

基于 PLC 的瓦线天桥自动纠偏控制系统设计

叶建美

(浙江工业职业技术学院, 绍兴 312000)

摘要: **目的** 研究多层瓦楞纸贴合时自动纠偏系统的设计方法。**方法** 基于 PLC 和触摸屏技术, 采用光幕检测, 控制防压纠偏轮纠偏的方法, 给出了系统的硬件配置以及 PLC 的软件设计。**结果** 实验验证了基于光幕可以准确、实时驱动纠偏轮进行自动控制。**结论** 自动纠偏控制系统具有良好的检测精度和快速的响应能力, 能显著提高瓦楞纸板质量, 在瓦楞包装行业有良好的使用前景。

关键词: 瓦楞单面机; 光幕测量; 非破坏式纠偏轮; PLC

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)13-0147-04

Design of Automatic Correction System for PLC-based Corrugated Web Control

YE Jian-mei

(Zhejiang Industry Polytechnic College, Shaoxing 312000, China)

ABSTRACT: In order to study the design method of the automatic correction system for the multilayer corrugated board production line, hardware configuration for the automatic correction system and PLC software design were put forward based on PLC, touch screen technology, light grid detection and the anti-crush roller technology. The experiment verified that the control system could automatically guide the corrugated web accurately in real time. The automatic correction system has good accuracy and quick response ability. Thus it can improve the product quality of corrugated board and will have bright prospect in corrugated industry.

KEY WORDS: web-guiding; light grid detection; anti-crush roller; PLC

瓦楞纸板生产线是生产瓦楞纸板的专用设备。主要由原纸架、送纸小车、预热缸、接纸机、单面瓦楞机、输送天桥、天桥吸风、多重热缸、上浆机、双面机、纵切压线机、横切机、水平输送机、横向排出堆叠机、堆码机以及蒸气加热系统、空气压缩系统、制胶系统、电气控制系统、蒸气回收系统等主要设备组成。天桥输送架作用是把从瓦楞机出来的单层纸板, 经桥架上纸装置、输送装置、纠偏纸板装置、纸板张力调整装置送入后道加工工序^[1]。

瓦线天桥纠偏系统是在生产三层、五层、七层纸板时, 对进入上胶机和双面机前的单层纸板和面

纸进行及时纠偏操作, 使单层纸板以及面纸在经过上胶机后, 在双面机中没有横向偏差地贴合成多层瓦楞纸板, 在传统的瓦楞纸板生产线生产中, 实现三层、五层、七层瓦楞纸板的纠偏基本上采用机械的挡板纠偏, 容易导致材料破裂、断纸现象频繁发生, 造成了材料和时间的浪费^[2-4]。

长期以来, 瓦楞纸板生产线的自动纠偏是需要瓦楞纸板纸箱企业解决的重要课题, 文中利用 S7 PLC 作为控制器, 采用非接触式红外线光幕检测全幅宽, 利用非破坏式压力轮的纠偏架来连续纠偏, 实现了五层纸板生产线天桥纠偏的自动控制。

收稿日期: 2015-11-22

作者简介: 叶建美 (1969—), 女, 浙江人, 硕士, 浙江工业职业技术学院副教授, 主要从事机械电子研究和教学。

1 纠偏系统结构

纠偏系统结构见图1。当单层纸板从图1示箭头方向,由导纸辊经过光幕检测,从非破坏式纠偏压轮的下方通过纠偏设备(压轮通过一定的压力紧贴在单层纸板上),通过导纸辊送入上胶机。正常情况下,压轮的运动方向与瓦线中心一致,此时运动中的单层纸板没有受到压轮施加向左或向右的作用力,通过压轮时就不会改变运动方向。如果压轮在1的驱动下向左(或向右)偏离瓦线中心,由于运动中的单层纸板与压轮之间没有相对运动,且压轮是在纸板带动下被动旋转的。那么,单层纸板就会受到向左(或向右)的作用力,从而向左(或向右)偏移,直到单瓦纸中心与瓦线中心一致。

