



静态工作点的稳定

主讲教师：徐瑞东





静态工作点的稳定

主要内容:

温度对静态工作点的影响，分压式偏置电路稳点Q点的原理、参数选择及稳定Q点的过程。

重点难点:

分压式偏置电路稳定Q点的原理。





静态工作点的稳定

合理设置静态工作点是保证放大电路正常工作的先决条件。但是放大电路的静态工作点常因外界条件的变化而发生变动。

前述的固定偏置放大电路，简单、容易调整，但在温度变化、晶体管老化、电源电压波动等外部因素的影响下，将引起静态工作点的变动，严重时将使放大电路不能正常工作，其中影响最大的是温度的变化。





1. 温度变化对静态工作点的影响

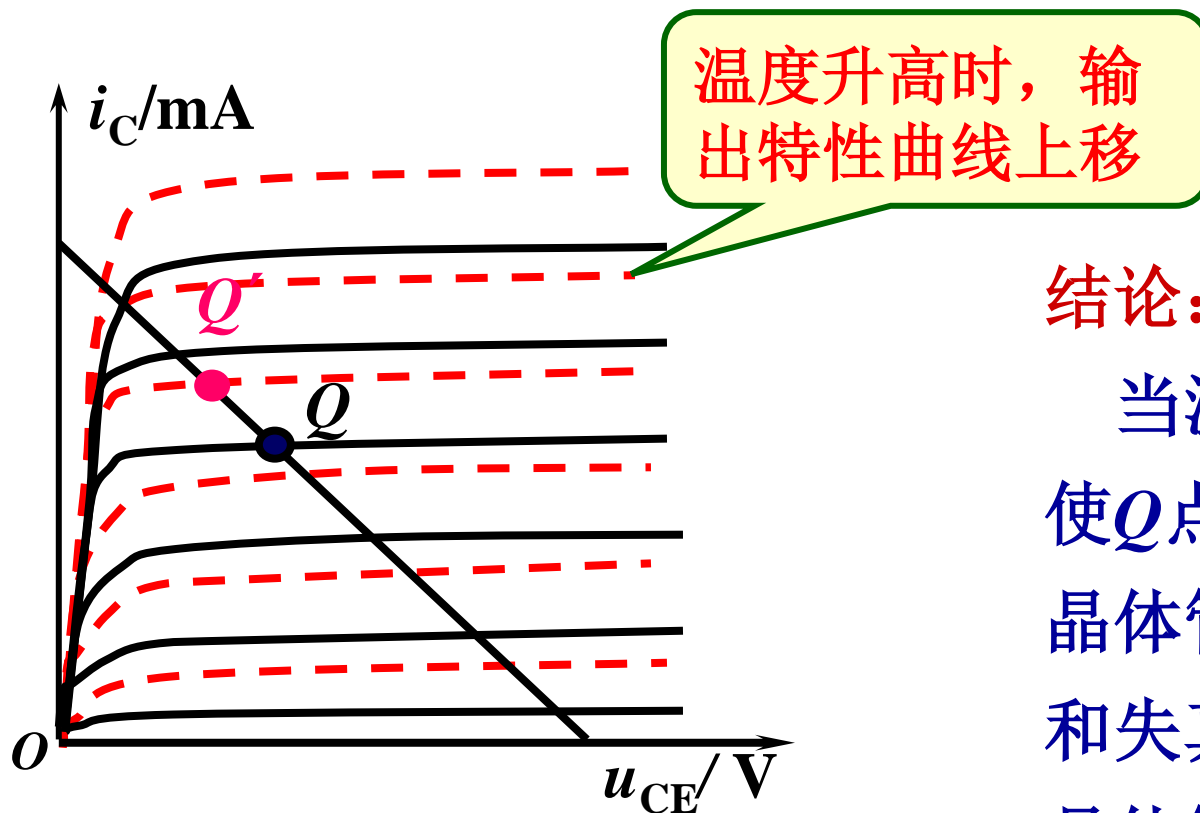
在固定偏置放大电路中，当温度升高时， $U_{BE} \downarrow$ 、 $\beta \uparrow$ 、 $I_{CBO} \uparrow$ 。

$$\begin{aligned} I_C \uparrow &= \bar{\beta} I_B + I_{CEO} \\ &= \bar{\beta} \uparrow \frac{U_{CC} - U_{BE} \downarrow}{R_B} + (1 + \bar{\beta} \uparrow) I_{CBO} \uparrow \end{aligned}$$

