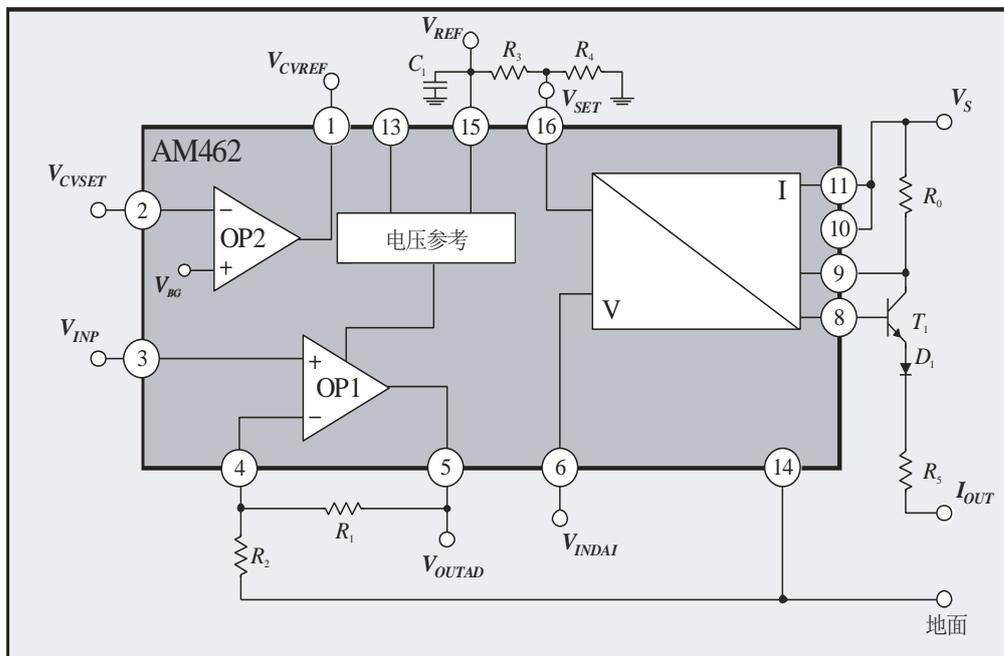


# 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出 AM461/462

经常有一些传感器的输出信号是非工业标准输出以及在信号处理中经常碰到有非标准的电压输出信号，比如 1.0-4.0V，1.0-2.0V，2.5-3.5V 等等。要将这些非标准的电压信号转换成工业标准的电压（0-5/10V）或者电流信号（0/4-20mA），采用目前市场上提供的一些标准化电压电流转换芯片是无法直接处理这些非标准电压信号的。利用德国 AMG 公司设计生产的专用电压信号变送集成电路 AM461 和 AM462，可以将这种非标准电压信号转换成标准的电压或者电流信号输出。所谓的非标准电压信号通常是零点电压信号不为零，并且最大和最小信号的倍数小于 5 ( $V_{inmax}/V_{inmin} < 5$ )。通过单端接地电压信号放大变送集成电路 AM461 和 AM462 中的前置运放 OP1 和输出电压可调的恒压源 OP2（0-1.27V 或者 1.27-10V 电压输出可调）可使输入信号为非标准的对地电压信号 ( $V_{inmax}/V_{inmin} < 5$ ) 转换为工业标准的 0-5/10V 电压输出或者 4-20mA 电流输出（二线或三线制）。

