

编号 AN1011:

DMS传感器信号的专用放大转换集成电 AM457

AM457- Amplifier -IC for the DMS sensing element

本文介绍了电阻应变片组成的惠斯顿电桥式传感器信号通过集成电路 AM457 进行放大校准并转换成标准比例电压信号输出 (0,5V...4,5V) 的具体方法，它们的工作电压为 5V。通过一个电阻应变片压力传感器和 AM457 组成的电路，详细介绍了电阻应变片应用于汽车压力传感器的校准方法。

本文所涉及的传感器是一个粘贴在金属弹性体上 4 个金属应变片电阻组成的压力传感器 (表压，10bar)，灵敏度为 1,3mV/V，典型的电阻值为 350Ω，工作电压为 5V±10%。

为了对电桥和 AM457 所构成的电路进行零点和满度偏置的校准和对传感器信号的放大，开发出了一个电阻网络 (图 1)。整个电路除了传感器和 AM457 之外还有 4 个电阻和 6 个电容组成。集成电路 AM457 决定了该电阻网络并将电阻应变片传感器信号放大和校准成为标准信号输出。

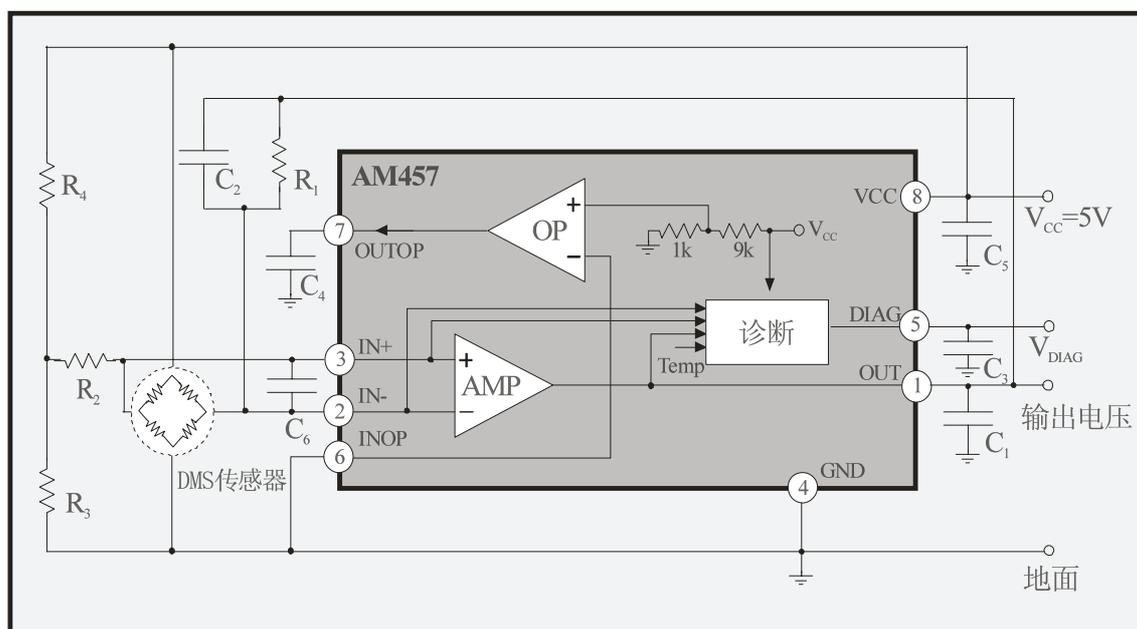


图 1：对小信号传感器进行放大转换的具体应用电路

上海芸生微电子有限公司

通讯地址: 上海108 - 009信箱 邮编: 201108
电话/传真: 021-22816948/33586462

网址: www.analogmicro.de
www.sym-china.com
E-Mail: zzhiyun@quomai.sh.cn

Analog Microelectronics GmbH

An der Fahrt 13
D - 55124 Mainz
Telefon: +49 (0)6131/91 073 - 0 1/4
Telefax: +49 (0)6131/91 073 - 30
Internet: www.analogmicro.de
E-Mail: info@analogmicro.de

编号 AN1011:

DMS传感器信号的专用放大转换集成电路AM457

AM457- Amplifier -IC for the DMS sensing element

本文所应用的 3 个公式是通过一个以惠斯顿电桥 (4 个电阻组成) 和专用集成电路 AM457 所构成的电路计算得出的。利用此三个公式和少量的传感器电气参数就可以算出网络电阻值并完成整个电路的零点和满度的校准。

计算网络电阻的公式如下 :

$$R_1 = R_2 = \frac{2 \cdot R_B}{5 \cdot d_{RS}} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad \text{满度调节(1)}$$

$$R_4 = \frac{R_1}{100} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad \text{辅助电阻(2)}$$

$$R_3 = \frac{(-8 \cdot d_{RO} + d_{RS}) \cdot R_4}{8 \cdot d_{RO} + 9 \cdot d_{RS}} \text{ (k}\Omega\text{)} \quad \text{零点调节(3)}$$

