

特点

- 宽的工作电压范围: **6...35V**
- 宽的工作温度范围: **-40°C...+85°C**
- 可调的高度稳定的参考电压源: **4.5V 至 10V**
- 高精度的前置运算放大器 (输入信号范围大)
- 附加的电压和电流源
- 增益系数可调和偏置可调
- 二线方式输出: **4...20mA**
- 三线方式输出: **0/4...20mA**
- 输出电流范围可调
- 内置极性保护
- 过载时输出电流自动切断 (可选择)
- 芯片温度过高时自动切断输出电流

简要

AM442 是一个用于处理差分电桥信号的电压电流转换接口集成电路。它不仅能用于二线制方式输出 (4-20mA)，而且也能用于三线制方式输出 (0/4-20mA)。

AM442 是由以下几个部分组成: 一个用于差分信号放大的高精度前置放大器 (IA)，一个在 4.5V 至 10V 可调的高度稳定的电压源，可作为外接器件的激励电源; 一个由电压控制的电流输出级，用于电压信号转换成电流信号输出 (0/4-20mA, $12\pm 8\text{mA}$ 输出); 还有一个附加的可作为电压源或电流源的附加运算放大器，以适应工业上的不同需求。

应用范围

- 传感器信号处理
- 可调的电流源
- 电量变换电路
- 远距离传输

电路方框图

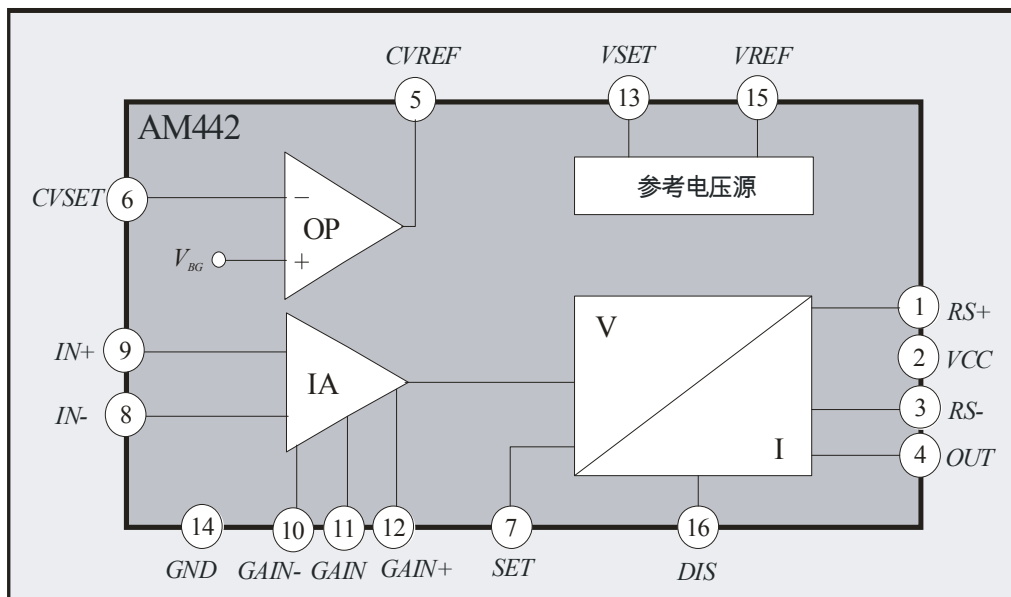


图 1

电路参数

$T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC}=24\text{V}$, $V_{REF}=5\text{V}$, $I_{REF}=1\text{mA}$ (除非另外注明)

