

基于 ATmega128 的智能安全帽特性检测仪设计

刘明亮, 孙来军, 叶光忠

(黑龙江大学 黑龙江省电子工程高校重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘要: 针对当前安全帽特性检测仪数据采集精确度不高以及自动化程度低等问题, 提出了一种以 ATmega128 单片机为控制核心的智能安全帽特性检测仪。介绍了该安全帽特性检测仪硬件的设计原理和方案, 并且给出了软件的设计思想和操作流程。实现了安全帽特性检测仪的智能化与数字化。

关键词: ATmega128; 安全帽; 智能

中图分类号: TP29

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2010)21-0082-03

Design of the intelligent feature detector machine for safety helmet based on ATmega128

LIU Ming Liang, SUN Lai Jun, YE Guang Zhong

(HLJ Province Key Lab of Senior-Education for Electronic Engineering, Heilongjiang University, Harbin 150080, China)

Abstract: Currently, safety helmet feature detector machine have the low accuracy of the data acquisition, and the degree of automation of them is low. To solve those problems, a new kind of intelligent safety helmet feature detector machine, using ATmega128 micro-controller as its core controller has been advanced. In this paper, the components of the machine are described. The principles and the schema in the designing processes are presented in detail, and the software architecture and the operation processes of each part are given. In general, this machine is an intelligent, digitalized safety helmet detector machine.

Key words: ATmega128; safety helmet feature detector machine; intelligent

安全帽作为工人保护头顶部受到伤害的重要防护用品,其质量好坏,直接影响生命安全。通常情况下,安检部门对安全帽特性的检测主要是测试其抗冲击性能和耐穿刺性能,即安全帽经过紫外线等特殊处理后,利用检测仪上的重锤或尖锤对安全帽施加瞬间的冲击力后,观察安全帽是否损坏来判断合格与否^[1]。目前市场上有多种安全帽特性检测仪,如 AST-8910、BAQM-A、YJ-8627 等型号的检测仪。虽然这些检测仪都能简单地对安全帽的特性进行测试,而且都能达到一定的自动化程度,但同时也存在着一些问题:(1)检测仪无法对瞬间压力数据进行准确地采集;(2)重锤或尖锤的下落方式不是严格的自由落体运动,由此检测的结果无法满足国家标准的要求;(3)试验操作过程较为复杂,同时在操作中存在着一定的安全隐患,容易对操作员或设备带来不必要的伤害。针对这些问题,本文以 AVR ATmega128 单片机为控制核心,通过各外扩功能模块构成智能化的安全帽特性检测仪。经过大量试验表明:该

安全帽特性检测仪具有试验过程简单、操作安全方便和结构稳定等优点,实现了安全帽特性检测过程的智能化与自动化。

1 安全帽特性检测仪的总体设计

通常对安全帽特性的检测主要包括两部分:耐穿刺性能试验和抗冲击性能试验。根据国家标准 GB/T2812-2006 的要求,安全帽经过预处理后,其耐穿刺性能试验和抗冲击性能试验分别以 3 kg 的尖锤和 5 kg 的重锤距离安全帽顶部 1 m 处作自由落体运动,在符合正常操作条件的情况下,帽壳无碎片脱落表示安全帽合格,否则为不合格^[2]。本文设计的安全帽特性检测仪总体上以电动机带动电磁铁在导向圆筒内上下运动,利用检测仪的开关量输出电路控制电磁铁上重锤的吸合或释放与电机的正反转,并利用高精度的压力传感器对瞬间冲击压力进行采集,最后将采集的数据输入到控制器进行处理。总体设计方案如图 1 所示。

技术与方法 Technique and Method

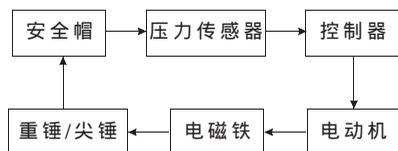


图1 总体设计方案

2 控制器的硬件电路设计

本文在设计硬件电路时,以 ATmega128 单片机为控制核心,外扩有压力传感器输出信号调理电路、A/D 转换电路、开关量输入/输出电路,以及通信、数据存储、时钟控制、键盘操作和 LCD 显示等辅助电路^[3-4]。控制器硬件结构如图 2 所示。其中信号调理电路用于对压力传感器 GH-4 输出信号的放大和滤波,并利用以 AD974 为核心的模拟量采集电路进行精确转换;开关量输入/输出电路主要用于升降机上下限位的检测和电机正反转的控制。

