

一种具有防作弊功能的称重变送器设计

□江苏省计量科学研究院 王海涛 李冰莹 马小兵

【摘要】称重系统广泛应用于工业生产、贸易结算、交通安全等各个方面，但是有些不法分子通过加装遥控器改装电路的方式对称重信号进行干扰以取得不当得利，针对此问题本文设计了一种具有作弊识别功能的称重变送器，根据称重传感器的工作原理，通过监控称重传感器激励电压的值和变换激励电压方向的方式来准确识别是否存在作弊电路。

【关键词】称重变送器；称重传感器；激励电压；遥控作弊

前言

“随着智能化的发展，称重在民用和工业领域中应用也越来越广泛”。在贸易结算、工业生产、交通安全等领域得到了广泛应用，有些不法分子也利用称重传感器的称重原理，对称重电路进行改装，通过作弊来取得不当得利，因此称重系统中对于作弊功能的识别就非常重要。特别是对于多称重传感器称重系统，例如平台秤、汽车衡以及料斗秤等衡器中，采用模拟接线盒的将多只传感器采用并联的方式进行工作，如果对单只传感器或者称重接线盒加装遥控作弊电路，并不影响称重系统的正常工作，但使用人员无法及时发现，造成了称重结果的错误。这种作弊方式非常隐蔽，非专业技术人员难以发现，往往给企业造成巨大的经济损失。

针对称重系统的作弊，一些技术机构和专家进行了很多研究，如苏州计量院应用了一种Hopfield算法，使用人工智能的方式对异常行驶的货车进行作弊分析[1]。广州计量检测技术研究院研发了一种电子汽车衡防芯片作弊监控系统，对汽车衡最终打印

数据及实时显示数据采集，利用数据比对的方式进行作弊行为的判定。这些方法在防作弊方面发挥了一定作用，但是无法解决遥控电路作弊方式。

针对遥控电路作弊方式，本文设计了一种具有防作弊功能的称重变送器，变送器采用多通道设计，对每只传感器的信号进行AD转换，实时监控称重传感器激励电压，并通过程序控制激励电压的方向来判断称重系统是否存在作弊电路，避免称重系统“带病使用”。

1 防作弊原理

电阻式应变传感器是弹性体在外力作用下产生弹性变形，使粘贴在它表面的电阻应变片也随同产生变形，电阻应变片变形后，其阻值将发生变化，再经过惠更斯电桥，把这一电阻变化转换成电信号，从而完成将外力变换为电信号的过程^[2]。其输出信号与外界受力的关系如公式1所示：

$$U_o = E \times P \times (F/F_s) \quad (1)$$

其中 U_o 表示称重传感器受力后输出信号电压； E 表示称重激励电压； P 表示称重传感器灵敏度，单位为mv/v，其为定值； F 表示称重传感器受到的力； F_s 表示称重传感器的量程。

称重传感器的灵敏度和量程是固定的，从上式可以看出称重传感器受力后输出信号的电压值只与激励电压和受到的力有关系，且成正比关系。当称重传感器受力不变的时候，改变激励电压的方向，其称重传感器输出电压也应该改变方向。

在目前称重系统作弊的方式中，通过技术手段的无线遥控作弊手段非常隐秘，不易被觉察，是目前应用比较多的一种方式。其原理为在称重系统的传感器或数据传输线中加装电子作弊装置。针对电

阻应变式称重传感器的遥控作弊方式主要有^[3]:

1) 改变激励电压。通过在激励电压线路上串联电阻的方式改变称重传感器的激励电压。此种方法一般只能降低称重传感器激励电压,从而达到减少重量的目的。

2) 改变称重传感器的输出电压。通过在称重传感器的输出位置或者模拟称重接线盒上串联或者并联电阻和电源的方式改变称重传感器的输出电压。此种方式可以通过遥控器增加或者减少重量。

根据以上作弊原理,本变送器利用AD7176-2进行称重信号数模转换的同时检测称重传感器的激励电源的值,以杜绝利用改变激励电源电压作弊的情况。另外在称重过程中变化激励电源的方向,读取激励变换前后称重传感器输出电压信号,判别称重传感器的输出与激励电压的变换是否成正比,从而判定是否存在作弊电路。

