

六种组态的整理

分析基本放大电路的一般思路

① Note

1. 根据直流偏置，计算静态工作点；
2. 根据 Q 点计算小信号模型参数，如 r_{be} ；
3. 确定交流通路，画出微变等效电路；
4. 计算动态性能指标（如 A_v 、 R_i 、 R_o ）。

处理静态工作点

① Note

静态工作点的求解与交流信号无关,所以总是在**直流通路**下完成的.

求取静态工作点,实际上就是要计算直流偏置电流 I_{CQ} ,这样就可以计算半导体元件的动态参数.

求静态工作点的方法一般是进行戴维宁等效,然后绕射极列写KVL方程组.

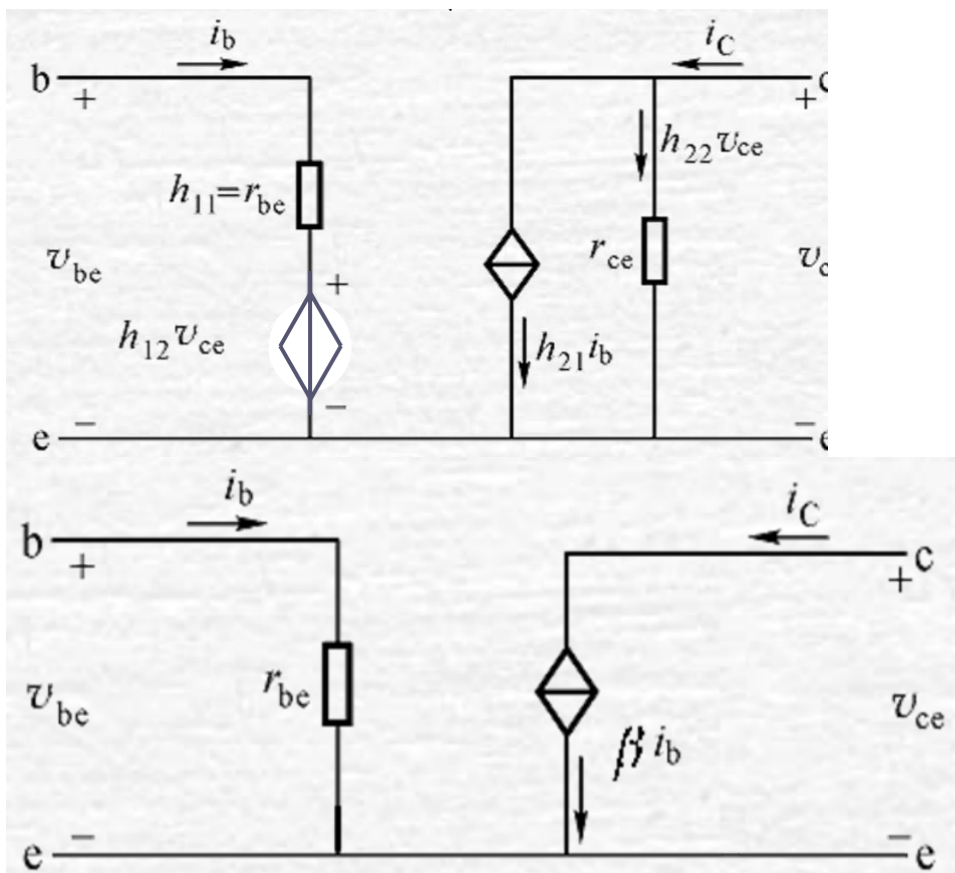
💡 Tip

找出静态工作点是大部分分析的前提,特别要注意找**最大不失真电压**时用的是**过静态工作点的交流负载线**,这需要与在直流通路下找静态工作点区分出来.

BJT管和FET管的低频小信号模型

分析放大电路的第2,3两步的任务就是将半导体元件用电阻和受控源在其动态工作点附近进行等效,从而利用电路原理的知识进行分析.

