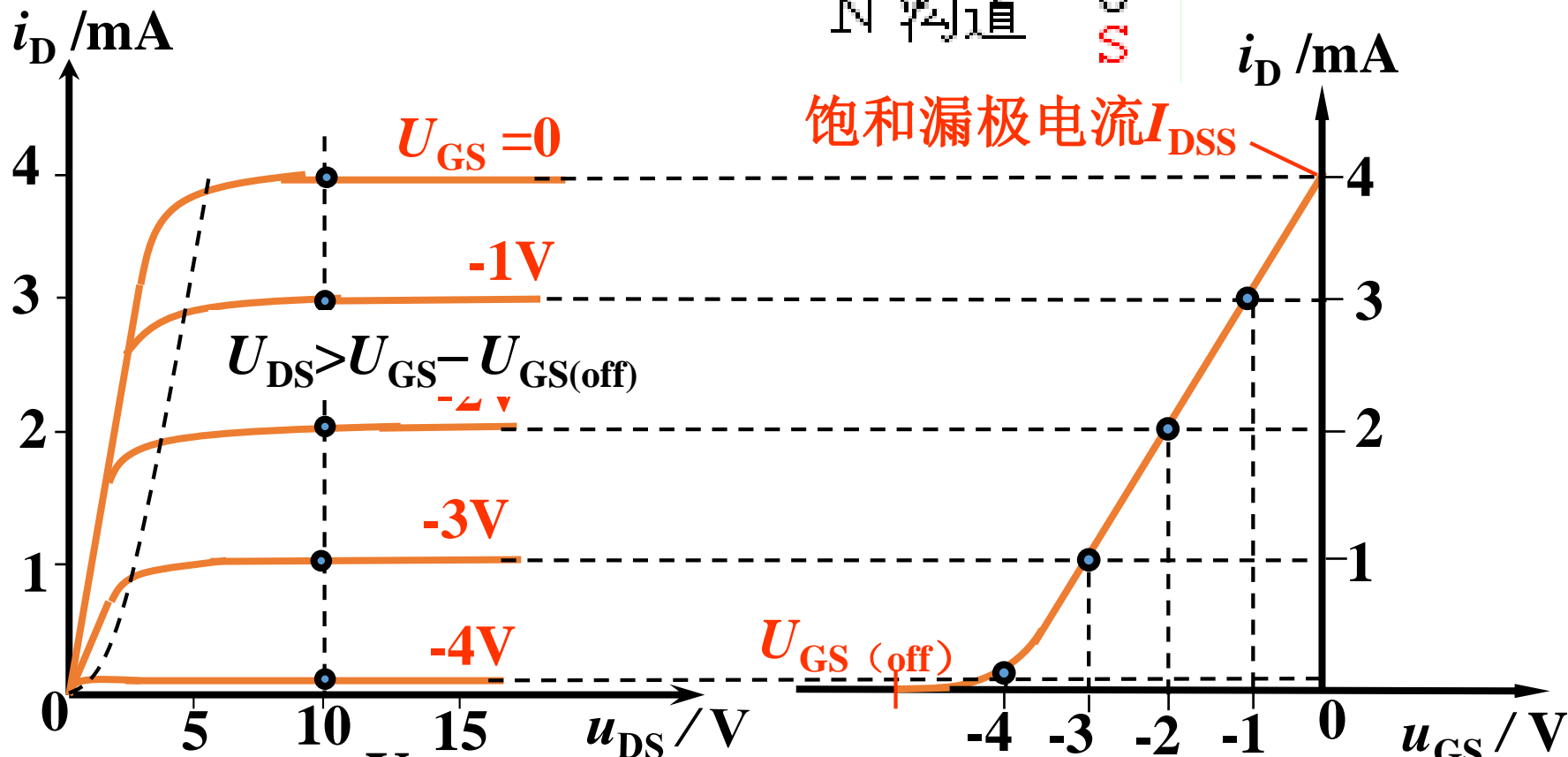
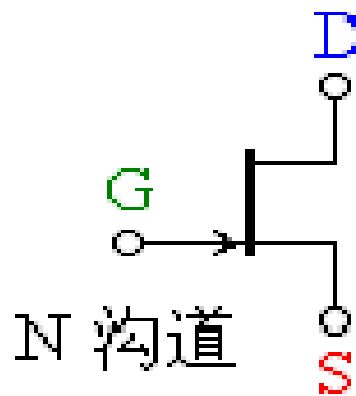


# 结型场效应管



N沟道



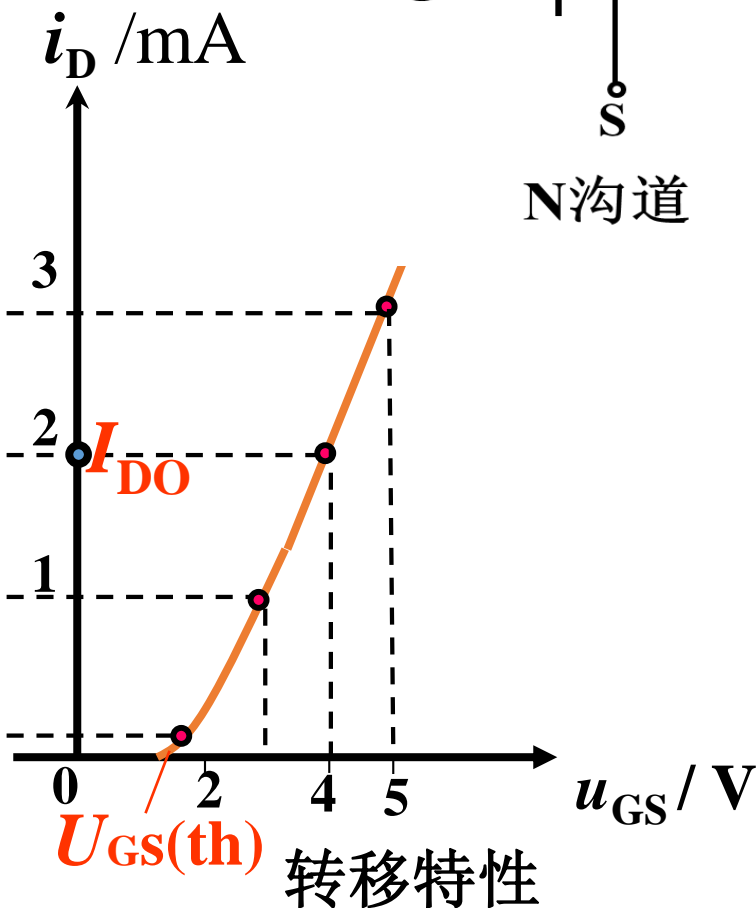
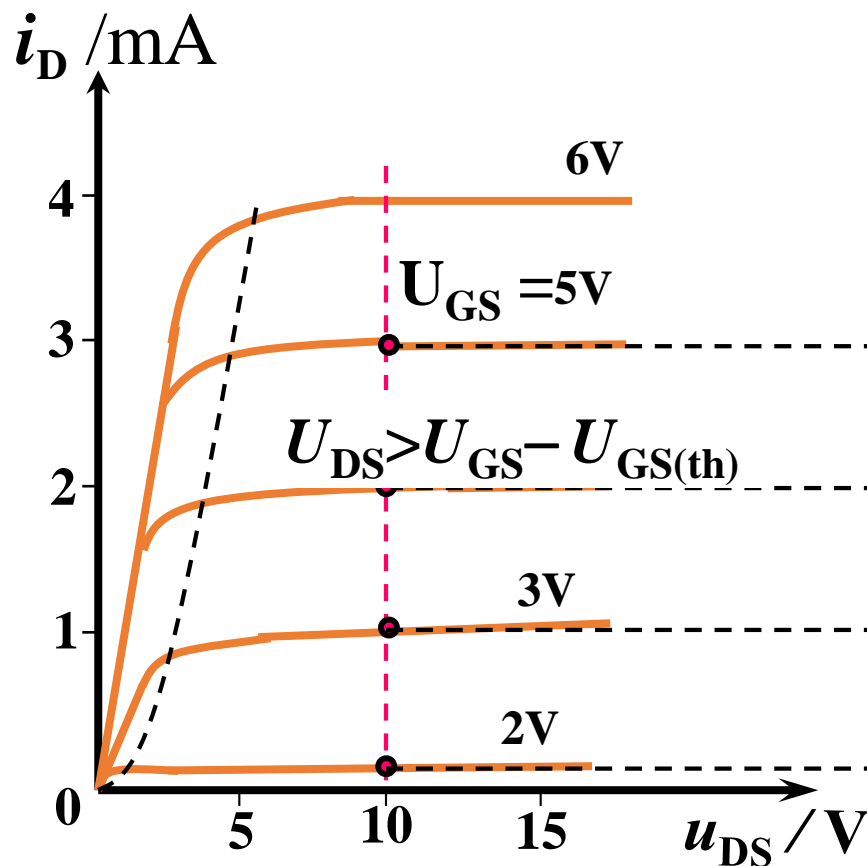
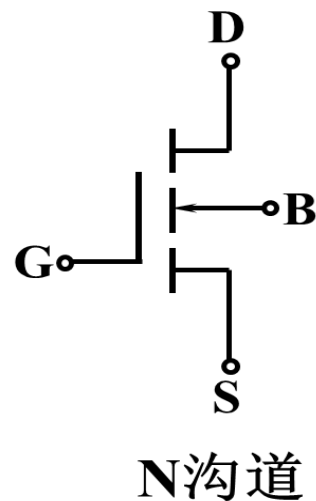
$$I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}}\right)^2$$