2 系统设计

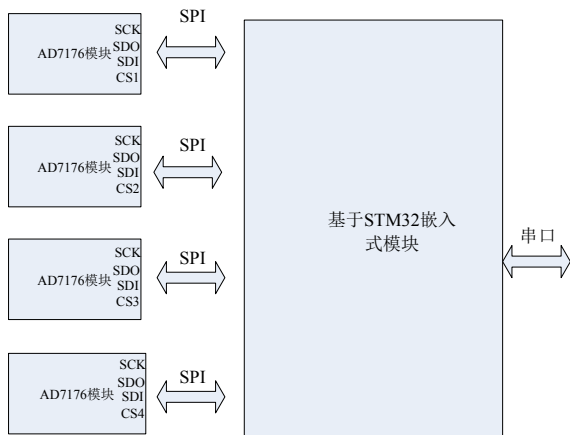


图1 系统结构图

如图1所示,本文设计的具有防作弊功能的称重变送器主要分为两部分。AD7176-2模块和STM32的嵌入式模块。STM32嵌入式模块负责设置AD7176-2的参数,并且读取AD信号,并将通过串口与上位机进行通讯。

四块AD7176-2模块通过SPI接口与基于STM32的嵌入式模块相连接。AD7176-2模块与称重传感器相连接,主要由H桥电路、激励电源电路、称重信号放大电路、激励电压放大电路和AD7176-2芯片电路构成。AD7176-2模块为称重传感器提供激励电源并将传感器的电压信号转换为数字信号,如图2所示。

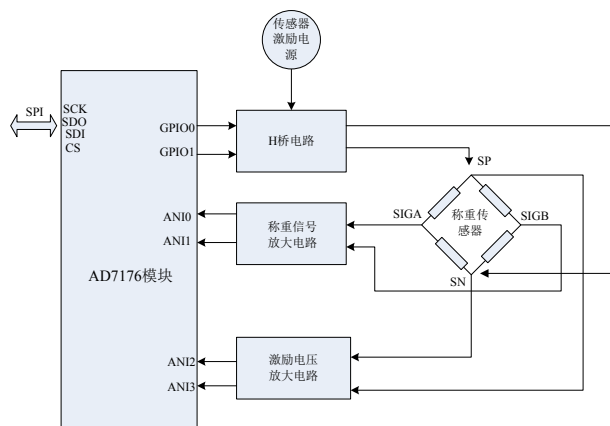


图2 AD7176-2模块示意图

3 防作弊功能设计

防作弊功能主要通过STM32嵌入式模块控制AD7176-2模块的相关参数来完成,AD7176-2模块可以对两路差分信号进行AD转换。ANIO、ANI1用来对称重传感器的输出信号进行转换,ANI2、ANI3用来对激励电源电压的值进行AD转换,以获得激励电压的值。

AD7176-2模块中H桥电路的主要作用是为传感器提供激励电源。同时H桥电路与AD7176-2芯片的GPIO1和GPIO2相连接,通过设置AD7176-2中的GPIO配置寄存器参数控制H桥电路,从而改变称重传感器激励电压的方向,然后比较改变激励电压方向前后称重传感器输出差分信号ANIO、ANI1的值,同时实时测量激励电压ANI2、ANI3的值,判断称重传感器是否处于正常工作状态,识别称重系统是否存在作弊电路。变送器实物图如图3所示。

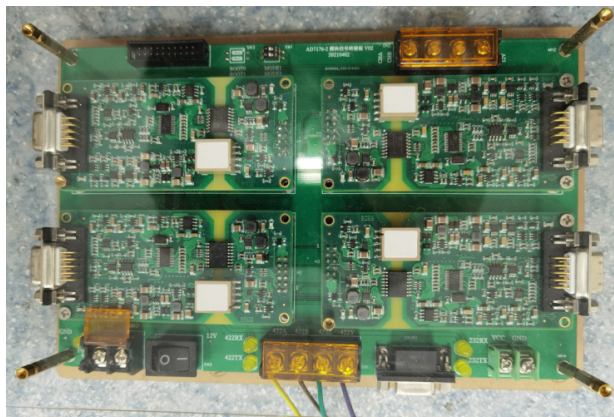


图3 防作弊功能的称重变送器实物图

作弊识别功能的流程如图4所示：

1) STM32 嵌入式模块串口收到上位机作弊识别功能指令，首先将AD7176-2 模块的寄存器参数进行初始化。主要内容为：将AD7176-2 的GPIO 寄存器设置为0x000d，即本系统中称重传感器激励电源设置为SP=+4v 和SN=-4v。其他设置不变。

