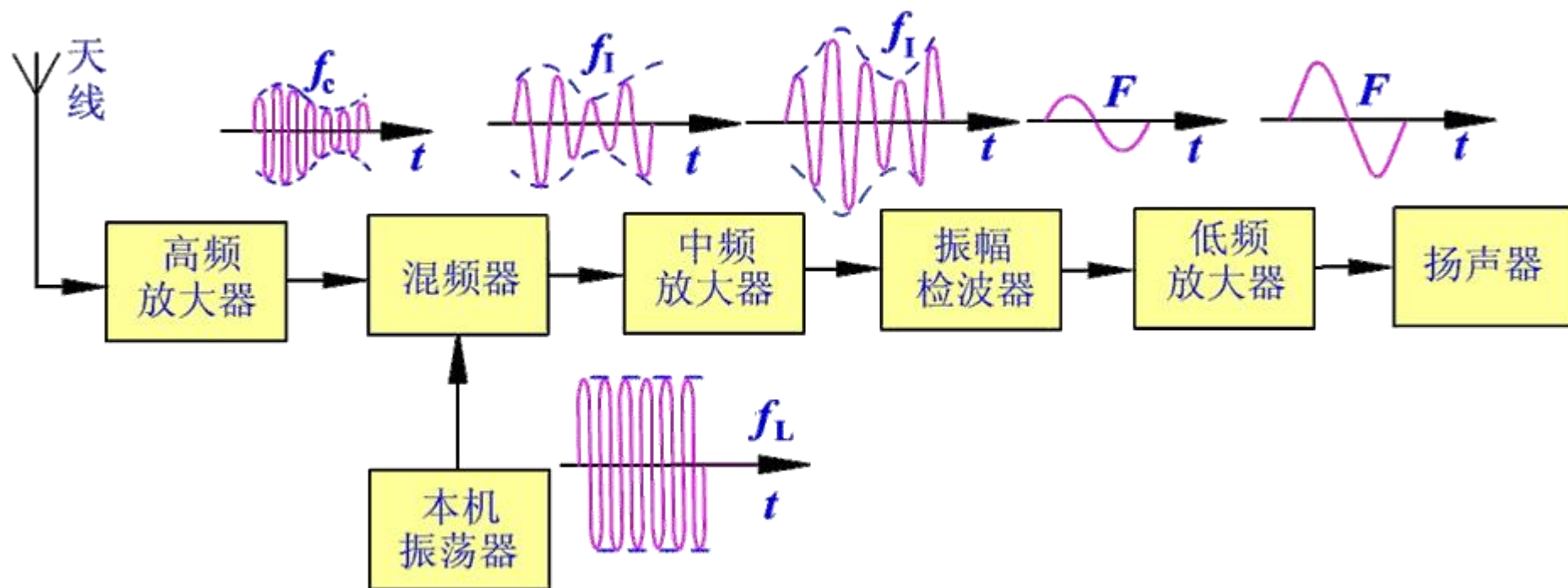
实现调幅功能，将输入的载波信号和调制信号变换为所需的调幅波信号，并加到天线上。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 五、调幅接收机

