

HJ417 精密比例电压仪表放大变送器

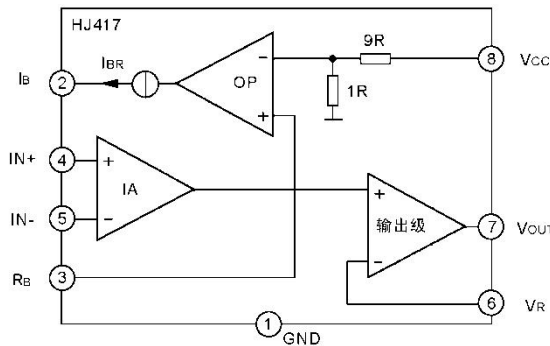
一、概述

HJ417 是一种用于处理电桥信号的比例电压变送集成电路，它的最大特点是输出信号能成比例的自动跟踪电源电压的变化，这一点对于公用一组电源的控制系统来说是非常必要的。器件内包括一个用于处理差分输入信号的高精度仪表放大器、一个用于激励传感器的比例输出电流源和一个具有保护功能的输出级。电路增益、失调电压和输出电压范围（最大 0.2~4.8V）可用外接电阻来调整。这种电路对于处理来自硅压力传感器或磁阻电桥的差分输出信号是十分理想的，也适合于电阻类温度传感器。可广泛应用于自动化控制、自动化工业仪表以及单片机或 A/D 转换器电路的前级仪表放大变送电路等。

主要特点有：

输出信号电压与电源电压成比例变化；	单电源工作 +5V±5%；
低的失调电压和低的失调电压温度漂移系数；	系数和失调电压可调；
开路集电极输出驱动 $I_{OUT}=10\text{ mA}$ ；	低噪声；
特别适用于硅压力传感器和磁阻电桥传感器。	

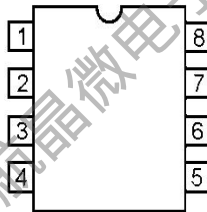
二、电原理图



三、封装形式及引出端功能

1. 封装形式

采用 D08S2 陶瓷全密封双列直插封装，外形尺寸见附录一图 1。



(顶视图)

2. 引出端功能

引脚号	符号	功能	引脚号	符号	功能
1	GND	地	5	IN-	仪表放大器反相输入端
2	I_B	比例输出电流源	6	V_R	驱动输出级增益调节端
3	R_B	比例电流源调节电阻	7	V_{OUT}	输出端
4	IN+	仪表放大器同相输入端	8	V_{CC}	正电源

四、绝对最大额定值

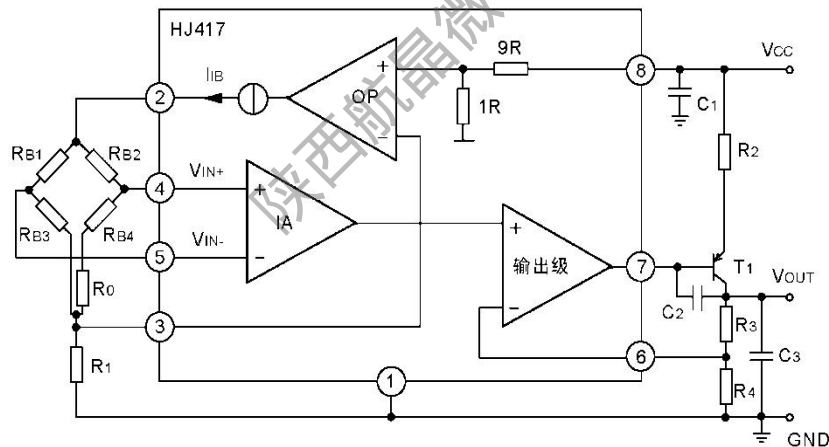
电源电压	6V	工作范围温度	-55℃~+125℃
贮存温度	-55℃~+125℃	引线耐焊接温度 (10s)	+300℃

五、电特性

除非另有说明, $V_{CC}=+5V$, $T_A=+25^\circ C$ 。

参数名称		符号	测试条件	规范值			单位
				最小值	典型值	最大值	
比例 电流 源	内设输入电压	V_{RB}	与 V_{CC} 成正比例变化		0.5		V
	输出电流精度	I_{IB}	与 V_{CC} 成正比例变化	0.98	1	1.02	mA
	输出电流范围	I_{IBR}		0.5		1.25	mA
	输出电压范围	V_{TB}		1.5		$V_{CC}-0.5$	V
仪表 放大 器	输入共模电压范围	V_{CMR}		1.3		$V_{CC}-2.2$	V
	输入差分电压范围	ΔV_{IN}		0		200	mV
	内置增益	G_{LA}		9.8	10	10.2	V/V
	输入失调电压	V_{OLA}		-3		+3	mV
	输出电压范围	V_{ALA}		0.05		$V_{CC}-2.0$	V
	共模抑制比	CMRR		80	90		dB
输出 级	可调增益	G_{OUT}		2		11	V/V
	输入电压范围	V_{VR}		0.05		$V_{CC}-2.5$	V
	输入失调电压	V_{OS}		-3		+3	mV
	输出电流	I_{VOUT}		65	150	350	μA
	输出电压范围	V_{OUT}	加外驱动	0.5		4.5	V
	输出电流	I_{OUT}	加外驱动		11		mA
静态电流		I_S	$V_{CC}=+5V, R_1=500\Omega$			7.6	mA

