

## § 1 基本共射放大电路

$$R_C=0 \rightarrow u_o=0$$

**注意1:** 电路的右上角有一个几V直流电源，  
(简化画法) 保证**发射结正偏**，**集电结反偏**

**注意2:** 交流电压在**BE**之间输入，在**CE**之间输出 (以电容进行隔断)。

**注意3:** 采用**大容量的电解电容**  
(**理想电容**，可极好地隔直导交)  
遇直流**断开**，遇交流变成**导线**

**注意4:** 电解电容的“+”必须连接在**更靠近直流电源**的点。

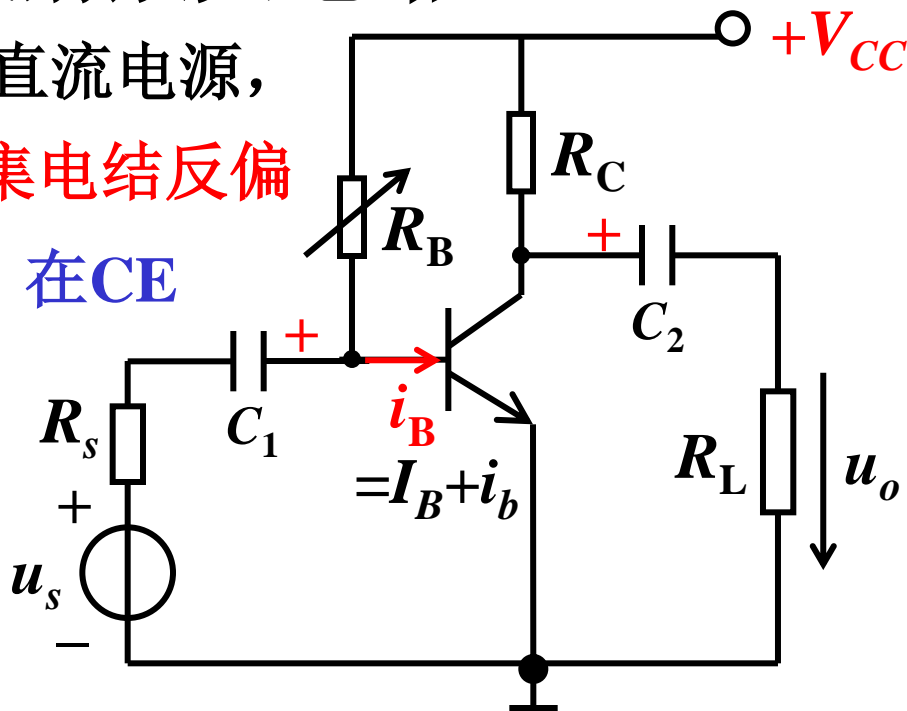
**可调电阻** → 得到**合适**  $I_B$

**注意5:** 基极偏置电阻  $R_B$  较大 (几百  $k\Omega$ )  $\because I_C = \beta I_B \therefore R_B \gg \beta R_C$

**注意6:** 集电极电阻  $R_C$  较小 (几  $k\Omega$ )

$$V_C > V_B$$

$R_C$  的作用: 将输出端的集电极**电流变化**转换为**电压变化**



阻容耦合基本共射放大电路

$$0 < i_B \leq I_{BS}$$

## 五、性能指标的计算 → 静态指标和动态指标

静态分析: → 画出直流通路 (只有直流作用时)

