

基于 ARM9 的蜂窝纸板包边机控制系统研发

齐建虹, 蔡锦达, 许鹏程

(上海理工大学, 上海 200093)

摘要: 针对蜂窝纸板包边机的机械结构和控制要求, 研发了基于 ARM9 工业触摸屏的控制系统, 结合伺服、光电传感器等对蜂窝纸板包边机的切割机构进行控制。重点介绍了切割机构的控制系统和电子齿轮比计算方法。该控制系统采用工业触摸屏替代 PLC, 在降低成本的同时, 还提高了设备的稳定性和精度。

关键词: 蜂窝纸板包边机; 切割机构; ARM9; 触摸屏; 电子齿轮比

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2013)05-0074-04

Development of Control System for Honeycomb Cardboard Edge Packaging Machine Based on ARM9

QI Jian-hong, CAI Jin-da, XU Peng-cheng

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: According to the mechanical structure and control requirements of honeycomb cardboard edge packaging machine, the control system based on ARM9 industrial touch screen was designed, combined with servo, photoelectric sensors, etc, and the cutting mechanism of honeycomb cardboard edge packaging machine was controlled. The control system of cutting mechanism and the electronic gear ratio calculation method were introduced emphatically. The control system used industrial touch screen to replace PLC, which improves stability and accuracy of the equipment while reducing costs.

Key words: honeycomb cardboard edge packaging machine; cutting mechanism; ARM9; touch screen; electronic gear ratio

随着我国经济的飞速发展和国家对于环保的日益重视, 蜂窝纸板行业也迎来了新的发展契机, 蜂窝纸板在包装领域的应用也越来越广泛, 对于蜂窝纸板后序加工机械的研究也越来越深入, 原来的好多手工操作都已经或正在被机械化和自动化生产所替代^[1]。

在蜂窝纸板后序加工处理中, 包边机是必不可少的机械。以前, 蜂窝纸板的包边还是通过纯手工来完成, 这种纯手工包边有很多缺点: 劳动强度大, 生产效率低; 特别在进行 2 块纸板的切割时, 由于是手工剪切, 包边切割面质量差, 从而影响到蜂窝纸板的包边质量和加工速度, 严重制约了蜂窝纸板包边工艺的发展。为此, 根据蜂窝纸板包边机的机械结构设计和控制要求, 设计了基于工业触摸屏的蜂窝纸板包边机的

控制系统, 以满足蜂窝纸板包装机械的市场需求。

1 蜂窝纸板包边机的工作原理

蜂窝纸板包边机的机械结构主要由包边纸的送料、包边纸的涂胶、蜂窝纸板(以下简称“纸板”)的送料、包边和切割几个组成部分。其中, 纸板的送料、包边和切割是整个包边机的核心部分。蜂窝纸板包边机的工作原理示意图见图 1。包边纸的送料和涂胶机构从 2 个方向不断向包边机提供涂好胶的包边纸, 同时纸板由纸板送料机构输送到传送带上, 包边机构将包边纸预成型后包在纸板的两边, 并将其压紧、烘干。切割机构是在光电传感器、伺服和触摸屏的控制

收稿日期: 2012-12-24

基金项目: 上海市研究生创新基金项目; 2012 年度上海“联盟计划”资助项目(LM201276)

作者简介: 齐建虹(1990-), 女, 甘肃人, 上海理工大学硕士生, 主攻机械自动控制和嵌入式系统开发。

通讯作者: 蔡锦达(1963-), 男, 上海人, 上海理工大学教授, 主要研究方向为机械电子及自动化。

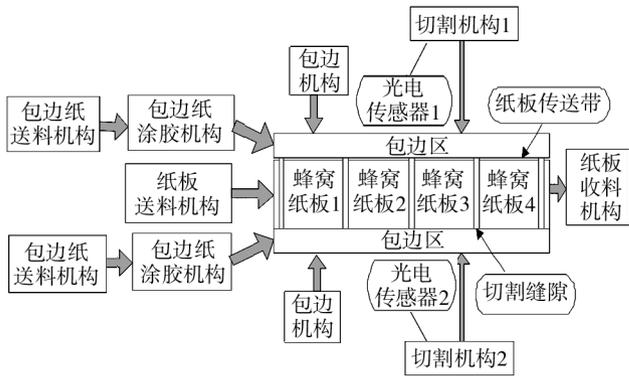


图1 蜂窝纸板包边机的工作原理示意图
Fig.1 Working principle diagram of honeycomb cardboard edge packaging machine

