

[文章编号] 1003-4684(2019)04-0001-04

基于 PLC 的全自动卷帘编织机控制系统设计

张金姣, 刘文洋, 张道德, 孙传有

(湖北工业大学机械工程学院, 湖北 武汉 430068)

[摘 要] 为实现卷帘编织机的自动上料与编织,设计一套基于可编程逻辑控制器(PLC)的全自动编织机控制系统。该系统在传统编织机系统基础上,增加了自动上料装置,并结合 PLC 的逻辑控制功能,实现对编织机的全自动控制。阐述编织机上料装置的机械结构和工作原理,介绍 PLC 控制系统设计和人机界面设计的主要内容。控制系统实现送料装置与卷帘编织机的联合运行,通过编程实现编织过程的自动化和实时监控。

[关键词] 可编程逻辑控制器;全自动;编织机;控制系统

[中图分类号] TP271.4

[文献标识码] A

对于传统的卷帘编织机,每完成一次编织都需要完成引纬、送经、打纬、卷取等基本动作^[1]。其中,打纬和卷取动作已经实现了自动化,但引纬动作目前仍需由人工完成,不仅工人的劳动强度大,生产效率低,而且产品质量也参差不齐。为了使编织机能够编织多品种的卷帘,提高卷帘编织速度和质量,本文设计了全自动编织机控制系统,所设计的自动上料装置,能够完成选纬和纬料输送,结合打纬过程,完成产品的编织。

1 自动送料装置的结构和原理

制作卷帘的纬线为 3 种塑料条:红色塑料条,长 150 mm,宽 5 mm,厚 2 mm;黄色塑料条,长 150 mm,直径 2 mm;白色塑料条,长 150 mm,直径 2 mm。部分编织卷帘实物如图 1 所示。

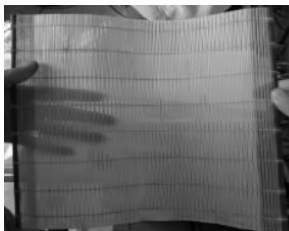


图 1 卷帘部分实物

自动送料装置送料方式主要有喷气、喷水 and 片梭等,总的来说,就是利用高速射流或者轻巧的引纬器来牵引纬线达到指定位置^[2]。喷气方式是利用高

速流动的空气对纬线表面所产生的摩擦牵引力进行引纬。本文的自动送料装置,系结合塑料条的厚度和硬度,利用电机带动摩擦轮产生摩擦牵引力来引纬。

3 种塑料条的输送过程如下。

1)3 台步进电机控制拨料滑块拨动塑料条至上下摩擦轮之间;步进电机与凸轮连接(图 2),滑块的下端与凸轮边缘相接触,将电机的转动转化为滑块的往复平移运动;拨料滑块通过弹簧复位,复位处设置有限位开关。

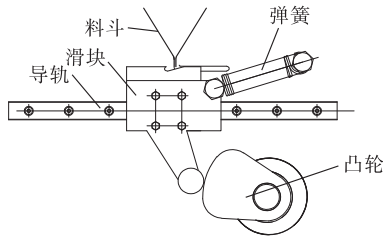


图 2 拨料结构

2)2 台三相异步电动机驱动摩擦轮送料(图 3、图 4),主送料电机通过皮带轮带动传动轴转动,传动轴上安装 3 套摩擦轮,达到传送 3 根塑料条的目的(图 3);由于编织机的进料口只有 1 个,故设计了 1 个导向装置,将 3 个不同方向的塑料条导入进料口经过导向后,塑料条的运动速度和方向发生变化,无法直接将塑料条送到打纬机构,需要进行二次送料;在进料口处又安装了一套传输摩擦轮,用辅送料

[收稿日期] 2019-01-03

[基金项目] 国家科技部重点研发计划(2016YFC0401702);武汉市科技支撑计划项目(2017010201010137)

