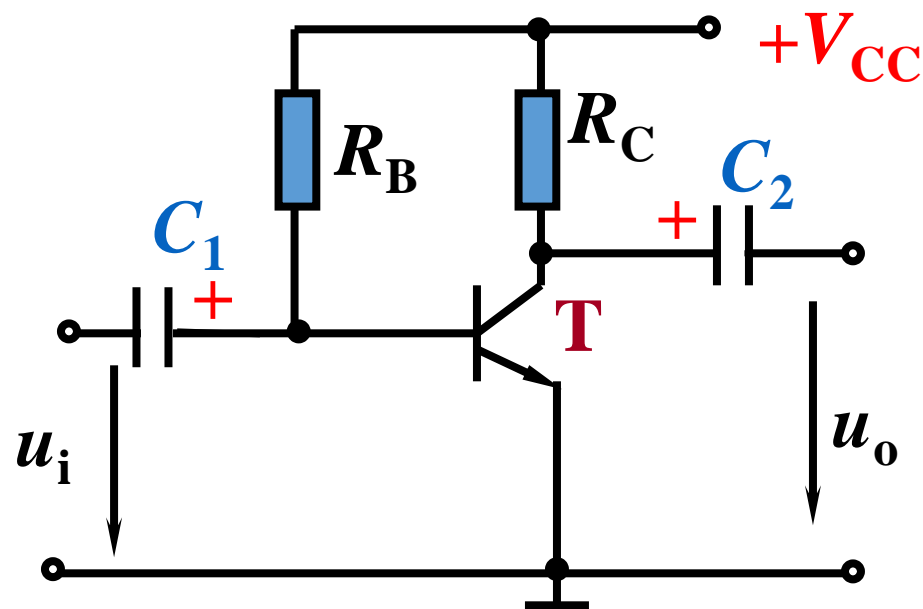


2.3 放大电路的分析方法

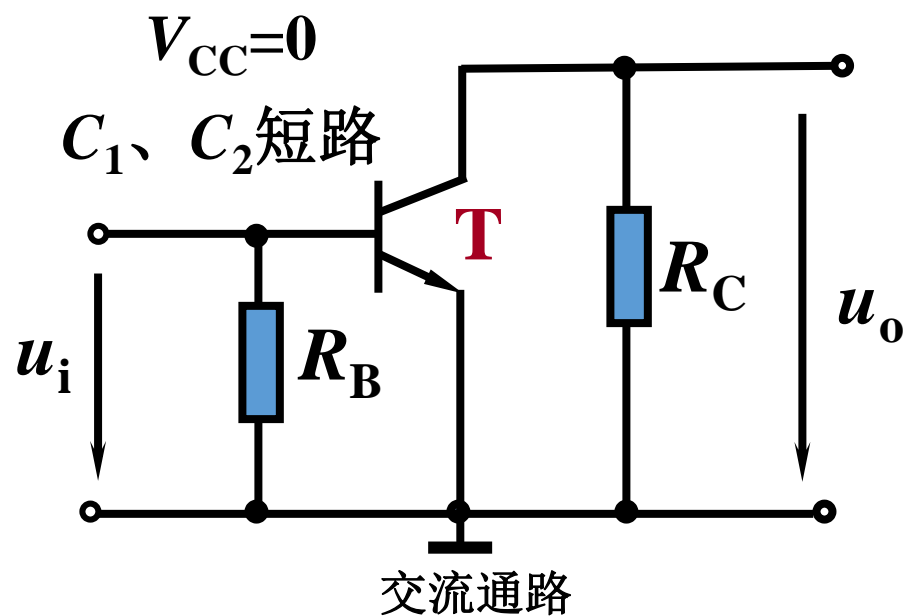
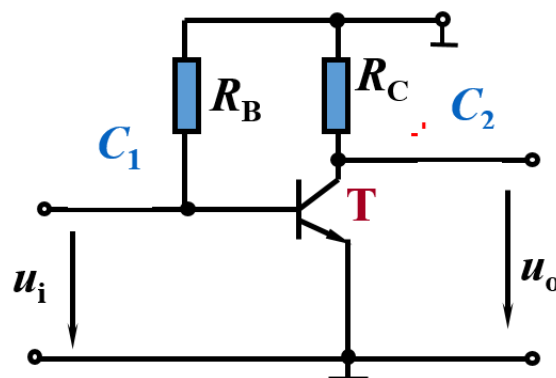
二、放大电路的动态分析

