



## § 7 放大电路初步

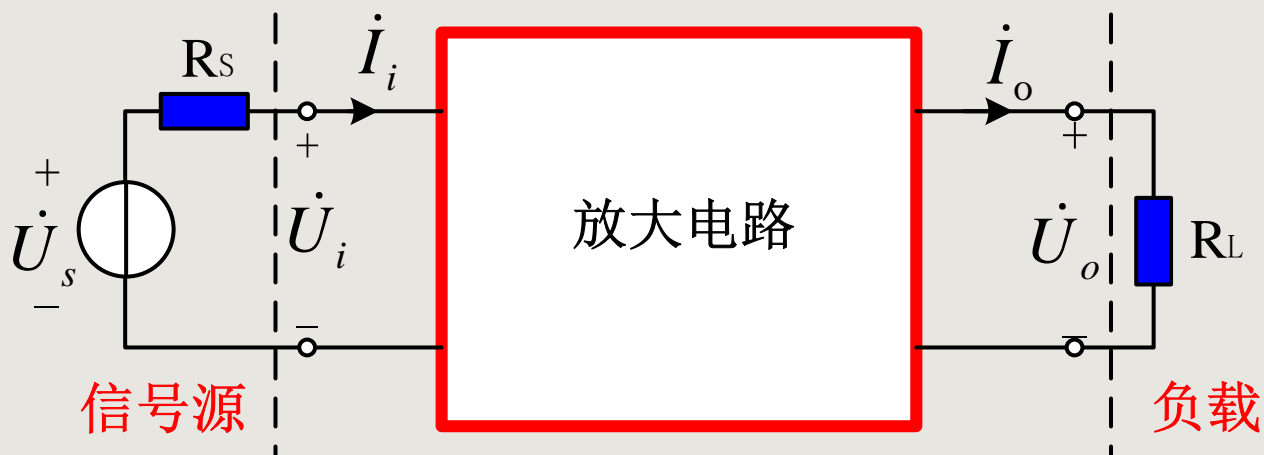
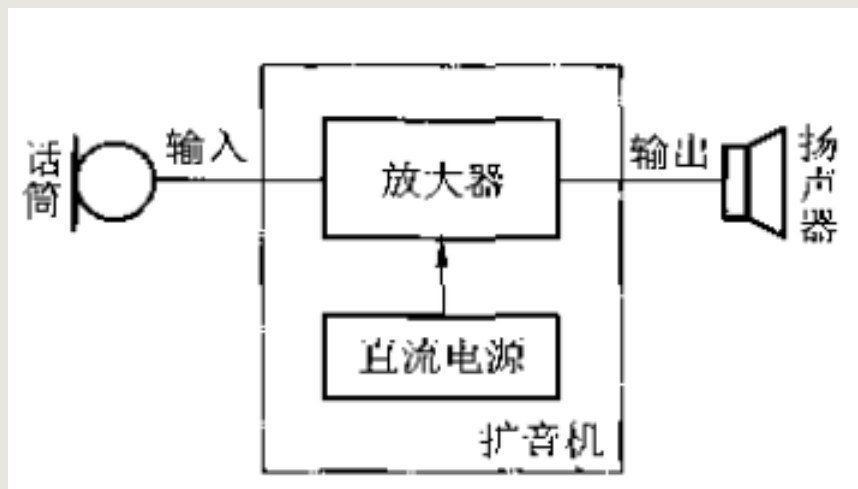
- 一、 放大电路概述
- 二、 集成运算放大器
- 三、 放大电路中的负反馈





