

第二章 基本放大器

1. 放大电路的概念及性能指标
2. 基本共射放大电路的工作原理
3. 放大电路的分析方法
4. 放大电路静态工作点的稳定
5. 放大电路的三种接法
6. 场效应管放大电路

2.1.1 放大的概念

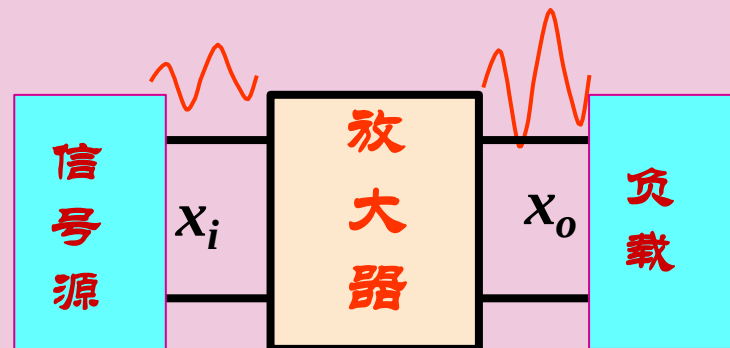
放大的作用：把微弱的电信号放大至负载所需的数值。

放大的对象：变化量。

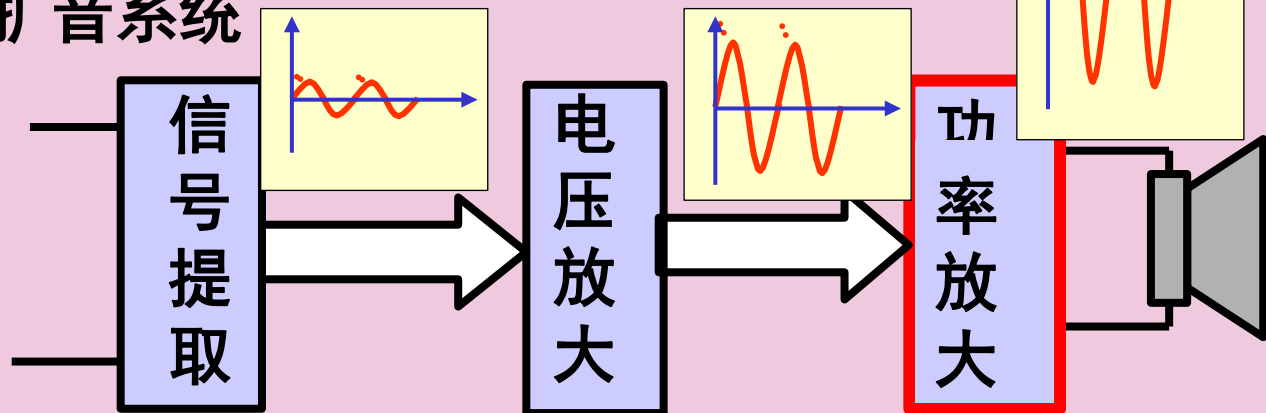
放大的实质：小能量对大能量的控制。

由小能量的输入信号去控制直流电源，使之输出较大能量，然后推动负载。

放大电路的核心器件：BJT或FET。

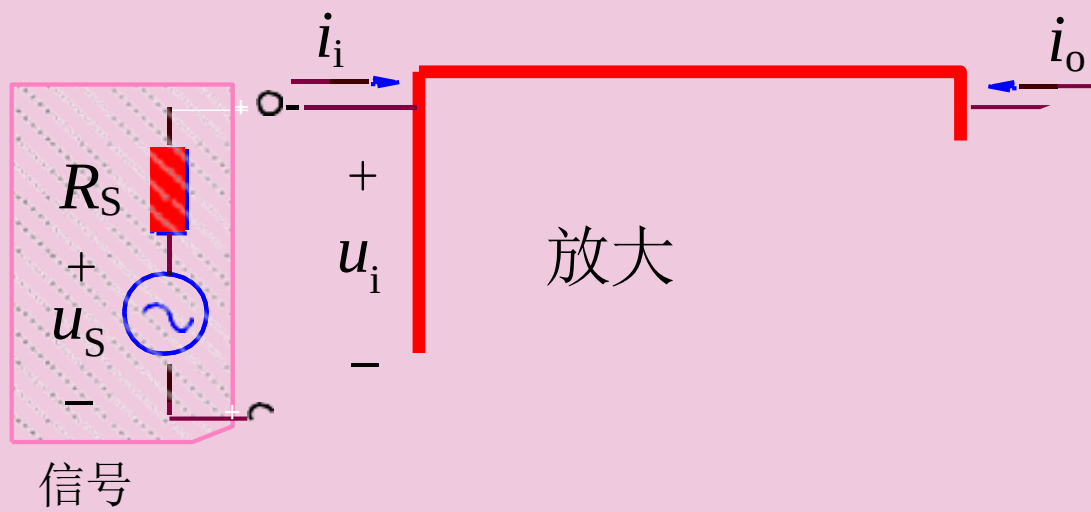


例：扩音系统

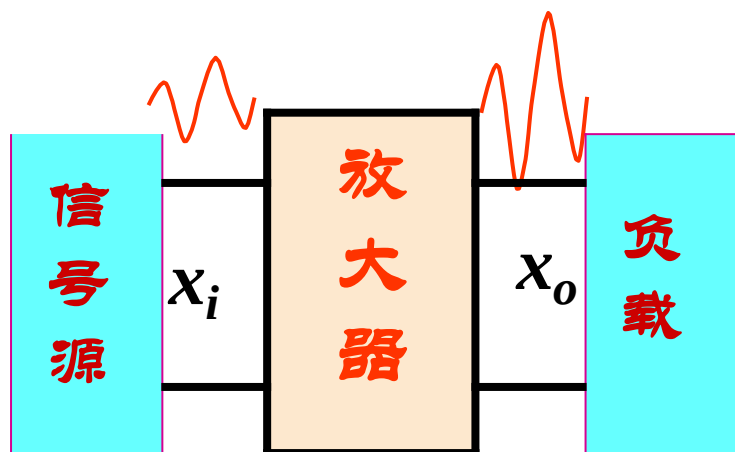


放大的基本特征：
功率放大

放大的前提：
不失真



2.1.2 放大电路的主要性能指标



- 1、放大倍数（增益）
- 2、输入电阻
- 3、输出电阻
- 4、通频带
- 5、非线性失真系数
- 6、动态范围

说到放大你最
关心什么

能放多大？

象不象？

频率响应

？

带负载能力如何？

对信号源影响有多大？

1 放大倍数（增益） ——描述放大电路放大能力的指标。