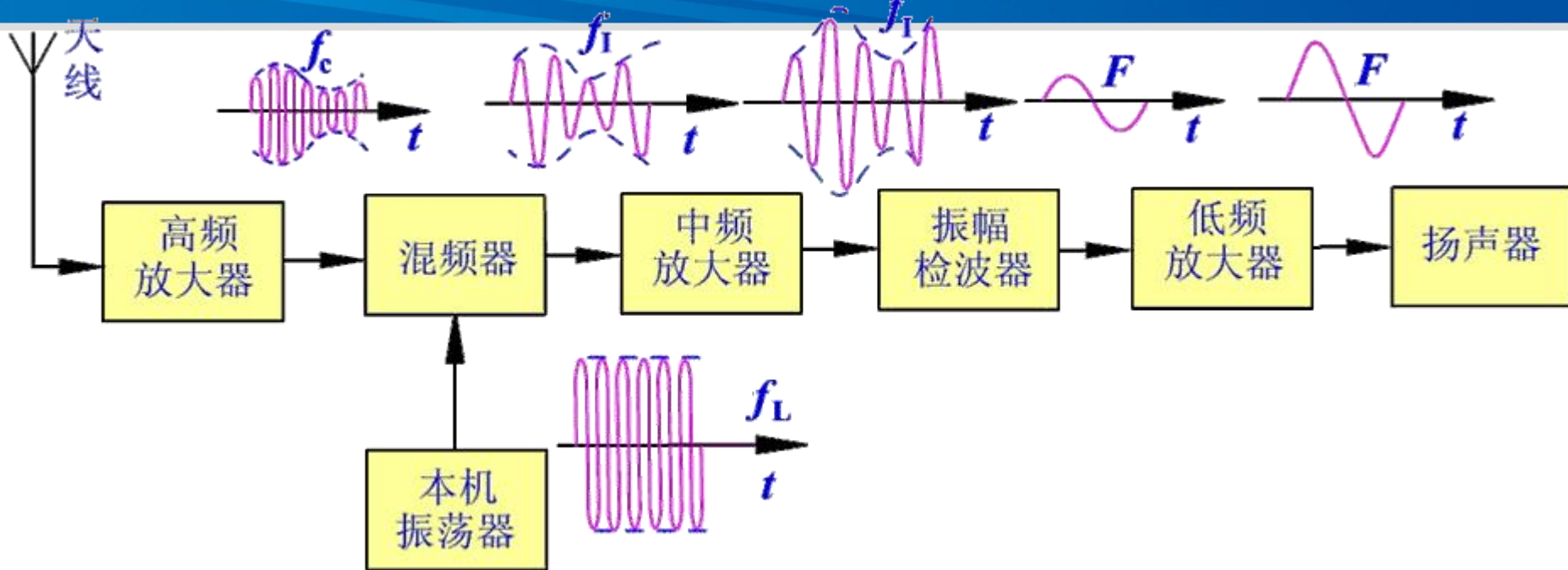


超外差调幅广播接收机的组成

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China



## (1) 高频放大器

为小信号谐振放大器，作用：

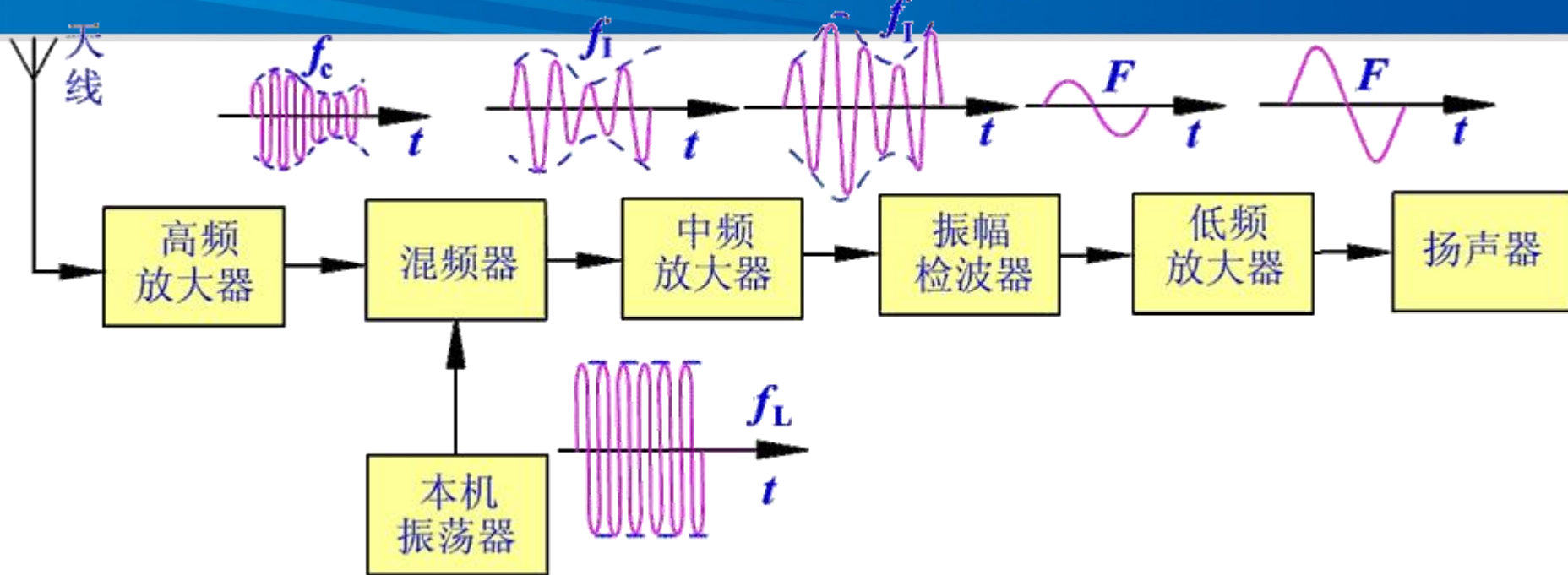
- ① **选台**。利用可调谐的谐振系统选出有用信号，抑制其他频率的干扰信号。
- ② **放大**。放大选出的有用信号。



# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China



## (2) 混频器

两路输入为：

- ① 由高放级：已调信号  $f_c$ 。
- ② 由本机振荡器：本振信号  $f_L$ 。

作用：载波变频——将已调信号的载波由  $f_c$  (高频) 变换为  $f_i$  (中频)， $f_i = |f_c - f_L|$  而调制波形不变。

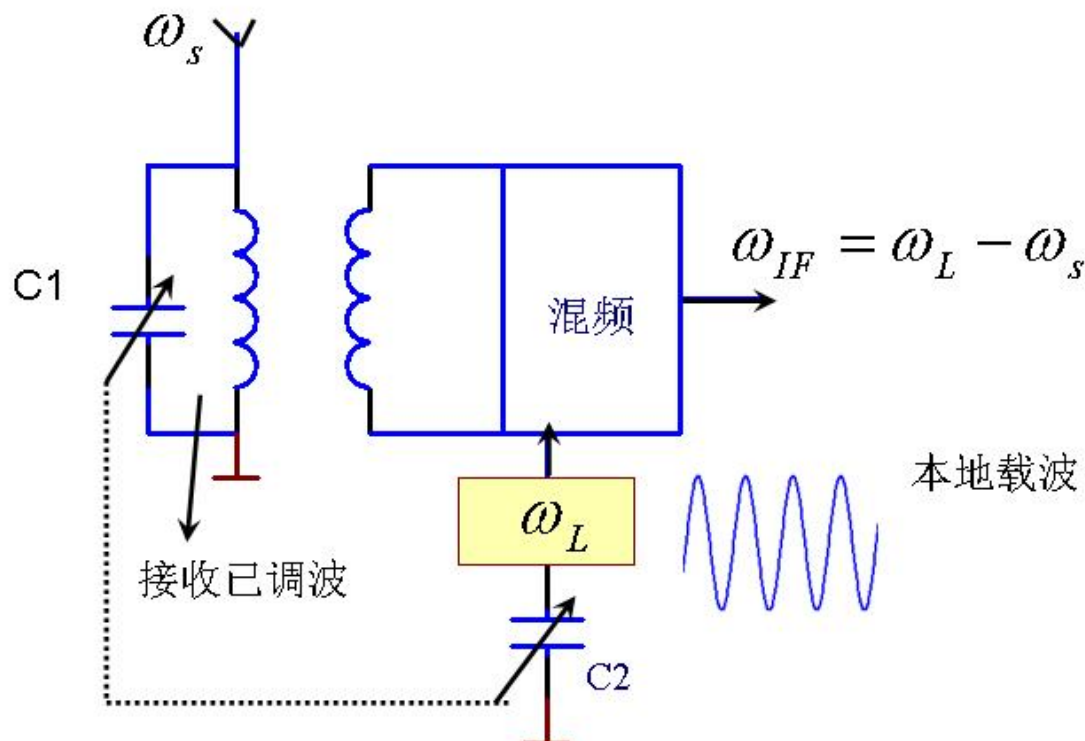


# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

**混频定义：** 利用本机振荡器输出的正弦信号与已调高频信号经非线性器件作用，在不改变调制信息的条件下，把已调高频信号的载波频率变换成固定的中频的过程。



# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

**混频必要性：** 提高整机性能，降低整机制作成本

调幅广播：535KHz~18MHz。