上式表明，当 U_{CC} 和 R_B 一定时， I_C 与 U_{BE} 、 β 以及 I_{CEO} 有关，而这三个参数随温度而变化。

温度升高时， I_C 将增加，使 Q 点沿负载线上移。





结论：

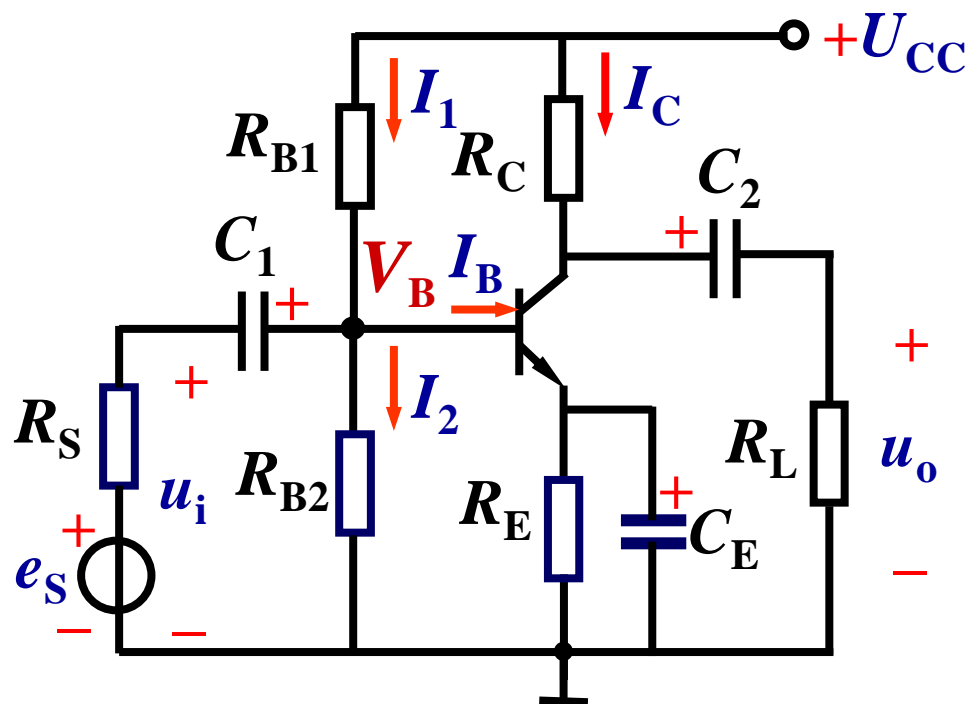
当温度升高时， I_C 将增加，使 Q 点沿负载线上移，容易使晶体管T 进入饱和区造成饱和失真，甚至引起过热烧坏晶体管。

固定偏置电路的工作点

Q 点是不稳定的，为此需要改进偏置电路。当温度升高使 I_C 增加时，能够自动减少 I_B ，从而抑制 Q 点的变化，保持 Q 点基本稳定。

2. 分压式偏置电路

稳定 Q 点的原理



若满足： $I_2 \gg I_B$

$$I_1 \approx I_2 \approx \frac{U_{CC}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