$$\text{放大倍数} = \frac{\text{输出量}}{\text{输入量}} \quad (\text{是复数, 反映两者的幅值比和相位差})$$

放大倍数也常用分贝作单位

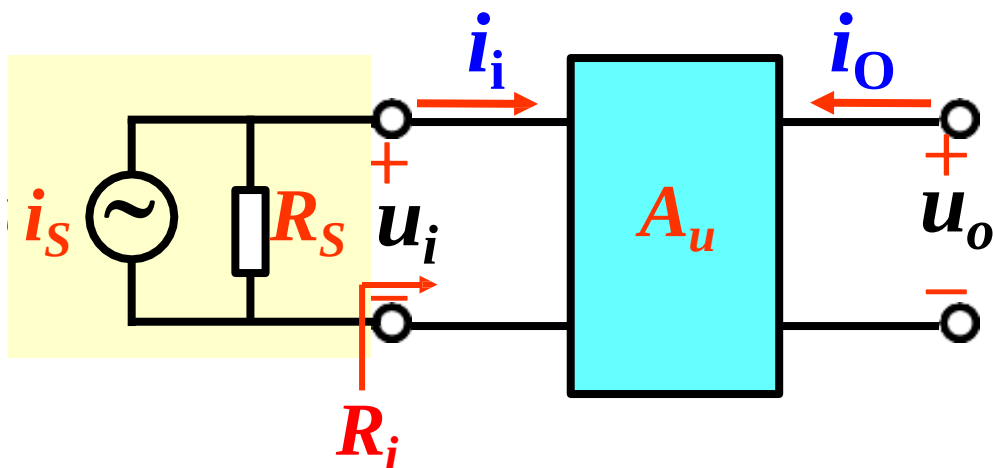
$$A_u(dB) = 20 \lg |A_u| (dB)$$

$$|A_u| = 1000 \Rightarrow A_u(dB) = 60(dB)$$

$$|A_u| = 1/\sqrt{2} \Rightarrow A_u(dB) = -3(dB)$$

2 输入电阻 R_i

用来描述放大电路对信号源索取电流的大小，也表示放大器对信号源的影响程度。

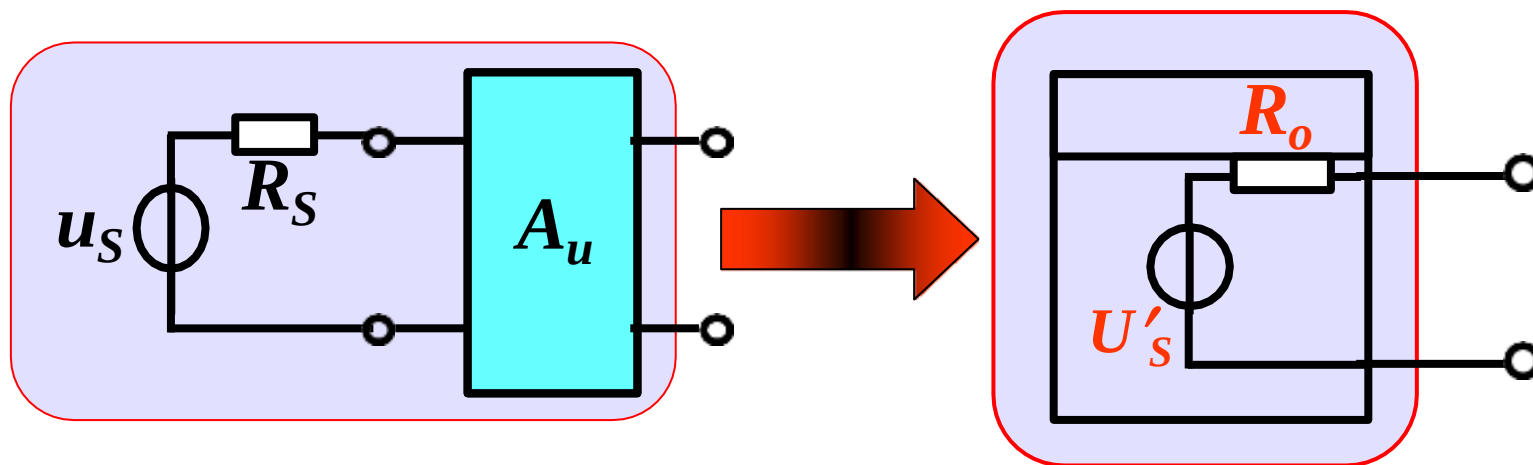


$$R_i = \frac{u_i}{i_i}$$

输入为电压源：（ R_i 越大越好）

$R_i \uparrow$, $i_i \downarrow$, u_i 就越接近 u_s , 输入信号的利用率越高。

3 输出电阻 R_o ——带负载能力



输出电阻的定义式：

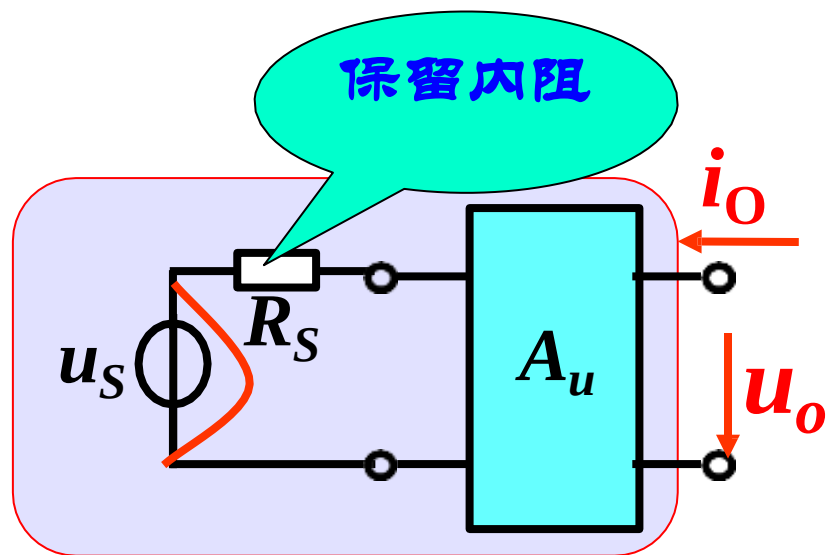
$$R_o = \frac{u_o}{i_o} \bigg|_{u_s=0, R_L=\infty}$$

➤ 以电压作为输出量的放大器： R_o 越小越好。

如何求 R_o ?

