

文章编号:1671-1041(2004)05-0080-01

压阻传感器原理及应用

白旭

(92493 部队 89 分队,葫芦岛市 125000)

摘要:本文主要介绍了压阻式传感器的工作原理以及相关应用电路,并给出了一个应用示例加以说明。

关键词:传感器;压阻;应变

中图分类号:TH812 **文献标识码:**B

目前,压力传感器种类很多,有振动筒式、石英波登管式、压阻式、应变片式等多种。其中振动筒式压力传感器虽然不确定度可达 0.02% F·S,但它仅适用于测量以气体为介质的压力,测压范围很小;石英波登管式压力传感器不确定度能达到 0.02%,测压范围也很大,可达 60 MPa 以上,但这种传感器结构复杂、成本高;应变式压力传感器测量上限一般不超过 25 MPa,不确定度为 1% F·S,目前市场上有上限达 60 MPa 的这类压力传感器,但制作工艺较差,可靠性低,特别是 1 MPa 以下的传感器,不确定度很难达到 0.04% F·S;压阻式压力传感器利用单晶硅的压阻效应制成,它采用集成电路工艺,结构简单,测压上限可达到 60 MPa,具有工作可靠、耐腐蚀、抗干扰能力强等特点,国内有些厂家利用美国生产的传感器芯片,加上严格的组装工艺,其不确定度可达 0.04% F·S 以上,在压力测量领域得到了较广泛的应用。

1 压阻式传感器

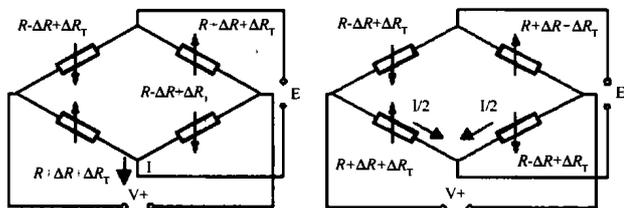
电阻式传感器是将输入的机械量应变 ϵ 转换为电阻值变化的变化元件。电阻变换器的输入量为应变 $\epsilon = \Delta L/L$,即材料的长度相对变化量,它是一个无量纲的相对值。通常 $\epsilon = 10^{-6}$ 为一个微应变。电阻变换器的输出量为电阻值的相对变化量 $\Delta R/R$ 。电阻变换器有金属电阻变换器和半导体电阻变换器两种类型。根据半导体材料的压阻效应: $(\Delta\rho/\rho) = \pi\sigma$,且 $\sigma = E\epsilon$,其中 σ 是应力(F/S); π 是压阻系数, $\pi = (40 \sim 80) \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{N}$; E 是杨氏弹性模量, $E = 1.67 \times 10^{11} \text{ N/m} \times 10^2$,所以电阻的相对变化为: $(\Delta R/R) \approx \pi E \epsilon$ 要测量其他物理量,如压力、力、加速度等,就需要先将应变片贴在相应的弹性元件上,这些物理量被转换为弹性元件的应变,再经应变片将应变转换为电阻输出量。

2 供电及信号处理电路

2.1 供电电路

压阻式传感器可以用恒压源供电,也可用恒流源供电,但恒压源供电与恒流源供电相比存在环境温度影响不能消除的问题(图 1)。

假设四个扩散电阻的起始阻值都相等且为 R ,当有应力作用时,两个电阻阻值增加,增量为 ΔR ,另两个电阻阻值减小,减小量为 ΔR ,由于温度影响,使每个电阻值都有 ΔRT 的变化量,因此,电桥的输出:



(1) 恒压源供电时 (2) 恒流源供电

图1 恒压源与恒流源供电的比较

(1) 恒压: $V = E(\Delta R/R + \Delta RT)$ 可以看出输出电压 V 与温度有关且为非线性,所以用恒压源供电时,不能消除温度的影响。

(2) 恒流: $V = I\Delta R$ 可以看出输出电压 V 与温度无关,这就消除了温度对传感器输出信号的影响。

所以可采用如图 2 所示的恒流源供电电路,它采用双电源供电以避免共模干扰。电流 $I_0 = 2.5/R(V)$,其稳定度取决于基准电压源 1403 和电阻 R 的稳定度。

2.2 处理电路

压阻式传感器的满量程输出信号为 70 - 350 mV 不等,其输出阻抗很高,这就要求放大电路须有更高的输入阻抗,不从传感器输出端吸收电流,以免破坏传感器的工作状态,放大电路如图 3 所示。

图 3 电路具有很高的输入阻抗和很高的共模抑制比和开环增益,失调电流、电压、噪声和漂移都很小。图中 A_1 、 A_2 组成第一级同相并联差动放大器,这一级的放大输出为 $V'_0 = V_{01} - V_{02} = [1 + (R_1 + R_2)/W_1] V_i$, A_1 、 A_2 输入端不吸收电流,并且电路结构对称,漂移和失调相互抵消,具有抑制共模信号干扰的能力。

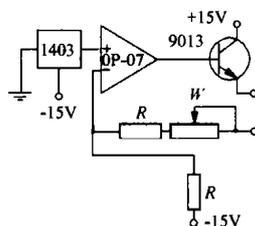


图2 恒流源供电电路

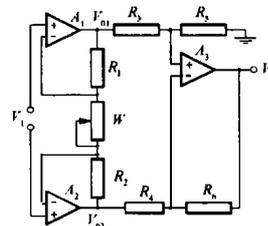


图3 放大电路

3 典型应用

下面是压阻式传感器在压力表自动检定系统中的应用示例,该系统可完全取代原来 0.04 ~ 0.6 MPa、0.1 ~ 6 MPa、1 ~ 60 MPa 三台活塞式压力计,对 0.25 级以下所有压力表可实施半自动检定,将大大减轻操作者的劳动强度,提高检定效率。整机框图如图 4 所示。

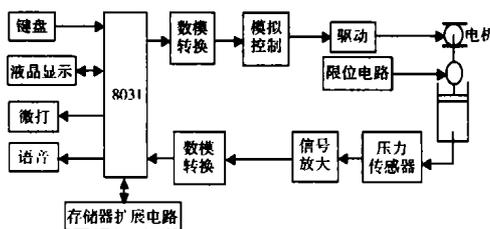


图4 整机框图

因为整个系统有 6 只压力传感器,用到其中一只时才把它连接到系统的传感器接头上,为防止因接错传感器而造成对压力传感器的过载性损害,就需要给传感器带上“身份证”,并通过电路把接入的传感器识别出来,让单片机进行判断分析。这里考虑给传感器带上短路块插头,加上由 6 只电阻和 +15V 电源构成的插座,完成传感器的识别。▲

参考文献

[1] 高岭. 压敏电阻技术. 电子出版社,1998.

作者简介:白旭,男,压力参数检测助理工程师,获科技进步奖两项。

收稿日期:2004-04-23 电子邮件来稿