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
工作电压范围	V_{CC}		6		35	V
静态电流	I_{CC}	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$, $I_{REF} = 0\text{mA}$			1.5	mA
温度特性						
可靠工作温度范围	T_{amb}		-40		85	$^{\circ}\text{C}$
储存温度范围	T_{st}		-55		125	$^{\circ}\text{C}$
最高冲击温度	T_J				150	$^{\circ}\text{C}$
热温度系数	Θ_{ja}	DIP 16 脚塑封		70		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
	Θ_{ja}	SO 16 脚塑封贴片		140		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
激励电压源						
电压	V_{REF}	V_{SET} 不接	4.75	5.00	5.25	V
	V_{REF}	$V_{SET} = GND$ (接地), $V_{CC} \geq 11\text{V}$	9.5	10.0	10.5	V
调节范围	V_{R10}		4.5		V_{R10}	V
电流	I_{REF}^*		0		10	mA
输出电压温度系数	dV_{REF}/dT	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$		± 90	± 140	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
输出电压稳定特性	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$		30	80	ppm/V
	dV_{REF}/dV	$V_{CC} = 6\text{V}\dots 35\text{V}$, $I_{REF} \approx 5\text{mA}$		60	150	ppm/V
输出电压电流稳定特性	dV_{REF}/dI			0.05	0.10	%/mA
	dV_{REF}/dI	$I_{REF} \approx 5\text{mA}$		0.06	0.15	%/mA
负载电容	C_L		1.9	2.2	5.0	μF
激励电流/电压源						
内置参考电压	V_{BG}		1.20	1.27	1.35	V
输出电压温度系数	dV_{BG}/dT	$T_{amb} = -40\dots+85^{\circ}\text{C}$		± 60	± 140	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
电流源 $I_{CV} = V_{BG} / R_{SET}$						
可调电流范围	I_{CV}^*		0		10	mA
电压输出	V_{CV}	$V_{CC} < 19\text{V}$		V_{BG}	$V_{CC} - 5$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$		V_{BG}	14	V
电压源: $V_{CV} = V_{BG} (R_{EXT1} + R_{EXT2}) / R_{EXT2}$						
可调电压范围	V_{CV}	$V_{CC} < 19\text{V}$	0.4		$V_{CC} - 5$	V
	V_{CV}	$V_{CC} \geq 19\text{V}$	0.4		14	V
电流输出	I_{CV}^*	输出			10	mA
	I_{CV}	进入			-100	μA
负载电容	C_L	输出状态	0	1	10	nF
调整级						
内置增益	G_{SET}			0.5		
输入电压	V_{SET}		0		1.15	V
输入失调电压	V_{OS}			± 0.5	± 1.5	mV
失调电压温度系数	dV_{OS}/dT			± 1.6	± 5	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
输入偏置电流	I_B			8	20	NA
偏置电流温度系数	dI_B/dT			7	18	PA/ $^{\circ}\text{C}$

* 在二线方式工作时最大输出电流 $I_{OUTmin} - I_{CC}$ 才是有效的

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
前置线性放大级						
可调增益系数	G_{IA}		1	5		
差分输入电压范围	V_{IN}	$SET = GND$ (接地)	0		$580/G_{IA}$	MV
共模输入电压范围	$CMIR$	$V_{CC} < 9V, I_{CV} < 2mA$	1.5		$V_{CC} - 3$	V
	$CMIR$	$V_{CC} \geq 9V, I_{CV} < 2mA$	1.5		6.0	V
共模抑制比	$CMRR$		80	90		DB
输出电压电流稳定特性	$PSRR$		80	90		DB
输入失调电压	V_{OS}			± 1	± 3	MV
失调电压温度系数	dV_{OS}/dT			± 5		$\mu V/^{\circ}C$
输入偏置电流	I_B			8	20	NA
偏置电流温度系数	dI_B/dT			6	15	PA/ $^{\circ}C$
输入失调电流	I_{OS}			0.2		NA
失调电压温度系数	dI_{OS}/dT			0.8		PA/ $^{\circ}C$
输出电压范围	V_{OUTFS}	$V_{OUTFS} = V_{GAIN+} - V_{GAIN-}$	400	500	580	MV
负载电容	C_L				250	PF
电压电流转换级						
内置增益系数	G_{VI}			1.00		
可调范围		通过 R_0 可调	0.75	1.00	1.25	
在 R_0 上的电压范围	V_{R0FS}		400	500	580	MV
输入失调电压	V_{OS}	$\beta_F \geq 100$		± 2	± 4	MV
失调电压温度系数	dV_{OS}/dT	$\beta_F \geq 100$		± 7	± 14	$\mu V/^{\circ}C$
输出失调电流	I_{OUTOS}	三线方式		-25	-35	μA
失调电流温度系数	dI_{OUTOS}/dT	三线方式		16	26	NA/ $^{\circ}C$
输出失调电流	I_{OUTOS}	二线方式		9.5	14	μA
失调电流温度系数	dI_{OUTOS}/dT	二线方式		6	8	NA/ $^{\circ}C$
输出控制电流	I_{OUTC}	二线方式, $V_{R0}/100mV$		6	8	μA
控制电流温度系数	dI_{OUTC}/dT	二线方式		-10	-15	NA/ $^{\circ}C$
输出电压范围	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} < 18V$	0		$V_{CC} - 6$	V
	V_{OUT}	$V_{OUT} = R_L I_{OUT}, V_{CC} \geq 18V$	0		12	V
输出电流范围	I_{OUTFS}	$I_{OUT} = V_{R0}/R_0$, 三线方式		20		MA
输出阻抗	R_{OUT}		0.5	1.0		M Ω
负载电容	C_L				500	NF
保护功能级						
在 R_0 上的电压限制值	V_{LIMRO}	$V_{R0} = V_{IN} G_{IA}, SET = GND$ (接地)	580	640	700	MV
关闭极限值	DIS	$DIS = V_{REF}, SET = GND$ (接地)		$V_{IN} G_{IA}$		MV
	V_{LIMRO}	$V_{IN} = 0, V_{R0} = V_{SET}/2$	580	635	690	MV
温度限制值	T_{LIMIT}		110	130	150	$^{\circ}C$
极性反向保护		Ground vs. V_S vs. I_{OUT}			35	V
极性反向电流		Ground = 35V, $V_S = I_{OUT} = 0$		4.5		MA
系统参数						
非线性		理想输入		0.05	0.15	%FS