$(U_{GS(off)} \leq U_{GS} \leq 0)$

$$\Delta I_D / \Delta U_{GS} \approx \text{常数} = g_m$$

# 绝缘栅场效应管

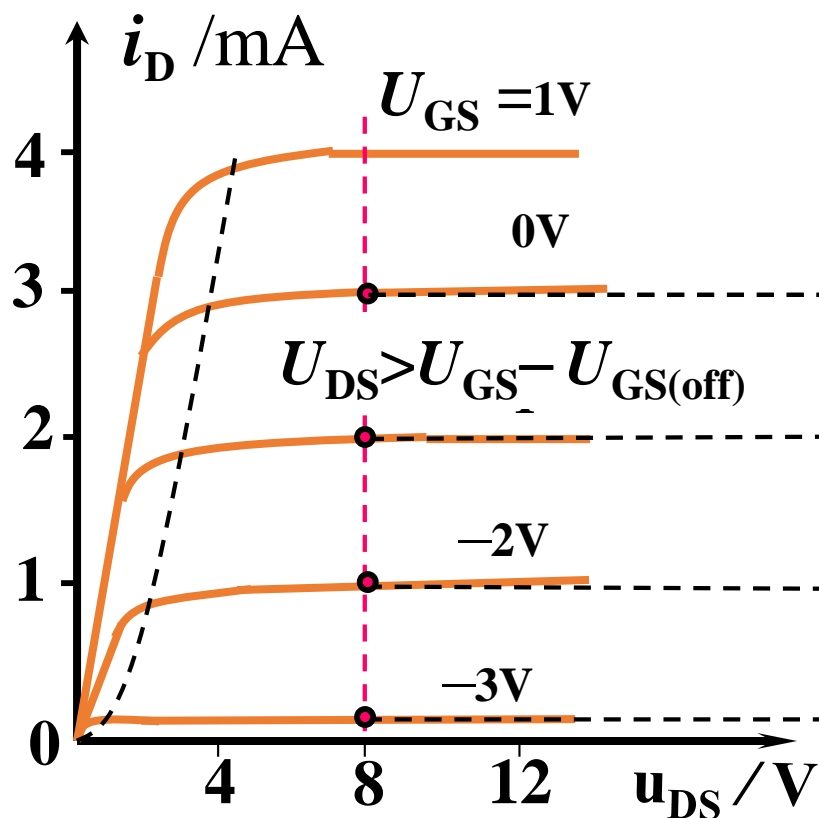
## 增强型 NMOS 管的特性曲线



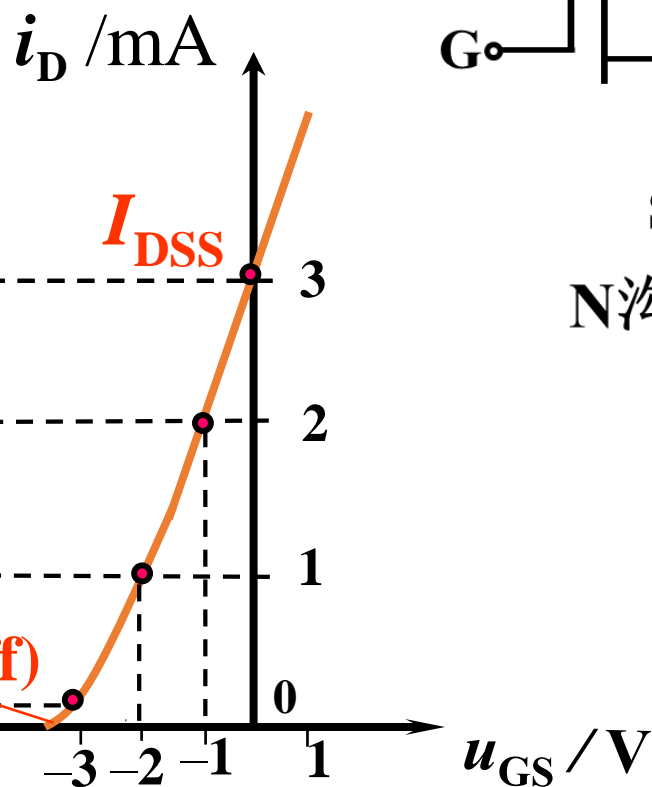
$$\Delta I_D = g_m \Delta U_{GS} \quad I_D = I_{DO} \left( \frac{U_{GS}}{U_{GS(th)}} - 1 \right)^2 \quad I_{DO}: U_{GS} = 2 U_{GS(th)} \text{ 时的 } I_D$$

# 绝缘栅场效应管

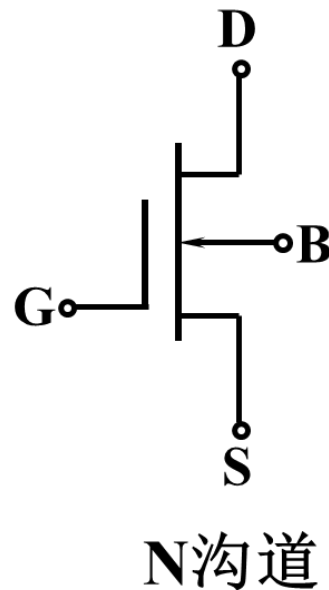
## 耗尽型NMOS管的特性曲线



输出特性



转移特性



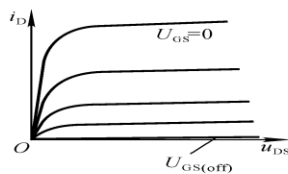
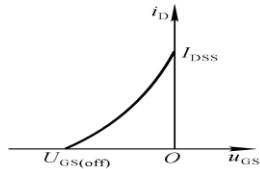
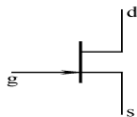
$$\Delta I_D = g_m \Delta U_{GS}$$

$$I_D = I_{DSS} \left( 1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}} \right)^2$$

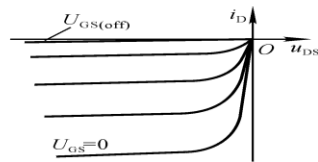
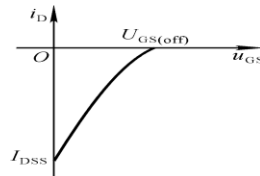
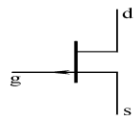
结型场效应管

绝缘栅型场效应管

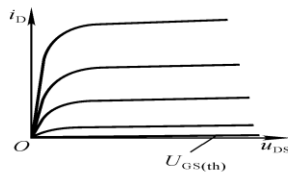
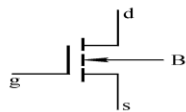
N沟道



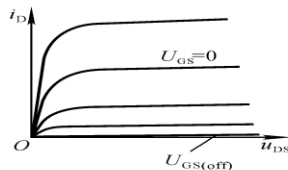
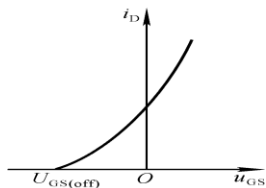
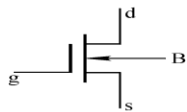
P沟道



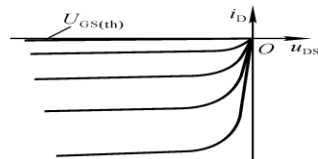
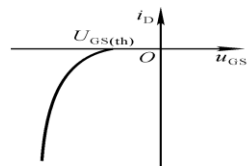
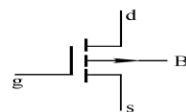
N 增强型



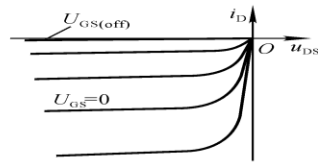
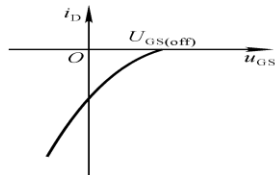
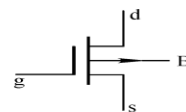
P 耗尽型



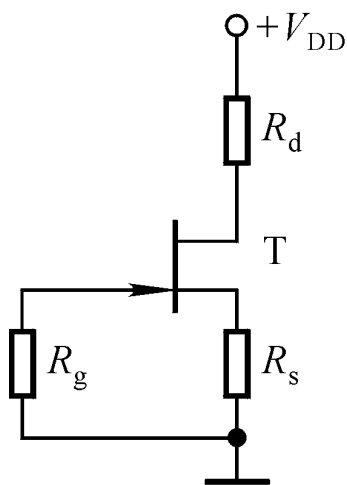
P 增强型



P 耗尽型

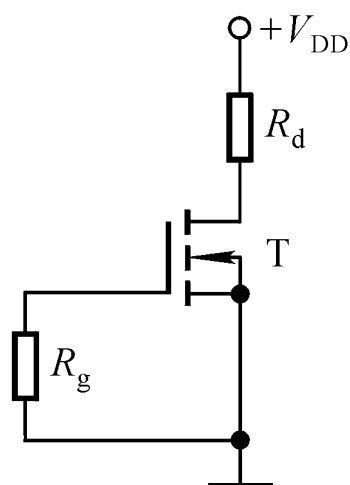


分别判断下图所示各电路中的场效应管是否有可能工作在恒流区



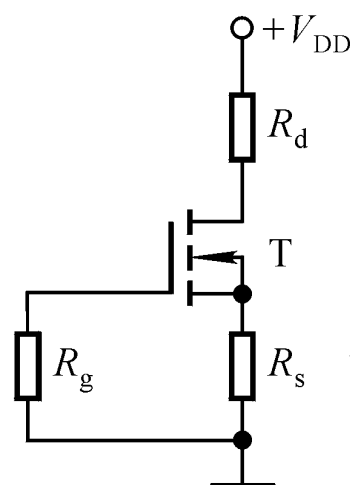
(a)

