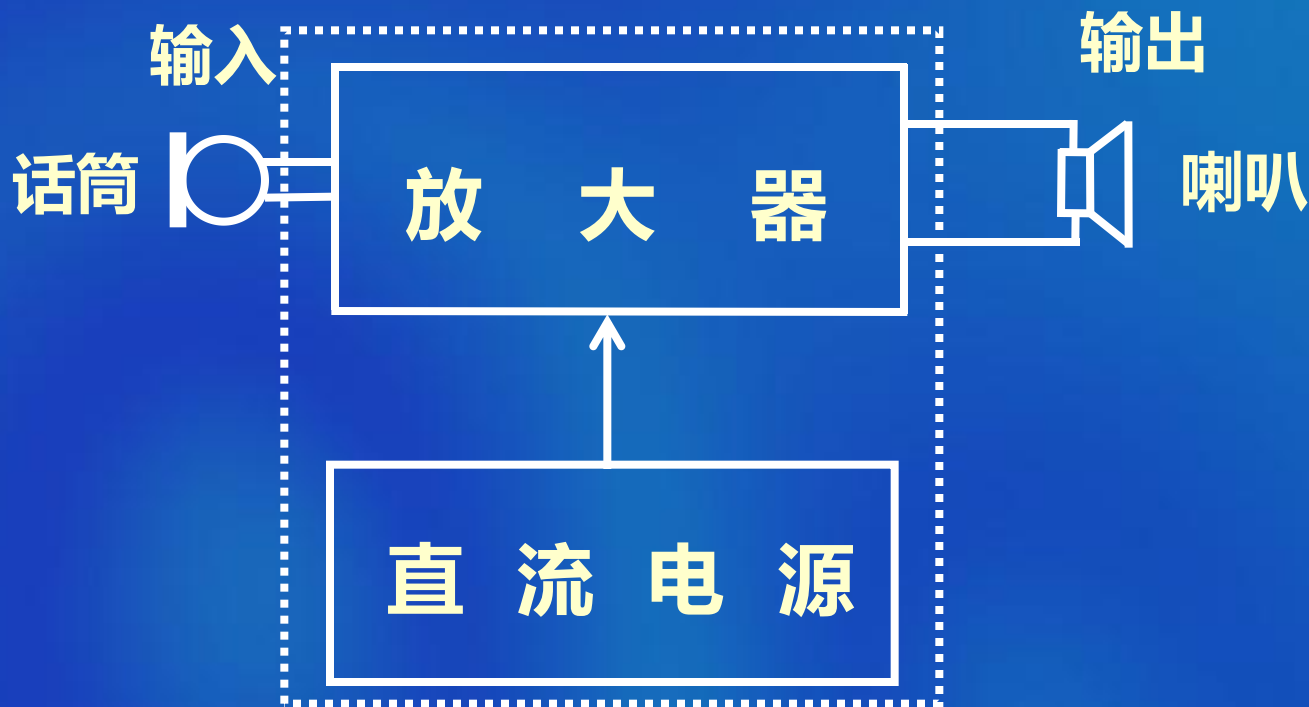


## 2.2 共射极放大电路的组成和工作原理

### 2.2.1 放大电路概述

1. 放大电路的用途：把微弱的电信号不失真地放大到负载所需的数值。

#### 应用举例



说到放大你  
最关心什么 ?

放大多大?

$A_u$

会失真 ?

$D$

对信号源影响有  
多大 ?

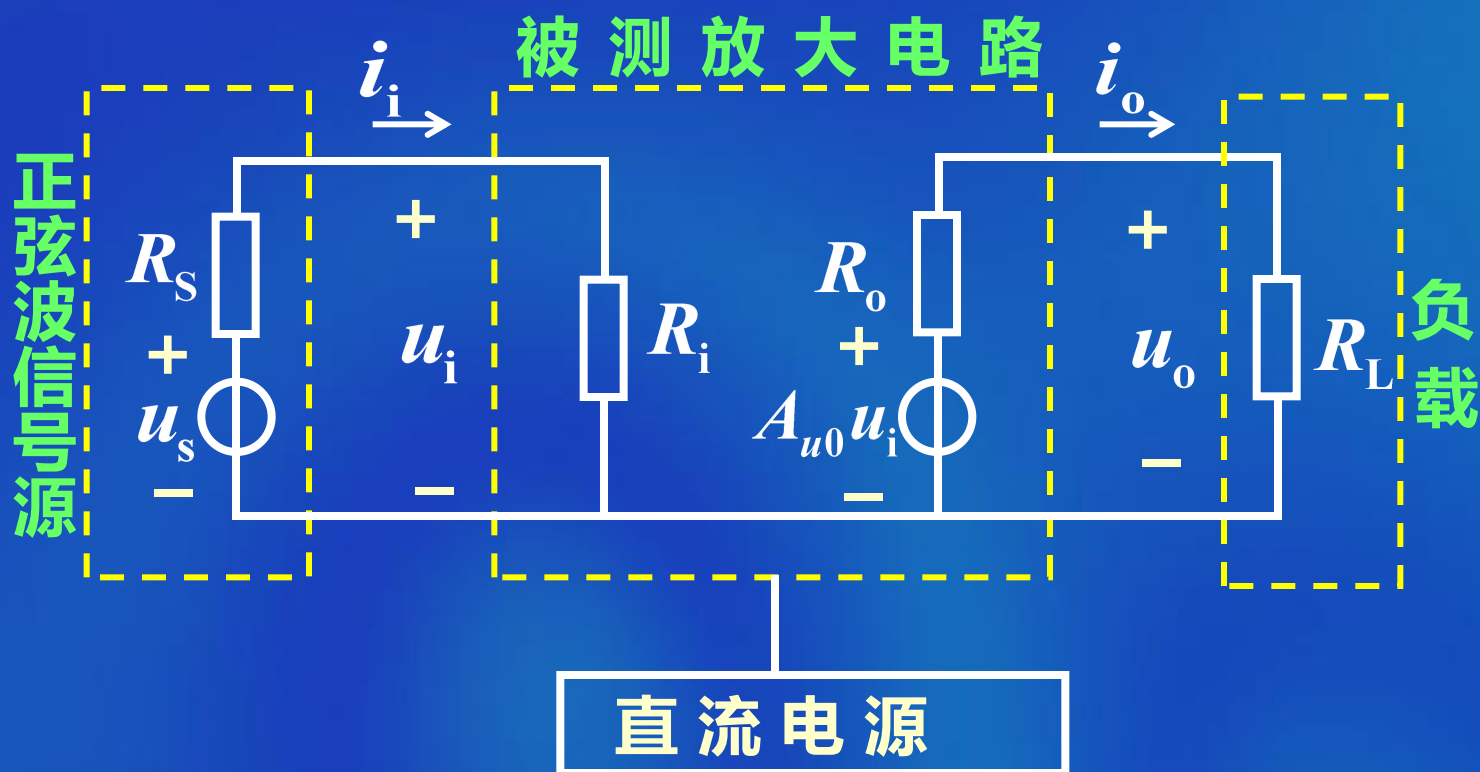
$R_i$

带负载能力如  
何 ?