放大电路有输入信号时的工作状态称为**动态**。

动态分析是在静态值确定后，分析交流信号的传输情况。

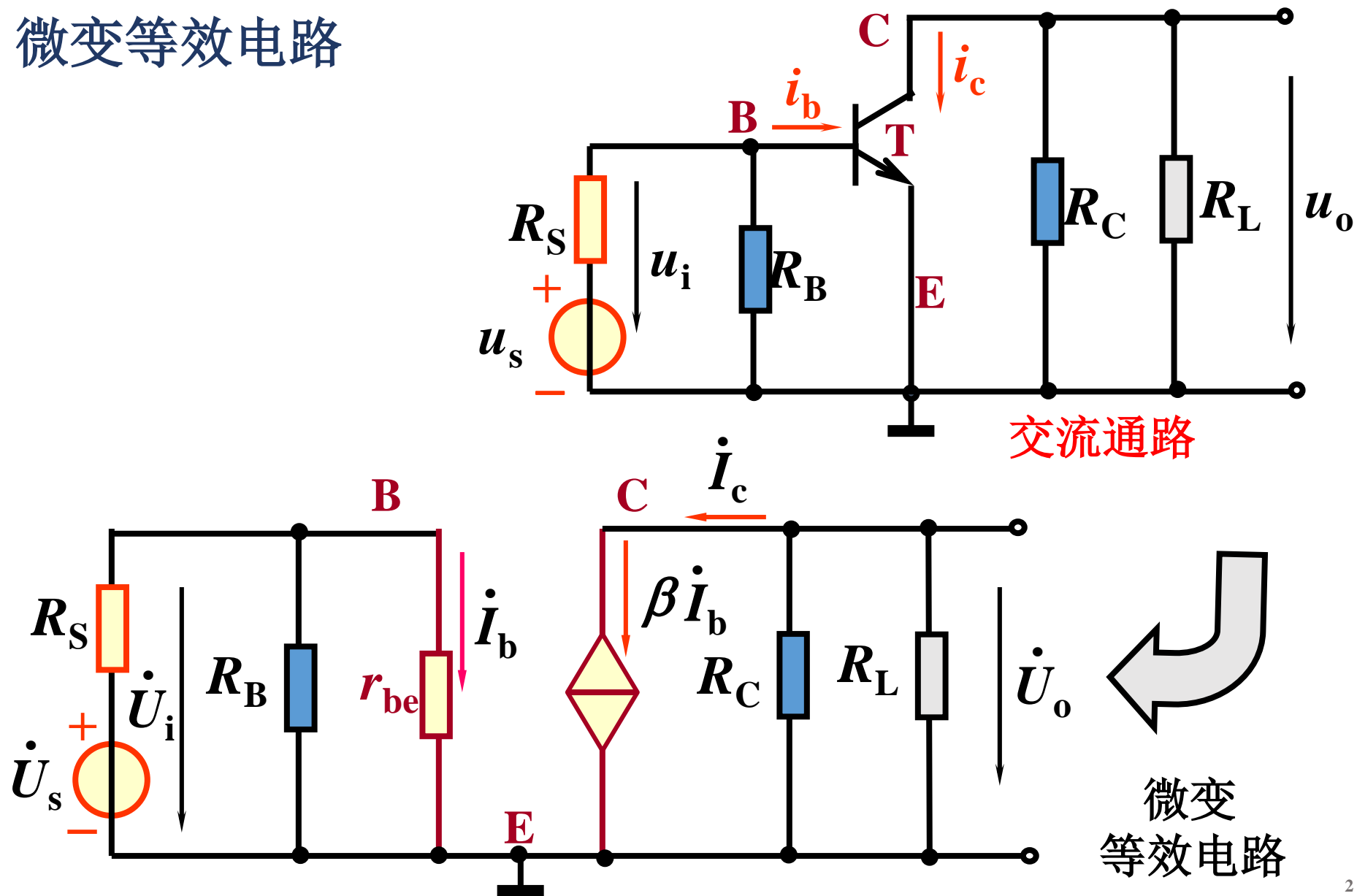


交流通路：①大容量电容视为短路；②无内阻直流电源视为短路（内阻为0）。



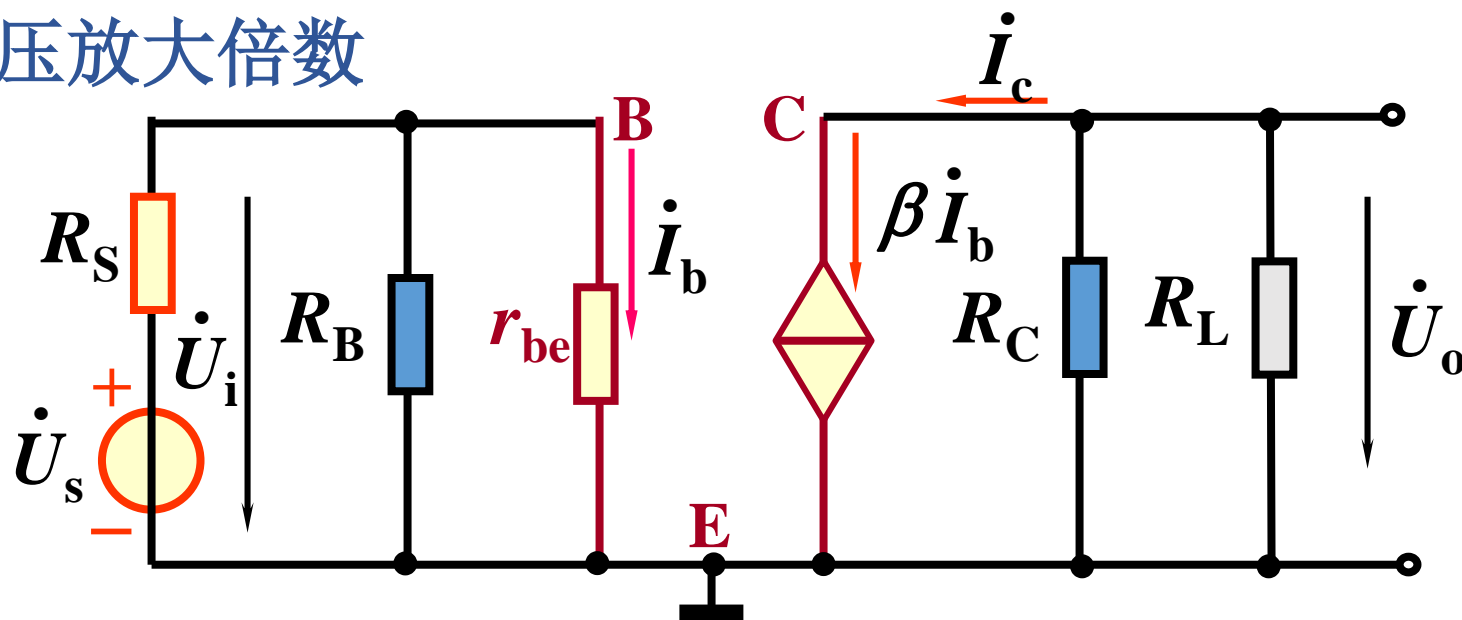
2.3 放大电路的分析方法

微变等效电路



2.3 放大电路的分析方法

1. 电压放大倍数



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{-\beta \dot{I}_b (R_C // R_L)}{\dot{I}_b r_{be}} = -\beta \frac{(R_C // R_L)}{r_{be}} = -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$$

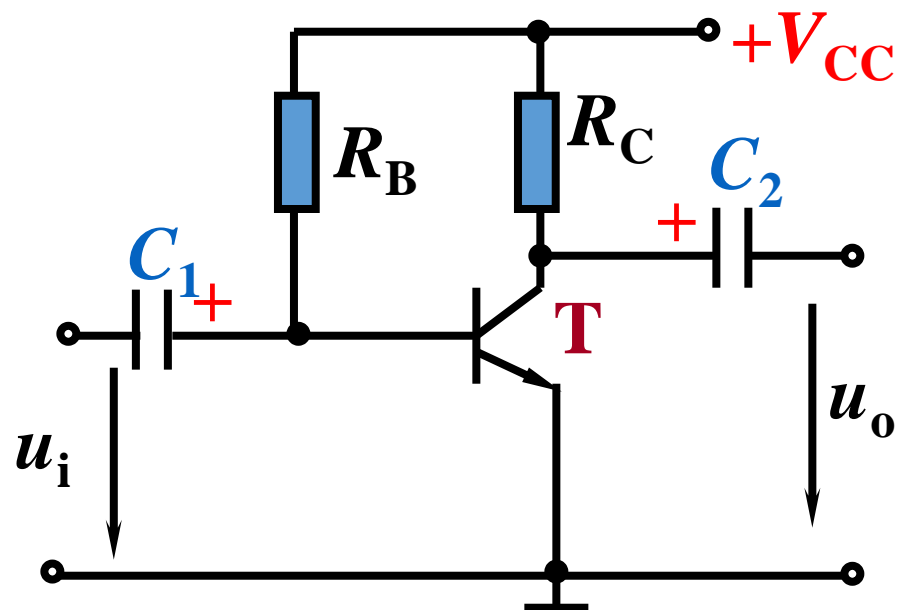
若输出端开路($R_L = \infty$), 则 $A_u = -\beta \frac{R_C}{r_{be}}$ 负号说明 u_o 与 u_i 反相。

带负载后, 电压放大倍数 $A_u \downarrow$ 。

R_C : 将集电极电流的变化转化成电压的变化

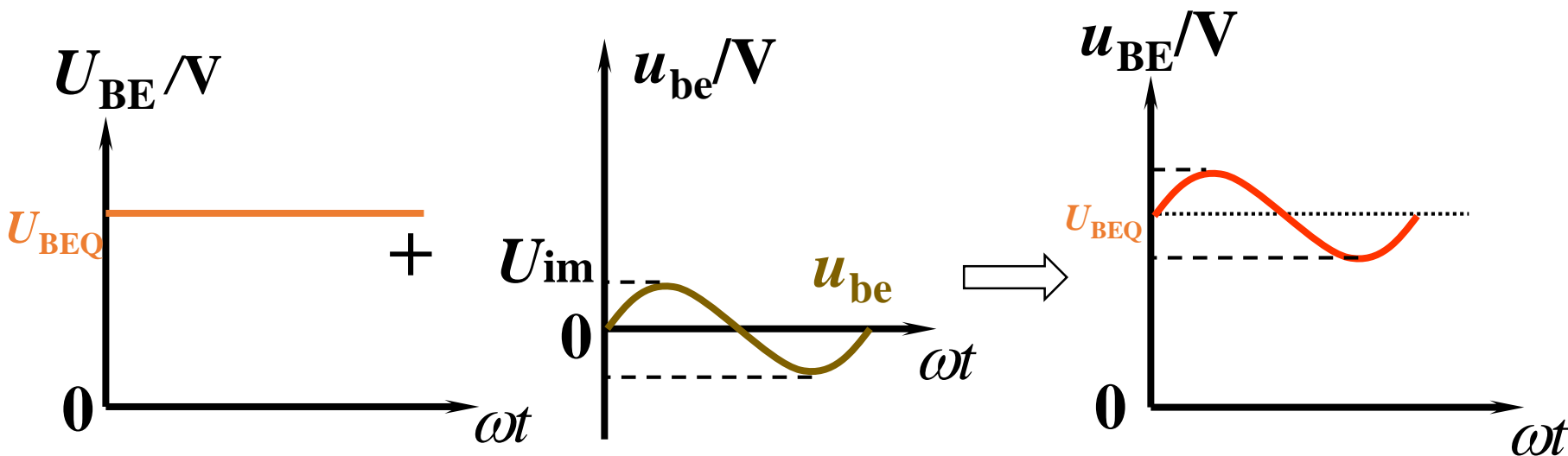
$$r_{be} = r_{bb'} + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_E(\text{mA})}$$