[第一作者] 张金姣(1971—),女,湖北黄冈人,工学硕士,湖北工业大学副教授,研究方向为机械制造及其自动化

[通信作者] 刘文洋(1995—),男,湖北宜昌人,湖北工业大学硕士研究生,研究方向为机械工程

电机驱动;辅送料电机通过带传动和与摩擦轮的摩擦来实现送料(图 4)。

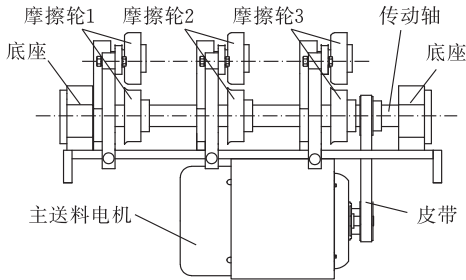


图 3 主送料电机送料机构

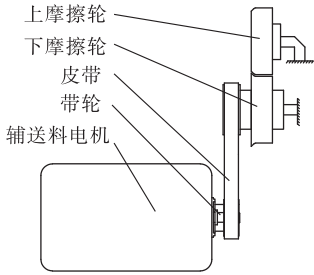


图 4 辅送料电机送料机构

3)为确保每次只送一根塑料条,在料斗侧面安装有振动电机,通过纺锤形拨块持续敲打料斗中的塑料条,使塑料条不发生相互缠绕,落料时按顺序依次落下。

2 控制系统设计

2.1 控制要求

控制系统在传统编织机的基础上,加装自动上料装置,实现编织机的全自动生产。控制要求如下:1)3个料槽,1个输出口,3种塑料条需按照设置的顺序依次输送;2)送料与打纬节拍要匹配,红、白色塑料条每输送一次料,打纬2次,黄色塑料条每输送1次料,打纬1次;3)设备应具有故障报警及紧急情况功能;4)为便于调试,系统需具备手动与自动两种工作方式;5)具备人机交互界面,便于参数设置和对编织机各运动部件进行监控;6)具备故障紧急停机的功能。

2.2 系统的 I/O 配置

为实现系统的上述控制要求,采用三菱电机公司 FX3U-48MT/ES-A 型 PLC。该型 PLC 具有性能稳定、运行速度高和规格小等优点^[3],适于工厂等干扰源较多的场合。该型 PLC 的 I/O 点数较多,可以处理各原点位置的信号,完成对各电机的控制。输入/输出分配见表 1。

主电机是一台变频电机,可由变频器控制其转速和转向,PLC 输出端 Y24 控制变频电机正转,Y25 控制变频电机以中速旋转,速度大小通过变频器参数设置。

切割电机的启停由 Y10 控制,用于将宽幅卷帘切割成 4 条窄幅卷帘。

表 1 I/O 端口分配表

功能	PLC 端口	功能	PLC 端口
急停	X0	切割电机	Y10
自动/手动	X1	主送料电机	Y11
探纬限位开关	X2	辅送料电机	Y14
打纬框原点位置	X3	报警指示灯	Y15
拨杆 1 原点位置	X4	振动电机 1	Y20
拨杆 2 原点位置	X5	振动电机 2	Y21
拨杆 3 原点位置	X6	振动电机 3	Y22
		拨料电机 1 脉冲信号	Y0
		拨料电机 1 方向信号	Y4
		拨料电机 2 脉冲信号	Y1
		拨料电机 2 方向信号	Y5
		拨料电机 3 脉冲信号	Y2
		拨料电机 3 方向信号	Y6
		变频电机正转	Y24
		变频电机中速	Y25

2.3 PLC 控制程序设计

控制系统采用步进顺控法编程,实现多色任意选纬,具备不同种类、不同根数纬纱的选择功能。编织卷帘主要由相互垂直的一组经线和一组塑料纬线通过一定的规律编织而成^[4]。要完成卷帘的编织,需要设置送料次数和打纬次数以满足塑料条的排列规律。自动程序设计的思路如图 5 所示。设置卷帘编织相关参数,启动主送料电机、辅送料电机和振动电机,送料装置先送红色塑料条,每送一根,打纬机构打纬 2 次,红塑料条送完后,再送白色塑料条,每送 1 根打纬 2 次,白色塑料条送完后,再送黄色塑料条,每送 1 根打纬 1 次,黄色塑料条送完后,再送白色塑料条,白色塑料条送完后,再送红色塑料条,完成一次送料循环。

一次送料与打纬程序见图 6。

2.3.1 送料过程 S20 拨料电机启动并以设定频率匀速转动,T2 定时器计时。计数器(C237)检测送料成功,T2 定时时间到,同时拨料电机转到原点位置,电机停止转动,状态转移到 S21,送料过程结束。如果计数器(C237)检测送料失败,T2 时间到同时拨料电机转到原点位置,电机停止转动,报警指示灯(Y15)亮,或者按下了【停止】按钮,M100 失电,状态转移到 S0(自动循环初始步),所有动作停止。清除报警指示灯,用【复位】按钮。按下【复位】以后,进行故障处理,处理完后,进行下一步动作。

2.3.2 打纬过程 S21 主电机(Y24 与 Y25)启动,打纬启动,T0(打纬时间)定时器计时,计数器 C0(应送纬根数)计数,若 C0 计数器当前值小于设定值,且 T0 时间到,在打纬框碰到原点位置开关 X3 时,状态转移到 S20;继续输送下一根塑料条;若计

