

文章编号:1671-251X(2011)09-0114-03

基于 PLC 的加药机器人控制系统设计

段友莲, 徐立军, 毛韵

(新疆工业高等专科学校电气与信息工程系, 新疆 乌鲁木齐 830091)

摘要:为了提高工业雷管自动装填线工艺流程的安全性,提出了一种基于 PLC 的加药机器人控制系统的设计方案,详细介绍了该系统的结构组成及软、硬件设计。该系统通过控制电动机的正反转实现加药过程的自动化,具有手动和自动两种操作方式,转换灵活,还可通过上位机监控界面实时显示加药系统的运行状态,并具有声光报警功能。测试结果表明,该系统工作稳定,可靠性较高,提高了生产线的工作效率,降低了工人的劳动强度。

关键词:工业雷管;加药机器人;装填药;自动控制;PLC;监控组态

中图分类号:TP273 文献标识码:B

Design of Control System of Dosing Machine Based on PLC

DUAN You-lian, XU Li-jun, MAO Yun

(Electrical and Information Engineering Department of Xinjiang Polytechnical College,
Urumqi 830091, China)

Abstract: In order to improve security of technique process of automatic filling line of industrial detonator, a design scheme of control system of dosing machine based on PLC was put forward and composition and designs of software and hardware of the system were introduced in details. The system realizes automation of dosing process by controlling motor reversing and has manual and automatic operating ways with flexible switch. Besides, it can real-timely display running status of dosing system on monitoring interface of upper computer and has sound and light alarm function. The testing result showed that the system runs stably and has high reliability, which improves working efficiency of production line and reduces labor intensity.

Key words: industrial detonator, dosing machine, filling line, automatic control, PLC, monitoring configuration

0 引言

工业雷管的生产要经历排管、一次装药、一次压药、二次装药、二次压药、装起爆药、抖浮药、退模等一系列生产工艺。在装起爆药工艺中,由于起爆药的感度大,简单的激发冲量(如撞击、摩擦、火焰、针刺、电能等)作用于起爆药时也会迅速发火,进而引起炸药爆轰^[1]。为了保证生产的连续性和人员及设

备的安全,起爆药的加药过程不能由工作人员直接参与。由于 PLC 具有工作可靠性高、对环境要求低、通信能力强等优点^[2-3],因此,笔者采用 PLC 作为控制器设计了一种加药机器人控制系统。该系统通过控制电动机的正反转实现加药过程的自动化,以降低工人的劳动强度,保障人员及设备的安全。

1 系统构成及功能

加药机器人控制系统由防爆箱、导轨、加药机器人和工业视频监控系统构成,如图 1 所示。防爆箱采用 1 cm 厚的钢板制成,其侧面和顶部分别安装了由液压控制的防爆门,用于防止和减少意外的发生;导轨的安装便于加药机器人定向移动;加药机器人的任务是将起爆药送到药斗的位置后返回防爆箱

收稿日期:2011-04-21

基金项目:新疆工业高等专科学校基金资助项目
(2009xgz061012)

作者简介:段友莲(1974—),女,新疆乌鲁木齐人,讲师,硕士研究生,现主要从事工业自动化技术的教学与研究工作。E-mail:zhz@xjau.edu.cn

内;工作人员通过工业视频监控系统监测药斗内的药量,当观察到药量不够时,在控制室发出语音信号,提示加药工给加药机器手加药。

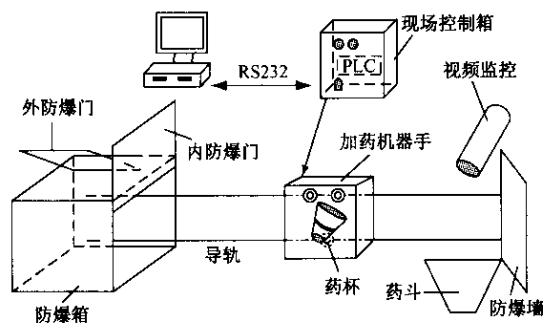


图1 加药机器手控制系统构成

加药机器手控制系统的工作流程:

(1) 加药机器手停机状态:加药机器手在防爆箱内,防爆箱的内、外防爆门均处于关闭状态。

(2) 工作人员通过工业视频监控系统观察到药量不够时,在控制室发出语音信号,提示加药工给加药机器手加药。加药工按下防爆箱上的启动按钮,开启外防爆门,将装好起爆药的药杯放到加药机器手的药托上,并按下关闭按钮,发出启动信号后返回工作间。