2.3 放大电路的分析方法



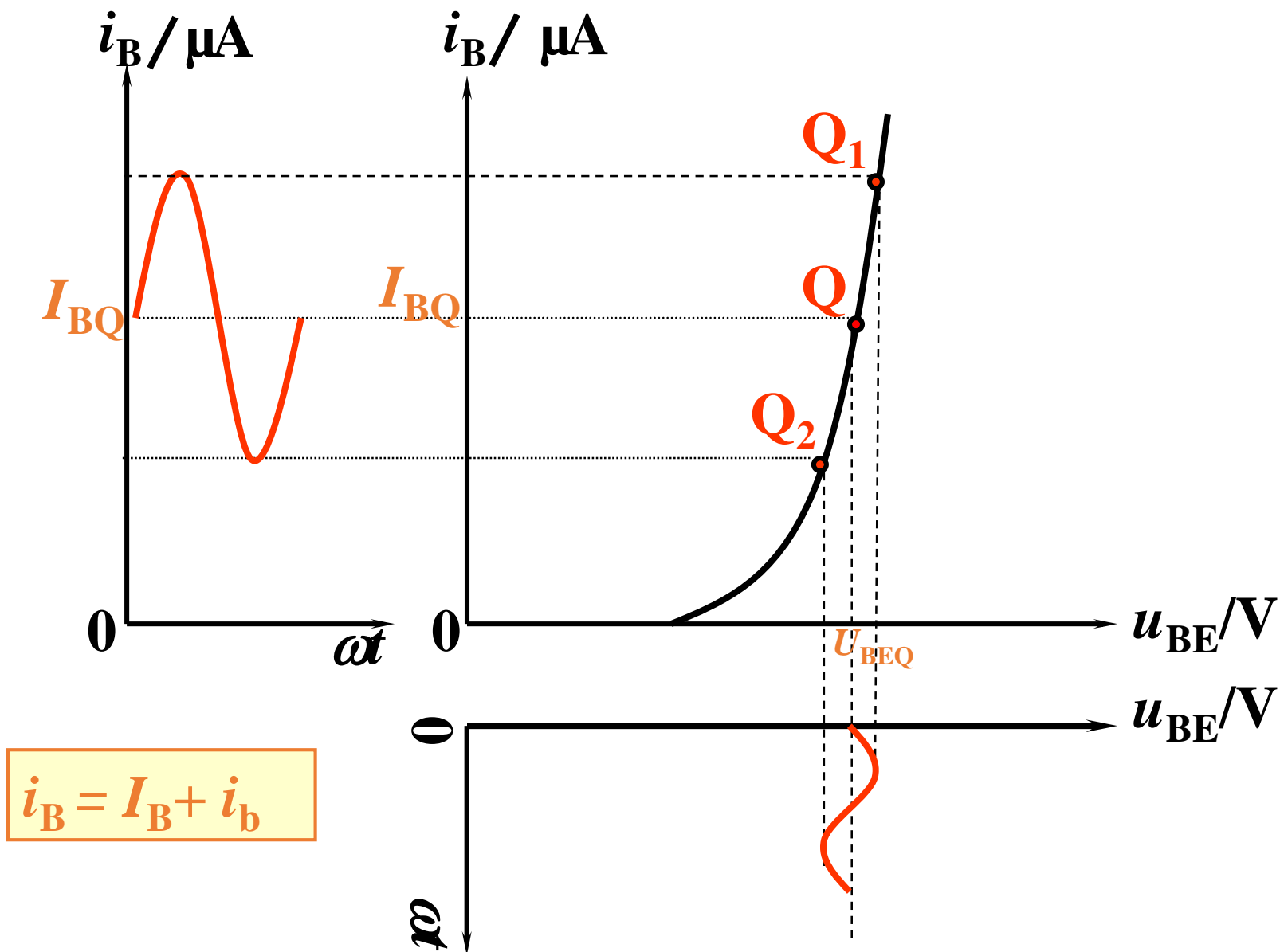
u_i : 微小的正弦信号

$$u_{BE} = U_{BE} + u_{be} = U_{BEQ} + U_{im} \sin \omega t$$



2.3 放大电路的分析方法

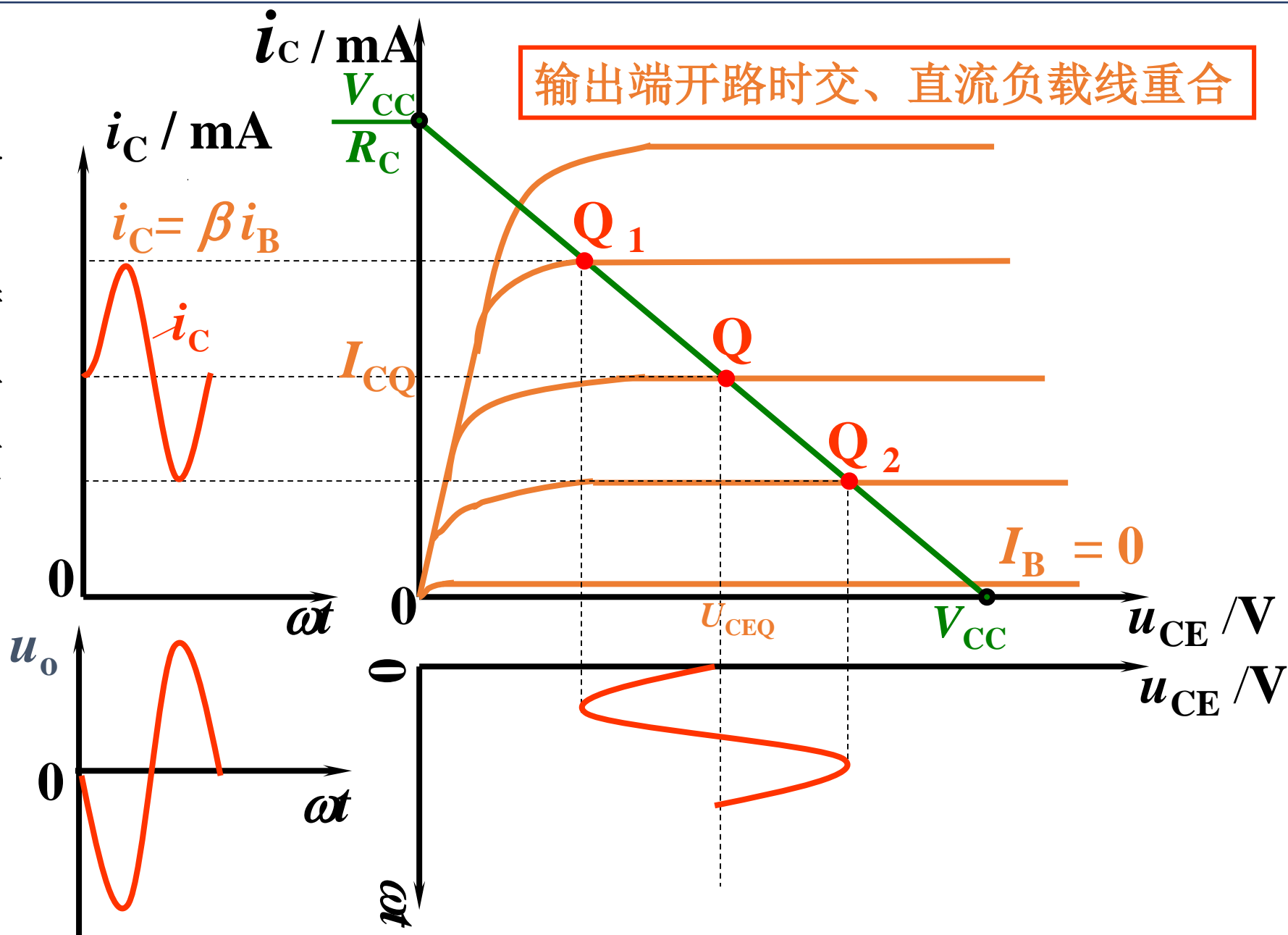
输入特性曲线上作图



2.3 放大电路的分析方法

输出端开路时交、直流负载线重合