$R_o$

## 2. 放大电路的主要性能指标

### 放大器性能指标测量原理方框图



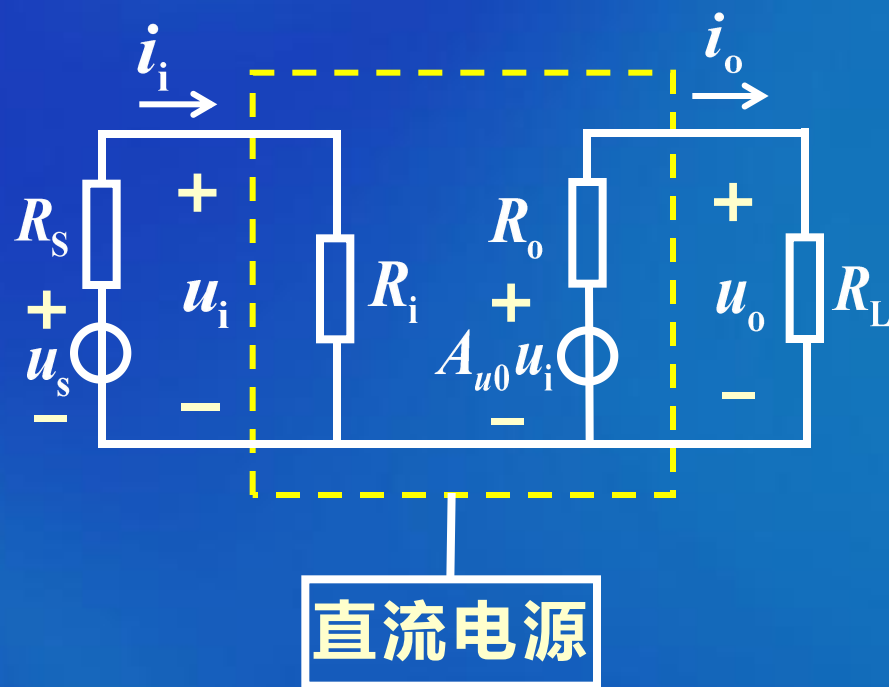
# (1) 放大倍数 $A$

电压放大倍数  $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}$

电流放大倍数  $\dot{A}_i = \frac{\dot{I}_o}{\dot{I}_i}$

互阻放大倍数  $\dot{A}_r = \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_i}$

互导放大倍数  $\dot{A}_g = \frac{\dot{I}_o}{\dot{U}_i}$



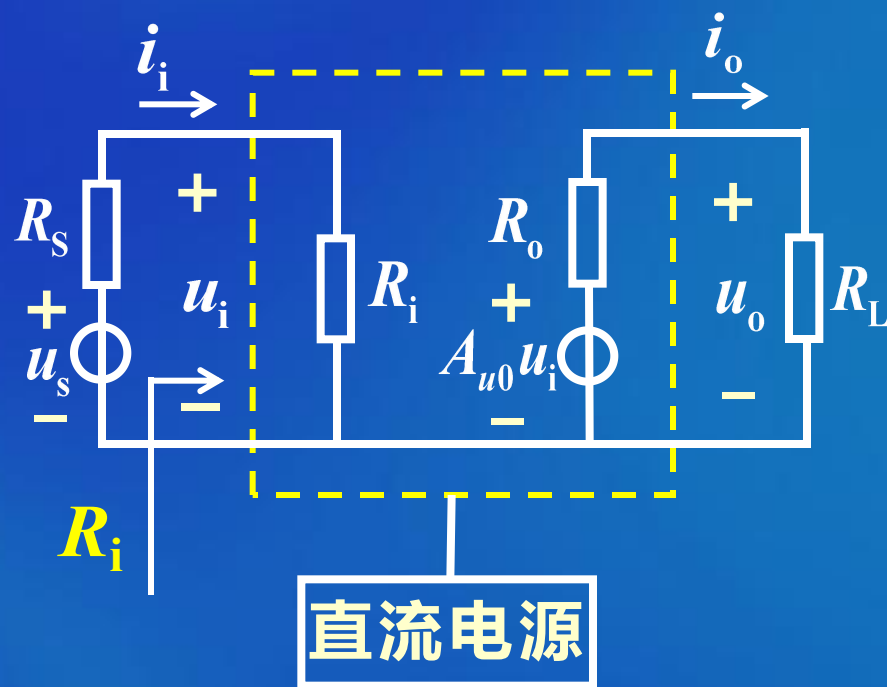
## (2) 输入电阻 $R_i$

$$R_i = \frac{U_i}{I_i}$$

a. 由于  $U_i = \frac{R_i}{R_S + R_i} U_S$

$R_i$  越大,  $U_i$  也就越大, 电路的放大能力越强。

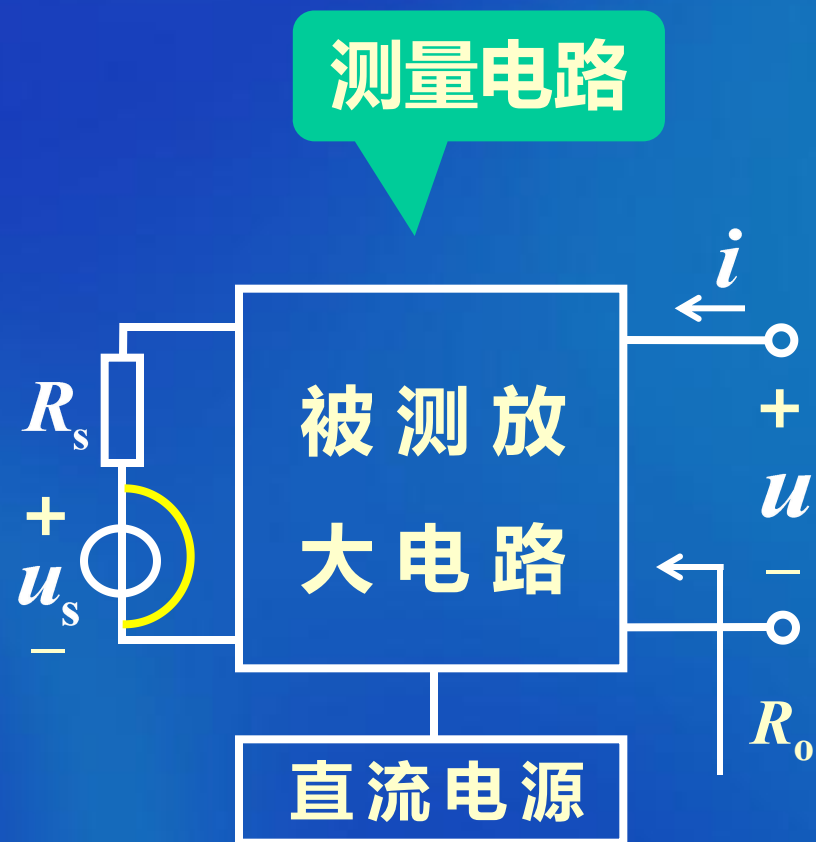
b.  $R_i$  越大, 输入电流  $i_i$  越小, 信号源的负载越小。



