

# 基于 PLC 的双刀切纸机控制系统设计

高艳丽,张海鹰,刘陵顺

(海军航空工程学院控制工程系,山东烟台 264001)

Design of Control System in the Synchro-fly Cutter Based on PLC

GAO Yan-li, ZHANG Hai-ying, LIU Ling-shun

(Department of Control Engineering, Navel Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

**摘要:**用艾默生 EC20 PLC 及 EV3000, EV2000 变频器对双刀切纸机控制系统进行了设计,并且通过 485 协议格式进行通信。该系统实现了切纸机速度与纸张长度改变的同步控制,提高了切纸的精度,减小了误差,并且具有较好的可扩展性。

**关键词:**双刀切纸机;PLC;变频器;精度控制

**中图分类号:**TP273

**文献标识码:**A

**文章编号:**1001-2257(2011)04-0041-03

**Abstract:** This paper describes the control system of Synchro-fly Cutter based on Emerson EC20 PLC and EV3000 and EV2000 inverter, which communicates through the protocol format 485. The system can not only achieve the synchro-control between speed of the cutter and change of the paper length, improve cutting accuracy and reduce the error, but also has better scalability.

**Key words:** synchro-fly cutter; PLC; inverter; precision control

收稿日期:2010-11-10

## 3 结束语

软件的抗干扰方法在金刚石压机的 PC 机控制系统中得到了实际应用,压机在试运行 1 年过程中,没有出现因信号原因而误动作现象,使用效果良好。实践证明,该抗干扰方法有效地增加了金刚石压机控制的可靠性。

## 参考文献:

- [1] 袁亚锐,徐莉萍,等. 金刚石压机位置控制数学模型的建立及 Simulink 仿真[J]. 液压与气动,2005,(2):55-57.
- [2] 莫金海,何少佳,等. 人造金刚石压机单片机控制系统的可靠性设计[J]. 工业控制计算机,2005,18(1):67-68.
- [3] 王晓峰. 单片机软件抗干扰的研究[J]. 信息技术,2007,31(5):143-149.
- [4] 王伟. 软件抗干扰在单片机控制系统中的应用研究[J]. 机械管理开发,2010,25(3):203-204.

## 0 引言

在切纸机控制系统中,需要解决的最重要问题就是切纸的精度。精度的控制除了机械设备的误差之外,还有在改变纸张长度时,需同步调整纸辊的拉纸速度以及刀辊的旋转速度。目前我国切纸系统采用的是机械式无级变速传动,它存在着同步控制精度低、调速范围窄和误差大的缺点。PLC 与变频器的系统集成是通过 PLC 分部传动变频器,这样控制精度高、误差小<sup>[1]</sup>。Emerson EC20 系列 PLC 和 EV3000, EV2000 变频器组成双刀切纸机自控系统,提高了切纸精度,减少了误差。

## 1 切纸机切纸流程

纸机来的浆板/纸经牵引辊进入切纸机,切纸机在工作过程中,送纸辊连续送纸;甩刀辊连续旋转,每转 1 周切 1 次纸。送纸辊的拉纸速度和甩刀辊的旋转速度共同决定了切下的纸张长度。对这 2 个速度的比例加以控制,便可得到所期望的切纸长度。其中某一个速度发生变化时,另一个也需要根据速比同时进行相应的变化。为了使切纸机的精度

57.

- [2] 莫金海,何少佳,等. 人造金刚石压机单片机控制系统的可靠性设计[J]. 工业控制计算机,2005,18(1):67-68.
- [3] 王晓峰. 单片机软件抗干扰的研究[J]. 信息技术,2007,31(5):143-149.
- [4] 王伟. 软件抗干扰在单片机控制系统中的应用研究[J]. 机械管理开发,2010,25(3):203-204.

**作者简介:**朱德荣 (1972-),男,四川荣县人,讲师,研究方向为机、电、液、计算机一体化技术;常云朋 (1974-),女,河南洛阳人,讲师,研究方向为 CAD/CAM。

更高,必须严格控制送纸辊和甩刀辊之间的速度比。

## 2 系统组成

双刀切纸机控制系统组成如图 1 所示。控制核心是 EC20 系列 PLC,由 PLC 计算出 4 台变频器所需要的速度,控制变频器运行,从而驱动电机经减速机构带动送纸辊和甩刀辊旋转。切长的设定可在触摸屏上完成,由编码器和变频器构成速度闭环控制,调节切纸的精度<sup>[2]</sup>。控制原理如图 2 所示。