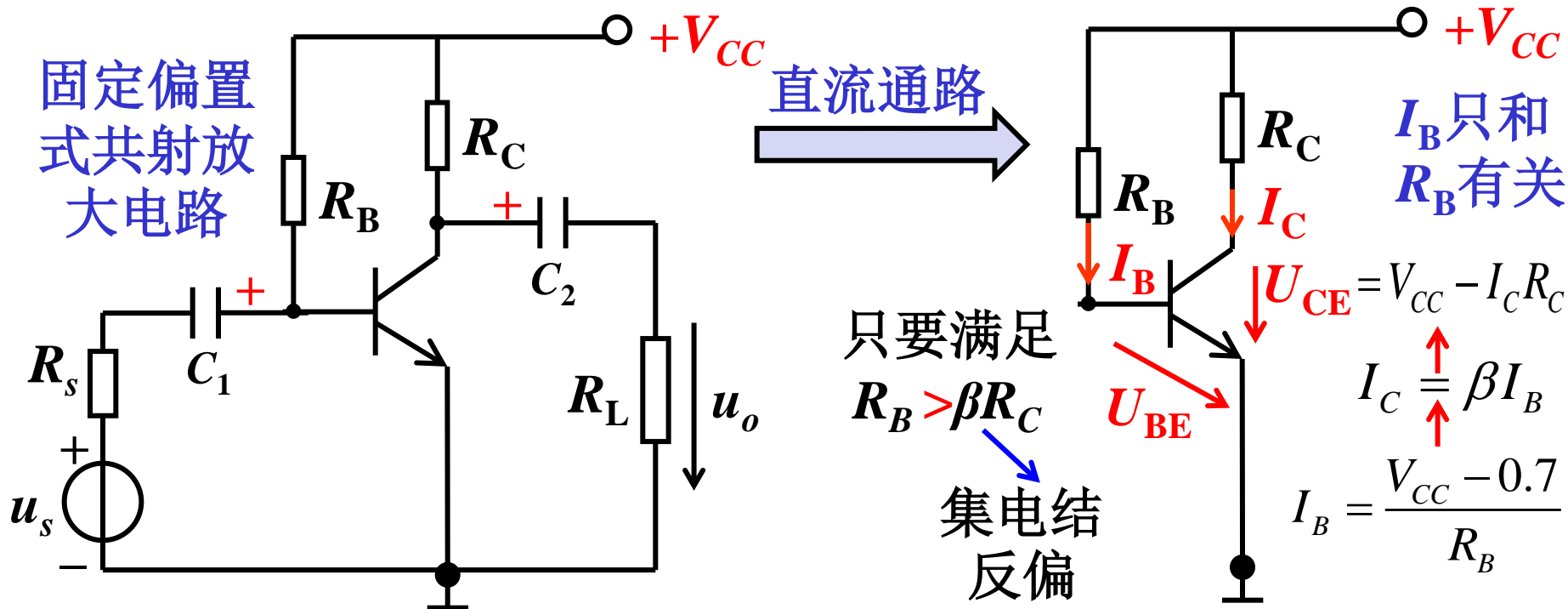
阻容耦合电路画直流通路的方法: 断开所有电容

分析电路应  
先静态分析  
后动态分析

1、求解静态工作点Q → 要求求解  $U_{BE}$ ;  $I_B$ ;  $I_C$ ;  $U_{CE}$

方法1 估算法: 令  $U_{BE}=0.7V \rightarrow I_B$ 、 $I_C$ 、 $U_{CE}$

方法2 图解法: 利用三极管的特性曲线, 作图得到静态工作点。



## 方法2 图解法:

思考: 静态工作点的位置决定了什么?

- ① 决定T的工作状态
- ② 决定放大电路的

**最大动态范围**

在直流的基础上能叠加多大交流

三极管存在电流放大范围  $0 < i_B = I_B + i_b \leq I_{BS}$

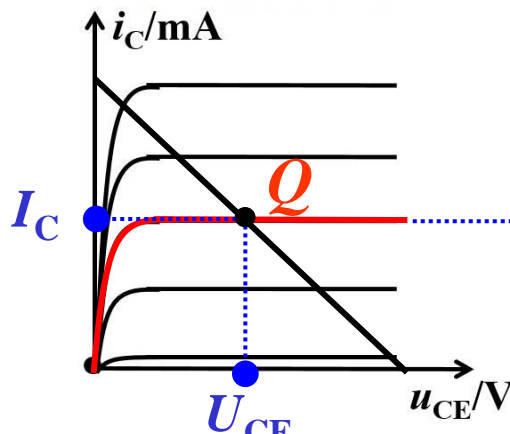
$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} \quad I_{CS} = \frac{V_{CC} - U_{CES}}{R_C} = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_C}$$

当  $I_B$  和  $I_{BS}$  确定后,  $i_b$  的幅值上限随之确定

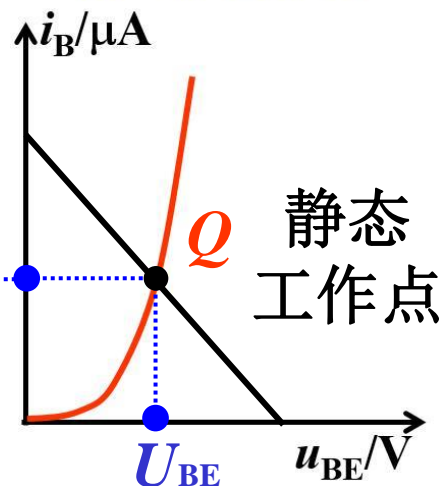
※放大电路的重要特点: 静态决定动态。

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

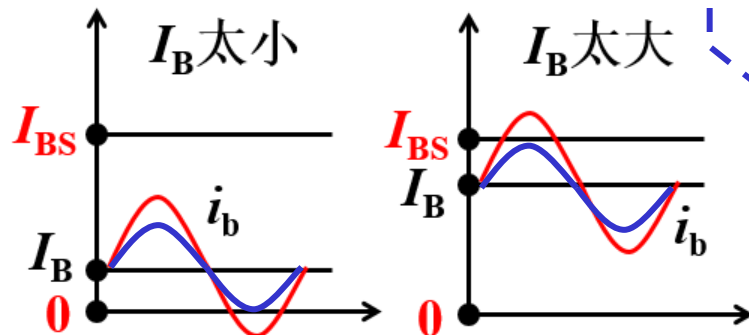
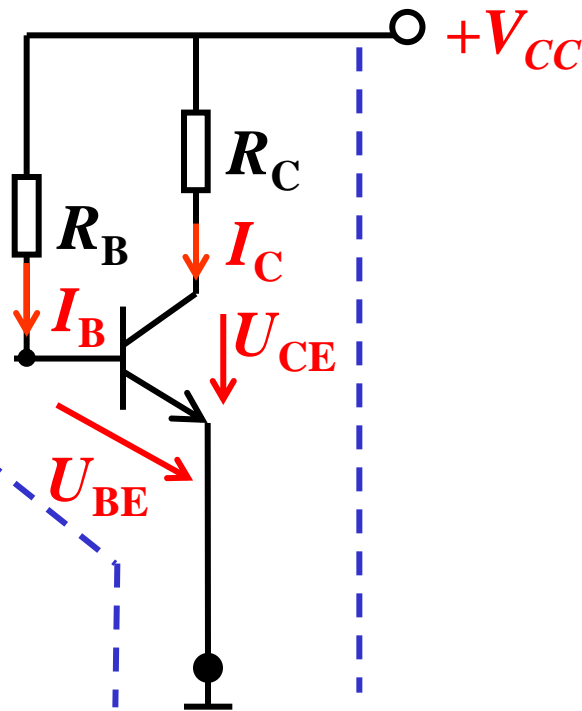
输出特性曲线