其中 : R_B , d_{RS} , d_{RO} 是传感器的基本电气参数

R_B - 电桥电阻 , 单位欧姆 ;

d_{RS} - 信号满度值/工作电压 , 单位 mV/V

d_{RO} - 信号零点值/工作电压 , 单位 mV/V

首先测出该传感器的零点电压值和满度电压值以及传感器的电桥电阻值 , 然后通过所给出的三个公式计算得出四个网络电阻的值并按照图 1 的电路连接。几个电容的取值可以按照 AM457 的产品说明书来选取 (见表 1)。电容 $C_3 \dots C_6$ 是去藕电容 , 可以根据情况选用。这样得到的整个传感器电路就是已经完成对零点和满度校准的电路 , 它的输出电压为 0.5V...4.5V , 校准出现偏差是完全依赖于所测得的传感器的电气参数和得到的电阻值精度。电阻值的偏差与零点信号偏差是成比例的。

名称	数值	备注
C ₁	1nF	
C ₂	100pF	
C ₃	3,3nF	可选
C ₄	1nF	可选
C ₅	100nF	可选
C ₆	470pF	可选

表 1 : 电容值选取

编号 AN1011:

DMS传感器信号的专用放大转换集成电路AM457

AM457- Amplifier -IC for the DMS sensing element

举例：

在 25°C 时，工作电压为 5V，电阻应变片压力传感器的 d_{RO} ， d_{RS} ，和 R_B 的值为：

$$\text{零点时信号输出 Offset (0Bar)} = -0,946\text{mV} \rightarrow d_{RO} = \text{Offset}/5V = \underline{-0,1892 \text{ mV/V}}$$

$$\text{满度时信号输出 FS (10Bar)} = +6,703\text{mV}$$

$$\text{满度值为 Spanne} = 7,649\text{mV} \rightarrow d_{RS} = \text{Spanne}/5V = \underline{+1,5298 \text{ mV/V}}$$

$$\text{电桥电阻 } R_B = 356,8 \Omega$$

根据公式 1 计算满度电阻值：

$$R_1 = R_2 = \frac{2 \cdot R_B}{5 \cdot d_{RS}} = \underline{93,29\text{k}\Omega}$$

根据公式 2 计算辅助电阻值：

$$R_4 = \frac{R_1}{100} = \underline{932,9\Omega}$$

根据公式 3 计算零点电阻值：

$$R_3 = \frac{(-8 \cdot d_{RO} + d_{RS}) \cdot R_4}{8 \cdot d_{RO} + 9 \cdot d_{RS}} = \underline{231,72 \Omega}$$

实际所选取的电阻值为 $R_1 = 93,32 \text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 93,27 \text{ k}\Omega$ ， $R_3 = 231,65\Omega$ ， $R_4 = 932,9\Omega$ 。

由于选取的电阻偏差会成比例地直接影响到零点的校准精度，建议选用现成标准的电阻串联获得。在工作电压为 5V，环境温度为 25°C 时，采用上述的电阻 R1 到 R4，测量电压输出为（见图 2）：

$$P_{\min} (0 \text{ bar}) \rightarrow \underline{U_{\text{OFF}} = 0,5031 \text{ V}}$$

$$P_{\max} (10 \text{ bar}) \rightarrow \underline{U_{\text{FS}} = 4,535 \text{ V}}$$

$$\text{误差： } 0,503\text{V} - 0,5\text{V} = 0,003\text{V} \quad 0,06\%\text{FS}$$

$$4,535\text{V} - 4,5\text{V} = 0,035\text{V} \quad 0,80\%\text{FS}$$

编号 AN1011:

DMS传感器信号的专用放大转换集成电路AM457

AM457- Amplifier -IC for the DMS sensing element

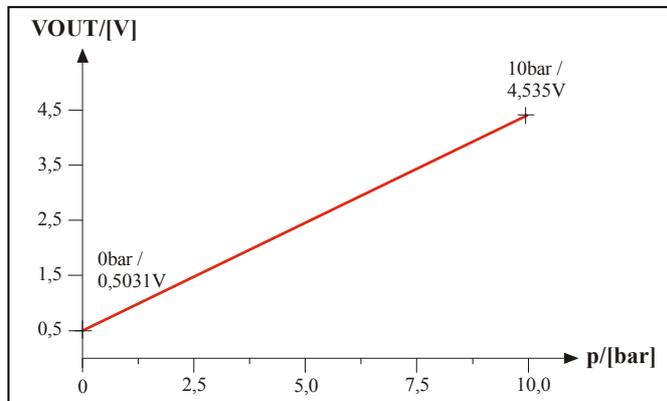


图 2：测量曲线

有关整个电路的温度漂移误差则几乎完全来自传感器本身的零点温度漂移 TCO 和灵敏度温度漂移 TCS。由于集成电路 AM457 非常出色的温度特性，因此它对整个电路的温度漂移误差增加非常有限。四个调整电阻的温度特性是需要关注的，它们将直接影响到传感器系统的零点和满度的温度特性。对此建议在常温下测量和校准整个系统并选取相同温度系数的电阻。

以上所讨论的计算校准方法原则上适合所有的传感器。这些传感器都是由 4 个电阻组成的电桥，并可以通过电阻来作校准，而且传感器的输出信号在 $\pm 5\text{mV} \dots \pm 100\text{mV}$ 之间。

本文对 AM457 电路上的诊断输出功能没有涉及。

如果还要提高校准精度，可以通过逐步逼近的方法来提高偏置调整的精度。这个方法对于除了 4 个电桥电阻外还有其它偏置调整电阻的传感器来说也一样适用（比如陶瓷压力传感器，见应用文章 AN1012）。

参考文献：<http://www.analogmicro.de/>

[1]产品说明书 AM457

[2]陶瓷压力传感器与 AM457 应用电路 AN1012