

基于PLC的全自动塑料直尺 丝网印刷设备

袁云龙¹, 袁瑞龙², 程 鸿¹

(1. 宁波工程学院 机械工程学院, 浙江 宁波 315016;
2. 中国联合工程公司, 浙江 杭州 310022)

摘要: 针对塑料直尺在丝网印刷中的表面划伤及印刷效率低下的问题,提出了一种横向直立、纵向叠放、吸盘纵向吸取直尺后转位平放的送料方案,设计了相应的持续供料的料仓结构和传送机构,运用气压传动来驱动吸盘及传送机构的动作,解决了传送过程中直尺表面划伤的问题;同时开发了对整个工作过程进行自动控制的PLC控制系统,并对吸盘吸取直尺后转位平放和印刷台上升这两个传送阶段进行了独立控制,实现了并行工作,提高了直尺的传送效率。该设备的实际使用结果证明,直尺表面无划伤,并且生产效率高,直尺印刷速度达到了28把/分,工作平稳可靠。

关键词: 丝网印刷; 塑料直尺; PLC; 自动控制

中图分类号: TH39; TH69; TS803 **文献标志码:** A

文章编号: 1001-4551(2012)09-1073-04

Automatic screen printing equipment for plastic straightedge based on PLC

YUAN Yun-long¹, YUAN Rui-long², CHENG Hong¹

(1. College of Mechanical Engineering, Ningbo University of Technology, Ningbo 315016, China;
2. United Engineering Corporation of China, Hangzhou 310022, China)

Abstract: In order to solve the problems of surface scratch and inefficiency during the screen printing of plastic straightedge, a novel scheme for material feeding was proposed, in which the horizontal upright, longitudinal stack, and longitudinal sucking mode was used. A granary and feed equipment capable of continuous feeding was designed. The surface scratch was eliminated by using pneumatic actuator. Also, a PLC control system was developed for the entire working process. The two steps of sucking disc rotation and printing table rise were controlled independently and thus the parallel operation was achieved. By using this equipment, the transport efficiency of straightedge was improved. Practical application of the proposed equipment shows that the straightedge surface is not scratched and the equipment has a high reliability and production speed reaching 28 rulers per minute.

Key words: screen printing; plastic straightedge; PLC; automatic control

0 引 言

丝网印刷被称为万能印刷,它能在塑料、纺织品、金属、玻璃、陶瓷等各种承印材料上进行印刷,并且与物体的形状、大小、厚薄、质地等因素无关,因此广泛应用于商业、广告业、出版业、印染业等行业。从上世纪80年代起,丝网印刷技术在我国开始得到了迅速发

展。而塑料制品由于其重量轻、造型容易等优良的性能,在人们的生产和日常生活中应用非常普遍。同时,基于美观或者功能的要求,人们常运用丝网印刷技术在塑料制品上印制各种图案。现实生产过程中,对于直尺等塑料制品,由于其尺寸小、印刷数量大,特别是由于表面硬度较低、易因摩擦而使表面划伤,导致在印刷过程中出现连续上料困难、工人劳动强度

高、印刷质量不稳定等问题,因此也成为高效自动化印刷的瓶颈^[1]。

可编程序控制器是一种以微处理器为基础,集计算机技术与自动控制技术为一体的一种新型自动控制装置,其通过程序逻辑实现控制功能,与传统继电器控制相比具有极大的优越性,已成为现代工业自动化的三大支柱之一^[2]。本研究以某工厂进行直尺丝网印刷的要求为例,设计开发一台基于PLC控制的全自动直尺丝网印刷设备。

1 机械系统设计

由于塑料直尺体积小,印刷量却很大,如要保持高效率的自动化生产,必须要有能连续从料仓中自动取料的上料机构。因为在印刷过程中塑料直尺表面要保持清洁光滑,上料过程中直尺印刷面之间不能有重压和相对滑动摩擦,以避免引起表面粗糙和划痕。同时,由于印刷丝网中油墨分布的原因^[3],印刷时丝网应处于水平状态,本研究要求直尺在印刷时也要处于水平状态,印刷结束后还需要进行加热烘干^[4]。传统的直尺印刷过程通常是采用人工取尺子方式一把一把地上料,放到印刷台上,印刷后取走,因此劳动强度很大,效率也很低。

基于上述要求,拟设计的自动印刷设备机械系统分为四大部分,分别是:料仓机构、上料机构、印刷机构和下料烘干机构,考虑到结构的紧凑、轻巧,以及环保方面的要求,主要动力采用气动。

