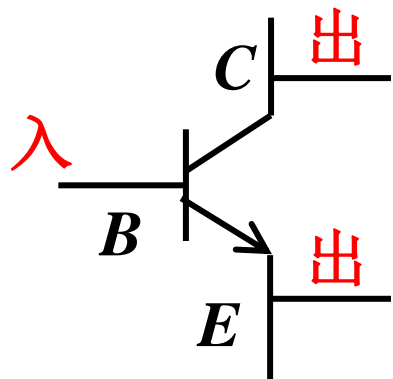


第二章 半导体器件

二极管和稳压管特性及应用（钳位/限幅电路、直流电源电路）
三极管的符号含义、特性曲线、工作状态，为后续应用打基础

三极管 (BJT) Bipolar Junction Transistor	场效应管 (FET) Field-Effect Transistor
发射极 (E)、基极 (B) 和集电极 (C)	源极 (S)、栅极 (G) 和漏极 (D)
通过基极电流 i_B 来控制集电极电流 i_C 和发射极电流 i_E ，属于 电流控制型器件 $i_C = \beta i_B + I_{CEO} \approx \beta i_B$ $i_E = i_B + i_C \approx (1 + \beta) i_B$	利用 电场效应 形成 导电沟道 来控制多子的运动，即通过栅极电压 u_{GS} 控制漏极电流 i_D ，属于 电压控制型器件
双极型晶体管	单极性晶体管
性能受温度影响，热稳定性差	仅多子运动，热稳定性好
 分为 NPN 型和 PNP 型	按导电沟道分为N型和P型；按原理结构分为结型场效应管 (JFET) 和绝缘栅场效应管 (MOSFET)

