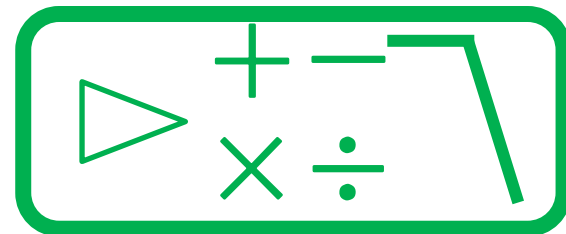




第1章 绪论

1. 信号与频谱
2. 模拟放大电路模型及主要性能指标
 - (一) 电压放大器的直流简化模型
 - (二) 电压放大器的交流频率响应特性

模拟处理之：放大

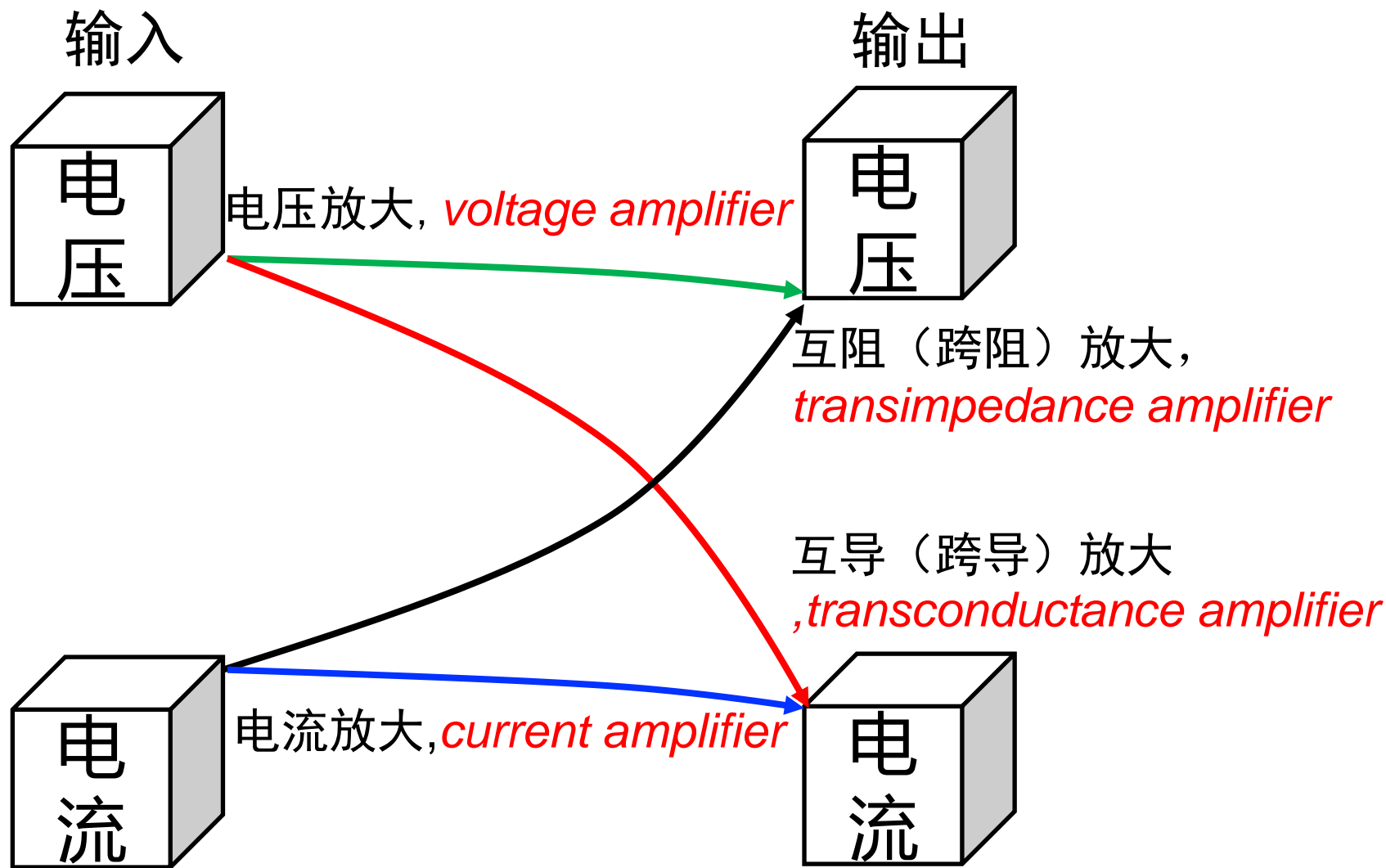


为何放大：使信号
达到仪器处理水平、
抗噪、提升精度、
构建复杂运算等等！



概述

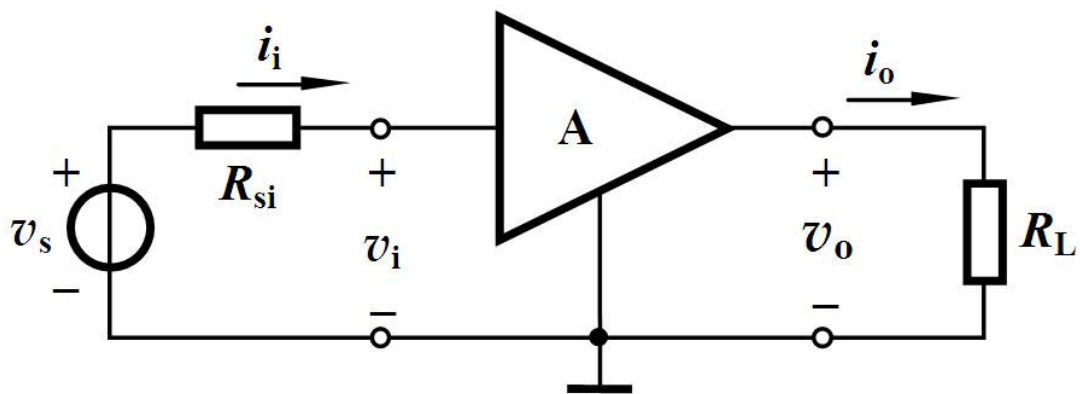