集成电路 AM462 是由几个功能模块和少量的必要的外接元件组成，如 OP1，OP2，V/I 转换，电压/电流源，可以输出 0/4-20mA，见下图。



AM462 集成电路方框图

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址：上海市金都路 3000 号 1422 室

邮编：201108

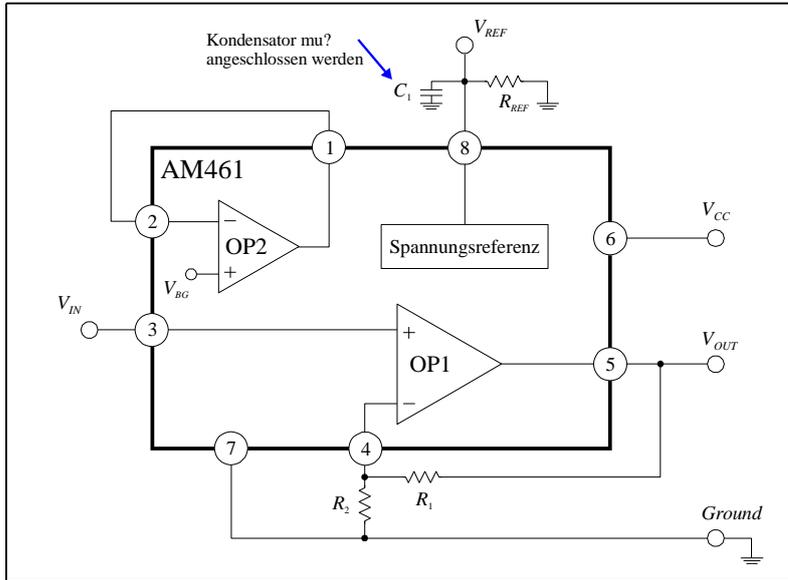
电话/传真：021-22816948/33586462

网址：www.sym-china.cn

E-Mail: zzhijun@126.com

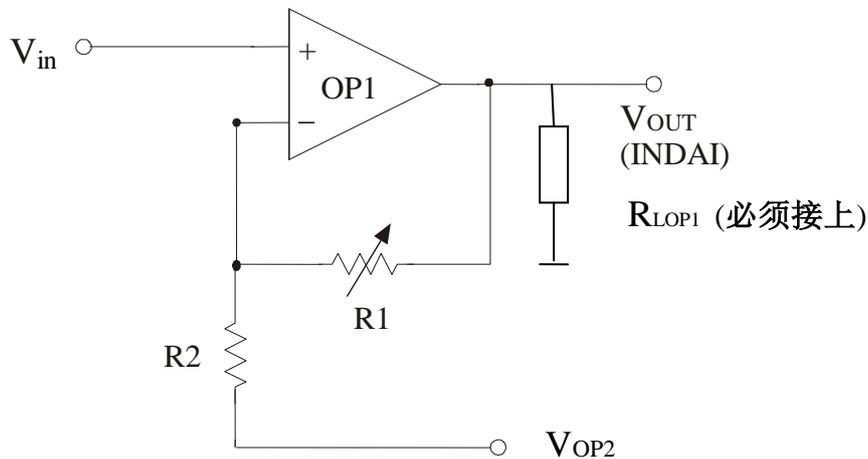
# 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出 AM461/462

AM461 是具有多种保护功能的电压信号放大变送的集成电路，是由多个标准功能块组成如 OP1，OP2，电压/电流源，可以输出 0-5/10V，见下图。



AM461 集成电路方框图

利用 AM461/462 上的运放 OP1 和下图的连接，可以得到下面的公式：



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\max V_{OUT} - \min V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{\max V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1, \text{ 假定 } OP1 \text{ 输出 } \min V_{OUT} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{V_{OP2} - V_{in \min}}{R_2} = \frac{V_{in \min} - \min V_{out}}{R_1} = \frac{V_{in \min}}{R_1} \text{ 此时输入 } V_{in \min}, \text{ 输出 } \min V_{out} = 0 \quad (2)$$