第三章 基本放大电路



目的：小信号输入 \longrightarrow 大信号输出

由于三极管具有电流放大（控制）作用，所以常利用三极管作为放大电路的核心元件。本书以NPN硅管为主。

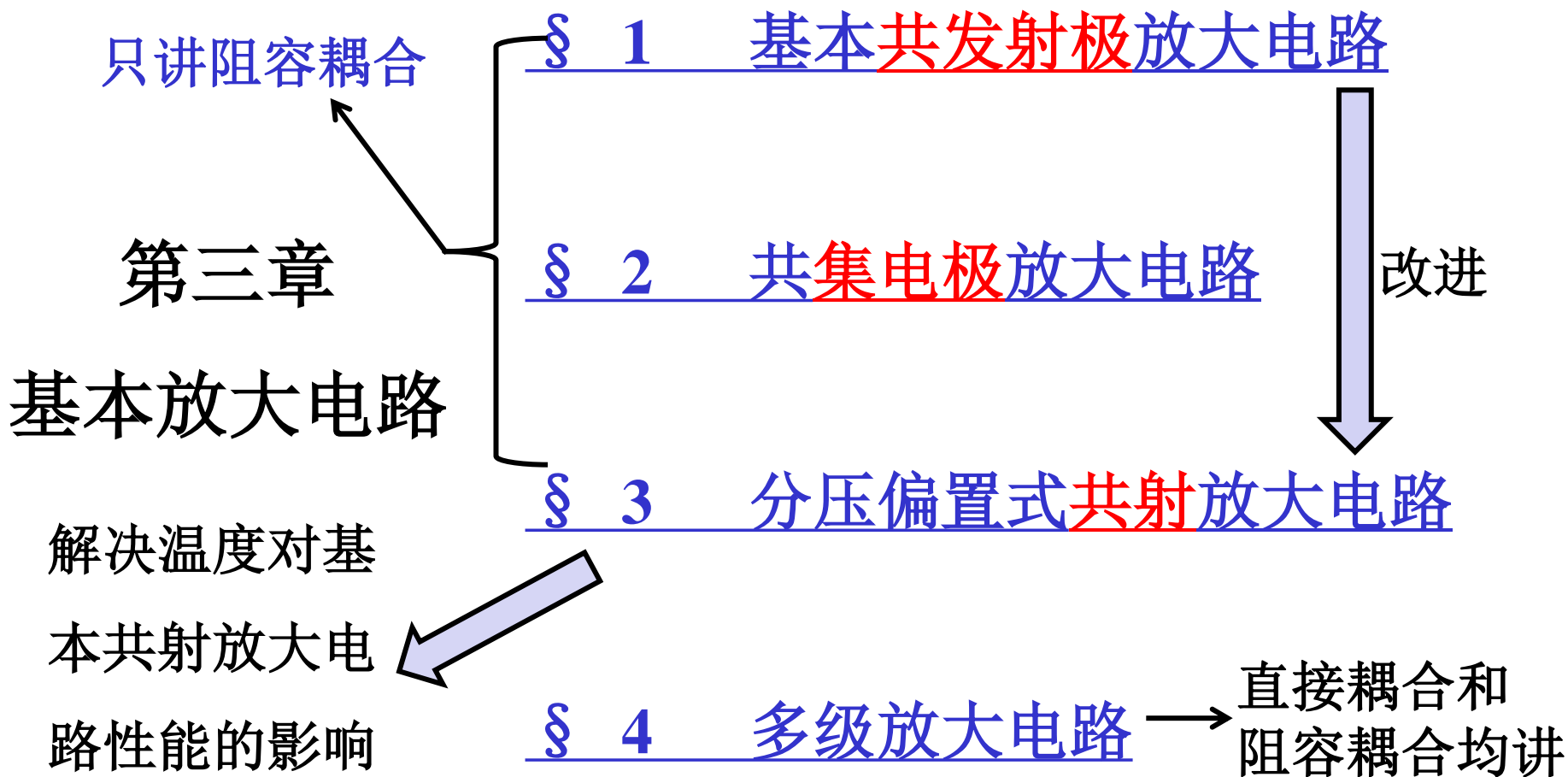
∴ 三极管具有三个电极：基极B、集电极C、发射极E

∴ 在构成放大电路时，可以有三种接法：

- ※ 中低频 {
- ① 共发射极接法 \longrightarrow 以E为公共端，交流信号B入C出
 - ② 共集电极接法 \longrightarrow 以C为公共端，交流信号B入E出
- 高频 \longleftarrow ③ 共基极接法 \longrightarrow 不做要求

