

汽车起重机全力矩限制器的研制

梁桂航 宋正河 毛恩荣 谭

(中国农业大学 工学院,北京 100083)

摘要 利用 Intel 16 位单片机 80C196 KC 技术,研制了汽车起重机全力矩限制器。该全力矩限制器能够实时监测汽车起重机的工作参数,并将数据显示在液晶模块上;当实测起重力矩达到相应工况下的额定值时,全力矩限制器报警并强制停机,同时,自动将此状态下的工作参数以及相对应的时间记录在时钟芯片的 RAM 内;断电后,限制器仍能保护数据的安全。该全力矩限制器符合我国有关技术标准,通过改变软件参数和传感器的测量范围,可运用于不同型号的汽车起重机。

关键词 16 位单片机;全力矩限制器;数据存储;安全性

中图分类号 TP 277

文章编号 1007-4333(2005)01-0052-04

文献标识码 A

Development of a full moment limiter for an automobile crane

Liang Guihang ,Song Zhenghe ,Mao Enrong ,Tan Yu

(College of Engineering , China Agricultural University , Beijing 100083 , China)

Abstract A full movement limiter for an automobile crane based on Intel MCS96 serial 16 bits single chip microcomputer was developed in the paper, which monitored the parameters in real time during the operation of an automobile crane and displayed the data of weight, length, angle, and radius etc. on a LCD. Based on the rules of design, the system will raise the alarm or force the machine stopped if the measured moment exceeds the set value and the limiter will store the state parameters, such as weight, length, angle, radius and time, automatically and keep them even the power supply off. The limiter has been tested and proved qualified on the spot. It can be applied to various serial automobile cranes by changing the parameters of software and the sensors.

Key words 16 bits single chip microcomputer; full moment limiter; data storage; security

全力矩限制器是汽车起重机的主要安全保护装置之一,一般由数据采集模块、中央处理模块、输出控制模块等组成,能够测量所吊物体的重量,以及臂杆的长度,臂杆转过的角度等参数,根据预先设定的程序控制起重作业,进行报警或强制停机。国外的全力矩限制器能对起重机械进行全方位的监控(运用模糊控制和专家系统,解决吊运过程中的摇摆问题;通过设置吊运程序,自动完成吊运作业),但价格昂贵,难与我国目前的汽车起重机械配套。国内的全力矩限制器多采用 8 位单片机,1 片 LCD 液晶模块或 1 组 LED 发光二极管显示数据,由于数据变化频率大,操作者必须在繁忙的起重作业过程中时刻观察不停变化的数据,增加了操作的不安全性。针

对现有技术的不足,笔者根据国标 GB 7950—1999《臂架型起重机起重力矩限制器通用技术条件》^[1]和 GB 12602—90《起重机械超载保护装置安全技术规范》的要求^[2],研制了一种智能化汽车起重机全力矩限制器。

1 全力矩限制器系统组成及工作原理

该全力矩限制器是基于 Intel 16 位单片机 80C196 KC 开发的,包括传感器和主控制器(图 1)。传感器包括重量传感器、长度传感器、角度传感器,负责测量起重机工作状态参数(吊物的重量、臂杆伸长长度及转动角度);主控制器包括模拟输入信号的放大和滤波电路、数字信号的滤波电路、80C196 KC

