

文章编号:1671-251X(2015)04-0013-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2015.04.004

柴文,田慕琴,宋建成,等.液压支架电液控制系统急停控制方案研究[J].工矿自动化,2015,41(4):13-17.

# 液压支架电液控制系统急停控制方案研究

柴文<sup>1</sup>, 田慕琴<sup>1</sup>, 宋建成<sup>1</sup>, 许春雨<sup>1</sup>, 蒋春悦<sup>1</sup>, 杨世华<sup>1</sup>,  
尹卫兵<sup>2</sup>, 田卫东<sup>3</sup>, 赵旭东<sup>3</sup>

(1.太原理工大学 煤矿电气设备与智能控制山西省重点实验室,山西 太原 030024;

2.山西晋煤集团 古书院煤矿,山西 晋城 048006;

3.山西晋煤集团 金鼎煤机矿业有限责任公司,山西 晋城 048006)

**摘要:**针对现有液压支架电液控制设备在急停控制方面存在的可靠性低、解停不方便等问题,提出了一种基于C8051F020单片机的液压支架电液控制系统急停控制方案,制定了以专用RS485总线为急停通信通道的传输方式以及急停与复位功能互锁的具体实施方案,并采用软件方式实现了支架控制器急停故障定位与诊断以及断电时的急停状态记忆功能。基于该急停控制方案的液压支架电液控制系统已应用于某煤矿,取得了良好的效果。

**关键词:**液压支架;电液控制;支架控制器;急停控制

中图分类号:TD355.4 文献标志码:A 网络出版时间:2015-03-31 08:25

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20150331.0825.004.html>

## Research of emergency stop control scheme for electro-hydraulic control system of hydraulic support

CHAI Wen<sup>1</sup>, TIAN Muqin<sup>1</sup>, SONG Jiancheng<sup>1</sup>, XU Chunyu<sup>1</sup>, JIANG Chunyue<sup>1</sup>,  
YANG Shihua<sup>1</sup>, YIN Weibing<sup>2</sup>, TIAN Weidong<sup>3</sup>, ZHAO Xudong<sup>3</sup>

(1. Shanxi Key Laboratory of Mining Electrical Equipment and Intelligent Control, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China; 2. Gushuyuan Coal Mine, Shanxi Jincheng Anthracite of Coal Mining Group, Jincheng 048006, China; 3. Jinding Mine Machinery Co., Ltd., Shanxi Jincheng Anthracite of Coal Mining Group, Jincheng 048006, China)

**Abstract:** For inconvenient emergency stop control with low reliability of existing electro-hydraulic control equipment of hydraulic support, an emergency stop control scheme for electro-hydraulic control system of hydraulic support was proposed which was based on C8051F020 single chip microcomputer. A transmission mode taking special RS485 bus as emergency stop signal channel was drawn up as well as concrete implementation scheme of interlocking of emergency stop and reset. Meanwhile, functions of fault location, fault diagnosis and power-off memory for emergency stop state of support controller were achieved by use of software. An electro-hydraulic control system of hydraulic support based on the emergency stop control scheme has run in a coal mine with good effect.

**Key words:** hydraulic support; electro-hydraulic control; support controller; emergency stop control

收稿日期:2014-09-28;修回日期:2015-01-15;责任编辑:李明。

基金项目:国际科技合作计划资助项目(052013ZR0493);山西省重大科技专项资助项目(20111101024)。

作者简介:柴文(1988—),男,山西朔州人,硕士研究生,研究方向为矿用智能电器技术,E-mail:695759110@qq.com。

## 0 引言

液压支架是综采工作面不可缺少的支护设备,当液压支架出现紧急情况时,必须依靠支架控制器的急停功能停止整个综采工作面液压支架的所有动作。目前国内外支架控制器大多采用单片机作为核心处理器,急停和单片机复位无互锁处理。支架控制器产生急停信号时,可通过单片机复位使急停失效,可靠性较差,并且急停信号与其他功能信号共用通信通道,容易造成通信通道堵塞而丧失急停功能。液压支架急停时,产生急停信号的支架控制器相对位置不明显,不方便工人解停<sup>[1-2]</sup>。

本文针对基于 C8051F020 单片机的支架控制器,提出一种急停控制方案。该方案可实现支架控制器急停与复位硬件互锁,不仅能快速发送急停信号,而且具有断电后对急停状态的记忆功能,急停时还可显示产生急停信号的支架控制器的编号和本架支架控制器的编号,相对位置明显,方便解停;为了保证急停信号能被工作面每台支架控制器快速、准确接收,设有单独的急停通信通道<sup>[3-4]</sup>;为了提高生产效率及通信可靠性,该方案通过软件方式实现故障定位及诊断功能。