$$U_{BE} = V_{CC} - I_B R_B$$



已知  $I_B$  后可在输出特性曲线选中一条

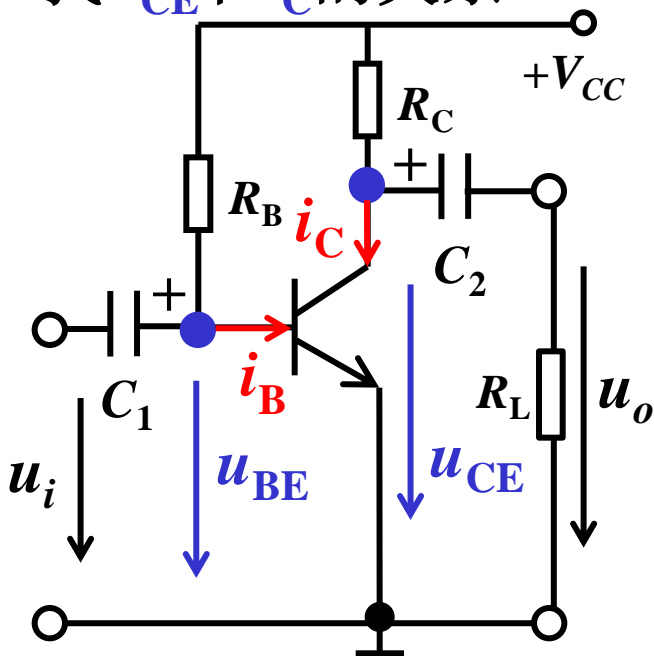


## 方法2 图解法:

如何在直流  
上叠加交流?

思考: 如何  
求解  $u_{CE}$  ?

找  $u_{CE}$  和  $i_C$  的关系



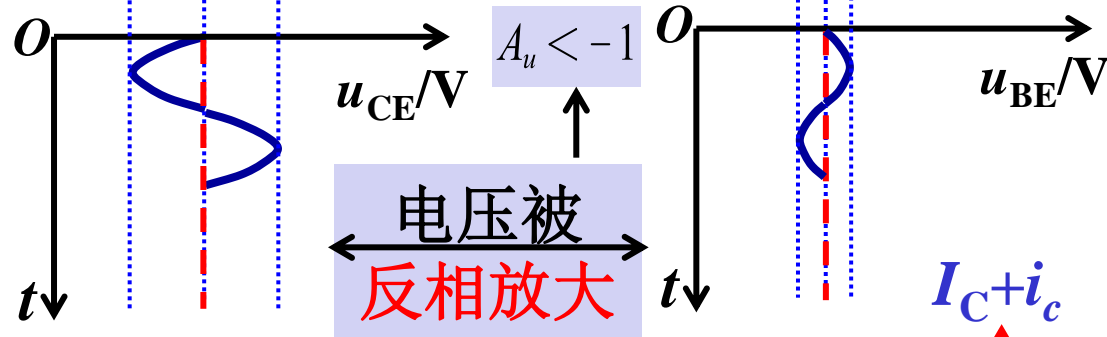
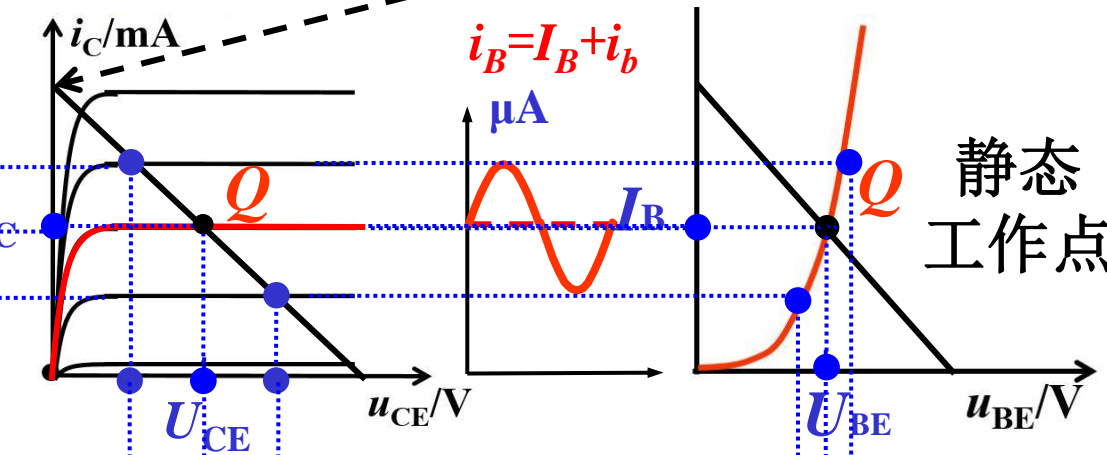
电流  
波动变大