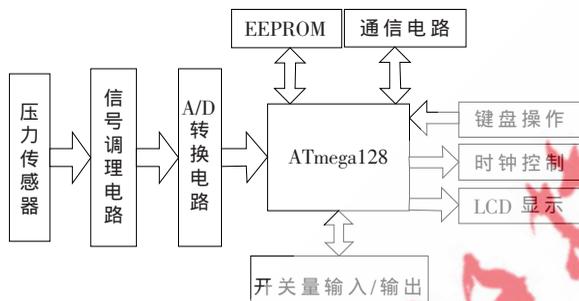


图2 控制器硬件结构

2.1 信号调理电路的设计

由于所选的压力传感器信号输出范围为 $0.01\text{ mV} \sim 20\text{ mV}$,而 AD974 模拟输入范围为 $0 \sim 5\text{ V}$,同时传感器输出的小信号在传输过程中也容易被噪声所淹没。所以信号在进入 A/D 转换器之前必须经过必要的放大和滤波才能准确地反映传感器所输出的数值。本文选用具有低电压失调、低失调漂移、低增益漂移和高增益精度等特性的增益可编程高性能仪表放大器 AD8221 作为压力信号放大器,其突出优点是具有优异的共模抑制性能^[5]。另外 AD8221 通过单一电阻即可在 $1 \sim 1\,000$ 的范围内设置增益。信号调理电路设计如图 3 所示。

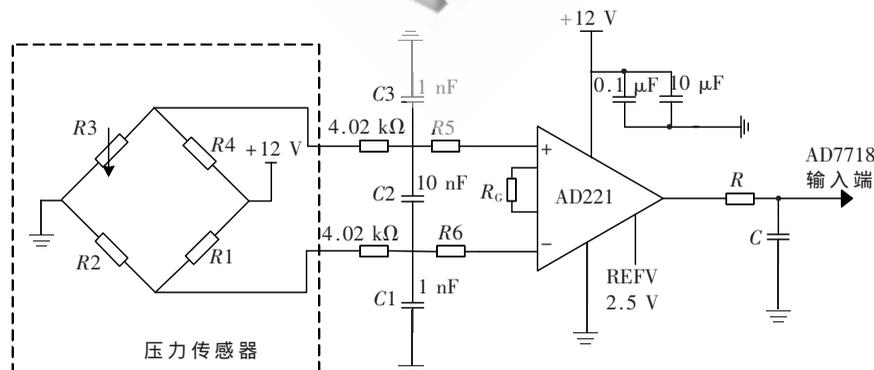


图3 信号调理电路

在图 3 中,虚框内为桥式压力传感器,传感器输出的两个共模差分信号经过由电容 $C1$ 、 $C2$ 以及 $4.02\text{ k}\Omega$ 的电阻构成射频干扰抑制电路进行去噪处理。其中电容 $C1$ 抑制差动干扰信号, $C2$ 抑制两输入端的共模干扰; R_G 为增益电阻,根据 AD8221 数据手册,本设计选 $300\ \Omega$ 的增益电阻将信号放大 100 倍左右,即将传感器输出信号转换到 $0 \sim 2.5\text{ V}$ 范围内。

2.2 A/D 转换电路

本设计主要采集瞬间的压力数据,显然 ATmega128 单片机内部 15 kS/s 采样率的 A/D 转换器无法满足要求。AD974 是 ADI 公司生产的一种具有 200 kS/s 通过率快速 16 位 ADC^[6]。由于信号调理电路输出的电压范围是 $0 \sim 2.5\text{ V}$,AD974 的输入范围应选择为 $0 \sim 5\text{ V}$ 。AD974 所需要的外部 2.5 V 基准电压由 AD780 提供。AD780 是一个带隙基准,具有极低的漂移,低起始误差和低输出噪声等特点,能避免外部基准电压的噪声和温漂的影响。为了减小电源对 ADC 的干扰,在 V_{CC} 与模拟地之间接入 $0.1\ \mu\text{F}$ 电容和 $10\ \mu\text{F}$ 极性电容的并联电路。此外在 ADC 的电路设计时,还必须把数字地与模拟地分开,这样可消除任何耦合到 AD974 模拟部分的高频噪声^[7]。

2.3 开关量输入/输出电路设计

本设计使用光电形式的限位开关 LM18-300PZ,作为电磁铁的上、下限位。设计时在限位开关与单片机端口之间增加光电隔离器,以有效地抑制尖峰脉冲,避免外部干扰噪声进入单片机系统;开关量输出主要用于控制电机正反转。在电机上有两路控制端子,利用中间继电器控制固态继电器进行信号切换。光耦隔离的开关量输入/输出控制电路如图 4 所示。需要注意的是:开关量输出在连接电机之前需要做正反转控制信号互锁,以免出现逻辑控制错误。