方法1：加压求流法

- 1 将信号源置零。
- 2 在输出端加电压 u_o ，测输出电流 i_o 。
- 3 代入定义式计算。



输出电阻的定义式：

$$R_o = \frac{u_o}{i_o} \bigg|_{u_s=0, R_L=\infty}$$

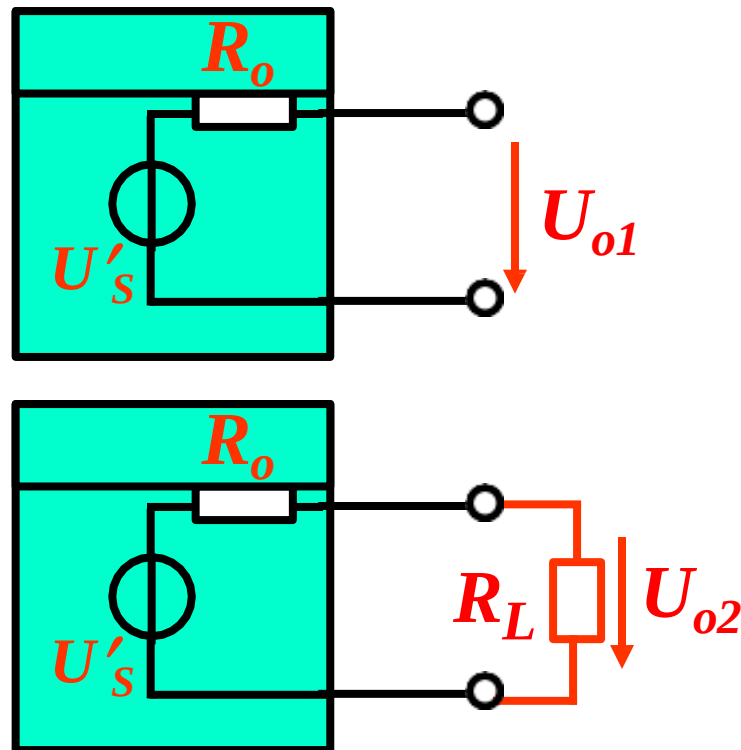
方法2：测量法

- 1 将负载开路，测量开路（空载）输出电压 U_{O1} 。
 - 2 在输出端接入一个已知负载，测输出电压 U_{O2} 。
- (3) 计算。

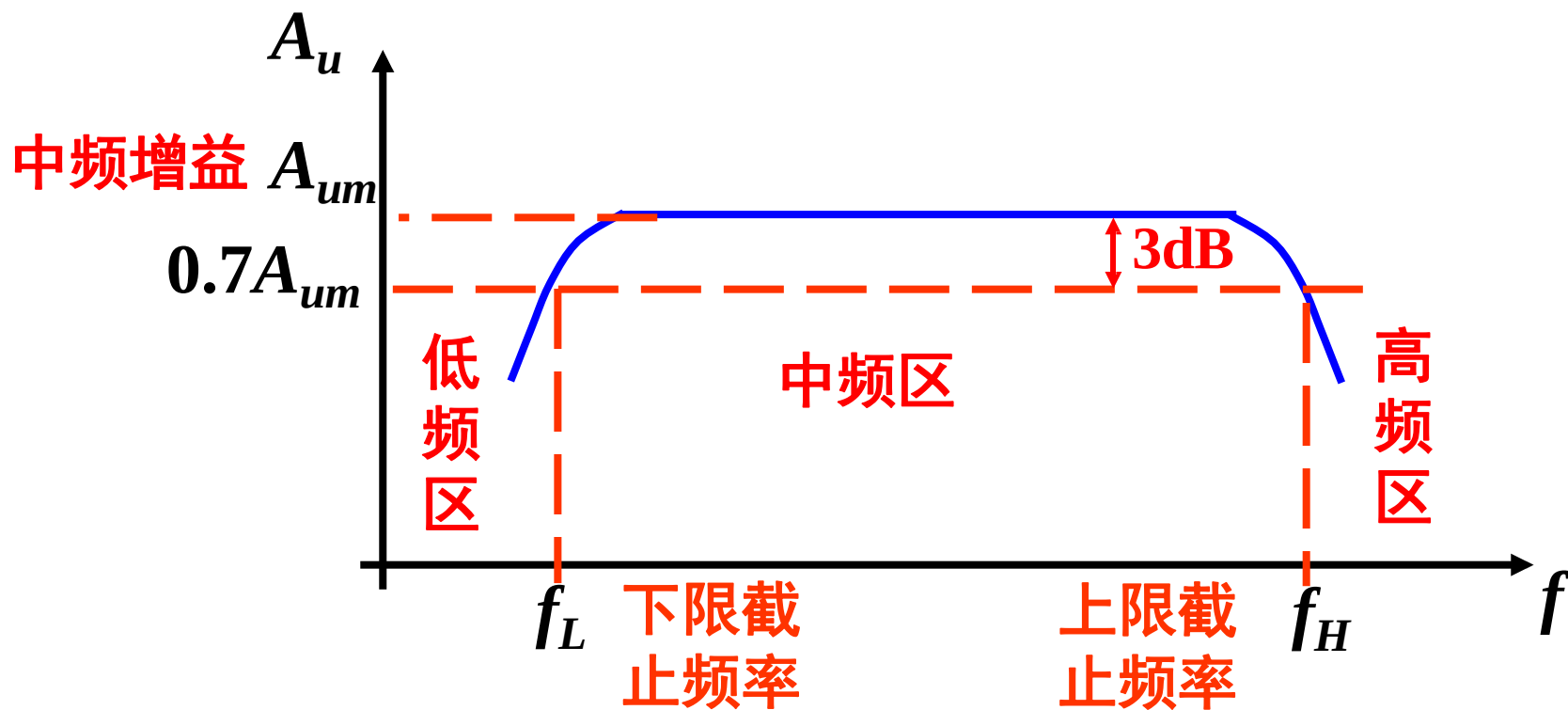
$$R_o = \left(\frac{U_{O1}}{U_{O2}} - 1 \right) R_L$$

$$U'_s = U_{O1};$$
$$U_{O2} = \frac{R_L}{R_o + R_L} U_{O1}$$

$$\Rightarrow \frac{U_{O1}}{U_{O2}} = 1 + \frac{R_o}{R_L} \Rightarrow R_o = \left(\frac{U_{O1}}{U_{O2}} - 1 \right) R_L$$



4 通频带BW



通频带: $BW = f_H - f_L$ —— 3dB带宽

5 非线性失真系数 (D) : 由于放大电路存在非线性失真, 当输入一定频率的正弦波信号时, 放大电路的输出波形中, 除了由输入信号频率决定的基波成分外, 还可能出现谐波。D的定义是各次谐波总量与基波分量之比, 即

$$D = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots}}{U_1}$$

6 最大输出电压幅度 动态范围 $U_{O(P-P)}$

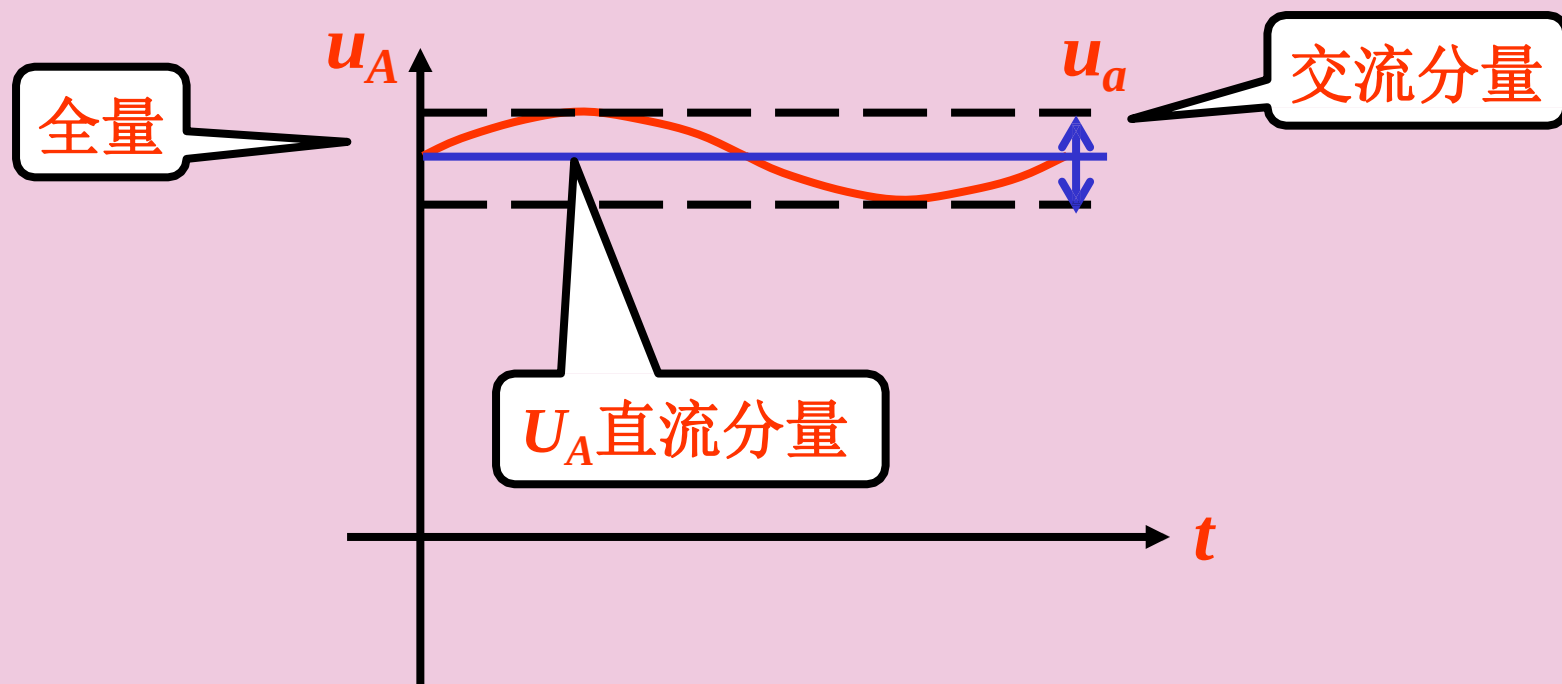
表示非线性失真系数D在允许范围时, 放大器能够输出的最大电压的值, 用峰—峰值表示, 或有效值表示 (U_{om} 、 I_{om})