能



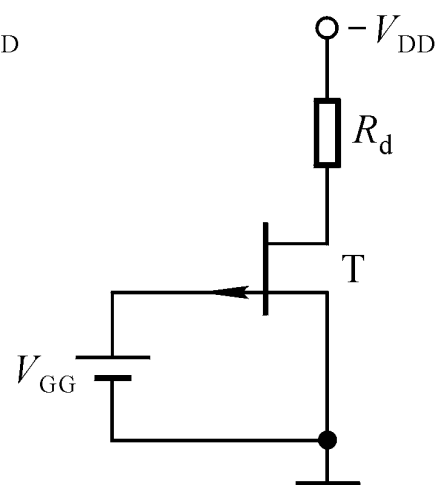
(b)

不能



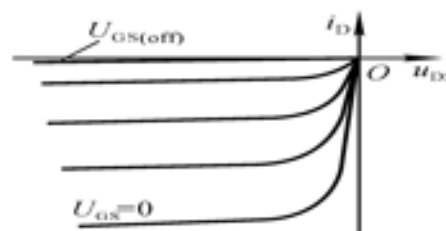
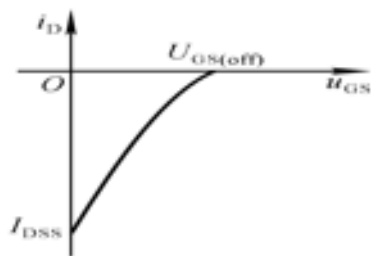
(c)

不能



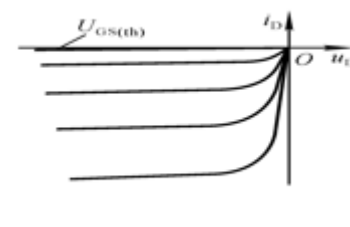
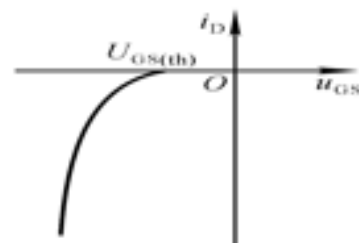
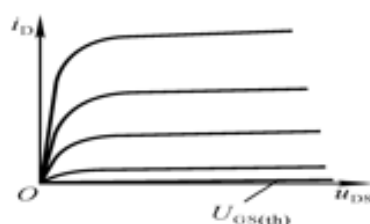
(d)

能



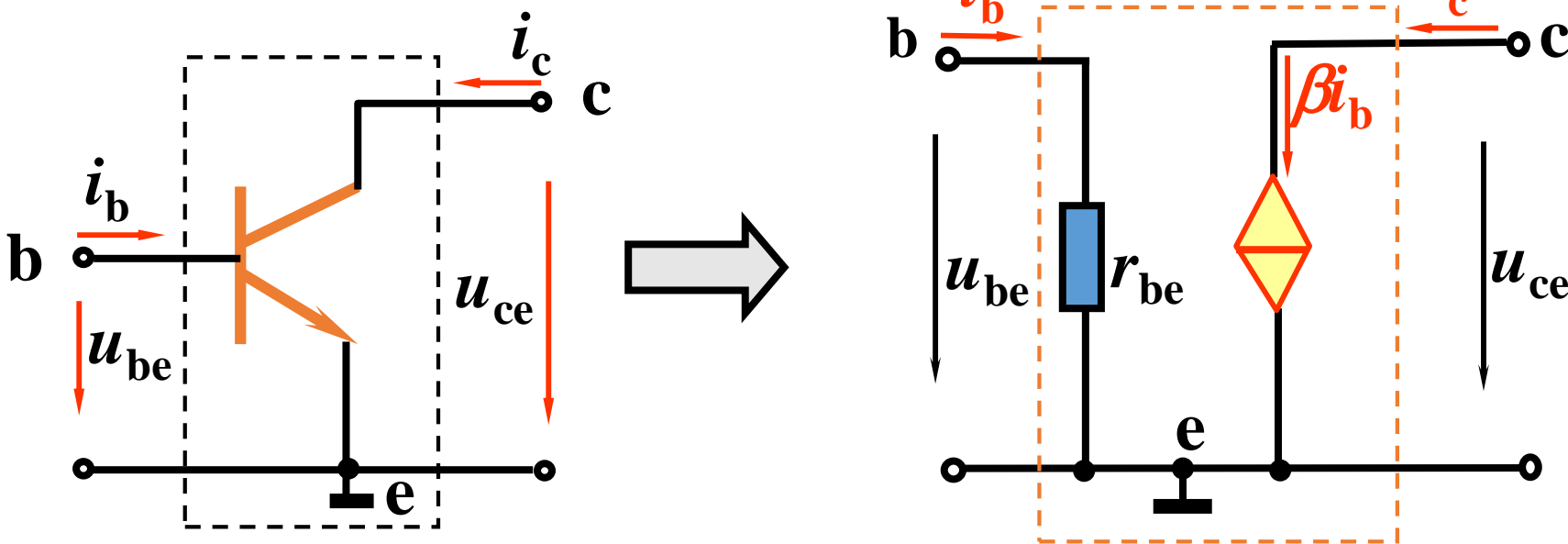
测得某电路中三个MOS管的三个电极的电位如表所示，它们的开启电压也在表中。试分析各管的工作状态(截止区、恒流区、可变电阻区)

| 管 号   | $U_{GS(th)}/V$ | $U_S/V$ | $U_G/V$ | $U_D/V$ | 工作状态  |
|-------|----------------|---------|---------|---------|-------|
| $T_1$ | 4              | -5      | 1       | 3       | 恒流区   |
| $T_2$ | -4             | 3       | 3       | 10      | 截止区   |
| $T_3$ | -4             | 6       | 0       | 5       | 可变电阻区 |



# 三极管的微变等效电路

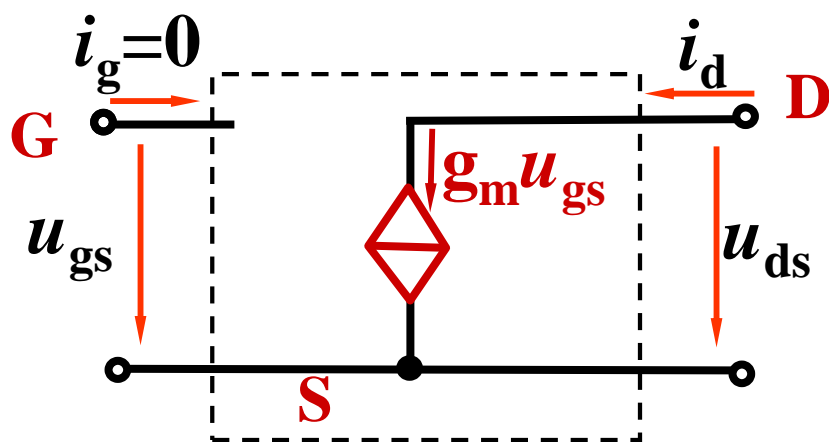
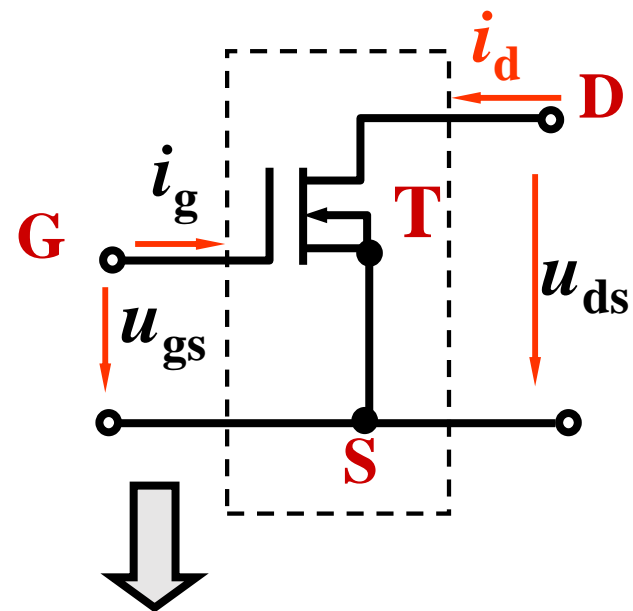
$$\begin{cases} u_{be} = r_{be} i_b \\ i_c = \beta i_b \end{cases}$$