$$i_C = I_C + i_c$$

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

输出特性曲线

既是直流负载线又是  
空载时的交流负载线



空载时: 流过  $R_C$  就是  $i_C \rightarrow u_{CE} = V_{CC} - i_C R_C$

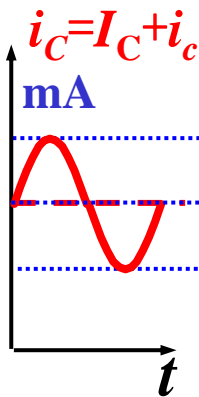
$$u_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - i_c R_C = U_{CE} - i_c R_C = U_{CE} + u_{ce}$$

有载时:  $I_C$  只与  $R_C$  有关,  $i_c$  则与  $R_C$  和  $R_L$  有关

问题: 如何得到  $i_c$  与  $R_C$  和  $R_L$  的关系?  $\rightarrow$  通过交流通路得到

黑线斜率只与 $R_C$ 有关

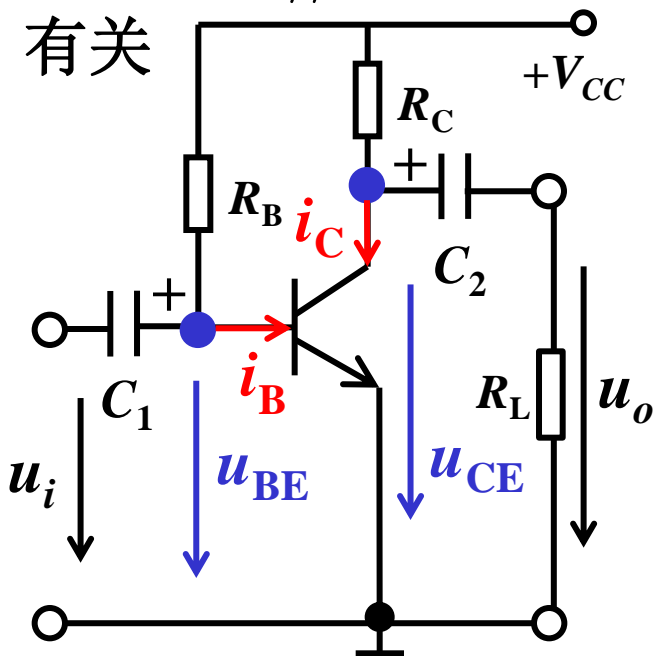
既是直流负载线  
也是空载时的交流负载线（重合）



有载时 $u_{ce}$ 和 $i_c$ 关系

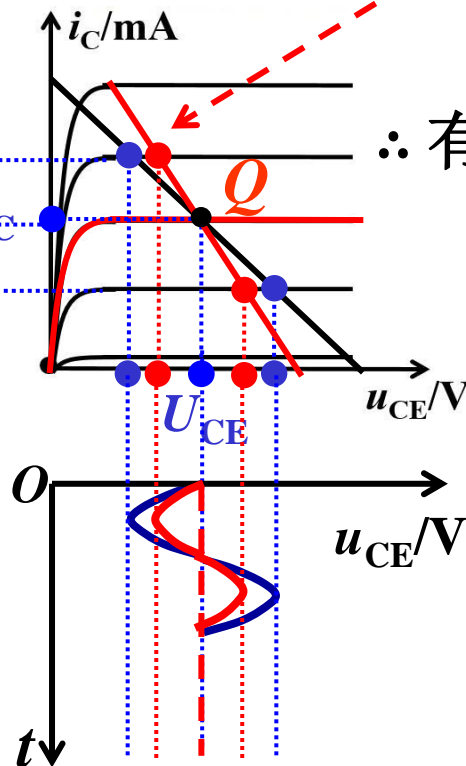
红线更陡直

斜率与 $R_C // R_L$   
有关



$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

输出特性曲线



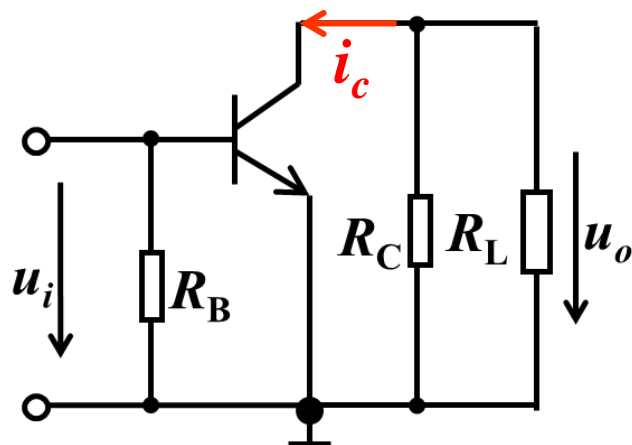
