

第一/二讲 放大器电路设计 单管放大器

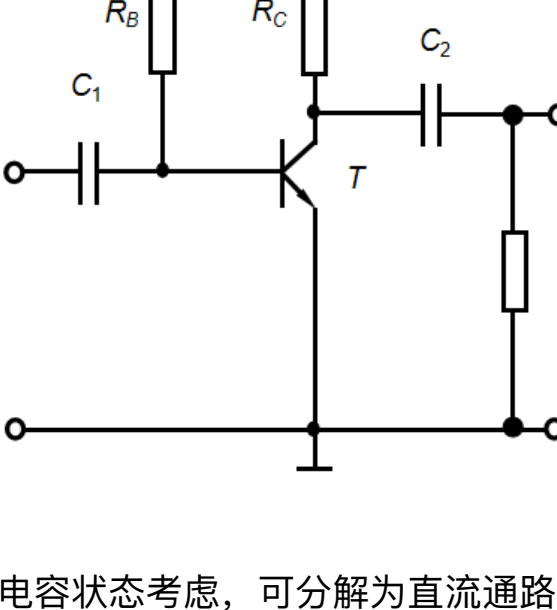
放大器分类：

- 1. 按使用频段：直流、低频、中频、高频、微波
- 2. 按功率大小：小信号（小功率）、大功率、超大功率
- 3. 按导通角：甲类、甲乙类、乙类、丙类
- 4. 按频带宽窄：选频、窄带、宽带
- 5. 按集成度：分立元件组成、集成
- 6. 按有无反馈：开环、反馈（分为四种组态）

放大器技术指标：

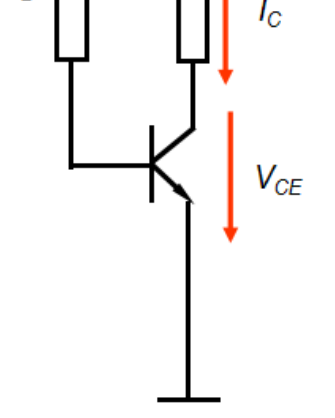
- 1. 输入阻抗和输入电平（或输入信号的动态范围）
- 2. 输出阻抗
- 3. 电压（或电流，或功率）放大倍数
- 4. 输出电平（输出功率）
- 5. 频带带宽
- 6. 失真度
- 7. 放大器的效率

单管放大器：



根据电容状态考虑，可分解为直流通路（电容断路）与交流通路（电容短路）

单管放大器直流通路：



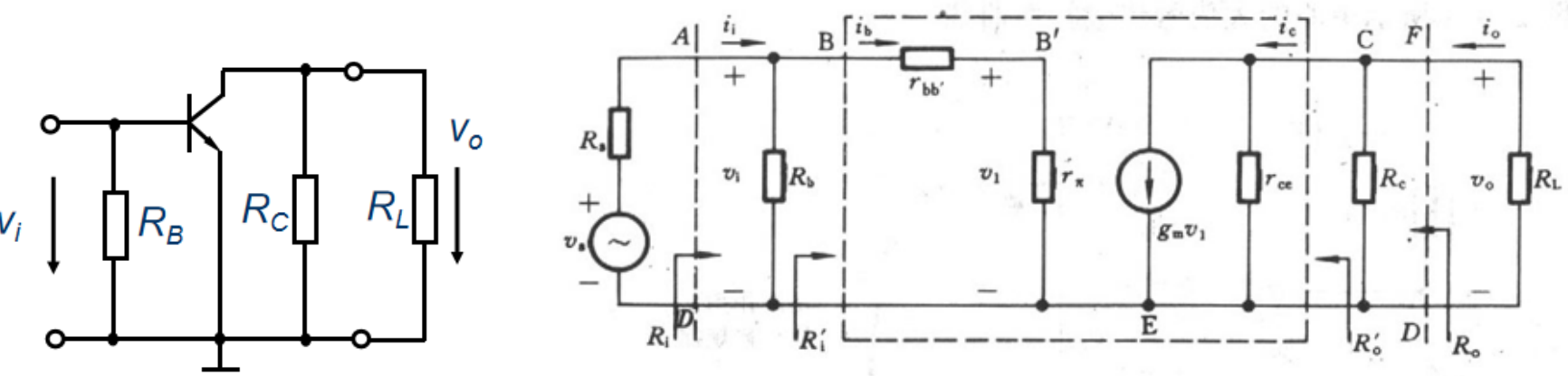
根据直流通路可估算IB/IC/VCE:

