



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106441403 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201610831805.X

(22)申请日 2016.09.19

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106441403 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 苏州戎维邦信息技术有限公司  
地址 215513 江苏省苏州市常熟市经济技术  
开发区科创园研究院路5号

(72)发明人 马少杰

(74)专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务  
所(普通合伙) 32231

代理人 滕诣迪

(51)Int.Cl.

G01D 18/00(2006.01)

(56)对比文件

JP 特开2013-22110 A,2013.02.04,  
CN 104913829 A,2015.09.16,  
CN 105181238 A,2015.12.23,  
CN 205450659 U,2016.08.10,  
CN 105806521 A,2016.07.27,  
杨光友等.数字电位器在平衡电桥测量中的  
应用.《仪表技术与传感器》.2004,第30-31页.  
孙徐仁.2001全国压力计量测试技术年会论  
文集.《2001全国压力计量测试技术年会论文  
文集》.2001,第154页第1节、第155页第3节第1段-  
第156页倒数第2段、第158页第5节第1段,图1-3.

审查员 尹眉

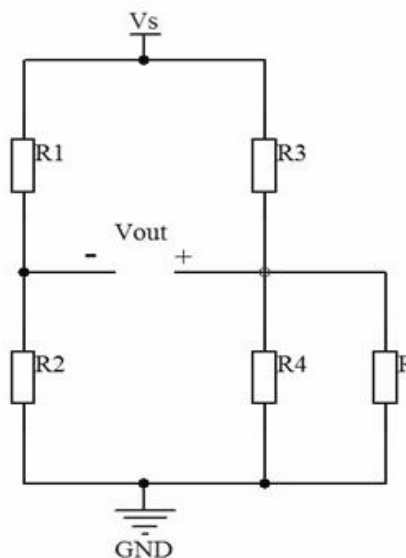
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

桥式传感器初始零位电压调零方法

(57)摘要

本发明公开了一种桥式传感器初始零位电压调零方法,采用如下步骤进行:步骤1、在桥式传感器制作封装前,准确测量传感器的惠斯通电桥初始零位电压、输入电阻、输出电阻;步骤2、计算传感器的平均阻值大小;步骤3、计算电位较高的桥臂并联的调零电阻;步骤4、从调零电阻序列中串联或并联出所需阻值的调零电阻;步骤5、将调零电阻并联在电位较高的桥臂,并完成传感器的封装测试。本发明将传感器外部调零方法转变为内部调零方法,由传感器生产制造厂商完成调零测试及制作,用户使用时不再需要再调零,接收度高,相对于在外部并联电位器调零,该方法连接稳定可靠,增加了使用寿命。



1. 一种桥式传感器初始零位电压调零方法,其特征在于:

步骤1、在桥式传感器制作封装前,准确测量传感器的惠斯通电桥初始零位电压 $V_0$ 、输入电阻 $r_1$ 、输出电阻 $r_2$ :

$$V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} V_s$$

$$r_1 = (R_1 + R_2) // (R_3 + R_4)$$

$$r_2 = (R_1 + R_3) // (R_2 + R_4)$$

其中 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 为惠斯通电桥的四个桥臂电阻, $V_s$ 为电源电压, $V_0$ 为零位输出电压;

步骤2、计算传感器的平均阻值大小:

$$r = (r_1 + r_2) / 2$$

步骤3、计算电位较高的桥臂并联的调零电阻 $R$ :

$$R \approx (V_s - 2 * V_0) * r / 4 / V_0$$

$$\text{其中 } V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s$$

$$V_{\text{out}} = \left( \frac{R_4 // R}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s \leq 1\text{mv}$$

可得到

$$R \approx (V_s - 2 * V_0) * r / 4 / V_0。$$

步骤4、从调零电阻序列中串联或并联出所需阻值的调零电阻 $R$ ,调零电阻为非压敏电阻,不随传感器输入信号变化而变化;

步骤5、将调零电阻 $R$ 并联在电位较高的桥臂,并完成传感器的封装测试。

## 桥式传感器初始零位电压调零方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及传感器领域,更具体的是一种桥式传感器初始零位电压调零方法。

### 背景技术

[0002] 随着微电子技术和计算机的进一步发展,微悬臂梁桥式传感器的应用越来越普遍,被广泛应用于航天、航空、石油化工、动力机械、生物医学工程、气象、地质、地震测量等各个领域。此时,要实现压阻桥式传感器的精确测量与实时监测显得尤为重要。桥式传感器是传感器家族中重要一族,很多物理量如压力、载荷、应变、加速度、位移等的测量,常采用桥式原理的传感器。由于多种原因(如MEMS技术制作桥臂电阻时离子分布不均导致阻值大小不一样),当输入的被测量为零时,其输出不为零,即存在零点。通常由于悬臂梁桥式传感器输出的电压信号非常微弱,需要对电压信号进行后续放大处理,如果初始零位电压过大导致运算放大器饱和则无法达到精确测量的要求。如何将零点电压控制在可接受的范围内,可有多种方法,通常有硬件和软件二类。硬件调零是采用适当的电路将零点直接消除,他又可有分为手调调零和程序自动调零。软件调零实际上是“记忆”零点,然后再数据处理中予以消除。

