

4-20mA 电流信号转成 0-5V 或 0-10V 电压信号

解决方法:

1.采用专用的电流转电压芯片，或者隔离放大器（要求精度高，抗干扰时）

如：MAXIM MAX472

深圳顺源公司的ISO系列产品 <http://www.sun-yuan.com/>

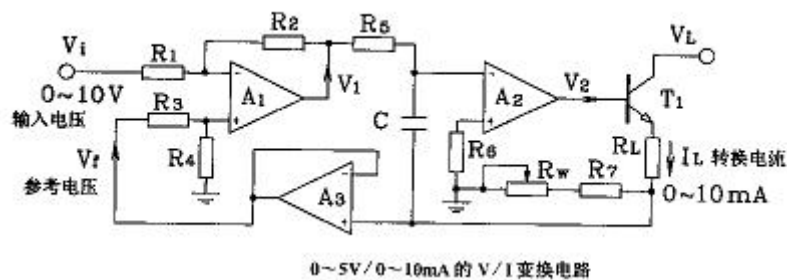
2.自己搭建电路,节省成本，但不推荐直接串联精密电阻的方式

用运放搭建电路就非常好

给个地址: <http://www.dzjs.net/html/zonghejishu/2007/0925/2621.html>

1、 0—5V/0—10mA 的 V/I 变换电路

图 1 是由运放和阻容等元件组成的 V/I 变换电路，能将 0—5V 的直流电压信号线性地转换成 0—10mA 的电流信号，A1 是比较器。A3 是电压跟随器，构成负反馈回路，输入电压 V_i 与反馈电压 V_f 比较，在比较器 A1 的输出端得到输出电压 V_L ，V1 控制运放 A1 的输出电压 V_2 ，从而改变晶体管 T1 的输出电流 I_L 而输出电流 I_L 又影响反馈电压 V_f ，达到跟踪输入电压 V_i 的目的。输出电流 I_L 的大小可通过下式计算： $I_L = V_f / (R_w + R_7)$ ，由于负反馈的作用使 $V_i = V_f$ ，因此 $I_L = V_i / (R_w + R_7)$ ，当 $R_w + R_7$ 取值为 $500\ \Omega$ 时，可实现 0—5V/0—10mA 的 V/I 转换，如果所选用器件的性能参数比较稳定，运放 A1、A2 的放大倍数较大，那么这种电路的转换精度，一般能够达到较高的要求。



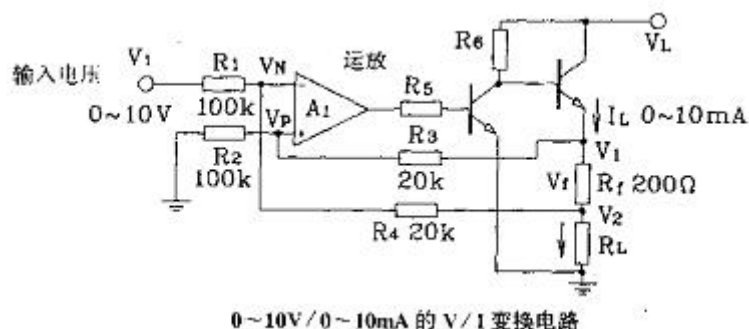
2、 0—10V/0—10mA 的 V/I 变换电路

图 2 中 V_f 是输出电流 I_L 流过电阻 R_f 产生的反馈电压，即 V_1 与 V_2 两点之间的电压差，此信号经电阻 R_3 、 R_4 加到运放 A_1 的两个输入端 V_p 与 V_n ，反馈电压 $V_f = V_1 - V_2$ ，对于运放 A_1 ，有 $V_N = V_p$ ； $V_p = V_1 / (R_2 + R_3) \times R_2$ ， $V_N = V_2 + (V_i - V_2) \times R_4 / (R_1 + R_4)$ ，所以 $V_1 / (R_2 + R_3) \times R_2 = V_2 + (V_i - V_2) \times R_4 / (R_1 + R_4)$ ，依据 $V_f = V_1 - V_2$ 及上式可推导出：

$$\frac{V_1 R_2}{R_2 + R_3} = \frac{V_i R_1}{R_1 + R_4} + \frac{V_i R_4 - V_f R_1}{R_1 + R_4}$$

若式中 $R_1 = R_2 = 100k\Omega$ ， $R_1 = R_4 = 20k\Omega$ ，则有： $V_f \times R_1 = V_i \times R_4$ ，