$$I_B = \frac{E_C - V_{BE}}{R_B}$$
$$\approx \frac{E_C - 0.7}{R_B}$$

$$I_C = \beta I_B + I_{CEO}$$
$$\approx \beta I_B$$

$$V_{CE} = E_C - I_C R_C$$

单管放大器交流通路与其等效电路：



输出/输入电阻：

$$R_i = \frac{v_i}{i_i}$$
$$R_i = \frac{v_i}{i_i} = \frac{i_i(r_{be}' + r_\pi) // R_b}{i_i} = r_{be}' // R_b = R_i' // R_b$$

$$R_o = \frac{v_o}{i_o} \Big|_{R_L = \infty}$$
$$R_o = \frac{v_o}{i_o} = \frac{v_o}{\frac{v_o}{R_c} + \frac{v_o}{r_{ce}}} = r_{ce} // R_c = R_o' // R_c$$

功率/电压/电流增益：

功率增益：Ap=Po/Pi 只有Ap>1时差称为放大器；
电压增益 AV=vo/vi；源电压增益：AVS=vo/vs；
电流增益 Ai=io/ii；源电压增益：AiS=io/is；
增益常用分贝表示。

*共射放大电路的电压增益：

$$\begin{cases} v_o = -g_m r_\pi i_b (r_{ce} // R_c // R_L) \\ v_i = i_b (r_{bb'} + r_\pi) \end{cases}$$
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{g_m r_\pi (r_{ce} // R_c // R_L)}{r_{bb'} + r_\pi} = -\frac{\beta (r_{ce} // R_L)}{r_{be}}$$

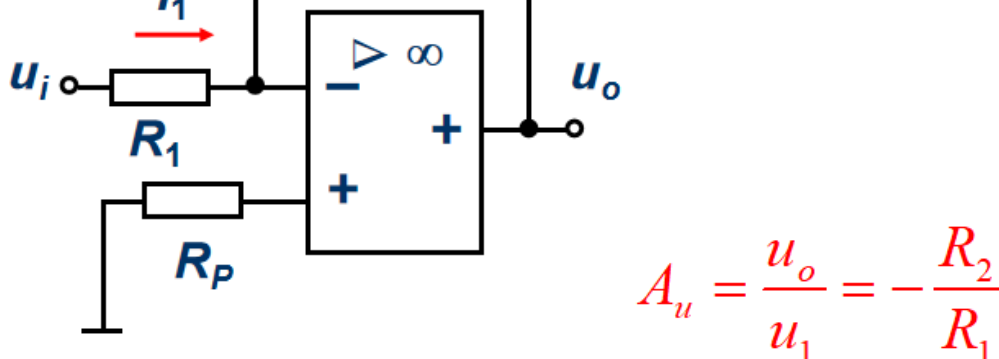
简化: $r_\pi \gg r_{bb'}$ $r_{ce} \gg R_L$ $A_v \approx -g_m R_L' = -\frac{I_C}{V_T} R_L'$

单级放大电路调试：

- 1. 单级放大器静态工作点测量（UEQ，UCQ，UBQ，UCEQ，ICQ），工作点偏离正常值时，可调节偏置电阻。若不起作用，说明电路出现故障，要排除。
- 2. 交流参数测量，观察输入输出波形，确定静态工作电压；观察波形应不失真，且相位相差180度。加大输入电压幅度，会出现失真。
- 3. 输出电阻Ro实际意义：对于负载来说，放大器相当于它的信号源，Ro正是该信号源的内阻。Ro是一个表征放大器带负载能力的参数。对于电压输出，Ro越小，带负载能力越强，即负载变化时放大器输出给负载的电压基本不表。
- 4. 输入电阻Ri实际意义：对于信号源来说，放大器相当于它的负载，Ri表示该负载能从信号源获取多大的信号。由于信号源都有内阻，对于低阻电压源，Ri越大，放大器从该信号源获取的电压越大。