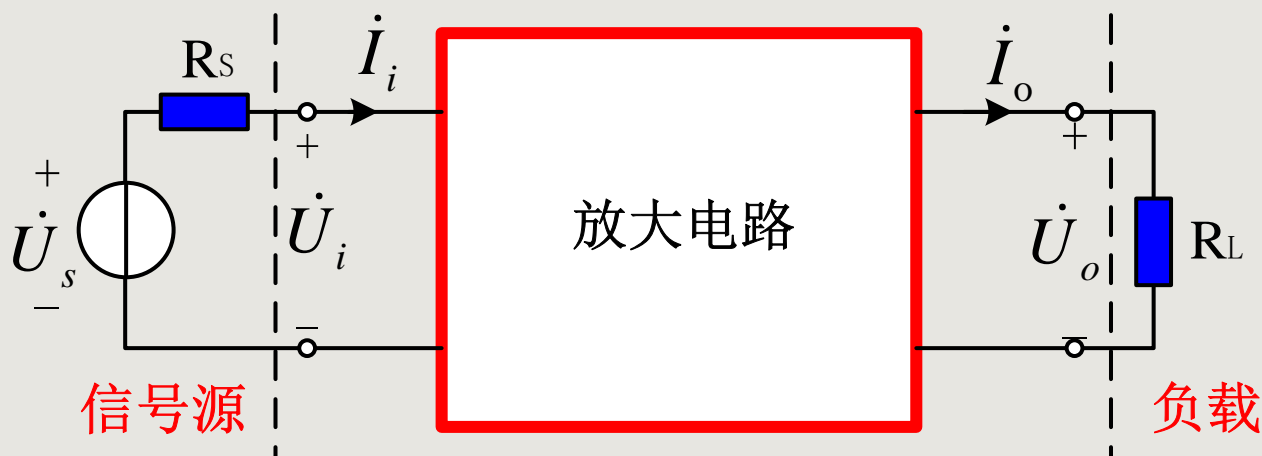
## § 7.1 放大电路的概述

### 1. 放大的基本概念



## § 7.1 共射放大电路

### 1. 放大的基本概念

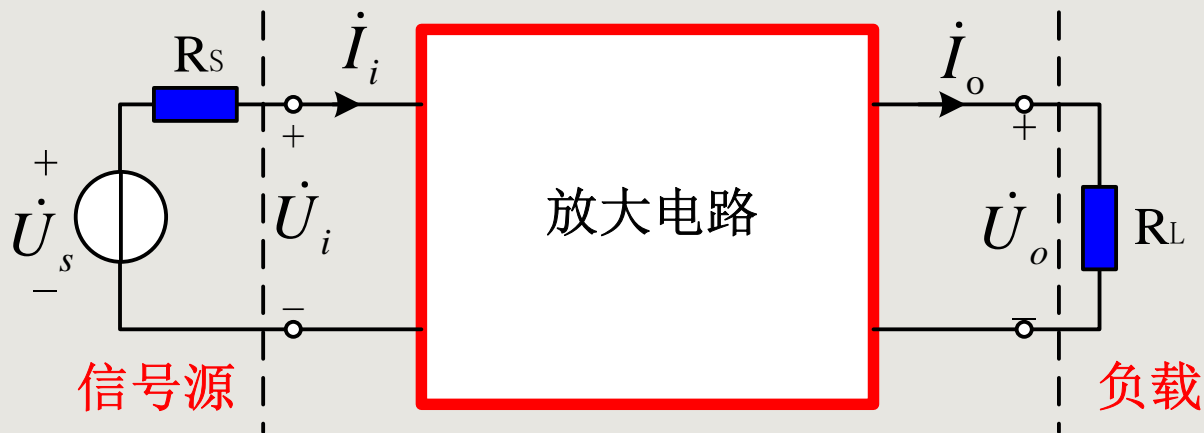


**放大——把微弱的电信号的幅度放大。**

一个微弱的电信号通过放大器后，输出电压或电流的幅值得到了放大，但它随时间变化的规律不能变，即**不失真**。

## 2. 放大电路的主要技术指标

(1) 放大倍数——表示放大器的放大能力



常用的放大倍数有电压放大倍数，电流放大倍数和功率放大倍数，定义如下：

(a) 电压放大倍数定义为:  $A_U = U_o / U_i$

(b) 电流放大倍数定义为:  $A_I = I_o / I_i$

(c) 功率放大倍数定义为:  $A_P = P_o / P_i$

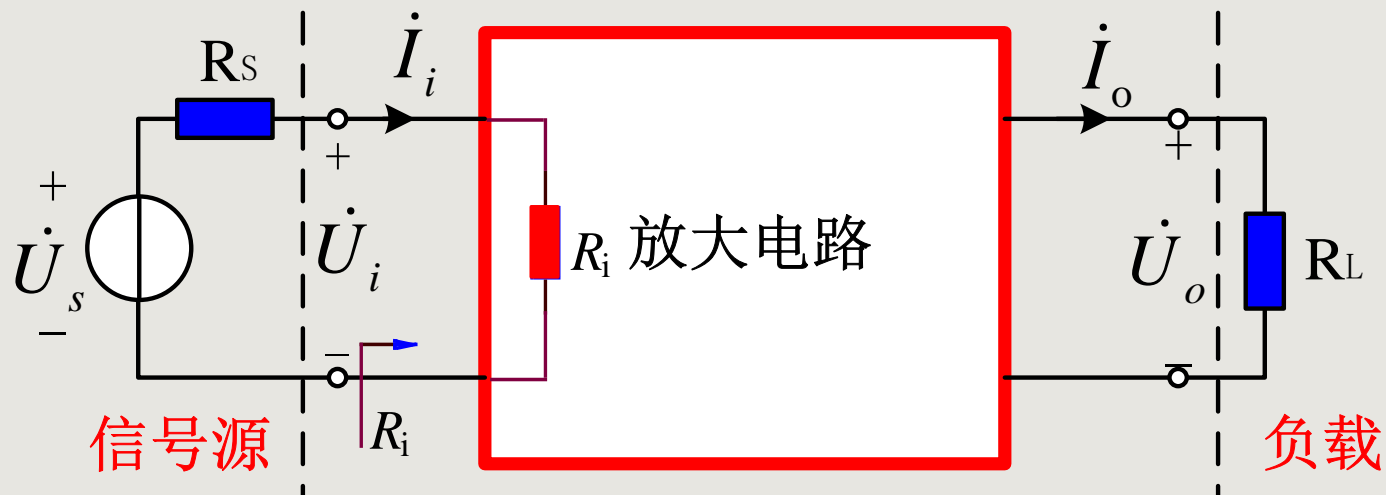
$$A_u = 20 \lg \left| \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} \right|$$

