

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2015.03.007

全自动彩珠筒外装潢纸裹包机的设计

胡威林, 吴吉平, 孙 晓, 袁 军, 吴 上

(湖南工业大学 机械工程学院, 湖南 株洲 412007)

摘 要: 在分析彩珠筒传统手工工艺的基础上, 设计了一种全自动彩珠筒外装潢纸裹包机。所设计的裹包机由真空吸盘输纸装置、启动送卸料装置、涂胶装置、压紧装置和裹包装置组成, 采用 PLC 控制技术, 机电气相结合, 实现了输纸、涂胶、送料、包装及卸料工艺的自动化, 可适用于多种规格彩珠筒外装潢纸的自动化包装, 可完成待裹包彩珠筒长 600~1 200 mm, 外径 1~30 mm; 包装彩纸宽 40~130 mm, 长 620~1 220 mm; 20~30 个/min 彩珠筒外装潢纸的裹包任务。所设计的裹包机不仅提高了生产效率, 降低了劳动强度, 而且改善了包装质量, 减少了安全隐患, 为已装填火药的彩珠筒外装潢纸裹包生产的自动化提供了有效途径。

关键词: 彩珠筒; 包装机械; 结构设计; 传动系统; PLC

中图分类号: TB482.2

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2015)03-0036-04

The Design of Color Bead Tube External Decoration Paper Wrapping Machine

Hu Weilin, Wu Jiping, Sun Xiao, Yuan Jun, Wu Shang

(School of Mechanical Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou Hunan 412007, China)

Abstract: Based on the analysis of traditional manual process of the color bead tube, a fully automatic color bead tube external decoration paper wrapping machine was designed by adopting the PLC control technology and combining the electricity and vapor, with the functions of automatic feeding, gluing, delivering, packaging and unloading. The machine consisted of vacuum suction feeding device, loading/unloading activating device, gluing device, clamping device and wrapping device, and it could be applied to various specifications of automatic wrapping of color bead tube external decoration paper. It could complete the task of wrapping and decorating color bead tube outer paper at the speed of 20~30 pc/min, with the wrapping bead tube length of 600~1 200 mm, outside diameter of 1~30 mm, and the packaging confetti of width of 40~130 mm, the length of 620~1 220 mm. The results showed it enhanced the production efficiency and reduced labor intensity with the improvements in packaging quality and security. It also provided an effective way to the automatic production of external decoration paper wrapping of the color bead tube filled with gunpowder.

Key words: color bead tube; packaging machinery; mechanism design; transmission system; PLC

彩珠筒是一种手持燃放烟花, 品种规格较多, 其生产工艺过程主要包括卷筒、装药、外装潢纸的裹包及打捆等。目前, 彩珠筒的生产除卷筒工艺已经

较为成熟, 基本实现了机械化外, 其它过程均为手工制作。彩珠筒外包装装潢纸上的内容主要包括对烟花燃放方式、注意事项等的说明, 生产厂商的有

收稿日期: 2014-12-10

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(14JJ5023)

作者简介: 胡威林(1990-), 男, 湖南常德人, 湖南工业大学硕士生, 主要研究方向为机电控制技术与包装机械设计,

E-mail: hwl90810@163.com

通信作者: 吴吉平(1968-), 男, 湖南安化人, 湖南工业大学副教授, 主要从事机电控制和包装机械设计方面的教学与研究,

E-mail: wjp0918@163.com

关信息以及一些精美的图案。采用手工工艺裹包彩珠筒外包装装潢纸的生产方式,其工作效率较低,劳动强度较大,包装质量不稳定,且存在较大的安全隐患。基于此,开发一种能完成送料、供纸、涂胶、包装到卸料全过程的自动化包装机具有非常重要的意义^[1]。因此,本研究拟采用可编程逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)控制技术,设计一种全自动彩珠筒外装潢纸裹包机,以实现彩珠筒完成装填火药后的外包装纸裹包工艺的自动化。