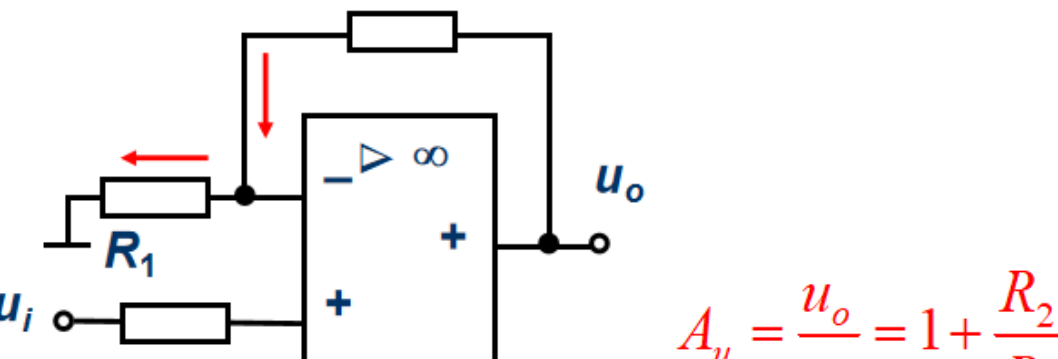
第三/四讲 放大器电路设计 运算放大器

1.反向比例运算电路



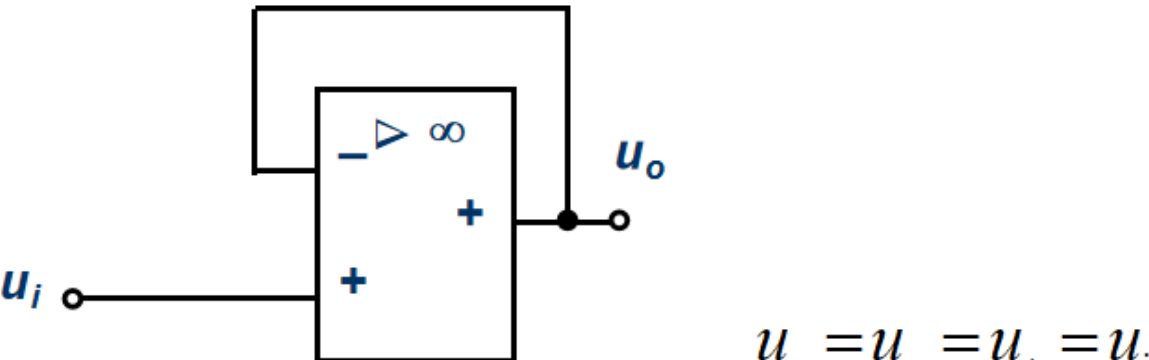
- 1. 共模输入电压为0，因此对运放的共模抑制比要求低。
- 2. 由于电压负反馈的作用，输出电阻小，可认为是0，因此带负载能力强。
- 3. 由于并联负反馈的作用，输入电阻小，因此对输入电流有一定的要求。

2.同向比例运算电路



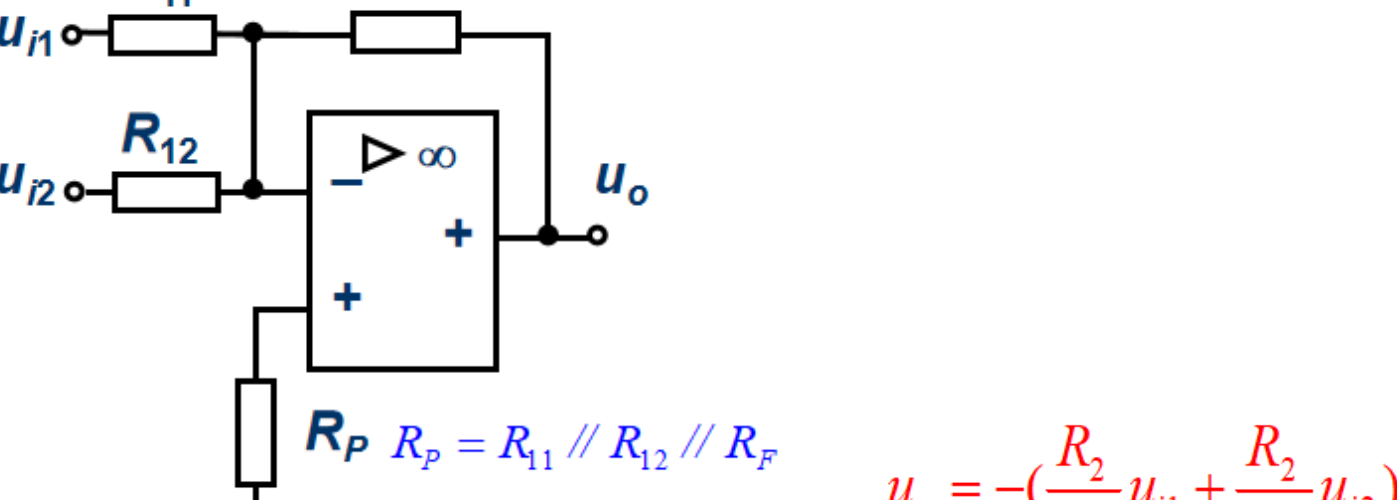
- 1. 由于电压负反馈的作用，输出电阻小，可认为是0，因此带负载能力强。
- 2. 由于串联负反馈的作用，输入电阻大。
- 3. 共模输入电压为ui，因此对运放的共模抑制比要求高。