收稿日期: 2004-10-25

作者简介: 梁桂航,硕士研究生;毛恩荣,教授,博士生导师,主要从事车辆工程、流体传动与控制以及人机工程的研究, E-mail: gxy15@cau.edu.cn

单片机以及外围电路、控制电磁溢流阀电路、电源管
理电路、LCD 显示电路、声音报警电路、LED 显示报

警电路、键盘输入电路以及控制箱(图 1 未标注)。

全力矩限制器工作原理如下：当实时起重力矩

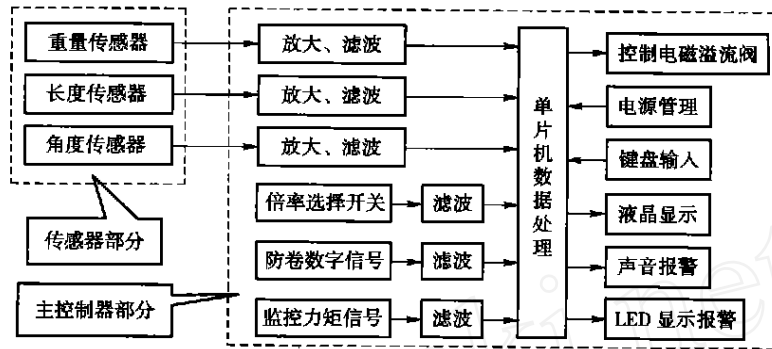


图 1 全力矩限制器系统框图

Fig. 1 Systematic diagram of full moment limiter

小于相应工况下的额定值时,LED 显示报警装置显示白色,起重作业正常;当实时起重力矩达到相应工况下的额定值的 90 %时,LED 显示报警装置显示黄色,声音报警;当实时起重力矩等于或大于相应工况下的额定值时,全力矩限制器自动保存相关超载数据(实测起重量、臂杆长度、臂杆转过的角度和工作幅度,以及所对应的时间),LED 显示报警装置显示红色,声音报警,同时,限制器采集监控力矩开关信号,以监控力矩增加或减少的方向;当起重机的力矩达到临界点,如力矩继续增加,则全力矩限制器自动

关闭电磁溢流阀,强制停机,但允许起重机朝安全方向运动(臂杆缩回、幅度减少、货物下落)。为防止出现过卷情况,全力矩限制器定时查询防过卷行程开关信号,一旦出现过卷,自动停止向上卷扬。

2 硬件组成

该全力矩限制器硬件主要包括:16 位单片机 80C196KC、存储器 27256、时钟芯片 12887、LCD、DC-DC 电源、光电耦合器、斩波稳零集成运放 ICL7650S、高输入阻抗集成运放 LM358 等(图 2)。

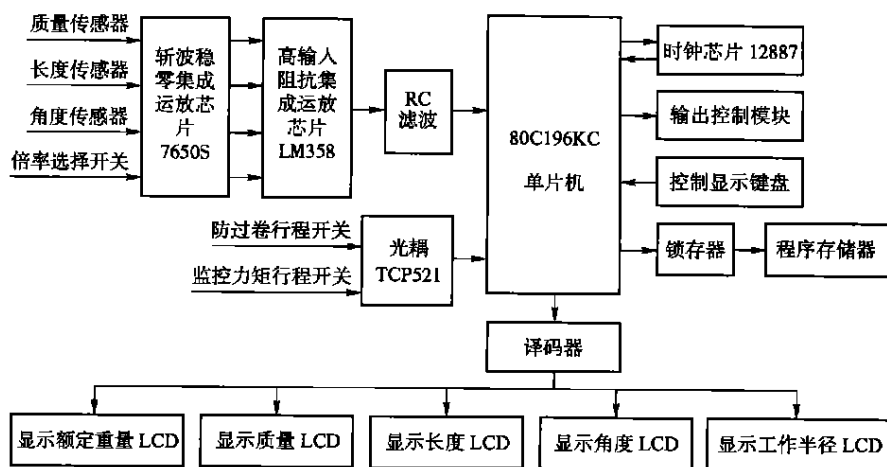


图 2 全力矩限制器硬件组成

Fig. 2 Components of full moment limiter hardware

2.1 CPU 主板电路

CPU 主板由 80C196KC 单片机及外围扩展电路构成,采用 8 位地址/数据复用总线^[3],其主要作用是采集传感器信号、倍率设定值、数字输入信号,按起重性能曲线进行数据处理,输出控制信号。

80C196KC 是高性能的 16 位单片机,内部 RAM 488 B,有 24 B 的专用寄存器,CPU 的操作直接面向 256 B 的专用寄存器,具有较高的运算速度和数据吞吐能力;10 位 A/D 转换,转换精度较高^[4]。

时钟芯片 12887 的内部充电电路能自动对可充

电电池充电,正常工作时保证时钟数据 10 年内不会丢失,内部有 114 B 的 RAM;时钟芯片在首次使用前必须初始化^[5]。全力矩限制器能够保存 8 次数据,其中,实测起重重量、臂杆长度、臂杆转过的角度和工作幅度,以及所对应的时间数据在存储时按照整型类型(16 位)保存,时间数据在存储时按照字符类型(8 位)保存。