根据输入输出电学特性，信号放大的四种基本类型：





概述

放大电路一般模型



放大电路是一个双口网络。从端口特性来研究放大电路，可将其等效成具有某种端口特性的等效电路。

输入端口特性可以等效为一个输入电阻

输出端口可以根据不同情况等效成不同的电路形式



概述

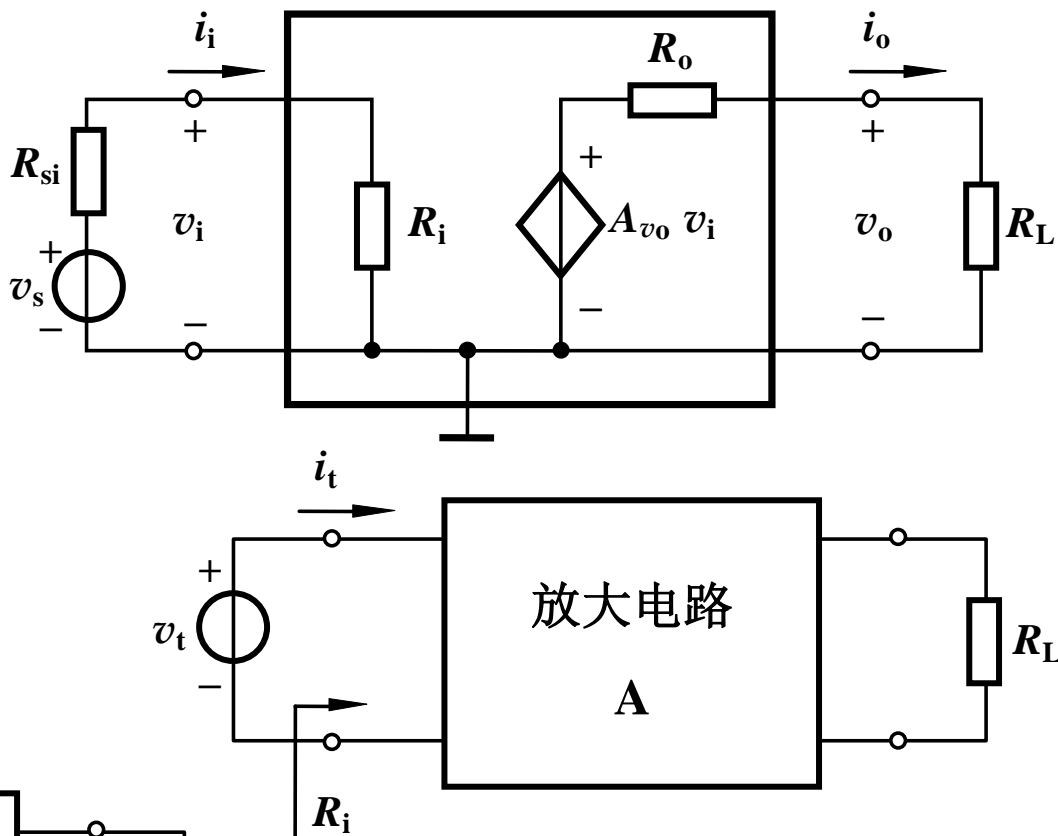
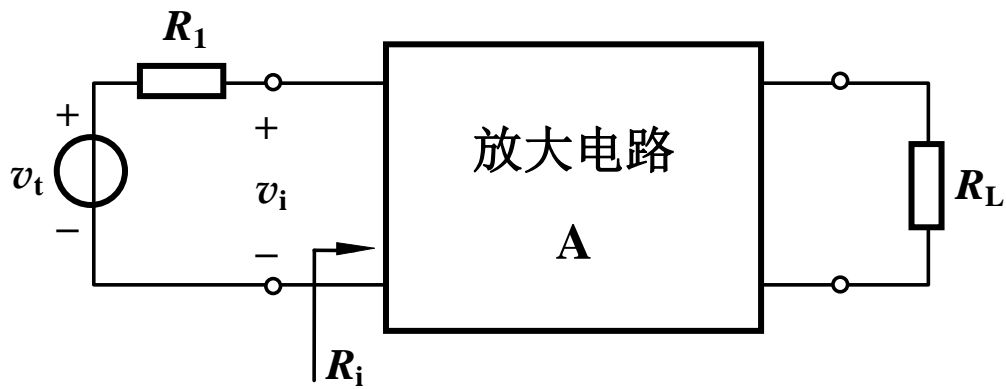
1. 输入电阻