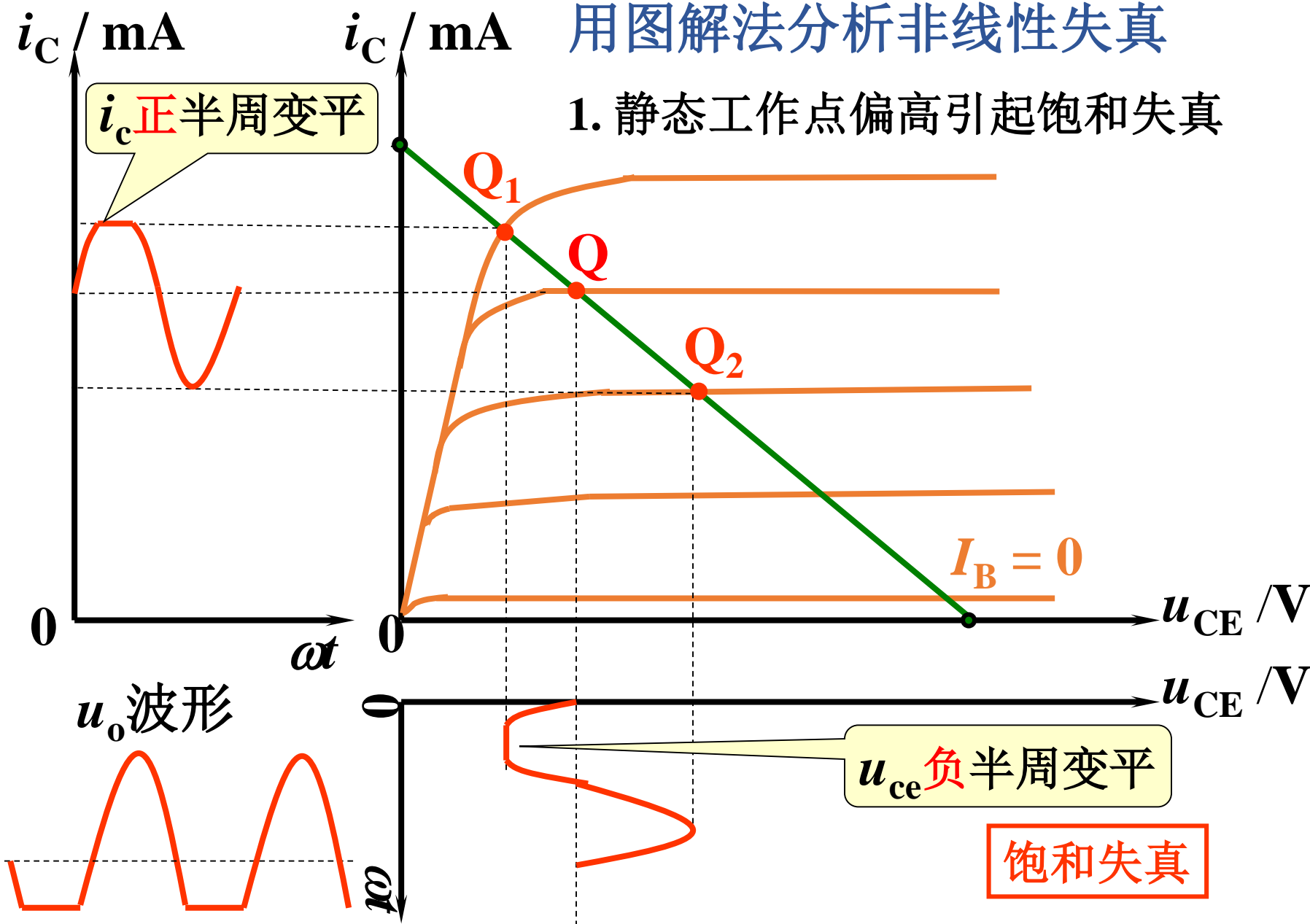
输出特性上作图



2.3 放大电路的分析方法

用图解法分析非线性失真

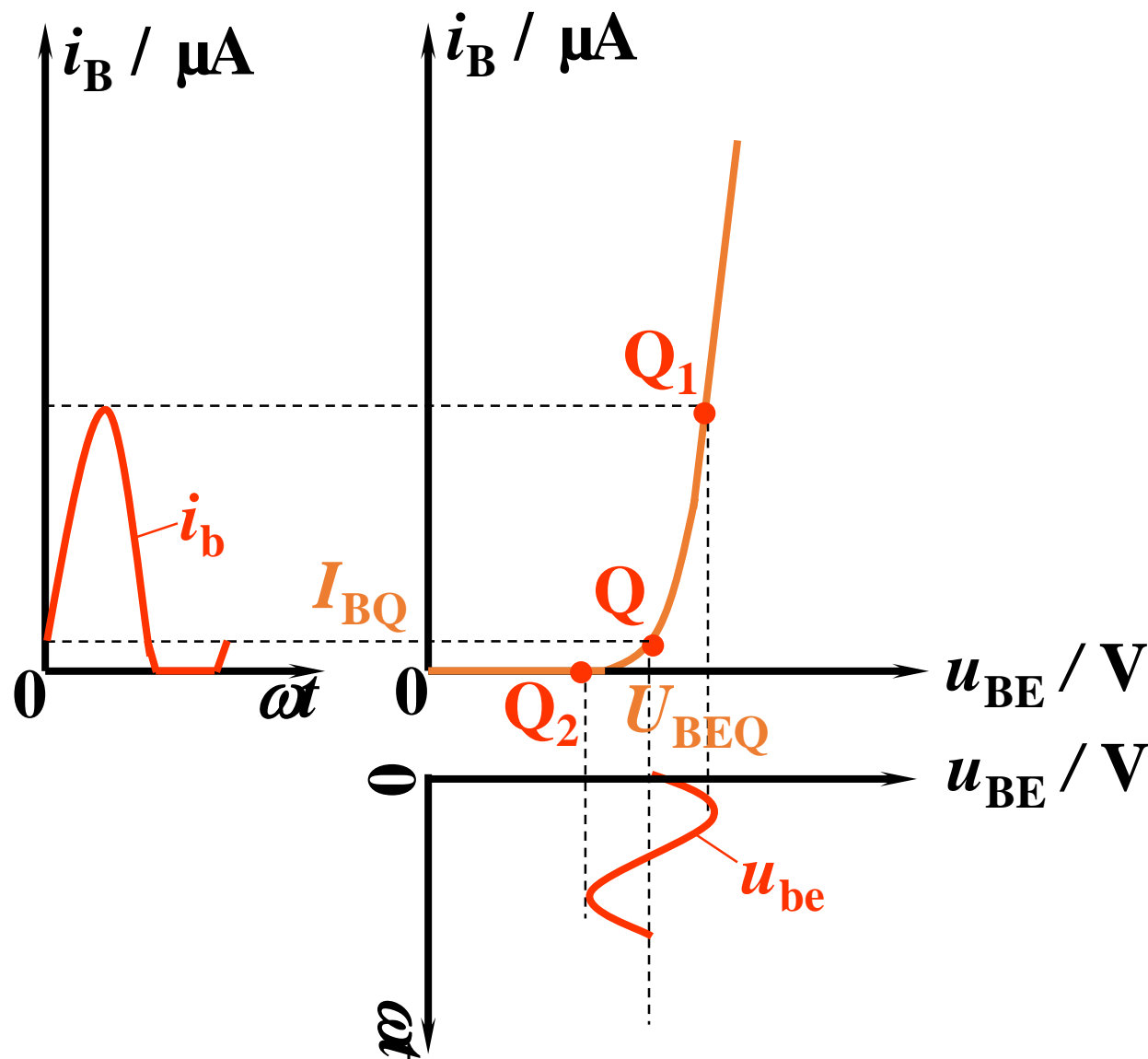
1. 静态工作点偏高引起饱和失真



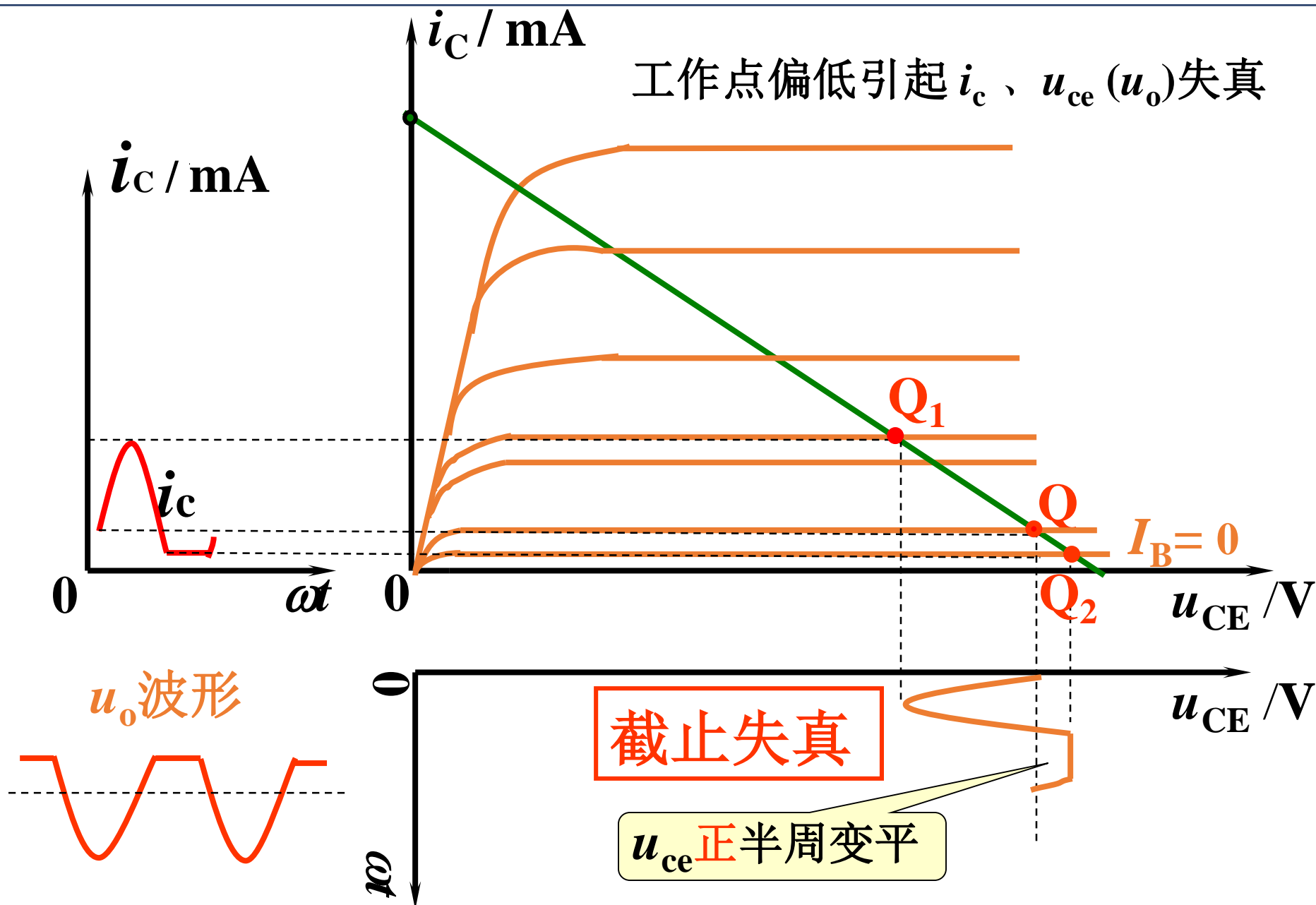
2.3 放大电路的分析方法

2.静态工作点偏低引起截止失真

工作点偏低引起
 i_b 失真

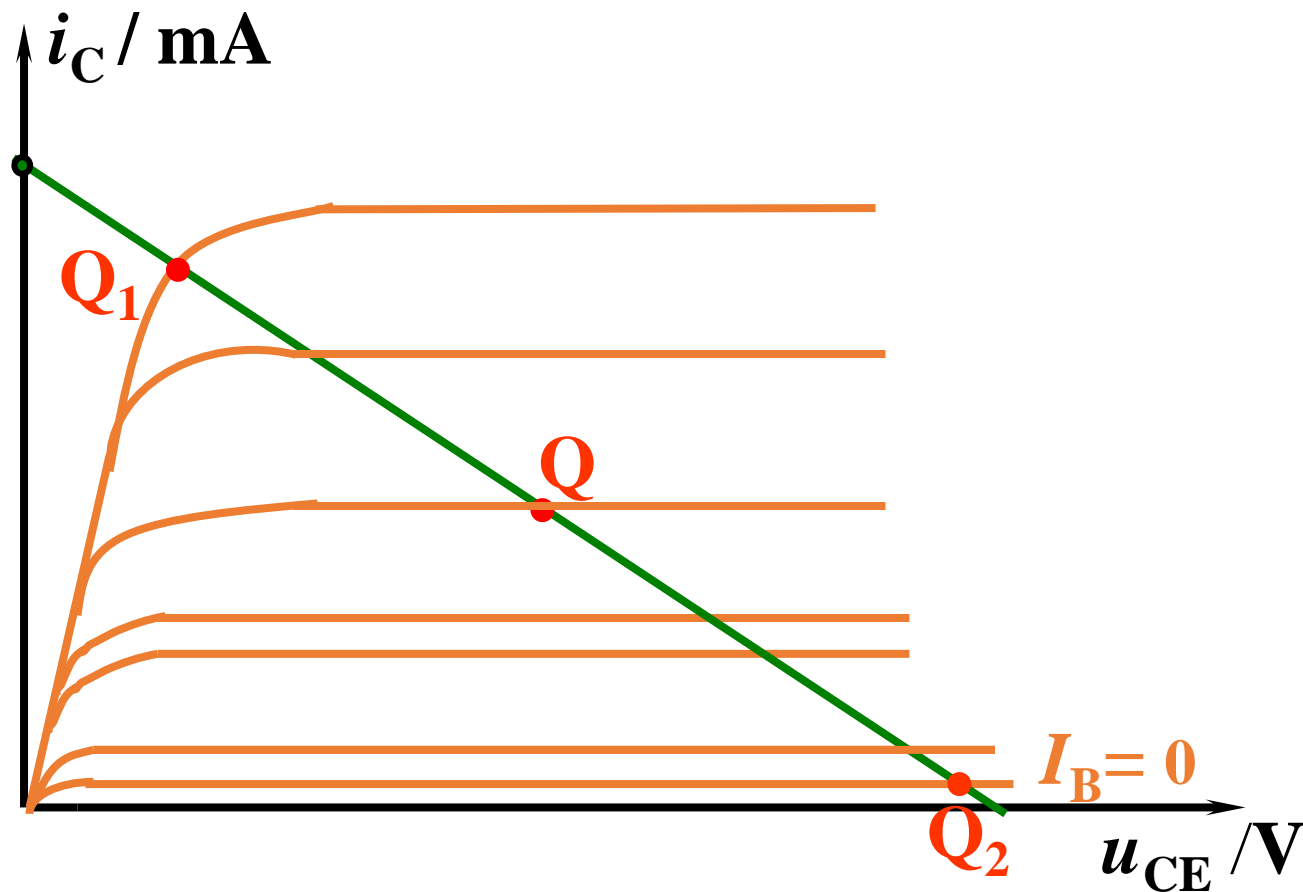


