

34401A 直流放大器的补充分析

——预充电的分析计算

DC 放大器用于除频率和周期测量外的所有功能的测量，其电路结构如图 5 所示。它通过模拟开关动态选择三种输入：测量被测输入（MC）、测量零输入（MZ）和预充电（PRE）。最终的测量结果是 MC 减去 MZ，MC 状态是实际的输入测量，MZ 状态是 MC 测量时内部偏置电压测量。PRE 状态是用来给放大器的输入电容预充电，以减小 MZ/MC 切换过程中从信号端口（IN）注入到放大器输入电容的电荷，在不断的 MZ/MC 切换中将形成了一个输入电流，这个电流会使万用表的输入阻抗无法达到 $10\text{G}\Omega$ 以上。

假设输入信号的电压 $U=10\text{V}$ ，放大器的输入电容 $C=20\text{pF}$ ，MZ/MC 开关切换周期 $T=20\text{ms}$ ，若没有预充电电路，开关从 MZ 状态切换到 MC 状态，每次注入放大器内部电容 C 的电荷量：

$$Q = UC = 10 \times 20 \times 10^{-12} = 2 \times 10^{-10} \text{ C},$$

$$\text{则可知平均电流 } I = \frac{Q}{T} = \frac{2 \times 10^{-10}}{20 \times 10^{-3}} = 10^{-8} \text{ A},$$

$$\text{等效的输入阻抗 } R = \frac{U}{I} = \frac{10}{10^{-8}} = 1\text{G}\Omega。$$

若在 MZ 切换至 MC 之前先切换到预充电 PRE 状态，由预放大器对 DC 放大器的输入电容进行一定时间的预充电，使得输入电容 C 积累了足够的电荷，然后再切至 MC 状态，此时 C 从信号端口获取的电荷就极少了。

经过预充电这个状态后，由信号端口注入到放大器输入电容的电荷 $Q' = \Delta UC$ ，其中 ΔU 为预充电结束时 C 的电压与信号端口（IN）的电压差，此输入阻抗 $R' = \frac{U}{I} = \frac{Ut}{\Delta UC}$ 。

可见，输入阻抗是原来的 $\frac{U}{\Delta U}$ 倍。若 $U = 10\text{V}$ ， $\Delta U = 1\text{mV}$ ，则输入阻抗是原来的 10000 倍。

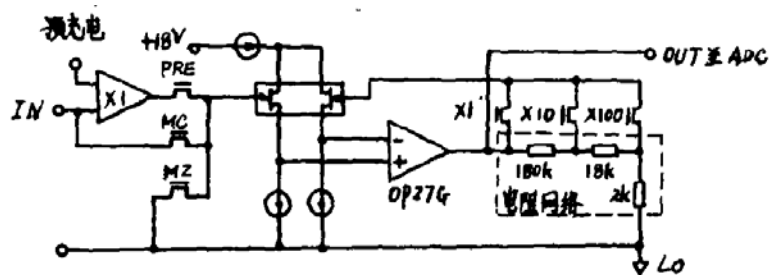


图 5 直流放大器原理简图

图 5 中的场效应对管具有低噪声和高输入阻抗的特性，并且提供了一定的增益，用以改善运算放大器 OP27G 输入阻抗较低的问题，同时也提高整个放大器的开环增益，有助于提高放大器的线性度。