$$R_i = \frac{v_t}{i_t}$$

或

$$\frac{v_t}{v_i} = \frac{R_i}{R_i + R_1}$$

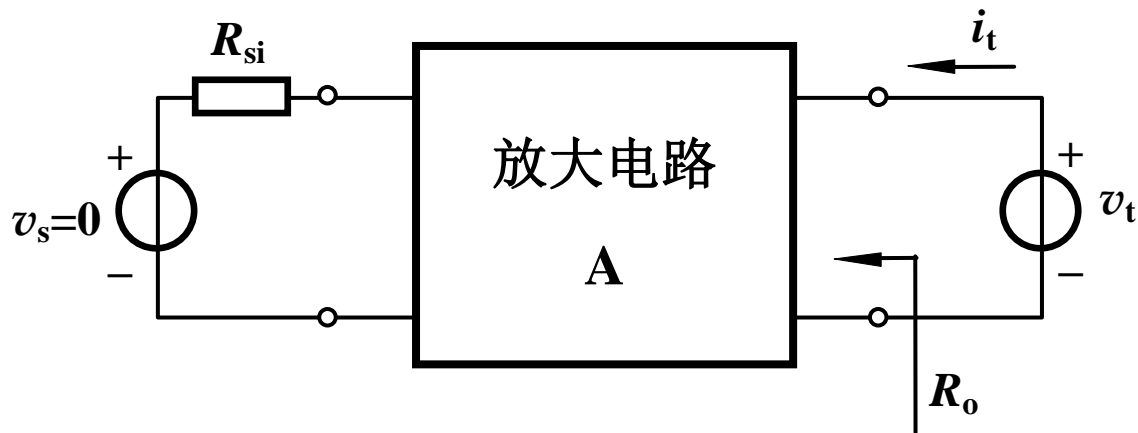
$$R_i = \frac{R_1 v_i}{v_t - v_i}$$





概述

2. 输出电阻



$$R_o = \left. \frac{v_t}{i_t} \right|_{v_s=0, R_L=\infty}$$

注意：输入、输出电阻为交流电阻

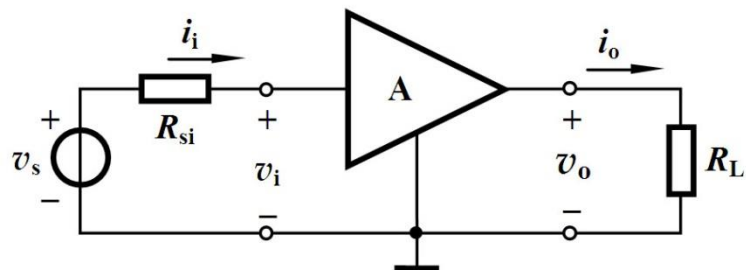
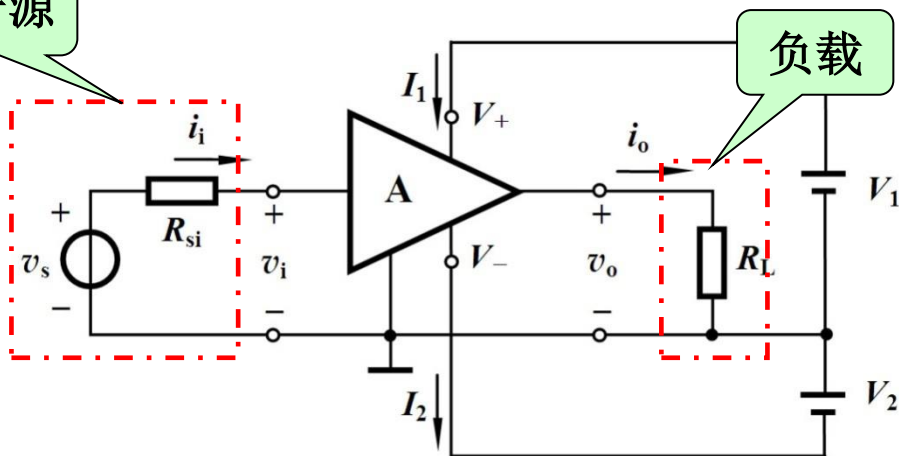


概述

3. 放大增益

信号源

负载



电压增益 (电压放大倍数)

$$A_v = \frac{v_o}{v_i}$$

互阻增益

$$A_r = \frac{v_o}{i_i} \quad (\Omega)$$