调频广播：88MKHz~108MHz。

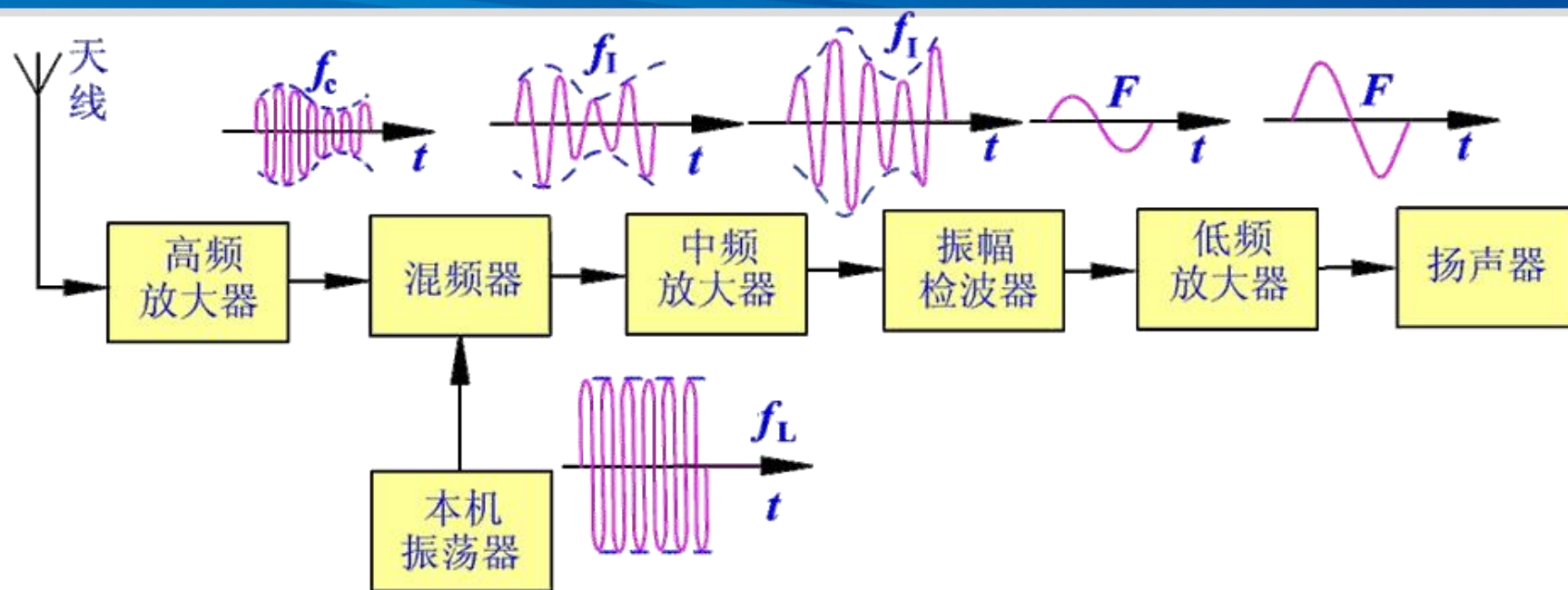
电视频带：50MKHz~1000MHz以上。

接收机要在如此宽的频带内对接收到的高频信号提供均匀、稳定的增益是很困难的，引入混频级后，除了第一级高频放大器外，其它的高频放大器均工作在固定的中频。中频放大器的中心频率是固定不变的，增益、带宽等性能均可做的很好。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China



## (3) 本机振荡

产生频率为  $f_L = |f_c + f_1|$  (或  $f_L = f_c - f_1$ ) 的高频等幅振荡信号。 $f_L$  可调, 并能跟踪  $f_c$ 。

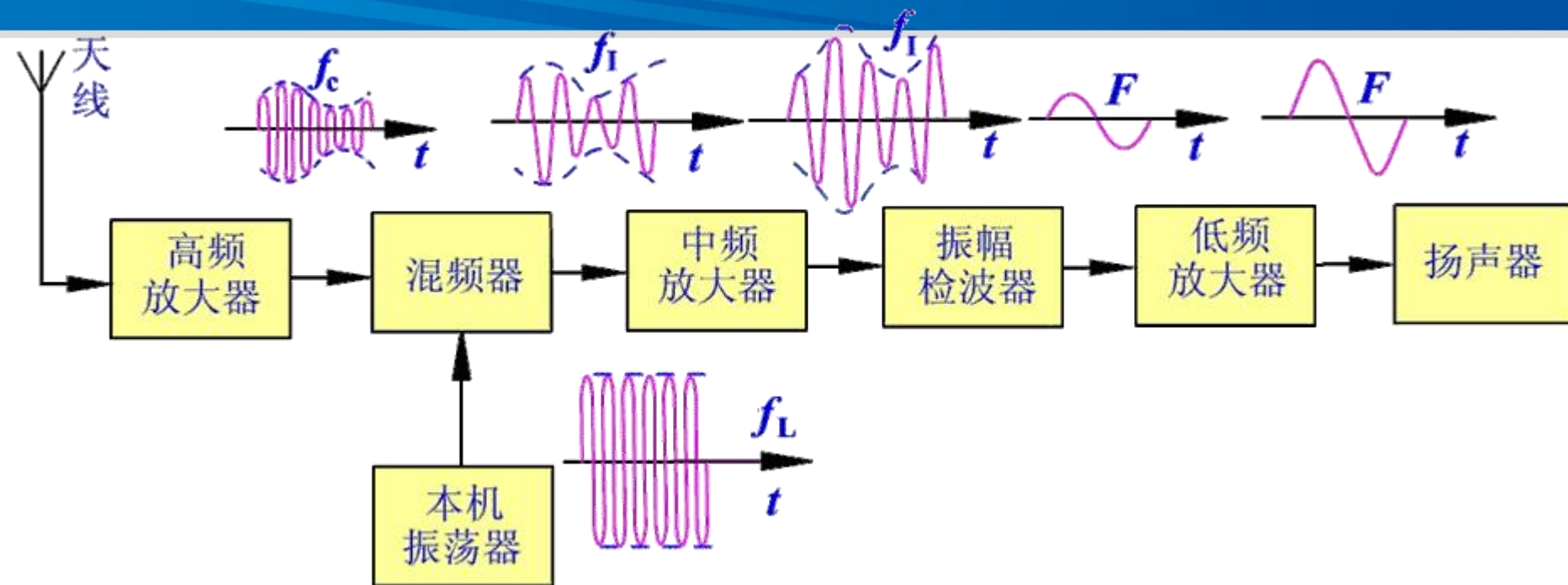
## (4) 中频放大器

为多级固定调谐的小信号放大器, 作用: 放大中频信号。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China