3.电压跟随器



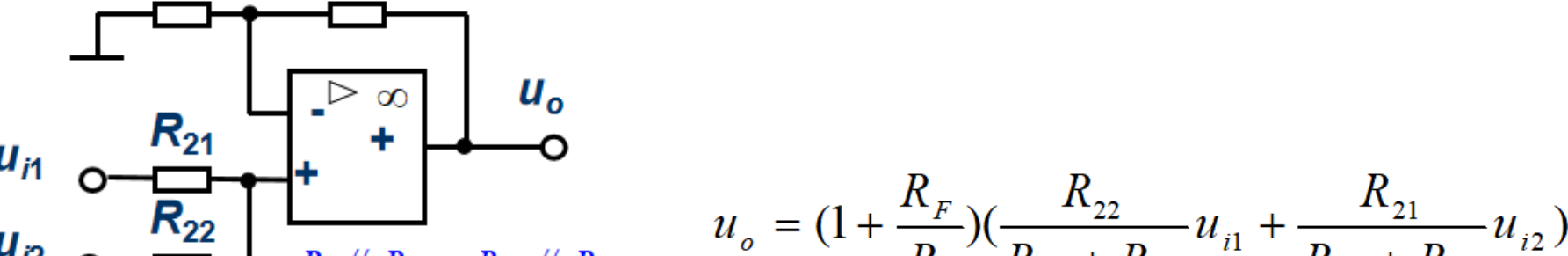
- 1. 输出电压全部引到反相输入端，信号从同相端输入。
- 2. 电压跟随器是同相比例运算放大器的特例。
- 3. 输入电阻大，输出电阻小，电压跟随性好。

4.反相求和运算



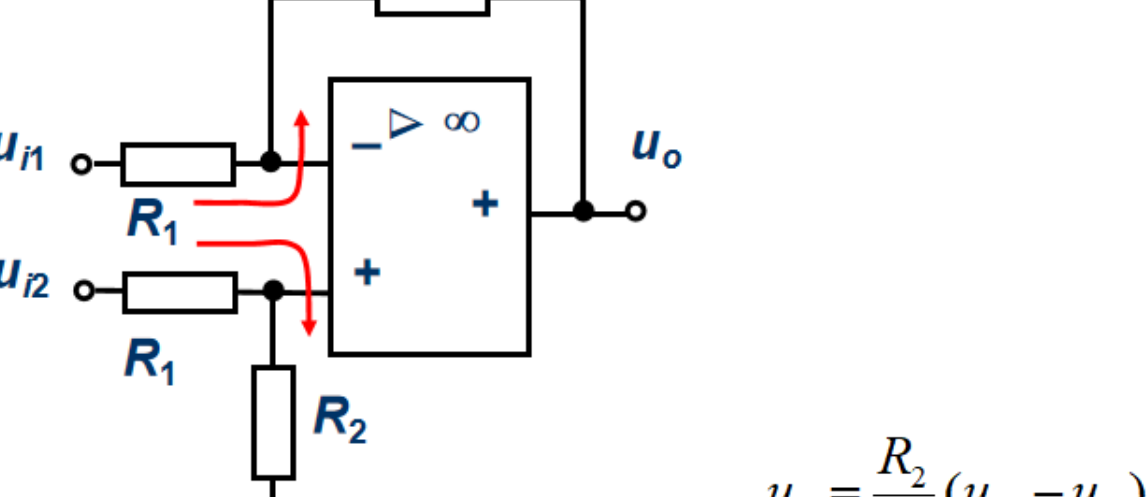
- 1. 实际应用时可适当增加或减少输入端的个数，以适应不同的需要。
- 2. 调节反相求和电路的某一路信号的输入电阻，不影响输入电压和输出电压的比例关系，调节方便。

