

文章编号:1671-251X(2012)03-0086-03

DOI:CNKI:32-1627/TP.20120307.1715.028

一种基于 DSP 的瓦斯传感器校验仪设计

孟杰, 任鸿秋, 田慕琴

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:针对传统的瓦斯传感器校验仪校验点少、准确度不高、体积大的问题,设计了一种基于 DSP 的瓦斯传感器校验仪,详细介绍了该校验仪的软硬件设计。该校验仪以 DSP 芯片 TMS320LF2407 为主控芯片,实现了对 8 台瓦斯传感器的同时校验,且校验结果准确度高,大大提高了工作效率,节省了工作时间。

关键词:煤矿; 瓦斯传感器; 校验仪; DSP

中图分类号:TD712.55

文献标识码:B

网络出版时间:2012-03-07 17:15

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120307.1715.028.html>

Design of a Calibrator for Methane Sensor Based on DSP

MENG Jie, REN Hong-qiu, TIAN Mu-qin

(College of Electrical and Power Engineering of Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: In allusion to problems of few calibration point, low accuracy and large volume of traditional calibrator for methane sensor, the paper proposed a design scheme of calibrator for methane sensor based on DSP and introduced hardware and software designs of the calibrator in details. The calibrator uses DSP chip TMS320LF2407 as main control chip, realizes simultaneous calibration of 8 methane sensors with accurate result, which greatly improves work efficiency and saves working time.

Key words: coal mine, methane sensor, calibrator, DSP

0 引言

瓦斯传感器是安全监测系统的核心设备。目前煤矿广泛采用的是载体催化型瓦斯传感器。该类传感器价格低廉、易更换,但也有易中毒、易发生零点漂移的缺点^[1],所以需要定期校验(《煤矿安全规程》规定每 7 d 必须校验一次),以确保测量的准确性。传统的瓦斯传感器校验仪每次只能校验一台传感器,效率低下。一些可实现多台校验的仪器体积较大,校验点较少,且准确度不高。本文设计了一种基于 DSP 的瓦斯传感器校验仪,该校验仪可同时校验 8 台瓦斯传感器,大大节省了工作时间。

1 校验仪总体结构

校验仪可同时校验 8 台瓦斯传感器,需处理的

数据量较大,而且对实时性有一定要求,所以选用 TI 公司生产的 DSP 芯片 TMS320LF2407 作为主控芯片,该芯片能满足较高的控制要求且功耗低。校验仪总体结构如图 1 所示。

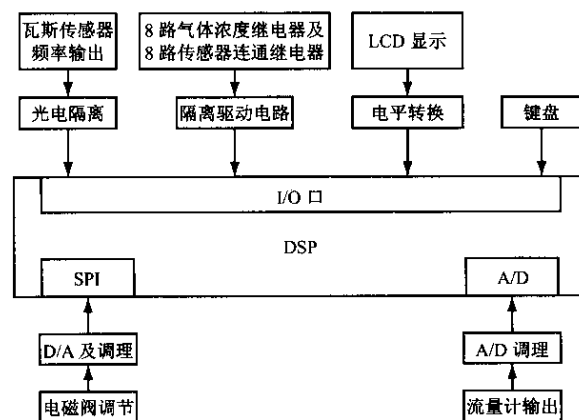


图1 瓦斯传感器校验仪结构

收稿日期:2011-12-21

作者简介:孟杰(1982-),女,内蒙古集宁人,硕士研究生,研究方向为智能电器技术。E-mail:49931909@qq.com

2 校验仪硬件设计

2.1 频率输入信号调理电路

瓦斯传感器输出信号的频率范围一般为 200~1 000 Hz,校验仪要同时采集 8 路信号,所以选用两块可控光电耦合器 TLP521-4 隔离各路信号,以减小高频信号对电路的干扰。信号隔离后再通过 8 路缓冲器 SN74LS244N 缓冲,使输出信号电压在 DSP 允许的电压范围内,频率输入信号调理电路如图 2 所示。

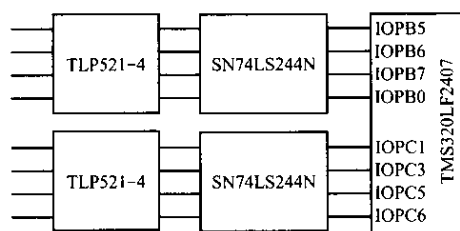


图2 频率输入信号调理电路

2.2 模拟输入信号调理电路

流量计输出的是 0~5 V 的电压信号,要先调理才能输入 DSP 中。模拟输入信号调理电路由低通滤波、电压跟随和差分比例运算构成,如图 3 所示。采用 RC 低通滤波使高频干扰信号大幅衰减,采用 LM358 组成的跟随器减小采集电路对 ECU 的影响,并将流量测量电路和 DSP 电路隔离,以达到缓冲、隔离、提高带负载能力的效果。再通过 LM358 和 4 个电阻组成的差分比例运算电路将信号调整到 DSP 允许的电压范围。