3 软件部分实现

控制器上电后,首先进行系统初始化,然后进入用户验证界面;验证完毕后进入主菜单。主菜单界面包括:用户名和时间等设置、特性试验菜单和历史记录。选择进入试验界面后,首先利用开关量输出控制电机下行到

下限位开关位置。当开关量输入检测到下限位开关信号后,电动机自动停止,同时电磁铁吸合并提示安装重锤;安装完重锤后控制电机上行,当检测到上限位信号后,可通过按键来释放电磁铁上的重锤,延时 0.1 s 后开始采集压力数据。每组采集数据 100 个,除去每组的最大值和最小值后再取平均,这样起到了数字滤波的效果,再从平均值的数组中取最大值即是瞬间的压力值,并将此压力值显示在 LCD 显示屏;做完一组试验

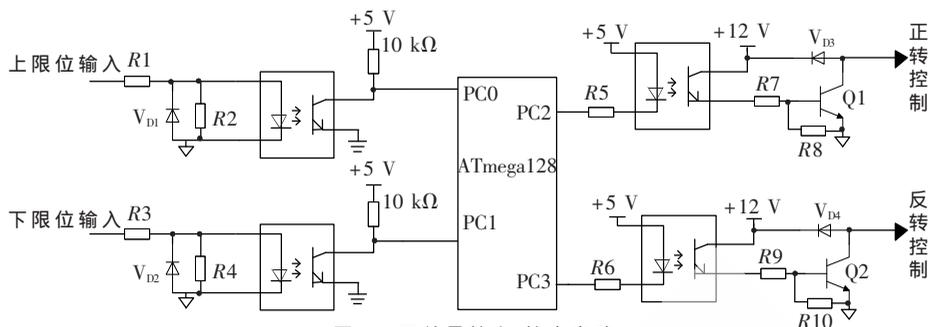


图4 开关量输入/输出电路

后,用户可通过选择来保存试验数据。在主菜单中,用户可以通过选择随时查看以往所保存的试验数据,并可以通过串口将历史数据上传到PC机。软件设计流程如图5所示。



图5 软件设计流程

4 实际应用分析

本系统经过大量的测试试验验证,该检测仪的稳定性好,而且试验的结果直观,所测试的试验数据均能达到国家标准的要求。对多个安全帽样本进行测试,测试结果如表1所示。

本文采用 ATmega128 单片机设计的安全帽特性检测仪具有数据采集速率高、抗干扰能力强、稳定性好、操

表1 多个不同的安全帽样本的测试结果

测试样本	压力/N	是否有碎片脱落	结果
1	2 369	否	合格
2	3 691	否	合格
3	2 893	是	不合格
4	4 350	否	合格
5	3 375	否	合格
6	4 738	否	合格

作安全简便、结构简单等优点,比以往的安全帽特性检测仪更进一步实现了智能化。但该检测仪所能完成的试验类型较少,在今后的设计中还有待于进一步提高与改进。

参考文献

- [1] 臧兰兰,杨文芬,肖义庆,等.GB 2811《安全帽》、GB/T2812《安全帽测试方法》新、旧标准的变化[J].中国个体防护装备,2007(5):24-26.
- [2] 最新安全帽国家标准 GB 2811-2007 及安全帽测试方法 GB/T 2812-2006[S].2008.
- [3] 肖保军,韩兆福,王钊,等.基于 ATmega128 的高精度转台控制系统研究[J].工业控制计算机,2009(1):25-26.
- [4] 汤剑锋.ATmega128 单片机仿真系统设计及实现[J].荆楚理工学院学报,2009(7):25-31.
- [5] 阮三元,李刚,宋颖.具有最优共模抑制性能的可变增益仪用放大器 AD8221 及其应用[J].国外电子元器件,2004(7):44-46.
- [6] 吴开杰,李刚.简化电路设计的高通过率、高精度 ADC-AD974[J].国外电子元器件,2000(11):25-27.
- [7] 方昌敏,章云峰.AD974 在高压信号采样中的应用[J].工业控制计算机,2008(11):29-30.

(收稿日期:2010-04-13)

作者简介:

刘明亮,男,1980年生,硕士,讲师,主要研究方向:信号检测。

孙来军,男,1977年生,博士后,硕士生导师,副教授,主要研究方向:设备监测与故障诊断技术、无损检测技术。

叶光忠,男,1982年生,硕士研究生,主要研究方向:设备监测与故障诊断技术、无损检测技术。