

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



## Part 6 单管放大电路的 三种基本接法

原作者：b站up主—这个ximo不太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### ○ 共射、共集、共基

前面的部分我们以共射放大电路为例探讨了放大电路的工作原理、分析方法、静态工作点与动态参数、失真情况等，可以总结晶体管能够对动态交流信号放大的原理：

$$\Delta u_{BE} \rightarrow \Delta i_B \rightarrow \Delta i_C \rightarrow \Delta u_{CE}$$

因此，放大电路还可以有另外两种接法：

共集——基极输入，发射极输出，输入回路与输出回路公共端为集电极；

共基——发射极输入，集电极输出，输入回路与输出回路公共端为基极；

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

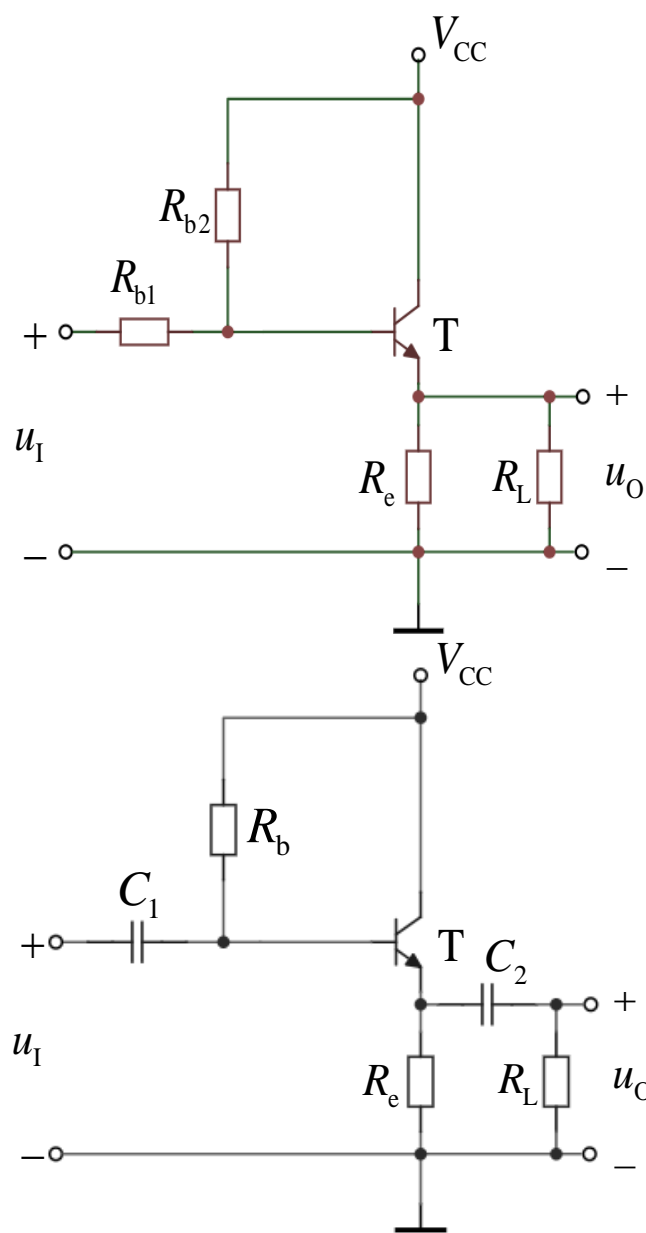
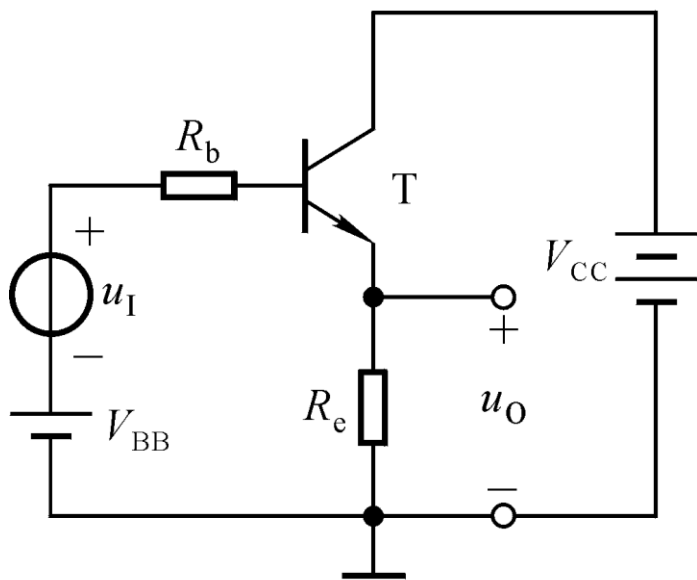
### ○ 共射放大电路动态参数的特点