符号规定

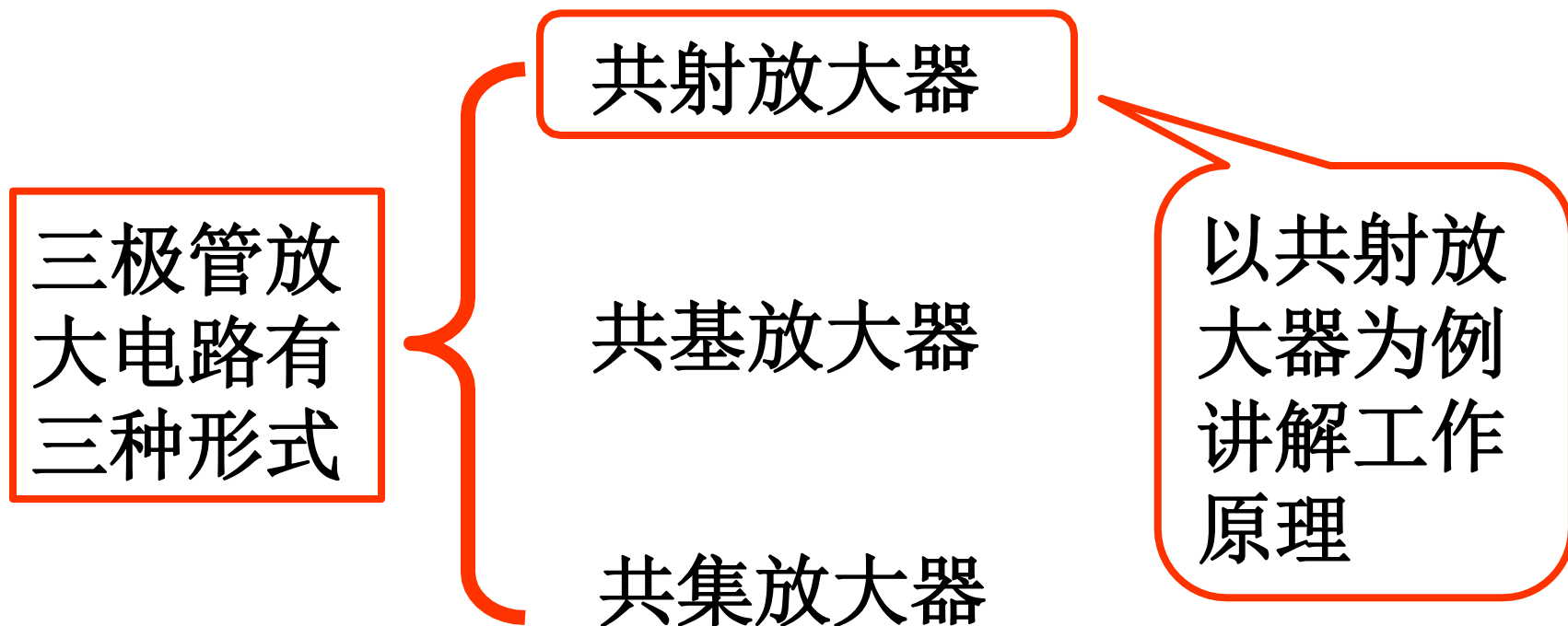
U_A 大写字母、大写下标, 表示直流分量。

u_A 小写字母、大写下标, 表示全量。

u_a 小写字母、小写下标, 表示交流分量。



2.2 基本放大电路的组成和工作原理

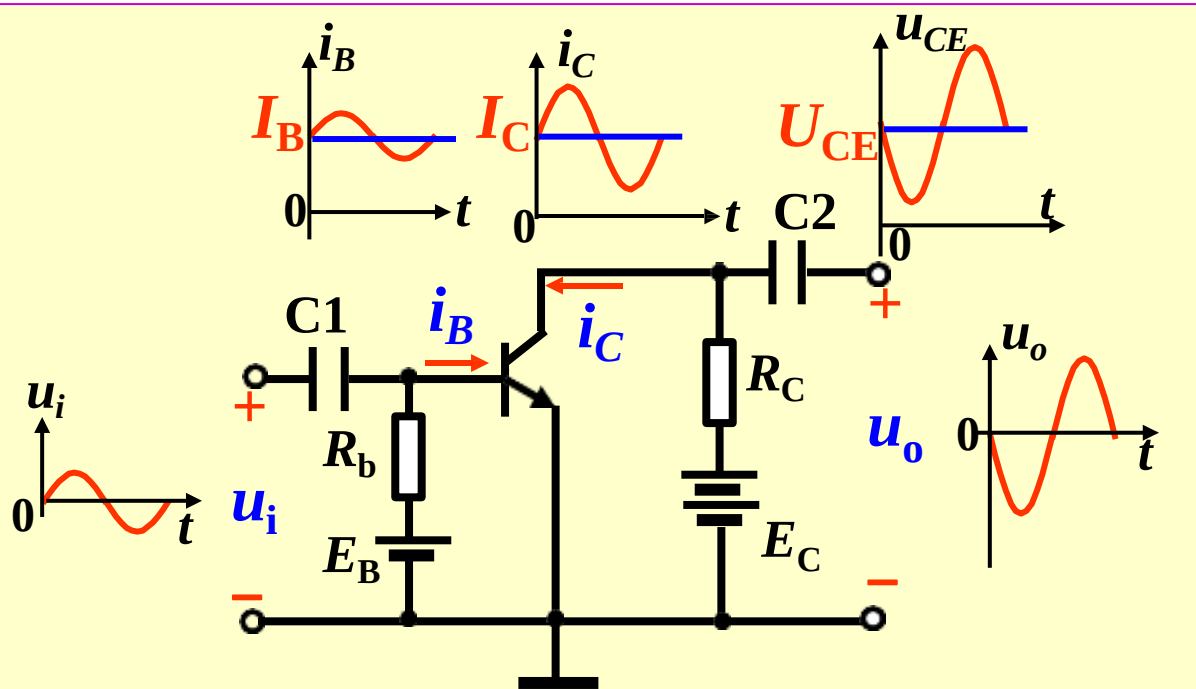


一. 三极管的放大原理

当 $u_i=0$ 时, $u_{BE}=U$ $i_C=I_C; u_{CE}=U_{CE}; u_o=0$

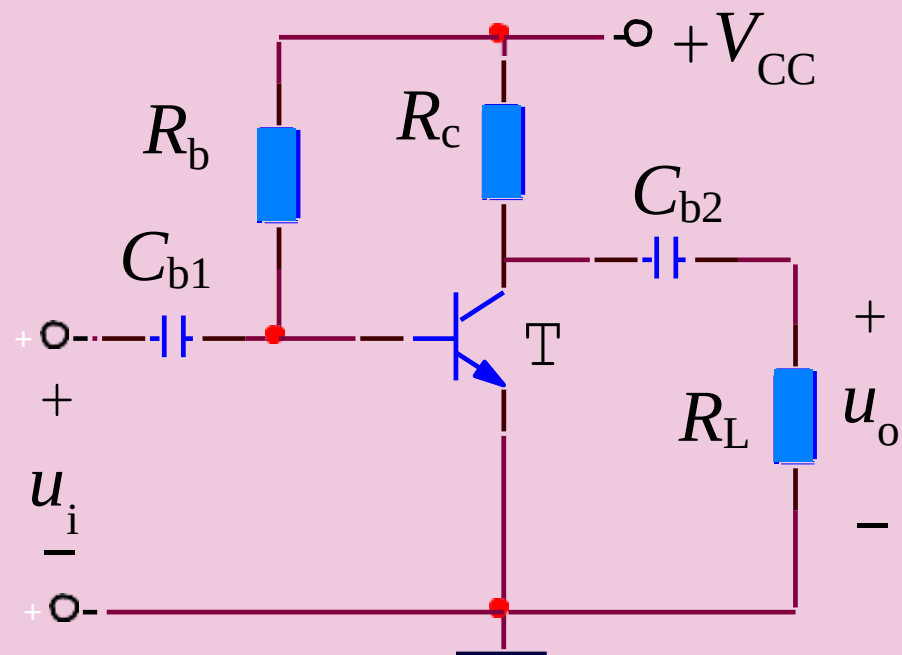
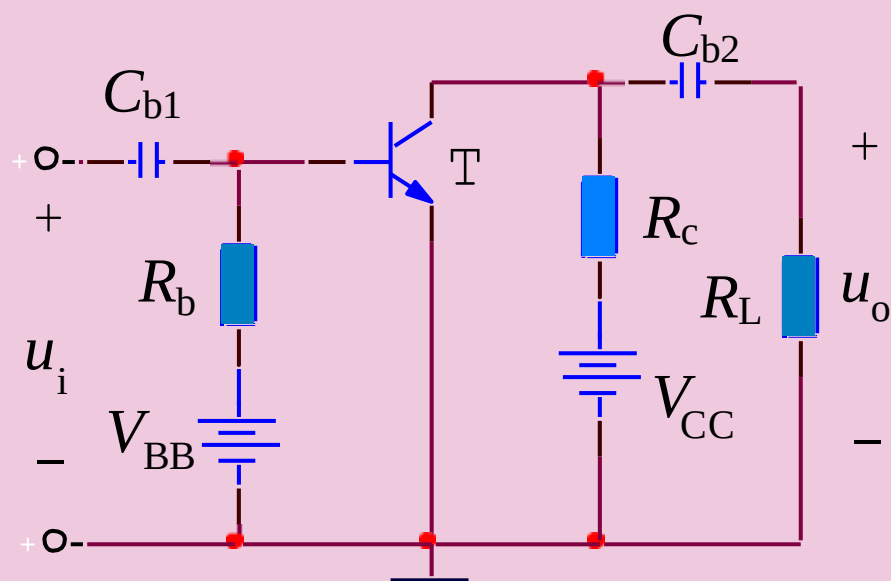
当 $u_i \neq 0$ 时, $u_i \rightarrow U_{BE} + u_{be} \rightarrow I_B + i_b \rightarrow I_C + i_c \rightarrow U_{CE} + u_{ce} \rightarrow u_o$