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址：上海市金都路 3000 号 1422 室

邮编：201108

电话/传真：021-22816948/33586462

网址：www.sym-china.cn

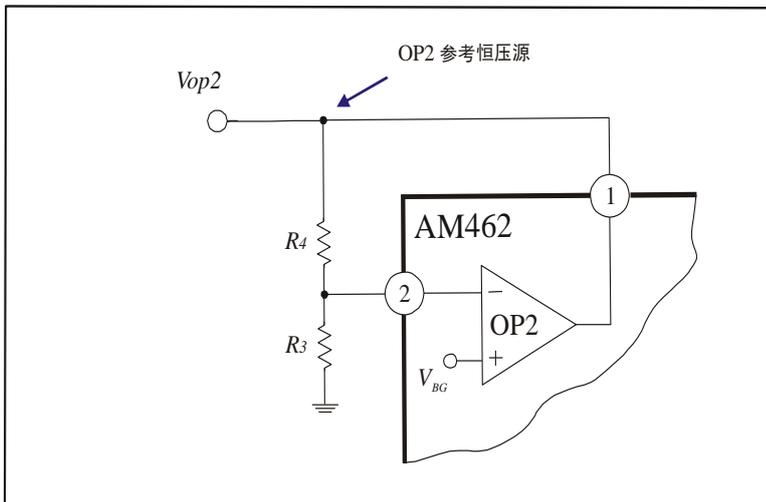
E-Mail: zzhijun@126.com

# 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出 AM461/462

当 OP1 的非零的对地电压信号  $V_{inmin}$  输入时，通过提高电阻 R2 的对地电位  $V_{OP2}$ ，可使 OP1 输出电压接近为零  $\min V_{OUT} = 0$ ，从而使得非标准的输入电压在 OP1 的输出端转化为 0 -  $\max V_{OUT}$ 。当然 OP1 的输出端对地必须始终有一个负载电阻  $R_{Lop1}$  连接，以保证零点电压的输出。负载电阻  $R_{Lop1}$  取值为 5k $\Omega$  或 10k $\Omega$ ，它的大小与最小零点电压大小有关。

提高电阻 R2 的对地端的电位  $V_{OP2}$  可以通过可调恒压源 OP2 的电路得到。可调恒压源 OP2 的电压范围有二个，0-1.27V 和 1.27-10V：

1)  $V_{OP2}$  输出电压 1.27V----10V 可调



按照上图连接，OP2 的输出可调电压范围是 1.27-10V。根据运放特性可以计算出管脚 1 的输出电压  $V_{OP2}$  为：

$$V_{OP2} = V_{BG} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.27V \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) \quad (3)$$

2)  $V_{OP2}$  输出电压 0-----1.27V 可调

将电阻 R3 原接地端接到参考电压  $V_{REF}5V$  上，可得  $V_{OP2}$ ，这时可调范围是 0-1.27V（如下图）。

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址：上海市金都路 3000 号 1422 室

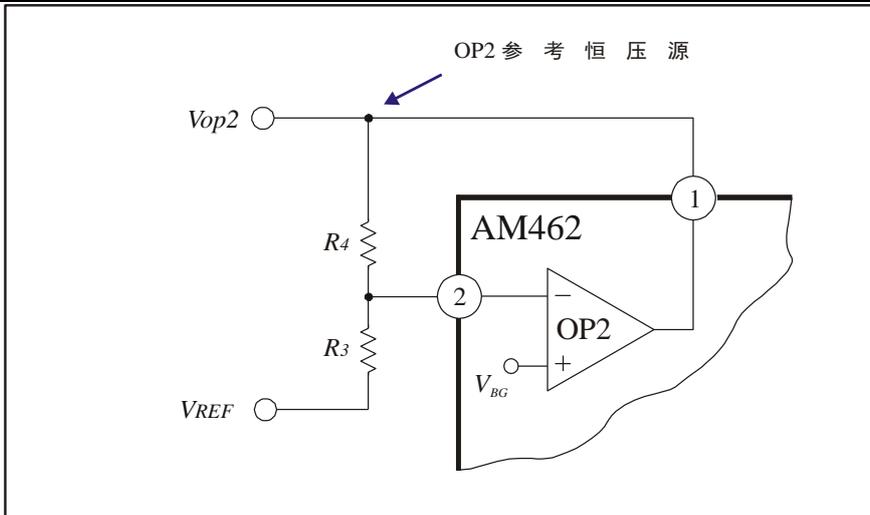
邮编：201108

电话/传真：021-22816948/33586462

网址：www.sym-china.cn

E-Mail: zzhijun@126.com

# 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出 AM461/462



$$\frac{R_3}{R_4} = (V_{REF} - V_{BG}) / (V_{BG} - V_{OP2}) \quad (\text{其中 } V_{REF} = 5V, V_{BG} = 1.27V)$$

$$V_{OP2} = \frac{V_{BG}(R_3 + R_4) - R_4 V_{REF}}{R_3} \quad (3')$$

根据输入电压的范围计算出应该调整  $V_{OP2}$  的输出电压值，连接 OP2 的对应的可调电压范围的电路。当输入电压为  $V_{inmin}$  时，调整其中一个电阻值使得 OP2 的输出电压  $V_{OP2}$  正好让 OP1 的输出  $\min V_{OUT}$  为零（大于等于零）。根据公式 2 可知：

$$\frac{V_{OP2} - V_{in \min}}{R_2} = \frac{V_{in \min} - \min V_{out}}{R_1} = \frac{V_{in \min}}{R_1} \quad \text{此时 } \min V_{out} = 0$$

得到：

$$V_{OP2} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot V_{in \min}}{R_1} \quad (4)$$

条件： $R_1 + R_2 = 20 \dots 200k\Omega$  和  $R_3 + R_4 = 20 \dots 200k\Omega$ ， $V_{REF} = 5V$  和  $V_{BG} = 1.27V$