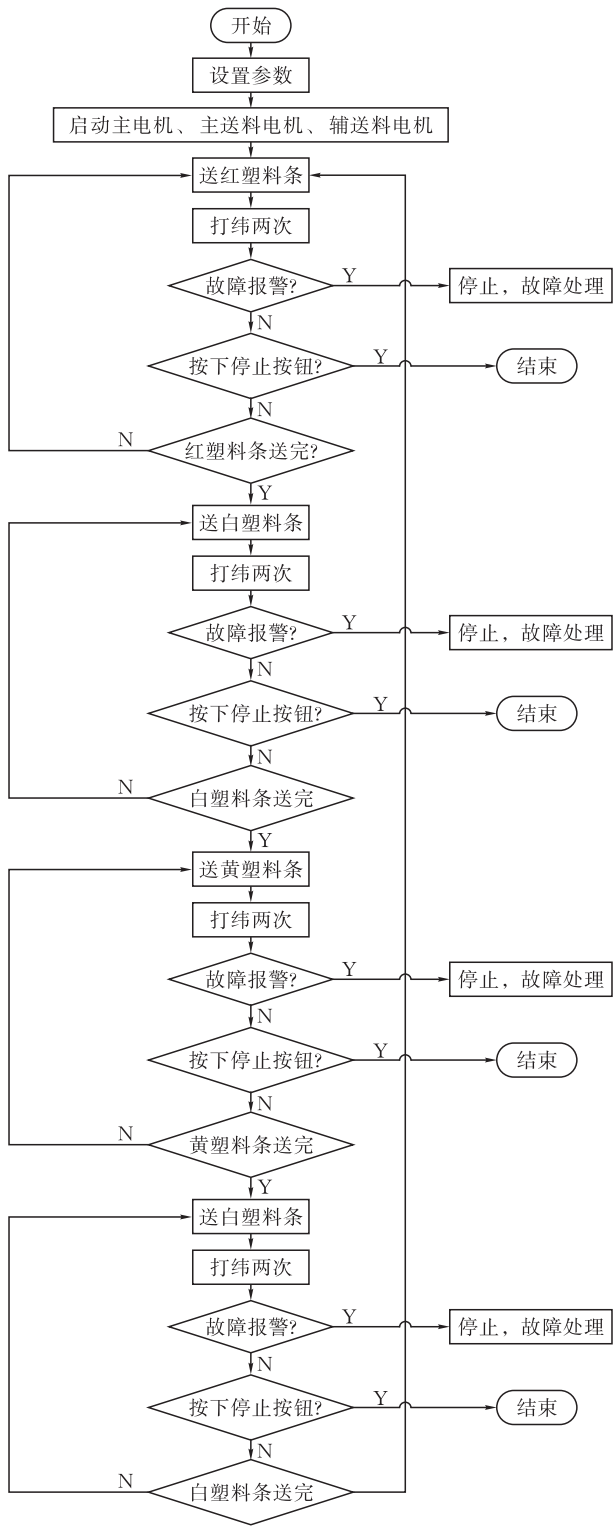


图 5 程序设计思路

数器 C0 当前值等于设定值,状态则转移到 S22,输送下一种塑料条,如果按下了【停止】按钮,M100 失电,返回初始步 S0,所有动作停止。

2.3.3 送料时间 T2 的确定 按控制要求,选择步进电机作为拨料电机,步进电机在送料结束或在每次转动一圈都要停下。在人机界面上设置送纬速度,即步进电机脉冲频率 D7,步进电机的转速与控制脉冲的频率有严格的对应关系^[5],可以调节送料

的快慢;脉冲量此处设置为 K0,使步进电机的启停只受位置传感器信号的控制,采用位置检测的方法来检测步进电机是否转动一圈,确保步进电机每次送料都从同一位置开始。正因如此,每次送料伊始,步进电机均停在原点位置,相应的位置开关被压合(如图 6 中的 X5),在自动开始后 M100 闭合,若没有 T2 常开触点,此步将不被执行,很快进入下一步,因此,设置了送料时间 T2。送料时间 T2 是纬料从料斗送出到进入打纬框内的时间,此时间非常短,实际操作时,T2 的设定值小于步进电机转动一圈所需的时间即可。

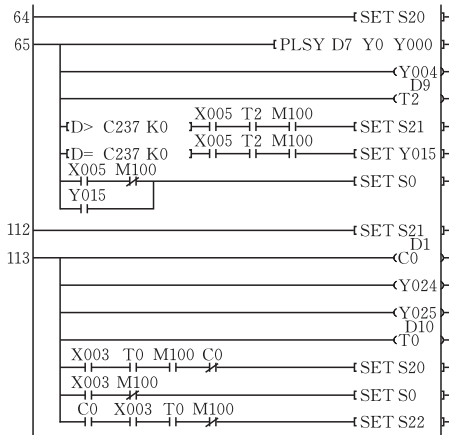


图 6 一次送料与打纬程序

2.3.4 打纬时间 T0 的确定 塑料条输送到位后,主电机驱动打纬机构打纬,主电机转动一圈打纬一次,调节主电机的频率控制主电机转动速度,从而控制打纬的快慢。红色和白色塑料条一次送料打纬 2 次,黄色塑料条一次送料打纬一次,因此打纬时间不同。根据已选择的频率参数,测量出打纬基准时间,打纬时间 T0 是打纬基准时间与打纬次数的乘积。