### (3) 输出电阻 $R_o$

定义：

$$R_o = \frac{U}{I} \bigg|_{\substack{U_s=0 \\ R_L=\infty}}$$

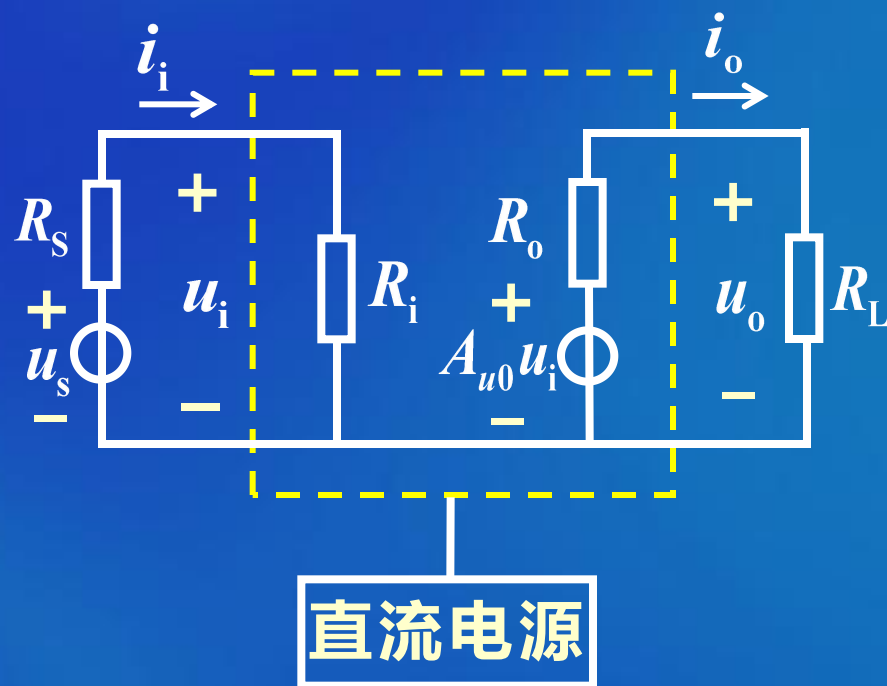


## 对输出电压的电路

由于

$$u_o = \frac{R_L}{R_L + R_o} A_{u0} u_i$$

$$R_o \rightarrow 0 \quad u_o \rightarrow A_{u0} u_i$$



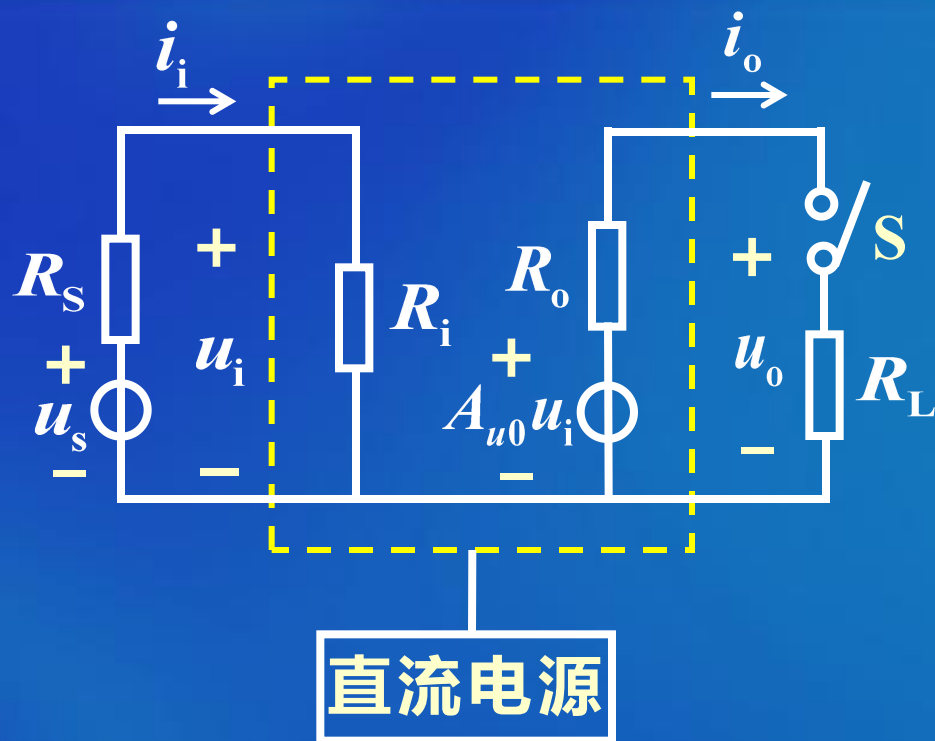
即  $R_o$  越小，输出电压越稳定，电路带载能力越强。

## 测量 $R_o$ 的一种方法

$$R_o = \left( \frac{U_{0\infty}}{U_{oL}} - 1 \right) R_L$$

$U_{oL}$  ——带负载时的输出电压

$U_{0\infty}$  ——负载开路时的输出电压





#### (4) 全谐波失真度 $D$

$$D = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2}}{U_1}$$

即谐波电压总有效值与基波电压有效值之比

#### (5) 动态范围 $U_{o\text{ p-p}}$

使输出电压 $u_o$ 的非线性失真度达到某一规定数值时的 $u_o$ 的峰—峰值。

也称为最大不失真输出电压。

## (6) 频带宽度 $f_{bw}$

由  $\dot{A}_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = |\dot{A}_u| \angle \varphi$  得