1 总体方案及工艺流程设计

常见彩珠筒规格尺寸为:长 600~1 200 mm,外径 1~30 mm;使用的包装彩纸宽 40~130 mm,长 620~1 220 mm。故设计的全自动彩珠筒外装潢纸裹包机应满足以下要求:待包装彩珠筒长600~1 200 mm,外径1~30 mm;包装彩纸宽40~130 mm,长620~1 220 mm;彩珠筒外装潢纸裹包速度为 20~30 个/min。

全自动彩珠筒外装潢纸裹包机是一个多控制点、多传动的复杂机械控制装置^[2],其工艺过程与设计是否合理和先进,将直接影响所研制裹包机的结构、外部尺寸、机构的运动方式和包装的质量,其中,包装材料的准确传送显得尤为关键^[3]。本研究选择如下工艺流程^[4]:

送料→工件定位→送纸→刷胶→包装→卸料。

2 包装机的结构设计

因设计的彩珠筒外装潢纸裹包机是以不同规格彩珠筒为对象,故将设计内容分为输纸装置、送卸料部分、裹包装置和控制 4 部分。其中输纸装置包括供纸、送纸和刷胶装置,送卸料部分又包括启动送卸料和压紧装置。裹包机的整体方案如图 1 所示。

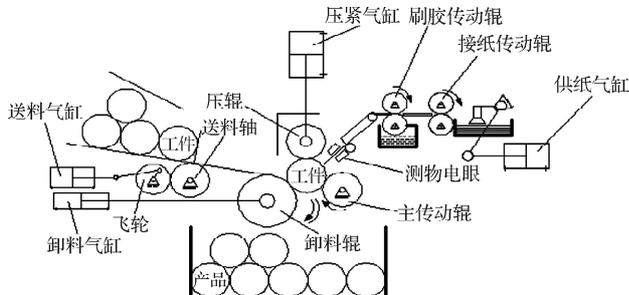


图 1 裹包机的整体结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the overall structure of wrapping machine

2.1 输纸装置

本裹包机输纸装置采用间歇式气动供纸^[5]、摩擦送纸,包括供纸、送纸和刷胶 3 部分。供纸部分由

供纸气缸、转动轴、递纸真空吸盘、堆纸台及 2 个连接杆等组成;送纸部分由主动轴、导纸槽和接纸辊及纸张支撑板组成;刷胶部分由传动轴、刷胶辊、胶盒等组成。其中,真空吸盘将吸盘与真空发生装置连接,抽去吸盘与吸附物之间的空气,利用大气压力与真空吸盘内部的真空而形成的压力差吸附于物体表面^[6]。输纸装置通过供纸气缸活塞向左运动,带动供纸连杆将吸附包装纸的真空吸盘向左上运送到接纸辊上,接纸辊接到纸后真空吸盘放气,此处纸张分离的速度、效果直接关系整个包装机工作的节奏和准确性^[7]。在摩擦力带动下,接纸传动辊向左运动,通过导纸板到达刷胶辊,在刷胶传动辊的作用下完成刷胶工艺过程;然后,经过导纸槽到达工件处,此处各辊均通过电动机带动。在此过程中,采用凸凹状的刷胶辊和导纸槽相结合的传输结构,保证了输送的刷胶裹包纸的刷胶厚度;测物电眼和传感器对包装材料在传输过程中进行检测,并反馈给控制系统,以便调节各传动机构的速度,保证包装材料被准确传送到包装位置。输纸装置机构示意图见图 2。