得出： $V_f = R_4 / R_1 \times V_i = 1/5 V_i$ ，如果忽略流过反馈回路 R_3 、 R_4 的电流，则有： $I_L = V_f / R_f = V_i / 5 R_f$ ，由此可以看出．当运放的开环增益足够大时，输出电流 I_L 与输入电压 V_i 满足线性关系，而且关系式中只与反馈电阻 R_f 的阻值有关．显然，当 $R_f = 200\Omega$ 时，此电路能实现 0—10v/0—10mA 的 V/I 变换。



3、 1—5V/4—20mA 的 V/I 变换电路

在图 3 中．输入电压 V_i 是叠加在基准电压 V_B ($V_B = 10V$) 上，从运放 A_1 的反向输入 V_N 端输入的，晶

体管 T1、T2 组成复合管，作为射极跟踪器，起到降低 T1 基极电流的作用(即忽略反馈电流 I2)，使得 $I_L \approx I_1$ ，而运放 A1 满足 $V_N \approx V_P$ ，如果电路图中 $R_1=R_2=R$ ， $R_4=R_5=kR$ ，则有如下表达式：

$$V_N = V_P = V_B + \frac{24 - V_B}{R_2 + R_4} \times R_2 = \frac{24 + kV_B}{1 + k} \tag{①}$$

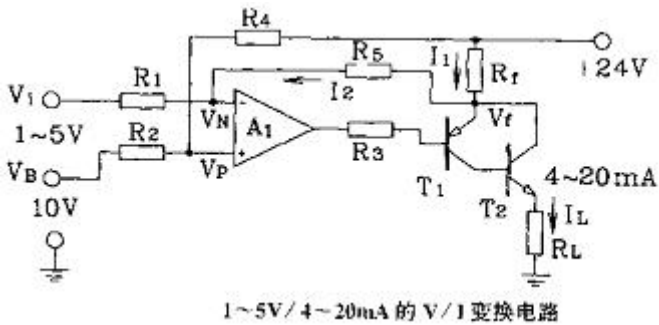
$$\text{反馈电流 } I_2 = \frac{V_N - V_i - V_B}{R_1} = \frac{V_i - V_N}{R_5} \tag{②}$$

$$\text{电流 } I_1 = \frac{24 - V_i}{R_f} \tag{③}$$

由式①②③可推出：

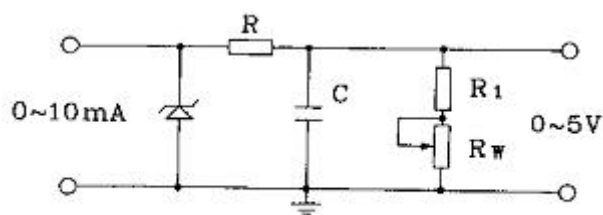
$$I_1 = \frac{kV_i}{R_f}, I_2 = \frac{24 - V_B - (1 + k)V_i}{(1 + k)R}$$

若 $R_f=62.5\ \Omega$ ， $k=0.25$ ， $V_i=1\sim5\text{V}$ ，则 $I_1=4\sim20\text{mA}$ ，而实际变换电流 I_L 比 I_1 小，相差 I_2 ($I_L=I_1-I_2$)， I_2 是一个随输入电压 V_i 变化的变量，输入电压最小时 ($V_i=1\text{V}$)，误差最大，在实际应用中，为了使误差降到最小，一般 R_1 ， R_2 ， R_f 的阻值分别选取 $40.25\text{k}\ \Omega$ ， $40\text{k}\ \Omega$ ， $62.5\ \Omega$ 。



4、 0—10mA/0—5V 的 I/V 变换电路

在实际应用中，对于不存在共模干扰的电流输入信号，可以直接利用一个精密的线绕电阻，实现电流/电压的变换，如图 4，若精密电阻 $R_1+R_w=500\ \Omega$ ，可实现 $0\sim10\text{mA}/0\sim5\text{V}$ 的 I/V 变换，若精密电阻 $R_1+R_w=250\ \Omega$ ，可实现 $4\sim20\text{mA}/1\sim5\text{V}$ 的 I/V 变换。图中 R,C 组成低通滤波器，抑制高频干扰， R_w 用于调整输出的电压范围，电流输入端加一稳压二极管。

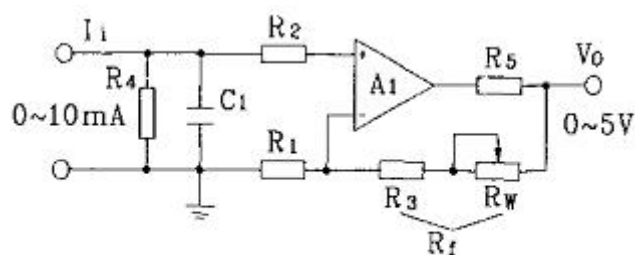


0~10mA/ 0~5V 的 I/V 变换电路

对于存在共模干扰的电流输入信号，可采用隔离变压器耦合方式，实现 0-10mA/0-5V 的 I/V 变换，一般变压器输出端的负载能力较低，在实际应用中还应在输出端接一个电压跟随器作为缓冲器，以提高驱动能力。