幅频特性

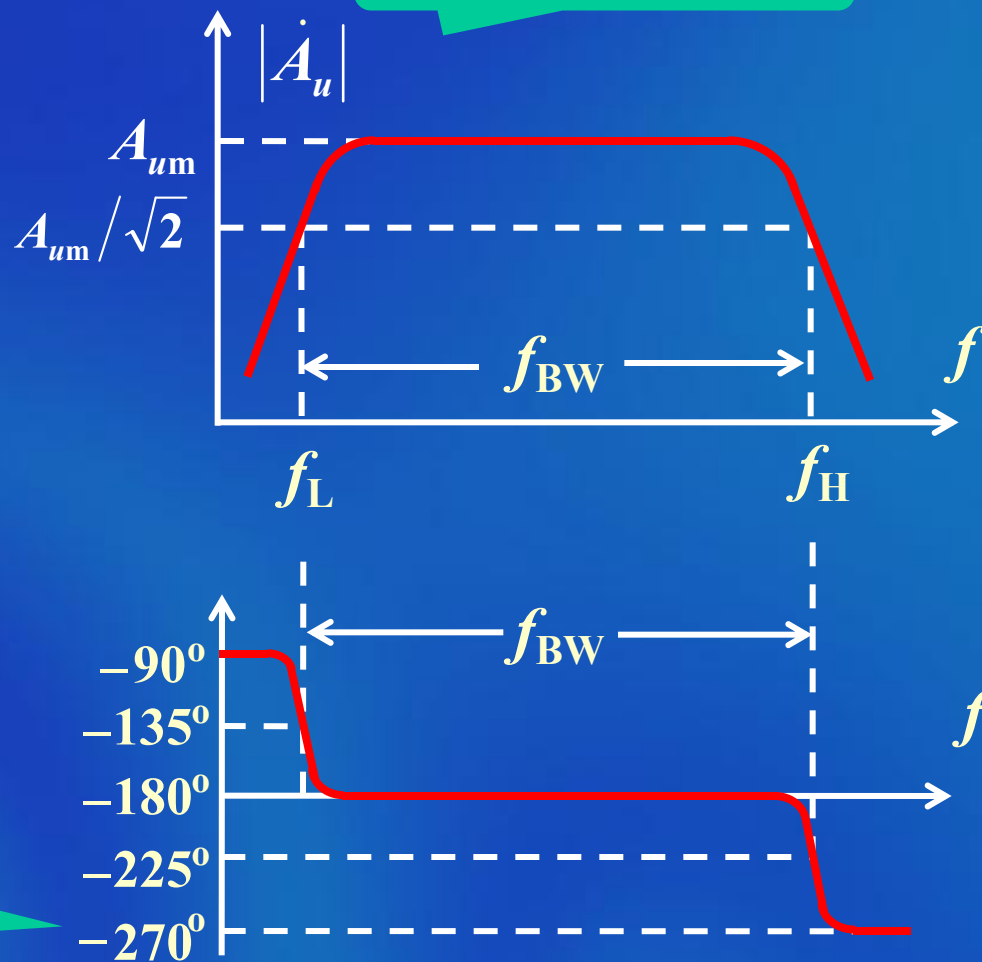
$$|\dot{A}_u| = |\dot{A}_u(f)|$$

相频特性

$$\varphi = \varphi(f)$$

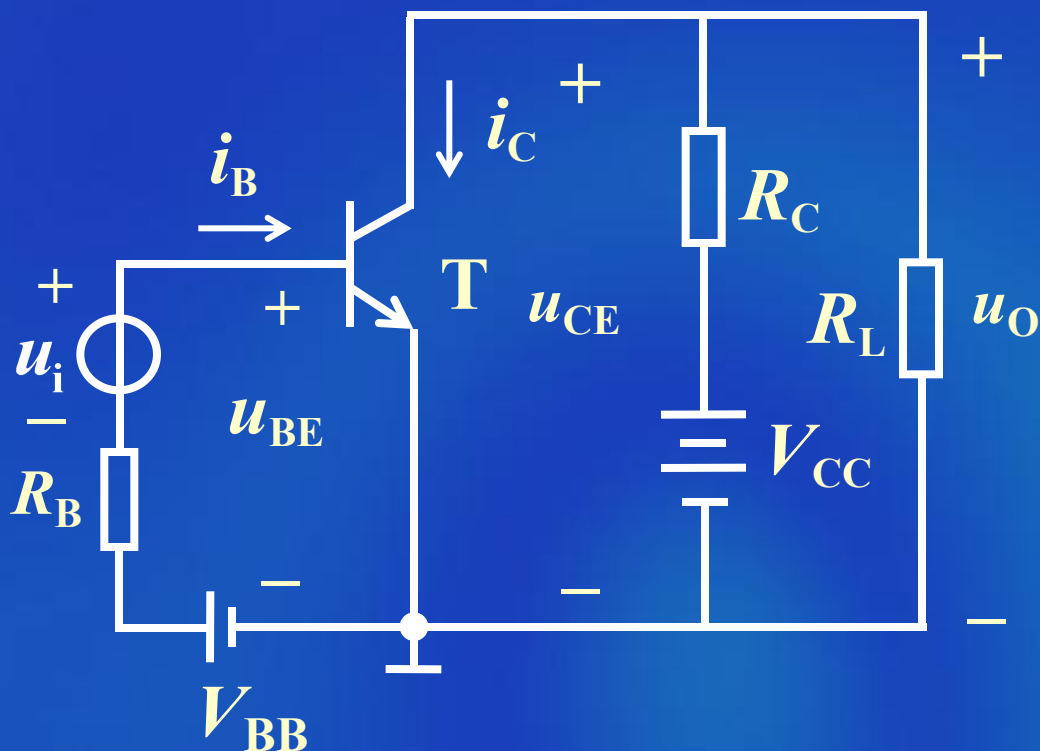
相频特性曲线

幅频特性曲线



## 2.2.2 共射极放大电路的组成及其工作原理

### 1. 共射极放大电路的组成



电路存在的问题：

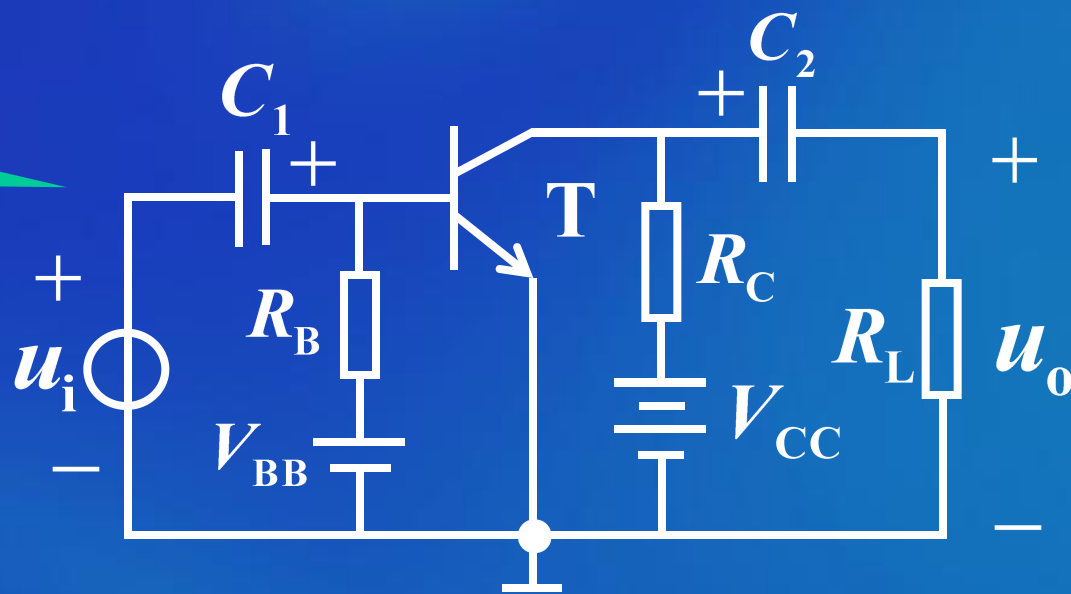