FS (满量程): 4...20mA 在三线或二线方式工作时。

外接元件的取值范围

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输出检测电阻	R_0	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	20	25	29	Ω
	R_0	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 20$	$c \cdot 25$	$c \cdot 29$	Ω
稳定电阻	R_5	$I_{OUTFS} = 20\text{mA}$	35	40	45	Ω
	R_5	$c = 20\text{mA}/I_{OUTFS}$	$c \cdot 35$	$c \cdot 40$	$c \cdot 45$	Ω
负载电阻	R_L	极限值仅对三线方式而言	0		600	Ω
增益调整电阻	$R_1 + R_2$		25		50	$\text{k}\Omega$
偏置设定电阻	$R_3 + R_4$		20		200	$\text{k}\Omega$
V_{REF} 参考电压级外接电容	C_1		1.9	2.2	5.0	μF
输出级外接电容	C_2	仅在二线方式时需要	90	100	250	nF
二极管 D_1 的击穿电压	V_{BR}		35	50		V
三极管 T_1 的电流放大倍数	β_F		50	150		

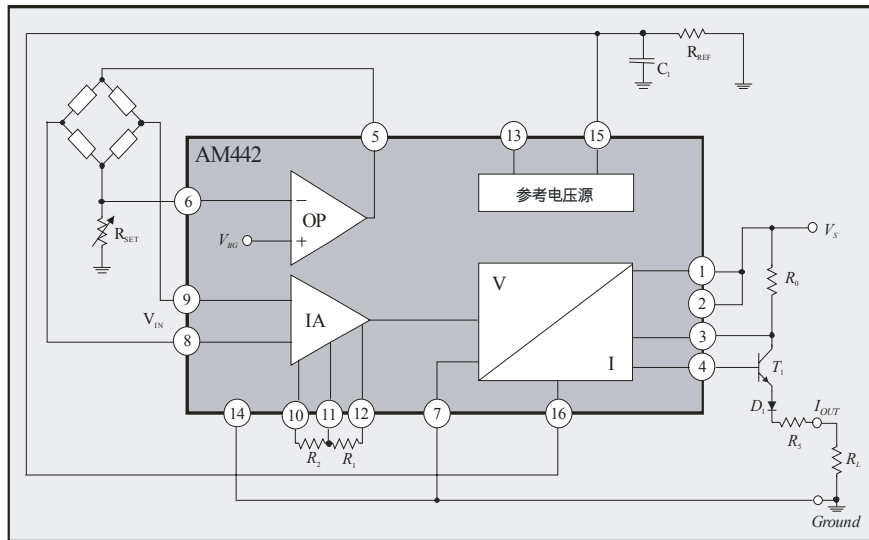


图 2 (三线方式输出)

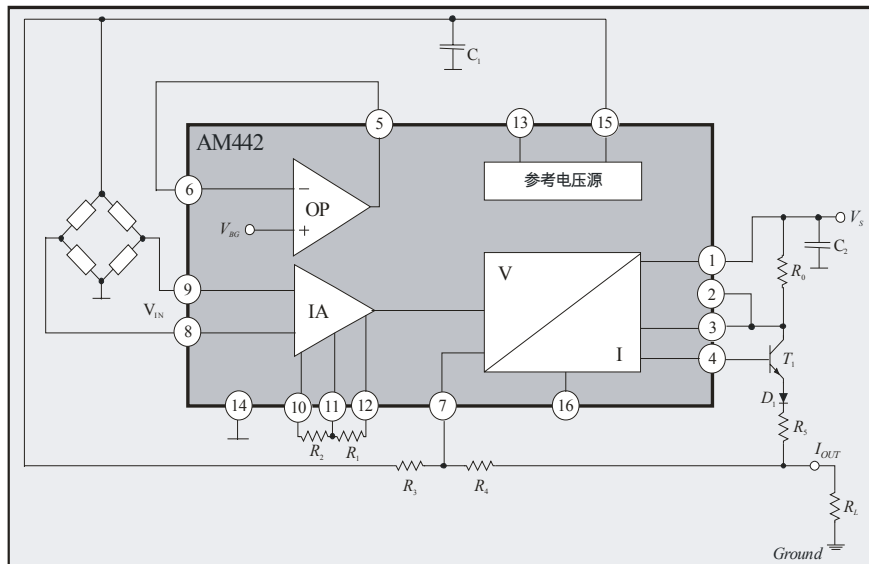


图 3 (二线方式输出)