### 发明内容

[0003] 1、本发明的目的。

[0004] 在桥式传感器封装出厂前,完成桥式传感器的初始零位电压调零工作,用户使用时不再需要再调零。

[0005] 2、本发明所采用的技术方案。

[0006] 本发明提出的桥式传感器初始零位电压调零方法,按照如下步骤进行:

[0007] 步骤1、在桥式传感器制作封装前,准确测量传感器的惠斯通电桥初始零位电压 $V_0$ 、输入电阻 $r_1$ 、输出电阻 $r_2$ :

$$[0008] \quad V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} V_s$$

$$[0009] \quad r_1 = (R_1 + R_2) // (R_3 + R_4)$$

$$[0010] \quad r_2 = (R_1 + R_3) // (R_2 + R_4)$$

[0011] 其中 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 为惠斯通电桥的四个桥臂电阻, $V_s$ 为电源电压, $V_0$ 为零位输出电压;

[0012] 步骤2、计算传感器的平均阻值大小:

$$[0013] \quad r = (r_1 + r_2) / 2$$

[0014] 步骤3、计算电位较高的桥臂并联的调零电阻 $R$ :

$$[0015] \quad R \approx (V_s - 2 * V_0) * r / 4 / V_0$$

[0016] 步骤4、从调零电阻序列中串联或并联出所需阻值的调零电阻 $R$ ;

[0017] 步骤5、将调零电阻R并联在电位较高的桥臂,并完成传感器的封装测试。

[0018] 更进一步具体实施例中,所述的步骤3中:

$$[0019] \quad V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s$$

$$[0020] \quad V_{out} = \left( \frac{R_4 // R}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s \leq 1\text{mv}$$

[0021] 可得到

$$[0022] \quad R \approx (V_s - 2 * V_0) * r / 4 / V_0。$$

[0023] 更进一步具体实施例中,所述的调零电阻为非压敏电阻,不随传感器输入信号变化而变化。

[0024] 3、本发明的有益效果。

[0025] (1) 本发明将传感器外部调零方法转变为内部调零方法,由传感器生产制造厂商完成调零测试及制作,用户使用时不再需要再调零,接收度高;

[0026] (2) 本发明提出的调零方法较其他方案更为简便,只需要测量三个物理量即可确定调零电阻阻值的大小;

[0027] (3) 本发明相对于在外部并联电位器调零,该方法连接稳定可靠,增加了使用寿命;

[0028] (4) 本发明易于传感器整体封装,提高抗高过载能力;

[0029] (5) 本发明传感器制作完成后需要标定,相较于传感器标定后调零,将调零电路和电桥固封在一起后标定有助于得到桥式传感器更加精准的灵敏度、非线性等指标。

## 附图说明

[0030] 图1为桥式传感器在没有调零情况下的电路图;

[0031] 图2为桥式传感器通过本发明方法确定调零电阻R后的电路图,R表示1-3个电阻并联或串联后的电阻。

## 具体实施方式

[0032] 实施例1

[0033] 本发明提供一种能够稳定可靠快速完成桥式传感器的调零的方法,具体实施方式如下:

[0034] 惠斯通电桥的四个桥臂电阻为 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ ,采用直流供电,电源电压为 $V_s$ ,零位输出电压为 $V_0$ ,当传感器输入信号为零时,有

$$[0035] \quad V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} V_s$$

[0036] 当 $R_1 R_4 - R_2 R_3 \neq 0$ 时,即存在零位电压,需要对传感器进行调零处理。

[0037] 本发明根据实际情况,采用手动硬件调零方式,在传感器的生产制作过程中完成调零工作,调零过程中需要测量惠斯通电桥桥臂电阻的平均阻值,通过公式计算出调零电阻的大小,合理确定调零电阻序列,使调零电阻R由尽可能少的调零电阻序列组合出来,并

使传感器的初始的零位电压不大于1mv。

[0038] 具体桥式传感器调零的步骤为:传感器采用直流电源供电 $V_s$ ,单位为 $ms$ ,电阻单位为 $k\Omega$ 。

[0039] (1)在桥式传感器制作封装前,准确测量传感器的初始零位电压 $V_0$ 、输入电阻 $r_1$ 、输出电阻 $r_2$ ;

$$[0040] \quad r_1 = (R_1 + R_2) // (R_3 + R_4)$$

$$[0041] \quad r_2 = (R_1 + R_2) // (R_3 + R_4)$$

[0042] (2)计算传感器平均阻值大小

$$[0043] \quad r = (r_1 + r_2) / 2$$

[0044] (3)根据公式计算所需并联电阻阻值大小

$$[0045] \quad V_0 = \left( \frac{R_4}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s$$

$$[0046] \quad V_{out} = \left( \frac{R_4 // R}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_s \leq 1mv$$

[0047] 可得到

$$[0048] \quad R \approx (V_s - 2 * V_0) * r / 4 / V_0$$

[0049] (4)由 $10^{\frac{n}{4}}$ ,  $n = 0,1,2,3$ ,可得到调零电阻序列( $k\Omega$ ):