- ①电压放大倍数为负，输入输出反相，具有一定的电压放大能力；
- ②输入电阻的表达式只含有 b-e 侧即输入侧的项，与 c 侧无关；输入电阻与负载无关；
- ③输出电阻的表达式只含有 c 侧即输出侧的项，与 b-e侧无关；输出电阻与信号源内阻无关；
- ④即使存在发射极电阻，②与③仍然成立；发射极电阻仅改变电压放大倍数与输入电阻；

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### 基本共集放大电路

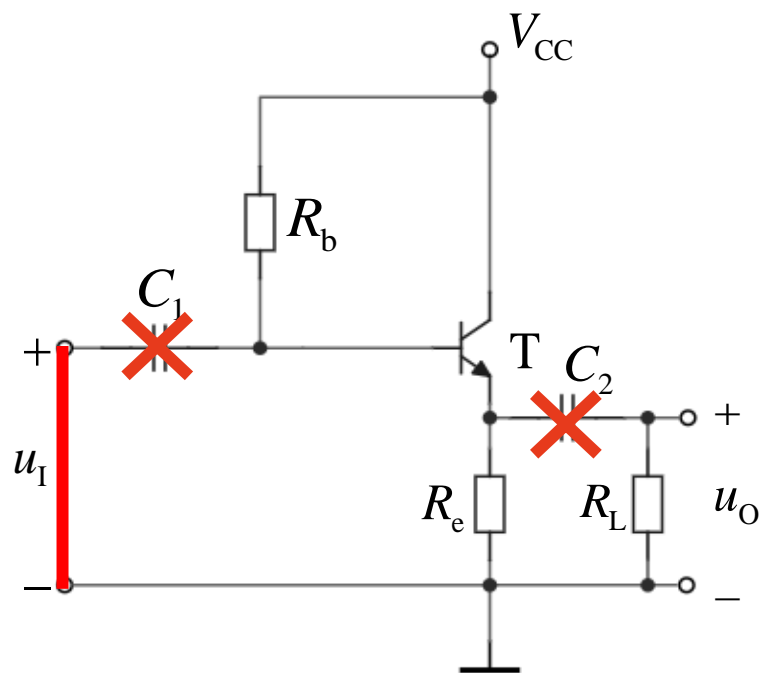


..... (其他如静态工作点稳定电路)

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## 共集放大电路的静态分析



以阻容耦合型为例  
其余自测

$$\frac{V_{CC} - U_{BQ}}{R_b} = I_{BQ}$$

$$U_{EQ} = R_e I_{EQ}$$



$U_O = U_{EQ}$  (输出电压的静态电位)

