



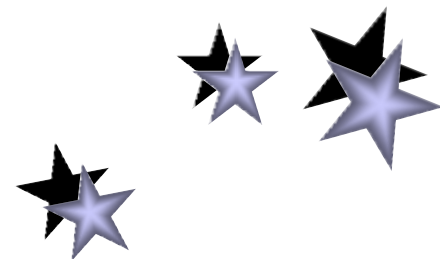
第七章 集成运算放大器简介



7-2 集成运放的性能指标及 低频等效电路

电路与电子学基础

BUPT EE
2012.1



退出 开始



7-2-1 集成运放的主要性能指标

一、开环差模增益 A_{od}

集成运放无外加反馈时的差模放大倍数。

$$A_{od} = \Delta u_O / \Delta(u_P - u_N) \quad \text{分贝表示 } 20\lg |A_{od}|$$

通用型集成运放的 A_{od} 通常在 10^5 左右，即 100dB 左右。

二、共模抑制比 K_{CMR}

集成运放开环时，差模放大倍数与共模放大倍数之比的绝对值，反映了集成运放对共模信号的抑制能力，其值越大越好。

$$K_{CMR} = |A_{od} / A_{oc}| \quad \text{分贝表示 } 20\lg K_{CMR}$$

理想运放的共模抑制比为无穷大。



7-2-1 集成运放的主要性能指标

三、差模输入电阻 r_{id}

集成运放在开环时对输入差模信号的输入电阻，愈大越好，差模电阻大则从信号源索取的电流愈小。

理想运放的 r_{id} 为无穷大

四、输入失调电压 U_{IO} 及其温漂 dU_{IO} / dT

集成运放的输入级电路参数不可能绝对对称，即当输入电压为零时， u_o 并不为零，因此在集成运放的两个输入端外加补偿电压 U_{IO} ，使运放输出电压为零。 U_{IO} 越小，表明电路参数对称性愈好。

$$U_{IO} = -\frac{U_o|_{u_i=0}}{A_{od}} \text{ (运放工作在线性区)}$$

dU_{IO} / dT 是衡量运放温漂的重要参数，其值愈小，表明运放的温漂愈小。



7-2-1 集成运放的主要性能指标

五、输入失调电流 I_{IO} 及其温漂 dI_{IO} / dT

在常温下输入信号为零时，集成运放输入级两个差放管的基极静态偏置电流之差： $I_{IO} = |I_{B1} - I_{B2}|$

I_{IO} 反映输入级差放管输入电流的不对称程度，越小差放管的对称性越好。

六、输入偏置电流 I_{IB}

在常温下输入信号为零时，集成运放输入级差放管的基极(栅极)偏置电流的平均值： $I_{IB} = \frac{1}{2}(I_{B1} + I_{B2})$

反映集成运放输入电阻和输入失调电流大小，其值越小，信号源内阻对集成运放静态工作点的影响也越小。



7-2-1 集成运放的主要性能指标

七、最大共模输入电压 $U_{Ic\max}$

指允许加在集成运放两个输入端的最大电压。共模输入电压高于此值，集成运放的共模抑制比将明显下降。

八、最大差模输入电压 $U_{Id\max}$

当集成运放所加差模信号大到一定程度时，输入级至少有一个PN结承受反向电压， $U_{Id\max}$ 是不至于使PN结反向击穿所允许的最大差模输入电压。当输入电压大于此值时，输入级将损坏。

九、开环—3dB带宽 f_H

电压放大倍数下降为最大值的0.707 倍所对应的截止频率。



7-2-1 集成运放的主要性能指标

十、单位增益带宽 f_c

使 A_{od} 下降到零分贝（即 $A_{od} = 1$ ，失去电压放大能力）时的信号频率。

十一、转换速率SR

集成运放在闭环工作状态下，输入阶跃大信号时，输出电压在单位时间变化量的最大值。

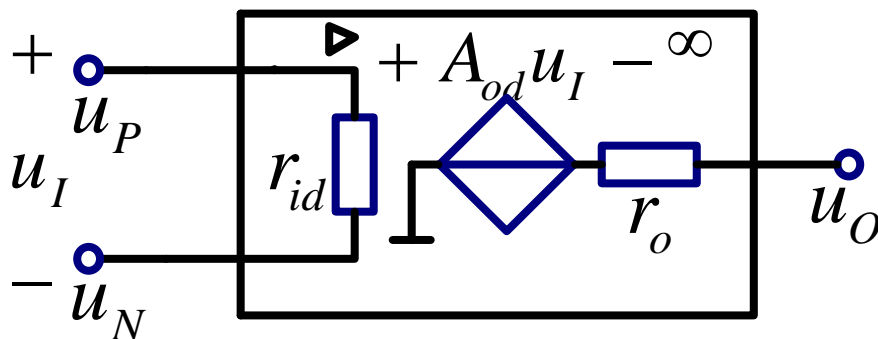
$$SR = \left| \frac{du_O}{dt} \right|_{\max}$$

SR表示集成运放对信号变化速度的适应能力。信号幅值愈大、频率越高，要求集成运放的**SR**也越大。



7-2-2 集成运放的低频等效电路

若仅研究对输入信号(即差模信号)的放大问题, 而不考虑失调因素对电路的影响, 那么可用简化的集成运放低频等效电路, 如图所示。



从运放输入端看进去, 等效为一个电阻 r_{id} ;