$$i_C = \beta i_B$$

$$i_E = (1 + \beta) i_B$$



① 阻容耦合 → 电容连接 → 只能放大交流信号 → 常用于分立电路

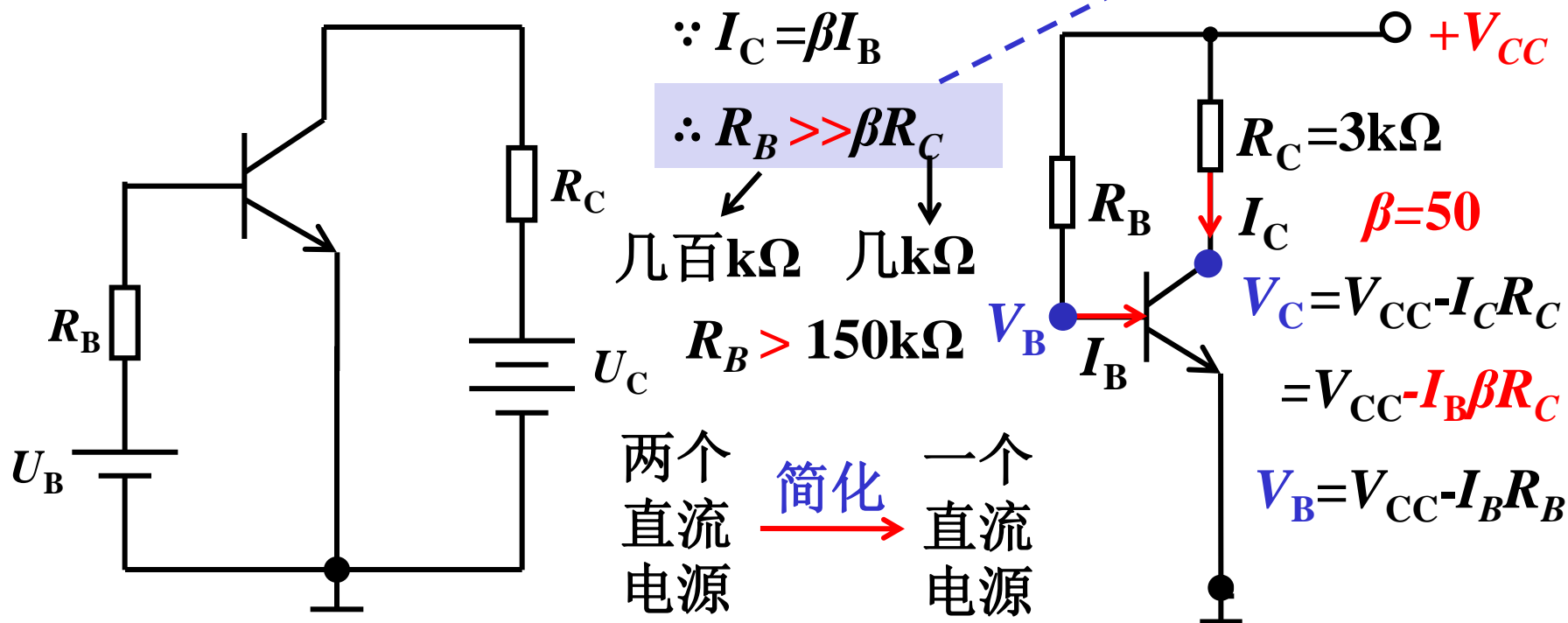
② 直接耦合 → 电阻和导线连接 → 可放大直流或交流 → 集成电路

§ 1 基本共射放大电路

P120 图5-1

一、电路的组成

问题：如何选择 R_B 、 R_C 使得 $V_C > V_B > V_E$ ？



∴ 三极管具有放大能力的前提条件：发射结正偏、集电结反偏。

∴ 需要在输入小信号之前，首先加上直流电源，使得 $V_C > V_B > V_E$

保证三极管工作在放大状态。

§ 1 基本共射放大电路

一、电路的组成

加入交流信号的方式：先讲**阻容耦合**

共射接法：交流**B入C出**，以E为公共端

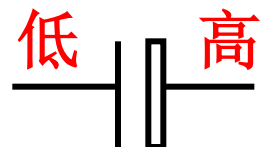
注意点： C_1 、 C_2 采用**大容量的电解电容**