$$I_{BQ} : I_{CQ} : I_{EQ} = 1 : \beta : 1 + \beta$$

$$U_{BEQ} = U_{BQ} - U_{EQ} = 0.7V$$

$$U_{CQ} = V_{CC}$$

$$U_{CEQ} = U_{CQ} - U_{EQ}$$

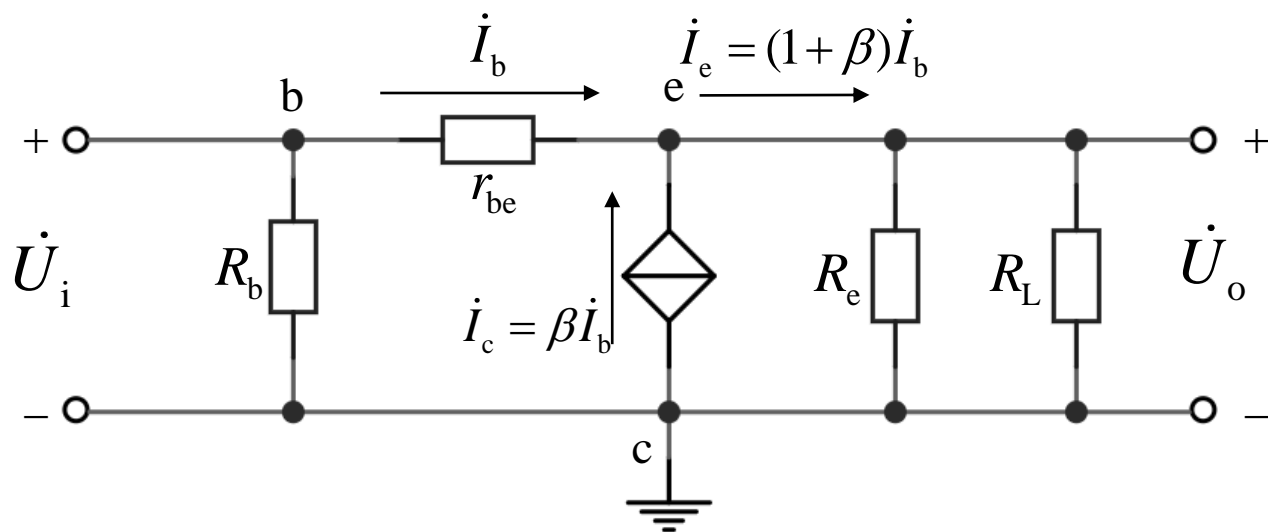
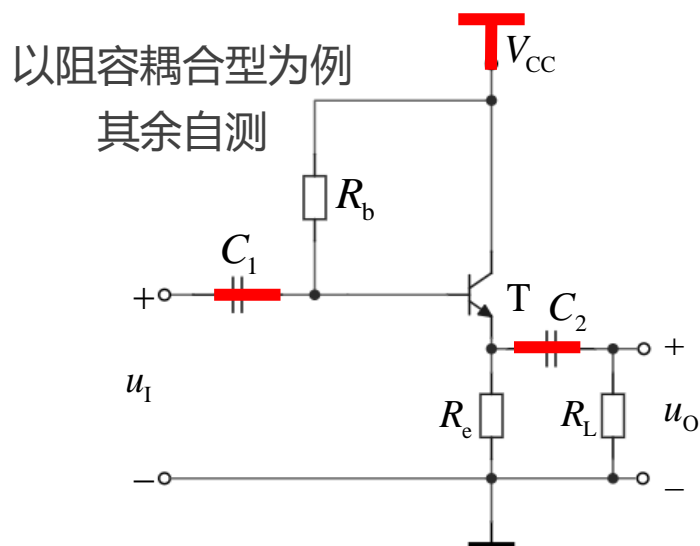
除输出电压位置变化之外，其余思路与过程没有区别；

原作者：b站up主 电子知识太冷

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
 课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## 共集放大电路的动态分析



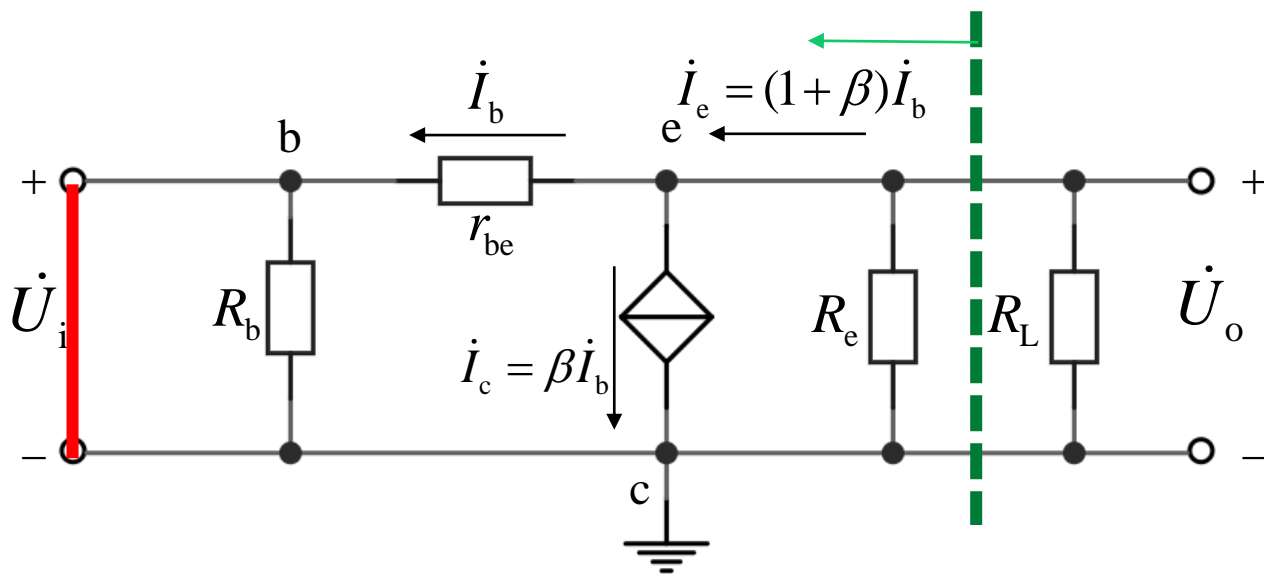
$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1 + \beta)\dot{I}_b(R_e // R_L)}{r_{be}\dot{I}_b + (1 + \beta)\dot{I}_b(R_e // R_L)} = \frac{(1 + \beta)(R_e // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)}$$