1.1 料仓机构

为避免尺子之间产生重压及取尺子时的相对滑动摩擦,尺子在料仓内设计采用横向直立、纵向叠放、纵向取料的方案,因此料仓设计成扁平结构。本研究在料仓的前部用传感器来检测尺子,后部有推杆,当前部传感器检测不到尺子时,推杆在步进电机的带动下推动尺子前移。

1.2 上料机构

由于每一把尺子在料仓里是横向直立,而在印刷位置时被要求水平放置,上料机构要实现尺子的90°转角动作^[5]。动作的过程是:先用机械手臂横向伸出取料,用真空吸盘固定尺子,然后手臂纵向旋转90°,使尺子水平放置在印刷台上,同时改用印刷台上的真空吸盘固定尺子,最后把印刷台升高,使尺子到达印刷位置,每个动作都由一个气缸来驱动^[6]。

1.3 印刷机构

印刷机构上有印刷刮刀和回油墨刮板,各由一个

气缸驱动,上下动作,状态刚好相反,即一个处于伸出状态时,另一个处于缩回状态。印刷时,刮刀和回油墨刮板在印刷气缸的驱动下作横向水平移动。

1.4 下料烘干机构

印刷完成后尺子的下料动作也是由上料机构推动的,即上料机构把下一把尺子转位到印刷台上时,同时把上一把尺子从印刷台推送到下料输送带。输送带上方装有加热装置,可以加快油墨的干燥过程^[7]。

上述机构的运动都由压缩空气驱动气缸动作来实现,印刷设备机械系统结构组成及工作原理如图1所示。

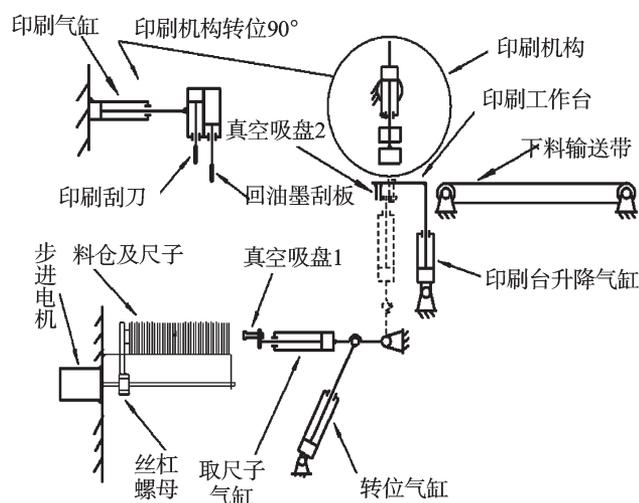


图1 机械系统结构组成及工作原理图

2 控制系统设计

2.1 硬件设计

印刷设备中整个系统的控制主要分为2个部分:一个是对料仓连续供料步进电机的控制;另一个是对上料机构、印刷机构等气缸工作过程的控制。控制系统采用PLC控制,PLC输出模块通过控制电磁阀来控制气缸和真空发生器的动作,从而来实现对整个印刷过程的自动控制^[8]。

基于自动生产等要求,本研究针对印刷设备设计了单步、单周期和全自动连续工作3种工作状态。为保证在上料过程中各个动作的连续性和可靠执行,控制系统在一些关键动作执行的起点和终点设置了传感器进行检测,确保每一个动作执行到位,下一个动作才可以开始。

经过对整台设备工作要求和过程的分析,本研究确定控制系统输入信号数量如下:3种工作状态用2个输入信号进行选择,启动和停止用2个输入信号,料仓

前后极限行程开关共2个信号,暂停信号1个,料仓尺子到位信号1个,上料机构的3个气缸和印刷气缸两端都各设极限位置开关共8个信号。因此总共需16个输入信号。

本研究确定输出信号数量如下:步进电机控制需要3个信号,暂停指示灯需要1个信号,取料吸盘和印刷台上固定吸盘共需要2个信号,为保证清洁需要控制吹尘信号1个,控制取尺子、转位尺子、上升印刷工作台、刮刀及回油墨和印刷等气缸动作共需要5个输出信号。因此,总共需12个输出信号。