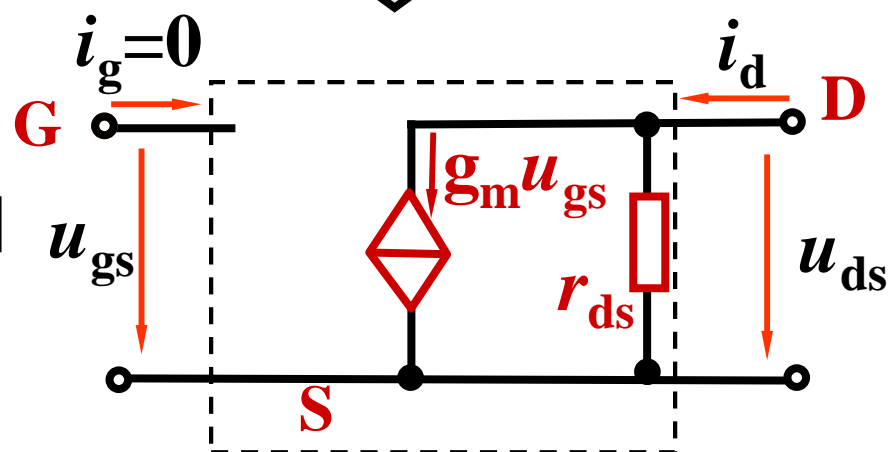
三极管简化的微变等效电路

## 2.6.3 场效应管的低频小信号等效模型

场效应管在小信号(微变量)情况下工作时，可以在静态工作点附近的小范围内用直线段近似地代替场效应管的特性曲线，场效应管就可以用线性二端口网络来等效代替。



简化的微变等效电路



微变等效电路



# 第2章 基本放大电路

## 2.1 放大的概念和放大电路的主要性能指标

2.2 基本共射放大电路的工作原理

2.3 放大电路的分析方法

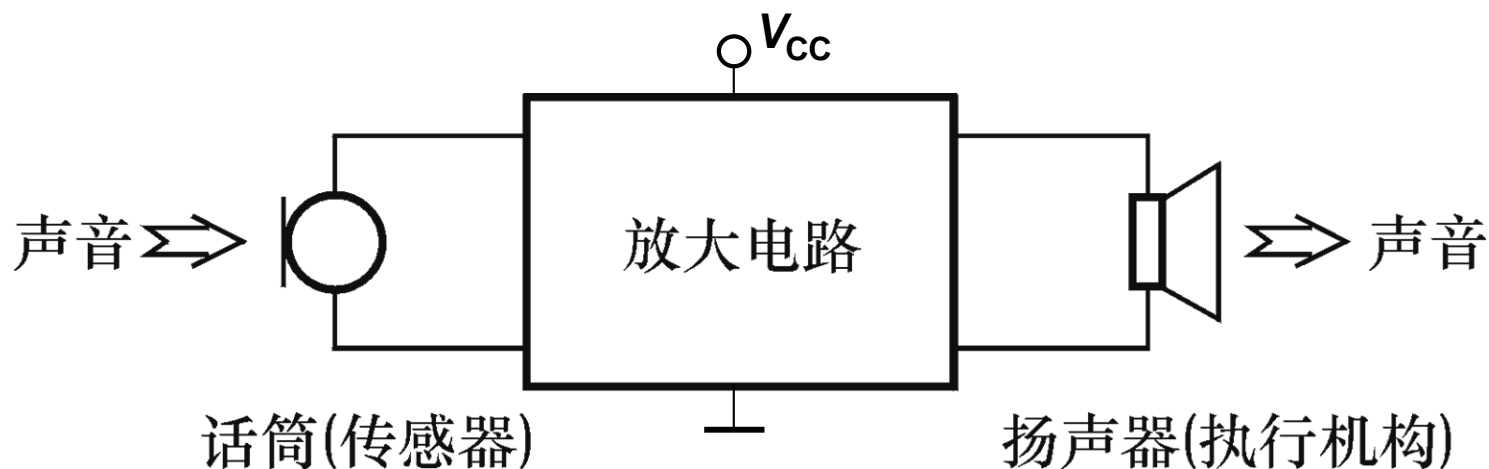
2.4 放大电路静态工作点的稳定

2.5 晶体管单管放大电路的三种基本接法

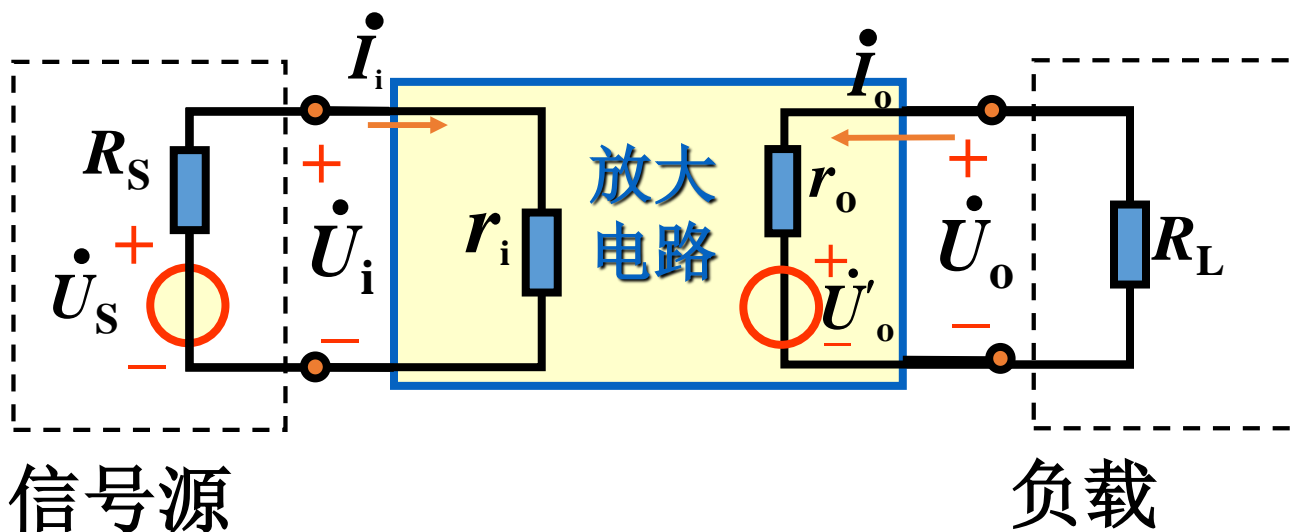
2.6 场效应管放大电路

# 2.1.1 放大的概念

- 放大的对象：变化量
- 放大的本质：能量的控制
- 放大的特征：功率放大
- 放大的前提：不失真



## 2.1.2 放大电路主要性能指标



信号源

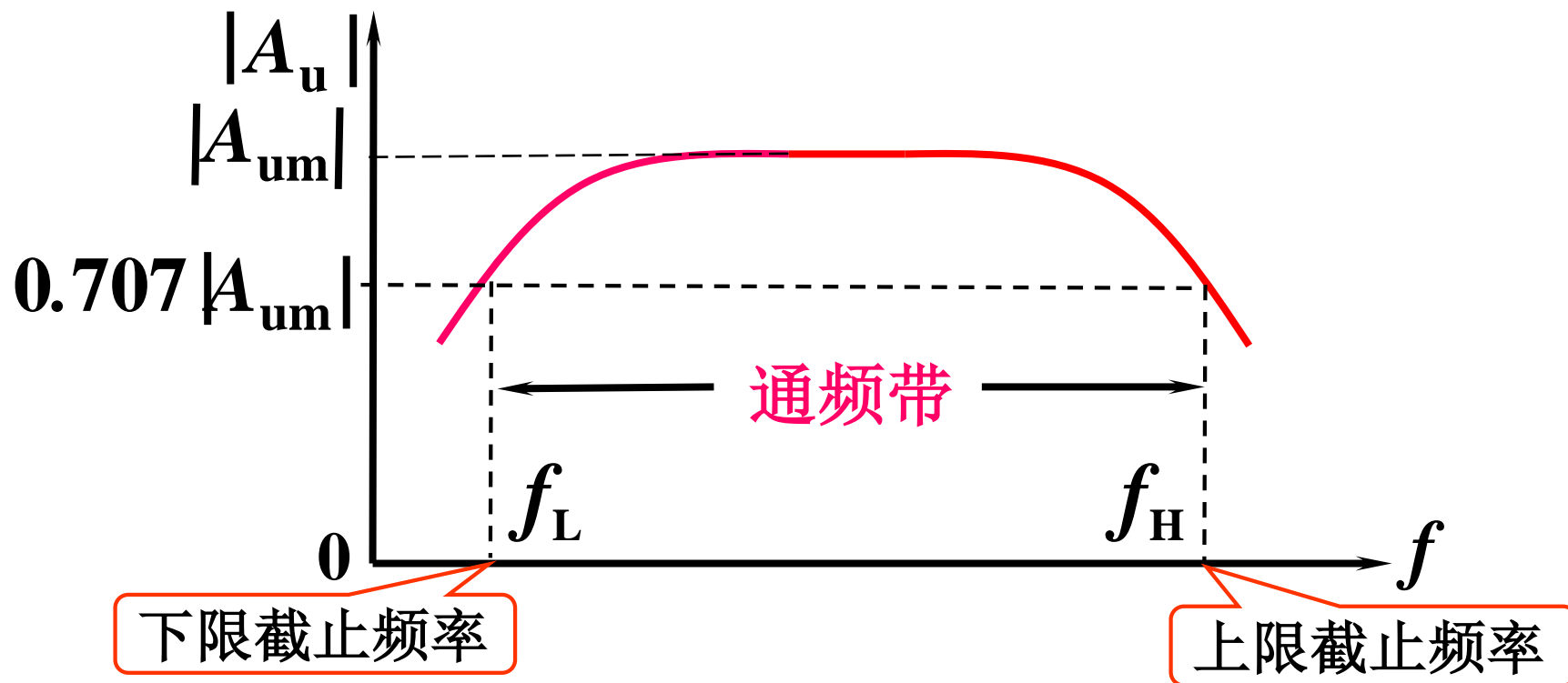
负载

一、电压放大倍数  $A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$

二、输入电阻  $r_i = \frac{U_i}{I_i}$

三、输出电阻  $r_o = \frac{U_o}{I_o} \bigg|_{\substack{U_S=0 \\ R_L=\infty}} \quad r_o = \left( \frac{U'_o}{U_o} - 1 \right) R_L$