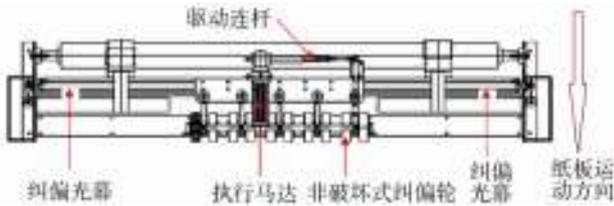


图1 纠偏系统结构

Fig.1 Structure of web guiding system

2 纠偏原理

单层纸板在天桥上重叠,靠条形带驱动向后续设备无张力输送,不能确保上下单层纸板的中心处于同一参考位置,这就需要纠偏系统分别对天桥上的单层纸板纠偏,确保所有单层纸板进入双面机贴合前,其中心位置处于同一参考点。所有的自动纠偏控制系统都基于一个简单的作业流程。首先,当单层纸板在光幕传感器下方经过时,传感器检测单层纸板实际边缘,并将信号传送给控制器,控制器判断单层纸板实际位置与设定的基准位置是否一致,然后发出相关的纠正信号给执行机构,由执行机构驱动物料返回到设定位置,完成整个纠偏过程^[5-7]。

该设计的控制原理见图2,以瓦线机械中心位置为基准,光幕检测装置安装在支架的左右两侧。如果运行中的单层纸板中心位置偏离瓦线机械中心时,实时扫描的左右光幕检测的接收端发送给 PLC 不同的检测信号,这个偏差信号经 PLC 运算,输出控制信号给伺服驱动装置,从而驱动伺服电机改变运转状态,带动纠偏轮引导单层纸板中心与瓦线机械中心重叠。

本装置适于直接装在瓦线天桥后端。每层单层纸板从上到下分别通过瓦线天桥,在天桥后端经过纠偏系统纠偏,纠偏后的多个单层纸板经过上胶,在双面机的作用下贴合在一起形成瓦楞纸板。经过天桥的每层单层纸板左右各装一对光幕传感器和执行机构,每层纸板分别经过纠偏系统的调整后,每层单层纸板中心位置都跟瓦线中心位置一致,最大限度地避免在双面机贴合时多层纸板的错位而引起的严重后果。

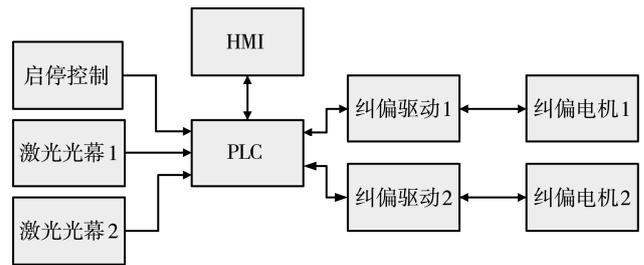


图2 控制系统原理

Fig.2 Diagram of control system

3 自动纠偏装置的设计

3.1 硬件设计

3.1.1 光幕检测电路

纠偏光幕是一种红外线光电传感器阵列,包括 N 对发射管和接收管,它们相互分离并相对安装,外形为长管状,各发射管(接收管)的间隔距离决定了纠偏光幕的分辨率。纠偏光幕发射管产生的检测光线沿长度方向定间距生成测量光线阵列,形成一个“光幕”^[8],控制器用扫描的方式使发射管依序发射光束,控制器及其软件根据接收器接收到的信号,监测被测物体是否偏移。高分辨率的纠偏光幕可精确、可靠地检测到小于 2.5 mm 的物体偏移,检测距离达到 2 m,安装时容易对准,而且每条光束的增益通过控制器可自动调整,对光幕中的障碍物进行屏蔽,见图3。控制器的输出端口可以选择 NPN 和 PNP 开关量,或 0~10 VDC, 4~20 mA 模拟量,并通过 RS232 或 RS485 口进行通讯。

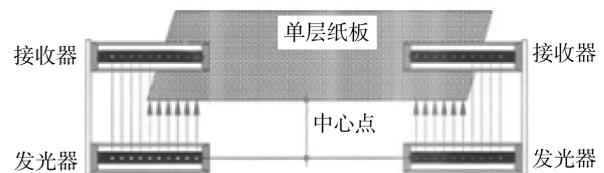


图3 光幕安装位置

Fig.3 Installation locations of light grid sensor

为了方便将光幕测量系统接入现场总线 Profibus 网络^[9]，选用了 Profibus 模块的 DUOmtrric 光幕。

3.1.2 硬件组态

纠偏控制系统主要器件包括 PLC、伺服控制器、伺服马达等，PLC 系统本身的数据处理能力以及控制元件的精度决定了纠偏控制的精度。西门子 S7-300 PLC 是模块化结构，可以根据控制要求自由地进行输入输出及功能模块的增减，具有可靠性

高、指令丰富的功能，既可以独立运行，也可以利用 PLC 自身集成的 MPI 及 PROFIBUS 端口，用 SIMATIC manager 编程软件组态连成 MPI 和 PROFIBUS 网络，实现复杂的控制功能^[10-12]。选用 DUOmtrric 光幕作为检测元件，西门子 S7-300PLC 作为控制器件，伦茨 ECS 伺服系统作为执行元件，系统主要硬件连接和 PLC 硬件组态分别见图 4 和图 5。