2.3 放大电路的分析方法

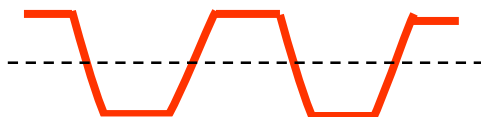


2.3 放大电路的分析方法

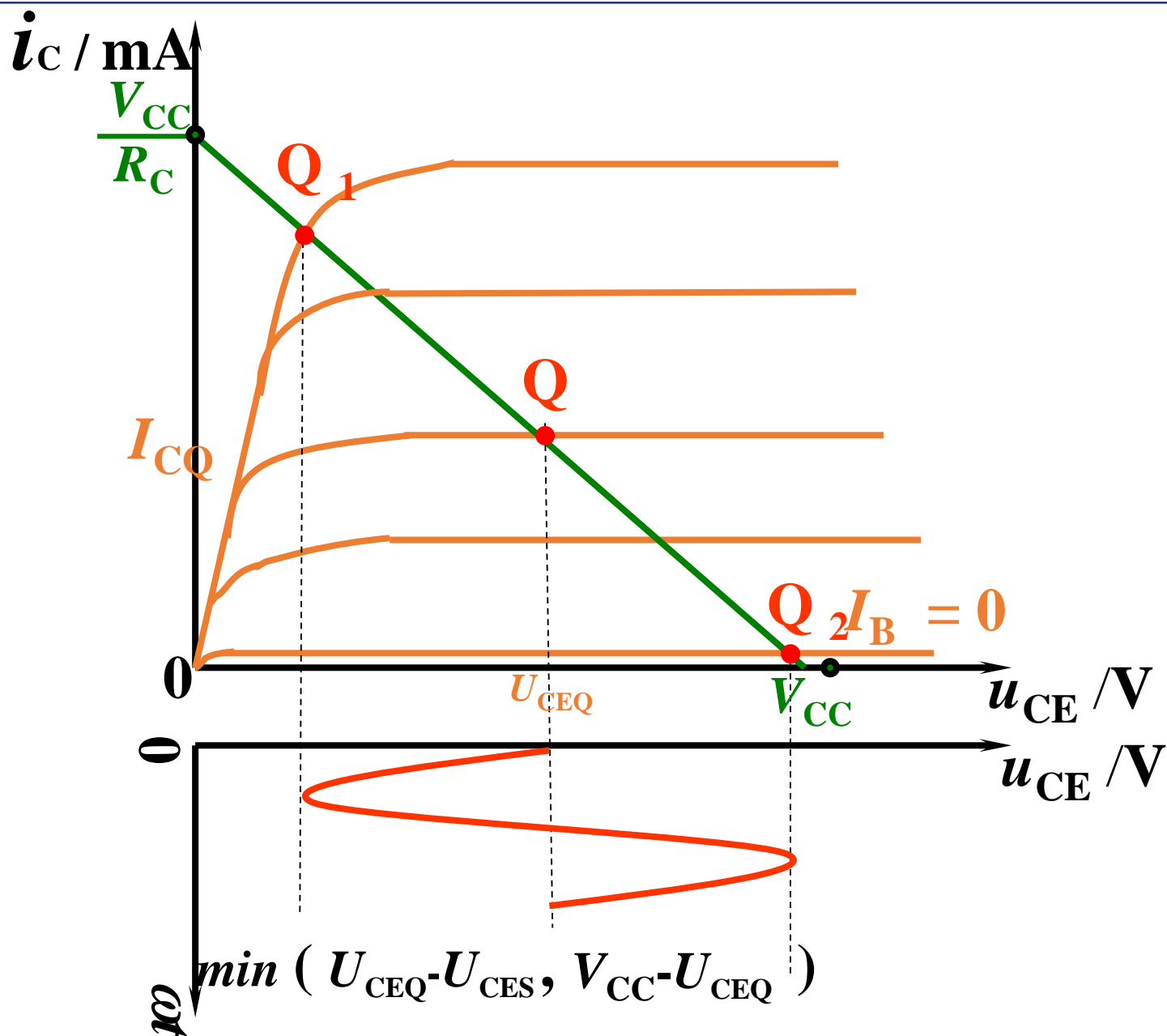
3. 输入信号过大引起失真



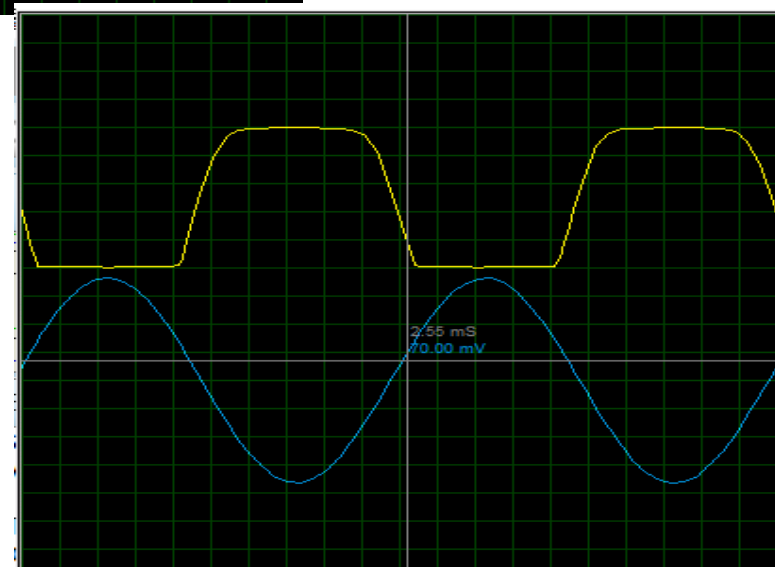
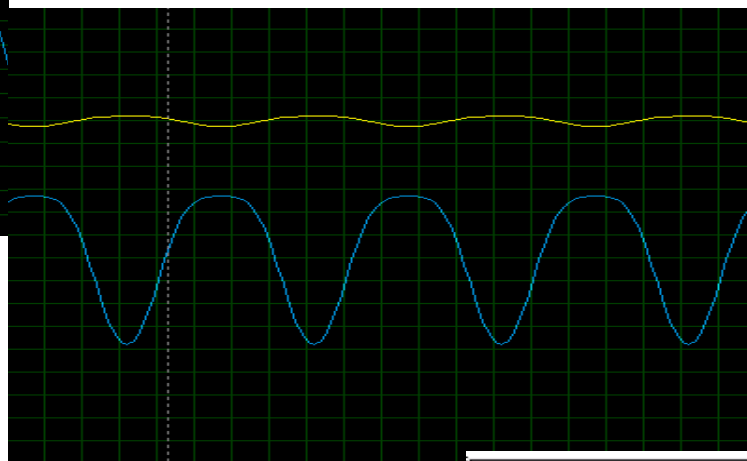
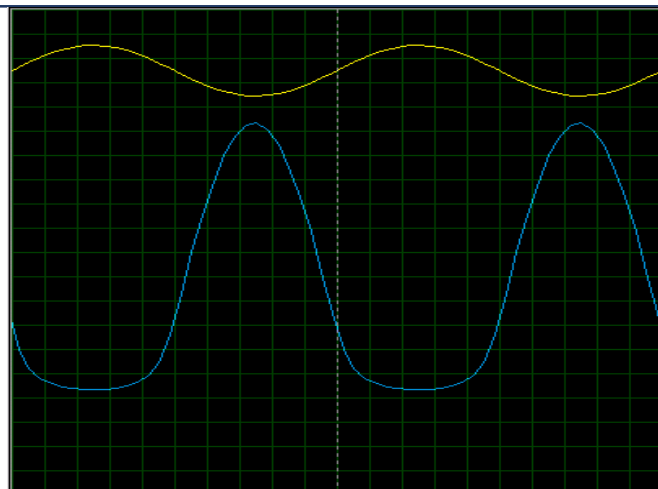
u_o 波形



