

炮弹标志自动印刷系统研究与开发

张怀智, 曹宏安, 黄鹏波, 郭胜强

(武汉军械士官学校, 武汉 430075)

摘要: 研究开发了一种炮弹标志自动印刷系统, 能够对 76~155 mm 各种口径的定装式、分装式后装炮弹标志进行自动印刷。通过对炮弹外形及其标志印刷条件的分析, 确定了系统的总体设计方案和基本组成, 研究并解决了系统设计过程中送弹机构、卡弹机构、网印机构、同步机构等关键的技术问题, 并设计了气动系统及 PLC 控制系统。实际使用情况表明, 系统工作状态良好, 运行可靠。

关键词: 弹药标志; 印刷; 气动传动; PLC 控制

中图分类号: TS803; TS851+.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)05-0026-03

Development of Automatic Ammunition Mark Printing System

ZHANG Huai-zhi, CAO Hong-an, HUANG Peng-bo, GUO Sheng-qiang

(Wuhan Ordnance N. C. O Academy of PLA, Wuhan 430075, China)

Abstract: A new model of automatic ammunition mark printing system was developed. It can print mark on shell with diameter 76~155 mm. Based on analysis of shell shape and printing condition requirements, the overall structure of the system was developed, and several key technical problems such as feeding shell, holding shell, printing mechanism, and synchronizer were studied and solved. The pneumatic and PLC control system were designed. The practical operation showed that the system is working well and of high reliability.

Key words: ammunition mark; printing; pneumatic; PLC control

弹药标志是弹药识别的重要依据, 目前炮弹标志的印刷方式有手工喷涂和滚印 2 种, 但均存在前期准备复杂、作业环境差、作业强度大、作业质量难于保证、作业效率低等缺点, 严重制约了弹药生产和修理技术的发展。针对炮弹标志印刷存在的上述问题, 设计了集气动技术和 PLC 控制于一体的炮弹标志自动印刷系统。

1 总体方案设计与系统基本组成

炮弹标志的自动印刷应解决以下技术难点: 炮弹外表面为圆弧面, 标志印刷过程为弧面印刷; 炮弹各部位的直径大小不一, 如何完成各部位标志的同步印刷以提高效率; 炮弹对工作环境的要求非常高, 设备工作时不得产生火花、漏电等故障。

针对炮弹外表面为圆弧面的特点, 系统宜采用丝网印刷原理。丝网印刷属于孔版印刷, 是将图文制做

在网版上, 图文部分有细小网孔可漏油墨, 印刷时通过刮板施加一定的压力, 使油墨透过图文部分网孔转移到承印物上, 形成与原稿一样的图文。另外, 为了确保安全和便于自动控制, 系统的动力宜采用气动技术, 而同步印刷问题则可以通过巧妙的机械设计来解决。

基于以上分析, 炮弹标志自动印刷系统主要由机械执行系统、气动系统及电器控制系统组成。机械执行系统主要完成炮弹的输送、夹持、旋转和印刷等动作。气动系统为机械执行系统的各项动作提供动力。电器控制系统以 PLC 可编程控制器为核心, 主要用于控制气动系统的各项动作。

机械执行系统主要由底板、左右支架、吊杠、送弹机构、卡弹机构、网印机构、同步机构组成, 见图 1。其中, 送弹机构用于将炮弹输送到夹持工位, 即卡弹机构处; 卡弹机构用于夹持固定炮弹并带动炮弹低速旋转; 网印机构利用丝网印刷版在刮墨板、回墨板的

