

# 基于嵌入式技术的刮板输送机链条张紧控制系统

毕东柱

(北京天地玛珂电液控制系统有限公司, 北京 100013)

**[摘要]** 介绍了刮板输送机链条张紧系统电液控制系统的结构组成、工作原理; 详细介绍了电控系统的硬件结构、工作原理和软件流程。将此技术应用于刮板输送机, 现场测试结果表明, 该系统运行状况良好, 具有一定的工程应用及推广价值。

**[关键词]** 刮板输送机; 链条; 张紧系统; 电控系统; 多传感器控制

**[中图分类号]** TD528.3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-6225 (2013) 01-0031-02

## Chain Tensioning Control System of Scrapper Based on Embedded Technology

BI Dong-zhu

(Beijing Tiandi Ma' ke Electro-hydraulic Control System Co., Ltd., Beijing 100013, China)

**Abstract:** This paper introduced electro-hydraulic control system's components and working mechanism of chain tensioning control system of scrapper, and detailedly introduced hardware structure and software process of electro-hydraulic system. Site test showed that chain tensioning control system operated well and it was worthy to be spread.

**Key words:** scrapper; chain; tensioning system; electro-hydraulic system; multi-sensor control

随着综采技术的发展, 煤矿对综采工作面机械化、自动化的要求越来越高。工作面刮板输送机正逐步向大功率、大运量和高可靠性方向发展。传统刮板输送机张紧系统多采用手动方式进行调节, 但由于链条张力值随负载量大小和时间推移而变化, 常常会使链条在运行中处于过松或过紧的状态。过松会造成刮板链在驱动链轮分离点处松弛, 甚至发生堆积而导致断链、卡链或断齿等事故; 控制的过紧则会增大运行阻力, 使刮板输送机功率消耗过大, 元件过度磨损。为了保证刮板输送机在不同的负载工作条件下能够正常工作, 工作人员必须经常对刮板输送机链条进行手动调节, 既增加了工人的劳动强度, 又不能实时保护链条处于合理范围之内。本文针对这一问题, 研究设计了基于嵌入式技术的刮板输送机链条张紧控制系统。通过该控制系统可以有效地对链条的松紧程度进行监控, 及早发现问题, 进一步对油缸进行控制, 从而调整链条的松紧。

### 1 刮板输送机链条张紧控制系统的组成

基于嵌入式技术刮板输送机链条张紧控制系统主要由电源、控制器、压力传感器、位移传感器、启停传感器、数据存储盒、液压系统等组成, 其结构如图 1 所示。嵌入式本安控制器是系统控制的核心,

主要实现系统控制流程, 数据采集, 系统配置、人机交互等功能。此系统配置机头和机尾 2 个控制器, 均由 1 个本安型电源箱供电。其中机头控制器通过启停传感器采集刮板输机电机的电流信号来判断刮板机是否开启, 同时通过 CAN 通讯通知结尾控制器; 控制器通过采集压力和位移信号, 结合参数设置来控制液压系统的伸缸或收缸, 从而调节链条的松紧程度; 当刮板输机电机启动后控制器每 1s 通过串口把采集的压力和位移值传送给存储盒, 以便日后分析; 控制器包含自动控制、手动控制、急停及故障声光报警等功能。

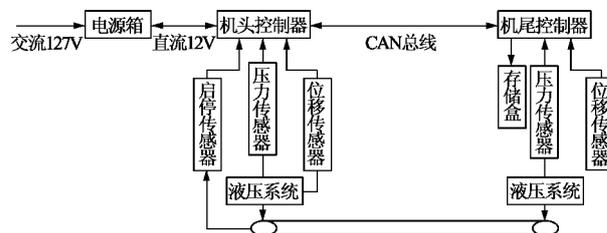


图 1 刮板输送机链条张紧控制系统组成

### 2 嵌入式控制器的设计

#### 2.1 硬件设计

嵌入式控制器硬件主要包括 MCU, OLED 显示、声光报警、开关量采集、模拟量采集、电磁驱

[收稿日期] 2012-11-10

[基金项目] 天地科技创新基金资助项目: 刮板输送机链条张紧系统的研制与开发 (KJ-JJ-2011-TDMK-01)

[作者简介] 毕东柱 (1978-), 男, 山西太原人, 工程师, 主要从事电子设计与自动化的研究。

动、CAN 通讯、串口通讯、时钟、急停和电源转换模块 11 个部分。

MCU 是嵌入式控制器的控制核心，采用 ARM 公司的 LPC2294 处理芯片，主频为 70MHz，运行  $\mu$ C/OS 操作系统，在 windows 平台上采用 c 语言设计刮板输送机链条张紧控制程序。