有载时的交流负载线

只有斜率含义无截距意义

$$\because R_C // R_L < R_C$$

$\therefore$  有载时电压变化幅度变小

$$u_o = u_{ce} = -i_c (R_C // R_L)$$



有载时的交流通路

空载时：流过 $R_C$ 就是 $i_c \rightarrow u_{CE} = V_{CC} - i_c R_C$

$$u_{CE} = V_{CC} - I_C R_C - i_c R_C = U_{CE} - i_c R_C = U_{CE} + u_{ce}$$

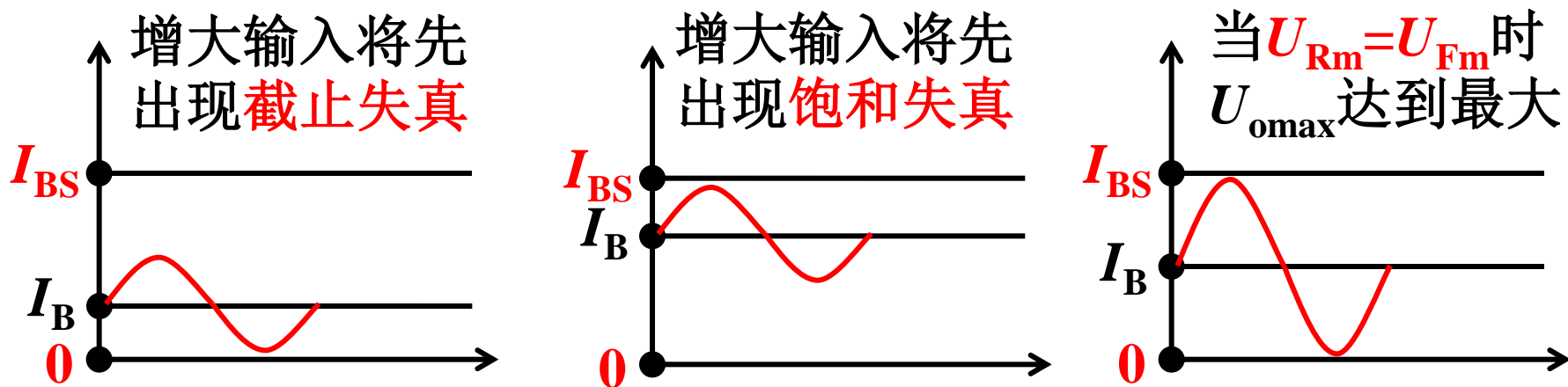
有载时： $u_{CE} = U_{CE} + u_{ce} = U_{CE} - i_c (R_C // R_L)$

画交流通路的方法：① 将直流除源 ( $V_{CC}$ 接地) ② 电容变成导线

思考1: 如何用图解法求解最大不失真输出电压幅值 $U_{omax}$ ?

既不发生饱和失真又不发生截止失真时的输出电压最大值

注意: 当静态工作点Q确定后, 能叠加多大的输入信号是确定的



求解 $U_{omax}$ 的步骤: ① 求解静态工作点Q ( $U_{BE}$ ;  $I_B$ ;  $I_C$ ;  $U_{CE}$ )

② 不出现饱和失真的最大输出电压幅值 $U_{Rm}$  → reach-out

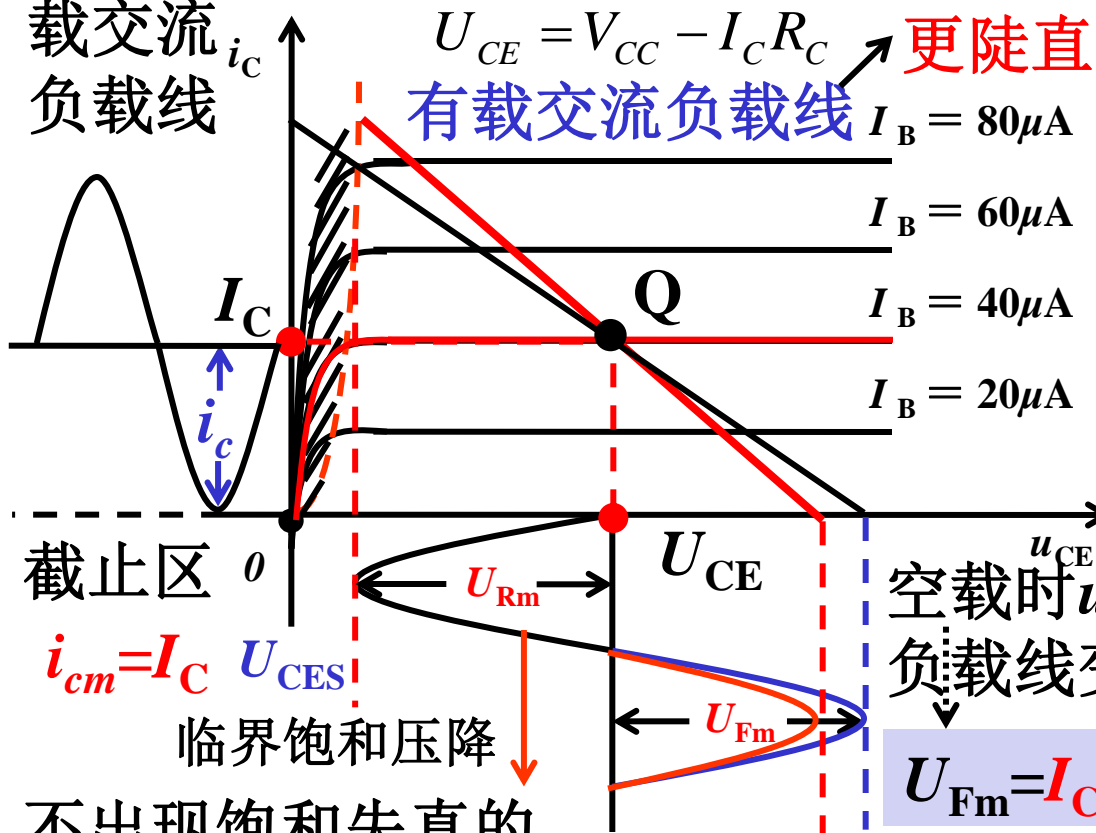
③ 不出现截止失真的最大输出电压幅值 $U_{Fm}$  → cut-off distortion