2.3 放大电路的分析方法



2.3 放大电路的分析方法



由NPN晶体管构成的共射极
放大电路输入输出波形

2.3 放大电路的分析方法

一、为了不失真的放大交变电压信号, 必须给放大电路设置合适的静态工作点。

二、放大电路中的信号是交直流共存即:

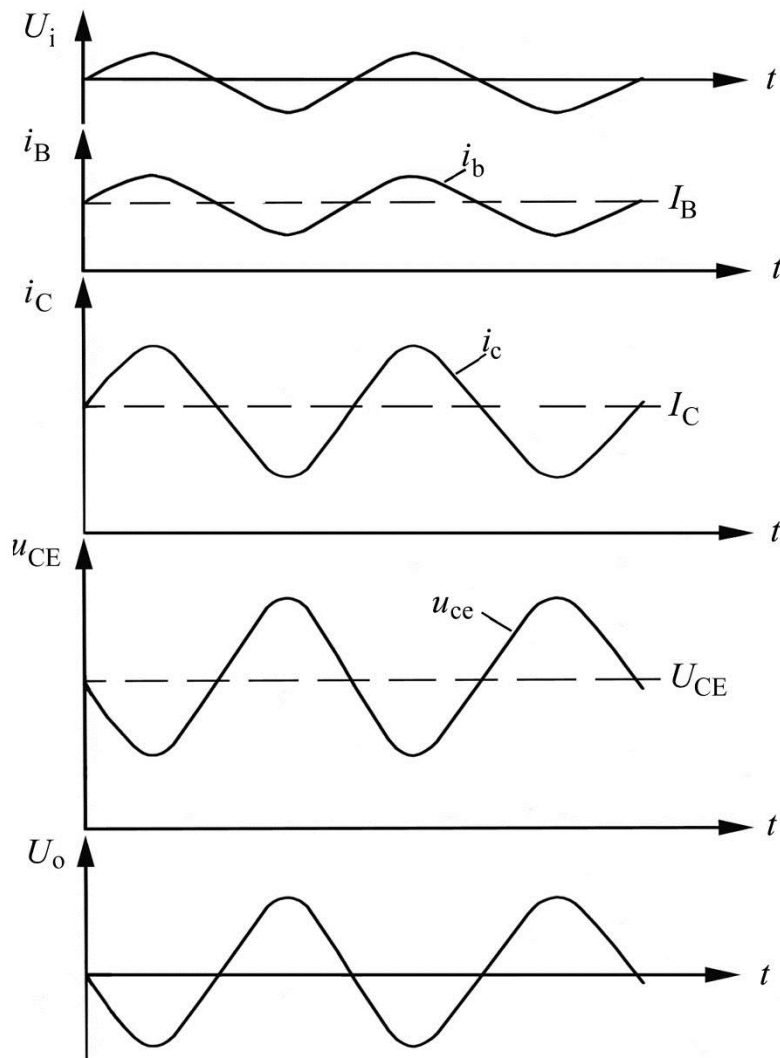
$$u_{BE} = U_{BE} + u_{be}$$

$$i_B = I_B + i_b$$

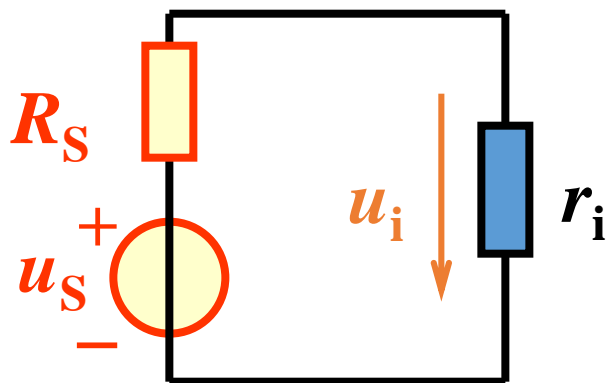
$$i_C = I_C + i_c$$

$$u_{CE} = U_{CE} + u_{ce}$$

三、输出 u_o 与输入 u_i 相比, 幅度被放大了, 频率不变, 但相位相反。



2.3 放大电路的分析方法

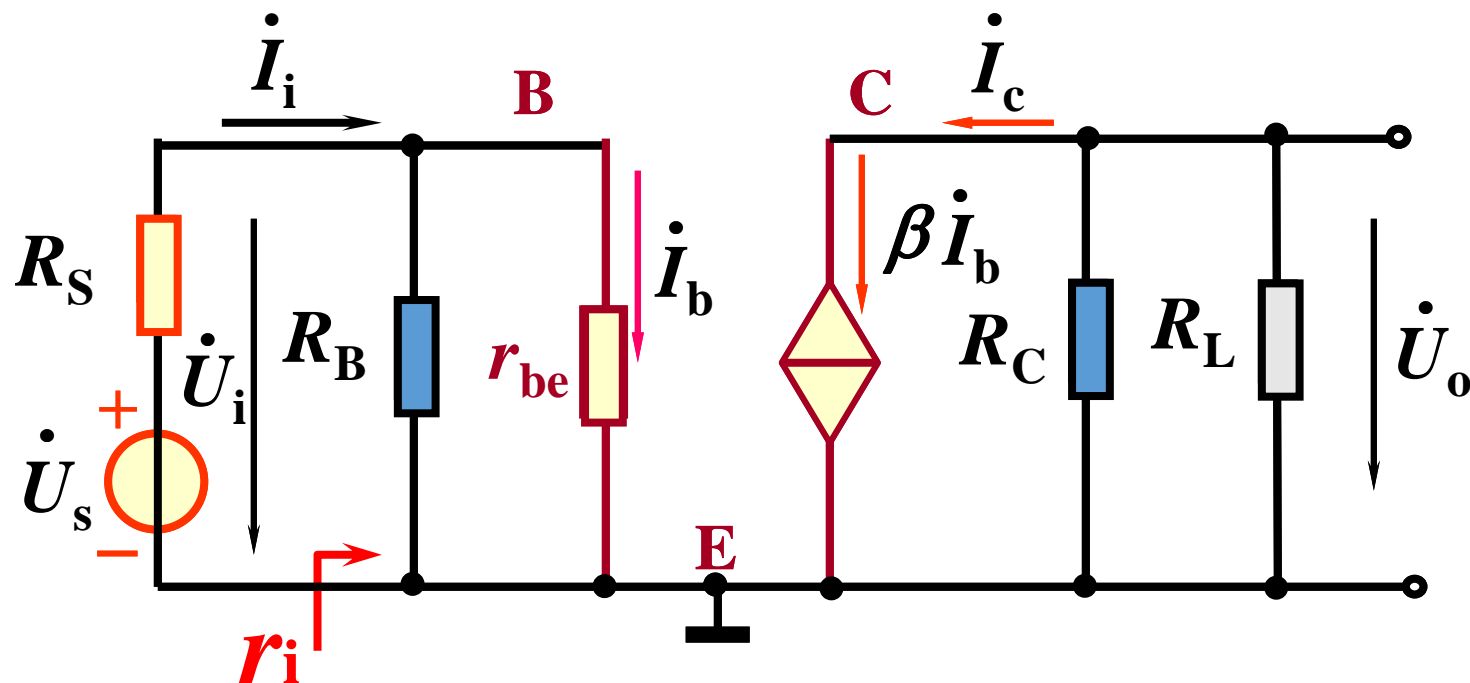


$$A_{us} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = \frac{\dot{U}_i}{\dot{U}_s} \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = A_u \frac{r_i}{R_s + r_i}$$