## 2.1.2 放大电路主要性能指标



四、通频带  $f_{BW}=f_H-f_L$

五、最大不失真输出电压  $U_{om}$

六、最大输出功率  $P_{om}$  与效率  $\eta$

$\eta = P_{om}/P_V$  其中  $P_V$  为直流电源消耗的功率

# 第2章 基本放大电路

2.1 放大的概念和放大电路的主要性能指标

2.2 基本共射放大电路的工作原理

2.3 放大电路的分析方法

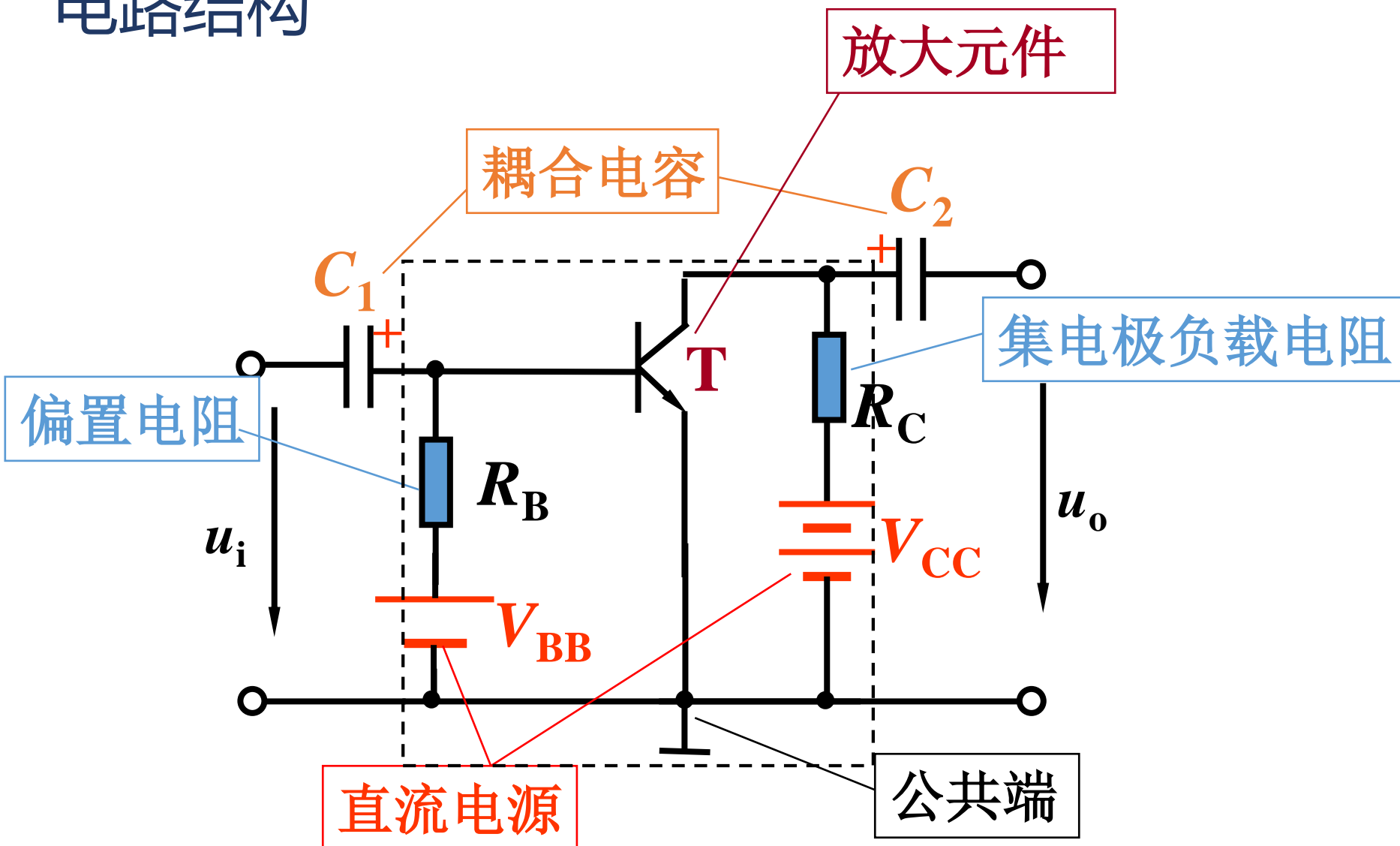
2.4 放大电路静态工作点的稳定

2.5 晶体管单管放大电路的三种基本接法

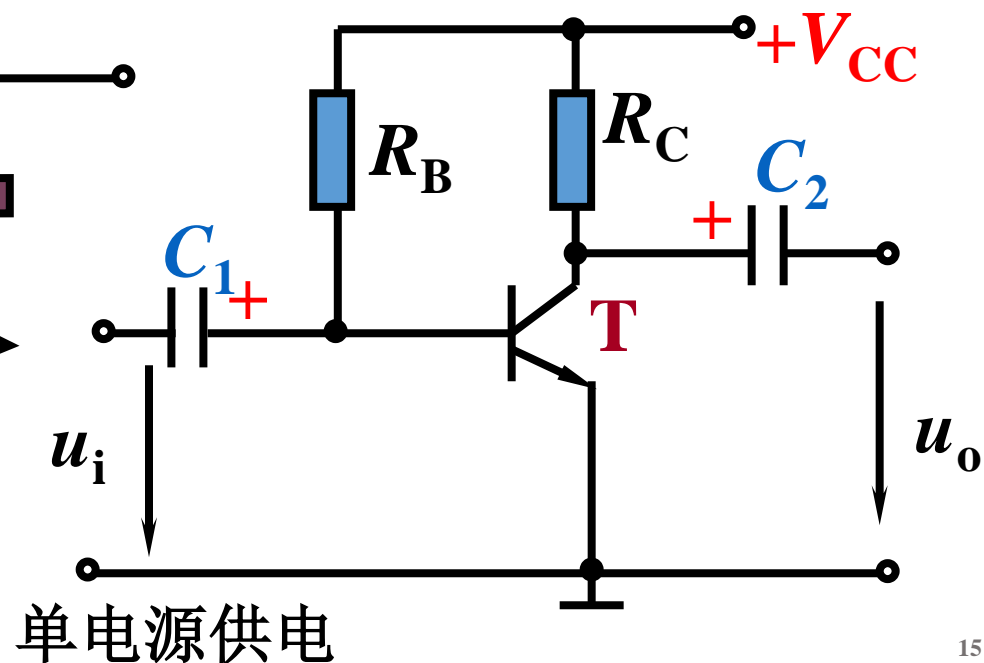
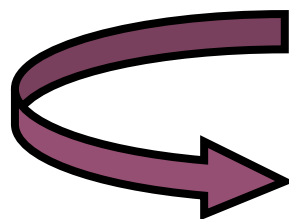
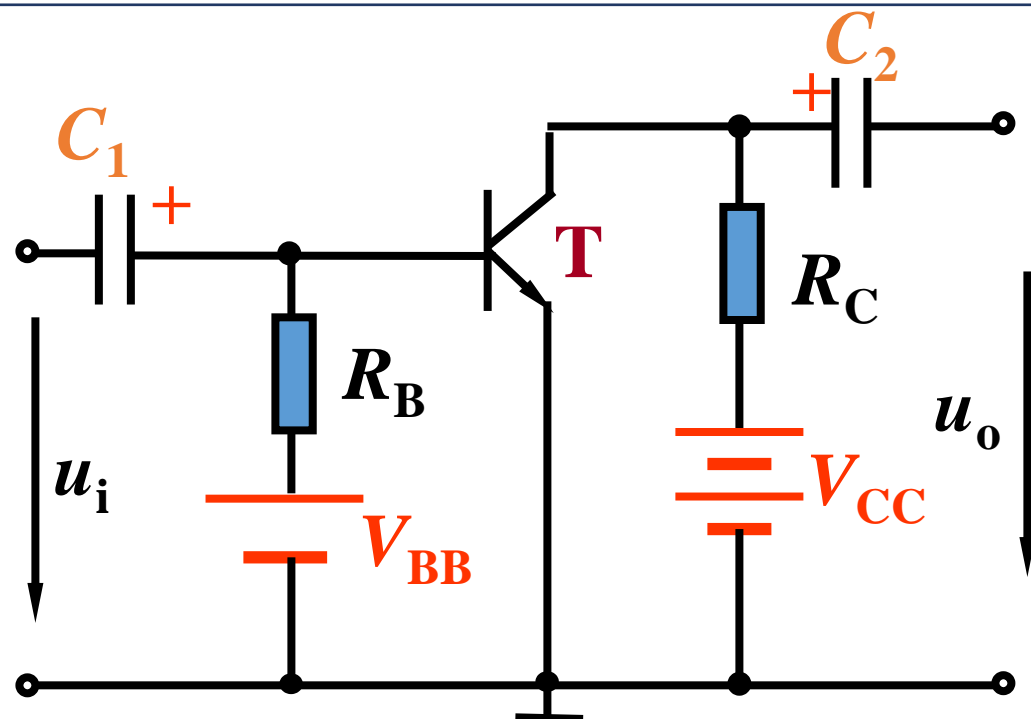
2.6 场效应管放大电路