工作原理图

AM442 是一个用于处理差分电桥信号的电压电流转换接口集成电路。通过少量外接元件就可以使输出电流在一个较大的范围内可调。除了外接电阻 R_0 到 R_5 和电容 C_1 (C_2) 之外, 要使电路正常工作还需要一个外接的三极管 T_1 和一个起保护作用的二极管 D_1 (见图 8、图 9)。外接的三极管降低了集成电路 AM442 的耗散功率。在选择二极管和三极管时要注意它们的耗散功率。典型的外接元件数值将在下面的例子中列出。

AM442 可以作为二线方式或者三线方式输出的电流接口电路。三线方式输出的工作原理见图 2。差分信号电压 V_{IN} (图 2) 是由可变电阻来实现的。外接的参考点 $Ground$ 是和管脚 (GND) 一致的, 此时的工作电压和电源电压是一样的 $V_{CC}=V_S$ 。二线方式输出的工作原理见

图 3。此时集成电路的管脚 14(GND)是接在电阻 R_5 负载电阻 R_L 之间。在这种情况下，集成电路工作电压 V_{CC} 和电源电压 V_S 的关系是：

$$V_{CC} = V_S - I_{OUT} \cdot R_L$$

AM442 是由 4 个基本单元组成的，如图 4 所示：

1. 一个高精度的前置放大器作为输入级。它有较强的增益调节范围，适合于不同的差分输入信号范围，可用于各种不同变化范围的传感器信号处理。增益系数的大小由外接的电阻 R_1 和 R_2 来决定。 R_1 和 R_2 必须按照表内所给的数值范围来选择，要注意输入信号的极性不能接反。
2. 一个由电压控制的电流输出端，借助内置的参考电压源，通过调节外接电阻 R_3 和 R_4 （见应用举例），即调节偏置电压，就可以调节输出电流的偏置电流 I_{set} 。输出电流 I_{OUT} 是通过集成电路管脚 4 (OUT) 控制的三极管 T_1 输出的。AM442 有一个特别的功能，是通过管脚 16 (DIS) 来实现的。如果管脚 DIS 与参考电压管脚 15 (VREF) 相连，那么在输入信号过载时，输出电流会自动切断。如果管脚 16 (DIS) 空着，那么输出电流不会因为输入信号过载而自动切断（见图 4）。

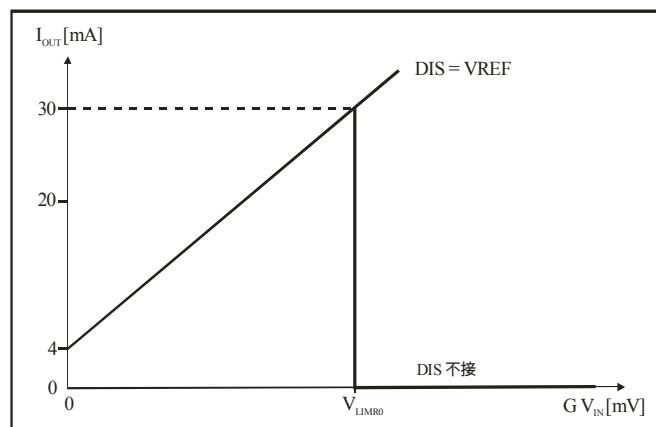


图 4

此外，AM442 还具有当芯片温度过高时，自动切断输出电流的功能。

3. 一个可调的参考电压源[管脚 13 (VSET) 空着 5V 或接地 (GND) 10V]可用作需要常数电压的传感器或其他外接电路的供电电源。通过一个外接的电压分配器就可有一个从 4.5V 到 10V 的任意一个数值的电压源供支配。如果参考电压源不被使用，电容 C_1 （陶瓷）也是需要的。
4. 一个附加的运算放大器可以作为电流源或者电压源来使用。