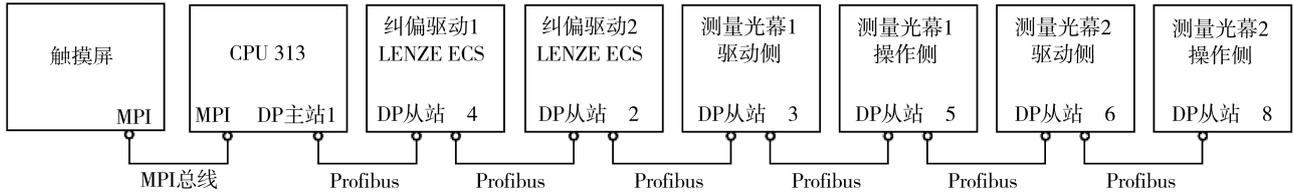


图 4 硬件连接

Fig.4 Hardware connection

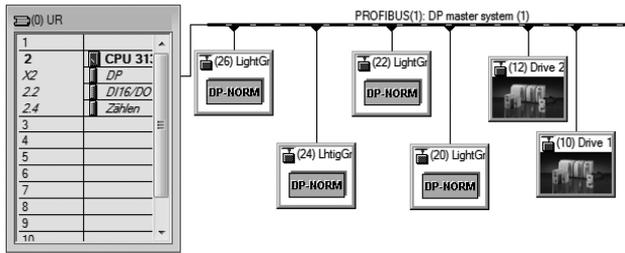


图 5 PLC 硬件组态

Fig.5 Hardware configuration of PLC

3.2 软件设计

软件设计采用西门子编程软件 STEP 7 V5.4 实现^[13]，编程采用结构化形式，充分利用 STEP 7 内置功能模块如组织块、系统功能块，完成对光幕测量控制工艺过程的控制，利用系统通讯模块可以很方便地实现纠偏控制系统与其他瓦线设备(如单面机、双面机)的通讯，利用系统提供的特殊组织块，可以方便实现对各信号模块的故障诊断。作为一个典型的测控自动控制系统，采用 STEP 7 结构化编程来设计完成软件编程：将纠偏控制系统分成不同的块来分别编程，这些块分别是光幕测量值计算、方向判断、设定值、纠偏执行等。

纠偏控制是靠 PLC 软件实现的^[14-15]，纠偏方向的判断为：纸板正常运行情况下，如果左右光幕的测量值之差为一定值(如 3 mm)，且维持在一定时间范围内，则 PLC 判断纸板运行偏向左侧，PLC 输出应使纸板向右侧偏移。纠偏量的计算是通过将左右光幕测量值之差加上从触摸屏输入的偏差补

偿值之和，并与系统要求的纠偏精度比较，如果大于纠偏精度或小于纠偏精度的相反数，PLC 就将此和作为纠偏量输出给伺服控制器 LENZE ECS；反之，如果此和小于系统要求的纠偏精度或者大于系统要求的纠偏精度的相反数，PLC 就将值 0 作为纠偏量输出给伺服控制器 LENZE ECS。纠偏系统的纠偏速度反映了系统的灵敏性，如果纠偏速度过快，系统会产生振荡；如果纠偏速度太慢，相对于太快的瓦线速度，则上下层粘合不齐的纸板数量会增加，造成大量浪费。因此，纠偏系统要根据瓦线的速度来计算系统纠偏速度，而在瓦楞纸生产线中，双面机速度即是瓦线速度，所以纠偏系统以双面机速度为基准，计算出系统的纠偏速度，控制流程见图 6。

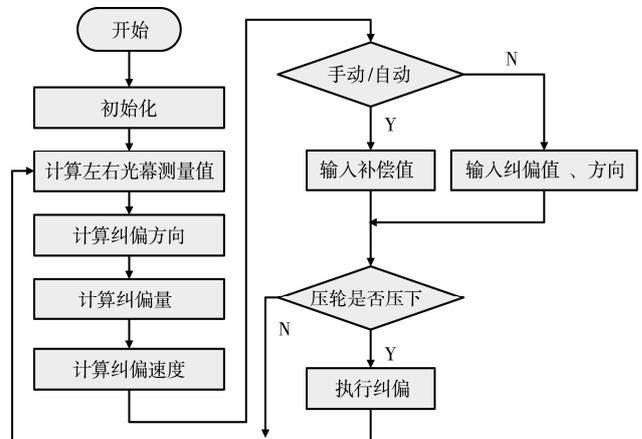


图 6 软件控制流程

Fig.6 Software flow chart

4 结语

使用非破坏式压力轮天桥纠偏装置,解决了天桥卡断纸的问题,操作人员上天桥解决该问题的次数降低了90%。自动纠偏误差在2 mm左右,大大减少了切边浪费。自动纠偏实现了瓦线的连续生产,大大降低机械挡板纠偏所产生的材料破裂。同时,在双面机贴合过程中,由于单瓦纸和面纸相互间的横向偏差导致了双面机热板上残留的干燥浆糊将减少,从而减少清洁双面机热板而造成生产中断,提高了瓦楞纸板的生产效率。