电流增益

$$A_i = \frac{i_o}{i_i}$$

互导增益

$$A_g = \frac{i_o}{v_i} \quad (\text{S})$$



(一) 电压放大器的直流简化模型

(1) 直流简化模型及指标参数

A_{vo} —— 负载开路时的
电压增益

R_i —— 输入电阻

R_o —— 输出电阻

由输出回路得

$$v_o = A_{vo} v_i \frac{R_L}{R_o + R_L}$$

由此可见 $R_L \downarrow \longrightarrow A_v \downarrow$

则电压增益为

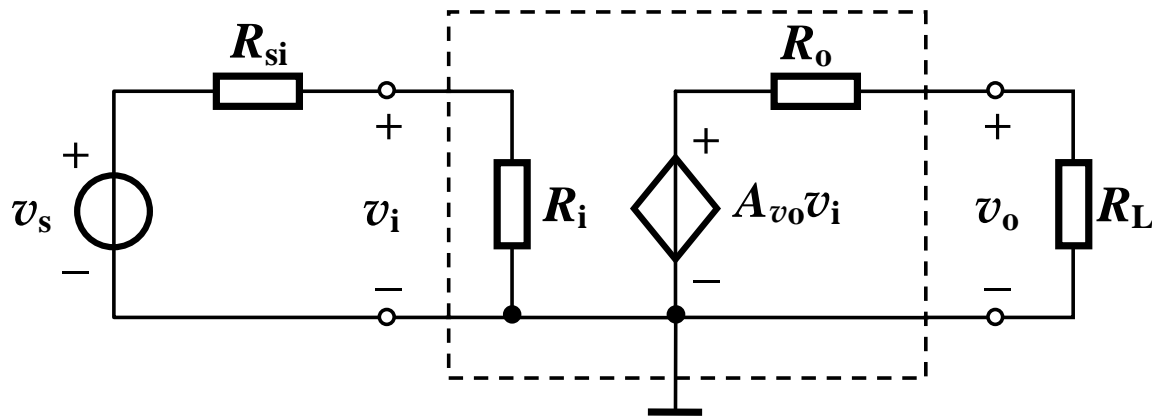
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = A_{vo} \frac{R_L}{R_o + R_L}$$