下,对已经完成包边的纸板进行切割,从而完成蜂窝纸板包边机的整个切割过程。

2 切割控制系统设计

蜂窝纸板包边机对纸板的包边及切割是连续的生产过程,要求对完成包边的纸板在匀速运动的动态过程中进行切割,所以本控制系统采用飞刀式切割方式,从而保证切割速度和切割质量。切割控制系统的基本配置为:基于 ARM9 带有触摸屏的控制器(以下简称“控制器”)、编码器、光电传感器、交流伺服电机(以下简称“伺服电机”)、气动执行机构等。该控制器是蜂窝纸板包边机整个控制系统的核心,控制器以中断方式接收光电传感器获得的缝隙信号;以纸板编码器(以下简称编码器)获得传送带上纸板的位置和长度信息,再经过运算处理,从而控制气缸和伺服驱动器使包边机相应的机构动作。

2.1 伺服控制系统

纸板包边以及双边切割工艺要求传动系统响应快,控制精度较高,在切割机构对完成包边的纸板进行动态切割时,需要高精度的位置控制。本系统中,采用伺服电机控制系统,可以实现高精度的速度和位置控制。伺服控制系统结构见图2。

蜂窝纸板包边机两边的切割刀架,分别由交流伺服电机通过一根丝杠来带动。控制器接收编码器信号控制伺服电机带动刀架运动,跟踪传送带上纸板的位置和长度,实现刀架与纸板同步运动。

2.2 切割机构运动控制

本系统中,控制器接收编码器的高速输入脉冲,

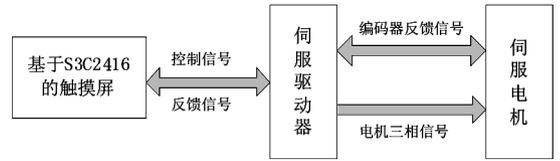


图2 蜂窝纸板包边机伺服控制系统的结构
Fig.2 Structure of servo control system of honeycomb cardboard edge packaging machine

并且采用双沿触发,当编码器输入一个脉冲,控制器以中断方式输出一个脉冲给伺服驱动器,这样就可以保持编码器输入的脉冲频率和控制器输出的脉冲频率一致,为纸板传送带和切割机构的同步运动提供了可能性。

蜂窝纸板包边机启动之前,切割机构的初始位置(见图3)有2种可能,位置1表示切割机构停止在前

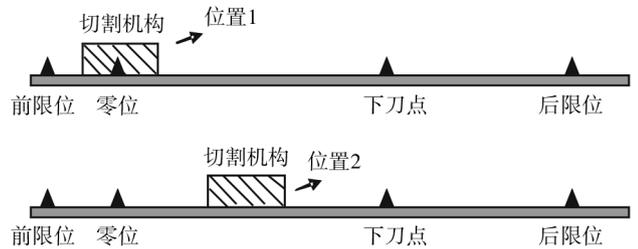


图3 切割机构初始位置示意图
Fig.3 Schematic diagram of initial position of the cutting mechanism

限位和零位之间,位置2表示切割机构停止在零位和下刀点之间。蜂窝纸板包边机正常启动后,先要使切割机构回零位,切割机构回零位的过程中先要检测到零位接近信号,然后以较慢的速度运行,当检测到伺服电机编码器Z相脉冲信号后将停止运动。切割机构返回零位的流程见图4。切割机构返回零位后进入等待状态,当光电传感器检测到2块纸板之间的缝隙时发出切割信号,切割机构开始跟踪缝隙位置和纸板运动,并且当切割机构速度等于纸板运动的速度,同时跟踪长度大于或等于设定值时,开始下刀切割。切断后抬刀复位,然后切割机构以一个较快的速度返回零位,准备下一次的切割动作,从而完成切割的往复行程。

2.3 切割机构的动刀控制

蜂窝纸板包边机的切割机构控制系统主要是用

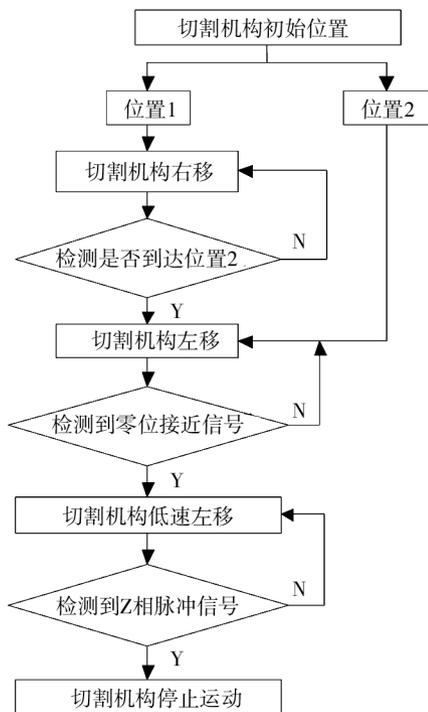


图4 切割机构返回零位的流程

Fig. 4 Flow chart of returning zero of the cutting mechanism

控制器控制伺服驱动器,实现切割刀的切割动作。控制器通过一个2位5通电磁阀,由气缸带动切割刀的上下动作,从而控制切割机构动刀的下刀切割和抬刀复位。切割动作采用气动控制,速度快,可以使切割过程更加顺畅,尽可能地避免因为切不断而对切割机构和其他机构产生的影响。