A_{us} 称为源电压放大倍数

2.3 放大电路的分析方法

2. 放大电路的输入电阻

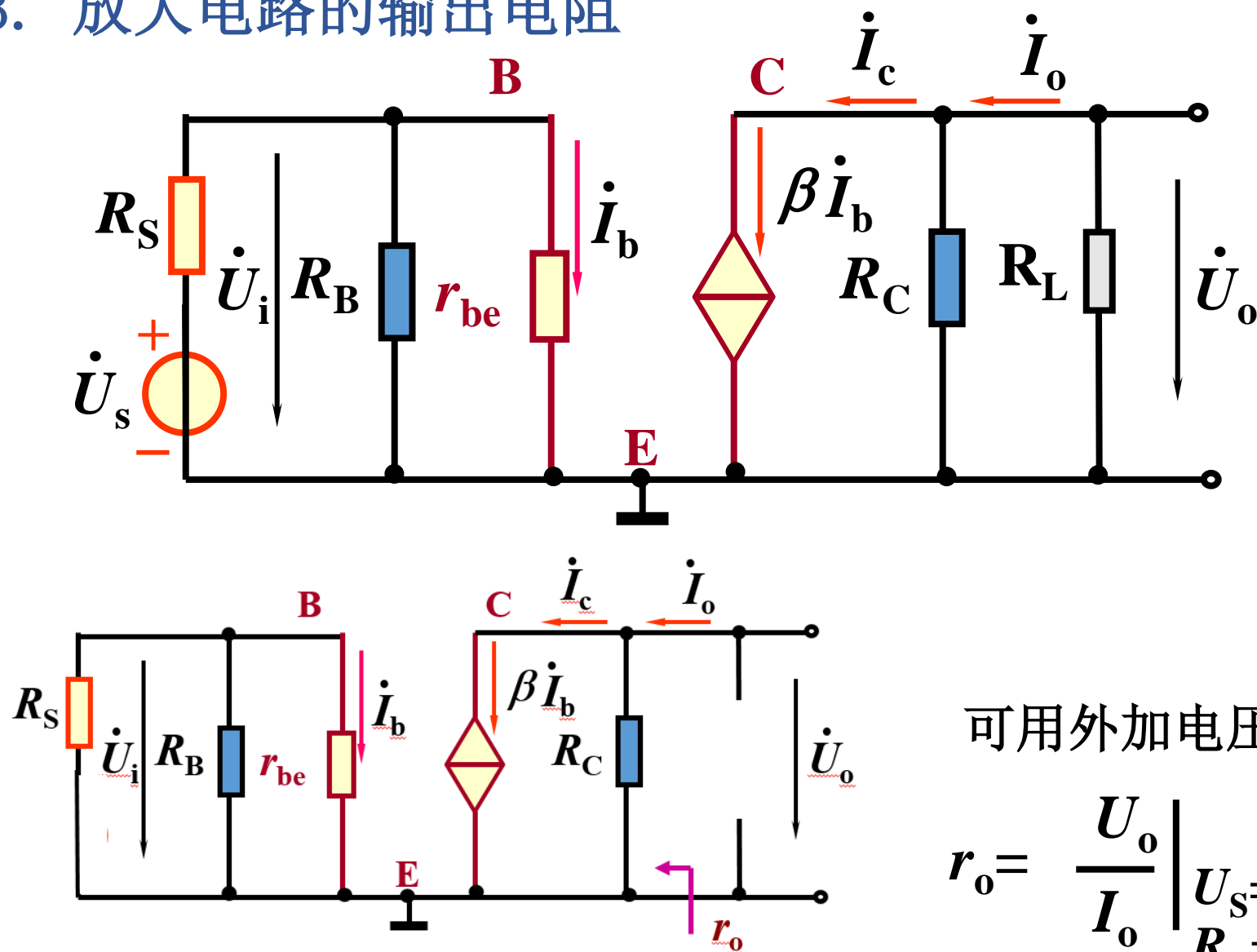


$$r_i = \frac{U_i}{I_i} = R_B // r_{be}$$

若 $R_B \gg r_{be}$, 则 $r_i \approx r_{be}$

2.3 放大电路的分析方法

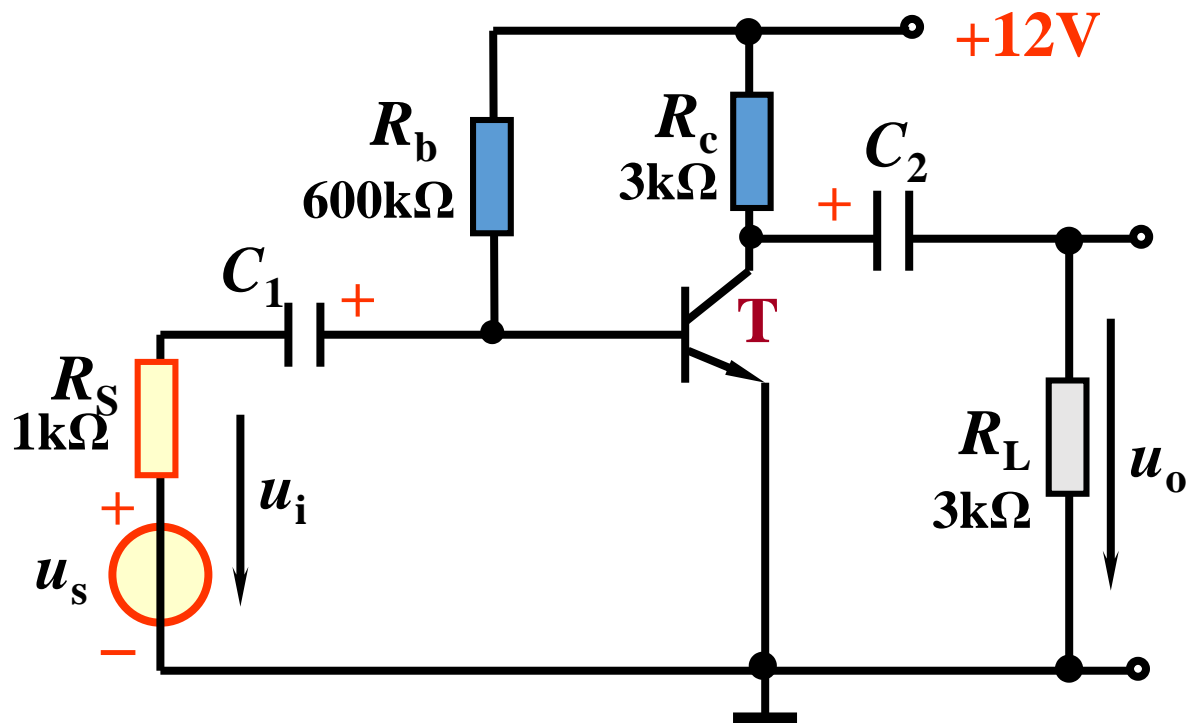
3. 放大电路的输出电阻



可用外加电压法求 r_o

$$r_o = \left. \frac{U_o}{I_o} \right|_{U_s=0, R_L=\infty} = R_C$$

2.3 放大电路的分析方法



例：电路如图所示，
晶体管 $U_{\text{BEQ}} = 0.7\text{V}$

$\beta = 80$, $r_{\text{be}} = 1\text{k}\Omega$

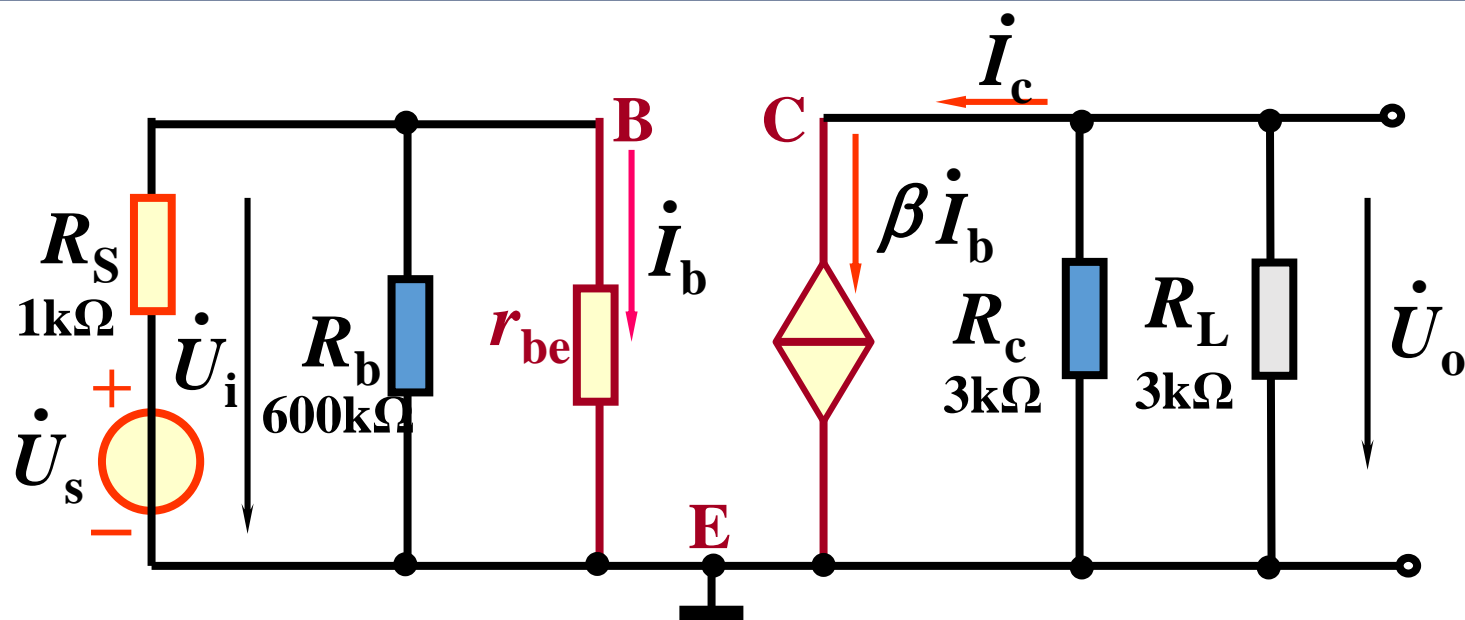
求：静态工作点、
 A_u 、 r_i 、 r_o 、 A_{us}

$$I_{\text{BQ}} = \frac{V_{\text{CC}} - U_{\text{BEQ}}}{R_b} \approx \frac{V_{\text{CC}}}{R_b} = 20\mu\text{A}$$

