

# 单片机在起重机工况安全监控系统中的应用

程加斌

(武汉生物工程学院 机电工程系,湖北 武汉 430415)

**摘要:** 针对起重机的安全工作要求,开发了一种安全监控系统,通过对起重机操控特性曲线的实时计算,自动判断起重机的工况和安全威胁,通过图文显示和声光报警提示操作员,并在紧急状态下自动采取应急控制,实践证明该系统工作可靠,具有推广应用价值。

**关键词:** 汽车起重机;工况安全;单片机;监控系统

中图分类号: TP277;TP213.6

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2011)03-0070-03

## Application of single-chip computer in derrick car monitoring

Cheng Jiabin

(Department of Mechanical and Electrical Engineering, Wuhan Bioengineering Institute, Wuhan 430415, China)

**Abstract:** This paper developed a monitoring instrument which warning the derrick car operator to keep in safe operation. The instrument automatically measures the derrick car operation parameters and take full control in case of emergence. It also send warning signals to the operator when the car is in a risk situation. The system was proved to be highly reliability in practical operation.

**Key words:** derrick car; safety; single-chip computer; monitoring

汽车起重机具有移动快捷便利的特点,因此应用非常广泛。其操作虽然简单,但是工况却十分复杂,操作员往往不易发现潜在的危险,安全生产形势十分严峻,尤其是车载移动式起重机,常常出现侧翻事故,以至人员伤亡。

本文开发了一种汽车起重机安全监控系统,针对起重机在各种工况下的操控特性曲线,实时监测和报警,并带有安全操作提示,包括侧方位安全性提示,并在紧急状态下自动切断超载项目,从而集工况监测、控制、报警、记录系统于一体。与进口设备“力矩限制器”相比,本系统具有功能齐全、经济实用的特点。本系统经过近10年的实际应用和改进,能够杜绝安全隐患,确保安全生产,并且可以通过简单改装和修改计算参数在其他类型的起重机上使用,能够简单快捷地完成设备的安装调试工作。

### 1 设计规格和功能要求

起重机工况和安全监控系统的主要功能包括:

(1)异常工况分级警告,自动测量工况并计算安全工作边际,当安全受到潜在威胁时发出不同的声光报警信

号,提醒操作员注意操作安全;

(2)紧急保护控制,在安全工作状态受到严重威胁时,自动启动应急控制,停止向危险方向运转,只能向安全方向运转;

(3)传感器信号校正和量程标定,根据传感器信号所在区间,采取二次插值补偿修正,提高测量精度,并自动标定零点,自动判断传感器异常,确保系统工作安全;

(4)存储起重机的操作特性参数,针对起重机在不同工况下的特性曲线,实时将运行参数提供给监控系统使用;

(5)自动记录异常工况。

### 2 检测单元及工作原理

汽车起重机监控系统示意图如图1所示,监测装置包括压力传感器、角度传感器、长度传感器、钢丝绳过卷传感器、钢丝绳过放传感器等,要求监控系统分别采集不同的物理信号,并传送到主控计算机进行分析处理。过卷和过放是通过开关量自动触发控制,在此从略。

压力传感器通过检测支撑油缸上下腔的压力信号 $p$ ,间接推算起吊物的重量;臂长传感器通过头部固定在

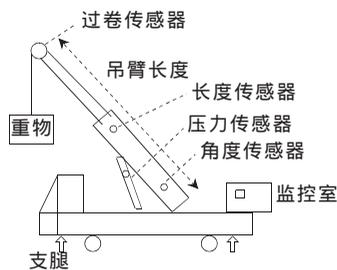


图1 起重机监控系统示意图

臂杆端部的拉线,将臂杆长度变化转换为传感器内部测定元件角度的变化,以测定检测臂杆的实际长度 $l$ ;仰角传感器安装在臂杆上,通过重锤带动角度测定元件转动,以检测臂杆仰角 $\beta$ 。

根据以上测量,计算起吊物的实际重量如下:

$$W = \lambda \times f(p) / l \quad (1)$$

式(1)中: $f(p)$ 是压力测量信号的二次非线性函数; $\lambda$ 是角度信号 $\beta$ 的二次非线性函数; $l$ 是吊臂长度测量信号。

在一定的设计起吊量情况下,臂长与臂角度是互相制约的,当起重臂仰角一定时,随着起重臂长度的增加,起重半径和起重高度也随之增加,而起重量应当相应减少,以防止翻车事故,这在式(1)中表现为 $W$ 与 $l$ 成反比。反之,当臂长 $l$ 一定时,随着起重臂仰角 $\beta$ 的增大,起重量随之增加。参见图2某起重机的操作特性曲线,曲线1代表起重量 $W$ 与工作臂长度 $l$ (图中表达为“工作幅度”)之间的关系,它可以用二次曲线分段近似表达。本系统详细集成了操作特性二次曲线的各项参数,存放在非易失存储器中供软件调用。