$$u_{CE} = E_C - i_C R_C = E_C - I_C R_C - i_c R_C = U_{CE} - i_c R_C$$

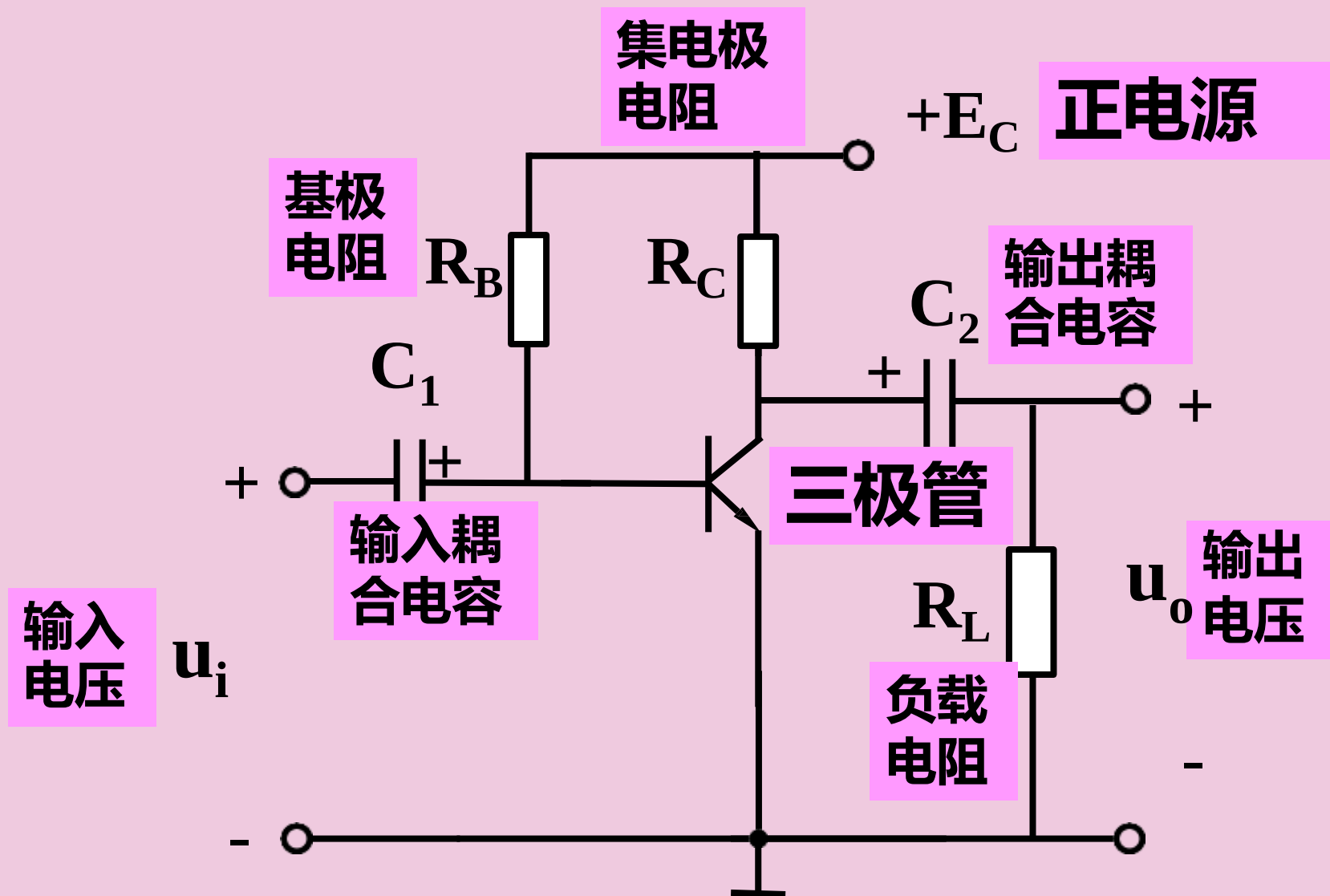


各极电压和电流围绕各自的静态值按正弦规律变化

基本放大电路的习惯画法



最简单的基本放大器组成



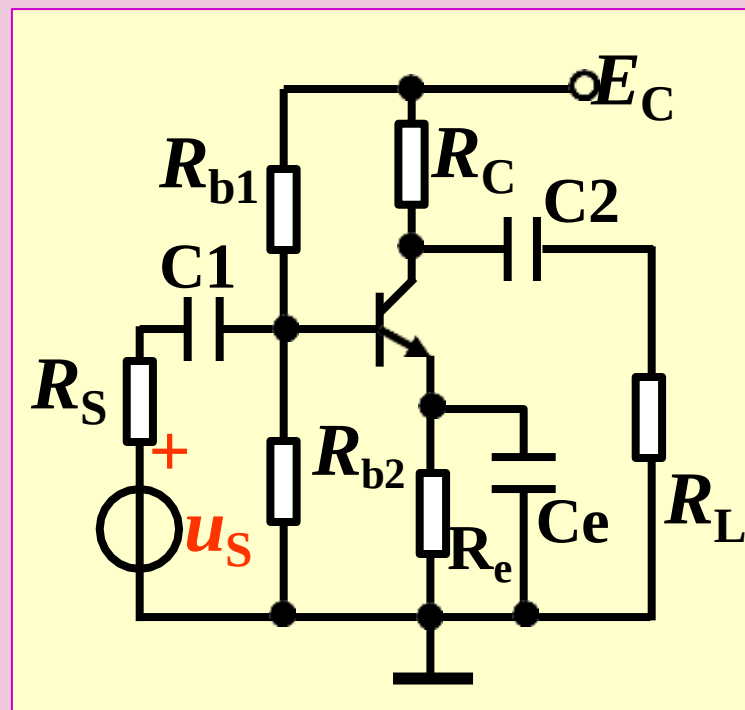
放大电路的组成原则

1) 要有合适的静态偏置

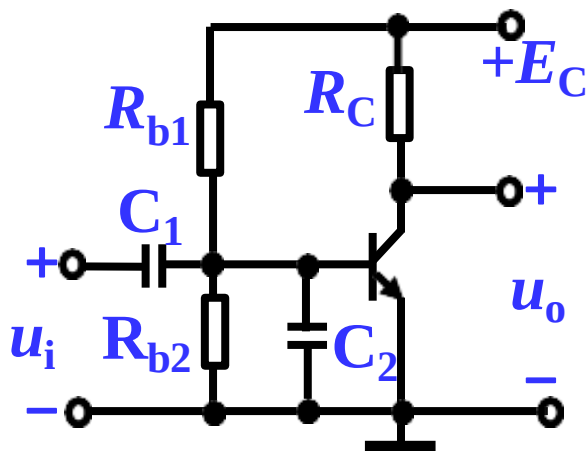
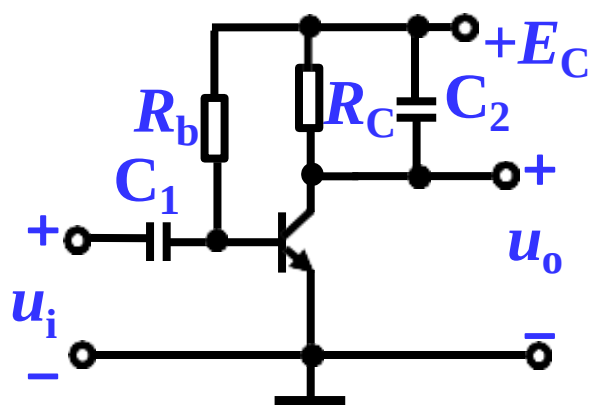
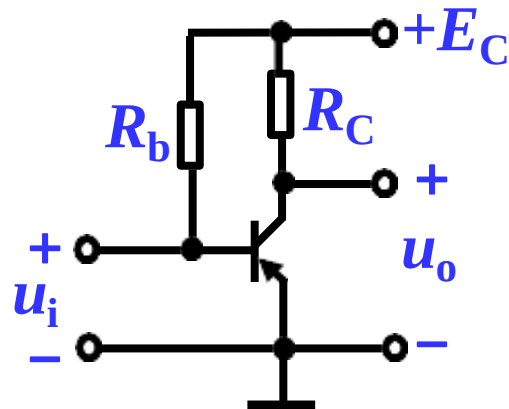