[0050] 1            1.8            3.2            5.6

[0051] 10           18            32            56

[0052] 100          180          320          560

[0053] 1000

[0054] 本组电阻序列适用于传感器桥臂电阻的平均阻值为1-5  $k\Omega$ ,当传感器平均阻值不在此范围内时,调零电阻序列可按比例类推。

[0055] 例如,当传感器的平均阻值为100-500  $\Omega$ 时,推得调零电阻序列为:

[0056] 100  $\Omega$           180  $\Omega$           320  $\Omega$           560  $\Omega$

[0057] 1  $k\Omega$           1.8  $k\Omega$       3.2  $k\Omega$       5.6  $k\Omega$

[0058] 10  $k\Omega$         18  $k\Omega$         32  $k\Omega$         56  $k\Omega$

[0059] 100  $k\Omega$

[0060] 从调零电阻序列中组合(串联或并联)出所需阻值的电阻,且电阻均为非压敏电阻,不随传感器输入信号变化而变化;

[0061] (5)将一个或多个调零电阻序列中的电阻组合(串联或并联)后并联在电位较高的桥臂,并完成传感器的封装测试,如图二所示,其中R表示组合后的电阻。

[0062] 结合桥式加速度传感器实例对本方法做进一步的说明。

[0063] 具体调节过程:

[0064] 例1:在传感器生产过程中,实测输入电阻 $r_1 = 2.3k\Omega$ ,输出电阻 $r_2 = 2.7k\Omega$ ,初始零位电压 $V_0 = 39mv$ ,传感器采用3.3V直流电源供电。

[0065] 由公式

$$[0066] \quad r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{2.3 + 2.7}{2} = 2.5 \text{ k}\Omega$$

$$[0067] \quad R \approx (V_s - 2 * V_0) * \frac{r}{4V_0} = (3300 - 2 * 39) * \frac{2.5}{4 * 39} = 51.63 \text{ k}\Omega$$

[0068] 从调零电阻序列中选取32kΩ、18kΩ、1.8kΩ电阻串联在一起组成调零电阻R=51.8kΩ。

[0069] 例2:在传感器生产过程中,实测输入电阻 $r_1 = 2.5 \text{ k}\Omega$ ,输出电阻 $r_2 = 2.9 \text{ k}\Omega$ ,初始零位电压 $V_0 = 22 \text{ mV}$ ,传感器采用3.3V直流电源供电。

[0070] 由公式

$$[0071] \quad r = \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{2.5 + 2.9}{2} = 2.7 \text{ k}\Omega$$

$$[0072] \quad R \approx (V_s - 2 * V_0) * \frac{r}{4V_0} = (3300 - 2 * 22) * \frac{2.7}{4 * 22} = 99.9 \text{ k}\Omega$$

[0073] 从调零电阻序列中选取100kΩ电阻直接得到调零电阻R=100kΩ。

[0074] 将组合后的电阻R并联到电位较高的电桥(如图二),实测调零后的桥式传感器初始输出电压小于1mV。对并联的电阻R进行固定后即可封装,完成调零工作,再进行后续的传感器标定等工作。

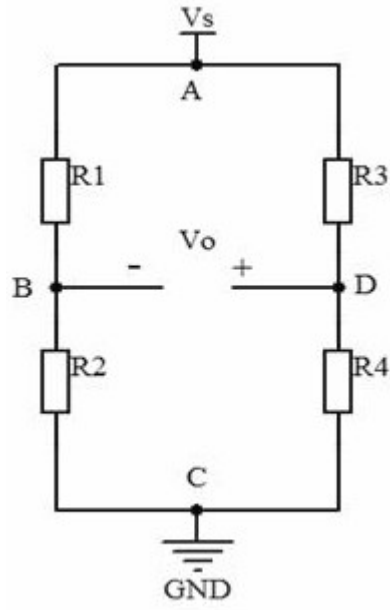


图1

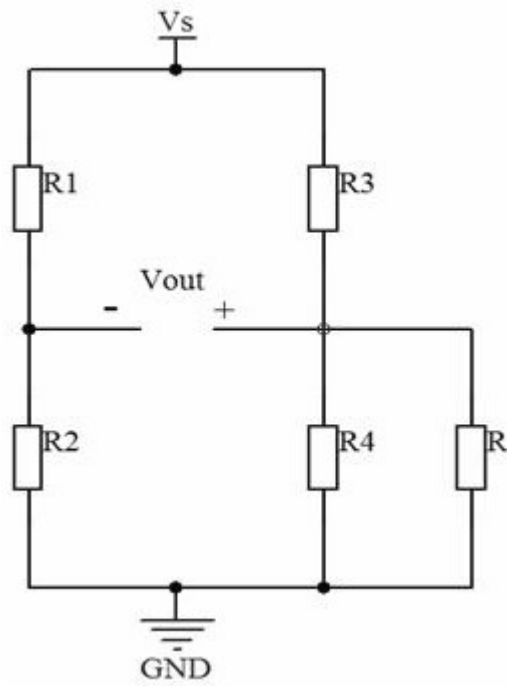


图2