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_b} = R_b // \frac{r_{be}\dot{I}_b + (R_e // R_L)(1 + \beta)\dot{I}_b}{\dot{I}_b} = R_b // [r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)]$$

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_e // \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### 共集放大电路的动态分析——求解输出电阻



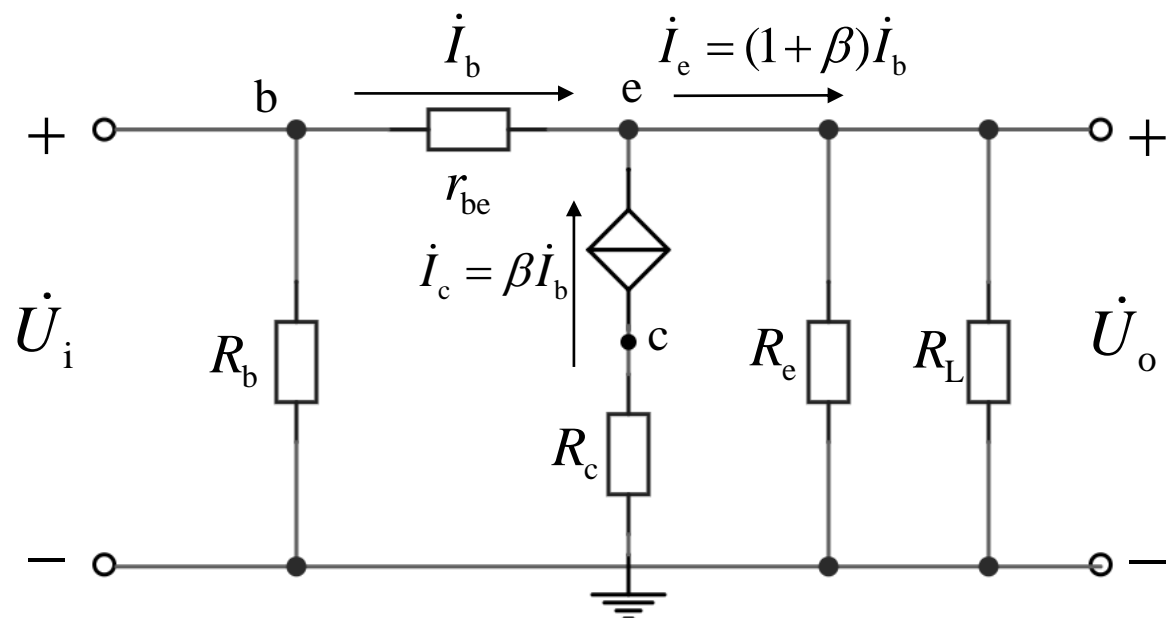
$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_e // \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