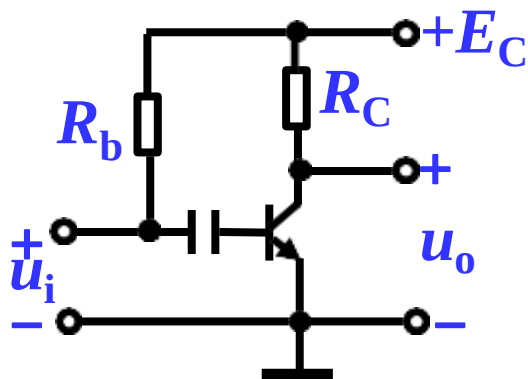
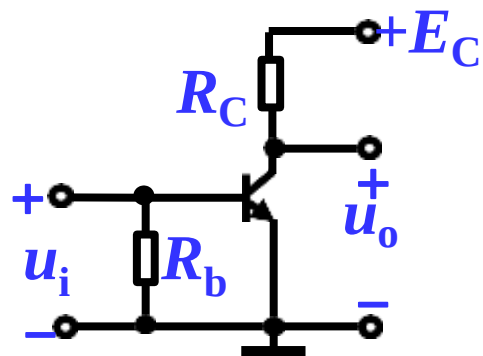
保证BJT发射结正偏，集电结反偏

2) 要有交流通道

- **输入回路的接法**应使输入电压的变化量能够传送到BJT的发射结，并使基极电流产生相应的变化量。
- **输出回路的接法**应能使放大的信号能从电路中输出。



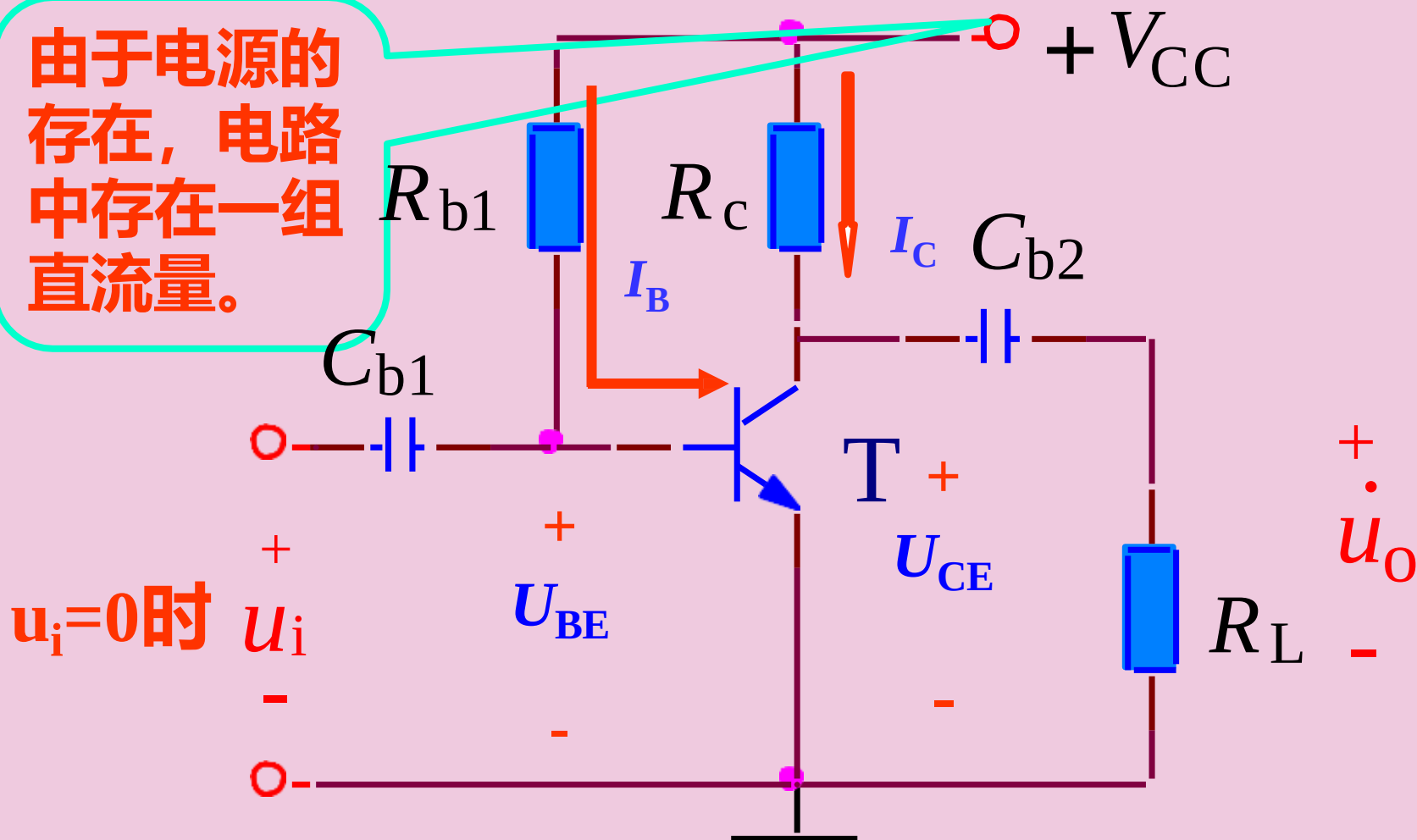
『例』判断图中各电路能否实现电压放大？



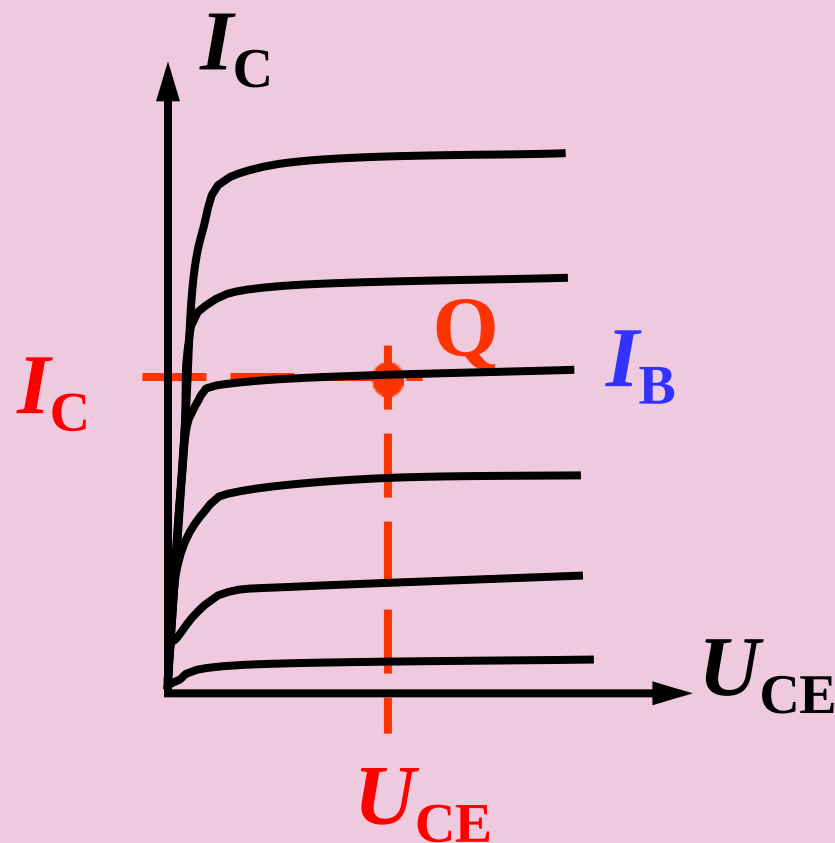
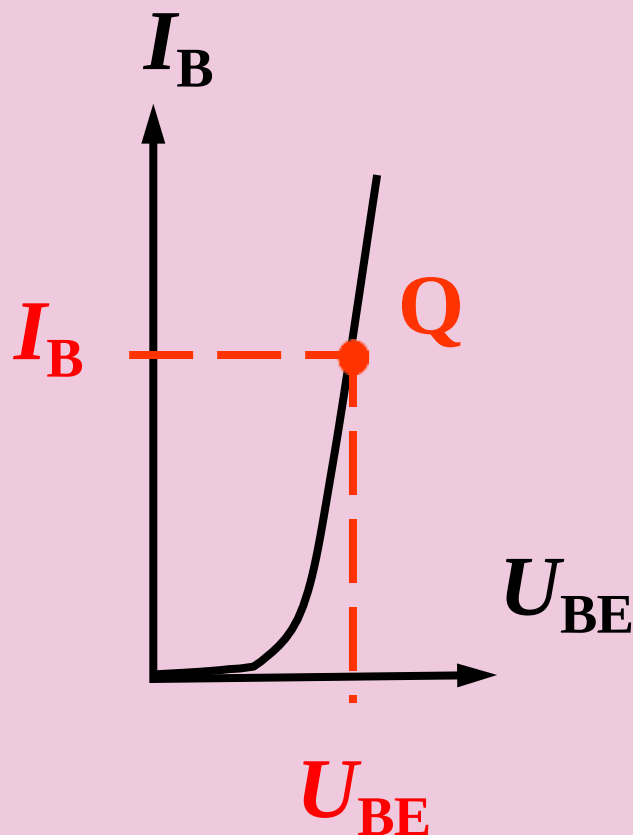
三. 静态工作点 (Q点)