模拟量采集模块实现对压力传感器、位移传感器和启停传感器的信号采集功能。启停传感器采用 GKT-L 启停传感器，其安装在机头位置的刮板输送机电机的输出电缆上，当电机开启瞬间启停传感器输出 1mA 的电流信号，控制器通过模拟量采集模块得到数值，从而判断刮板机是否开启；压力传感器采用 GDP40，量程为 0 ~ 40MPa，其安装在伸缩油缸的活塞腔，位移传感器采用 GUC (1200) - X，量程为 0 ~ 1200mm，其安装在伸缩油缸的推移杆内，控制器通过模拟量采集模块采集油缸的压力和位移数值，从而结合参数和算法判断链条的张紧程序和油缸的位置。

通讯模块包括串口通讯和 CAN 通讯 2 个模块。控制器采用 NCV7356D/AU5790 单线 CAN 芯片，CAN 总线适用于通信距离远，实时性要求较高，各个节点平等的现场中使用。机头控制器通过 CAN 的标准帧协议把启停传感器的采集结果和本架的压力、位移数据传输给机尾控制器，机尾控制器通过 232 串行端口把本架控制器和机头控制器的传感器数值连同采集时间传给存储盒，以备日后分析。

急停模块可响应 2 种急停信号。嵌入式控制器有一个急停按钮，当检测到该按钮按下时，直接切断本架电磁驱动的供电，让本架油缸不再伸缩动作；当急停按钮按下后，控制器通过 CAN 总线通知邻架控制器，邻架控制器通过急停模块切断其电磁驱动的供电，同样达到不让油缸伸缩的目的。

交互模块包括 OLED 显示、开关量采集、声光报警 3 个模块。OLED 显示屏用来显示 3 种传感器的数值以及参数的设定值；键盘采用开关量采集模块来实现，用于控制器的控制和参数的修改；当刮板机的链条处于过紧或过松状态时，控制器进行声光报警。

### 2.2 软件设计

嵌入式控制器软件设计包括手动控制程序设计、自动控制程序设计、菜单参数设计、数据采集和存储 4 个部分。

手动控制程序主要有按键操作、传感器采集和显示、电磁阀输出组成。当按下油缸动作按键后，

控制器向电磁驱动器发送动作命令，驱动器驱动电磁阀吸合，控制油缸动作；同时控制通过 I/O 端口。软件流程如图 2 所示。

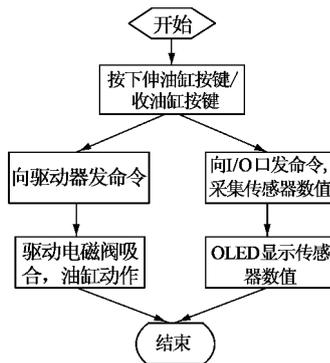


图 2 手动控制程序流程

自动控制程序是本系统的重点软件设计部分，其控制流程如下：控制器先检测是否为自动控制模式，如果是自动模式，则通过开停传感器检测刮板输送机是否开启；如果没开启则间隔 S 时间再进行判断，如果已开启，则进行实时监测并控制；先检测位移传感器和压力传感器是否正常，如果不正常则进行声光报警提醒操作人员更换传感器，如果正常则根据自动控制流程进行控制。控制器优先根据参数“行程下限”、“行程上限”、“行程偏移”和实际采集到的位移传感器数据进行判断，如果超出设定范围，进行声光报警提醒并通过组合开关使刮板机停机；如果在设定范围内，控制器再根据参数“压力下限”、“压力上限”、“压力偏移”和实际采集到的压力传感器数据进行判断，控制电磁驱动执行伸油缸或收油缸动作使链条张力达到平衡位置。

菜单参数是结合自动程序的控制流程所需要的关键点设置的参数，其参数内容见表 1。

表 1 参数列表

名称	参数设置		
	默认值	最小值	最大值
行程下限/mm	50.0	0	1200.0
行程上限/mm	1100.0	0	1200.0
行程偏移/mm	50.0	0	1200.0
压力下限/MPa	5.0	0	40.0
压力上限/MPa	10.0	0	40.0
压力偏移/MPa	0.5	0	40.0
本架收油缸/s	60.0	0	3000.0
本架伸油缸/s	60.0	0	3000.0

数据采集和存储分为数据采集模块和存储模块。其中数据采集采用冒泡排序算法；数据存储采用串口通讯把数据写入 PHILIP 公司提供的 EasyUDisk 模块中。

(下转 30 页)