即负载的大小会影响增益的大小

要想减小负载的影响, 则希望...? (考虑改变放大电路的参数)

$$R_o \ll R_L$$

理想情况 $R_o = 0$



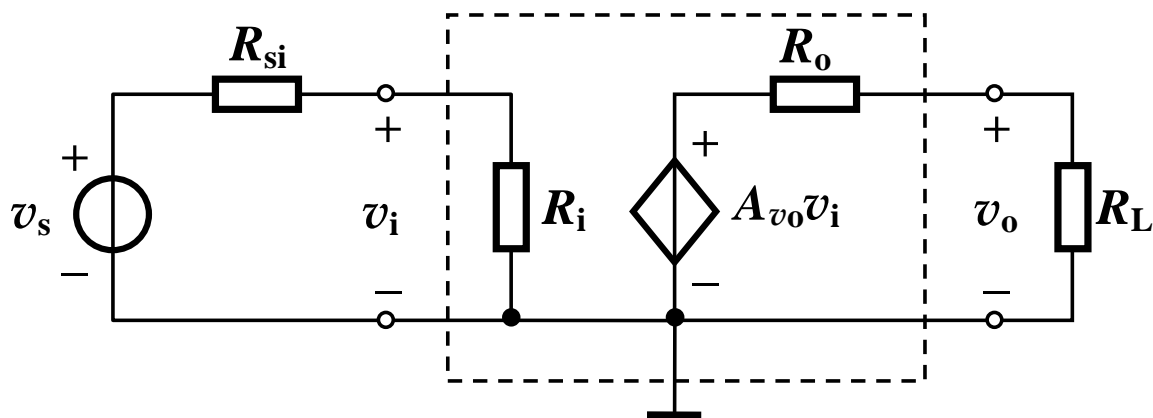


(一) 电压放大器的直流简化模型

(1) 直流简化模型及指标参数

另一方面，考虑到
输入回路对信号源的
衰减

有
$$v_i = \frac{R_i}{R_s + R_i} v_s$$



要想减小衰减，则希望...?

$$R_i \gg R_s$$

理想情况 $R_i = \infty$

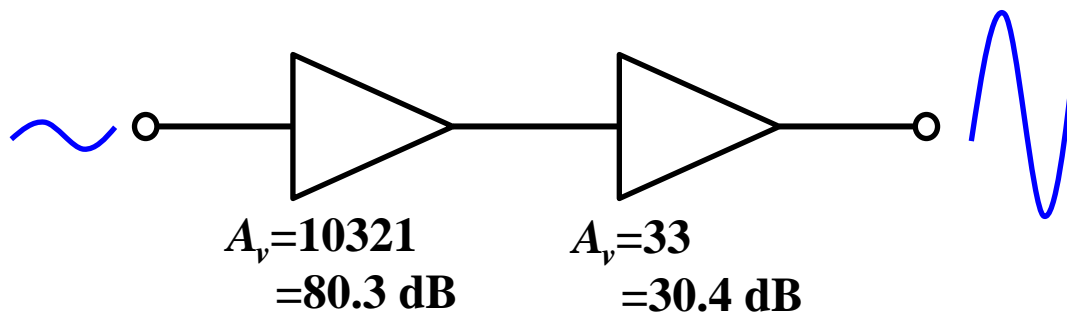


(一) 电压放大器的直流简化模型

(2) 增益的分贝 (dB) 表示

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} \quad dB(A_v) = 20 \lg |A_v| \quad (dB) \quad dB(A \cdot B) = dB(A) + dB(B)$$