下面介绍调整 AM442 工作状态的具体方法：

首先，在输入信号 V_{IN} 为零时，调整输出电流的偏置电流 I_{SET} 。这里要注意的是电路参数表中给出的输入端的电位大小和输入信号范围大小。如果 $V_{IN}=0$ ，此时输出电流 I_{OUT} 由外接电阻 R_3 和 R_4 来调整。式子如下：

$$I_{OUT} = I_{SET}$$

$$I_{SET}(V_{IN} = 0) = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

输出电流的范围大小是由外接电阻 R_1 和 R_2 来调节。总的输出电流 I_{OUT} 和输入信号 V_{IN} 之间的关系是：

$$I_{OUT} = V_{IN} \frac{G_{IA}}{R_0} + I_{SET}$$

其中增益系数 $G_{IA} = 1 + R_1/R_2$ 。根据输入信号 V_{IN} 的大小和所需的最大输出电流 I_{OUTmax} 来确定增益 G_{IA} 的大小，然而调节 R_1 和 R_2 就可以了。

最小的工作电压 V_{CC} 与参考电压源 V_{REF} 的关系要满足下列式子：

$$V_{CC} \geq V_{REF} + 1V$$

电源电压 V_S 和集成电路的最小工作电压 $V_{CC(min)}$ 以及负载电阻 R_L 之间的关系必须满足下面的式子，整个电路才能正常工作：

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + V_{CCmin}$$

图 5 给出了电源电压 V_S 和负载电阻 R_L 之间的关系，阴影部分是可靠的工作范围。外接元件的数值大小和计算方法将在下面的应用例子中介绍。

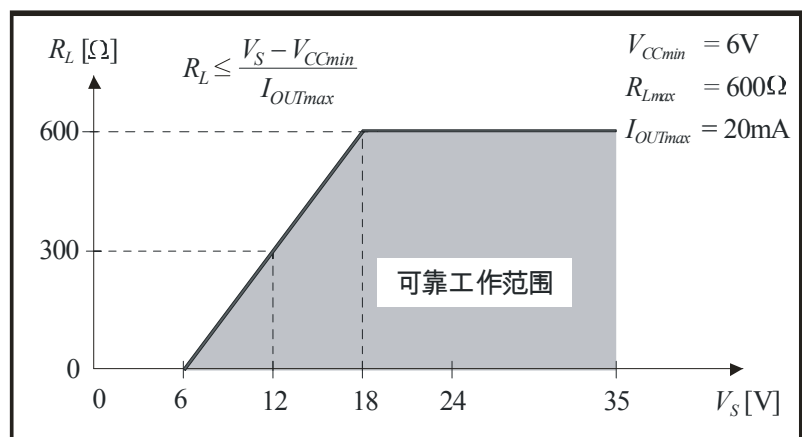


图 5

管脚示意图

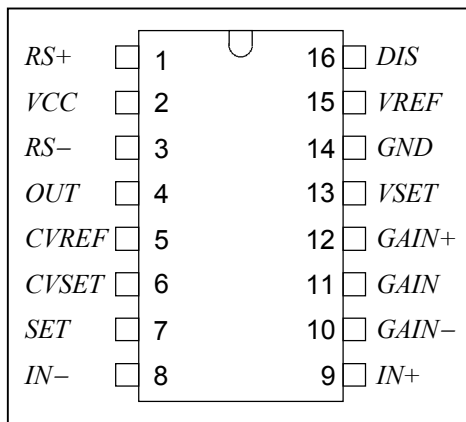


图 6

管脚	名称	简介
1	RS+	检测电阻+
2	VCC	工作电压
3	RS-	检测电阻-
4	OUT	输出
5	CVREF	电流电压源
6	CVSET	电流电压源调节
7	SET	输出偏置电流设定
8	IN-	反向信号输入
9	IN+	正向信号输入
10	GAIN-	增益调节
11	GAIN	增益调节
12	GAIN+	增益调节
13	VSET	参考电压选择
14	GND	IC 接地
15	VREF	参考电压源输出
16	DIS	输出级控制

封装外形

AM442 可以提供不同规格的封装外形:

- 16 脚 SMD 塑封贴片 SO 16 (n) , 最大耗散功率 $P_D=300\text{mW}$ 。(见图 7)
- 管芯片 Dice 在 5 英寸的绷膜上 (已切割)