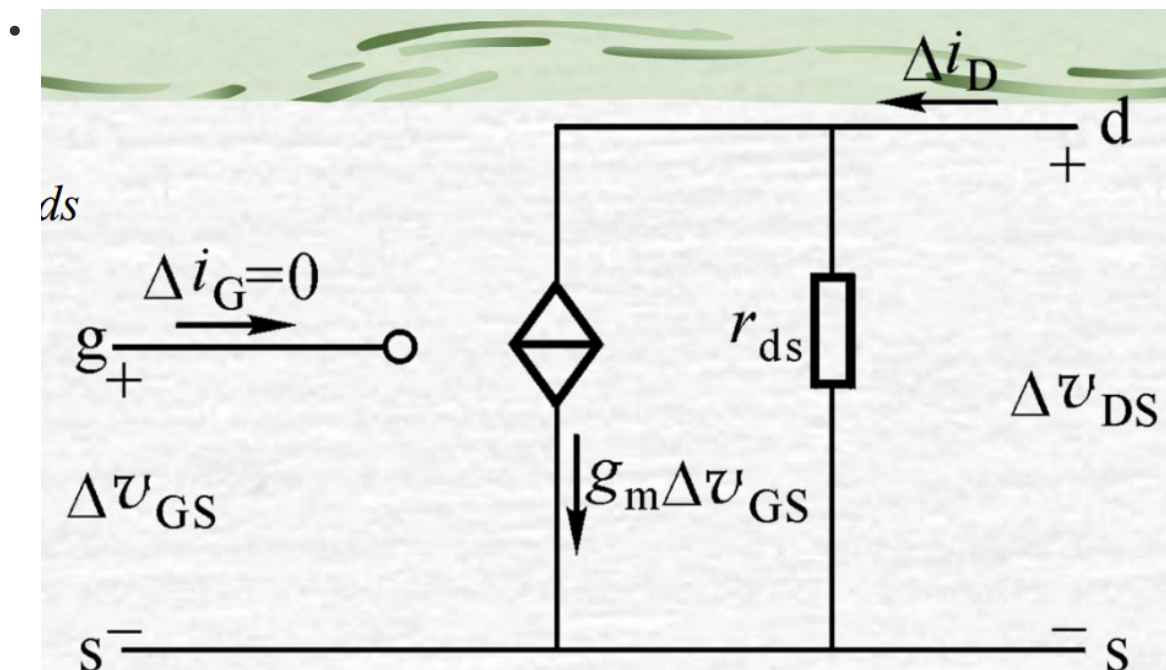
• BJT管的小信号模型



- 一般题目中会给出**基区电阻** $R_{bb'}$,我们的第一个任务就是利用 $r_{be} = r'_{bb} + (1 + \beta) \frac{V_T}{I_{EQ}}$ 来求解 r_{be} .
- 如果题目中没有明确给出诸如 r_{ce} 之类的信息,我们利用右侧的最简模型就可以了.

FET管的小信号模型

- FET管家族的一个优良性质是栅极不取电流,因此在模型中是一个**断路**的状态.



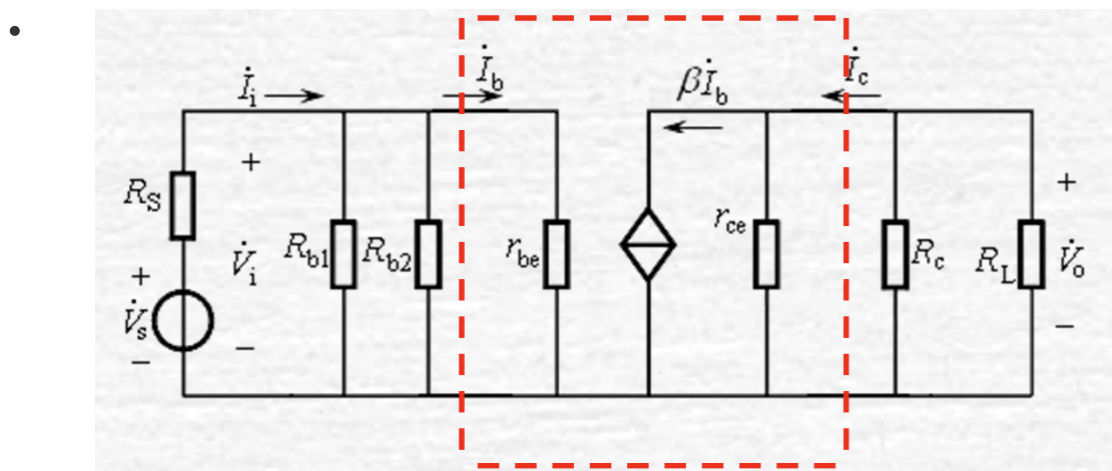
- 一般题目中会给出**跨导** g_m 的信息,我们只要直接代入就可以了,如果题目没有明确提及 r_{ds} ,我们就把它视作断路.

计算动态性能指标

💡 Tip

分析动态性能指标时,一定是在**交流通路**中!

- **电压放大倍数** A_v
- 电压放大倍数的求解需要我们建立一个输出电压与输入电压的关系,在利用小信号模型等效之后,我们可以用电路原理的知识进行分析.



- 如图是一个典型的共射放大电路的微变等效电路,我们的一般思路是用 $\dot{I}_b$ 来表示 $\dot{V}_o$ 和 $\dot{V}_{in}$,这样就可以约去 $\dot{I}_b$ 得到结果.

$$\dot{V}_{in} = \dot{I}_b r_{be}$$

$$\dot{V}_o = -\beta \dot{I}_b (r_{ce} \parallel R_c \parallel R_L)$$

由于 r_{ce} 很大, 所以如果将其视为断路, 有

$$\dot{V}_o = -\beta \dot{I}_b (R_c \parallel R_L)$$

$$\dot{A}_v = -\beta \frac{r_{ce} \parallel R'_L}{r_{be}} \approx -\beta \frac{R'_L}{r_{be}}$$

- 其它BJT管的放大倍数求解是类似的, 都是利用一个电流作为中间变量, 最后消去.
- FET管的分析则略有区别, 关键在于中间变量利用的是电压而不是电流.