## 1 液压支架电液控制系统急停模式

急停是液压支架电液控制系统的一个重要功能。当综采工作面发生因操作不当导致的支架误动作或自动追机拉架过程中采煤机位置误判等紧急情况时,按下任一支架控制器上的急停按钮,该支架控制器产生急停信号,并通过专用通信通道向相邻支架控制器发送急停信号,使整个工作面支架控制器全部处于急停状态。此后工作面所有液压支架不再响应任何操作(无论是主动操作还是被动操作),保证工作面人员和设备安全。综采工作面紧急情况解除后,拔起产生急停信号的支架控制器上的急停按钮,解除急停,支架控制器即恢复正常功能。

## 2 传统液压支架电液控制设备急停特点

EEP 液压支架电液控制系统的支架控制器产生急停信号后,整个工作面支架控制器都显示急停状态,同时急停指示灯亮,屏反色,解锁后恢复正常。支架控制器急停后,不能明确指出产生急停信号的支架控制器编号。由于紧急情况消除后必须拔起产生急停信号的支架控制器的急停按钮,这样操作人员须沿工作面依次查询,直到找到发出急停信号的

支架控制器。在工作面较长的情况下,实现解停费时费力,劳动效率低。

蒂芬巴赫支架控制器有正常运行、急停、闭锁 3 种工作状态,使用同一个按钮控制。采用该方式实现急停、闭锁功能不太可靠。急停按钮体积较大,工人在工作面行走时容易触碰而引起误操作,并且在无保护措施的情况下,按钮容易损坏。

## 3 液压支架电液控制系统急停控制方案

本文研究的支架控制器为双 CPU 结构,包括主控 CPU 和接口 CPU。2 个 CPU 通过 SPI 总线通信,支架控制器之间通过 RS485 总线通信。支架控制器在正常运行状态下,可控制液压支架实现各种功能;在急停状态下,整个工作面所有支架控制器处于急停状态,不响应任何操作指令;在闭锁状态下,可进行支架检修<sup>[5-6]</sup>。支架控制器的 3 种状态可根据具体要求随时切换。

液压支架电液控制系统急停控制方案如图 1 所示。

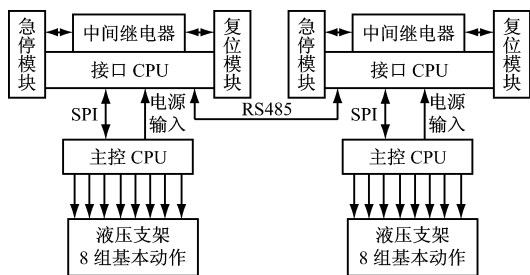


图 1 液压支架电液控制系统急停控制方案

发生紧急情况时,按下任一支架控制器的急停按钮,该支架控制器急停,并通过 RS485 总线向相邻支架控制器同时发送急停命令,保证整个工作面所有支架控制器都进入急停状态,同时接口 CPU 将急停功能代码存入 FLASH 中,实现断电后对急停状态的记忆功能。中间继电器配合其触点可实现急停和复位互锁。

当多个支架控制器急停按钮按下时,显示屏上可最多显示 5 个急停支架控制器编号。解除急停时,接口 CPU 采集急停按钮的电平信号,并读取存储在 FLASH 中的急停功能代码,只有同时为解停状态时,才能完全解停,之后向相邻支架控制器发送解停代码,使整个工作面的所有支架控制器恢复正常运行状态。

## 4 急停控制方案硬件设计

### 4.1 硬件结构

急停控制方案的硬件结构如图 2 所示,主要包

括光电耦合器及施密特触发器。光电耦合器将 5 V 电压转换为 C8051F020 可识别的 3.3 V 电压,施密特触发器可对急停信号进行整形。之后急停信号进入 C8051F020,触发外部中断。急停选择优先级最高的外部中断 0,保证支架控制器在任何情况下都可进入急停中断。

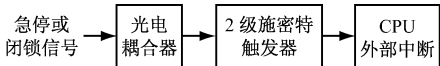


图 2 急停控制方案硬件结构

4.2 手动复位与急停互锁电路

支架控制器急停时,为了确保安全,支架控制器在解停之前不允许响应任何操作,包括手动复位,因此设计了手动复位与急停互锁电路,如图 3 所示。该电路主要包括继电器 K、复位芯片 MAX708T、急停指示灯 D 及复位按钮 S。继电器配合常闭触点控制复位回路的通断,复位芯片可为 C8051F020 提供一个有效的复位电平,使其可靠复位。