收稿日期: 2010-10-08

作者简介: 张怀智(1965—), 男, 河南濮阳人, 武汉军械士官学校副教授, 主要研究方向为弹药维修、报废弹药处理。

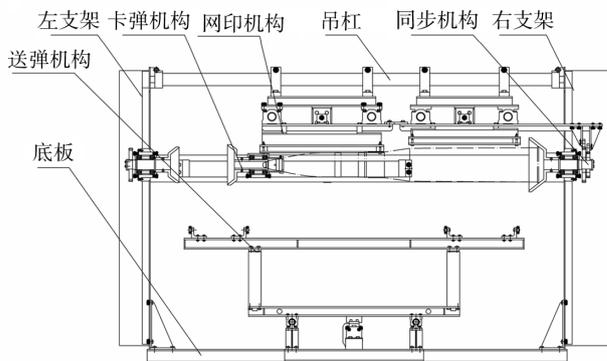


图1 机械执行系统工作原理

Fig. 1 Overall structure of the mark printing system

配合下完成标志印刷;同步机构用于保证网印机构的直线运动与炮弹的旋转运动同步。

2 主要机械部件设计

2.1 送弹机构

主要由托弹板、2组托弹轮、2个推升气缸和1个送弹气缸组成,见图2。

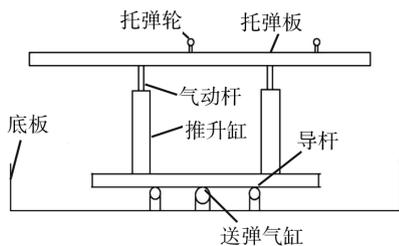


图2 送弹机构

Fig. 2 Sketch of feeding shell mechanism

该机构在工作时,送弹气缸管路首先通气,送弹前进,前进到位时,制动管路通气制动,然后推升缸管路通气,推弹上升至夹持工位,当炮弹卡紧到位后落下,完成送弹动作。印刷完毕退弹时,推升缸升起接下弹丸,落下后通过送弹气缸退回到反方向位置,完成退弹动作。送弹机构在设计时,送弹气缸选择无杆气缸,节约了空间。为了确保送弹时机构的运动精度,送弹气缸、推升气缸两侧均设置有导杆,起限位引导作用。

2.2 卡弹机构

主要由夹紧气缸、夹紧装置和滑槽组成,见图3。卡弹机构右行管路通气时,驱动夹紧气缸活塞带动夹紧装置沿着滑槽向右运动,夹紧装置与同步机构的套

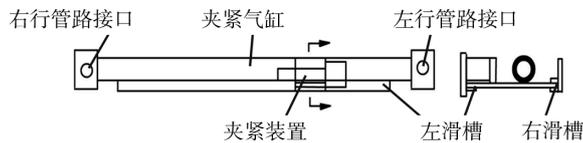


图3 卡弹机构

Fig. 3 Sketch of holding shell mechanism

筒配合夹紧炮弹。

2.3 网印机构

主要由网版、刮墨缸、回墨缸、进退缸、刮墨板、回墨板及框架组成,通过框架安装在吊杆上。由于弹丸和药筒的直径不同,设计了2组网版、刮墨缸、回墨缸、进退缸、刮墨板和回墨板,分别用于印制弹丸标志和药筒标志,结构见图4。

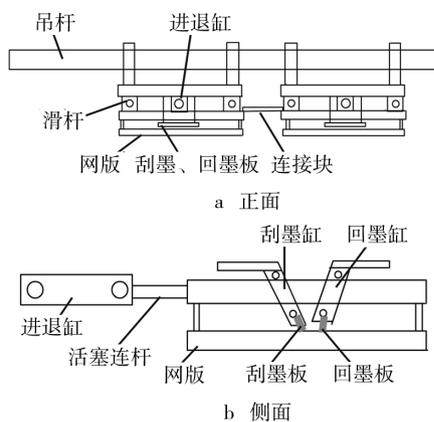


图4 网印机构

Fig. 4 Sketch of printing mechanism

炮弹通常有定装式和分装式2种类型,定装式炮弹弹丸与药筒结合为一个整体,分装式炮弹弹丸与药筒是不结合的。定装式炮弹印刷标志时,需用连接块把网版I和网版II连接起来,网版直线往返运动2次分别完成印刷和回墨动作,第1次往返为印刷往返,第2次往返为回墨往返。印刷往返过程中,去程时刮墨气缸I动作,使刮墨板I伸出贴近网版I,印刷药筒标志,回程时刮墨气缸I收回,刮墨板I脱离网版I,刮墨气缸II同时动作,使刮墨板II伸出贴近网版II,印刷弹丸标志。回墨往返过程中,去程时回墨气缸I动作,使回墨板I伸出贴近网版I,网版I回墨,回程时回墨气缸I收回,回墨板I脱离网版I,同时回墨气缸II动作,使回墨板II伸出贴近网版II,网版II回墨。对于分装式炮弹,不使用连接块仅网版I工作,分次完成药筒和弹丸的标志印刷。

刮墨杆伸出的距离要求恰好贴着炮弹表面,丝网离药筒、弹丸的距离在 3~5 mm,回墨杆伸出的距离恰好贴着丝网的表面,并且刮墨杆、回墨杆之间要求比较贴近,使得印刷使用的墨尽量回墨均匀,便于下一次印刷。

2.4 同步机构

由于炮弹药筒和弹丸的口径不同,所以网印机构设计了 2 个网版,分别用于印制定装式炮弹的药筒标志和弹丸标志,同步机构则主要用于切换网版 I 和网版 II。同步机构主要由 2 个齿轮、2 个齿条、药筒或弹丸底部套筒等组成,见图 5。其中,大齿轮直径与药

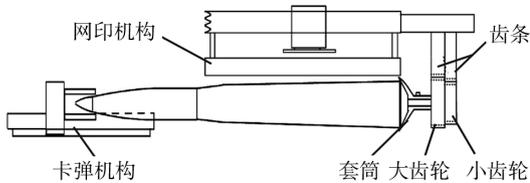


图 5 同步机构

Fig. 5 Sketch of synchronizer

筒相当,小齿轮与弹丸相当。当网印机构在进退缸的作用下推动网版前进或者后退时,齿条带动大齿轮或小齿轮运动,并通过齿轮轴、套筒带动炮弹与网版 I 或网版 II 同步运动,从而完成标志印刷。