再次强调求解输出电阻的过程：

将独立电压源短路后，受控源仍然保留，从输出端口外施电源往里看，假设受控电流源存在电流，则受控电流源电流、 $r_{be}$  电流、 $R_e$  电流应满足  $\beta : 1 : 1 + \beta$  的关系，且方向如图所示； $R_b$  被短路掉，而按照图示从输出端外施电源的电流流向，这样的假设是成立的，即受控电流源仍然存在；输出电阻是将原电路的独立源置零后从输出端口向里看的等效电阻（相当于“输入电阻”），此时干路电流为  $I_e$ ，而流过  $r_{be}$  的电流是  $I_b$ ，因此，输入侧即 b 侧的电阻  $r_{be}$  对于输出侧即 e 侧来说，要除以  $(1 + \beta)$ ；

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### 拓展——含有集电极电阻的共集放大电路的动态分析



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1 + \beta)\dot{I}_b(R_e // R_L)}{r_{be}\dot{I}_b + (1 + \beta)\dot{I}_b(R_e // R_L)} = \frac{(1 + \beta)(R_e // R_L)}{r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)}$$

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_b} = R_b // \frac{r_{be}\dot{I}_b + (R_e // R_L)(1 + \beta)\dot{I}_b}{\dot{I}_b} = R_b // [r_{be} + (1 + \beta)(R_e // R_L)]$$

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_e // \frac{r_{be}}{1 + \beta}$$

电路理论中有讲过，与电流源串联的电阻“无用”，即不影响电流源所在支路的电流；动态参数不变；

因此，共集放大电路动态分析时，集电极与地之间的集电极电阻可以忽略！



# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

思考：  
如何应用共集放大电路的特点？

## ○ 共集放大电路动态参数的特点

①电压放大倍数为正（输入输出同相）且近似为1，因此共集放大电路也称为“射极跟随器”；

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{(1+\beta)\dot{I}_b(R_e//R_L)}{r_{be}\dot{I}_b + (1+\beta)\dot{I}_b(R_e//R_L)} = \frac{(1+\beta)(R_e//R_L)}{r_{be} + (1+\beta)(R_e//R_L)} \quad (1+\beta)(R_e//R_L) \gg r_{be}$$

②输入电阻的表达式含有 e 侧即输出侧的项，共集放大电路的输入电阻与负载有关；且输入电阻一般较大；

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_b} = R_b // \frac{r_{be}\dot{I}_b + (R_e//R_L)(1+\beta)\dot{I}_b}{\dot{I}_b} = R_b // [r_{be} + (1+\beta)(R_e//R_L)]$$

③输出电阻的表达式含有 b 侧即输入侧的项，共集放大电路的输出电阻与信号源内阻有关；  
且由于并联项中输入侧归算除以  $(1+\beta)$  导致并联的电阻很小，共集放大电路的输出电阻一般较小；

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_e // \frac{r_{be}}{1+\beta}$$

（本页给出的表达式只是基于前面的示例电路，不代表所有，但结论具有普遍性）

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### ○ 共集放大电路动态参数求解——输入电阻与输出电阻

共集放大电路的输入电阻与输出侧即e侧有关，求解时，从输入端往里看，即从左往右看，将右侧的电阻逐一向左边等效，e侧的项归算到b侧要乘以  $(1+\beta)$ ；

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = R_b // \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_b} = R_b // \frac{r_{be}\dot{I}_b + (R_e // R_L)(1+\beta)\dot{I}_b}{\dot{I}_b} = R_b // [r_{be} + (1+\beta)(R_e // R_L)]$$

共集放大电路的输出电阻与输入侧即b侧有关，求解时，将独立源即交流电压输入短路掉（保留信号源内阻），从输出端往里看，即从右往左看，将左侧的电阻逐一向右边等效，b侧的项归算到e侧要除以  $(1+\beta)$ ；