液晶模块选用 LCM045A:内置 RAM,可显示任意的字段笔划;3 线串口与单片机 80C196KC 连接;工作电压 2.4~5.2 V,低功耗,稳定可靠;视角对比度可调,液晶模块显示清楚。

2.2 输入输出电路

输入电路板是传感器输入信号、数字输入信号与 CPU 主板的接口板,具有信号的滤波、放大、隔离等功能;输出电路板是单片机输出控制信号与 CPU 主板的接口板,具有信号隔离、功率放大的作用。由于汽车起重机的工作环境比较恶劣,在电源管理方

面,采用 2 个 DC-DC 电源隔离模块,一路转换电源供传感器使用,另一路转换电源供主控制器使用。在模拟信号的放大电路设计上,采用具有超低失调、超低温漂和高增益的斩波稳零集成运放芯片 ICL7650S^[6]。

输出控制电路将单片机的输出信号隔离、功率放大,驱动电磁阀。输出控制电路见图 3。该电路中由于驱动继电器需要较大的电流,采用三极管放大以增加驱动电流;为了便于调试和维修,电路中设计了 1 个发光二极管;为防止高频干扰对光耦输出端的影响,在输出端一侧加 1 个滤波电容;由于继电器的工作方式是吸合方式,在开关的瞬间,触点容易产生火花引起干扰,并且继电器的线圈是感性负载,在关断的瞬间,电感会产生较大感应电动势,感应电动势过高会造成三极管的集-射极间的电压过高而损坏,因此增加 1 个反接的保护二极管,用于反向放电。

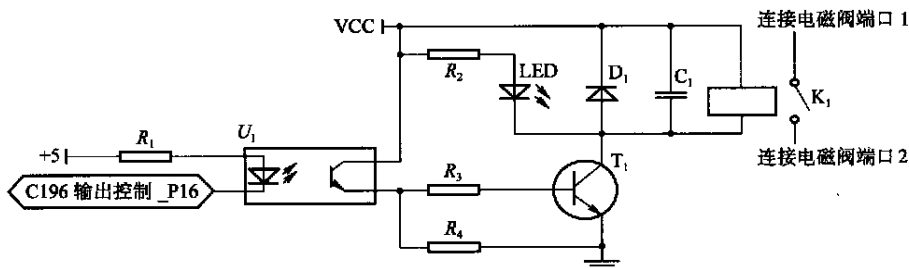


图 3 输出控制电路原理图

Fig. 3 Schematic diagram of output circuit

2.3 键盘/显示电路

全力矩限制器能够记录汽车起重机在起重作业过程中的超载数据,采用键盘中断的方式^[7],可以在程序执行的任何时刻显示数据。键盘接口电路原理图见图 4:P25 是行扫描输出线,状态置 0;P23 和 P24 是键盘的列线,分别代表 K₁ 和 K₂ 2 个键盘,当 K₁ 和 K₂ 没有按下时,P23 = 1,P24 = 1,P22 = 0,不能触发中断;当 K₁ 或 K₂ 任一按键按下时,P23 = 0

或 P24 = 0,电平从 0 到 1,触发 P22 引起中断。为简化硬件设计,键盘抖动的处理通过软件完成。

2.4 LED 显示报警装置电路

为便于操作者直观地判断出相应工况下的力矩变化情况,将实测起重力矩占相应工况下额定值的百分比,用点亮 LED 的个数表示。利用地址锁存器 74HC377 对数据的锁存功能,控制要显示的 LED 的个数,动态显示载荷变化情况。

