

负反馈对放大器性能影响

放大电路引入交流反馈后，其工作性能会得到多方面的改善，如可以稳定放大倍数、改变输入电阻和输出电阻、展宽同频带、减少非线性失真等。

1. 降低放大倍数

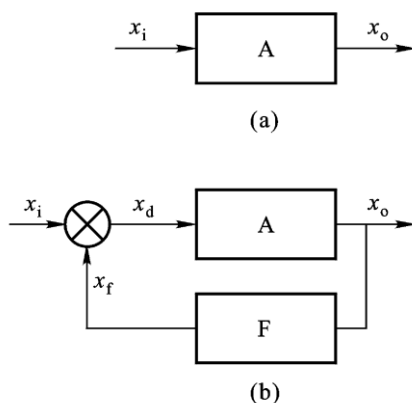


图 1 电子电路方框图

(a) 不带反馈 (b) 带有反馈

由图 1(b) 带负反馈放大电路的方框图可知，基本放大电路的放大倍数，即未引入负反馈时的放大倍数(开环放大倍数)为

$$A = \frac{x_o}{x_d}$$

反馈信号与输出信号之比称为反馈系数，即

$$F = \frac{x_f}{x_o}$$

引入负反馈后的净输入信号为

$$x_d = x_i - x_f$$

故
$$A = \frac{x_o}{x_i - x_f}$$

引入负反馈时的放大倍数(闭环放大倍数)为 A_f ，由上列各式推倒可得

$$A_f = \frac{x_o}{x_i} = \frac{A}{1 + AF}$$

$$AF = \frac{x_o}{x_d} \cdot \frac{x_f}{x_o} = \frac{x_f}{x_d}$$

负反馈时， x_d 、 x_f 同相，所以 AF 是正实数

则有： $|A_f| < |A|$ ，负反馈使放大倍数下降。 $|1+AF|$ 称为反馈深度，其值愈大，负反馈作用愈强， A_f 也就愈小。射极输出器、不带旁路电容的共射放大电路的电压放大倍数较低就是因为电路中引入了负反馈。

2. 提高放大倍数的稳定性

$$A_f = \frac{A}{1+AF}$$

$$\frac{d|A_f|}{|A_f|} = \frac{1}{1+|AF|} \cdot \frac{d|A|}{|A|}$$

引入负反馈使放大倍数的稳定性提高。放大倍数下降至 $1/(1+|AF|)$ 倍，其稳定性提高 $1+|AF|$ 倍。

若 $|AF| \gg 1$ ，称为深度负反馈，此时：

$$A_f \approx \frac{1}{F}$$

在深度负反馈的情况下，闭环放大倍数仅与反馈电路的参数有关。

3. 改善波形失真

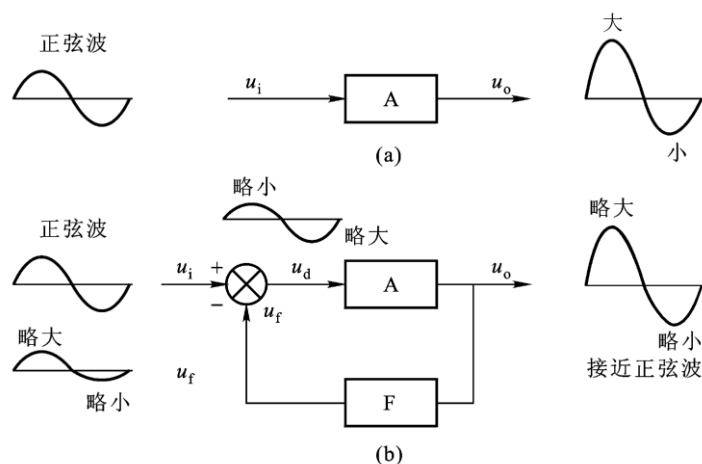


图 1 利用负反馈改善波形失真

放大电路中存在晶体管等非线性器件，当输入正弦信号的幅值过大时，工作点进入特性曲线的非线性区，将使的输出信号产生非线性失真。引入负反馈以后，会减小非线性失真，如图 1 所示。

强调指出：负反馈是利用失真的波形来改善波形的失真，因此只能减小失真，而不能完全消除失真。

4. 展宽通频带 引入负反馈使电路的通频带展宽，如图 2 所示。由于集成运算放大器都采用直接耦合、无耦合电容，故其低频特性良好，展宽了通频带；引入负反馈后，在高频段通频带又能得到展宽，如图 2 所示。这是由于在中频段，开环放大倍数 $|A|$ 较高，反馈信号也较高，因而使闭环放大倍数 $|A_f|$ 将低较多；而

在高频段，开环放大倍数 $|A|$ 较低，反馈信号也较低，因而 $|A_f|$ 将低较少，使得放大电路的通频带展宽。

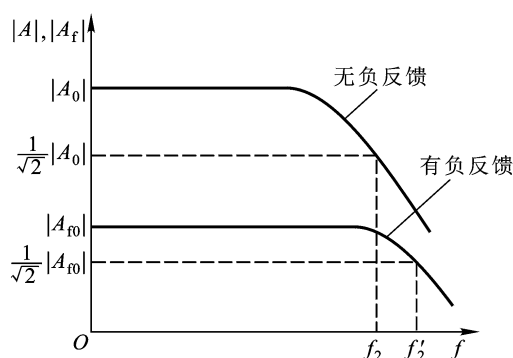


图2 负反馈展宽通频带

5. 对输入电阻的影响

(1) 串联负反馈

$$r_{if} = (1 + |A_0 F|) r_i \quad \text{提高放大电路的输入电阻}$$

(2) 并联负反馈 $r_{if} = \frac{r_i}{1 + |A_0 F|}$ 降低放大电路的输入电阻

6. 对输出电阻的影响

(1) 电压负反馈

电压负反馈具有稳定输出电压的作用，即有恒压输出特性，故输出电阻降低。

$$r_{of} = \frac{r_o}{1 + |A_0 F|}$$

(2) 电流负反馈

电流负反馈具有稳定输出电流的作用，即有恒流输出特性，故输出电阻提高。

$$r_{of} = (1 + |A_0 F|) r_o$$

例：射极输出器(共集电极放大电路) —— 串联电压负反馈

特点：输入电阻高、输出电阻低。