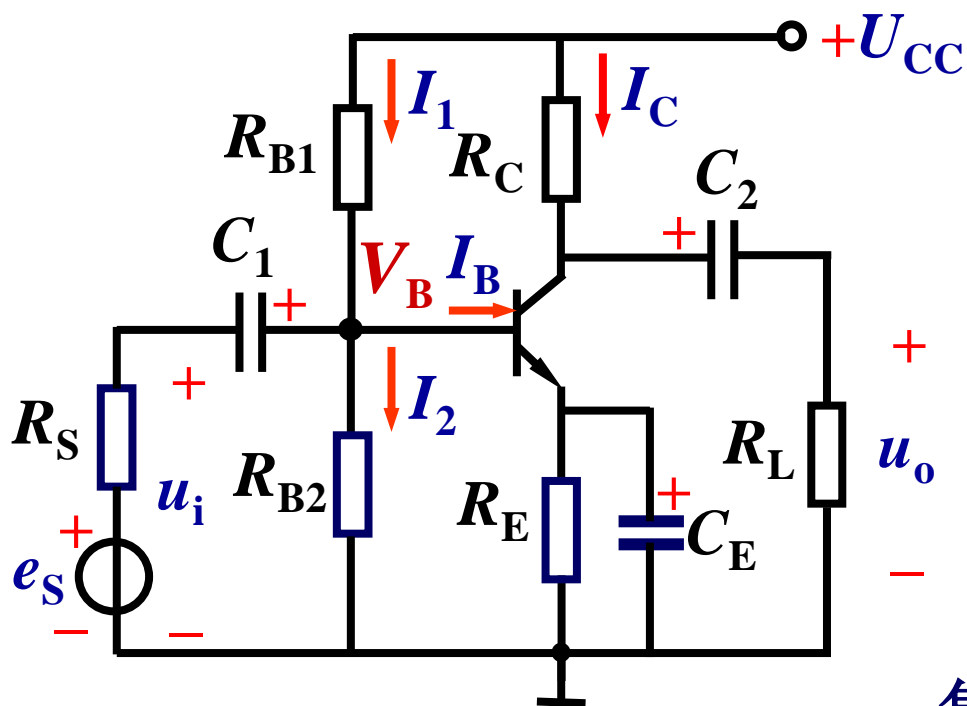
$$V_B = I_2 R_{B2}$$

$$V_B \approx \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} U_{CC}$$

基极电位基本恒定，不随温度变化。

2. 分压式偏置电路

稳定Q点的原理



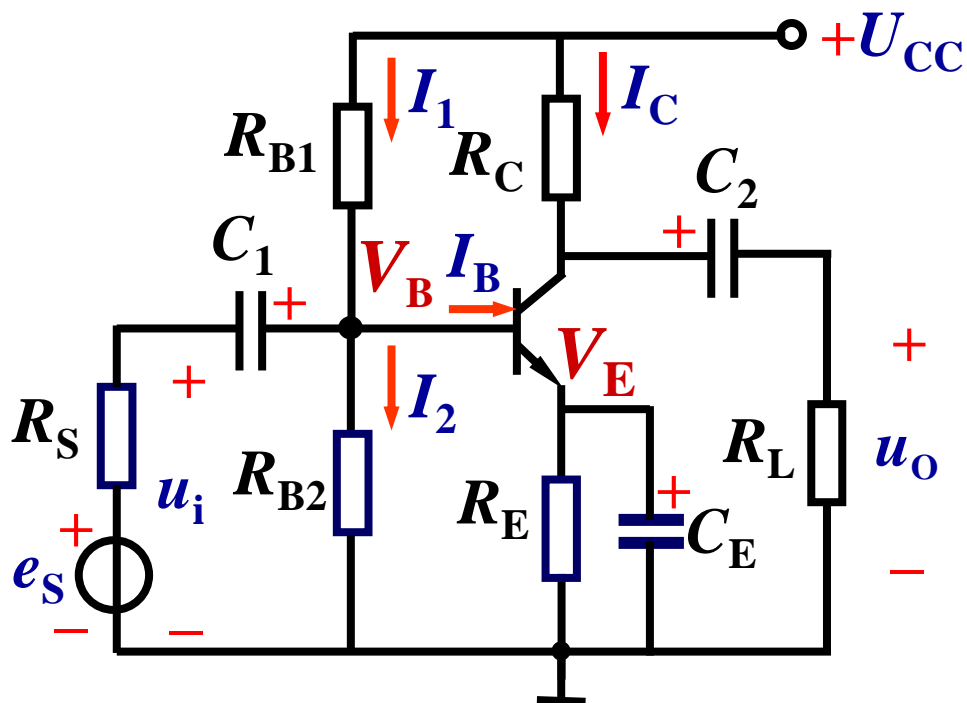
$$I_C \approx I_E = \frac{V_B - U_{BE}}{R_E}$$