(3) 工作人员在控制室按下加药机器手启动按钮,防爆箱的内防爆门打开,加药机器手在电动机的驱动下沿着导轨向药斗处运行。

(4) 当安装在药斗处的接近开关检测到加药机器手即将到达时,发出信号,使加药机器手减速。

(5) 加药机器手到达药斗处时,在行程开关的作用下停止运行。PLC控制倒药电动机启动,开始倒药。延时10 s后,药杯重新直立。

(6) 待药杯直立后,加药机器手返回防爆箱内,内防爆门关闭。加药机器手完成一次加起爆药的过程,在防爆箱内等待下一个启动命令。

2 系统控制方式

根据工业雷管自动装填线的工艺特点及控制要求,加药机器手控制系统采用上位机(PC)监控与下位机(PLC)过程控制相结合的控制方式。上、下位机之间通过RS232总线连接,完成下位机向上位机的数据传输和上位机对下位机的控制指令下达。上、下位机之间控制权分配的授权约定:高级的控制模式能够自动覆盖和否决低级的控制模式,以保证设备和人员的安全。在本系统中,现场的电气控制为最高级控制,上位机自动控制为最低级控制,其间还有现场手动控制和现场PLC自动控制。

上位机自动控制方式(最低级):现场控制箱用

于系统的现场调试和维修,当控制箱上的控制方式选择为自动方式时,允许控制室的工作人员在上位机操作界面上选择自动控制方式,这时加药机器手的控制过程完全由上位机协调下位机完成。当上位机监控界面的“自动运行”按钮被按下时,加药机器手通过通信数据线接收到运行命令,自动完成加起爆药操作,上位机监控界面实时显示加药机器手的运行状态。当上位机监控界面中的“停止”按钮被按下时,加药机器手在当前运行位置停止,等待启动命令的下达。

现场控制方式(高级):现场控制方式包括现场手动控制和现场PLC自动控制两种控制方式。现场手动控制主要用于加药机器手的现场调试与检修,通过按相应的控制按钮,加药机器手作出相应的动作:手动试验加药机器手的前进和后退、各个传感器的状态、系统的启停情况;当发生加药机器手运行超时、倒料超时、防爆门故障时,系统发出报警信号,工作人员按下急停按钮,加药机器手停止运行,以便工作人员进行系统检修和故障排除。采用现场PLC自动控制方式时,转换开关处于自动状态,按下系统运行按钮,加药机器手自动完成加药任务后返回防爆箱内。在两种现场控制方式下,上位机监控界面均能显示加药机器手的运行状况,但不能控制加药机器手。

电气控制方式(最高级):安装在现场控制箱上的急停按钮在任何控制方式下都具有最高控制级,不受控制方式的限制。

3 系统硬件设计

加药机器手控制系统不同于其它工业上使用的机器手,需要连续运行,以提高生产效率。根据工业雷管自动装填线的生产特点,加药机器手的运行是由药斗中的药量来决定的:当控制室内的工作人员通过工业视频监控系统观察到药斗中的药量少于50发雷管所需的药量,发出添加起爆药的信号,提示加药工给加药机器手上药杯;若药斗中的药量多于50发雷管所需的药量时,加药机器手一直处于待机状态,停在防爆箱内。即加药机器手在给出运行命令后只运行一次,不会连续运行。

PLC的选择由输入和输出点数决定。本系统中有系统启动和机器手前进、后退、复位等18个开关输入信号以及8个输出信号,根据所用的输入、输出点数,选用三菱公司生产的FX_{2N}-32MR^[3]。加药机器手选用3个直流24 V减速电动机,转速为85 r/min,其中2个直流电动机作为驱动电动机,使加药机器手在导轨上定向移动,另外一个作为倒药

```

graph TD
    PS[光电传感器] --> PLC[PLC]
    UC[上位机] <-->|RS232C| PLC
    VM[视频监控] --> UC
    P[电源] --> PLC
    PLC --> SOS[系统启停]
    SOS --> PLC
    PLC --> WM[行走电动机]
    WM --> PLC
    PLC --> DM[倒药电动机]
    DM --> PLC
    PLC --> SRI[系统运行指示灯]
    PLC --> FMI[机器手前进指示灯]
    PLC --> BMI[机器手后退指示灯]
    PLC --> DI[机器手倒料指示灯]
    PLC --> RI[机器手归位指示灯]
    PLC --> FA[故障报警]
  