(1) 信号源与放大电路相互影响。

(2) 放大电路与负载相互影响。

## 改进的共射极放大电路

各元器件的作用：

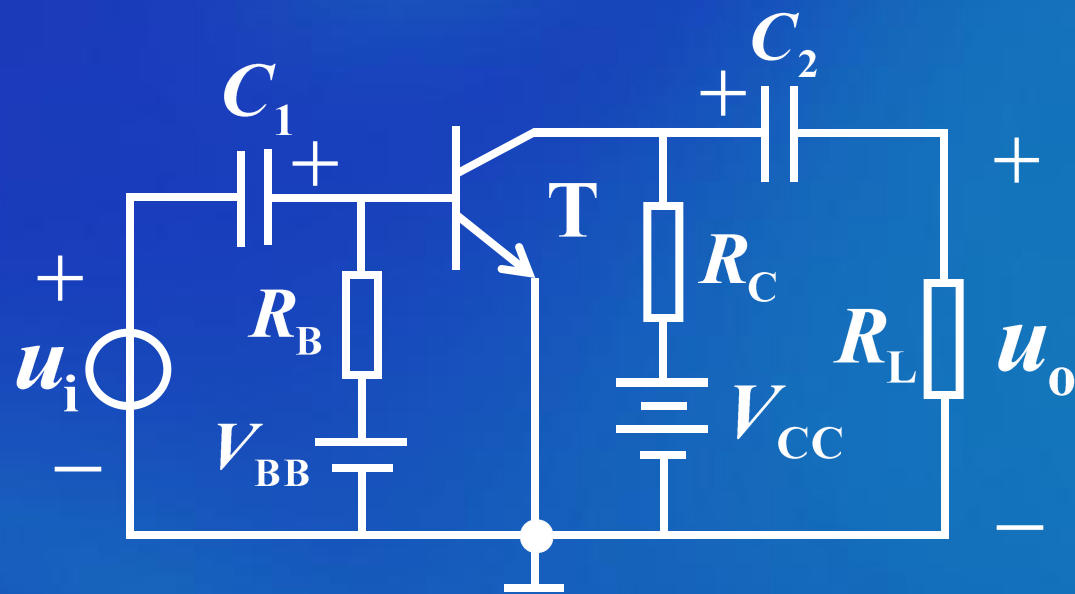
T——放大器件



耦合电容  $C_1$ 、 $C_2$

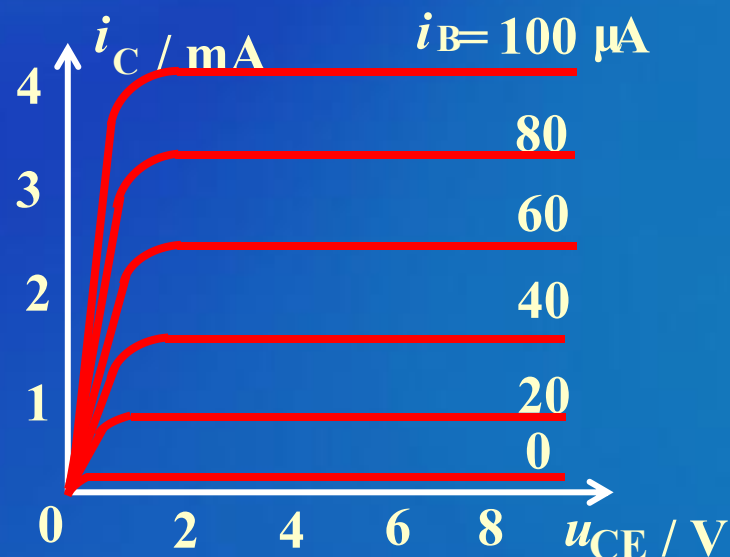
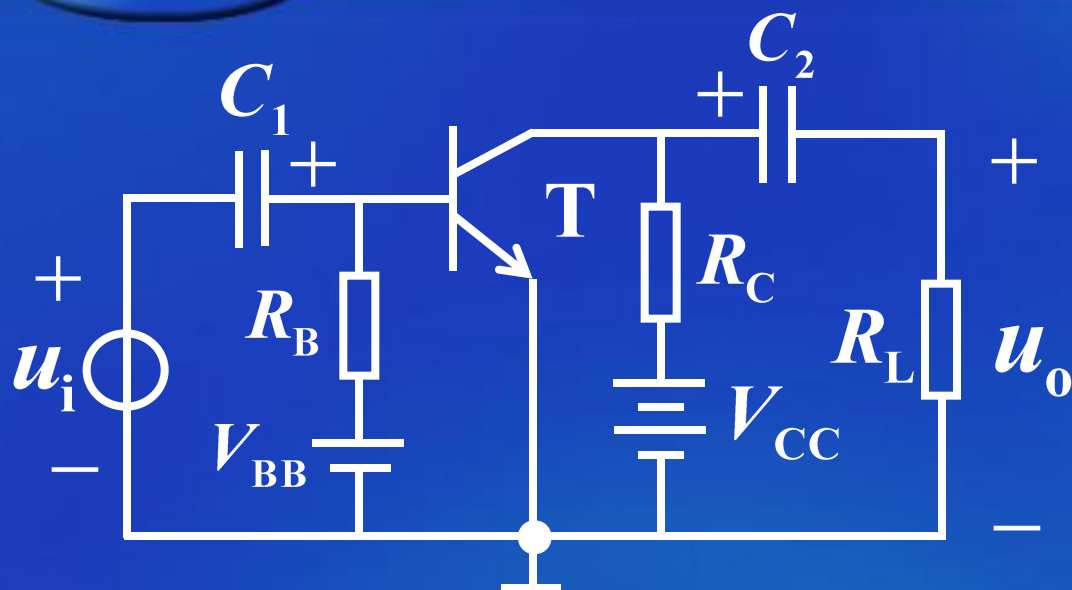
隔离放大电路对信号源和负载的直流影响。