• 输入电阻 R_i

- 输入电阻希望我们将整个电路的右侧视作一个电阻, 让我们计算这个电路的大小, 一般的思路是:

$$R_i = \frac{\dot{V}_i}{\dot{I}_i} = \frac{\dot{V}_i}{\frac{\dot{V}_i}{R_{b1}} + \frac{\dot{V}_i}{R_{b2}} + \frac{\dot{V}_i}{r_{be}}} = R_{b1} \parallel R_{b2} \parallel r_{be}$$

(共射放大电路)

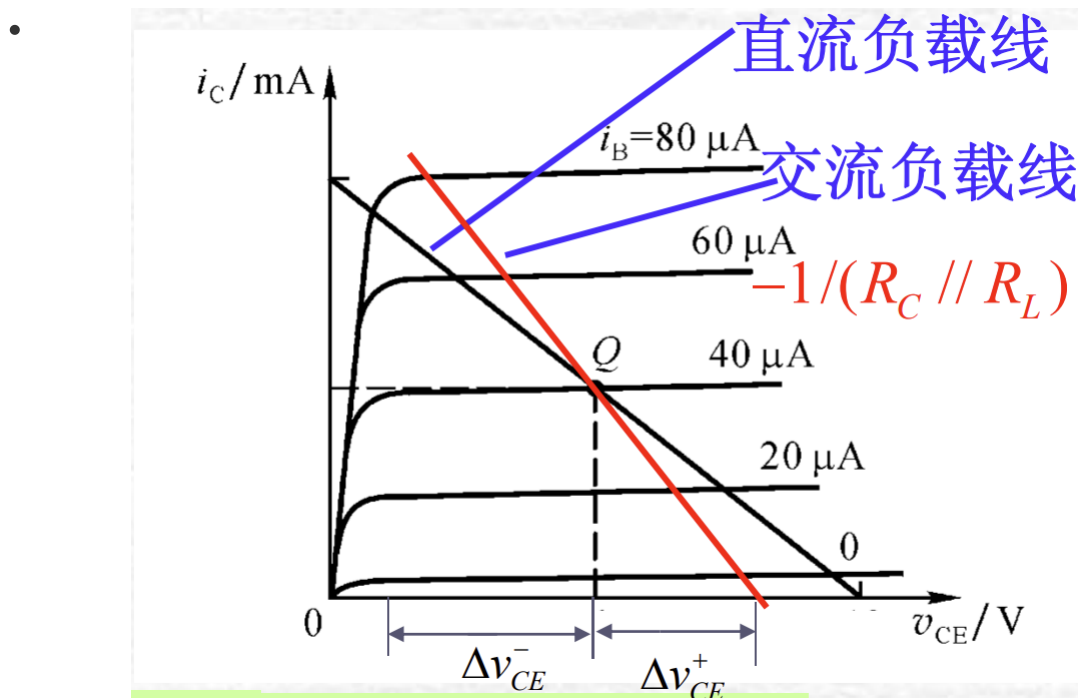
- 总之就是利用电压除电流.

• 输出电阻 R_o

- 输出电阻是输入信号置零、负载端断路时, 从输出端口看的等效电阻.
- 由于输入信号置零, 所以左边通常是没有电流的, 这样我们就可以将受控源置零, 很方便地分析右边, 利用加压法求解即可.

• 最大不失真电压

- 最大不失真电压的求解最好通过画图法辅助, 核心是过静态工作点画一条交流负载线.



• Tip

小心静态工作电流可以变化的幅度, 功率限制等边界条件!

BJT管三种组态的特点

	电压增益	输入电阻	输出电阻
共射	反相! > 100	几百--几千欧	几百--几千欧
共集	< 1	几百千欧	几十欧
共基	> 100	几十欧	几百--几千欧

FET管三种组态的特点

	电压增益	输入电阻	输出电阻
共源	反相! 几十	几兆欧	几百--几千欧
共漏	< 1	几兆欧	几十欧
共栅	几十	几百欧	几百--几千欧

如何快速选择不同组态构建电路?

💡 Tip

由电路知识我们知道,输入电阻有第一级确定,输出电阻由最后一级确定, 电压增益由各级相乘得到.
首先看**输入电阻**,如果在 $M\Omega$ 量级,那么一定选**FET管 共源或共漏**,它们的等效模型这里是断路.
其次看**电压增益**,能显著放大的一定是**BJT管共射或共基**,如果没有放大倍数,那么就是**共集或共漏**
最后看**输出电阻**,如果在 10Ω 量级,那么只能选**共集或共漏**