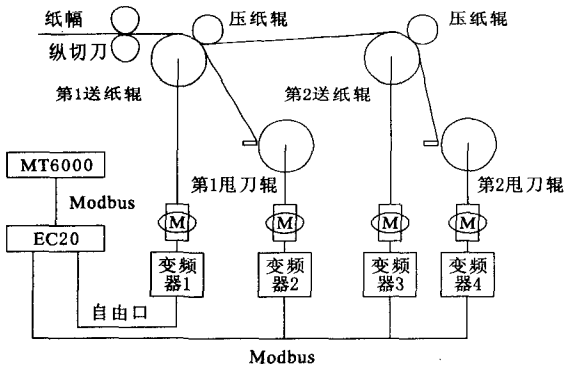


图 1 双刀切纸机自控系统

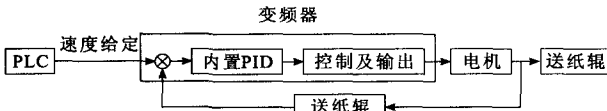


图 2 切纸控制原理

EC20 系列 PLC 具有丰富的中断功能;可扩展多个模块并且编程采用界面友好的窗口软件,支持梯形图、指令列表和顺序功能图等,可方便地监控和调试以及在线修改程序。变频器选用 EV3000 和 EV2000 艾默生变频器,第 1 送纸辊选用 EV3000 变频器,第 1 甩刀辊、第 2 送纸辊和第 2 甩刀辊选用 EV2000 变频器。EV3000 变频器是高品质、多功能和低噪音的矢量控制通用变频器,通过对电机磁通电流和转矩电流的解耦控制,实现了转矩的快速响应和准确控制,能以很高的控制精度进行宽范围的调速运行<sup>[3]</sup>。EC20 PLC 与 EV3000 变频器采用自由口通讯,EC20 PLC 与 EV2000 变频器采用 Modbus 通讯,与 MT6000 触摸屏采用 Modbus 通讯。

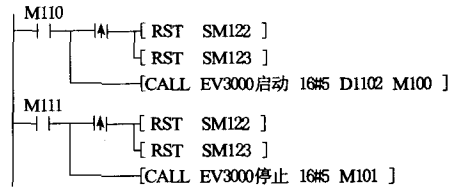
## 3 通信设置

EC20 PLC 的 COM0 通讯口与 EVIEW 人机界面通过 Modbus 协议进行通讯;COM1 通讯口与艾默生 EV3000 变频器进行自由协议通讯;PLC 扩展通信 485 模块,此模块与 3 台 EV2000 变频器通过

Modbus 通信。

通信部分程序如图 3 所示。

自由口通信



Modbus通信

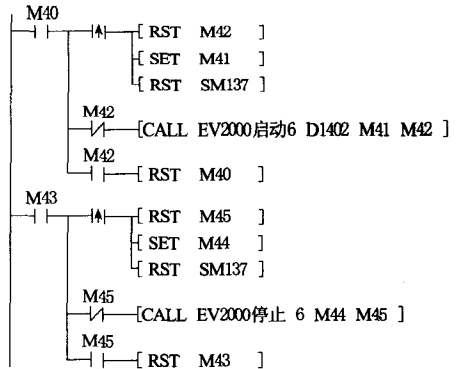


图 3 通信程序

## 4 PLC 程序设计

在切纸机工作的时候,一定要对送纸辊的拉纸速度和甩刀辊的旋转速度的比例加以控制,才能得到预期的切纸长度,因为切下的纸张长度由这两部分决定。控制过程中,任一速度发生改变时,另一个速度也要同时按照相应的比例进行调整,从而达到预期的切纸长度。而且 2 个速度存在如下关系:

$$v = Ln_2$$

式中  $v$  ——送的线速度, (m/min)

$n_2$  ——甩的转速, (r/min)

由  $2\pi n_1 r_1 = Ln_2$  得到:

$$L = 2\pi n_1 r_1 / n_2 = 2\pi r_1 / (n_2 / n_1)$$

其中,  $n_2 / n_1$  为甩刀辊与送纸辊的转速比,决定了切长;  $2\pi r_1$  为切长显示系数,视送纸辊辊径更改。切长的设定可以在触摸屏上完成,如图 4 所示。