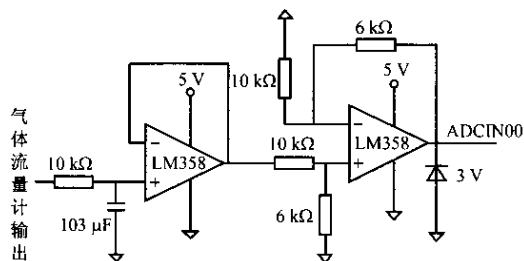


图3 模拟输入信号调理电路

2.3 模拟信号输出及调理电路

校验时通入的标准气流量的稳定性决定了气体浓度测量值的准确性。为避免产生误差,采用闭环控制气流量,使每台传感器的气流量保持在 200 mL/min(由于各瓦斯传感器生产厂家执行的标准不同,因此提供了不同的给定值以供选择)。将给定值与流量计测得的实际值进行比较,将得到的差值输入流量控制器以调节阀门开度。DSP 输出的是数字信号,因此要先进行 DA 转换,再将信号调理

到流量控制器允许的输入范围。

DA 转换选用 TLV5620C 芯片实现,模拟信号输出调理电路如图 4 所示。该芯片具有 4 路电压输出,输出数据由 11 位构成 ($A_1, A_0, D_{RNG}, D_7, D_6, D_5, D_4, D_3, D_2, D_1, D_0$),其中 A_1, A_0 组合后用于选择 D/A 通道, D_{RNG} 用于选择输出范围, $D_0 \sim D_7$ 为数据位。每个通道的输出电压 V_0 为

$$V_0 = V_{REF} (D_{CODE} / 256) (1 + D_{RNG}) \quad (1)$$

式中: V_{REF} 为相应通道基准电压; D_{CODE} 为由数据位计算出的十进制数。

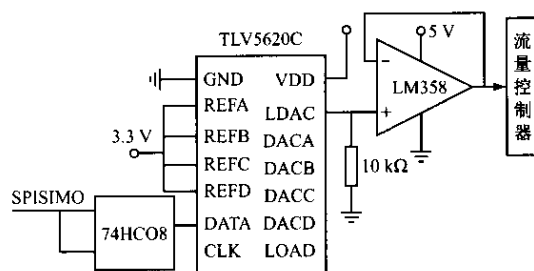


图4 模拟信号输出调理电路

2.4 开关信号输出及调理电路

校验仪的 8 路继电器控制电磁阀上电,另外 8 路继电器控制瓦斯传感器上电,DSP 通过 I/O 口输出控制信号控制继电器动作。控制信号先通过可控光电耦合器 TLP521-4 进行隔离,再通过译码器 SN74LS273 译成对应的高、低电平信号,最后经由 ULN2803 达林顿管驱动继电器动作^[2],开关信号输出及调理电路如图 5 所示。

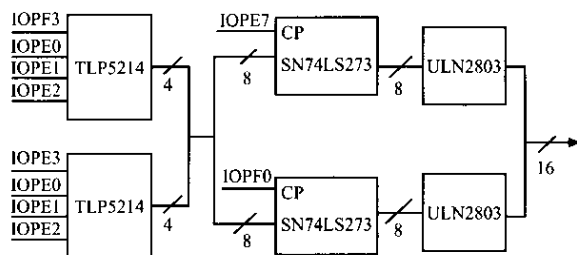


图5 开关信号输出及调理电路

2.5 键盘接口电路

校验仪选用 5×5 矩阵式 25 键键盘。由于要同时校验 8 台传感器,各键功能设计:传感器个数键、气体浓度选择键各 8 个(浓度分别为 0、0.5%、1.0%、1.5%、2.0%、2.5%、3.0%、4.0%),确定键 1 个,剩余 8 个作为功能键,功能包括传感器个数选择、气体浓度选择、传感器零点调节、自动调节方式、手动调节方式、校验数据查询、显示模式(轮流显示或固定显示)、菜单键(进入调校过程)。键盘接口电路如图 6 所示。