继电器的线圈串接在急停指示灯电路中,继电器的常闭触点串接在复位电路中。支架控制器急停

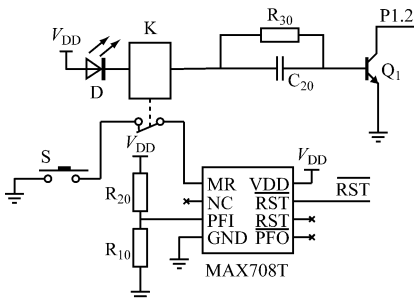


图 3 手动复位与急停互锁电路

时,急停指示灯亮,继电器线圈上电,常闭触点断开,手动复位电路断开,实现急停与手动复位互锁,确保整个工作面所有支架控制器在解停之前一直处于急停状态。解停后,急停指示灯电路断开,继电器线圈断电,常闭触点闭合,手动复位恢复正常。

4.3 急停通信电路

急停控制方案中,急停信号通过专用的 RS485 总线进行传输。急停通信电路主要由通信收发器、隔离模块、失效保护电路以及防高压侵入电路组成,如图 4 所示。

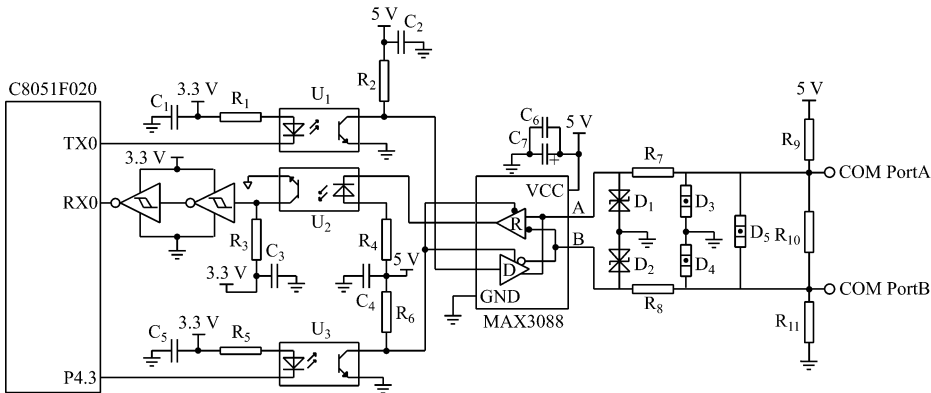


图 4 急停通信电路

通信收发器选用 MAX3088 芯片。该芯片是针对恶劣环境下 RS485 通信设计的一款低功耗数据收发器,其内部包含 1 个发送驱动器和 1 个输入接收器,在芯片不工作的情况下,输出引脚和输入引脚处于高阻态。

C8051F020 和 MAX3088 之间通过光电耦合器隔离,同时实现光电耦合器两侧 3.3 V 与 5 V 电压之间的转换。

失效保护电路包括由瞬态电压抑制器 D1、D2 与玻璃放电管 D3—D5 组成的防高压侵入电路以及通信噪声消除电路,以抑制 A、B 端之间的静电冲击,保护 MAX3088<sup>[7-9]</sup>。

急停通信通道独立于其他通信通道。当液压支架电液控制系统的其他模块出现故障时,通过急停

模块仍能够使系统急停,确保在紧急情况下准确、快速地执行急停控制命令。

5 急停控制方案软件设计

5.1 急停控制程序

当支架控制器接收到急停命令后,急停控制程序首先进入接收中断程序并接收控制命令代码,通过判断程序确认接收的命令代码为急停功能代码后,将急停功能代码存入 FLASH,并向本支架控制器的主控 CPU 发送急停命令,同时通过 RS485 总线将急停命令代码发送到相邻支架控制器中。当接收到解停代码时,置解停标志位,清 FLASH 中的急停功能代码,并解停。

5.2 故障定位及诊断程序

为了防止急停通信通道长时间堵塞,确保急停模块的可靠性,设计了故障定位及诊断功能,方便工作人员对故障进行针对性处理。故障定位及诊断程序流程如图 5 所示。系统上电时,001 号支架控制器自动对每个支架控制器发送巡检数据,当该支架控制器接收到某支架控制器返回的错误数据时,将其作为故障控制器,并将其编号和故障类型实时显示在支架控制机器人机界面上。对整个工作面所有支架控制器巡检完成后,001 号支架控制器液晶屏上显示所有故障信息。

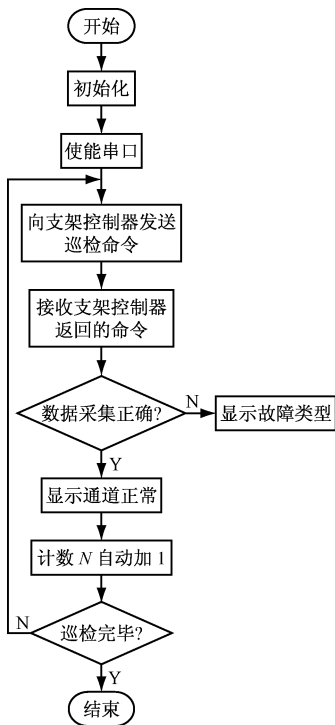


图 5 故障定位及诊断程序流程

6 急停控制测试及效果分析

在车间的 30 台液压支架上分别安装支架控制器,编号为 001—030。按下 002 号支架控制器急停按钮时,003 号支架控制机器人机界面如图 6 所示,显示急停支架控制器编号和本架支架控制器编号,急停状态下支架控制器红灯亮。