```

图2 加药机器手控制系统硬件结构

根据加药机器人控制系统的生产工艺特点,采用顺序控制法设计系统软件。整个控制系统有自动和手动两种工作方式,由转换开关完成两种方式的转换。自动工作方式即整个系统的全部动作均自动完成,也就是由 PLC 控制完成,使系统工作在安全可靠的状态,自动部分有自动前进、自动停止、自动倒料、自动归位和自动回退原位。手动工作方式在加药机器人各个动作的调试或系统出现故障时使用。在手动工作状态下,通过按下前进、倒料、归位、后退按钮可以控制加药机器人做出相应的动作。在自动或手动工作状态时,若防爆门出现故障或处于关闭状态,加药机器人停止在原状态并报警,提示工作人员进行检查和修理故障。转换开关处于中间位置时,通过报警设置可以检测各个传感器的状态和按钮输入状态。系统 PLC 控制流程如图 3 所示,PLC 梯形图如图 4 所示。

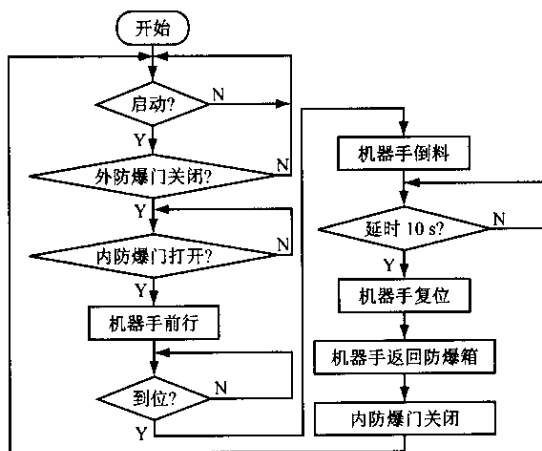


图 3 PLC 控制流程

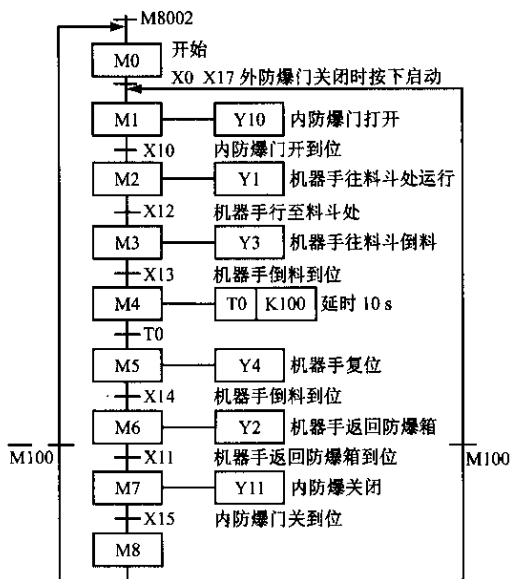


图 4 PLC 梯形图

系统上位机监控界面是操作人员与现场设备联系的纽带^[5],采用组态王软件设计,用于显示系统的运行状态、运行参数、实时数据,当设备出现故障或运行参数超出设定值时发出声光报警,提醒工作人员维护设备或排除故障。操作人员可通过上位机监控界面上进行手动与自动工作方式的切换、报警回复等操作。

加药机器人手控制系统已在新疆某民爆公司雷管试验线上进行了测试。结果表明,该系统工作稳定,可靠性较高,提高了生产线的工作效率,降低了工作人员的劳动强度,具有很强的实用性。该系统普及性较强,通过修改 PLC 程序可用于其它危险场合。

- [1] 刘自汤,蒋荣光.工业火工品[M].南京:南京理工大学出版社,2002.
- [2] 吴为民,陈朝春.可编程控制加药机器手在雷管装填中的应用[J].爆破器材,2008,37(4):29-30,34.
- [3] 王小玲.工业机械手的 PLC 控制[J].机电工程技术,2004,33(9):32-33.
- [4] 赵华军.PLC 在生产线送料小车控制系统中的应用[J].机电工程技术,2007,36(3):106-108.
- [5] 李江全,曹卫彬,郑瑶,等.计算机典型测控与串口通信开发软件应用实践[M].北京:人民邮电出版社,2008.