SO 16 (n) 塑封贴片外形尺寸

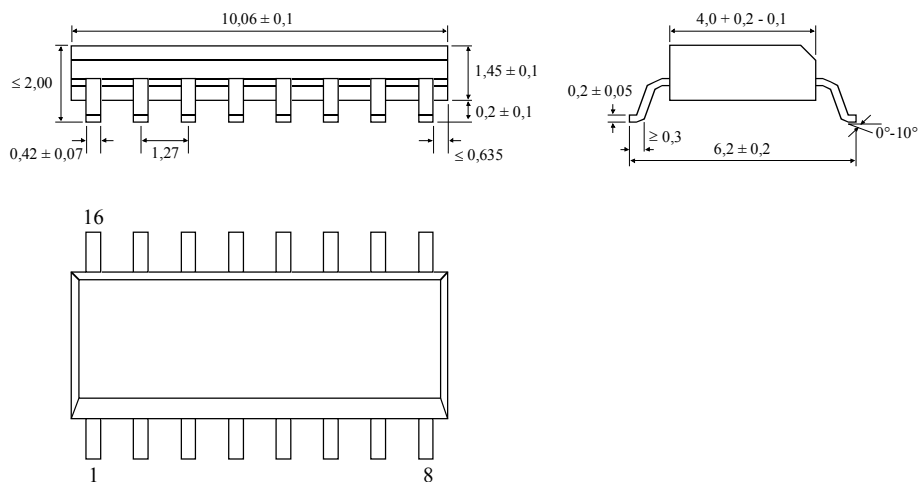


图 7

典型的三线方式输出应用(0-20mA)

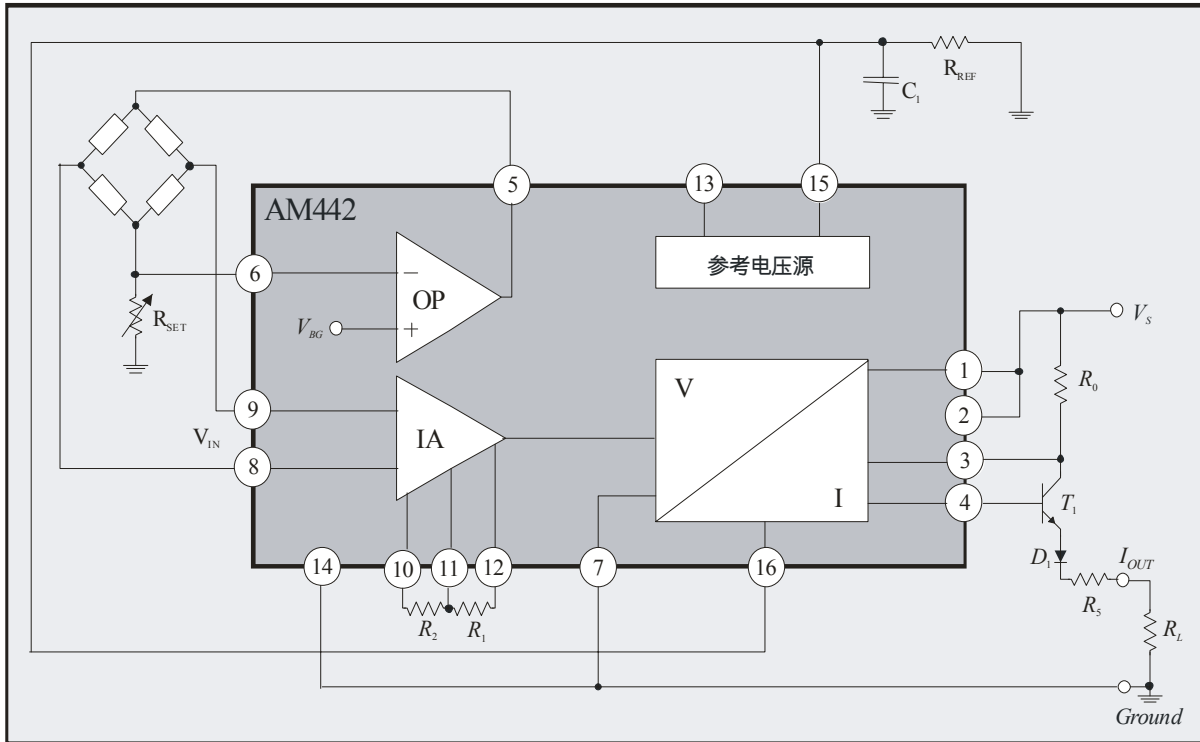


图 8

在三线方式输出时，管脚 2(VCC)与管脚 1(RS+)相连，管脚 14(GND)与接地 Ground 相连。在图 8 中的应用例子中，输出级是这样选择的，在输入信号过载时，输出级的输出电流会自动切断[选择管脚 16 (DIS) 与管脚 15 (VREF) 相连]。增益系数由外接电阻 R_1 和 R_2 调节，计算可得 R_1/R_2 为：