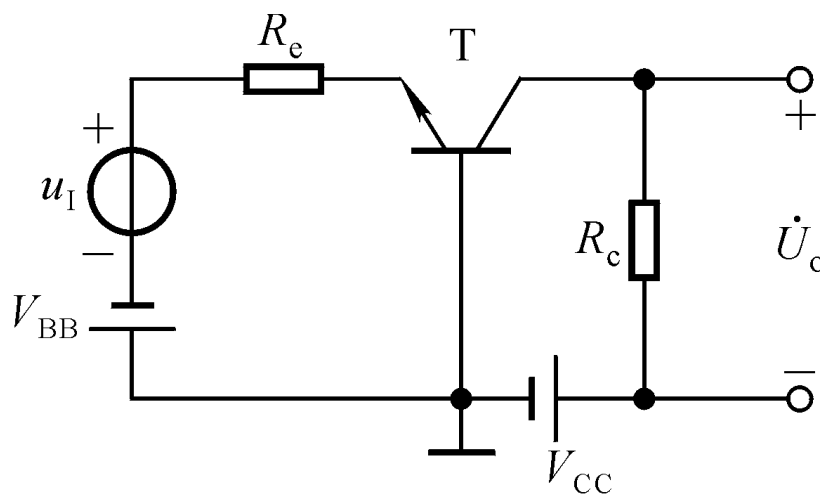
$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_e // \frac{r_{be}}{1+\beta}$$

(本页给出的表达式只是基于前面的示例电路，不代表所有，但求解方法具有通用性)

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## 基本共基放大电路

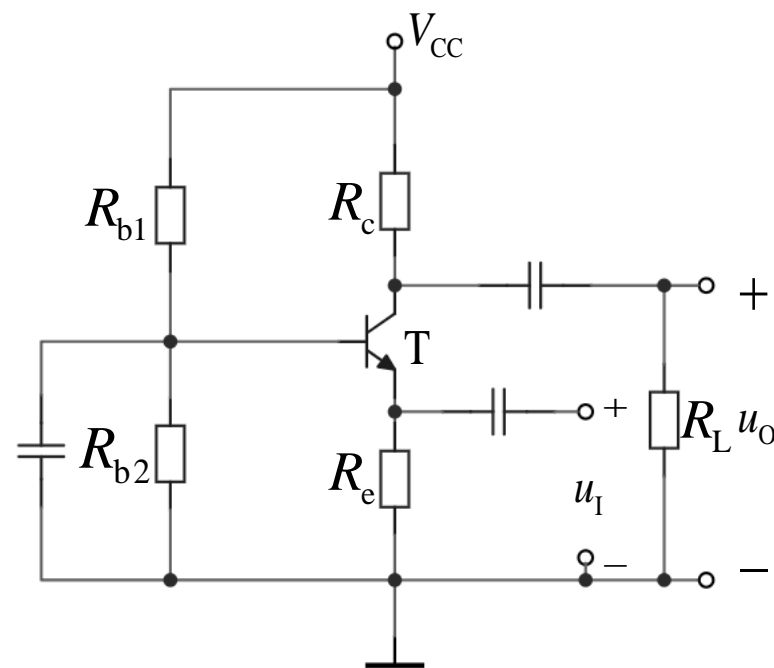


以典型应用电路为例分析



本例为静态工作点稳定

一般为保证足够电压增益  
基极加大旁路电容

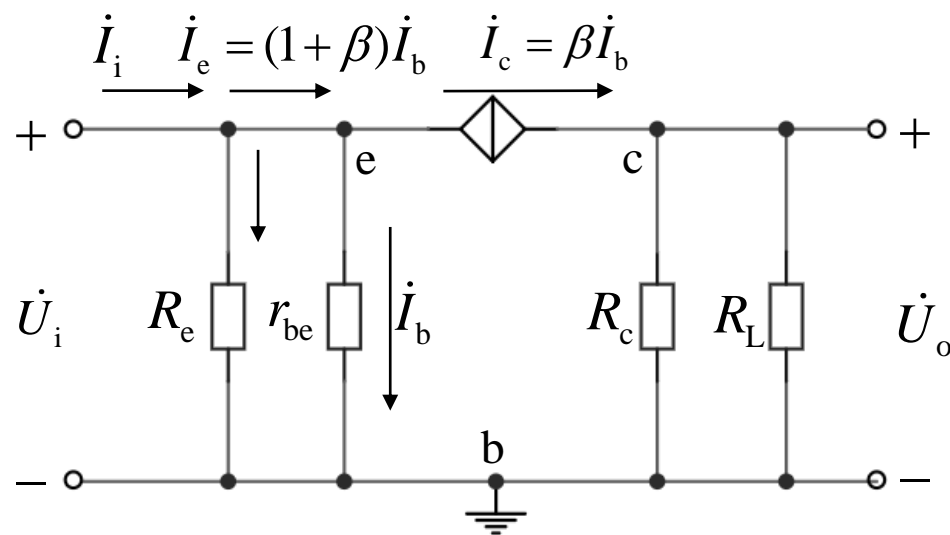
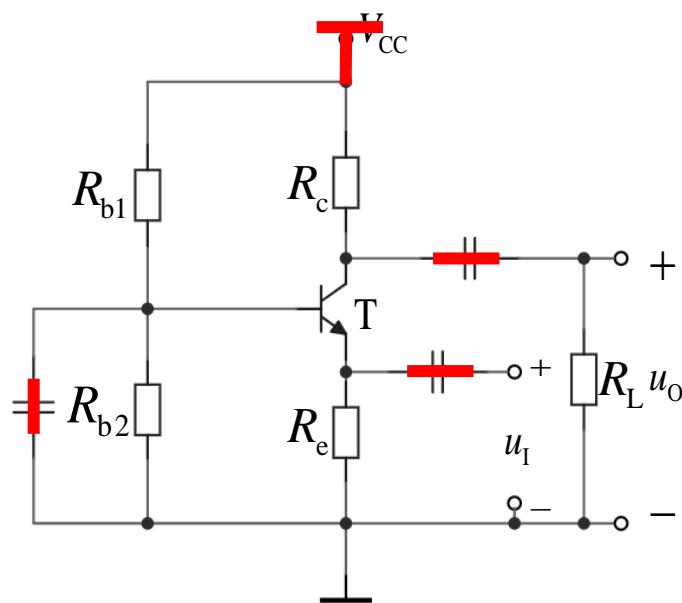