例题：信号通过两级放大，请计算整体的增益是多少？



计算 10321×33 简单还是 $80.3 + 30.4$ 简单？

采用分贝的两大好处：

- 1) 让乘除法变成加减法
- 2) 让数值范围更小，易于作图



内容

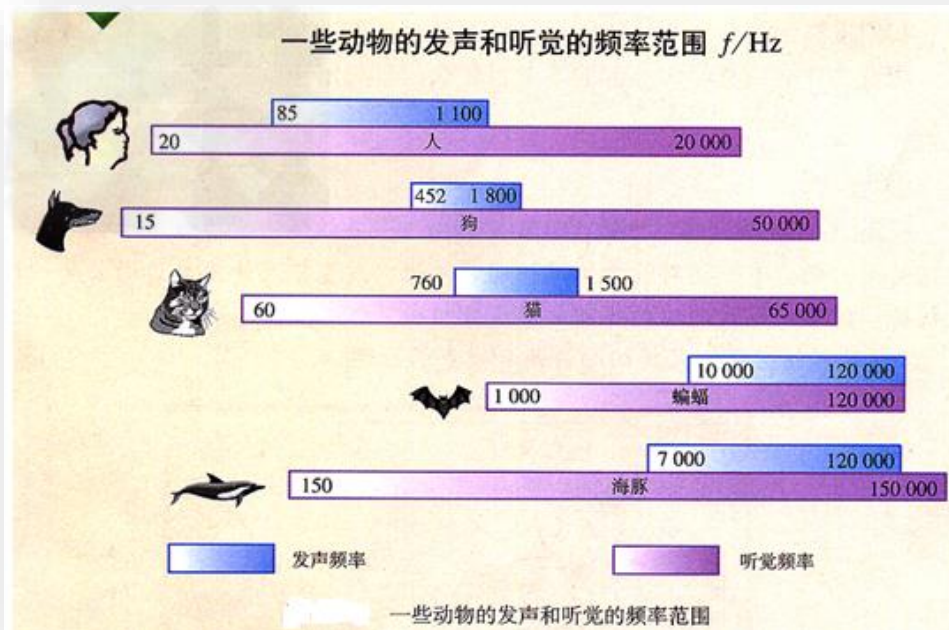
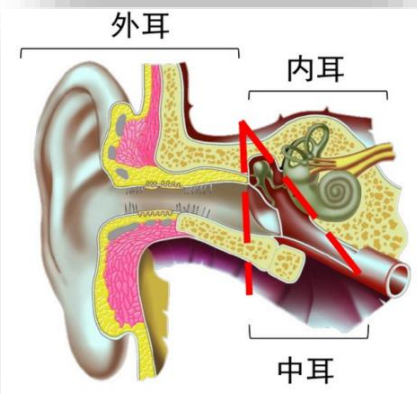
(一) 电压放大器的直流简化模型及特性

(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(1) 引例

- 模拟信号是连续变化的，存在着频率高低的物理特征；
- 生物上听觉和发生器官存在频率响应；
- 电子学器件与电路是否也存在频率响应？





(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(2) 频率响应及带宽

常见放大电路的幅频响应

其中 f_H —— 上限频率

f_L —— 下限频率

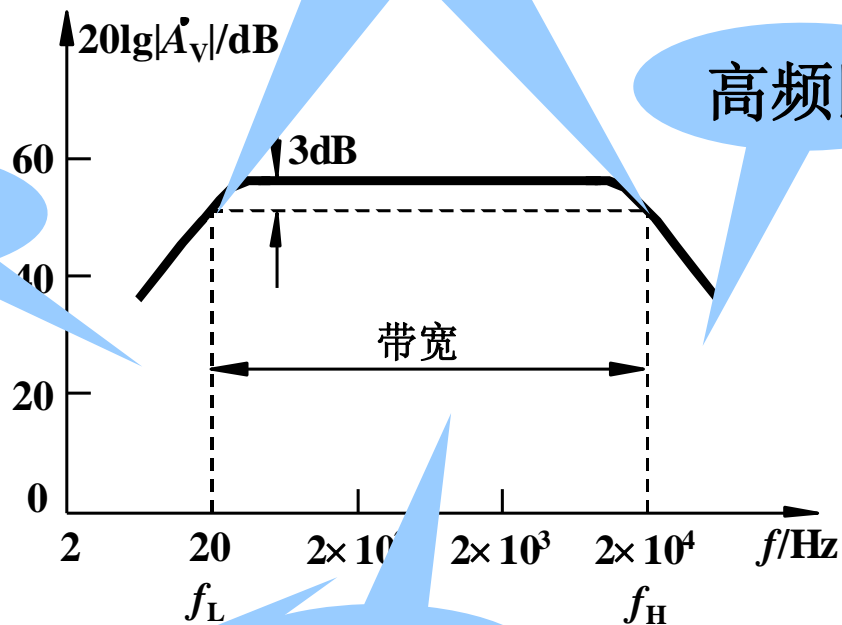
$BW = f_H - f_L$ 称为带宽

当 $f_H \gg f_L$ 时, $BW \approx f_H$

低频区

3dB 频率点
(半功率点)