5.同相求和运算



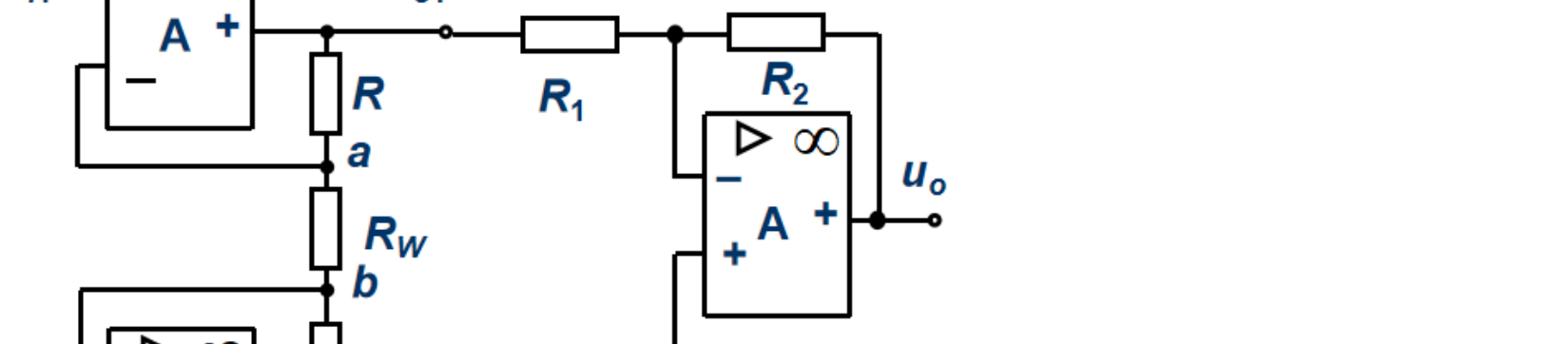
- 1. 实际应用时可适当增加或减少输入端的个数，以适应不同的需要。
- 2. 同相求和电路的各输入信号的放大倍数互相影响，不能单独调整。

6.差动放大器



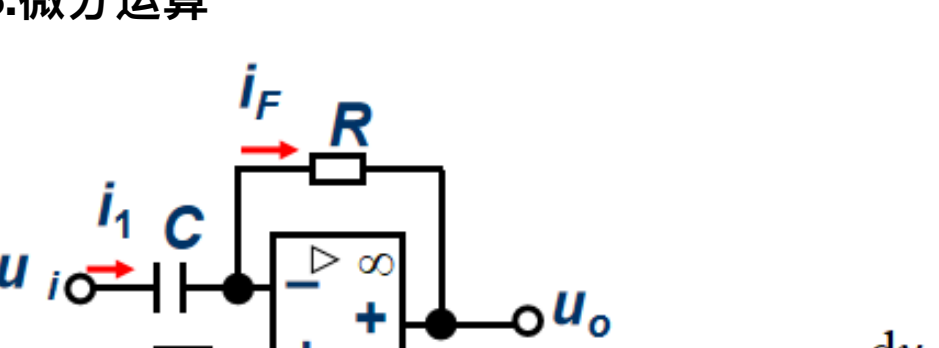
- 1. 放大了两个信号的差
- 2. 输入电阻不高（=2R1），这是由于反相输入造成的。

7.三运放电路

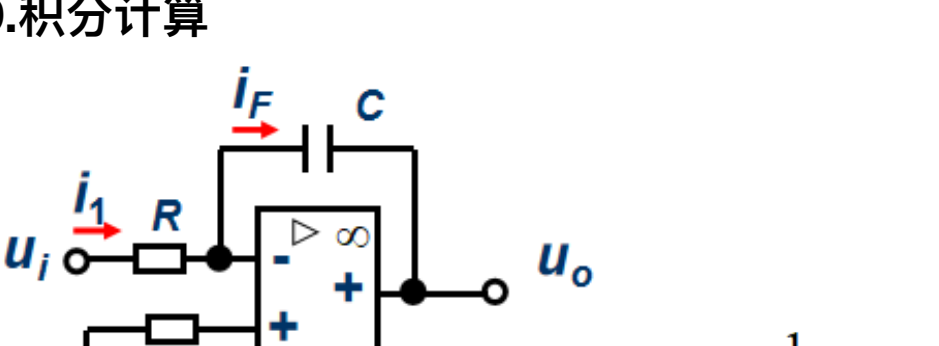


- 1. 三运放电路是差动放大器，放大倍数可变。
- 2. 由于输入均在同相端，此电路的输入电阻高。

8.微分运算



9.积分计算



讨论题

那些地方会用到放大器？该放大器在电路中的具体作用是什么？

耳机：低频放大器音频放大音频信号

手机：高频放大器对发送和接收信号进行放大

收银机：中频放大器，可减小失真