3 触摸屏人机界面程序设计

系统采用工业触摸屏作为人机交互界面,安装于总控台上,操作人员可通过触摸屏监控包边机的工作状态。通过触摸屏可以设定纸板的切割长度,当蜂窝纸板包边机正常启动后,切割机构回零位完成,进入等待状态,当检测到缝隙后,切割机构开始跟踪运动,触摸屏上刀位移的信息显示框内就会显示出当前切割刀的位移,当位移值达到程序设定值时(即到达切割位置时)就下刀切割。为了提高切割系统的抗干扰能力,用户需要设定纸板长度,避免在非缝隙处因污点导致光电传感器的误动作而发生的误切割。在进行是否允许切割的判定时,若测到的纸板长度大于或等于设定值,表明光电传感器检测到的缝隙信号有效,允许切割;若测到的纸板长度小于设定长度,即使

光电传感器检测到缝隙信号,也认为是由污点导致的光电传感器的误动作,此时不允许切割。实践证明,该方法可以大大提高系统的可靠性。当触摸屏上出现报警时,可通过提示信息检查相应的硬件设施,来使其恢复正常状态,以便开始接下来的工作。蜂窝纸板包边机的整个控制流程见图5。

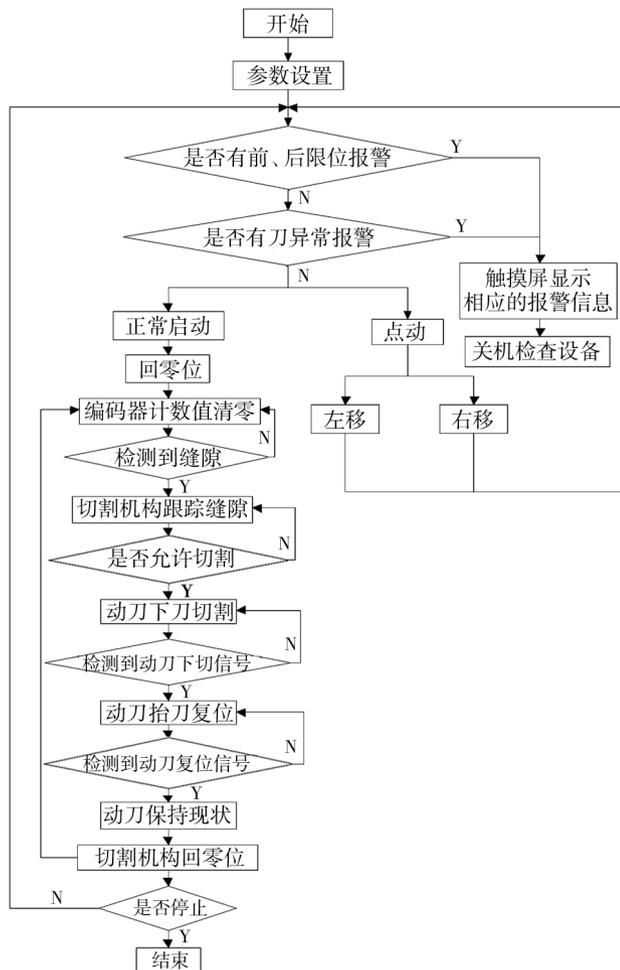


图5 蜂窝纸板包边机的控制流程

Fig. 5 Control flow chart of honeycomb cardboard edge packaging machine

4 电子齿轮比计算

对纸板的包边及切割是一种连续的生产过程,要求对完成包边的纸板,在匀速运动的动态中按纸板的长度切割。系统采用触摸屏对伺服电机进行控制,带动切割机构运动使其在切割过程中与纸板切割缝隙保持位置同步。纸板所走的长度由编码器来记录,而切割机构所走的长度取决于伺服电机。因此,需要通过在伺服驱动器上设置电子齿轮比,使切割机构的速