高频区



中频区

波特图：横坐标以对
数坐标绘制

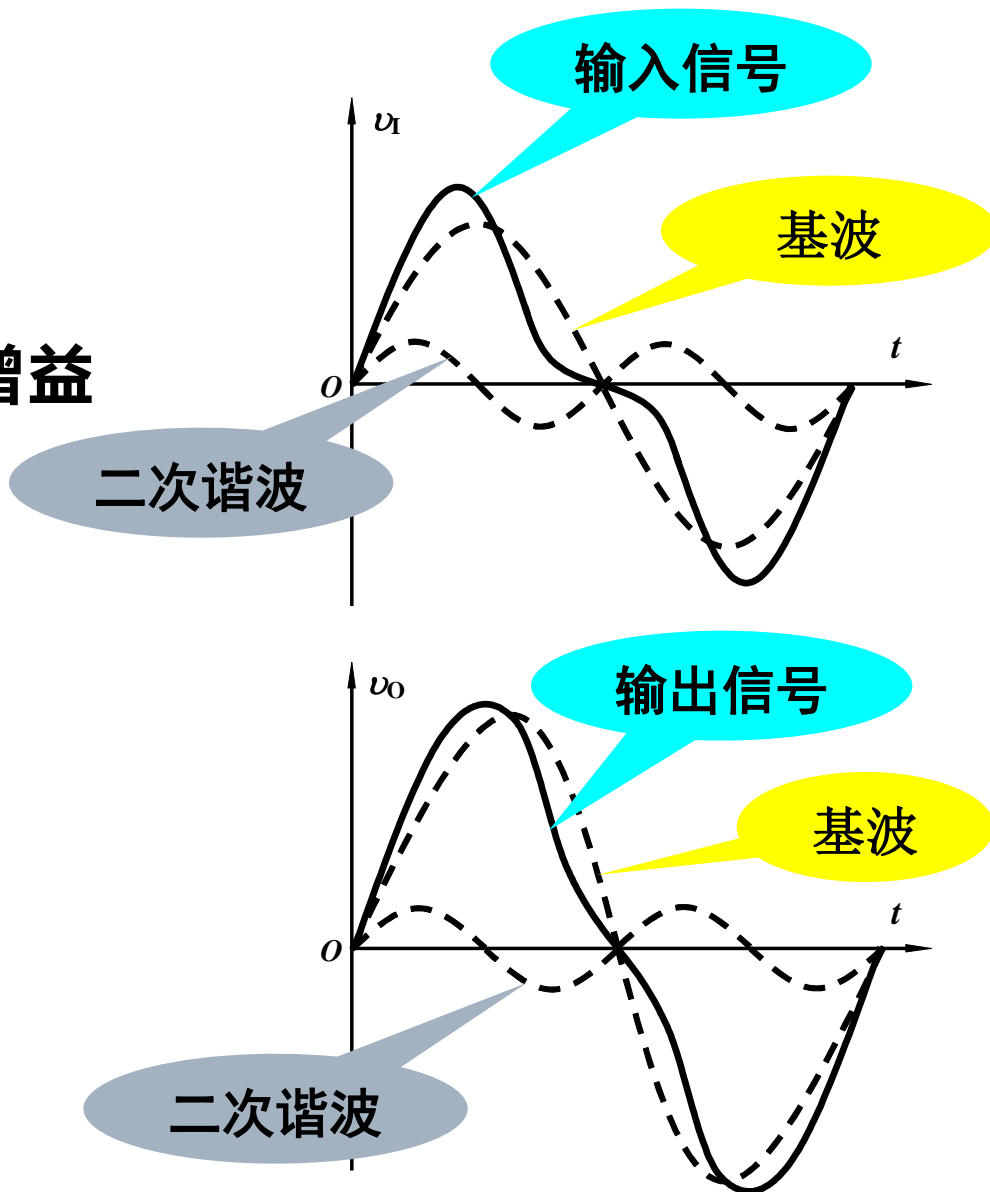


(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(3) 频率失真 (线性失真)