## (5) 检波器

解调，从中频调幅波还原所传送的调制信号。

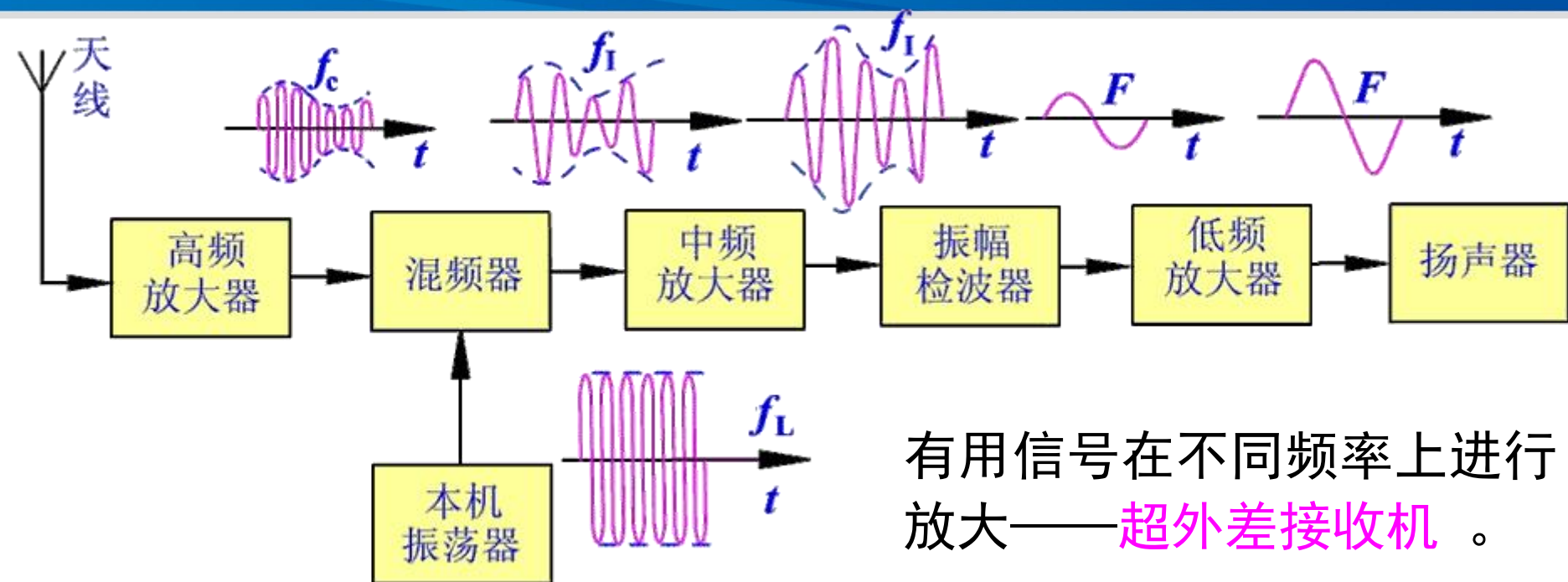
## (6) 低频放大器

小信号放大器 + 功率放大器，作用：放大调制信号，向扬声器提供所需的推动功率。

# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China



特点：解调电路前包括混频器、本机振荡、中频放大器等。

优点：增益高，选择性好。

直接高放接收机：解调前仅包括高放，无混频器、本机振荡、中频放大器等，增益低，选择性差。



## 六、其他通信系统

① 调频无线通信系统，发射机和接收机都包括上述各模块，区别主要在于调制器和解调器上。

实现调制的模块——频率调制器；

实现解调的模块——频率检波器或鉴频器。

② 数字通信系统，调制信号为数字信号，相应的调制为数字调制。

③ 软件无线电，用软件的方法实现通信系统中一部分电路的功能，改变程序便可变更调制方式。



# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 七、本课程主要讨论内容——三类电路

① **功率放大电路**——在输入信号作用下，可将直流电源提供的部分功率转换为按输入信号规律变化的输出信号功率，并使输出信号的功率大于输入信号的功率。

② **振荡电路**——可在不加输入信号的情况下，稳定地产生特定频率或特定频率范围的正弦波振荡信号。

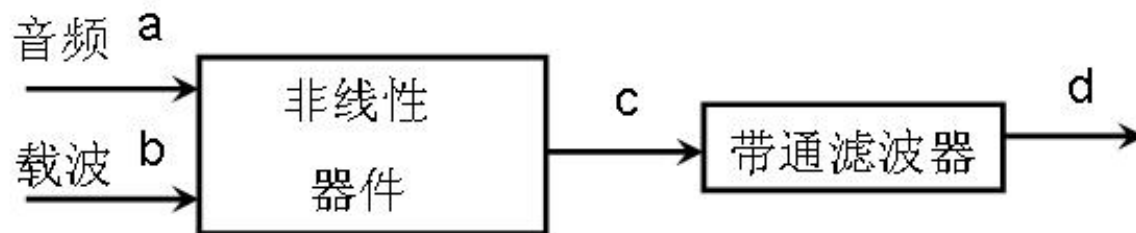
③ **波形变换和频率变换电路**——能在输入信号作用下产生与之波形和频谱不同的输出信号。包括：**调制电路、解调电路、混频电路、倍频电路等。**