若满足： $V_B \gg U_{BE}$

$$I_C \approx I_E = \frac{V_B - U_{BE}}{R_E} \approx \frac{V_B}{R_E}$$

集电极电流基本恒定，不随温度变化。

参数的选择



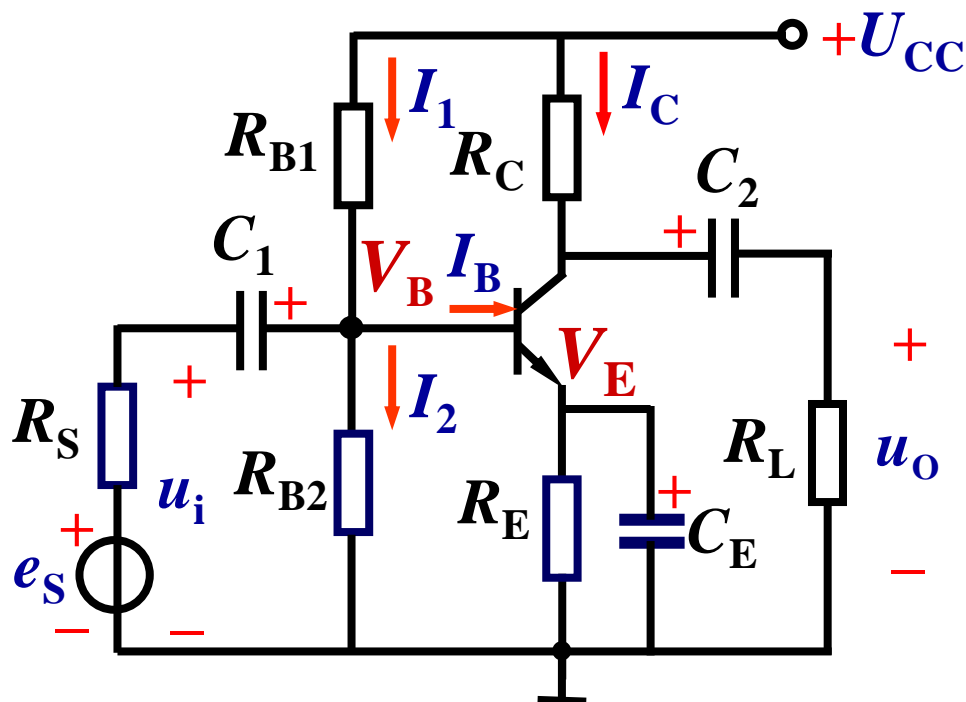
在估算时一般选取：

$$I_2 = (5 \sim 10) I_B, \quad V_B = (5 \sim 10) U_{BE},$$

R_{B1} 、 R_{B2} 的阻值一般为几十千欧。

从 Q 点稳定的角度来看似乎 I_2 、 V_B 越大越好。但 I_2 越大， R_{B1} 、 R_{B2} 必须取得较小，将增加损耗，降低输入电阻。而 V_B 过高必使 V_E 也增高，在 U_{CC} 一定时，势必使 U_{CE} 减小，从而减小放大电路输出电压的动态范围。

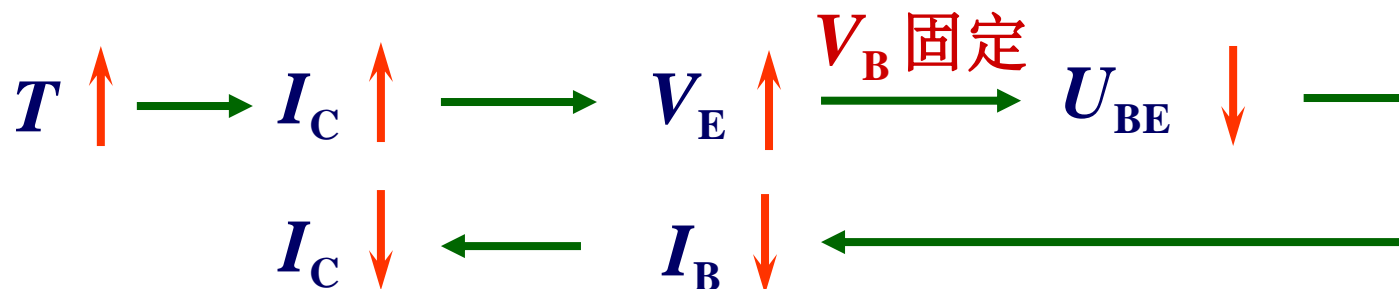
Q 点稳定的过程



R_E : 温度补偿电阻

对直流: R_E 越大, 稳定 Q 点效果越好;

对交流: R_E 越大, 交流损失越大, 为避免交流损失加旁路电容 C_E 。





小 结

1. 温度对静态工作点的影响
2. 分压式偏置电路

稳定Q点的原理

参数的选择

Q点稳定的过程