$$A_i = 20 \lg \left| \frac{\dot{I}_o}{\dot{I}_i} \right|$$

$$A_p = 10 \lg \left| \frac{\dot{P}_o}{\dot{P}_i} \right|$$

(2) 输入电阻 $R_i$ ——从放大电路输入端看进去的等效电阻

$$R_i = U_i / I_i$$

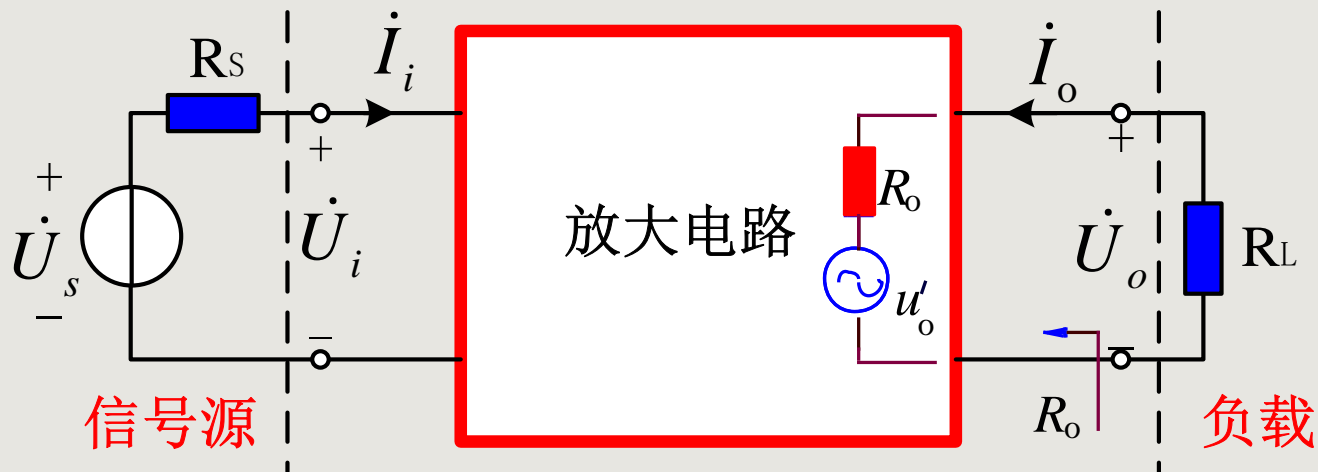


一般来说， $R_i$ 越大越好。

(a)  $R_i$ 越大， $i_i$ 就越小，从信号源索取的电流越小。

(b) 当信号源有内阻时， $R_i$ 越大， $u_i$ 就越接近 $u_s$ 。

### (3) 输出电阻 $R_o$ ——从放大电路输出端看进去的等效电阻

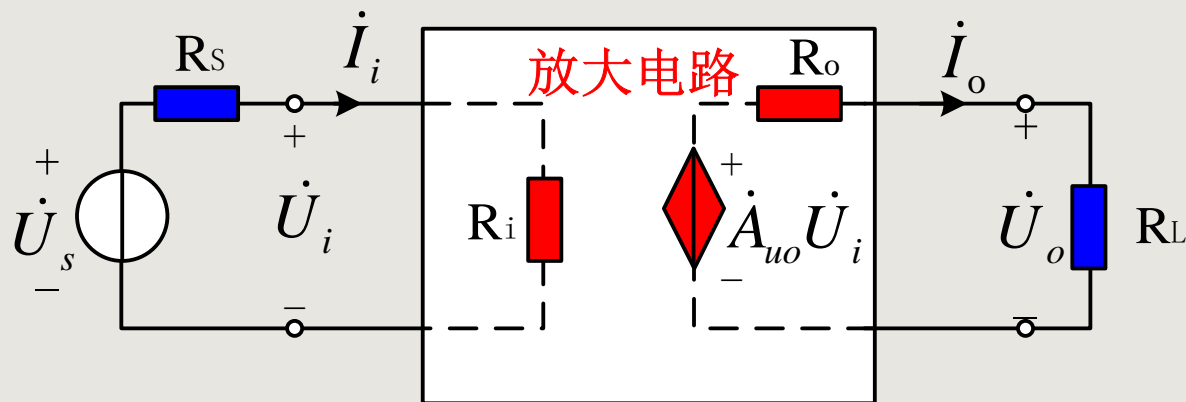


负载开路，信号源电动势为零，输出端外加电压 $U_o$ 时，输出端电流为 $I_o$ ，则

$$R_o = \frac{U_o}{I_o} \Big|_{R_L = \infty, u_s = 0}$$

输出电阻是表明放大电路带负载能力的， $R_o$ 越小，放大电路带负载的能力越强，反之则差。