5、 由运放组成的 0—10mA/0—5V 的 I/V 变换电路

在图 5 中，运放 A1 的放大倍数为 $A = (R_1 + R_f) / R_1$ ，若 $R_1 = 100k\Omega$ ， $R_f = 150k\Omega$ ，则 $A = 2.5$ ；若 $R_4 = 200\Omega$ ，对于 0—10mA 的电流输入信号，将在 R_4 上产生 0—2V 的电压信号，由 $A = 2.5$ 可知，0—10mA 的输入电流对应 0—5V 的输出电压信号。



0~10mA/ 0~5V 的 I/V 变换电路

图中电流输入信号 I_i 是从运放 A1 的同相输入端输入的，因此要求选用具有较高共模抑制比的运算放大器，例如，OP-07、OP-27 等。

6、 4—20mA/0—5V 的 I/V 变换电路

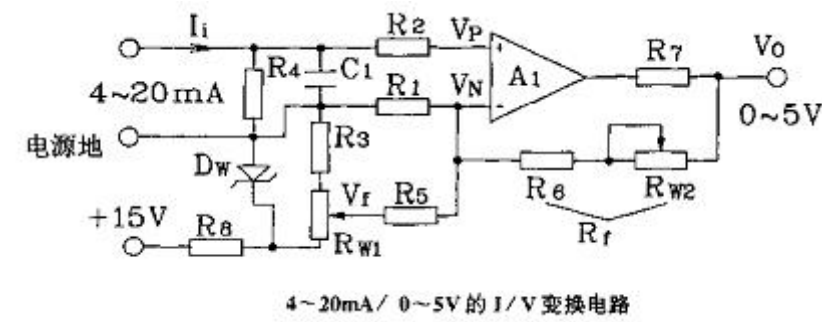
经对图 6 电路分析，可知流过反馈电阻 R_f 的电流为 $(V_o - V_N) / R_f$ 与 $V_N / R_1 + (V_N - V_f) / R_5$ 相等，由此，可推出输出电压 V_o 的表达式：

$V_o = (1 + R_f / R_1 + R_f / R_5) \times V_N - (R_4 / R_5) \times V_f$ 。由于 $V_N \approx V_p = I_i \times R_4$ ，上式中的 V_N 即可用 $I_i \times R_4$ 替换，若 $R_4 = 200\Omega$ ， $R_1 = 18k\Omega$ ， $R_f = 7.14k\Omega$ ， $R_5 = 43k\Omega$ ，并调整 $V_f \approx 7.53V$ ，输出电压 V_o 的表达式

可写成如下的形式：

$$V_o = I_i \times \left(1 + \frac{7.14}{18} + \frac{7.14}{43} \times 0.2 - 7.53 \times \frac{7.14}{43} \right) = I_i \times 0.313 - 1.250$$

当输入 4—20mA 电流信号时，对应输出 0—5V 的电压信号。



原则

- 1、电流信号转成电压信号，或电压信号转成电流信号，实质就是信号传输中的阻抗变换问题；
- 2、信号传输阻抗匹配，就是满足信号源输出最大信号能量的条件；
- 3、信号传输阻抗匹配，就是信号传输能流最大、衰减最小、畅通无阻、失真变形最小；
- 4、电流信号转成电压信号，就是低阻抗传输转换为高阻抗传输；
- 5、这种阻抗变换，一定要通过阻抗变换设备、阻抗变换电路来实现；
- 6、常用阻抗变换的设备有阻抗变换变压器，例如音响系统的输入输出变压器；
- 7、常用阻抗变换电路，如射极输出电路，在模拟电子电路中经常用作输出级、输入级、中间转换级等；
- 8、超高频闭路电视系统，信号分流用的三通、四通分配器，就是信号匹配阻抗转换器，通过它实现闭路电视系统的阻抗匹配，否则信号将受阻传不出去，或信号失真变形；
- 9、4-20mA 电流信号转成 0-5V 或 0-10V 电压信号，用什么样的阻抗变换电路、设备，关键看信号的性质，是高频还是低频，是交流还是直流；

10、这种在电流信号回路中串入电阻的方法，是错误的，不可取的，是懂信号传输匹配意义的做法；