本研究选用目前市场上普遍应用的三菱公司的PLC产品,考虑到要控制步进电机驱动器,需要有高频脉冲输出,故本研究选用晶体管输出模式;同时考虑到晶体管输出模块的输出能力,为确保安全,也可以对气动电磁阀的控制通过中间继电器进行隔离放大。因此,综合分析后本研究确定选用FX1N-32MT-001型号的PLC。PLC的I/O地址分配表如表1所示,外部接线图如图2所示。因为步进电机多数时间工作于间歇送料工作状态,需频繁启动,本研究选用型号为57BYG250-76的高转矩步进电机,二相4拍,步距角为1.8°,额定电压为24V,配用步进驱动器型号为ZD-6560-V3。本研究采用电磁感应式接近开关检测各个气缸动作是否执行到位,型号为LJ12A3-4-Z/BX,输出形式为NPN三线常开^[9]。

表1 PLC的I/O地址分配表

输入	功能	输出	功能
X0	单步	Y0	
X1	手动	Y1	电机脉冲
X2	启动	Y2	电机方向
X3	停止	Y3	脱机
X4	料仓前极限	Y4	真空吸盘1
X5	料仓后极限	Y5	真空吸盘2
X6	暂停	Y6	吹尘
X7	料仓尺子到位	Y7	暂停指示灯
X10	取尺子进到位	Y10	
X11	取尺子退到位	Y11	取尺子气缸
X12	转尺子进到位	Y12	转尺子气缸
X13	转尺子退到位	Y13	印刷台气缸
X14	印刷台上到位	Y14	刮刀和回油墨气缸
X15	印刷台下到位	Y15	印刷气缸
X16	印刷进到位	Y16	
X17	印刷退到位	Y17	

2.2 软件设计

印刷机的3种工作状态是通过程序对2个输入信

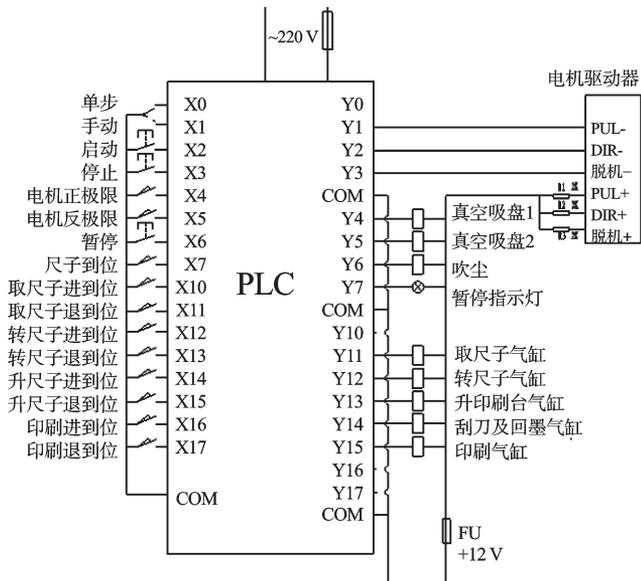


图2 PLC的外部接线图

号状态进行判断来实现的,本研究运用一只三位转换开关来选择:打到左位时接通X0,处于单步工作状态;打到右位时接通X1,处于手动工作状态;打到中间位置时,两个都不接通,处于自动工作状态,程序根据信号跳转到相应的程序段来实现。机器的整个完整动作可分为料仓持续供料、上料传送、印刷和下料4个组成部分,其中下料输送带由一台减速电机通过开关单独控制,其余3个部分都由PLC控制。

2.2.1 料仓持续供料机构控制

料仓持续供料机构由一个步进电机驱动器驱动一台二相四拍步进电机实现,高频脉冲由PLC的PLSY指令通过Y1接口输出给驱动器的CP端口,由Y2接口来控制其方向,Y3用来控制其脱机状态。为提高工作效率,步进电机进给采用两种速度,间隙供料时为保证工作平稳采用低速,供料完了到终点后退回时采用高速,以节省时间、提高生产效率。

2.2.2 上料机构控制

上料机构要完成水平取料、90°转位及印刷台上升等3个气缸的动作,要求动作顺序连贯,确保上一个动作完成以后下一个动作才能开始,中间还有2个真空吸盘的抓放动作及其衔接,因此其控制过程比较复杂,是整个控制系统的关键部分。上料机构整个动作过程是:气缸1伸出取料→真空吸盘1开启→气缸1退回,同时吹尘一次→气缸2伸出转位90°→真空吸盘2开启→真空吸盘1关闭→气缸3伸出使印刷台上升→气缸2退回→开始印刷过程→气缸3退回。

为确保整个顺序动作过程可靠,本研究在每个气缸的二端设置了检测位置的光电传感器,只有一个动

作到位后,下一个动作才能进行。同时,为减少气缸冲击,保持机器工作平稳,本研究在每两个动作之间设置了短时暂停,以实现缓冲,暂停时间可根据冲击情况和生产效率通过定时器设定。