六、典型应用



外接元件的取值范围

参数名称	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
电流源调整电阻	R ₁		400		1000	Ω
限制输出电流的检测电阻	R ₂		0		50	Ω
增益调整电阻之和	R ₃ +R ₄	V _{out} =(R ₃ +R ₄)/R ₄ G _{LA}	0.41		2.1	kΩ
电源滤波电容	C ₁		100	330		nF
频率补偿电容（输出级）	C ₂	±10%	4.3	4.7	5.8	nF
负载电容（输出级）	C ₃	±10%	1.0		10.0	nF
输出驱动三极管 PNP	β _{T1}	BCW68H 或 BC557C 等	180			

七、应用说明

1. 最大输出电流计算

$$I_{OUT\max} = \frac{V_{THRESH} - V_{BE}(T_1)}{R_2} \approx \frac{380mV}{R_2} \quad (1)$$

如果不需要对输出电流进行限制，可以将三极管 T₁ 的发射极直接联接到电源电压管脚 V_{CC} 上 (R₂=0)。一个恰当的三极管 T₁ (V_{BE} 温度漂移 -2mV/°C 典型值) 和集成电路 HJ417 的热接触可以降低总的输出电流 I_{OUT} 的温度漂移，同时也提高了电路的电流限制能力。

2. 系统输出级没有极性保护（反接保护）。对于电源电压 V_{CC} 与地的极性保护可以用一个简单的附加电路来实现。

3. 输出电压满度调准

输出电压的满度值可以通过输出级的放大倍数 G_{OUT} 调准：

$$G_{OUT} = \frac{V_{SPAN}}{V_{OUTME} \cdot G_{IA}} \quad (2)$$

式中：V_{SPAN} = V_{OUT max} - V_{OUT min}，

V_{OUTME} = V_{OUTME+} - V_{OUTME-}，传感器桥输出电压，

G_{IA}——仪表放大器增益，

G_{OUT}=(R₃+R₄)/R₄，通过改变 R₃、R₄ 电阻值调节输出放大倍数。

4. 输出电压零点调准

像经常使用的硅压阻传感器一样，由于传感器和电路的零点失调电压的存在，电桥信号放大变送电路必须对输出电压的零点值 (V_{OUTmin}) 进行调准，以达到所希望的精度。在电桥中串入一个调准电阻 R_O，通过此调准电阻使传感器的输出即仪表放大器的输入信号为 ΔV_{IN}，并使系统输出电压为 V_{OUTmin}，比如为 0.5V。在电阻 R_O 上的电压降 V_{RO} 为：

$$V_{RO} = \left[\Delta V_{IN} - V_{BR} \left(\frac{R_{B4}}{R_{B3} + R_{B4}} - \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \right) \right] / \left(1 - \frac{R_{B3}}{R_{B3} + R_{B4}} \right) \quad (3)$$

这里 V_{BR} 是传感器供电两端的电压降，R_{BR} 是传感器的电桥电阻，R_{B1,2,3,4} 分别为电桥内四个电阻的阻值。假定四个电阻的阻值近似相等，得到近似公式：

$$V_{RO} = 2 \Delta V_{IN} \quad (4)$$

ΔV_{IN} 是仪表放大器的输入信号，如果没有失调电压存在，那么：

$$\Delta V_{IN} = \frac{V_{OUT\min}}{G_{SYSTEM}} = \frac{V_{OUT\min}}{G_{IA} \cdot G_{OUT}} \quad (5)$$

考虑到传感器的失调电压 V_{OSME} 和集成电路的失调电压 V_{OSIC} ($V_{OSIC} = V_{OSIA} + 0.1V_{OSOUT}$ ，这里 V_{OSIA} 是仪表放大器的失调电压， V_{OSOUT} 是输出级失调电压)，要调准的电压为：

$$\Delta V_{IN}' = \Delta V_{IN} - V_{OSIC} - V_{OSME} \quad (6)$$

由公式⑤和⑥得到：

$$\Delta V_{IN}' = \frac{V_{OUT\min}}{G_{IA} \cdot G_{OUT}} - V_{OSIC} - V_{OSME} \quad (7)$$

由公式④和⑦得到要输出校准电压 $V_{OUT\min}$ 所必须调准的在 R_O 上的电压降为：

$$V_{RO} = 2 \cdot \left[\frac{V_{OUT\min}}{G_{IA} \cdot G_{OUT}} - V_{OSIC} - V_{OSME} \right] \quad (8)$$