本例的静态工作点分析与前面的分压偏置式共射放大电路完全一致，此处不展开讨论；

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
 课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## 共基放大电路的动态分析



$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b} = \frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = \frac{r_{be} \dot{I}_b}{(1 + \beta) \dot{I}_b + \frac{r_{be} \dot{I}_b}{R_e}} = \frac{r_{be}}{(1 + \beta) + \frac{r_{be}}{R_e}}$$

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_c$$

原作者：b站up主——这个ximo不太冷

思考：

共基放大电路输入电阻很小，

具有什么缺点？

什么场合可以应用共基放大电路？

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## ○ 共基放大电路的特点

①电压放大倍数为正（输入输出同相），大小与共射相当，但不具有电流放大能力；

$$A_u = \frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i} = \frac{\beta \dot{I}_b (R_c // R_L)}{r_{be} \dot{I}_b} = \frac{\beta (R_c // R_L)}{r_{be}}$$

②输入电阻的表达式仅含有 b-e 侧即输入侧的项，与 c 侧即输出侧无关；输入电阻与负载无关；  
值得注意的是，共基放大电路的输入电阻往往很小；

$$R_i = \frac{\dot{U}_i}{\dot{I}_i} = \frac{r_{be} \dot{I}_b}{(1 + \beta) \dot{I}_b + \frac{r_{be} \dot{I}_b}{R_e}} = \frac{r_{be}}{(1 + \beta) + \frac{r_{be}}{R_e}}$$

③输出电阻的表达式仅含有 c 侧即输出侧的项，与 b-e 侧即输入侧无关；输出电阻与信号源内阻无关；  
共集放大电路的输出电阻与共射相当；

$$R_o = \left. \frac{\dot{U}_o}{\dot{I}_o} \right|_{\text{独立源置零}} = R_c$$

④共基放大电路的通频带较宽，中高频特性好；（暂时未推导，记住即可）

（本页给出的表达式只是基于前面的示例电路，不代表所有，但结论具有普遍性）

请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！

# 晶体管单管放大电路的三种基本接法

## ○ 三种基本接法小结

	共射	共集	共基
电压放大倍数	输入输出反相	输入输出同相 电压放大倍数约为1	输入输出同相
输入电阻	与输出侧参数无关	与输出侧参数有关 输入电阻较大	与输出侧参数无关 输入电阻较小
输出电阻	与输入侧参数无关	与输入侧参数有关 输出电阻较小	与输入侧参数无关
应用	一般放大	射极跟随器	宽频带

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

### 例 1

在晶体三极管组成的三种不同组态的放大电路中，\_\_\_\_\_组态有电压放大作用，\_\_\_\_\_组态有电流放大作用，\_\_\_\_\_组态有倒相作用；  
\_\_\_\_\_组态带负载能力强，\_\_\_\_\_组态向信号源索取的电流小，  
\_\_\_\_\_组态的中高频特性好。