度和纸板传送带的速度保持一致,实现两者的同步运动,从而实现高精度的切割。

4.1 电子齿轮比

电子齿轮是模拟安装在伺服电机编码器输出脉冲与反馈脉冲之间的一个脉冲变换比值。电子齿轮比是通过更改电子齿轮比的分倍频,来实现不同的脉冲当量,匹配电机脉冲数与机械最小移动量。电子齿轮比的计算式如下:

$$\frac{N}{M} = \frac{Fp}{d}i$$

式中:伺服电机反馈脉冲 N 为伺服电机编码器的解析度,伺服本身的脉冲;指令脉冲 M 为上位机发出的脉冲,也可以说是外部给定脉冲;伺服电机编码器分辨率 F 为伺服电机轴旋转一圈所需脉冲数;脉冲当量 p 为数控系统(上位机)发出一个脉冲时,丝杠移动的直线距离或旋转轴转动的角度,也是数控系统所能控制的最小距离;螺距 d 为螺线上相邻两牙对应点之间的轴向距离;机械减速比 i 为减速器输入转速与输出转速的比值,也等于从动轮齿数与主动轮齿数的比值,在数控机床上为电机轴转速与丝杠转速之比(本系统采用 2 个等齿同步带轮,故机械减速比为 1)。

4.2 电子齿轮比计算

纸板所走的长度由编码器记录。编码器每转一圈所产生的脉冲数(即编码器分辨率)是一定的,设为 f ,编码器与纸板接触部分的测量轮半径为 R ,则周长 $C = 2\pi R$,脉冲当量 p :

$$p = \frac{C}{f} = \frac{2\pi R}{f}$$

切割机构所走的长度取决于伺服电机。根据上面电子齿轮比计算式,可计算伺服电机的电子齿轮比:

$$\frac{N}{M} = \frac{F \times p}{d} = \frac{F}{d} \times \frac{2\pi R}{f} = \frac{2\pi RF}{df}$$

伺服电机工作在位置控制模式下,电子齿轮比按上式的计算值设定。

5 结论

随着机械加工切割控制系统的自动化程度不断提高,应用嵌入式微处理器和触摸屏的切割控制系统已经逐渐成为主流的解决方案。阐述了蜂窝纸板包边机切割系统的设计方案,并提出了系统电子齿轮比

的计算方法,为设计和实现基于微处理器和触摸屏的切割系统提供了典型应用方案。经现场实际生产测试,此切割控制系统性能稳定,实用性强,实时性较 PLC 也有很大的提高,采用的误动作消除方式也大大提高了系统的可靠性,控制精度可达到 $\pm 0.5 \text{ mm}$,可满足用户要求。

参考文献:

- [1] 王保吉,赵建周. 纸芯连续全自动蜂窝纸板生产线的电气控制系统设计[J]. 轻工机械,2006,24(3):81-83.
WANG Bao-ji,ZHAO Jian-zhou. The Design of an Electrical Control System for the Full-automatic Beehive Carton Production Line with Continuous Paper Core[J]. Light Industry Machinery,2006,24(3):81-83.
- [2] 蔡锦达,尤黔林,黄树根,等. 基于台达 PLC 的纸护角机控制系统[J]. 包装工程,2010,31(15):77-80.
CAI Jin-da,YOU Qian-lin,HUANG Shu-gen, et al. Control System of Paper Corner Protector Machine Based on Delta PLC[J]. Package Engineering,2010,31(15):77-80.
- [3] 宫达磊,廖启征,魏世民,等. 基于 ARM7 的交流伺服电机控制系统研究[J]. 机电产品开发与创新,2010,23(5):107-108.
GONG Da-lei,LIAO Qi-zheng,WEI Shi-min, et al. AC Servo Motor Control System Based on ARM7 [J]. Development&Innovation of Machinery&Electrical Products, 2010,23(5):107-108.
- [4] 张义磊,于涛,安吉宇,等. 三星 S3C2410 在嵌入式工业控制系统中的应用[J]. 长春理工大学学报,2004,27(3):92-95.
ZHANG Yi-lei,YU Tao,AN Ji-yu, et al. Application of SAM SUNG'S S3C2410 in Embedded Control Systems for Industrial Control[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology,2004,27(3):92-95.
- [5] 孙耀杰,赵君,贾静蕾,等. 基于触摸屏和 PLC 的金相切割机控制系统[J]. 现代电子技术,2009(14):200-202.
SUN Yao-jie,ZHAO Jun,JIA Jing-lei, et al. Metallographic Cutter Control System Based on Touch Screen and PLC[J]. Modern Electronics Technique,2009(14):200-202.
- [6] 贾文. 基于 ARM9 的嵌入式数控切割控制系统研究[J]. 制造业自动化,2011,32(2):53-56.
JIA Wen. Research of Embedded Numerical Control Cutting Control System Based on ARM9 [J]. Manufacturing Automation,2011,32(2):53-56.