1. 静态工作点—— $u_i=0$ 时电路的工作状态

由于电源的存在，电路中存在一组直流量。



由于 (I_B, U_{BE}) 和 (I_C, U_{CE}) 分别对应于输入、输出特性曲线上的一个点，所以称为**静态工作点**。



2.3 放大电路的基本分析方法

任务 { 静态分析
动态分析

方法 { 图解法
微变等效电路法

2.3.1 直流通路与交流通路

1、直流通路——直流电源单独作用时的等效电路（反映直流偏置）

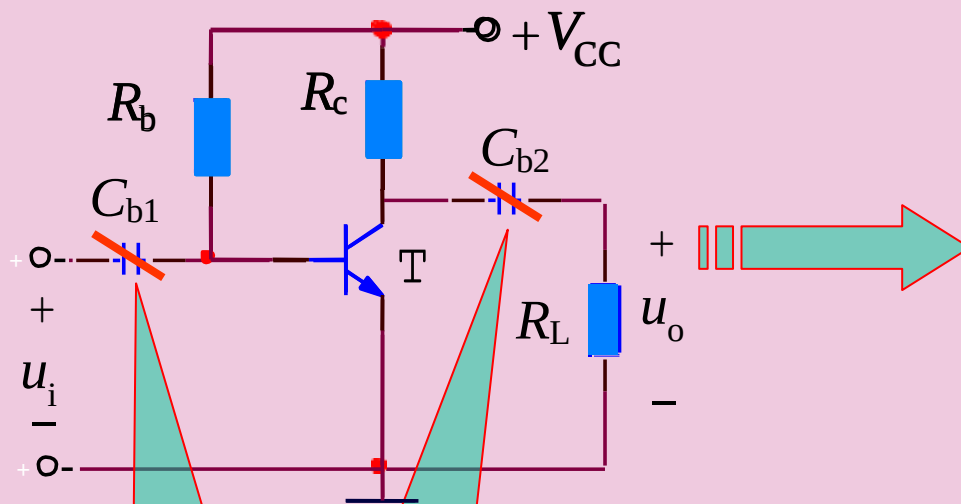
2、交流通路——信号源单独作用时的等效电路（反映信号的传输）

3、直流通路和交流通路的画法

直流通路：交流信号源置零（保留内阻）；
电容开路，电感短路。

交流通路：直流电源置零；
电容短路，电感开路。

直流通路的画法



将电容开路

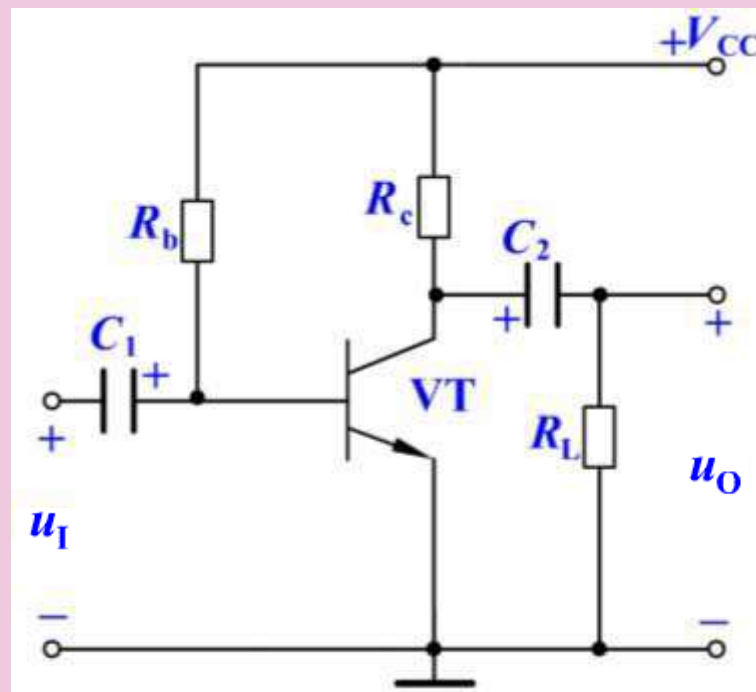
【例】 图示单管共射放大电路中， $V_{CC} = 12\text{ V}$ ， $R_c = 3\text{ k}\Omega$ ， $R_b = 280\text{ k}\Omega$ ，NPN 硅管的 $\beta = 50$ ，试估算静态工作点。

解： 设 $U_{BEQ} = 0.7\text{ V}$

$$\begin{aligned} I_{BQ} &= \frac{V_{CC} - U_{BEQ}}{R_b} \\ &= \left(\frac{12 - 0.7}{280} \right) \text{ mA} \\ &= 40\text{ }\mu\text{A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{CQ} &\approx \beta I_{BQ} \\ &= (50 \times 0.04) \text{ mA} = 2\text{ mA} \end{aligned}$$

$$U_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} R_c = (12 - 2 \times 3) \text{ V} = 6\text{ V}$$