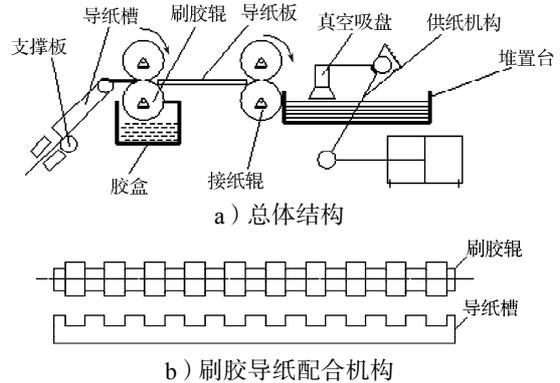


图 2 输纸装置结构示意图

Fig. 2 Schematic diagram of sheet feeding equipment structure

2.2 送卸料部分和裹包装置

送卸料部分由启动送卸料装置和压紧装置组成。其中,启动送卸料装置由送料箱、送料减速箱、送料轴、送料气缸、挡料板、卸料气缸、卸料轴、工件定位检测器以及连杆等组成。

裹包装置是整个包装机的核心部分,其工作方式决定着其他部分的工作方式。裹包装置由工件转动轴和送卸料部分上的卸料轴与压紧辊组成,由卸料气缸发出的送料信号控制送料的整个动作。卸料部分主要由卸料气缸、卸料轴、卸料传感器等组成。送料气缸向左边运动,通过送料气缸活塞杆带动连杆运动;再由连杆带动飞轮运动;飞轮带动送料轴转动 90° 完成送料;包装完成后,卸料气缸向左边运

动完成卸料。送卸料和包装部分结构示意图3。

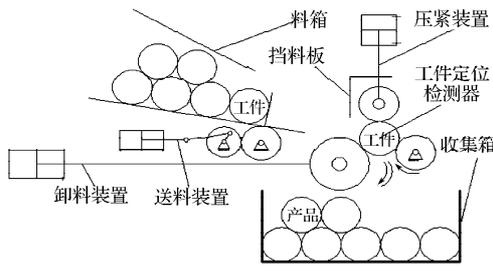


图3 送卸料和包装部分结构示意图

Fig. 3 Schematic diagram of loading unloading and packaging section structure

3 传动系统设计

所设计的全自动彩珠筒外装潢纸裹包机选用的驱动装置是电动机和气缸。其中，送纸部分、刷胶装置和裹包装装置采用电机驱动，供纸部分、启动送卸料装置（送料部分、卸料部分和压紧装置）采用气缸驱动；控制装置采用电控系统。电机驱动部分运动的传递均采用齿轮传动系统^[8]，因为齿轮传动具有传动平稳，传动比精确，工作可靠、效率高、寿命长，使用的功率、速度和尺寸范围大等特点。电机驱动传动系统示意如图4所示。

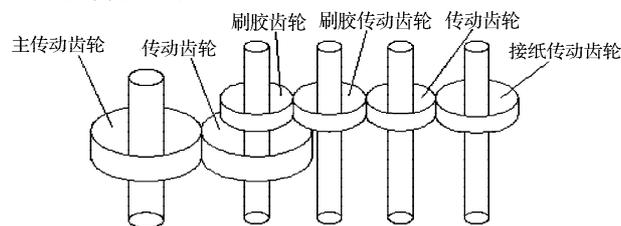


图4 电机驱动传动系统示意图

Fig. 4 Schematic diagram of motor drive transmission system

4 气动系统设计

全自动彩珠筒外装潢纸裹包机的气动系统原理如图5所示^[9-10]。

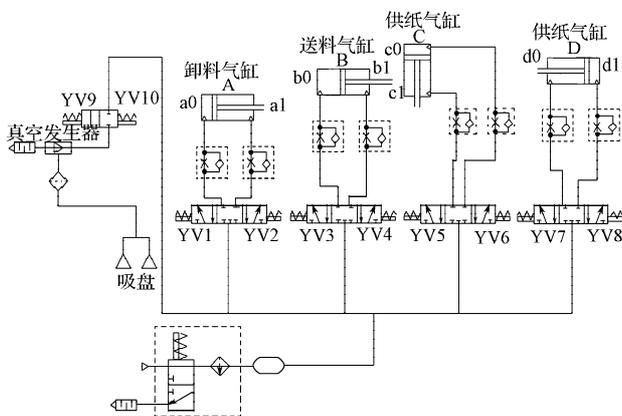


图5 气动系统原理图

Fig. 5 Schematic diagram of pneumatic system

由图5可知，裹包机的整个气动系统就是要对4个气缸的动作进行控制，其中送料气缸、卸料气缸、压紧气缸和供纸气缸均采用普通气缸，并且每个气缸的出气口、入气口均装有单向节流阀，用来调节气体流量控制速度。故设计通过4个双电控三位五通中封式电磁阀改变气缸的运动方向，真空发生器的动作由二位二通电磁阀控制。