参考文献:

- [1] 唐宗美, 杨光友, 马志艳, 等. 包装设备控制系统综述[J]. 包装工程, 2013, 34(3):107—110.
TANG Zong-mei, YANG Guang-you, MA Zhi-yan, et al. Summarization of Packaging Equipment Control System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(3):107—110.
- [2] 巩桂芬, 贾丽平. 关于瓦楞纸板质量控制的研究[J]. 包装工程, 2011, 32(10):126—128.
GONG Gui-fen, JIA Li-ping. Study of Corrugated Board Quality Control[J]. Packaging engineering, 2011, 32(10):126—128.
- [3] 杨瑞奉. 瓦楞纸箱生产实用技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2006.
YANG Rui-feng. Corrugated Carton Production Practical Technology[M]. Beijing:Chemical industry press, 2006.
- [4] 陈廷俊, 杜达安, 罗陶兰, 等. 瓦楞纸箱制造及设备[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1992.
CHEN Ting-jun, DU Da-an, LUO Tao-lan, et al. Corrugated Carton Manufacturing and Equipment[M]. Beijing:China Light Industry Press, 1992.
- [5] 冯兑春, 莫金海, 李智, 等. 中医黑膏药自动化生产线收放卷纠偏控制系统设计[J]. 装备制造技术, 2014(6):4—5.
FENG Dui-chun, MO Jin-hai, Li Zhi, et al. Deviation Control Technology Research for Automatic Production Line of Traditional Chinese Black Plaster Medicine[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(6):4—5.
- [6] SHIN K, KWON S, KIM S, et al. Feedforward Control of the Lateral Position of a Moving Web Using System Identification[C]// Industry Applications Conference, 38th IAS Annual Meeting, Conference Record of the IEEE, 2003, 1(6):345—351.
- [7] 万苏文. 基于热合包装机的纠偏控制系统设计[J]. 包装工程, 2014, 35(3):54—57.
WAN Su-wen. Design of the Error Correcting Control System Based on the Hot-seal Packing Machine[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(3):54—57.
- [8] MYJP 纠偏光幕[DB/OL]. <http://www.ewmip.com/product/myjp.html>.
MYJP Light Grid Guiding System[DB/OL]. <http://www.ewmip.com/product/myjp.html>.
- [9] TOVAR E, VASQUES F. Cycle Time Properties of the PROFIBUS Timed-token Protocol[J]. Computer Communications, 1999, 22(13):1206—1216.
- [10] YI Lun-han, ZHEN Guang-jiao, YAN Fang-tian, et al. Design of Loading Robot Control System Based on PLC[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 441:792—795.
- [11] 陈东青. 基于 PLC 与触摸屏的码垛工业机器人操作系统设计[J]. 包装工程, 2014, 35(12):84—88.
CHEN Dong-Qing. Design of Stacker Industrial Robot Operating System Based on PLC and Touch Screen[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(12):84—88.
- [12] YE Jian-mei, LIU Bin. Corrugated Single Plane Pressure Control System Based on S7-300[J]. Advances in Engineering Design and Optimization III, 2012, 201:392—395.
- [13] STEP7 V5.0 User Manual[M]. Siemens Ag, 1999.
- [14] 何晓东, 史耀耀, 秦现生. 复合材料布带缠绕纠偏模糊控制技术研究[J]. 西北工业大学学报, 2014(3):464—469.
HE Xiao-dong, SHI Yao-yao, QIN Xian-sheng. Research on Technology of Lateral Position Control in Composites Tape Winding[J]. Journal of Northwestern Polytechnical University, 2014(3):464—469.
- [15] 赵万剑, 徐耀良, 杨宁, 等. 一种带颜色自动识别功能的卷材纠偏控制方法[J]. 包装工程, 2012, 33(5):99—103.
ZHAO Wan-jian, XU Yao-Liang, YANG Ning, et al. Coil Correction Control Method with Color Automatic Recognition Function[J]. Packaging engineering, 2012, 33(5):99—103.