沟通信号源、放大电路、负载之间的信号传递通道。



$V_{BB}$ 、 $R_B$  { 为T提供Je正偏电压  $U_{BE}$   
提供基极偏置电流  $I_B$

$V_{CC}$  { 为T提供Jc反偏电压  $U_{CE}$   
为电路提供能量

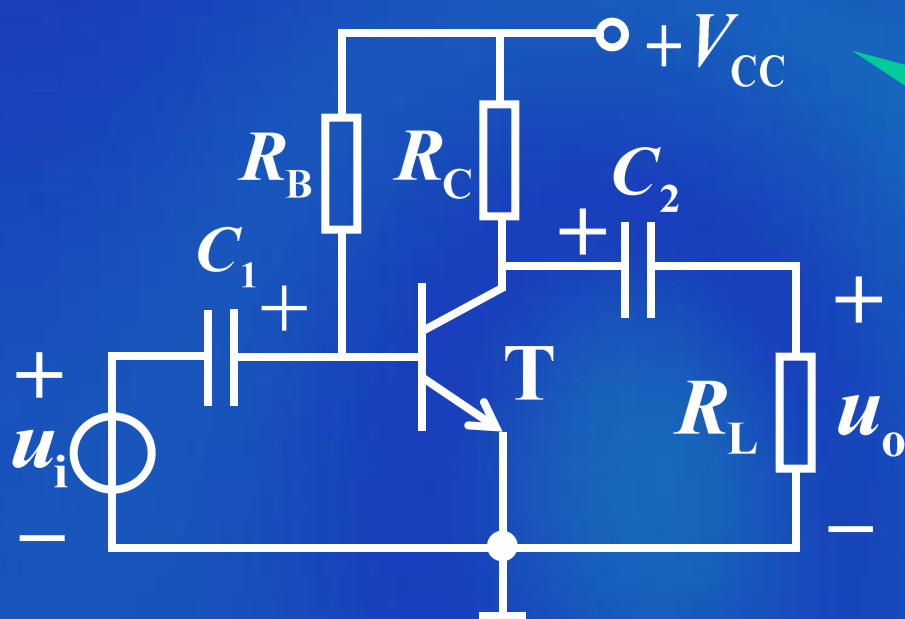
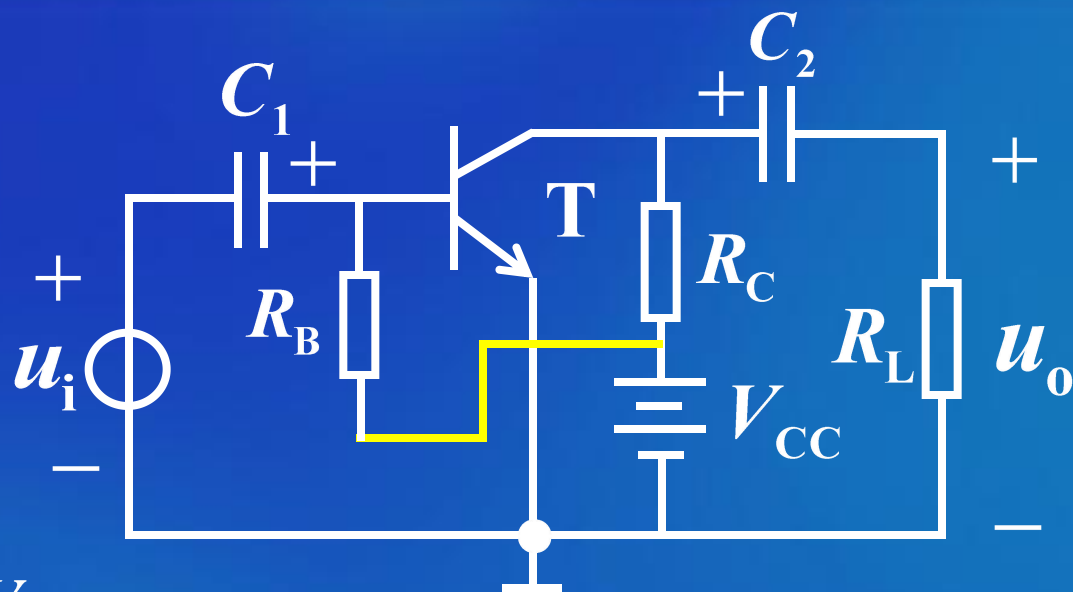