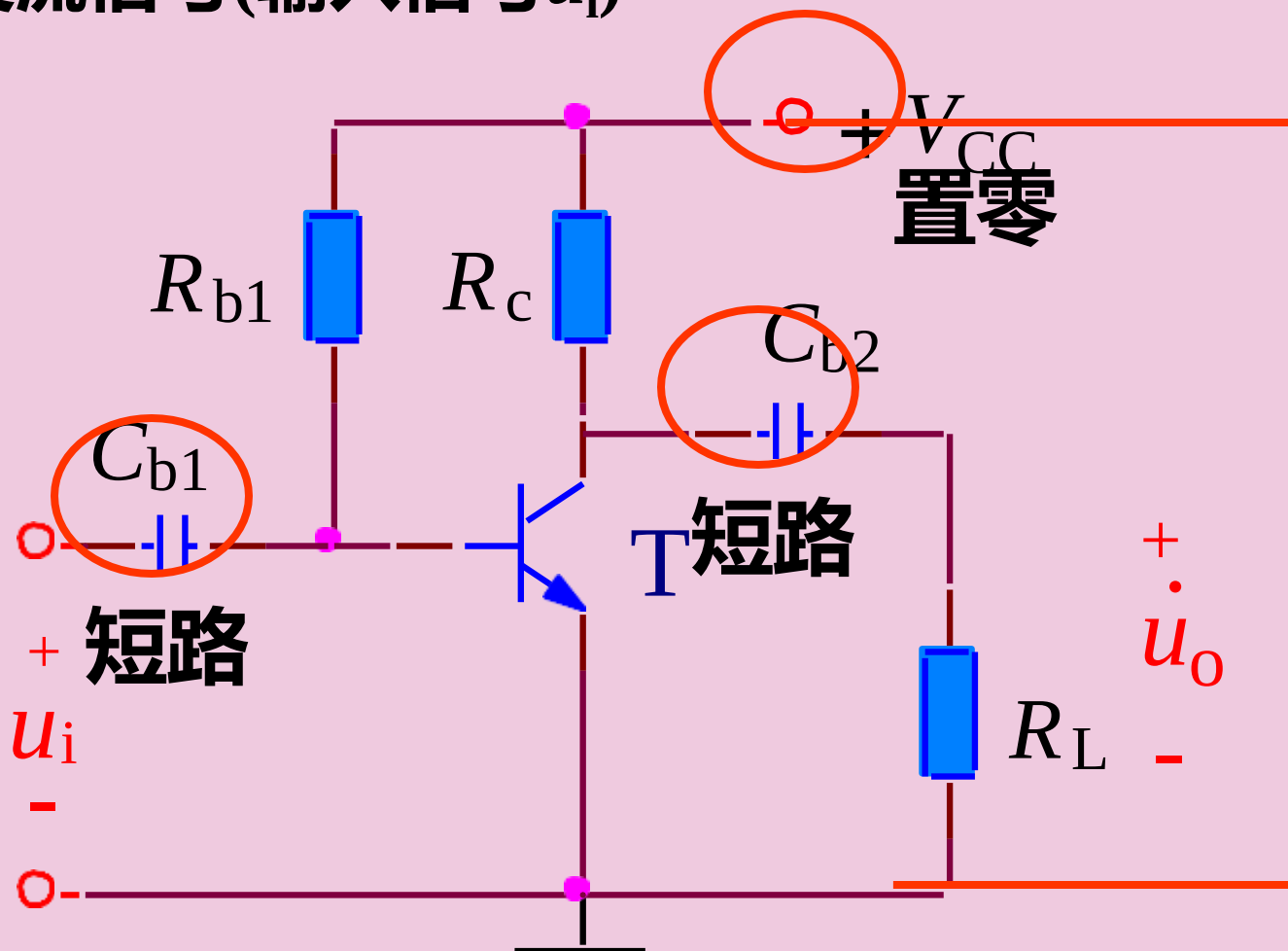


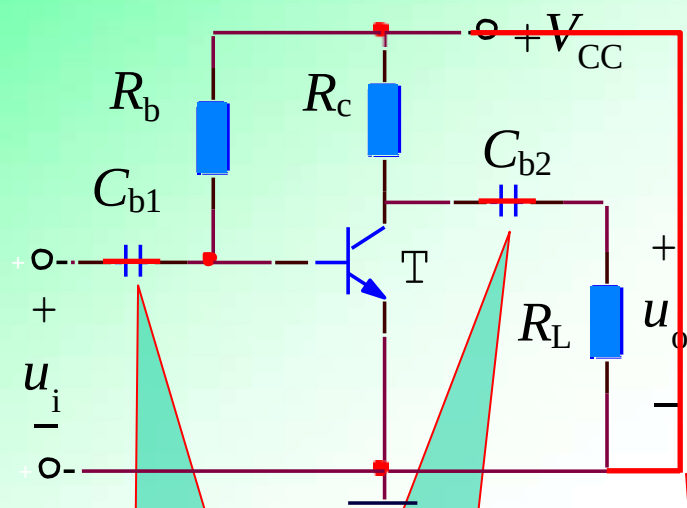
估算Q点的步骤:

- 1 画出直流通路。
- 2 列输入（出）回路的压方程。 < $I_C = \beta I_B$ >
- 3 解方程组。

放大器的交流通路

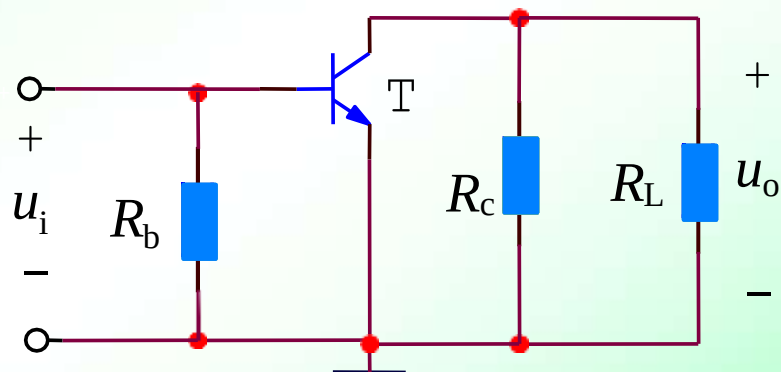
对交流信号(输入信号 u_i)





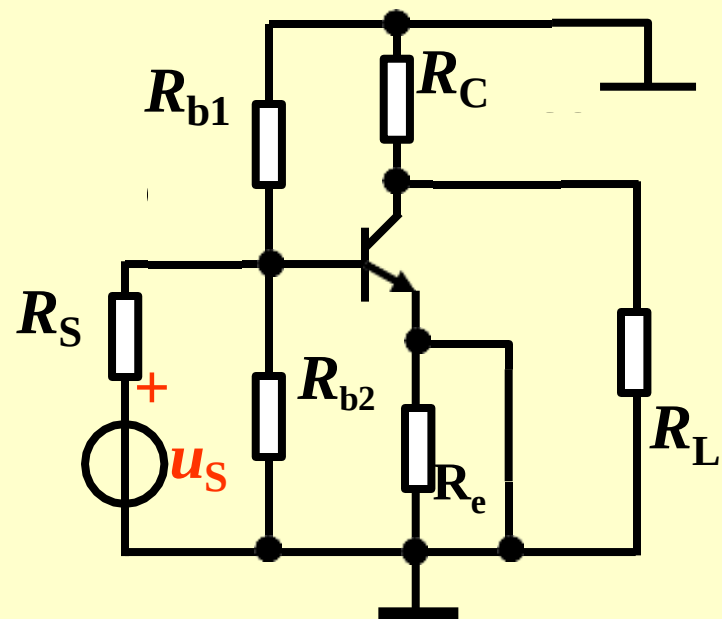
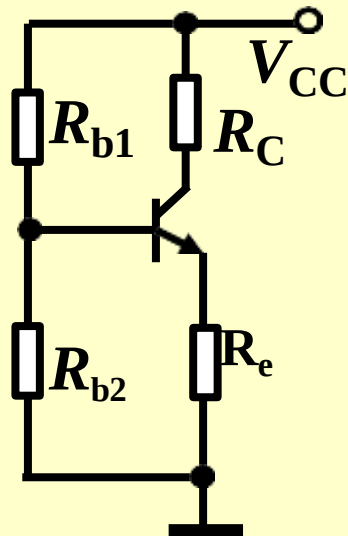
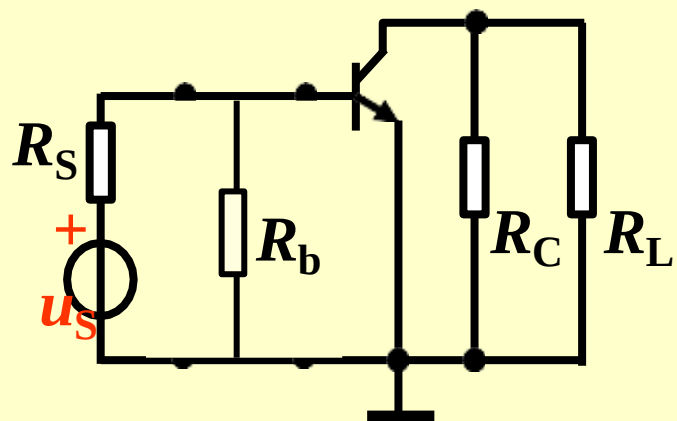
将电容短路

将直流电
压源置零



『例』画出放大电路的直流通路和交流通路。设电容足够大。

$$R_b = R_{b1} // R_{b2}$$



★电源置零方法：电压源短路；电流源开路。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/038120070057006026>