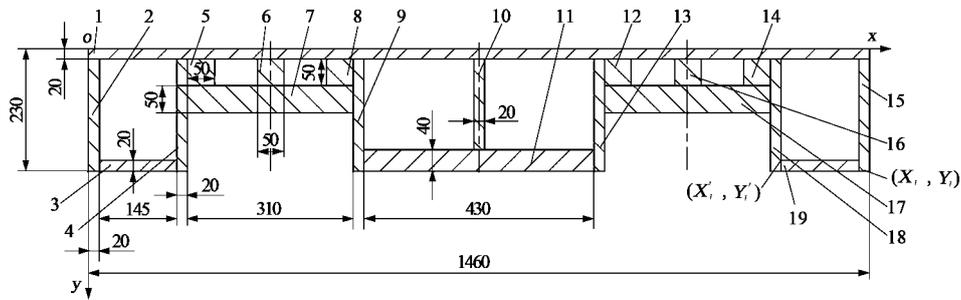


图 7 顶梁前柱窝处断面

面积;  $X_i'$ ,  $Y_i'$  为板元左上角相对  $O$  点的坐标;  $X_i$ ,  $Y_i$  为板元右下角相对  $O$  点的坐标;  $T_i$  为  $i$  单元板厚度;  $Y_{oi}$  为  $i$  板元的中性轴到  $OX$  轴的距离;  $Y_c$  为截面中性轴的  $y$  坐标值;  $Y_{ci}$  为  $i$  板元中性轴到截面中性轴的距离;  $J$  为截面惯性矩;  $\sigma_{max}$  为截面最大

弯曲应力;  $M_w$  为最大弯矩。

表 2 列出了各板元的计算结果, 根据这些值能够求得各板元所受的应力, 根据公式 (8) 可知, 该断面顶板和腹板应力值最大, 其最大值为 306MPa。

表 2 顶梁前柱窝断面各板元计算结果

板元序号	1	2, 4, 9, 13, 15, 18	3, 19	5, 6, 8, 12, 14, 16	7, 17	10	11
$A_{si}/\text{mm}^2$	29200	4600	2900	2500	15500	3400	17200
$Y_{oi}/\text{mm}$	10	125	220	45	95	105	210
$Y_{ci}/\text{mm}$	87.6	27.4	122.4	52.6	2.6	7.4	112.4

### 3 结束语

有限元法的分析结果与传统力学计算法所计算结果基本一致, 但有限元分析法能够形象、直观、全面地分析支架结构件各部位的应力, 有利于支架优化设计, 使支架结构件具有等强度、等寿命、高可靠性、重量轻的特点, 在提高支架性能的同时, 较大幅度降低支架的重量及其制造成本。有限元分析法在液压支架的设计中还处于起步阶段, 随着三维设计技术的全面推广和应用, 有限元技术将成为液压支架设计、研究必不可少的有利工具。

### [参考文献]

- [1] 马端志, 宋德军. 有限元分析法在液压支架设计中的应用 [A]. 中国科协 2005 年学术年会第 20 分会场论文集 [C]. 2005.
- [2] 马端志, 宋德军, 杨保良. 液压支架整架非线性有限元分析 [J]. 同煤科技, 2006 (4): 1-2.
- [3] 刘建英, 刘 军. ZF7200 型放顶煤液压支架的有限元分析 [J]. 煤矿开采, 2012, 17 (1): 72-74.
- [4] 宇 迪, 陈新中, 黄永志. QY200/14/31 型液压支架关键部件有限元分析 [J]. 煤矿开采, 2011, 16 (3): 107-110.
- [5] 王国法. 液压支架技术 [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999. [责任编辑: 徐亚军]

(上接 32 页)

### 3 现场应用

基于嵌入式的刮板输送机链条张紧控制系统经安装调试后已在石槽村煤矿稳定运行了 4 个月。井下泵压为 31.5MPa, 张紧装置调定输出 5.5 ~ 6.0MPa, 链条每天以 2 ~ 3mm 伸长, 并经过了 1 次截链子操作, 在运行期间一直处于稳定状态, 未出现卡链或断链情况。相比过去的方式首先使链条的日伸长量减少, 延长了截链子的时间, 同时避免了由于链条过松卡链造成的停机现象。

### 4 结束语

实践证明, 这套系统能够有效地对刮板输送机

的油缸位置进行调整, 从而使链条处于正常工作状态, 即不会太紧也不会太松, 不仅延长了机器的使用寿命, 还减轻了工人的劳动强度。该系统的投入使用对煤矿井下自动化、无人化的进展具有积极的意义。

### [参考文献]

- [1] 毛 君, 吴平稳, 张东升. 刮板输送机机尾伸缩装置的理论研究 [J]. 起重运输机械, 2004 (11).
- [2] 汪爱明, 孟国营, 李国平, 等. 刮板输送机伸缩机尾电液控制系统的研制 [J]. 煤炭工程, 2008 (1).
- [3] 刘克铭, 徐广明. 刮板输送机链条张力测控系统设计 [J]. 起重机械运输, 2009 (8).

[责任编辑: 徐亚军]