$R_C$  { 使集电极有合适的电流  $I_C$   
转换集电极电流信号为电压信号, 实现电压放大

## (1) 电路的简化

只用一个电源，  
减少电源数。

## (2) 电路画法



不画电源符号，  
只写出电源正极  
对地的电位。

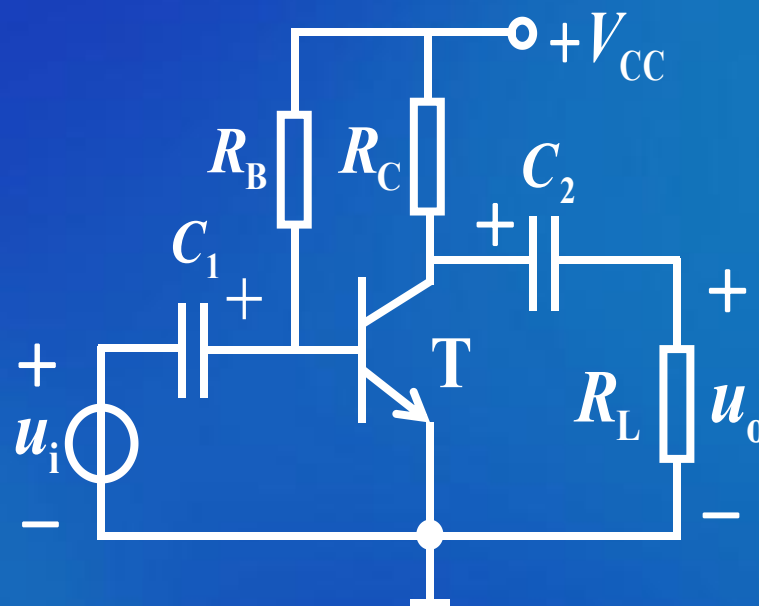
## 共射极放大电路的组成原则：

### (1) 直流偏置原则

直流电源及偏置电阻为晶体管提供合适的偏置，保证它处于放大状态，即**发射结正偏，集电结反偏**。

### (2) 耦合信号原则

信号源及负载不影响晶体管的直流偏置，而**信号可以无损地传递并放大**。





# 信号的传递过程

$$u_{BE} = U_{BEQ} + u_i \xleftarrow{C_1 \text{ 耦合}} u_i$$



$$i_B = I_{BQ} + i_b$$



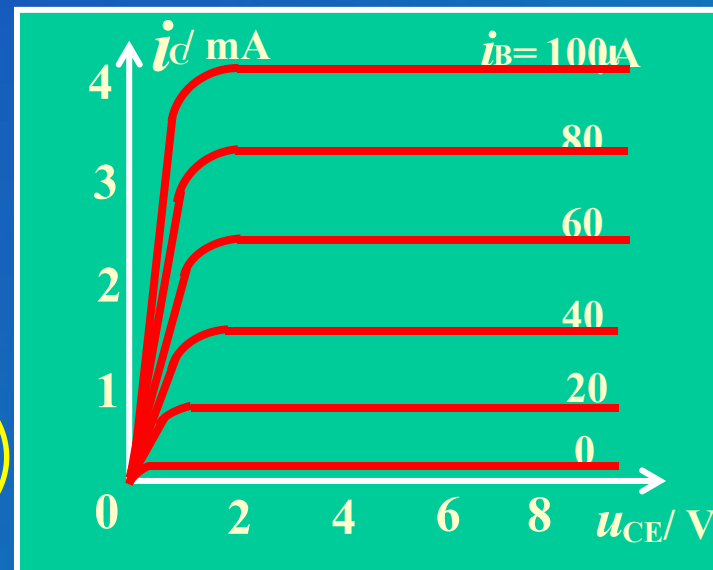
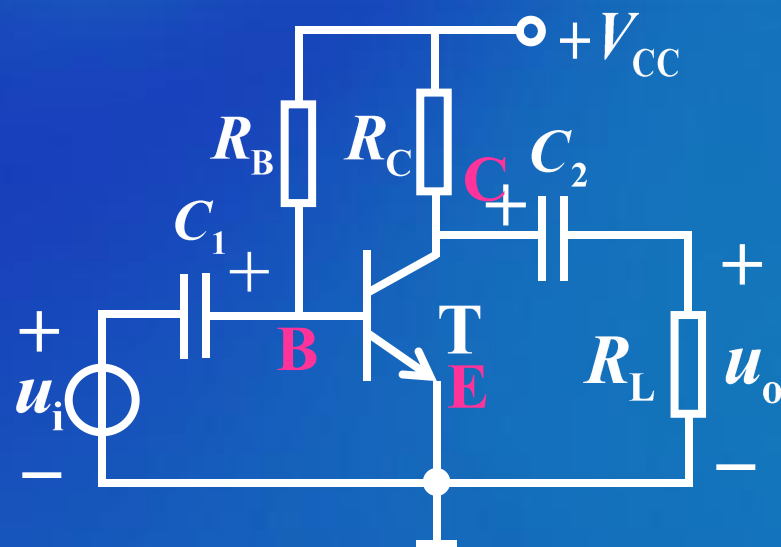
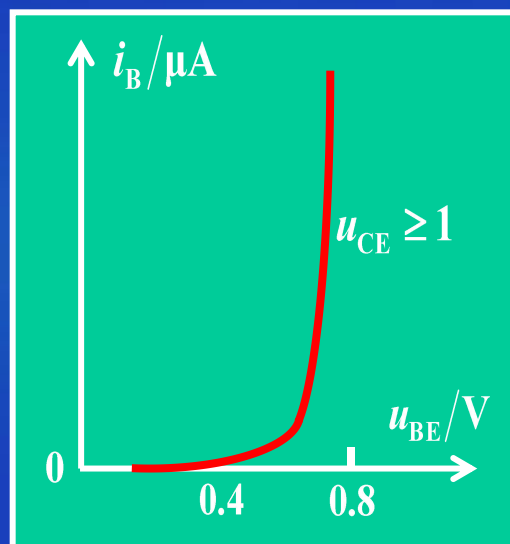
$$i_C = I_{CQ} + i_c$$