2.3.5 节拍调整 塑料条在步进电机驱动的拨料滑块拨动后,主、辅送料电机送料,主电机驱动打纬,一系列的动作是一个连贯的过程,可以通过调整送料速度和打纬速度来调整整个系统的运行节拍。

2.3.6 故障报警 在打纬机构的打纬框末端处安装了探纬传感器。探纬传感器是高灵敏度的光电传感器,用来检测塑料条是否被送到位,通过电路是否导通、信号的有无来检测塑料条的有无,或塑料条是否被卡住,一旦发生此类故障,设备立即停止运行并发出报警信号,由人工进行故障处理。

故障报警或者按下停止按钮,设备停止以后,打纬框自动复位,送料拨块自动复位,但是对纬料的计数器未复位,当故障清除设备重启以后,打纬在停止的位置继续往后执行,确保图案的准确。

2.4 人机界面设计

人机界面选用威伦通公司的 MT6071ip 型触摸

屏,通过 RS232 通讯口与控制器 PLC 连接进行通信,可方便地实现对系统的参数设定、参数显示和监控^[6]。在画面的设计调试过程中,可以从触摸屏上传画面到计算机实现修改。

用户操作界面采用威纶通触摸屏编程软件 EasyBuilder pro 设计,包括:手动模式界面和自动模式界面。手动模式界面包括主电机、主辅送料电机和 3 台振动电机的启动与停止控制以及各电机的工作状态显示。自动模式界面包括:红、白、黄塑料条的根数(D1、D2、D3)设置、打纬次数(D4、D5、D6)的设置、送料速度(D7)和打纬基准时间(D9)的设置;主电机、主送料电机、辅送料电机、振动电机的状态指示和报警指示;参数设置重置按钮、自动启动、自动停止和复位按钮。手动和自动模式界面如图 7、图 8 所示。



图 7 手动模式界面

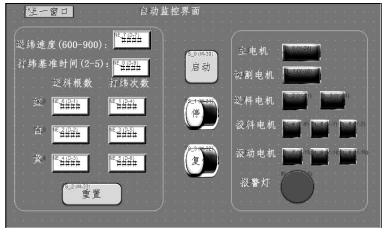


图 8 自动模式界面

The Design of Control System for Automatic Roller Blind Knitting Machine Based on PLC

ZHANG Jinjiao, LIU Wenyang, ZHANG Daode, SUN Chuanyou

(School of Mechanical Engineering ,Hubei Univ. of Tech.,Wuhan 430068,China)

Abstract: In order to realize the automatic feeding and weaving of the roller blind knitting machine, a PLC-based automatic knitting machine control system was designed. This new system adds automatic loading device based on the traditional knitting machine system, and combines the logic control function of PLC to realize the automatic control of the knitting machine. The mechanical structure and working principle of the knitting machine feeding device, as well as the key content of PLC control system design and man-machine interface design are mainly introduced in this paper. The control system realizes the joint operation of the feeding device and the roller blind knitting machine, and achieves the automation and real-time monitoring of the knitting process through programming.

Keywords: PLC; Automatic; Knitting machine; Control system

3 结束语

使用该系统时,只需通过简单的操作就可以实现机器的全自动运行。通过对三种塑料条的根数和打纬次数进行设置,可以生产出多样化的产品。同时,系统带有监控功能,对设备运行状况实时监控,在设备故障时能及时发现和处理,保障了设备的安全。该控制系统结构清晰,可靠性好,运行平稳,不仅节省了人力,而且极大提高了生产效率。

[参 考 文 献]

[1] 杨爱林.智能金属网编织机控制系统设计[D].天津:河北工业大学,2014.

[2] 任士敬.无梭织机主传动及其控制系统的研究[D].上海:东华大学,2006.

[3] 罗生梅,张博,田乐,等.基于 PLC 控制系统的新型电磁引纬织机的研究[J].电气自动化,2012,34(6):61-64.

[4] 高志刚,刘磊磊.硬质纬编织帘织机卷取送经机构的改进[J].制造业自动化,2018,40(4):22-23.

[5] 陈革,孙志宏.织机电送经和卷取控制系统的研制[J].东华大学学报(自然科学版),2003,29(3):52-54.

[6] 王磊,杨建成.基于 PLC 控制的 SAURER400 织机送经卷取伺服系统[J].天津工业大学报,2009,28(4):27-28.