

图文并茂！镜像恒流源电路分析

在改进型差动放大器中，用恒流源取代射极电阻RE，既为差动放大电路设置了合适的静态工作电流，又大大增强了共模负反馈作用，使电路具有了更强的抑制共模信号的能力，且不需要很高的电源电压，所以，恒流源和差动放大电路简直是一对绝配！

恒流源既可以为放大电路提供合适的静态电流，也可以作为有源负载取代高阻值的电阻，从而增大放大电路的电压放大倍数。这种用法在集成运放电路中有非常广泛的应用。本节将介绍常见的恒流源电路以及作为有源负载的应用，为后续内容的学习进行知识储备。

镜像恒流源电路

如图1所示为镜像恒流源电路，它由两只特性完全相同的管子VT0和VT1构成，由于VT0管的c、b极连接，因此 $U_{CE0}=U_{BE0}$ ，即VT0处于放大状态，集电极电流 $I_{C0}=\beta_0 \cdot I_{B0}$ 。另外，管子VT0和VT1的b-e分别连接，所以它们的基极电流 $I_{B0}=I_{B1}=I_B$ 。设电流放大系数 $\beta_0=\beta_1=\beta$ ，则两管集电极电流 $I_{C0}=I_{C1}=I_C=\beta \cdot I_B$ 。可见，由于电路的这种特殊接法，使两管集电极 I_{C1} 和 I_{C0} 呈镜像关系，故称此电

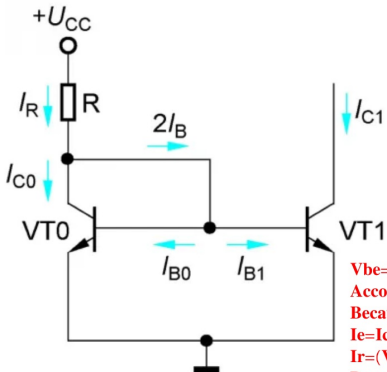


图1 镜像恒流源电路

Vbe=Vce, NPN works in amplifier mode, Ie=Ib+Ic
According to KCL, Ir=Ic0+2Ib
Because Ib is very little, so ignore it.
Ie=Ic && Ir=Ic0
Ir=(Vcc-Vce)/R=(Vcc-Vbe)/R=(Vcc-0.7)/R
Because VT0 & VT1 are same, so Ic1=Ic0=Ir

镜像恒流源电路简单，应用广泛。但是在电源电压一定时，若要求 I_{C1} 较大，则 I_R 势必增大，电阻 R 的功耗就增大，这是集成电路中应当避免的；若要求 I_{C1} 较小，则 I_R 势必也小，电阻 R 的数值就很大，这在集成电路中很难做到，为此，人们就想到用其他方法解决，这样就衍生出其他电流源电路。

比例恒流源电路

如图2所示为比例恒流源电路，它由两只特性完全相同的管子VT0和VT1构成，两管的发射极分别串入电阻 R_{e0} 和 R_{e1} 。比例恒流电路源改变了 $I_{C1}=I_R$ 的关系，使 I_{C1} 与 I_R 呈比例关系，从而克服了镜像恒流源电路的缺点。

与典型的静态工作点稳定电路一样， R_{e0} 和 R_{e1} 是电流负反馈电阻，因此与镜像恒流源电路相比，比例恒流源的输出电流 I_{C1} 具有更高的稳定性。

当 $R_{e0} = R_{e1}$ 时， I_{C1} 仍然等于 I_R ，但此电路的 I_R 由式（2-4）约定，比式（2-2）的 I_R 小，一般用于前置放大器的输入级。

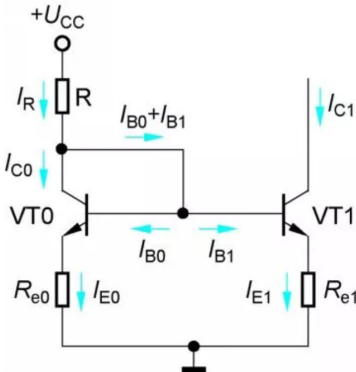


图2 比例恒流源电路

微变恒流源电路

由式（2-3）可知，若 R_{e0} 很小甚至为零，则 R_{e1} 只采用较小的电阻就能获得较小的输出电流，这种电路称为微变恒流源，如图3所示。集成运放输入级静态电流很小，往往只有几十微安，甚至更小，因此微变电流源主要应用于集成运放输入级的有源负载。

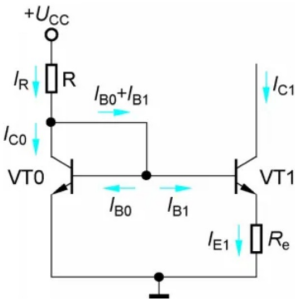


图3 微变恒流源电路

多路恒流源电路

集成运放是一个多级放大电路，因而需要多路恒流源电路分别给各级提供合适的静态电流。可以利用一个基准电流去获得多个不同的输出电流，以适应各级的需要。

图4所示电路是在比例恒流源基础上得到的多路恒流源电路， I_R 为基准电流， I_{C1} 、 I_{C2} 和 I_{C3} 为三路输出电流。由于各管的b-e间电压 U_{BE} 数值大致相等，因此可得近似关系

$$I_{E0}R_{e0}=I_{E1}R_{e1}=I_{E2}R_{e2}=I_{E3}R_{e3} \quad (2-6)$$

当 I_{E0} 确定后，各级只要选择合适的电阻，就可以得到所需的电流。

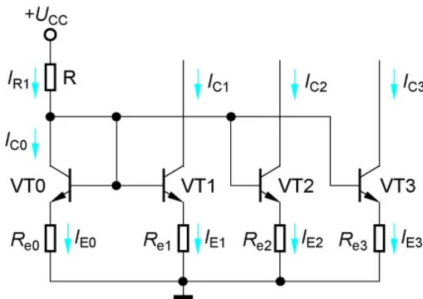


图4 多路恒流源电路