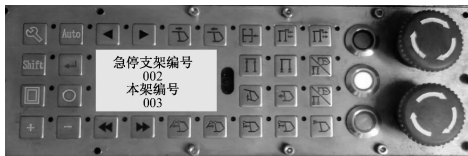


图 6 急停时支架控制机器人机界面

综采工作面在交接班或检修设备时,工作面会断电。支架控制器每次重新上电后会自动检测急停

通信通道是否畅通。发生通信故障时 001 号支架控制器人机界面如图 7 所示,实现了故障定位及实时显示功能。



图 7 通信故障时支架控制机器人机界面

软件测试在 C8051F020 程序集成开发环境 IDE 中进行,采用汇编语言编程。操作急停后,程序进入急停中断,RAM 和 FLASH 中的功能代码如图 8 所示。可看出急停时 RAM 中 31H—33H 单元和 FLASH 中 4000H—4002H 单元同时存入了急停功能代码。

| RAM: 31        | Code Address: 4000 |
|----------------|--------------------|
| 31 EE EE EE 10 | 4000 EE EE EE FF   |
| 35 60 60 BF BF | 4004 FF FF FF FF   |
| 39 68 32 8D FB | 4008 FF FF FF FF   |
| 3d 40 76 04 09 | 400c FF FF FF FF   |
| 41 DE 00 60 90 | 4010 FF FF FF FF   |
| 45 FF 80 FE FB | 4014 FF FF FF FF   |
| 49 F5 8E 00 30 | 4018 FF FF FF FF   |
| 4d 39 36 AA F5 | 401c FF FF FF FF   |
| 51 07 80 B1 00 | 4020 FF FF FF FF   |
| 55 38 30 33 FF | 4024 FF FF FF FF   |
| 59 FF FF 07 FF | 4028 FF FF FF FF   |
| 5d FF FF FF FF | 402c FF FF FF FF   |
| 61 00 00 00 FF | 4030 FF FF FF FF   |
| 65 FF 00 00 7B | 4034 FF FF FF FF   |
| 69 41 59 88 88 | 4038 FF FF FF FF   |
| 6d 04 00 C1 10 | 403c FF FF FF FF   |
| 71 00 03 00 00 |                    |

图 8 急停时 RAM 和 FLASH 中的功能代码

7 结语

(1) 液压支架电液控制系统急停控制方案通过软件实现了断电后对急停状态的存储和记忆,当紧急情况消除后可快速无误地解停,满足综采工作面急停要求。

(2) 该急停控制方案中,急停信号通过专用通信通道传输,急停与复位通过中间继电器进行互锁,有效提高了系统可靠性。

(3) 该急停控制方案通过上电时对工作面的每个支架控制器进行巡检,实现了故障定位及故障类型的实时显示功能,方便人员处理,减轻了人员劳动强度。

(4) 基于该急停控制方案的液压支架电液控制系统在山西晋煤集团古书院煤矿经过半年的工业运行,取得了良好的应用效果。

参考文献:

[1] 吴义顺. 液压支架在综采工作面中的应用[J]. 煤炭科

技,2006(1):5-7.

[2] YU Yuesen,DAI Peng,XU Yajun,*et al.* Research on electro-hydraulic control system for hydraulic support at coal mine [J]. Procedia Earth and Planetary Science, 2009,1(1):1549-1553.

[3] 张仁英,王全安. 普通胶带运输机多点急停技术的设计应用[J]. 科技信息,2012(3):226-227.

[4] 王珊珊,李晨,陈丁. 矿用通信控制系统急停系统的设计与实现[J]. 自动化仪表,2011,32(4):32-35.

[5] 杨世华,宋建成,田幕琴,等. 基于双 RS485 总线的液压支架运行状态监测系统开发[J]. 工矿自动化,2014,40(8):1-5.

[6] 蒋春悦,田幕琴,宋建成,等. 自动化工作面液压支架控制器设计[J]. 工矿自动化,2014,40(9):1-5.

[7] 李磊,宋建成,田慕琴,等. 基于 DSP 和 RS485 总线的液压支架电液控制通信系统的设计[J]. 煤炭学报,2010,35(4):701-704.

[8] 吴军辉,林开颜,徐立鸿. RS485 总线通信避障及其多主发送的研究[J]. 测控技术,2002,21(8):41-43.

[9] 郭庆,冀捐灶,王学德. 基于 RS485 总线的环境监控系统设计与实现[J]. 国外电子测量技术,2006,25(7):14-16.