④  $U_{omax} = \min\{U_{Rm}, U_{Fm}\}$  思考: 如何使得 $U_{omax}$ 达到最大?

答案: 应调整静态工作点Q的位置, 使之处于放大区的中间

直流/空  
载交流  
负载线

若  $I_B = 40\mu A$ , 求  $U_{omax} = \min\{U_{Rm}, U_{Fm}\}$

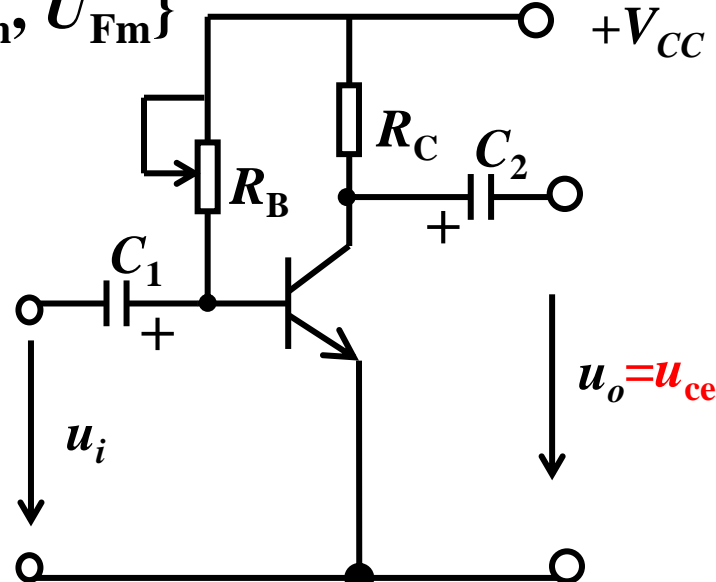


不出现饱和失真的  
最大输出电压幅值

$U_{Rm} = U_{CE} - U_{CES}$   $U_{CES}$  常取 0.7V 或 1V

不出现截止失真的最大输出电压幅值

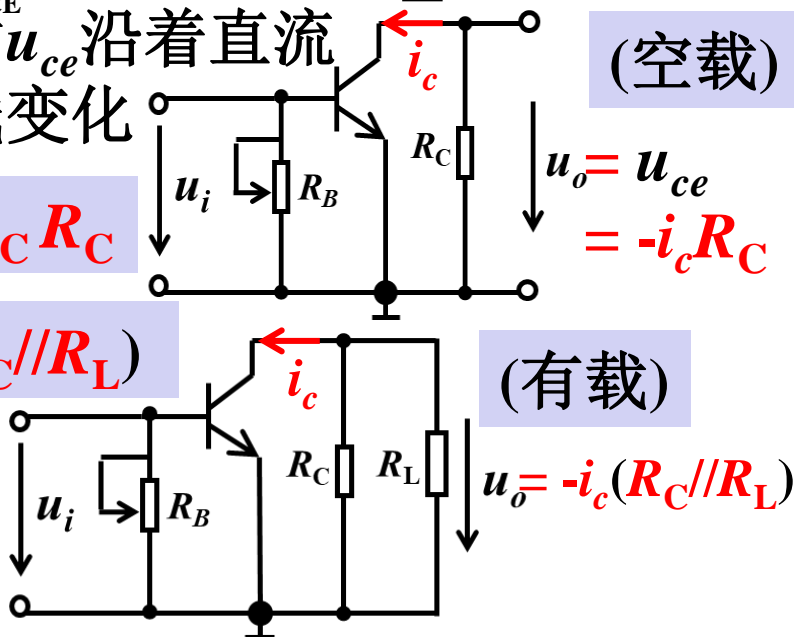
问题:  $i_c$  和  $u_{ce}$  的关系?  $\rightarrow$  空载和有载的关系不同 (看交流通路)