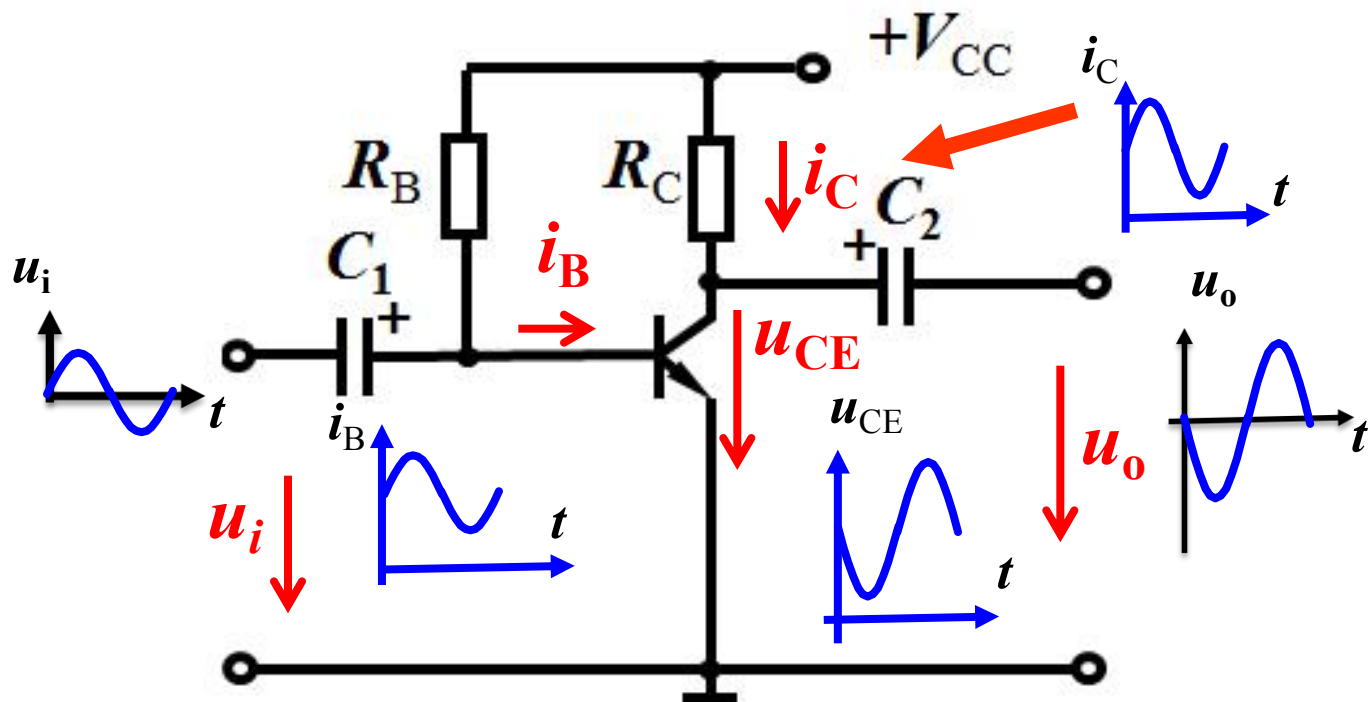
$$u_{CE} = U_{CEQ} + u_{ce}$$

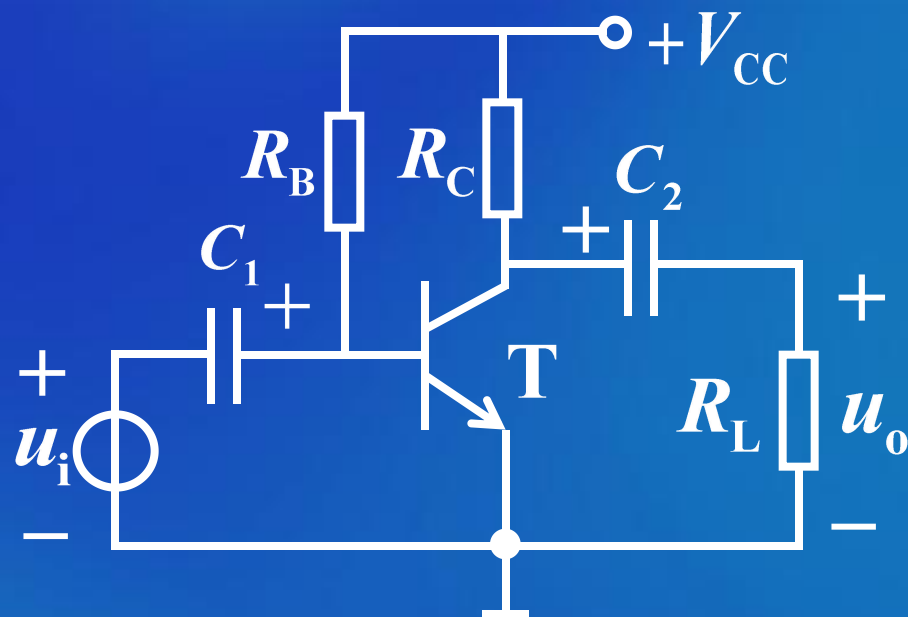
$C_2$  隔直作用

$$u_o = u_{ce}$$



# 放大电路中各点波形





放大电路的**两种工作状态**：

**静态**——当输入信号为零时电路的工作状态。

静态时放大电路**只有直流分量**。

**动态**——有输入信号时电路的工作状态。

动态时电路中的信号为**交直流分量**的叠加。

## 注：不同书写体字母的含义

$U_{BE}$   $I_B$  — 大写字母，大写下标，表示直流量。

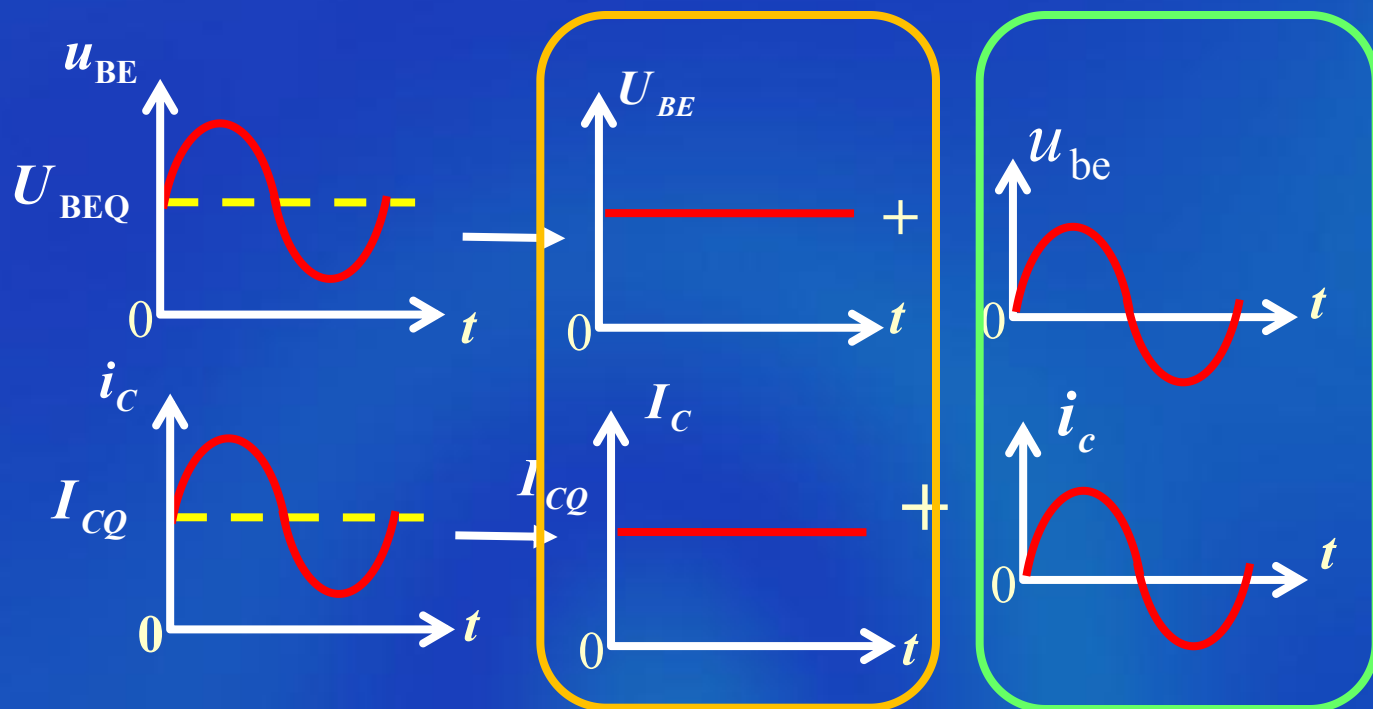
$u_{be}$  — 小写字母，小写下标，表示交流瞬时值。

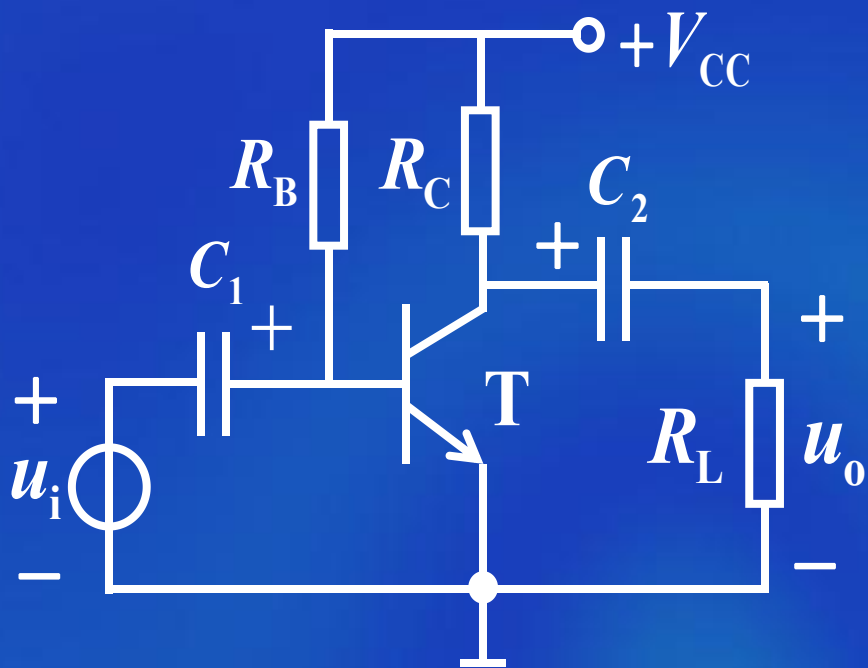
$u_{BE}$  — 小写字母，大写下标，表示交、直混合量。

$U_{be}$  — 大写字母，小写下标，表示交流分量有效值。

# 放大电路中信号的特点：

## 交直流共存





直流通路

交流通路

不同的  
信号在  
不同的  
通路中  
分析