2) 初始化结束后，开始ADC 数模转换，当转换结束后，读取传感器输出差分信号ANI0 和ANI1 的值，记作 S_{value1} ；读取ANI2 和ANI3 传感器激励电压的差分信号，记作 E_{value1} ，通过 E_{value1} 的值便可以判断是否存在激励电源作弊。

3) 改变AD7176-2 模块寄存器参数设置。将GPIO 寄存器设置为0x000e，即本系统中称重传感器激励电源设置为SP=-4V；传感器SN=+4V，其他设置不变。GPIO 寄存器参数设置完成后，开始ADC 数模

转换，当转换结束后，首先读取传感器输出差分信号ANI0 和ANI1 的值，记作 S_{value2} ；读取ANI2 和ANI3 传感器激励电压的差分信号，记作 E_{value2} 。

4) 对称重传感器的数据进行处理，进行作弊功能识别。主要过程为：如果 $E_{value1} + E_{value2} > H1$ ，则说明称重传感器的激励电源不稳定，即称重传感器激励电源存在故障。 $H1$ 为激励阈值，根据传感器类型不同进行相应设定。如果称重传感器的激励电源没有故障，即 $E_{value1} + E_{value2} \leq H1$ ，则计算 $S_{value1} + S_{value2}$ 的值，若 $S_{value1} + S_{value2} > H2$ ，则说明系统存在作弊功能的电路。若 $S_{value1} + S_{value2} \leq H2$ ，则说明称重系统处于正常工作状态。 $H2$ 为信号阈值，根据传感器具体应用情况不同进行相应设定。

5) 通过串口向上位机发送相关识别信息。

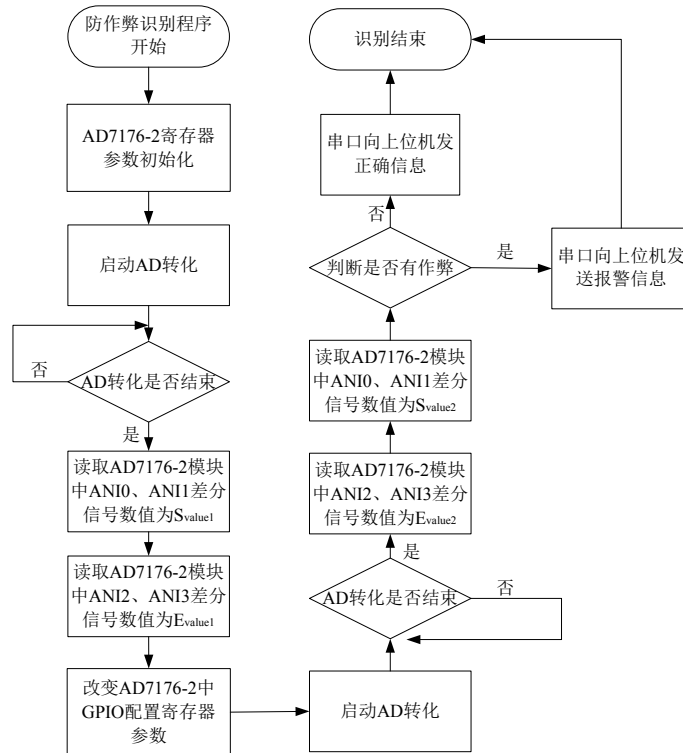


图4 防作弊识别程序流程图

4 结束语

本文从实际应用出发，针对称重系统遥控作弊特点，设计了一种具有防作弊功能的称重变送器，该系统由AD7176-2 模块和STM32 的嵌入式模块组成。STM32 模块负责上位机的通讯和AD7176-2 模

块数据的读取以及参数设置，通过AD7176-2 模块监控激励电源电压和改变称重传感器的激励电压方向的方式进行作弊识别。本系统能够广泛应用于汽车衡、料斗秤等贸易结算的称重系统中，有效识别称重系统的电子遥控作弊。

参考文献:

- [1] 曹柳娜. 改进的Hopfield 算法在汽车衡防作弊中的应用研究[J]. 衡器, 2019, 48(09) :21-24.
- [2] 李银伟. 电阻应变式数字智能称重变送器设计[D]. 南昌. 华东交通大学, 2009.
- [3] 张宏磊. 电子衡防作弊关键技术研究 with 系统设计

计[D]. 柳州. 广西工学院, 2011.

作者简介: 王海涛, 江苏省计量科学研究所, 高级工程师, 主要从事力学计量研究。

基金项目: 江苏省市场监督管理局科技计划资助项目 (KJ207537)