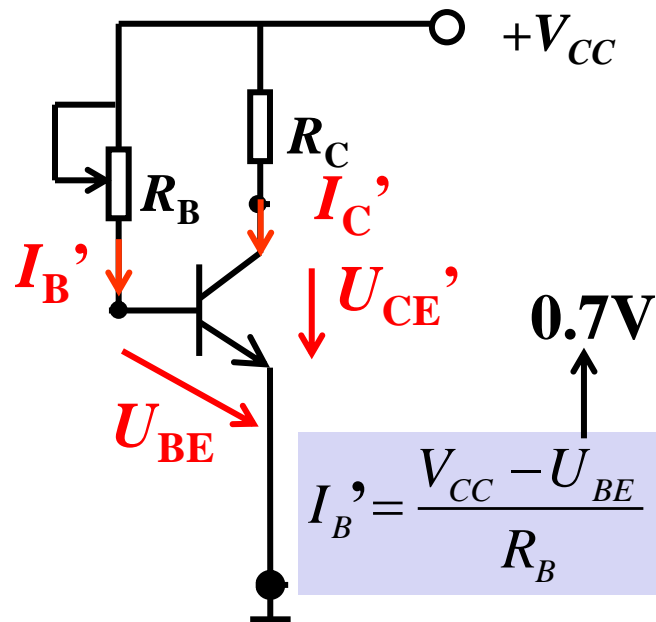
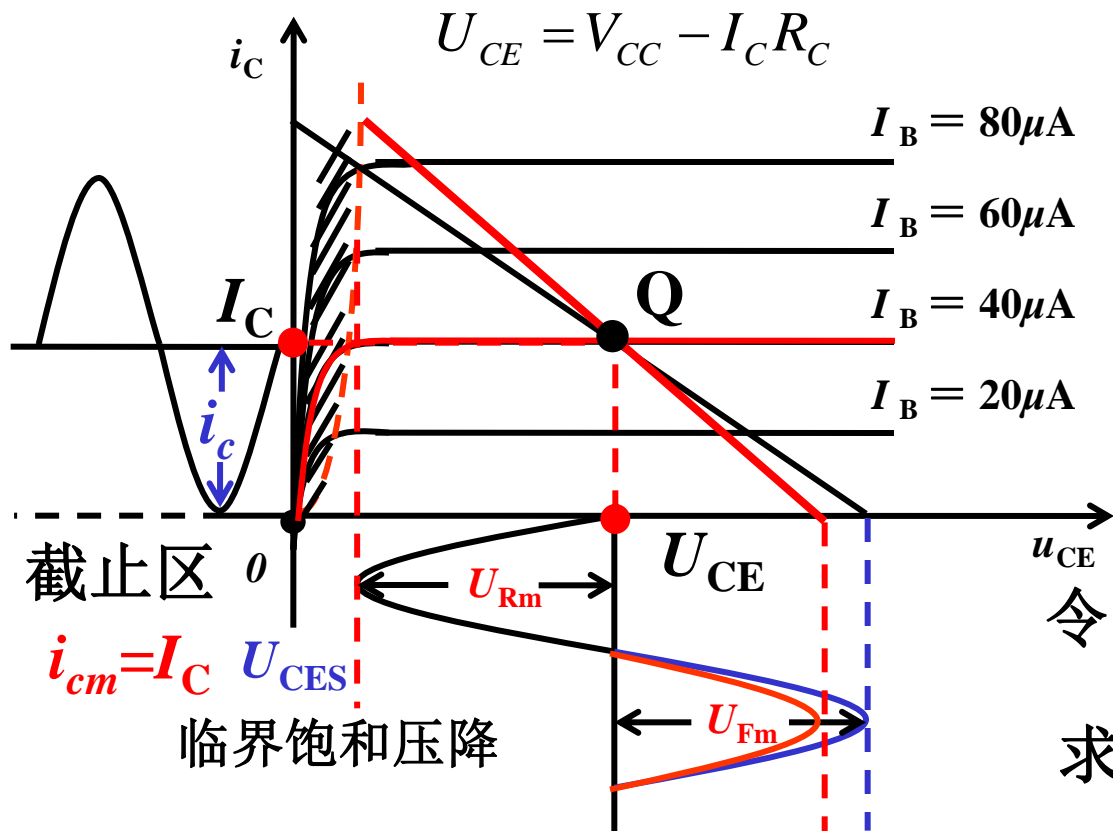
空载时  $u_{ce}$  沿着直流  
负载线变化