# 1.3 非线性电子线路应用概述

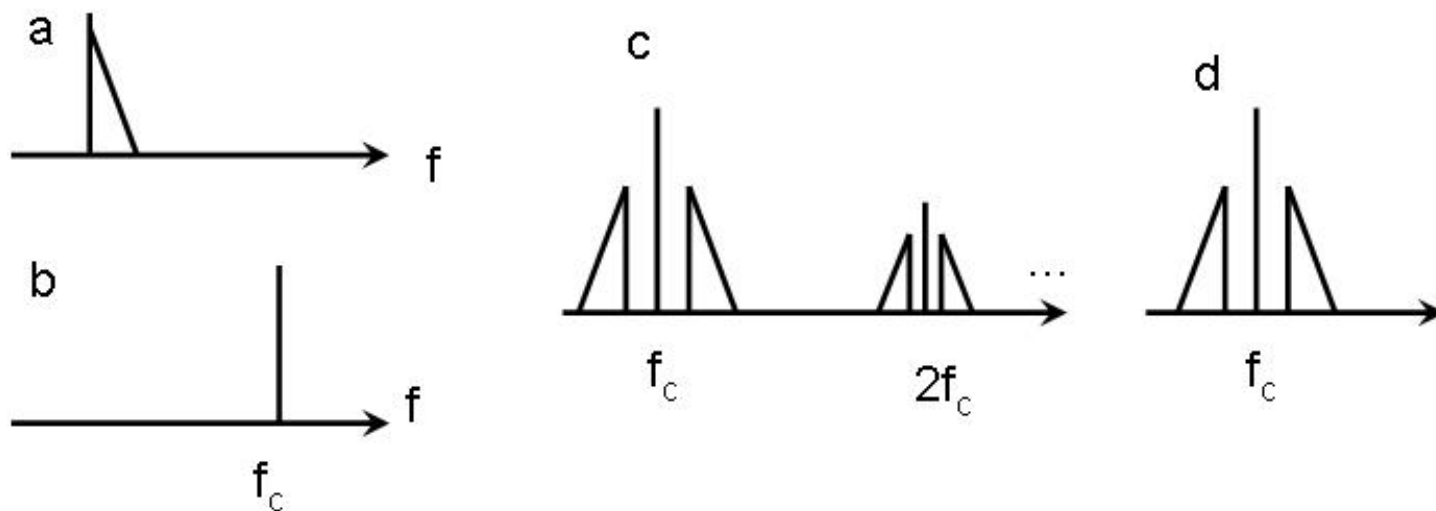


中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 八. 主要非线性电子线路实现框图



### 调幅 电路



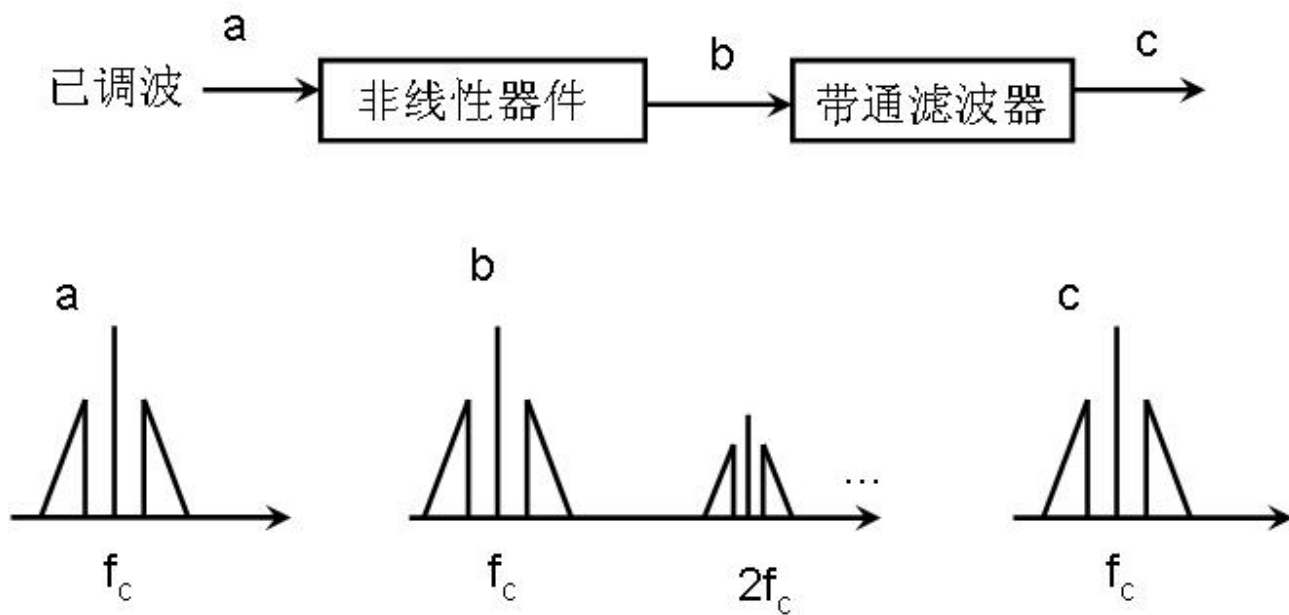


# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 高频放大电路

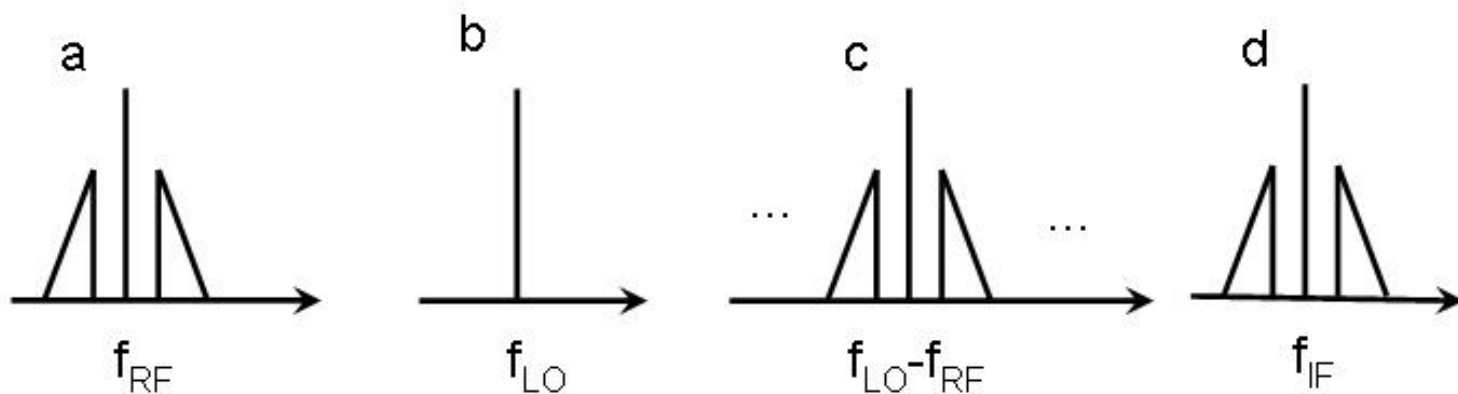
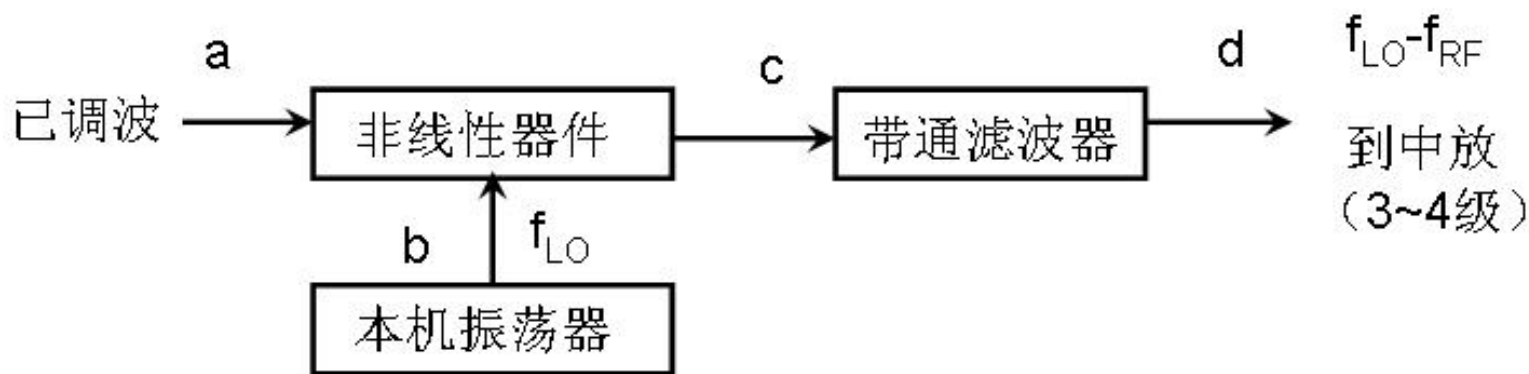


# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 混频电路

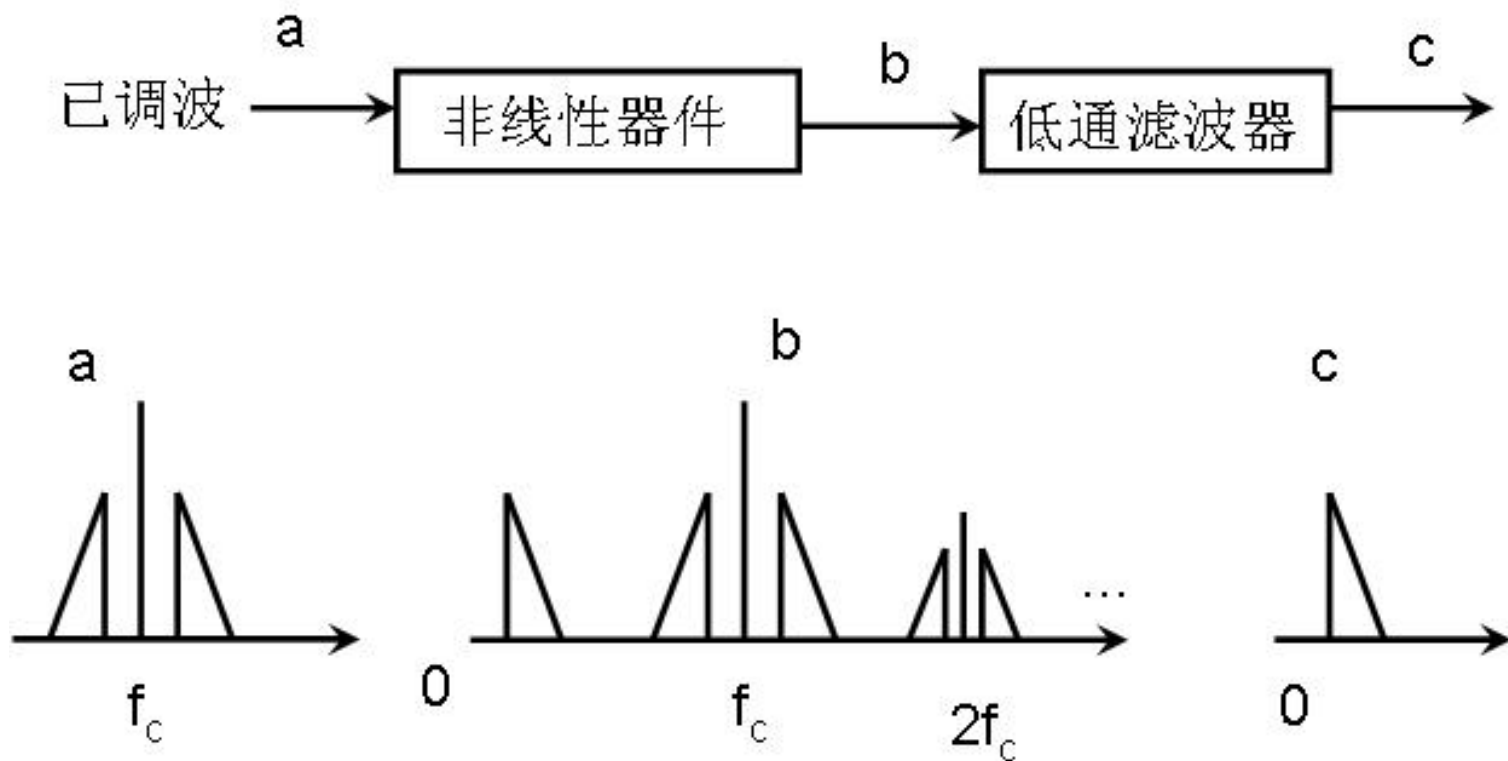


# 1.3 非线性电子线路应用概述



中国科学技术大学  
University of Science and Technology of China

## 检波电路





## 几种电路相似点

都是用非线性器件对输入信号的频谱进行变换以产生新的频率分量，再用滤波器滤除无用的频率成分，取得所需的频率分量。