$$X_C \downarrow = \frac{1}{2\pi fC} \uparrow \quad \text{极好地隔直导交}$$

遇直流**断开**，遇交流变成**导线**

电解电容的特点：存在**极性**

“+”端应接高电位点 \rightarrow 靠近直流电源的点

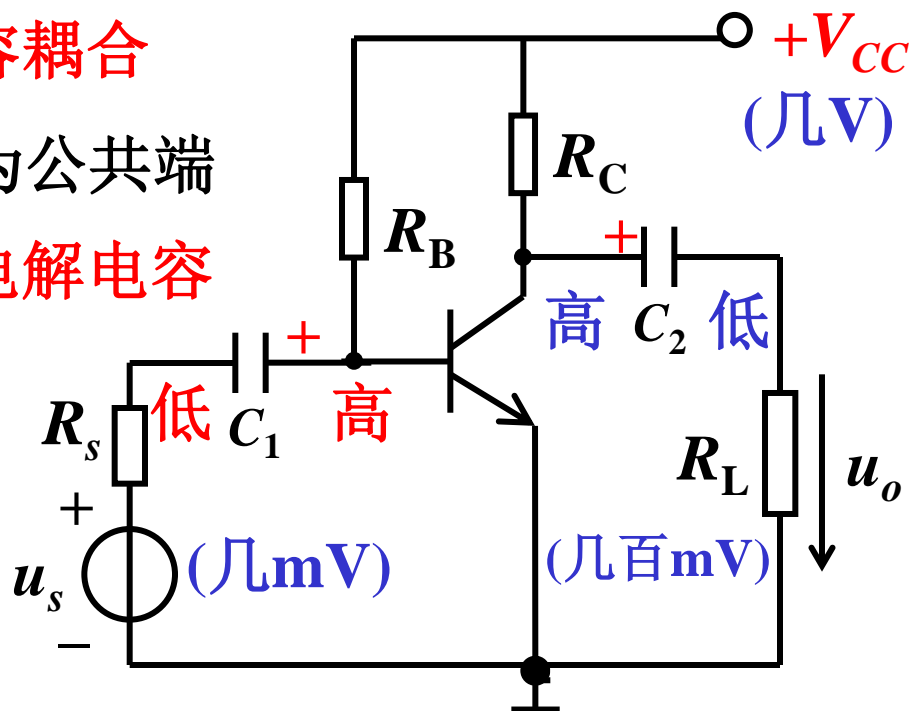


① 电容画法不同

② 交流符号不同

$$\dot{U}_s \leftrightarrow u_s \quad \dot{U}_o \leftrightarrow u_o$$

直流电压 \gg 交流电压



阻容耦合基本共射放大电路

与P140电路的区别：

§ 1 基本共射放大电路

二、元件的作用

1、核心器件：半导体三极管

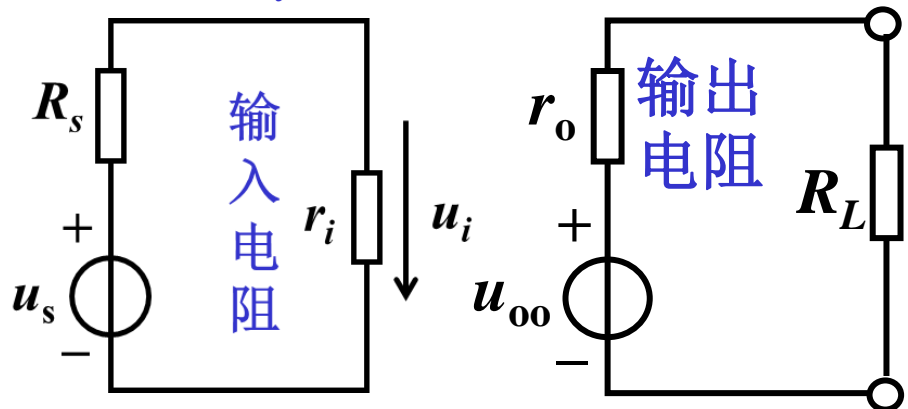
利用 $i_C = \beta i_B$ 实现 u_i 对 u_o 的控制

2、直流电源 V_{CC} ：① 保证T处于放大状态