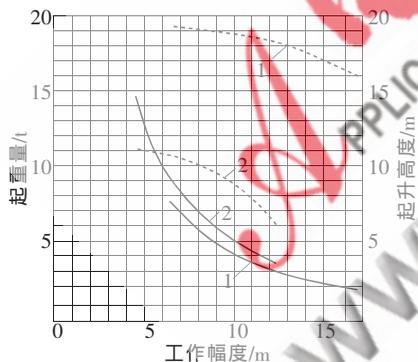


图2 起重机操作特性

起重机的安全工作状态与 $W$ 、 $\beta$ 和 $l$ 都有关系,这里要特别注意在不同工况下的操作特性是不同的,例如图2中有不同的曲线,不同的起重机也有较大区别,因此计算复杂度较高,需要根据工况测量信息分段计算。在实际系统中,根据 $W$ 、 $\beta$ 和 $l$ 的实测结果,对起重机的操作特性作二次函数的插值逼近,各工况下的插值系数通过操作特性表获得。

为保障工作安全,通常要求监控系统随时计算在特定条件下允许的最大起吊重量 $W_{\max}$ ,并提示 $W$ 不要超过 $W_{\max}$ 。经过大量测试,得到 $W_{\max}$ 的计算如下:

$$W_{\max} = (a \times y + b) \times y + c \quad (2)$$

式(2)中 $y = l \times \cos\beta + d \times \sqrt{f(p)} \times \sin\beta$ , $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 在一定工况下均为常数。

### 3 监控单元及工作原理

起重机安全监控系统硬件组成如图3,通过A/D接口对各路传感器信号进行采样,包括角度、吊臂长度、压力传感器等,从而取得起重机的工作参数,再通过式(1)、式(2)计算,得出相应工况下的实际起重物重量 $W$ 及其与 $W_{\max}$ 的比率(也称为载荷率),在液晶显示模块上显示示意图、文字提示信息,包括臂长、臂仰角、载荷等操作者关心的参数,并发出提示音,供操作员参考。当载荷率大于90%时预报警,大于100%时报警,并自动启用强制停止控制,这时起重机不能继续向危险方向动作,如伸臂、起升等,从而实现起重机的测控保护功能,使起重机的工作符合安全生产要求。

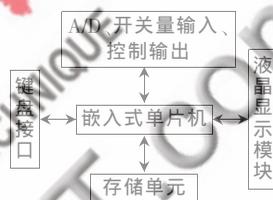


图3 硬件结构图

计算中所需的常数以及中间结果存放在外接的非易失存储单元中,配合系统提供的液晶显示和键盘人机界面,本系统还可以完成特定的参数设置、标定及调试记录等辅助功能。

### 4 软件设计

软件系统完成以下功能:

(1)传感器信号分析计算,主要完成式(1)、式(2)的运算,计算量较大,采用AT89S52单片机<sup>[1-2]</sup>。起重机在不同工况下的操作特性是不同的,因此要求在计算过程中,自动判断工况(前方、后方、侧方、支腿、副臂等)并选择相应的计算系数和插值公式,将计算结果和提示信息送显示模块。图4为显示效果图,其中包括副臂是否伸长、有无过卷过放、支腿是否工作、主臂是否位于侧后方、系统的载荷率及当前是否安全等信息。

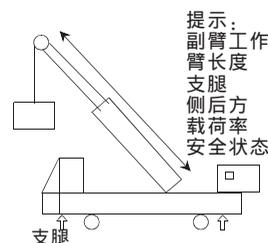


图4 起重机监控系统状态显示

(2)报警和紧急保护,在过卷、过放、超重、传感器异常等情况下,系统都能实时给出声光告警和应急处理,并通过8255接口输出控制信号启动保护继电器动作。

《微型机与应用》2011年第30卷第3期

(3)液晶显示,采用外购的 160×128 点阵显示模块,清晰度很高,每屏可以显示 8×10 个 16×16 点阵的汉字,本系统采用图文混合显示,如图 4 所示。系统用到的汉字点阵预先存放在存储器内<sup>[3]</sup>。

(4)薄膜键盘,采用 4×4 键盘矩阵,便于集成在仪器面板上,除了输入 0~9 数字之外,还能输入 +1、-1、CHK 等控制字符,以便输入系统调试过程中用到的一些参数,单片机通过 8255 接口电路扫描键盘动作并做相应处理。

起重机安全生产的形势非常严峻,采用智能监控仪表,在液晶显示器上显示工况提示信息,同时发出声光提示和报警信息,完全能够帮助操作员进行安全生产,杜绝不当操作造成安全事故。本系统适用于轮式起重机、履带式起重机、塔式起重机的安全监控,具有很高的

推广应用价值。

参考文献

- [1] 张毅刚.新编 MCS-51 单片机应用设计[M],哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2001:56-98.
- [2] 周春明.AT89S51 多功能遥控器的设计与制作[J],电子制作,2007(6):16-18.
- [3] 谢维成,杨佳国.单片机原理与应用及 C51 程序设计[M].北京:清华大学出版社,2005:70-92.

(收稿日期:2010-09-04)

作者简介:

程加斌,男,1961 年生,博士,高级工程师,主要研究方向:机电自动化、智能仪表、测控技术。

电子技术应用  
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE  
www.chinaAET.com