$$I_{\text{CQ}} = \beta I_{\text{BQ}} \approx 1.6\text{mA}$$

$$U_{\text{CEQ}} = V_{\text{CC}} - I_{\text{CQ}} R_c \approx 7.2\text{V}$$

2.3 放大电路的分析方法



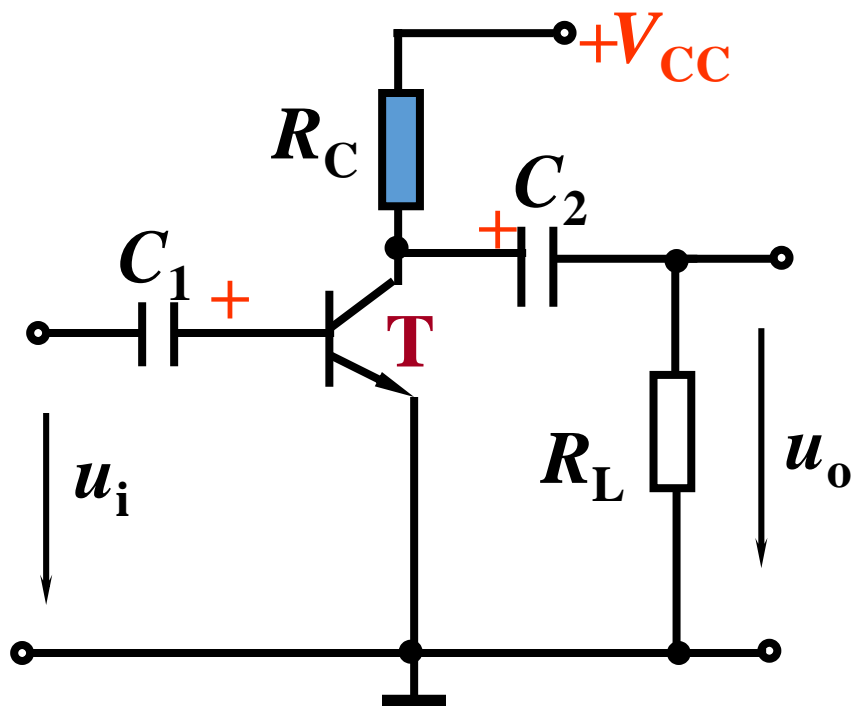
$$A_u = -\frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be}} \approx -120$$

$$A_{us} = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_s} = \frac{\dot{U}_i}{\dot{U}_s} \cdot \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = -\frac{R_i}{R_s + R_i} \cdot \frac{\beta(R_c // R_L)}{r_{be}} = -60$$

$$\begin{aligned} r_i &= R_b // r_{be} \\ &\approx r_{be} = 1\text{k}\Omega \\ r_o &= R_c = 3\text{k}\Omega \end{aligned}$$

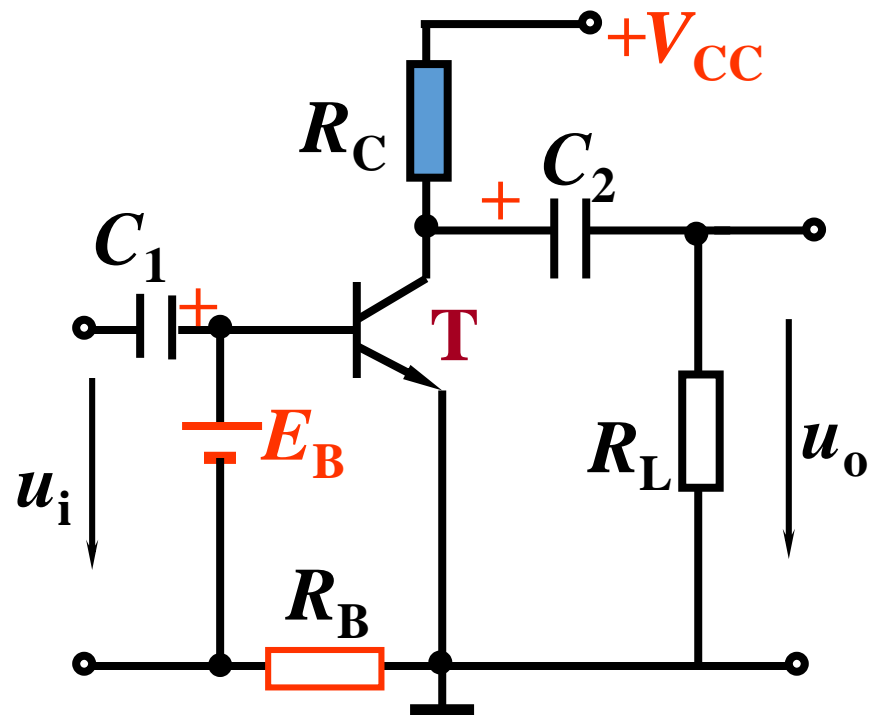
2.3 放大电路的分析方法

讨论题：下面各电路能否放大交流电压信号？



(a)

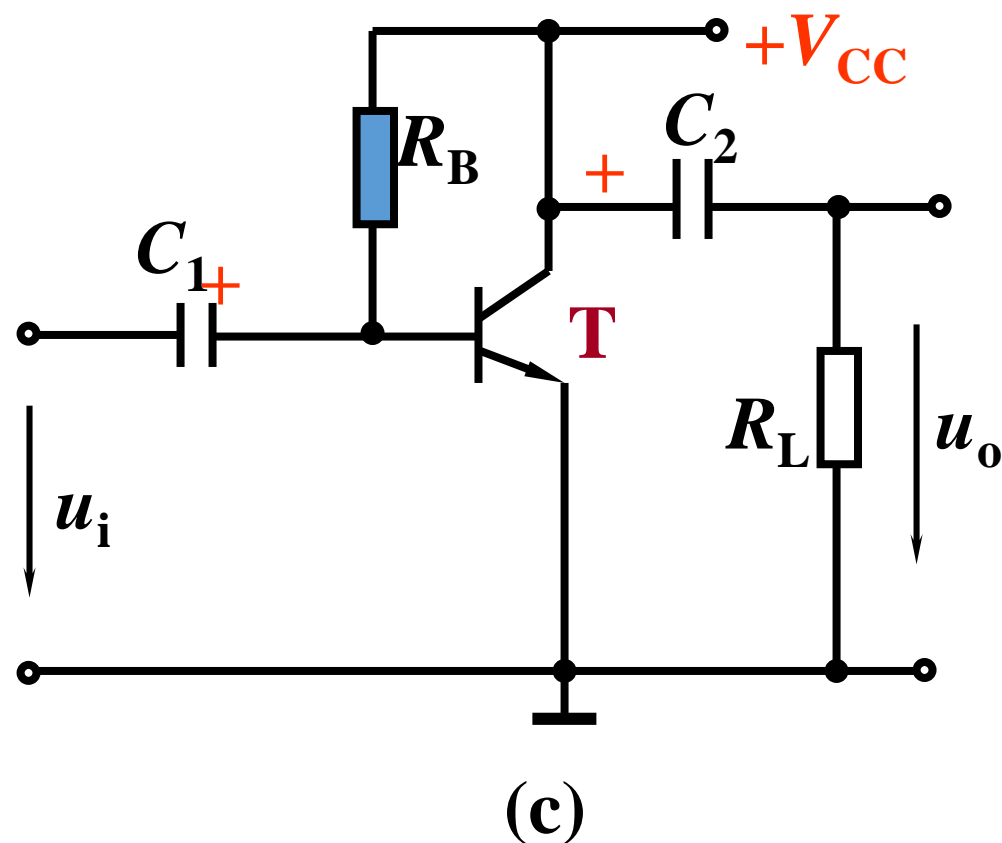
图(a)中，没有设置静态偏置，即 $I_B=0$ ，不能放大。



(b)

图(b)中，有静态偏置，但 u_i 被 E_B 短路，不能引起 i_B 的变化，所以不能放大。

2.3 放大电路的分析方法



图(c)中，有静态偏置，有变化的 i_B 和 i_C ，但因没有 R_C ，不能把集电极电流的变化转化为电压的变化送到输出端，即 $u_o=0$ ，所以不能放大交流电压信号。

作业

2.1

2.2(a)(b)(c)

2.7