② 为信号放大提供能量

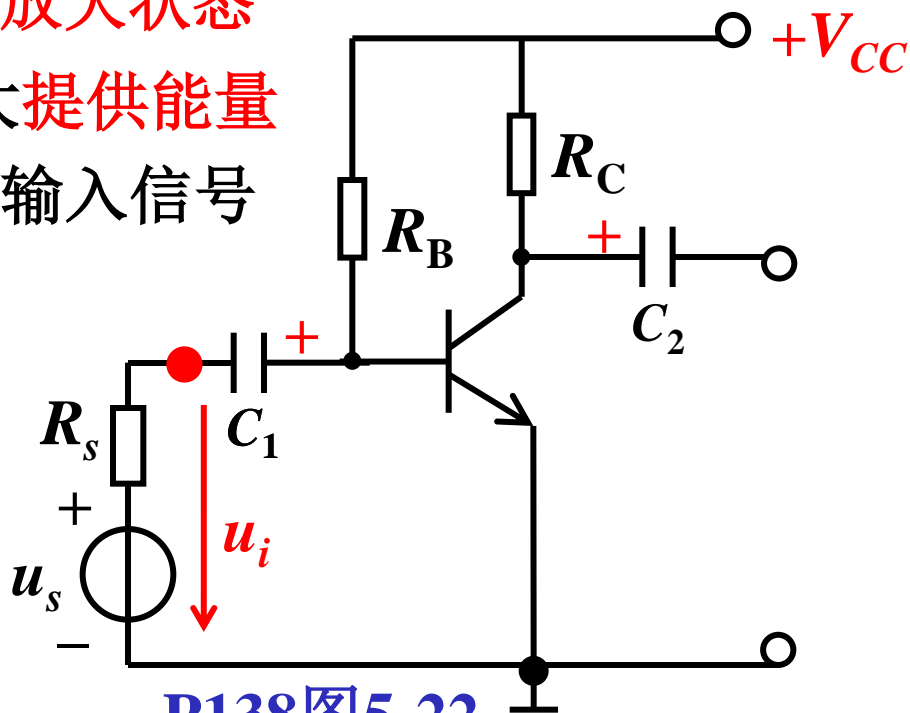
3、交流电源 u_s 和 R_s ：提供微变的输入信号

思考： u_i 的大小和什么有关？



$$u_i = \frac{r_i}{R_s + r_i} \times u_s$$

$$u_{oL} = \frac{R_L}{R_L + r_o} \times u_{oo}$$



P138图5-22

u_i 的大小与输入电阻的大小有关

r_o ：衡量放大电路输出信号

r_i ：衡量放大电路采集信号的能力

(带负载) 的能力

§ 1 基本共射放大电路

利用 $i_C = \beta i_B$
实现 u_i 对 u_o
的控制

二、元件的作用

1、核心器件：半导体三极管

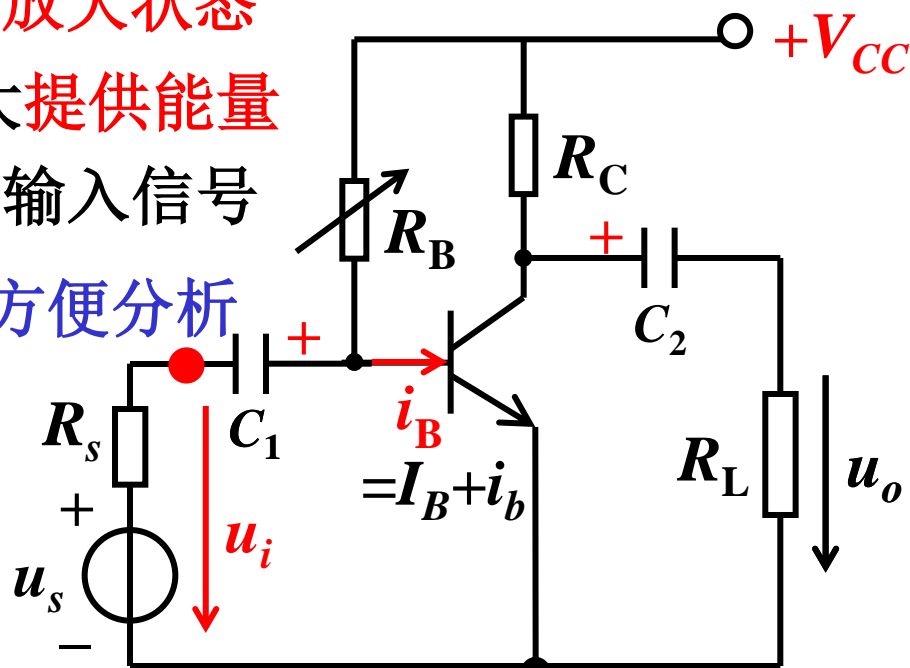
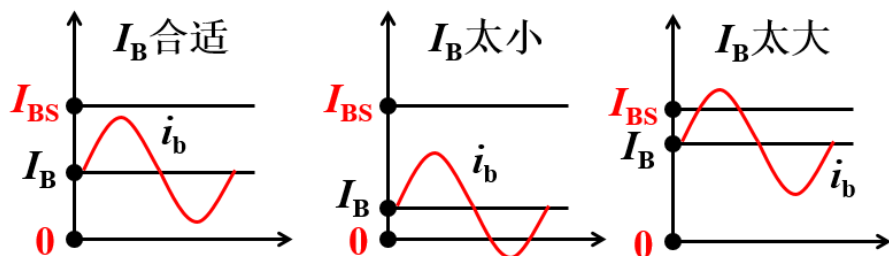
2、直流电源 V_{CC} ：① 保证T处于放大状态
② 为信号放大提供能量