$$G_{IA} = 1 + R_1/R_2 \Rightarrow R_1/R_2 = G_{IA} - 1$$

在图 8 的应用例子中 (0-20mA)，偏置电流 I_{SET} 为零[管脚 7 (SET) 与管脚 14 (GND) 相接]。根据转换公式，输出电流 I_{OUT} 是：

$$I_{OUT} = V_{IN} G_{IA} / R_0 + I_{SET} = V_{IN} G_{IA} / R_0$$

电源电压 V_S 和集成电路的最小工作电压 $V_{CC(min)}$ (6V) 以及与负载电阻 R_L 之间的关系必须满足下面的式子，整个电流才能正常工作：

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + 6V$$

在图 8 的应用例子中，附加的运算放大器作为恒流源来使用。用于传感器的桥式电路中的恒流源电流 I_S 是通过外接电阻 R_{SET} 来确定的。式为：

$$I_S = \frac{V_{BG}}{R_{SET}} \quad (V_{BG} = 1.27V)$$

例子:输出电流范围 0-20mA (三线方式输出)

如果输入电压范围 $V_{IN} = 0...250mV$, $V_{REF} = 5V$, $G_{IA} = 2$ 算得的外接元件的数值是：

$$R_0 = 25\Omega \quad R_1 = 22k\Omega \quad R_2 = 22k\Omega \quad R_5 = 40\Omega \quad R_L = 0...600\Omega \quad C_1 = 2,2\mu F$$

典型的二线方式输出应用(4-20mA)

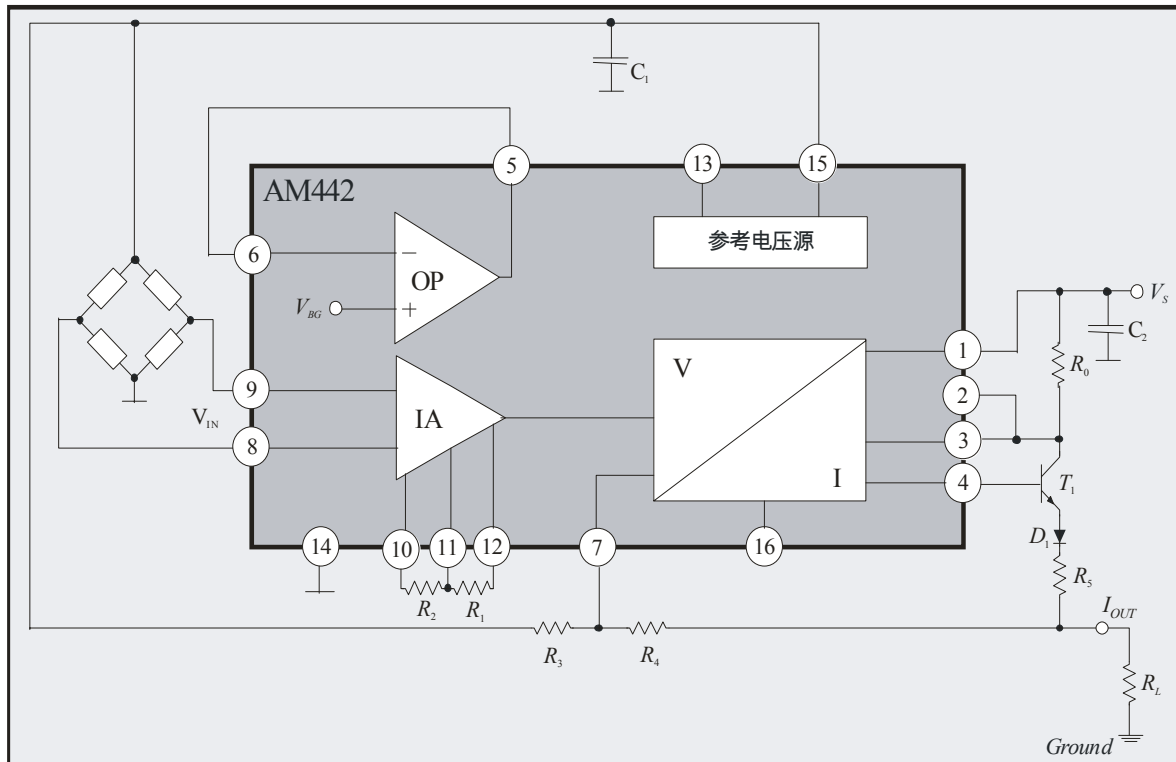


图 9

在二线方式输出时，管脚 2(VCC)与管脚 3(RS-)相连，管脚 14(GND，⊥内置虚地)与负载电阻 R_L 相连（图 9）。在图 9 的应用例子中，输出电流在输入信号过载时不会自动切断，因为管脚 16 (DIS) 选为空着不接。增益系数 G_{IA} 由外接电阻 R_1 和 R_2 调节，计算可得 R_1/R_2 的数值：