## 2.2 基本共射放大电路

### 电路结构



## 2.2 基本共射放大电路



# 第2章 基本放大电路

2.1 放大的概念和放大电路的主要性能指标

2.2 基本共射放大电路的工作原理

2.3 放大电路的分析方法

2.4 放大电路静态工作点的稳定

2.5 晶体管单管放大电路的三种基本接法

2.6 场效应管放大电路

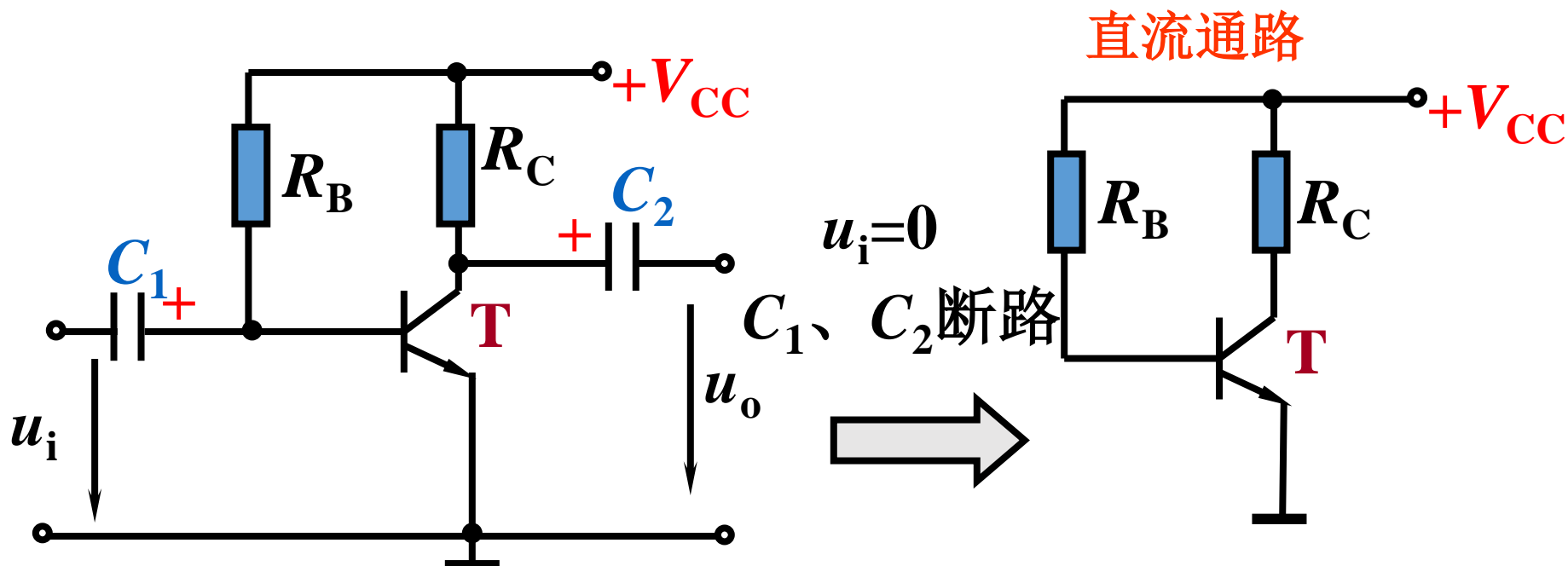


# 2.3 放大电路的分析方法

## 一、放大电路的静态分析

放大电路没有输入信号 ( $u_i = 0$ ) 时的工作状态称为**静态**。

静态分析的任务是根据电路参数和三极管的特性确定静态值（直流值） $U_{BE}$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  和  $U_{CE}$ 。可用放大电路的直流通路来分析。



直流通路：① 信号源  $u_s = 0$ ，保留  $R_s$ ；② 电容开路；③ 电感相当于短路（忽略线圈电阻）。

# 2.3 放大电路的分析方法

## 放大电路静态值的求解

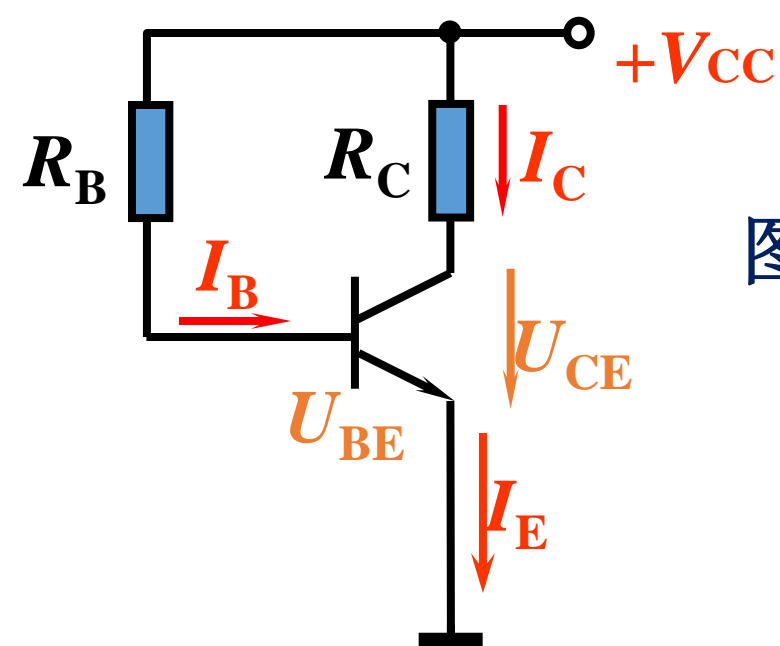
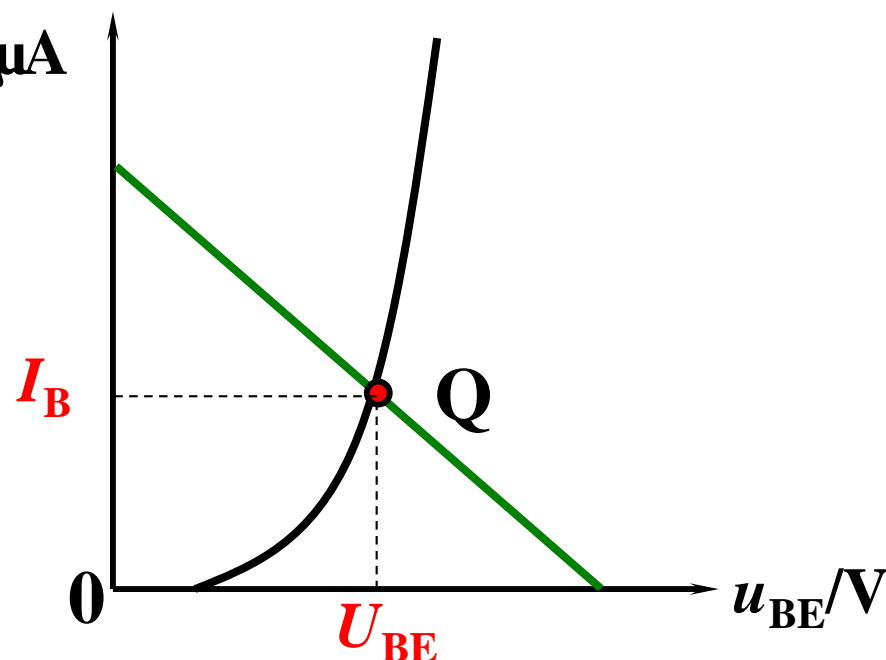
$$I_B = \frac{V_{CC} - U_{BE}}{R_B}$$