## 晶体管单管放大电路的三种基本接法

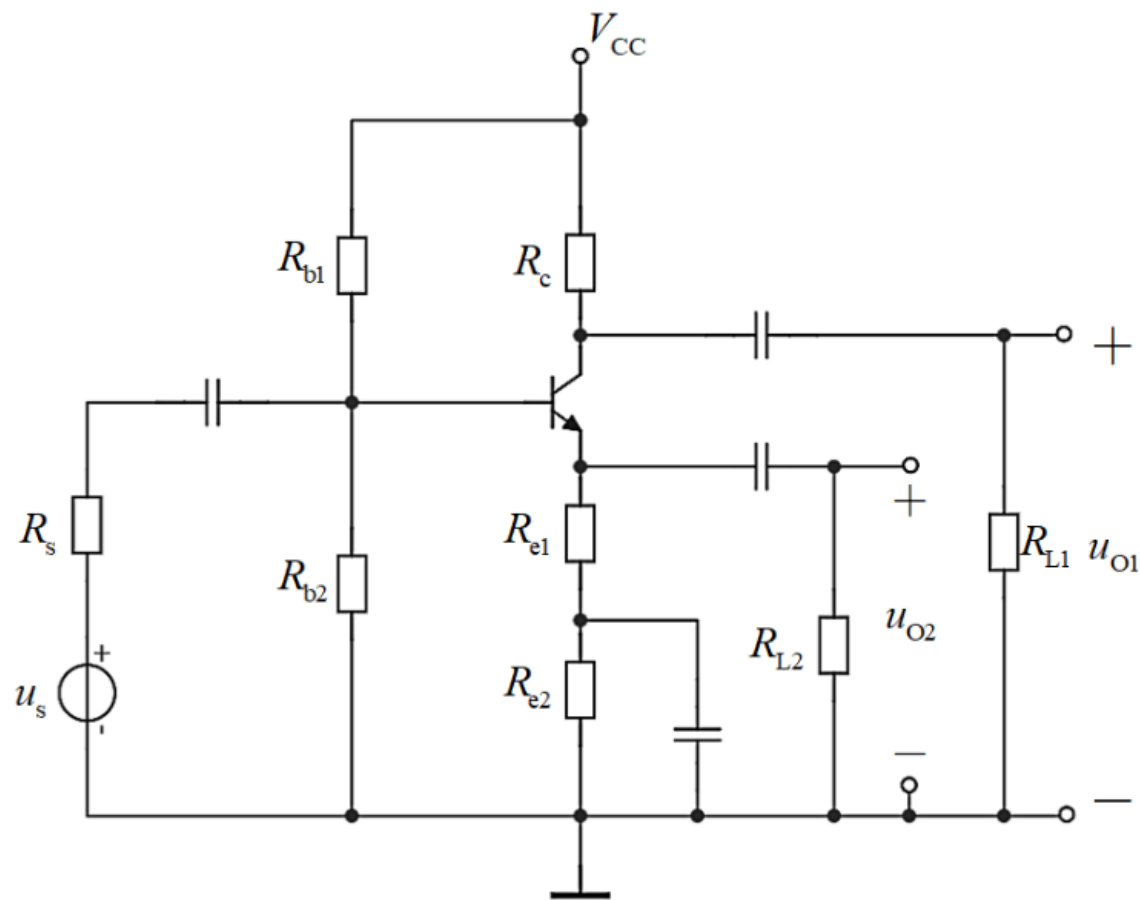
### 例 2

已知放大电路如图所示；

(1) 求解此电路的静态工作点；

(2) 若以  $u_{O1}$  为输出端，求解  $A_u$ 、 $A_{us}$ 、 $R_i$ 、 $R_o$ ；

(3) 若以  $u_{O2}$  为输出端，求解  $A_u$ 、 $A_{us}$ 、 $R_i$ 、 $R_o$ ；





请同学们不要将课件上传至网上的各个公共平台，谢谢！  
课件中存在的错误可以在b站私信反馈给我，不胜感激！



谢谢！

原作者：b站up主—这个ximo不太冷