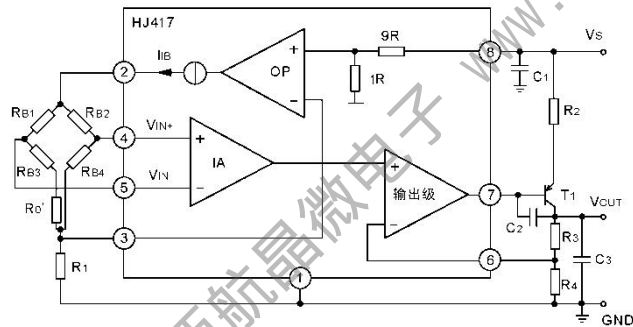
因为传感器的失调电压与它的输出信号相比小很多 ($V_{OSME} < 10V_{OUTME}$)，在精度足够的条件下，电阻 R_O 可由下式得出：

$$R_O = \frac{2 \cdot V_{RO}}{I_{IB}} \quad (9)$$

要求经过电阻 R_O 的电压降只能为正 (图 2)，由公式⑧得出，最大可调准的失调电压为：

$$V_{OSIC} + V_{OSME} \leq \frac{V_{OUT\min}}{G_{IA} \cdot G_{OUT}} \quad (10)$$

如果根据公式⑧计算得出的电压值 V_{RO} 为负，调准电阻就应串接到电桥左边为 R_O' (见下图)。即调准电阻 R_O' 在输入管脚 5 端 (IN-)。



调准电阻 R_O 的作用方向改变，它的值由下式给出：

$$R_O' = \frac{2 \cdot (-V_{RO})}{I_{IB}} \quad (11)$$

5. 满度电压输出的温度补偿方法 (灵敏度温度补偿)

一个恒流供电的硅压阻传感器可以利用恒流特性和电桥电阻 R_{BR} 的正的温度系数对传感器负的灵敏度温度系数 S 进行温度补偿。

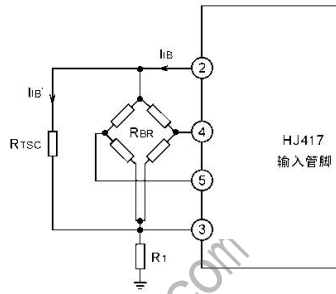


图 4 电桥电阻为 R_{BR} 的传感器的灵敏度温度补偿电路

一个硅压阻的传感器的输出信号由下式给出：

$$V_{OUTME} = S \cdot P \cdot V_{BR} = S \cdot P \cdot I_{IB} \cdot R_{BR} \quad (12)$$

这里 S 是传感器的灵敏度， P 是所加的压力或其它物理量。在式子 (12) 中传感器的灵敏度 S 和电桥电阻 R_{BR} 是主要的与温度有关的物理量。它们的一级近似表达式分别为：

$$S = S_0 \cdot (1 + TCS \cdot (T - T_0)) \quad (13)$$

$$R_{BR} = R_{BR0} \cdot (1 + TCR \cdot (T - T_0)) \quad (14)$$

这里 S_0 和 R_{BR0} 是常温 T_0 (通常为室温) 下的数值。 T 是实际温度。

TCS 和 TCR 分别是线性传感器的灵敏度温度系数和电桥电阻的温度系数，典型的数值如下：

$$TCS = -0.0019 / ^\circ C \quad TCR = +0.0028 / ^\circ C$$

如果线性传感器的灵敏度温度系数和电桥电阻的温度系数数值上相等，那么传感器的输出信号就自动地得到补偿。

如果两个温度系数数值上不相等，就需要对它们进行补偿。通过对电桥电阻平行地并联一个外接 TCS 补偿电阻 R_{TCS} 就可以实现。 TCS 补偿电阻 R_{TCS} 改变了传感器的电桥电阻的温度系数 TCR ，并使它与传感器的灵敏度温度系数 TCS 相同。

上述的传感器灵敏度温度补偿中附加的 TCS 补偿电阻 R_{TCS} 可以由下式给出：

$$R_{TCS} = R_{BR} \cdot \frac{-TCS}{TCR + TCS} \quad (15)$$

由于在传感器电桥电阻上平行地并联了一个附加的 TCS 补偿电阻 R_{TCS} ，所以流过电桥的电流 I_{IB}' 的一部分通过 R_{TCS} 流出，传感器的输出信号相应地也减小了，它们的比率关系式如下：

$$\frac{I_{IB}'}{I_{IB}} = \frac{R_{TCS}}{(R_{TCS} + R_{BR})} \quad (16)$$

为了使原来系统电路的输出电压不变，必须增加放大倍数，增加的数值为比率关系的倒数：

$$Faktor - TCS = \frac{I_{IB}}{I_{IB}'} = \frac{(R_{TCS} + R_{BR})}{R_{TCS}} \quad (17)$$

为了尽可能大地获得传感器的输出信号，最好的方法是增加电桥的供电电流 I_{IB} ，增加量为 $Faktor - TCS$ 系数。当然可以调节输出级的放大倍数 G_{OUT} ，使它提高一个放大系数 $Faktor - TCS$ 。因为提供给电桥的电流不能超过恒流源的最大输出电流 $I_{IBmax} = 1.25mA$ ，或不能超过在管脚 2 (I_{IB}) 能输出的最大电压。