硅管的  $U_{BE}$  为  $0.6V \sim 0.8V$

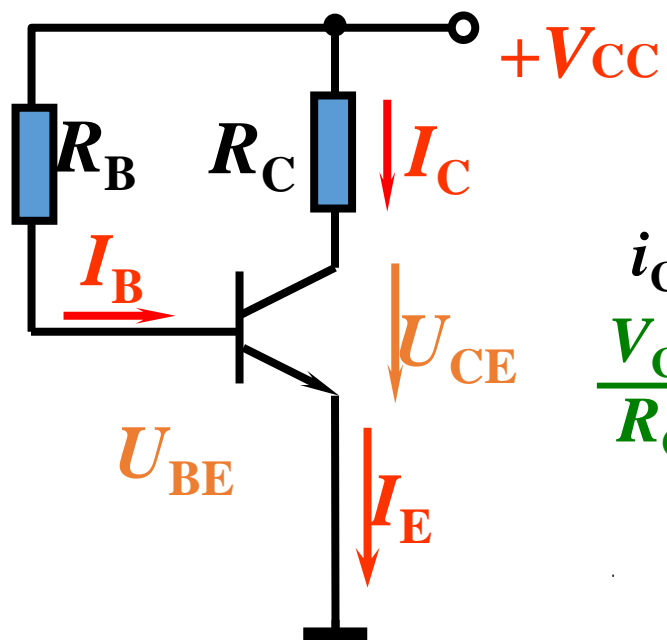
锗管的  $U_{BE}$  为  $0.2V \sim 0.3V$

图解法

$i_B / \mu A$

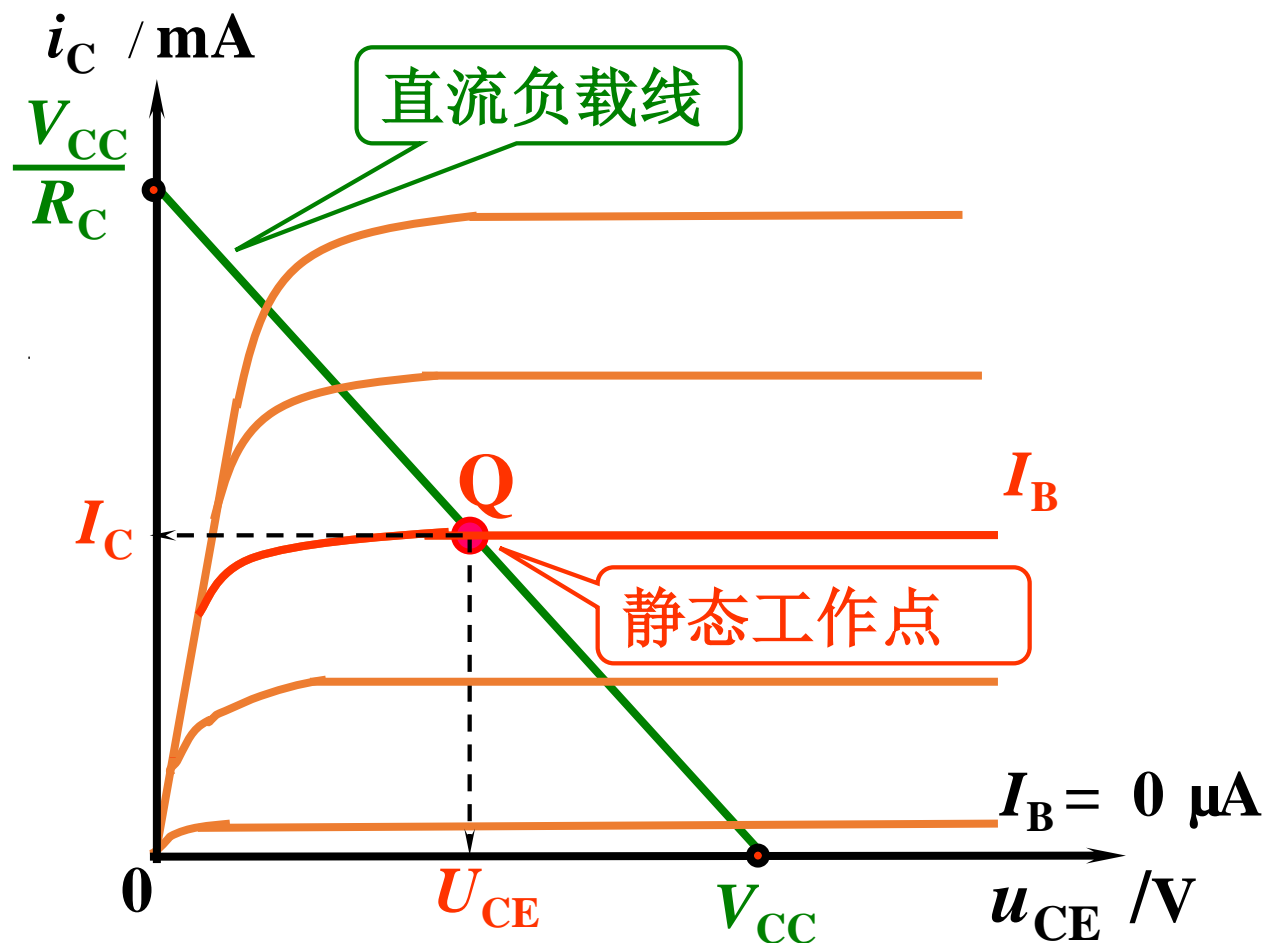


## 2.3 放大电路的分析方法



$$I_C = \beta I_B$$

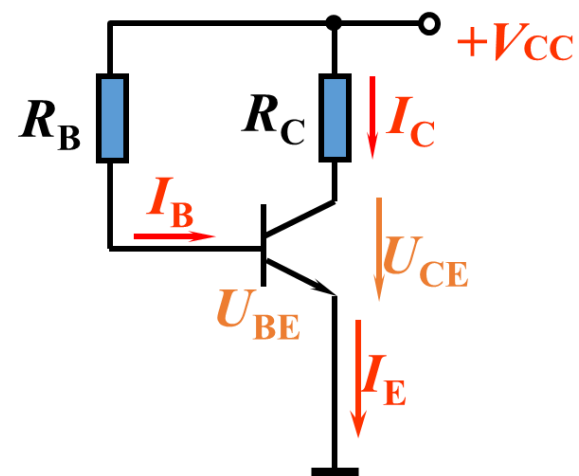
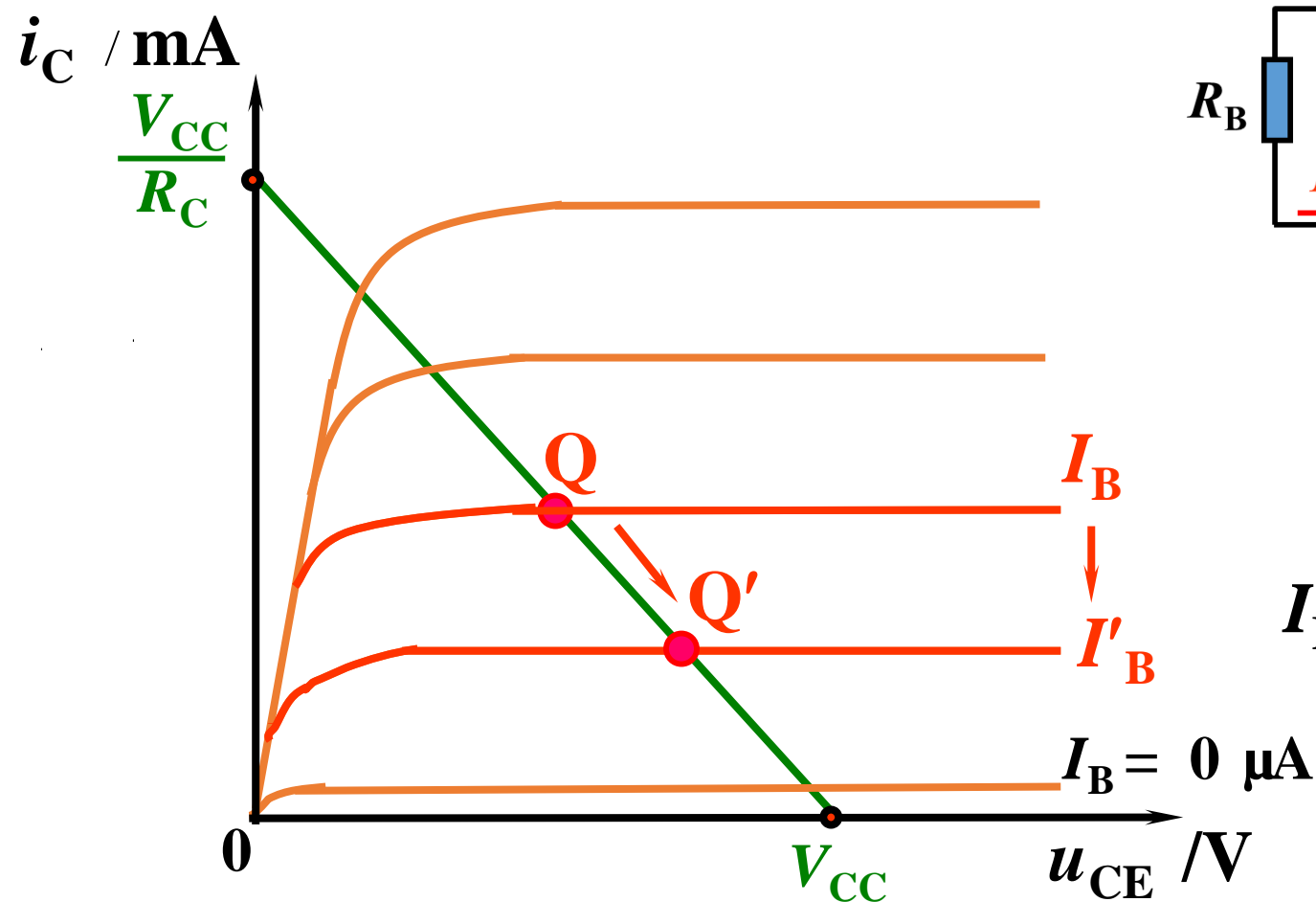
$$U_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$