$U_{Fm} = I_C R_C$

有载:  $U_{Fm} = I_C (R_C // R_L)$



问题：增大 $u_i$ ， $u_o$ 先出现何种失真？



令  $U_{Rm} = U_{Fm}$  → 求出  $I_C' = ?$

求出  $R_B = ?$  ←  $I_B' = I_C' / \beta$

若  $U_{Fm} < U_{Rm}$ ，则增大输入信号，输出端将首先出现截止失真

若  $U_{Rm} < U_{Fm}$ ，则增大输入信号，输出端将首先出现饱和失真

如何使得  $U_{omax}$  达到最大？

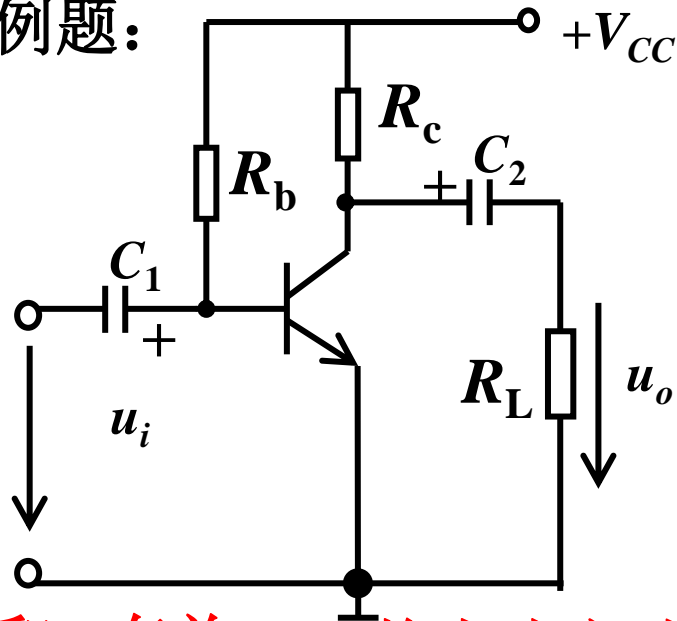
$$U_{Rm} = U_{CE}' - U_{CES} = V_{CC} - I_C' R_C - U_{CES}$$

调整Q使得  $U_{Rm} = U_{Fm}$

空载:  $U_{Fm} = I_C' R_C$  或 有载:  $U_{Fm} = I_C' (R_C // R_L)$



例题:



$$V_{CC}=10.7\text{V}, U_{BE}=U_{CES}=0.7\text{V}, \beta=50$$

$$R_b=500\text{k}\Omega, R_c=3\text{k}\Omega, R_L=6\text{k}\Omega$$

① 求解静态工作点→画直流通路

$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_b} = 0.02\text{mA} \quad \because R_B \gg \beta R_C$$

$$I_C = \beta I_B = 1\text{mA} \quad \because V_C > V_B$$

和Q有关

静态决定动态

$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_c = 7.7\text{V}$$

集电结反偏

$U_{omax}^{\uparrow} = ?$  增大  $u_i$  先出现什么失真?  $R_b = ?$  可使  $U_{omax}$  最大

② 不出现饱和失真的最大输出电压幅值  $U_{Rm} = U_{CE} - U_{CES} = 7\text{V}$

③ 不出现截止失真的最大输出电压幅值  $U_{Fm} = I_C (R_c // R_L) = 2\text{V}$

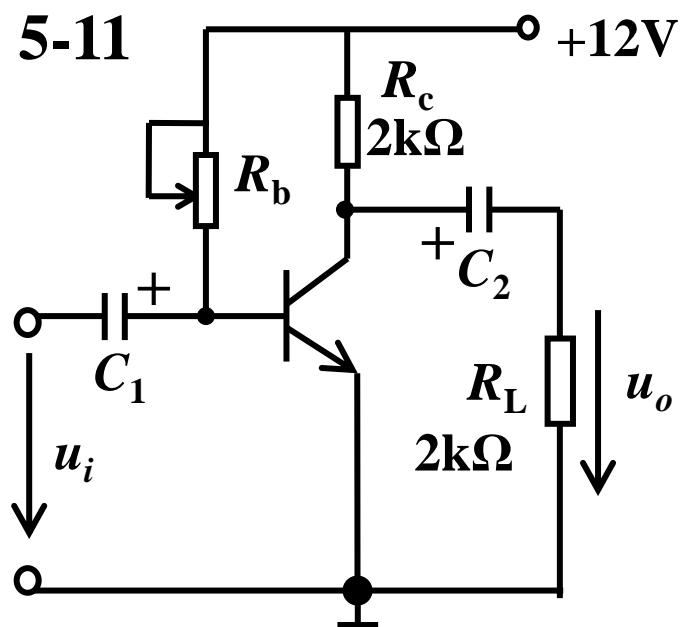
④  $U_{omax} = \min\{U_{Rm}, U_{Fm}\} = 2\text{V} \because U_{Fm} < U_{Rm} \therefore$  先出现截止失真

$$\text{令 } U_{Rm} = U_{Fm} \rightarrow U_{CE}' - U_{CES} = I_C' (R_c // R_L) \quad I_B' = \frac{V_{CC} - 0.7}{R_b'} \rightarrow R_b' = 250\text{k}\Omega$$

$$V_{CC} - I_C' R_c - U_{CES} = I_C' (R_c // R_L) \rightarrow I_C' = 2\text{mA} \rightarrow I_B' = I_C' / \beta = 0.04\text{mA}$$

P184

5-11

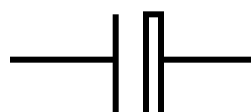


# 作业

假设  $\beta=50$ ,  $U_{BE}=U_{CES}=0$ 。

(1) 若要有最大输出动态范围, 问  $R_b=?$

即求解  $R_b=?$  可使  $U_{omax}$  最大

说明: ① 电容画法不同   
 ② 交流符号不同  $\dot{U}_i \leftrightarrow u_i$   $\dot{U}_o \leftrightarrow u_o$   
 建议将相量符号改成小写符号