从运放输出端看进去, 等效为一个电压 u_I (即 $u_P - u_N$)控制的电压源 $A_{od}u_I$, 内阻为 r_o 。

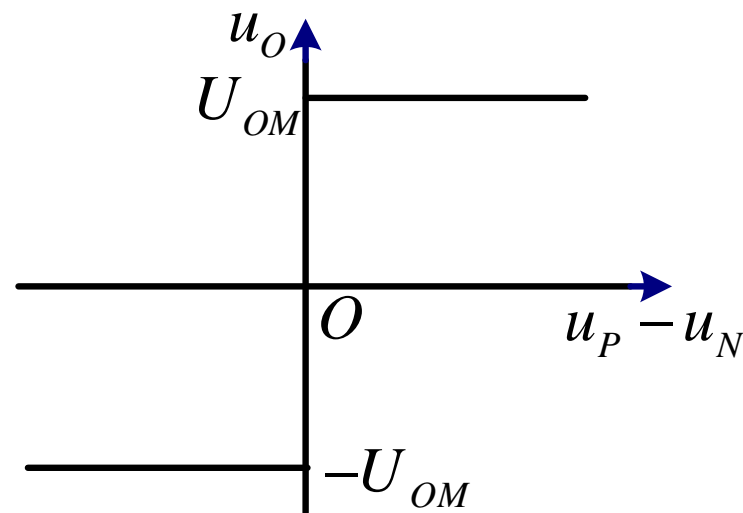
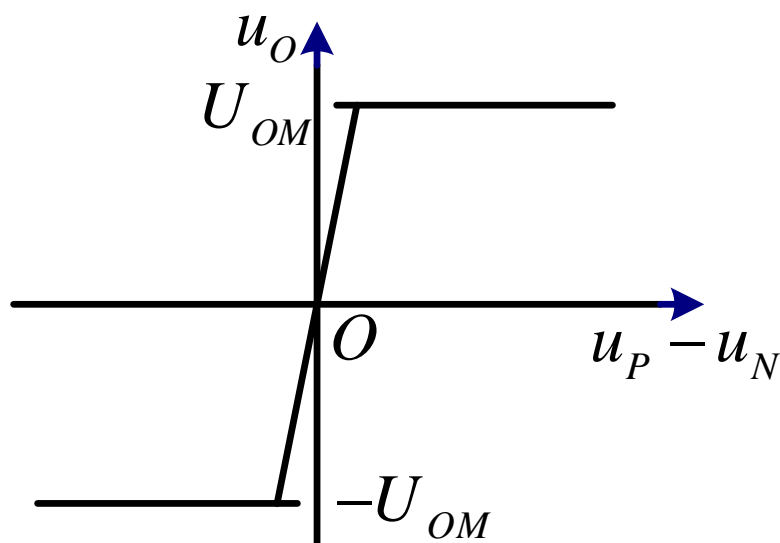


将集成运放理想化的条件

差模输入电阻 $r_{id} \rightarrow \infty$

开环输出电阻 $r_o \rightarrow 0$

开环电压放大倍数 $A_o \rightarrow \infty$



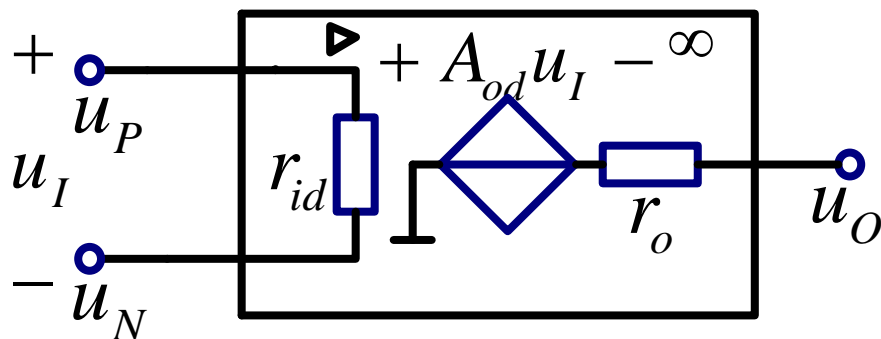
实际运放/理想运放的电压传输特性



理想集成运放

$$r_{id} \rightarrow \infty$$

$$i_- = i_+ = \frac{u_i}{r_i} \rightarrow 0$$



由于运放的差模输入电阻很大，流入运放输入端的电流就非常小，远小于输入端外电路的电流，所以通常可把运放的两输入端近似开路，即从运放输入端看运放近似开路，这一特性称为虚假开路，简称“虚断”。

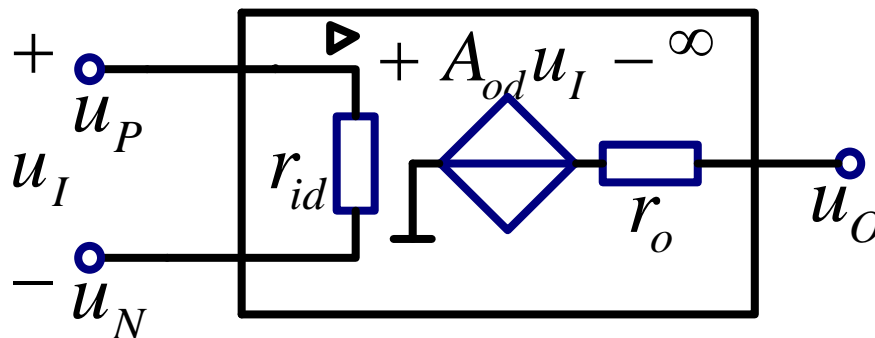


理想集成运放

$$A_{od} \rightarrow \infty$$

$$u_I = u_P - u_N = \frac{u_O}{A_{od}} \rightarrow 0$$

$$u_P = u_N$$



因为理想运放的电压放大倍数很大，所以运算放大器同相输入端与反相输入端的电位十分接近相等，近似短路，这一特性称为虚假短路，简称“虚短”。显然不能将两输入端真正短路。