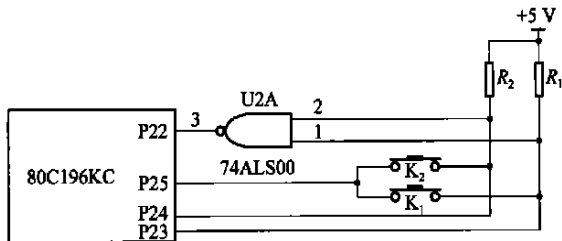


图 4 键盘接口电路原理图

Fig. 4 Schematic diagram of keyboard

3 软件设计

软件设计^[8]是全力矩限制器的重要内容之一,采用 C 语言进行模块化软件设计。软件功能模块见图 5。

程序运行时,全力矩限制器首先进行程序自检及初始化,然后对模拟信号进行 A/D 转换,将采集的数据实时显示在 LCD 上;如果实测起重力矩超

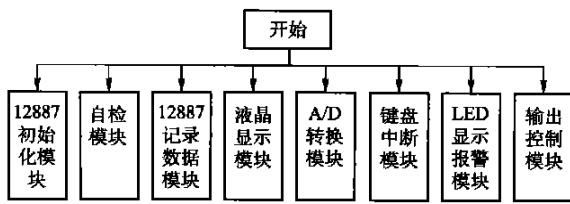


图 5 全力矩限制器系统软件功能模块图

Fig. 5 Functional module diagram of full moment limiter software system

载,软件会根据所采集的信息,输出声音报警或光报警或强制停机等信号;软件具有记录超载数据的功能;按下 K_1 或 K_2 键时,显示超载数据。

为保证全力矩限制器的正常工作,设计故障自我诊断模块,当发生故障时以代码的形式在 LCD 上显示。例如:当 LCD 显示“E111”时,全力矩限制器强制汽车起重机停机,同时发出声、光报警。操作人员可以从以下几个方面查找故障:1)倍率开关档位是否旋到任何一个档位;2)此档位电线是否连接可靠;3)与倍率开关相连接的电路板是否出现问题;4)全力矩限制器方面的问题。主程序流程图见图 6。

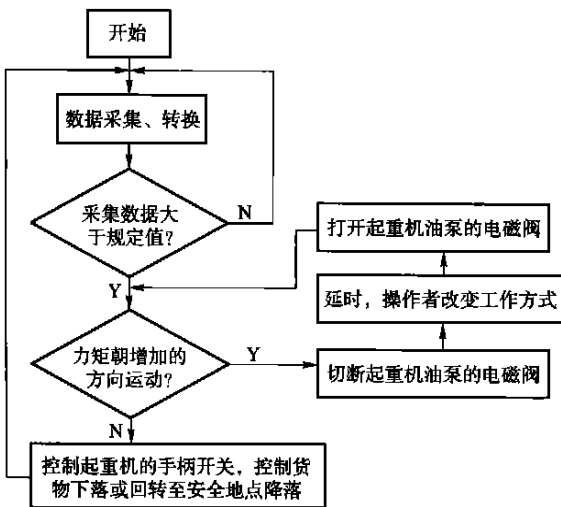


图 6 全力矩限制器系统软件主程序流程图

Fig. 6 Flow chart of the main program

4 结束语

该全力矩限制器采用 16 位单片机,数据处理能力增强,提高了起重机操作的安全性。所设计的全力矩限制器控制面板将 5 个 LCD 安装在起重机示意图相对应的部位,便于操作者观察起重机的工作状况。该全力矩限制器已经完成了现场调试,符合国家有关的技术标准,能够代替价格昂贵的进口设备。通过改变软件参数和传感器的测量范围,可以运用于不同型号的汽车起重机。需要说明的是,由于没有安装检测倾覆和风速的传感器,在风速较大的天气环境下,该全力矩限制器不能使用。

参 考 文 献

- [1] 建设部长沙建筑机械研究院. GB7950—1999 臂架型起重机起重力矩限制器通用技术条件[S]. 北京:中国标准出版社,2000
- [2] 辽宁省劳动保护科学研究所. GB12602—90 起重机械超载保护装置安全技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,1993
- [3] 刘复华. 8 ×C196 KX 单片机及其应用系统设计[M]. 北京:清华大学出版社,2002:97 - 106
- [4] 谢斌,谭,李庆合,等. 采用 16 位单片机的拖拉机液悬挂控制系统[J]. 中国农业大学学报,2002,7(6): 68 - 71
- [5] 彭希南. 跨越 2000 年的时钟芯片 DS12887/DS12C887[J]. 电子技术,1999,8:34 - 38
- [6] 李华. MCS-51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1993:287 - 297
- [7] 何立民. MCS-51 系列单片机实用系统设计系统配置与接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1992: 138 - 149
- [8] 程军. Intel 80C196 单片机应用实践与 C 语言开发[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001:130 - 140