## 2.3 放大电路的分析方法

### 静态工作点与电路参数的关系

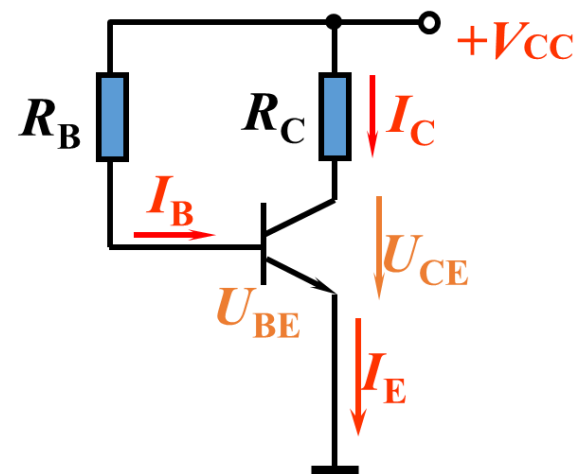
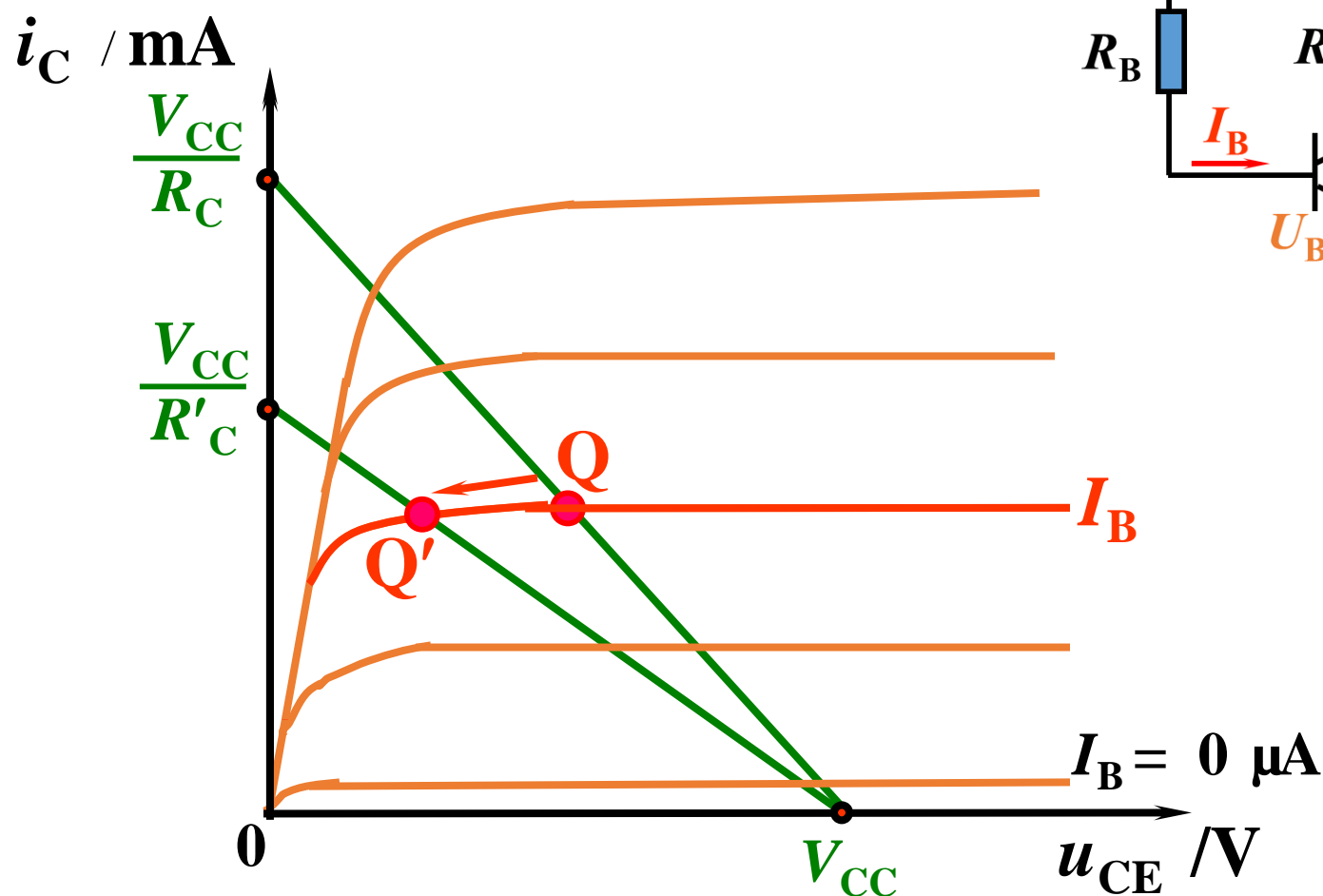
一、 $V_{CC}$ 和 $R_C$ 不变,  $R_B$ 增大为 $R'_B$ ,  $I_B$ 减小为 $I'_B$



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

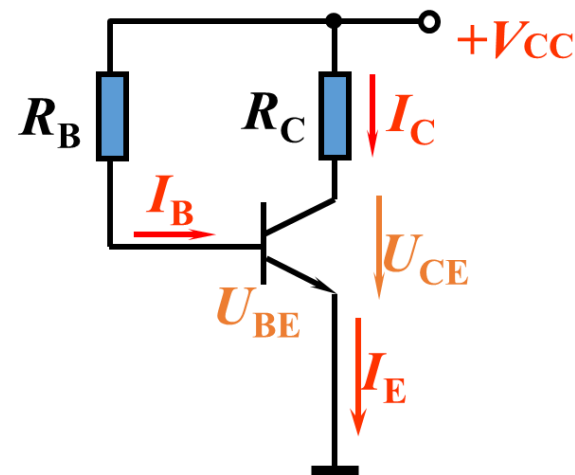
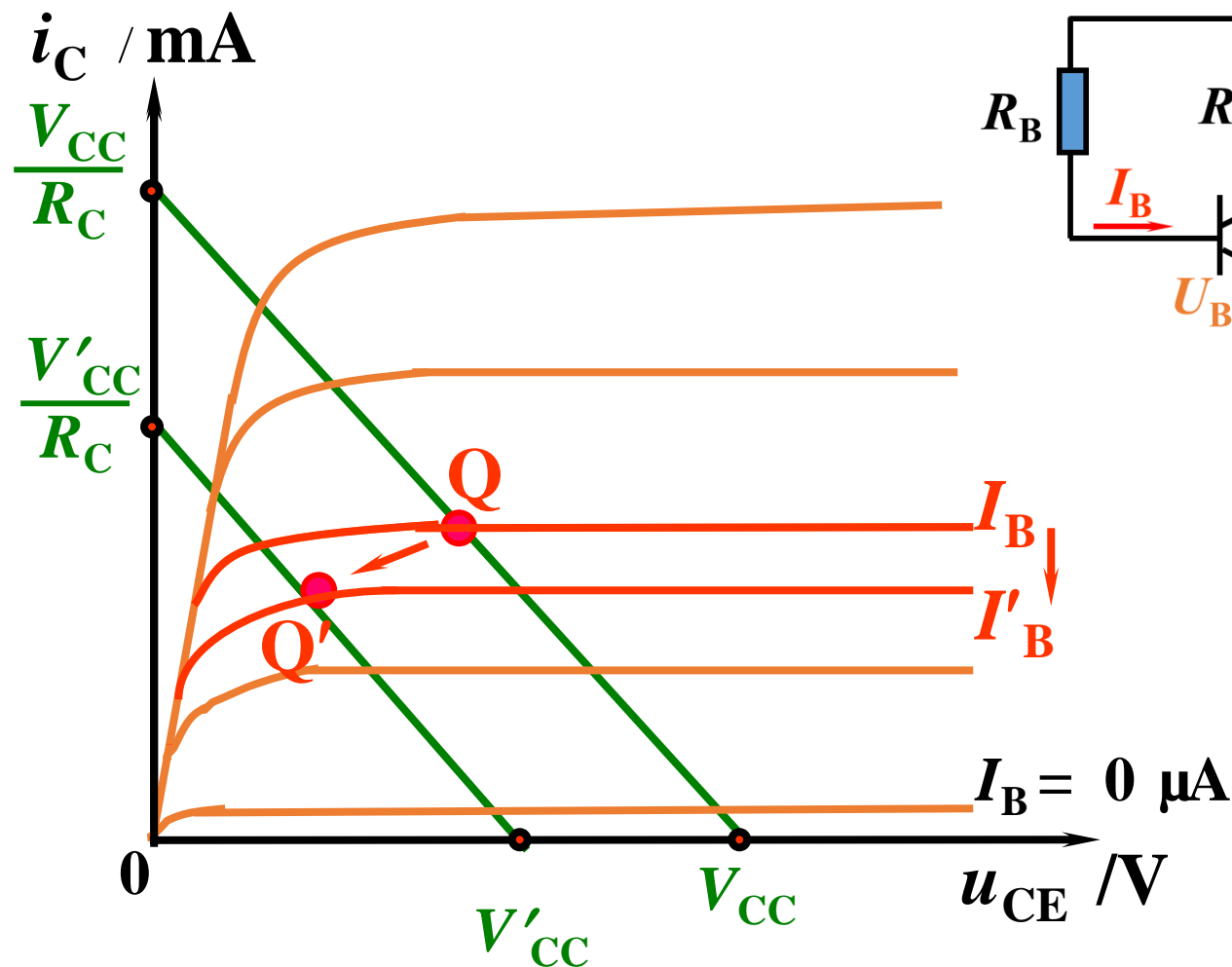
## 2.3 放大电路的分析方法

二、 $V_{CC}$ 和 $R_B$ 不变,  $R_C$ 增大为 $R'_C$



# 2.3 放大电路的分析方法

三、 $R_C$ 和 $R_B$ 不变,  $V_{CC}$ 减小为 $V_{CC}'$



## 2.3 放大电路的分析方法

当静态工作点从从 $Q_1$ 移到 $Q_2$ ，从 $Q_2$ 移到 $Q_3$ ，从 $Q_3$ 移到 $Q_4$ ，  
什么参数发生了变化