$$G_{IA} = 1 + R_1/R_2 \Rightarrow R_1/R_2 = G_{IA} - 1$$

根据转换公式，输出的电流 I_{OUT} 是：

$$I_{OUT} = V_{IN} G_{IA} / R_0 + I_{SET}$$

由外接电阻 R_3 和 R_4 决定的输出偏置电流 I_{SET} 是：

$$I_{SET} = \frac{V_{REF}}{2R_0} \cdot \frac{R_4}{R_3 + R_4} \Rightarrow \frac{R_3}{R_4} = \frac{V_{REF}}{2R_0 I_{SET}} - 1$$

电源电压 V_S 和集成电路的最小工作电压 $V_{CC(min)}$ (6V) 以及和负载电阻 R_L 之间的关系必须满足下面的式子，整个电路才能正常工作：

$$V_S \geq I_{OUTmax} R_L + 6V$$

例子:输出电流的范围 4...20mA (二线方式输出)

如果输入电压范围 $V_{IN} = 0...200mV$, $V_{REF} = 5V$, $G_{IA} = 2$ 算得的外接元件的数值是：

$R_0 = 25\Omega$	$R_1 = 22k\Omega$	$R_2 = 22k\Omega$	$R_3 = 100k\Omega$	$R_4 = 0...5k\Omega$
$R_5 = 40\Omega$	$R_L = 0...500\Omega$	$C_1 = 2,2\mu F$	$C_2 = 100nF$	

用于三线输出方式的线路图(0...20mA)

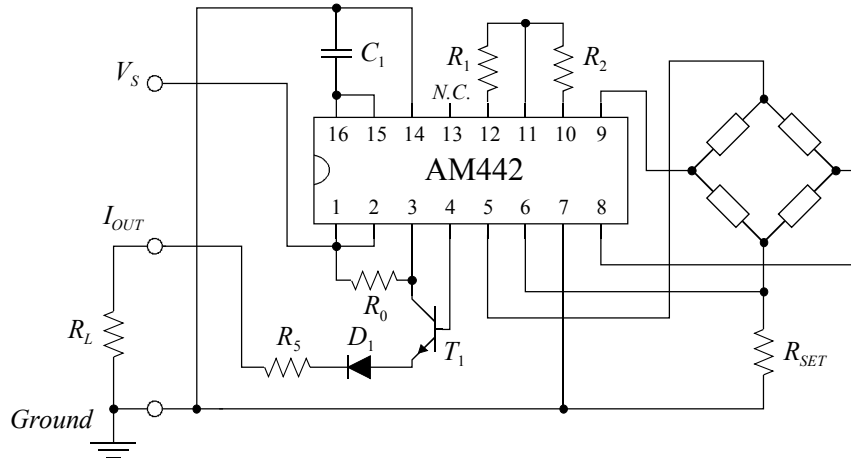


图 10

用于二线输出方式的线路图(4-20mA)

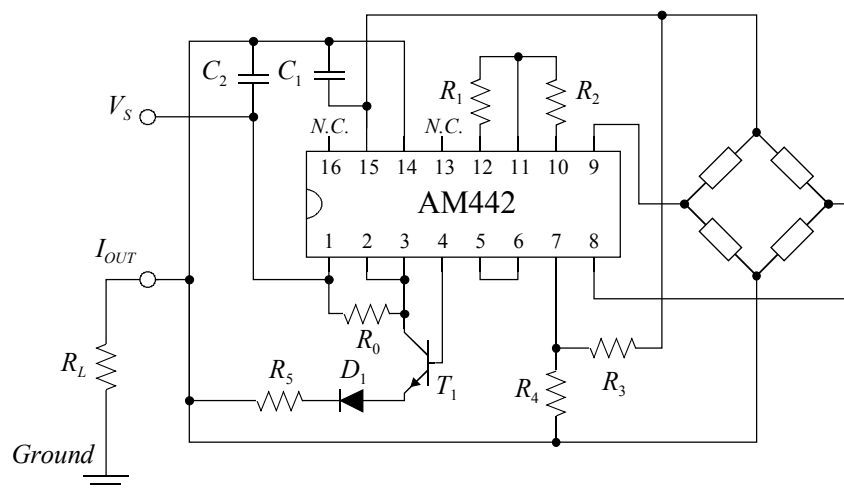


图10

以上资料仅供参考