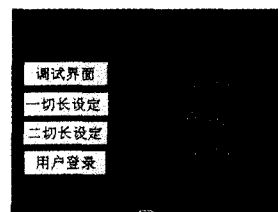


图 4 切长设定

PLC 程序设计流程如图 5 所示。

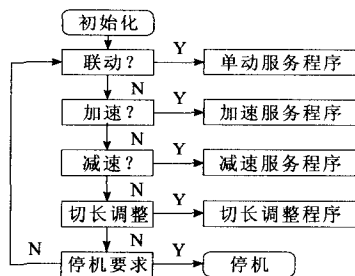


图 5 PLC 程序设计流程

采用 EC20 系列 PLC 和 4 台变频器分别控制送纸辊电机和甩刀辊电机。切纸时首先设定好切纸长度,当送纸辊电机速度发生变化时,另一个也要根据速度比同时产生相应的变化。

为了使切纸机的精度更高,必须严格控制送纸辊和甩刀辊之间的速度比。因此,必须调整变频器的参数,以使送纸辊和甩刀辊之间的速度比保持稳定。

## 5 切纸精度调节

变频器的调试过程大体分为 2 个步骤:开关机升降速的参数调整和稳速时的参数调整,这 2 步直接决定着切纸的精度。

### 5.1 开关机升降速的参数调整

为了保证起步停车以及升速减速时的切纸精度,必须对开关机升降速的参数进行调整,此时的影响因素是变频器的加速和减速时间<sup>[4-5]</sup>。通过调整 4 台变频器的加速和减速时间,使其开关机升降速保持一致,从而提高切纸精度。

### 5.2 稳速时的参数调整

图 1 所示的双刀切纸机控制系统中,第 1 送纸辊是最重要的,不仅要控制好从原纸辊拉过来纸的张力,而且第 1 送纸辊和第 2 送纸辊之间的张力也要控制好,这决定了第 1 送纸变频器要有很高的控制精度。在这里第 1 送纸变频器采用有速度编码器的矢量控制,变频器上安装编码器反馈模板,控制电机上安装旋转编码器。其余 3 台变频器采用 V/f 控制。

在双刀切纸机稳速运行时,对于第 1 送纸变频器,由于采用带速度编码器的矢量控制,除了需要在变频器中设置好旋转编码器的相关参数外,还要执行电动机数据辨识,包括定子电阻、磁化特性曲线以及速度控制器的优化。其中速度控制器参数的优化

可以由变频器自动来进行,但是优化出的参数比较保守,可以根据现场速度的实际精度来设置,更有利于精度的提高。因此必须手动调整好 PI 调节器的 2 个参数:比例增益和积分时间。这 2 个参数直接影响第 1 切长和第 2 切长的精度,是至关重要的。

当手动调整速度控制时,最简单的方法是开始时用比例增益去确定可能的动态响应。然后,尽可能减小积分作用的时间。在这种情况下,重要的是确保,闭环控制必须保证在弱磁区中的稳定。

对于其余 3 台变频器:第 1 甩刀变频器、第 2 送纸变频器和第 2 甩刀变频器采用的是 V/f 控制。对于 V/f 控制,电机频率总是比传动变频器输出频率低一个滑差频率。如果负载对恒定输出频率而增大,则当电动机工作时滑差增大,电机频率减小,对于异步电机这种运行情况可用滑差补偿来补偿,使电动机恒速运行,不随负载变化而变化。变频器对其输出电流进行检测,并根据电流的大小增加输出频率,对预期的滑差加以补偿。

在某厂的切纸机配套应用中,通过对 4 台变频器的参数进行调整,实测在该型切纸机设计车速 60~70 m/min 运行,切长为 1 230 mm,1 092 mm,787 mm 等不同规格时,两刀的切纸误差都在 ±1 mm 以内,完全满足用户的要求。

## 6 结束语

将艾默生 PLC 和艾默生变频器应用于切纸机控制系统中,从而适应切纸机传动系统对速度控制灵活、准确和可靠等的不同要求,并且使得切纸机操作简单,运行可靠,维修方便,完全达到了设计要求。

### 参考文献:

- [1] 吴中俊,黄永红. 可编程序控制器原理及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [2] 沈锦飞,颜文旭. 基于 PLC 的圆筒滚刀切纸机精度优化控制[J]. 电气传动,2003,4(6):32-34.
- [3] 华为电气公司. TD300 使用手册[Z]. 2002.
- [4] 李方圆. 大型纸厂变频器的配置与控制原理[J]. 变频器世界,2004,3(6):88-91.
- [5] 张燕宾. 电动机变频调速图解[M]. 北京:中国电力出版社,2003.

作者简介:高艳丽 (1984-),女,山东青岛人,讲师,研究方向为工业过程智能检测及仪器。