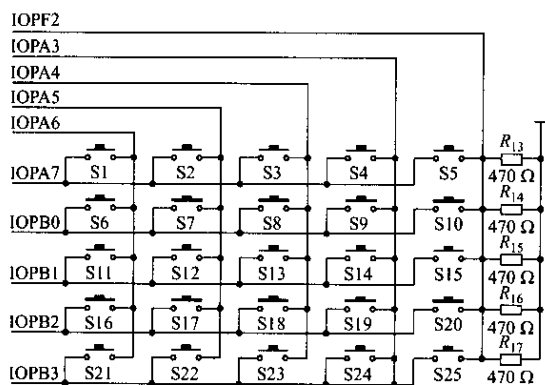


图6 键盘接口电路

3 校验仪软件设计

校验仪软件包括主程序、初始化子程序、流量控制子程序、调校子程序、继电器控制子程序、AD转换子程序等^[4]。本文主要介绍主程序、流量控制子程序和调校子程序。

3.1 主程序

校验仪上电后首先初始化 DSP 及外设，待有按键输入时进入相应的子程序执行校验功能，并将结果通过 LCD 显示^[3]。主程序流程如图 7 所示。

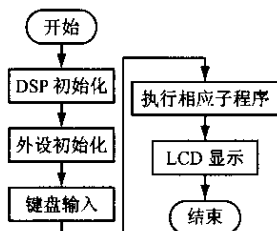


图7 主程序流程

3.2 流量控制子程序

标准气的流量控制采用闭环控制系统实现。可选用的控制方式有很多，最基本且目前应用比较广泛的是单纯的 PID 控制，该方式具有结构简单、可靠性强、易实现等优点，但在实际工程应用中具有时变不确定性，非线性系统很难达到理想的控制效果。因此校验仪选用模糊 RBF 神经网络 PID 控制方式。该方式具有调节速度快、超调量小、抗干扰能力强、适应性好、硬件实现方便等优点。流量控制子程序流程如图 8 所示。

3.3 调校子程序

校验仪可同时校验 1~8 台瓦斯传感器，所以程序开始后要先确定传感器数量和所在通道，使继电器与对应传感器接通，然后选择标准气浓度，待气体浓度稳定后，将传感器输出的频率信号与给定的标

准值进行比较，如误差超出允许范围则通过 LCD 显示，否则校验下一点，直至 8 个测量点全部校验完毕。调校子程序流程如图 9 所示。

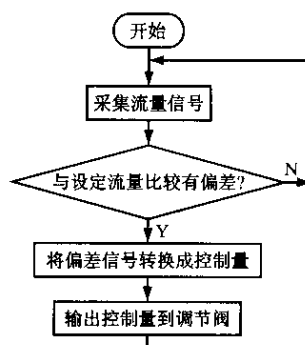


图8 流量控制子程序流程

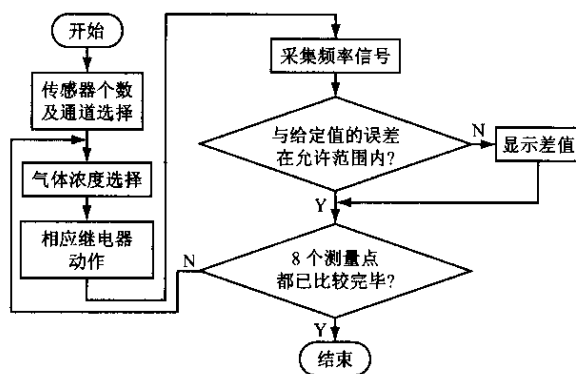


图9 调校子程序流程

4 结语

基于 DSP 的瓦斯传感器校验仪可同时校验 8 台瓦斯传感器，大大提高了工作效率，节省了工作时间；以 DSP 为主控芯片，实时数据采集和处理能力强，校验结果准确度高；外形小巧，便于携带；操作简单，便于仪表校验人员使用。

参考文献：

- [1] 王义强. 矿用气体传感器检定系统的开发研究[D]. 西安: 西安科技大学, 2009.
- [2] 刘和平, 邓力, 江渝, 等. DSP 原理及电机控制应用——基于 TMS320LF240x 系列[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [3] 宋永献, 陈娇. 基于 TMS320LF2407 的数据采集与处理系统的设计[J]. 自动化与仪表, 2007(6): 75-78.
- [4] 鞠剑平. C 语言程序设计教程[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2009.
- [5] 徐科军, 陶维青, 汪海宁, 等. DSP 及其电气与自动化工程应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2010.