2.2.3 印刷机构控制

印刷机构由3个气缸的动作组成:一个是印刷气缸做横向印刷动作,另两个分别是刮刀气缸和回油墨气缸做上下垂直运动,但这两个气缸动作始终处于相反的工作状态,所以只要一个输出控制即可。

为提高生产效率,上料机构和印刷机构的动作采用相对独立的程序段进行控制,并且能够并行工作。当上料机构把尺子送上印刷台后,印刷机构开始印刷工作,而上料机构同时可以返回进行下一把尺子的上料传送工作。程序可采用基于状态编程法即用步进指令编写,也可采用应用功能指令编写。该控制系统采用应用功能指令编写,这两个机构中的动作都采用应用功能指令中的SFTL移位指令来实现控制功能^[10-11]。印刷机处于全自动工作状态时的程序流程图如图3所示。

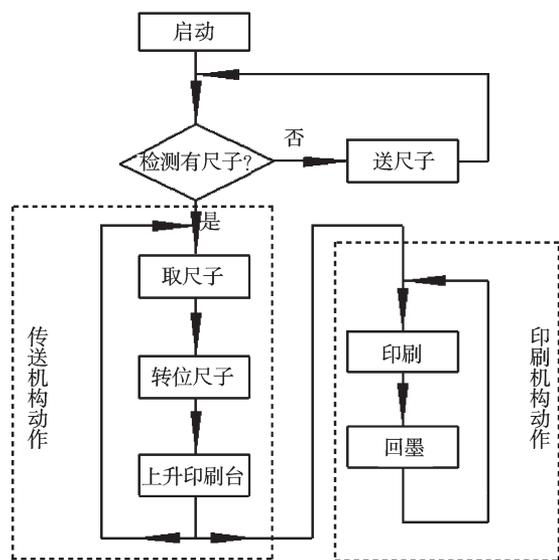


图3 全自动工作状态程序流程图

3 气动系统设计

气缸工作的动力来源是工业高压气源,由空气压缩机产生压缩空气,经过滤器、干燥器等气源处理元件后,由一个二位三通的气阀接入气缸,使其能正反转动作,产生来回直线运动。每个气缸和真空发生器

都各有一个电磁阀控制,PLC通过控制电磁阀以控制各个机构的动作。

4 结束语

针对传统直尺丝网印刷过程中存在的高强度、低效率等问题,通过设计结构合理的机械机构,采用功能强大的PLC控制,本研究开发出了高性能全自动丝网直尺印刷设备,它具有以下特点:

(1) 采用料仓中合理的尺子叠放模式和横向取料方式,解决了直尺连续上料传送过程中相互之间的摩擦滑动问题,避免了表面划伤问题的产生。

(2) 上料传送与印刷过程采用并行工作方式,两个机构并行工作,大大地提高了工作效率。

(3) 每个动作到位采用传感器检测,保证设备工作可靠,性能稳定。

经实际生产测试,直尺印刷速度达到了平均28把/分,取得了良好的生产效益。

参考文献(References):

- [1] 侯评梅. 自动化技术为印刷机械的变革插上腾飞的翅膀[J]. 自动化博览,2009(4):36-38.
- [2] 史国生. 电气控制与可编程控制器技术[M]. 3版. 北京:化学工业出版社,2010.
- [3] 刘彩凤,王忠于. 无源RFID标签天线的丝网印刷墨层厚度分析[J]. 包装工程,2008,29(12):110-111.
- [4] 武军. 丝网印刷原理与工艺[M]. 北京:中国轻工业出版社,2006.
- [5] 全代伦. 通用凸轮曲线设计在印刷机械中的应用[J]. 上海电气技术,2011,4(3):59-62.
- [6] 马亮,张庆峰,顾寄南. 一种新型数控气动机械手的设计与研究[J]. 机电工程,2011,28(2):162-165.
- [7] 贺湘苑. SV-DB100伺服系统在平面丝网印刷机上的应用[J]. 伺服控制,2011(3):80-81.
- [8] 陈立定,谢青延,梁联冠. 新型网络化贴标机控制系统的研究与实现[J]. 组合机床与自动化加工技术,2009(9):66-68.
- [9] 赵燕. 传感器原理及应用[M]. 北京:北京大学出版社,2010.
- [10] 管力明,李国栋,杜量,等. PLC在胶订机控制中的应用[J]. 机电工程,2007,24(6):55-57.
- [11] 李书平. PLC在夹片冲字自动化改造中的应用[J]. 机械,2010,37(9):73-74.

[编辑:李辉]