3、交流电源 u_s 和 R_s ：提供微变的输入信号

4、耦合电容 C_1 和 C_2 ：隔直导交,方便分析

5、基极偏置电阻 R_B ： $0 < i_B \leq I_{BS}$
为了提供合适的基极偏置电流 I_B

I_B 不能太大也不能太小



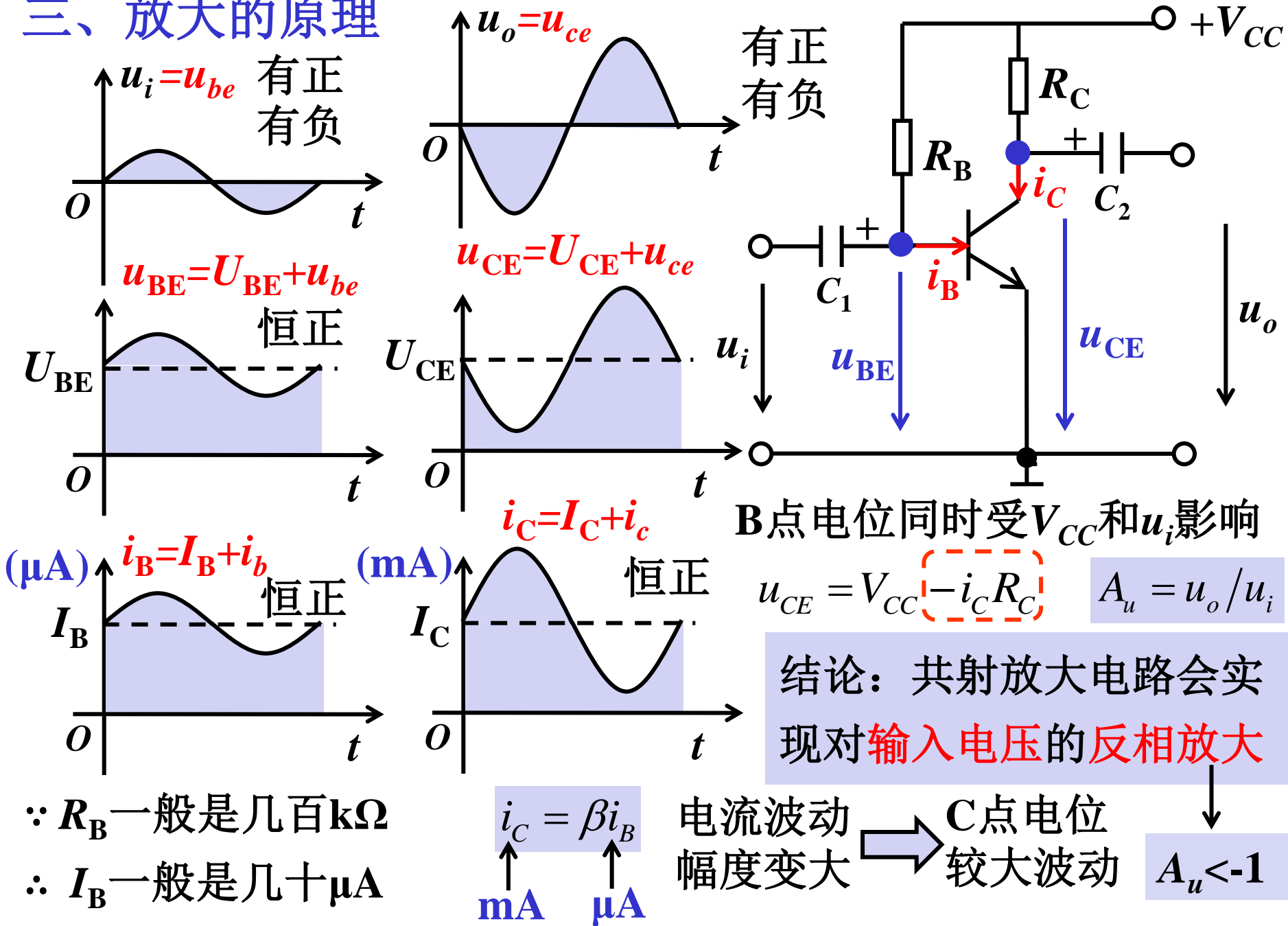
思考：没有 R_C 的后果？

$$V_C = V_{CC} \rightarrow u_o = 0$$

v_C 变化 $\rightarrow u_o \neq 0$

6、集电极电阻 R_C ：将输出端的集电极电流变化转换为电压变化

三、放大的原理



四、符号的说明 放大电路是在直流信号的基础上叠加交流；

- i_B （小写字母、大写下标）——直流量与交流量之和；
- I_B （大写字母、大写下标）——基极电流的直流分量；
- i_b （小写字母、小写下标）——基极电流的交流瞬时值；
- \dot{I}_b ——交流分量 i_b 的相量表示（无需计算时建议不使用）