5 控制部分设计

系统中各执行元件的运动通过各个气缸的行程开关、测物电眼传感器和工件定位检测器向PLC^[11]控制器发出信号，PLC控制器接收信号后控制电机和气缸的每一步动作有序进行，各工作机构均严格根据彩珠筒工件尺寸及包装纸尺寸关系选择可调速电动机^[12]，以适应不同规格产品。根据本设计实际输入和输出分配点数，选择三菱FX系列FX2N-48MR^[13]的PLC，PLC的外部接线如图6所示，所设计全自动彩珠筒外装潢纸裹包机的控制流程如图7所示。

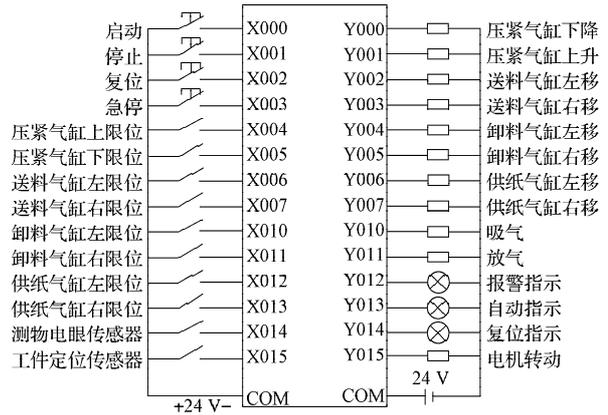


图6 PLC外部接线图

Fig. 6 Connection diagram of PLC external wiring

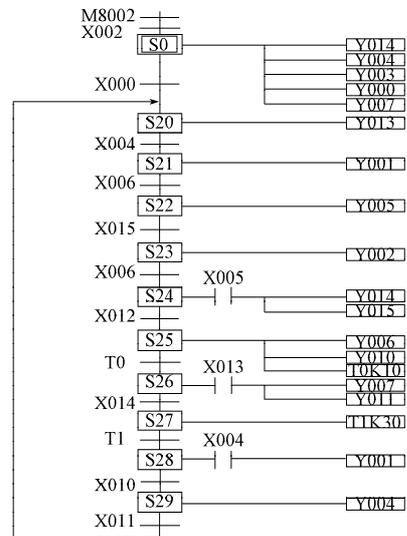


图7 包装机状态转移图

Fig. 7 State transition diagram of packaging machine

6 结语

在分析了已装填火药的彩珠筒外装潢纸包装工艺和工作原理的基础上,根据社会需求和生产需要,引导机构的合理设计^[14]。根据各结构的功能,对传动系统和气动系统进行了设计,并采用机电相结合的控制技术^[15]。所设计的样机能够完成规格尺寸为长600~1 200 mm、外径1~30 mm,包装彩纸宽40~130 mm、长620~1 220 mm的彩珠筒的全自动外包装生产,且其裹包速度为20~30个/min,提高了彩珠筒的生产效率和包装质量。所设计的样机连续使用2 000 h,无故障发生。本设计不仅降低了工人的劳动强度和生产的危险性,而且提高了企业的经济效益,是对烟花生产制造机械化和安全生产的一次非常有意义的探索。

参考文献:

- [1] 孙智慧,晏祖根. 包装机械概论[M]. 3版. 北京: 印刷工业出版社, 2012: 7.
Sun Zhihui, Yan Zugen. Packaging Machinery Introduction [M]. 3rd ed. Beijing: Printing Industry Publishing House, 2012: 7.
- [2] 李丰安,张根宝,樊明霞. 西门子S7-200在纸袋糊口机同步控制系统中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 97-99.
Li Feng'an, Zhang Genbao, Fan Mingxia. Application of S7-200 PLC on Synchronized Control System of Mouth Sticking Machine[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(3): 97-99.
- [3] 张根宝,唐记弘. S7-300 PLC在全自动包装机中的应用[J]. 包装工程, 2009, 30(1): 68-70.
Zhang Genbao, Tang Jihong. Application of S7-300 PLC on Automated Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2009, 30(1): 68-70.
- [4] 于立新. 爆竹包装自动机设计与技术应用[J]. 硅谷, 2009, 8(14): 106, 28.
Yu Lixin. Firecrackers Packaging Design and Technology Automation[J]. Silicon Valley, 2009, 8(14): 106, 28.
- [5] 张吉军,盖丽娟,包军,等. ZJ17卷接机组的间歇式送纸机构设计[J]. 湖南文理学院学报: 自然科学版, 2010, 22(4): 72-73, 93.
Zhang Jijun, Gai Lijuan, Bao Jun, et al. Design for Intermittent Paper Feeding Unit of ZJ17 Filter Cigarette Maker [J]. Journal of Hunan University of Arts and Science: Natural Science Edition, 2010, 22(4): 72-73, 93.
- [6] 邵骞,马利娜. 结构强度试验中真空吸盘技术研究与应用[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(10): 275-279.
Shao Qian, Ma Lina. The Research and Application of Vacuum Pad Technique in Structure Strength Test[J]. Science Technology and Engineering, 2014, 14(10): 275-279.
- [7] 张晓桂,高波. 印刷机高速给纸实验装置的研制[J]. 机械设计与制造, 2010(2): 116-118.
Zhang Xiaogui, Gao Bo. Development of High Speed Feed Experimental Device for Printing[J]. Machinery Design & Manufacture, 2010(2): 116-118.
- [8] 薛强,冯广斌,孙华刚,等. 齿轮传动系统的动态响应分析[J]. 机械传动, 2010, 34(12): 59-62.
Xue Qiang, Feng Guangbin, Sun Huagang, et al. Dynamic Response Analysis of Gear Transmission System[J]. Journal of Mechanical Transmission, 2010, 34(12): 59-62.
- [9] 成大先. 机械设计手册(单行本): 气压传动[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 16.
Cheng Daxian. Mechanical Design Manual (Booklet) Pneumatic[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2004: 16.
- [10] 刘明慧. 气动控制多缸往复系统的设计[J]. 机电工程技术, 2005, 34(4): 85-87.
Liu Minghui. The Design of Pneumatic Controlled Multiple Cylinder Repeat System[J]. Machine Development, 2005, 34(4): 85-87.
- [11] 刘乘,李晓刚. PLC在包装机械上的应用[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 51-53.
Liu Cheng, Li Xiaogang. Application of PLC in Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2): 51-53.
- [12] 丁辉,胡协和. 交流异步电动机调速系统控制策略综述[J]. 浙江大学学报: 工学版, 2011, 45(1): 50-58.
Ding Hui, Hu Xiehe. Review of AC Asynchronous Motor Speed Control Strategy[J]. Journal of Zhejiang University: Engineering Science, 2011, 45(1): 50-58.
- [13] 向晓汉. 三菱FX系列PLC完全精通教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012: 67-149.
Xiang Xiaohan. Mitsubishi PLC Fully Versed Curriculum on FX Series[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2012: 67-149.
- [14] 李本红,陈小军. 基于PLC和触摸屏的食品包装自动化生产线控制系统设计[J]. 机电工程技术, 2014, 43(1): 9-13.
Li Benhong, Chen Xiaojun. Food Packaging Automatic Production Line Control System Design Based on PLC and Touch Screen[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2014, 43(1): 9-13.
- [15] 张万奎. 机床电气控制技术[M]. 北京: 北京大学出版社, 2006: 125-166.
Zhang Wankui. Electric Component Controlling Technology of Machine[M]. Beijing: Peking University Press, 2006: 125-166.

(责任编辑: 廖友媛)