引入放大电路的放大倍数、输入电阻和输出电阻后，放大电路可用下图所示的模型来表示：



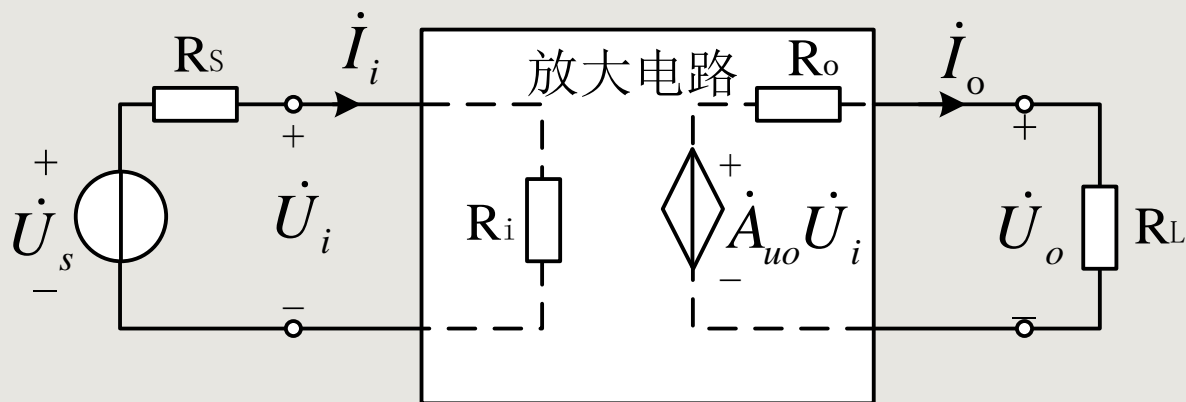
$A_{uo}$ : 负载开路时的电压放大倍数

若用  $U_{O\infty}$  表示负载开路时的输出电压，用  $U_{OL}$  表示接入负载  $R_L$  后的输出电压，则：

$$R_o = \left( \frac{U_{O\infty}}{U_{OL}} - 1 \right) R_L$$



**例7.1.1** 设一放大电路空载时的电压放大倍数 $A_{uo}=100$ ，输入电阻 $R_i=2k\Omega$ ，输出电阻 $R_o=400\Omega$ ，现接入电动势 $U_s=50mV$ 、内阻 $R_s=500\Omega$ 的信号源，求放大电路空载时和接入 $1.6k\Omega$ 负载时的输出电压。





**例7.1.1** 设一放大电路空载时的电压放大倍数 $A_{uo}=100$ ，输入电阻 $R_i=2k\Omega$ ，输出电阻 $R_o=400\Omega$ ，现接入电动势 $U_s=50mV$ 、内阻 $R_s=500\Omega$ 的信号源，求放大电路空载时和接入 $1.6k\Omega$ 负载时的输出电压。