$$\dot{A}_u = \dot{U}_o / \dot{U}_i \longleftrightarrow A_u = \frac{u_o}{u_i} = \frac{?i_c}{?i_b} = \frac{?\cancel{\beta}i_b}{?\cancel{i_b}} \quad \text{放大电路不涉及交流量计算问题}$$

电量名称	总电量	直流分量	交流分量			关系式
			瞬时值	向量值	最大值	
基极电流	i_B	I_B	i_b	\dot{I}_b	I_{bm}	$i_B = I_B + i_b$
发射结电压	u_{BE}	U_{BE}	u_{be}	\dot{U}_{be}	U_{bem}	$u_{BE} = U_{BE} + u_{be}$
集电极电流	i_C	I_C	i_c	\dot{I}_c	I_{cm}	$i_C = I_C + i_c$
集-射极电压	u_{CE}	U_{CE}	u_{ce}	\dot{U}_{ce}	U_{cem}	$u_{CE} = U_{CE} + u_{ce}$

五、性能指标的计算 → 静态指标和动态指标

∴ 任何一个放大电路都是先通直流电源再加交流信号

静态分析

动态分析

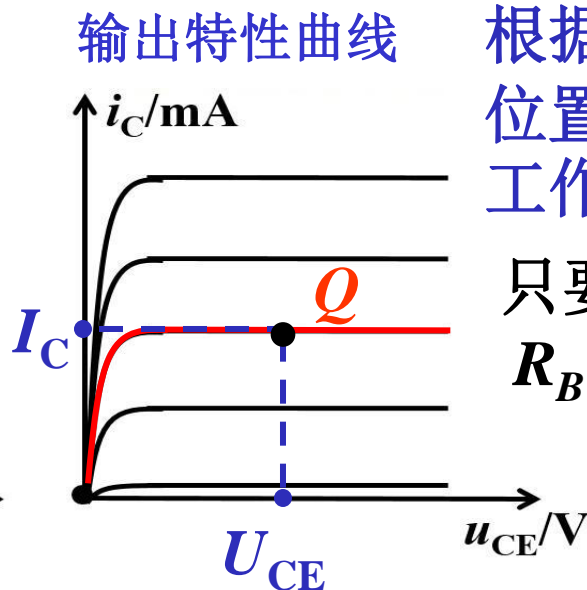
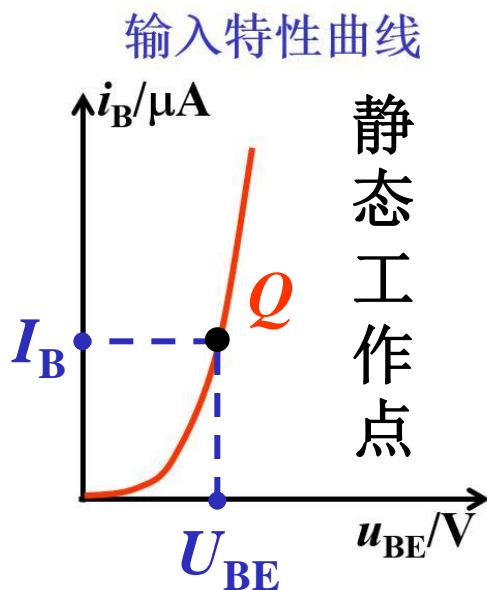
分析电路应先静态分析
后动态分析

静态分析：→ 只有直流电源作用的电路图（直流通路）

阻容耦合电路画直流通路的方法：断开电容即可 电容隔断直流

1、求解静态工作点Q → 由 U_{BE} ； I_B ； I_C ； U_{CE} 共同确定 P125

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



根据Q点位置判断工作状态

只要满足 $R_B > \beta R_C$

集电极反偏