A. 幅度失真:

对不同频率的信号增益不同, 产生的失真。



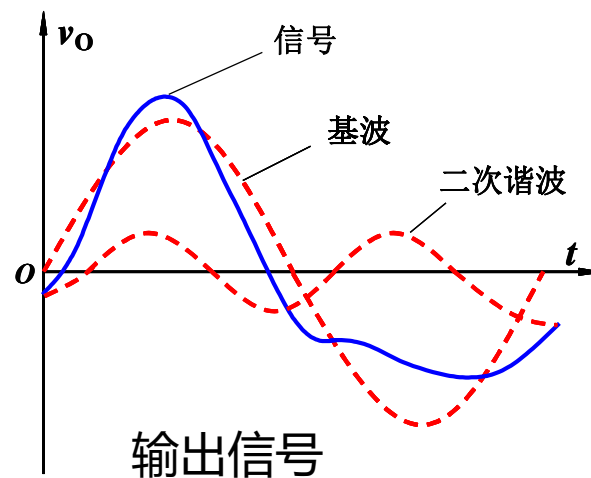
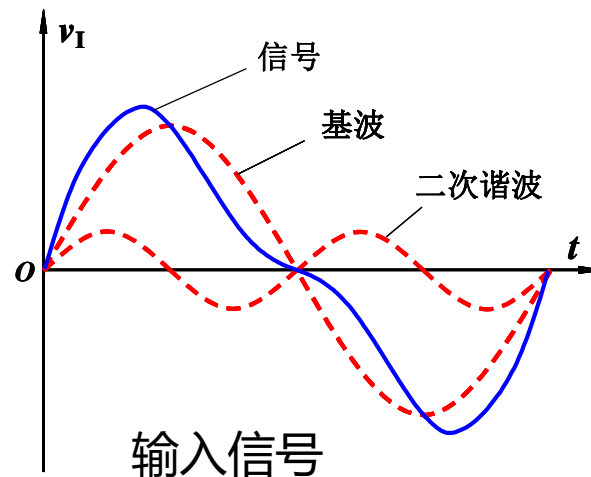


(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(3) 频率失真 (线性失真)

B. 相位失真:

对不同频率的信号时延不同, 产生的失真。





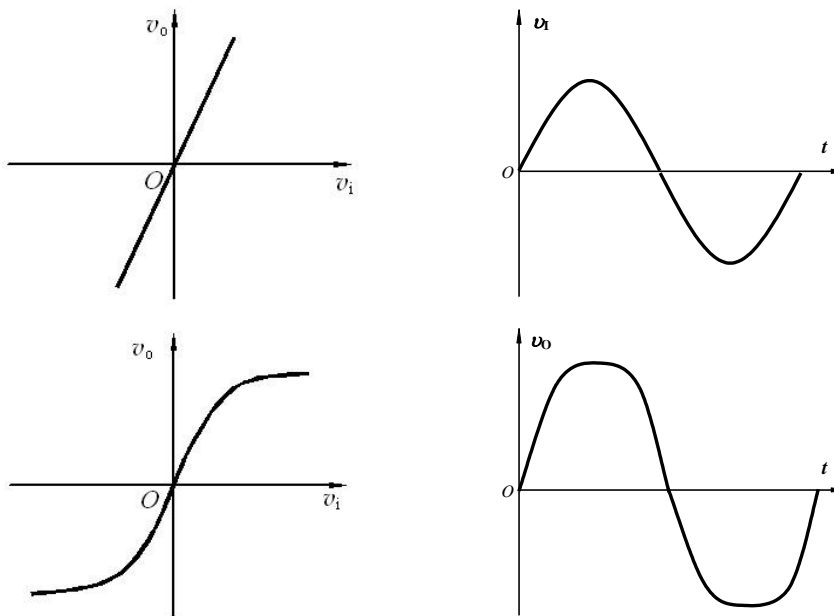
(二) 电压放大器的交流频率响应特性

(4) 非线性失真 (了解) : 由元器件非线性特性引起的失真

• 非线性失真系数:

$$\gamma = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\infty} V_{ok}^2}}{V_{o1}} \times 100\%$$

□ V_{o1} 是输出电压信号基波分量的有效值, V_{ok} 是高次谐波分量的有效值, k 为正整数。



注：本门课程不涉及非线性电子学分析与设计☺



总结——思维导图