**解：** 信号源的输出电压  
即放大电路的输入电压

$$U_i = \frac{R_i}{R_i + R_s} U_s = \frac{2000}{2000 + 500} \times 50 = 40mV$$

空载时的输出电压

$$U_o = A_{uo} U_i = 100 \times 40 = 4000mV = 4V$$

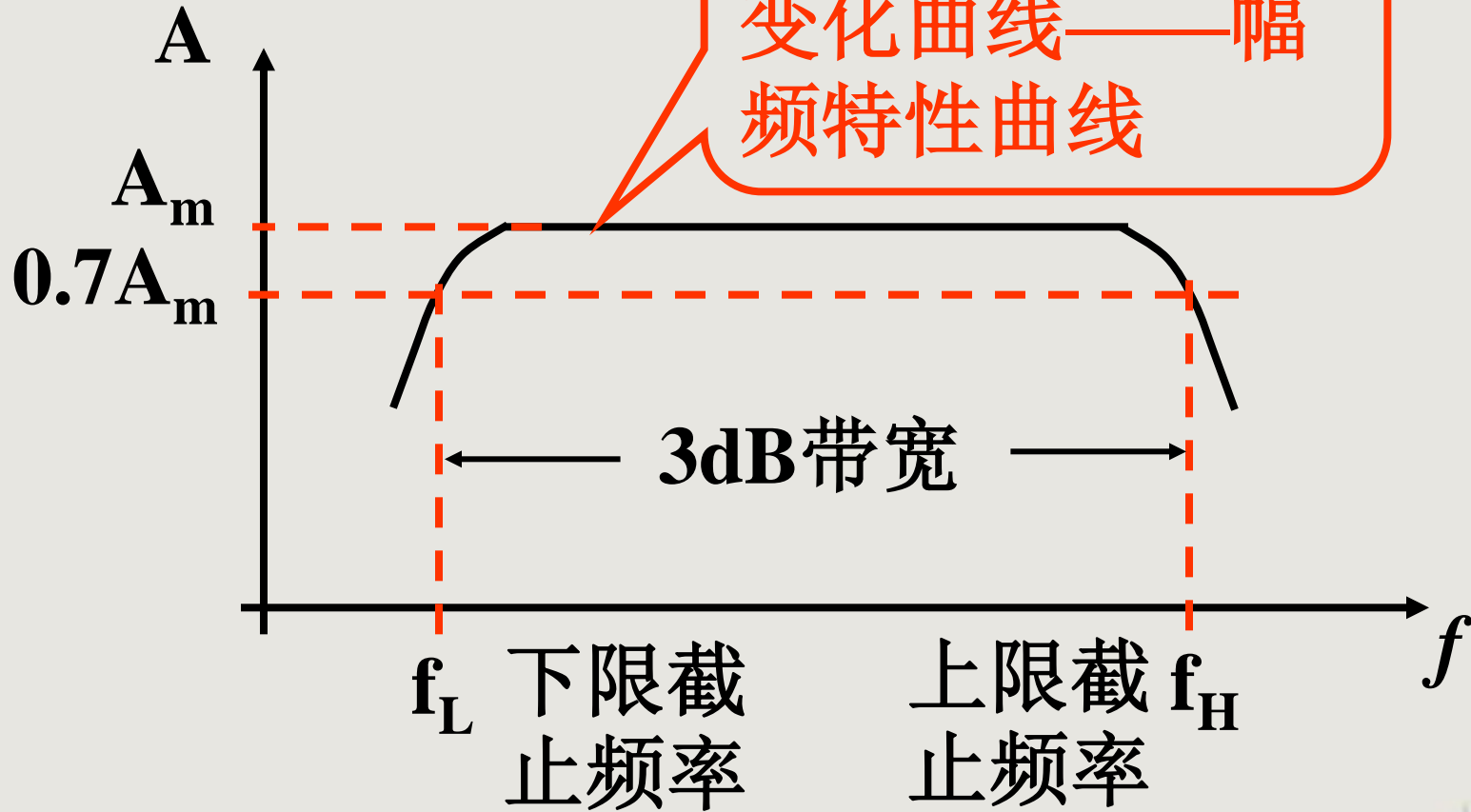
接上 $1.6k\Omega$ 负载时的输出电压

$$U_{oL} = \frac{R_L}{R_L + R_o} A_{uo} U_i = \frac{1600}{1600 + 400} \times 4 = 3.2V$$





### (4) 通頻帶



通頻帶： $f_{bw} = f_H - f_L$



## (5) 失真与谐波失真度

- 放大电路的失真有两类：频率失真和非线性失真。
- 频率失真是对包含有多种频率成份的信号而言的，包括幅度失真和相位失真，由电路中的线性电抗元件引起，也称为线性失真。
- 非线性失真是对带宽内单一频率的正弦信号而言的。由于放大器件的非线性特性，输出信号中除了基波外，还有高次谐波。常用高次谐波电压总有效值与基波电压有效值之比来表征非线性失真的程度，记作**D**，称为谐波失真度，其定义式为

$$D = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1}$$

