

## 反相求和放大器

作者: ADI公司  
Hank Zumbahlen

### 引言

作为基本反相运算放大器电路的扩展，反相求和放大器是一系列小型指南中描述的多种分立式电路之一。

反相求和放大器是MT-213中所述反相放大器的一种扩展器件。然而，反相求和放大器有多路输入。

假设运算放大器的输入阻抗无穷大，因此电流不会流入或流出运算放大器的反相输入端。由于运算放大器迫使两个输入端的电压相同，因此，反相输入(-)看起来也像是地。这一般称为虚拟地。另外，据基尔霍夫定律，流入节点的所有电流必须从节点流出。

各输入电压决定电流

$$I1 = \frac{V1}{R1} \quad (1)$$

$$I2 = \frac{V2}{R2} \quad (2)$$

依此类推。

从求和节点流出的电流等于全部输入电流之和。因而，流过反馈电阻(Rfb)的电压为：

$$-V_{OUT} = Rfb \times (I1 + I2 + \dots + IN) \quad (3)$$

或者

$$-V_{OUT} = \frac{Rfb}{R1} V1 + \frac{Rfb}{R2} V2 + \dots + \frac{Rfb}{Rn} Vn \quad (4)$$

该电压为负值(相对于输入电压)，因为电流正从节点中流出。请注意，输入电压按输入电阻的值来调整缩放。

在该电路中，主要的误差源是运算放大器的失调电压和偏置电流。失调电压会影响反相输入端的可见电压。该电压将不再是0V。偏置电流会在对电流求和时导致误差，因为将有一个小电流流入或流出运算放大器的输入端。

大量输入导致的一个潜在问题是电路中的噪声增益。有效输入电阻为全部输入电阻的并联组合。对于大量输入，结果可能使等效输入电阻变小，从而造成较大的噪声增益。

$$NG = 1 + \frac{Rfb}{R_{IN \ eq}} \quad (5)$$

$$R_{IN \ eq} = R1 \parallel R2 \parallel \dots \parallel RN \quad (6)$$

然而，出于稳定性考虑，大噪声增益有助于确保放大器的稳定性。

由于稳定性取决于噪声增益与开环增益的相交位置，因此，较高的噪声增益会使该点远离次级极点，从而导致不稳定。

显然，噪声增益越高，噪声也越高。对于交流输入，会存在对运算放大器带宽的限制。

以上讨论是以双极性电源为基础的。如果使用单电源，地将由参考节点取代，后者的典型电压电平为 $V_{REF}$ ，一般相当于电源电压的一半。在此基础上，输入和输出电压将以该电压而非地为参考。

# MT-214

输入电流变成

$$I_N = \frac{V_N - V_{REF}}{R_N} \quad (7)$$

其中， $N$ 为输入数。结果输出变成

$$V_{REF} - V_{OUT} = \frac{R_{fb}}{R_1}(V_1 - V_{REF}) + (V_2 - V_{REF}) + \dots + \frac{R_{fb}}{R_N}(V_N - V_{REF})$$

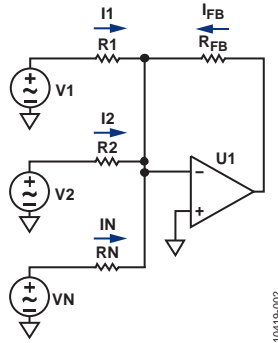


图1.

## 参考文献

Zumbahlen, Hank. *Linear Circuit Design Handbook*. Elsevier. 2008. ISBN: 978-7506-8703-4.

## 修订历史

2012年4月—修订版0：初始版