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址：上海市金都路 3000 号 1422 室

邮编：201108

电话/传真：021-22816948/33586462

网址：www.sym-china.cn

E-Mail: zzhijun@126.com

## 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出

AM461/462

举例:

1) 输入 1.0-4.0V, 输出 0-4.0V

代入 (1) 式:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\max V_{OUT} - \min V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{\max V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{4 - 0}{4 - 1} - 1 = \frac{4}{3} - 1 = \frac{1}{3}$$

取  $R_2=60\text{k}\Omega$ ,  $R_1=20\text{k}\Omega$

由公式 (4),

$$V_{OP2} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot V_{in \min}}{R_1} = \frac{(20 + 60) \cdot 1}{20} = 4V$$

由公式 (3),

$$V_{OP2} = V_{BG} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.27V \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 4V$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{4}{1.27} - 1 = 2.14960$$

取  $R_4=30 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=13.956\text{k}\Omega$

2) 输入 1.0-2.0V, 输出 0-3.0V

$$\text{代入 (1) 式: } \frac{R_1}{R_2} = \frac{\max V_{OUT} - \min V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{\max V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{3 - 0}{2 - 1} - 1 = \frac{3}{1} - 1 = 2$$

取  $R_2=50\text{k}\Omega$ ,  $R_1=100\text{k}\Omega$

由公式 (4),

$$V_{OP2} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot V_{in \min}}{R_1} = \frac{(100 + 50) \cdot 1}{100} = \frac{3}{2}V = 1.5V$$

由公式 (3),

$$V_{OP2} = V_{BG} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.27V \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.5V$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{1.5}{1.27} - 1 = 0.18110$$

取  $R_4=20 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=110.434\text{k}\Omega$

3) 输入 2.5-3.5V, 输出 0-3V

---

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址: 上海市金都路 3000 号 1422 室

邮编: 201108

电话/传真: 021-22816948/33586462

网址: www.sym-china.cn

E-Mail: zzhijun@126.com

## 非标准对地电压信号 ( $V_{INMAX}/V_{INMIN} < 5$ ) 转换为工业标准的 4-20mA/0-10V 输出

AM461/462

代入 (1) 式:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\max V_{OUT} - \min V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{\max V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{3-0}{3.5-2.5} - 1 = \frac{3}{1} - 1 = 2$$

取  $R_2=50\text{k}\Omega$ ,  $R_1=100\text{k}\Omega$

由公式 (4),

$$V_{OP2} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot V_{in \min}}{R_1} = \frac{(100 + 50) \cdot 2.5}{100} = 3.75\text{V}$$

由公式 (3),

$$V_{OP2} = V_{BG} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.27\text{V} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 3.75\text{V}$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{3.75}{1.27} - 1 = 1.9527559$$

取  $R_4=50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=25.605\text{k}\Omega$

4) 输入 2.5-3.5V, 输出 0-10V

代入 (1) 式:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\max V_{OUT} - \min V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{\max V_{OUT}}{V_{in \max} - V_{in \min}} - 1 = \frac{10-0}{3.5-2.5} - 1 = \frac{10}{1} - 1 = 9$$

取  $R_2=10\text{k}\Omega$ ,  $R_1=90\text{k}\Omega$

由公式 (4),

$$V_{OP2} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot V_{in \min}}{R_1} = \frac{(90 + 10) \cdot 2.5}{90} = 2.7777\text{V}$$

由公式 (3),

$$V_{OP2} = V_{BG} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 1.27\text{V} \left( 1 + \frac{R_4}{R_3} \right) = 2.7777\text{V}$$

$$\frac{R_4}{R_3} = \frac{2.7777}{1.27} - 1 = 1.1871653$$

取  $R_4=50 \text{ k}\Omega$ ,  $R_3=42.117\text{k}\Omega$

结束语:

通过 OP1 的电压转换在 OP1 的输出电压范围满足零点为零以及  $V_{inmax} / V_{inmin} > 5$ , 经过再一次放大或者调整, 使得最后电压输出级的电压为 0-5/10V 或者电流为 0/4-20mA。

## 上海芸圣微电子有限公司

通讯地址: 上海市金都路 3000 号 1422 室

邮编: 201108

电话/传真: 021-22816948/33586462

网址: www.sym-china.cn

E-Mail: zzhijun@126.com