为了实现网版 I 与网版 II 的切换,大、小齿轮与齿轮轴采用了棘轮耦合方式。网版前进时,大齿轮运动,小齿轮空转,网版 I 工作印刷药筒;网版后退时,小齿轮运动,大齿轮空转,网版 II 工作印刷弹丸。

3 气动系统与 PLC 控制

3.1 气动系统

系统的气动系统由 9 个执行气缸、一组气动控制阀、气泵及气路管道组成,见图 6。

在 9 个执行气缸中,送弹气缸、夹紧气缸为无杆气缸,节约了整个系统的空间,利于设备的小型化设计,其余为有杆气缸。各个气缸通过活塞运动来带动相应的机械部件,活塞的运动通过两侧的压力差来控制,而活塞两侧的压力则通过气动控制阀、继电器等实现电气控制。

3.2 气动系统的 PLC 控制

气动系统由电器控制系统来实现控制,电器控制系统主要是由 PLC 可编程控制器、13 个霍尔接近开

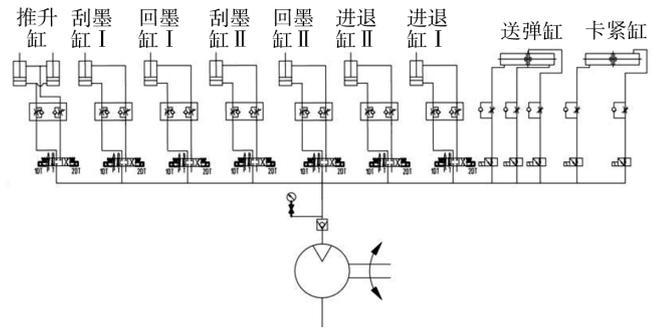


图 6 气动系统原理

Fig. 6 Principle the pneumatic system

关、24 个执行继电器、一组输入按钮及供电电源组成,见图 7。

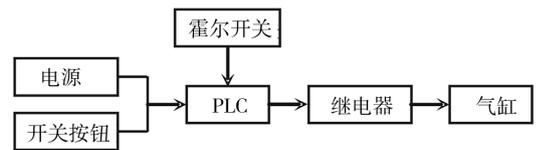


图 7 电器控制系统组成

Fig. 7 Buildup of the PLC control system

其中,PLC 可编程控制器具有 4 种工作模式:手动调整、复位模式、定装式自动、分装式分步自动。手动调整时,PLC 可编程控制器接收到电气控制面板上的开关按钮信号,按程序控制输出,通过继电器控制相应的气路系统,最终对机械执行系统实现控制;复位模式时,由霍尔开关对各机械部件位置进行判断,对没有在初始位置的机械部件进行控制使其回到初始位置;自动工作下,由霍尔开关输入信号,PLC 可编程控制器执行自动程序,按照程序进行自动印刷,程序见图 8。

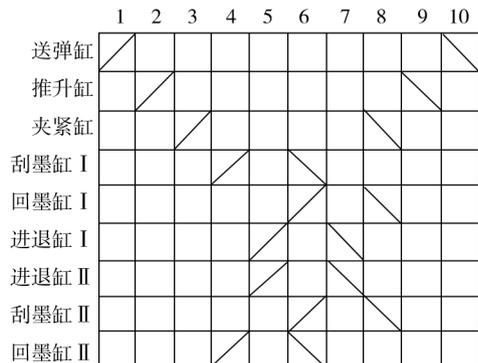


图 8 气动系统工作程序

Fig. 8 Program of the pneumatic system

稳定性增强。

通过瓦楞纸板结构的多级疲劳损伤试验,发现对于该类结构,Miner 准则偏于保守,瓦楞纸板结构发生损伤时,其 Miner 损伤度皆大于 1,且加载顺序对疲劳寿命有明显的影响。

参考文献:

- [1] SCHUTZ W. A History of Fatigue[J]. Engineering Fracture Mechanics,1996,54(2):263—300.
- [2] SPANGENBERG L. Uber Das Verhalten der Metalle bei Wiederholten Anstrengungen[J]. Z Bauw, 1874(24): 473—495.
- [3] MINER M A. Cumulative Damage in Fatigue[J]. Trans ASME J appl Mech,1945(12): A159—A164.
- [4] RODOPOULOS C A, KERMANIDIS A T H. Understanding the Effect of Block Overloading on the Fatigue Behaviour of 2024-T351 Aluminium Alloy Using the Fatigue Damage Map[J]. International Journal of Fatigue,2007(29):276—288.
- [5] SANDER M,RICHARD H A. Fatigue Crack Growth under Variable Amplitude Loading. Part 1:Experimental Investigations[J]. Fatigue Fract Engng Mater Struct,2006(29): 291—301.
- [6] SKORUPA M. Load Interaction Effects During Fatigue Crack Growth under Variable Amplitude Loading — A Literature Review. Part 1:Empirical Trends[J]. Fatigue

& Fracture of Engineering Materials & Structures,1998 (21):987—1006.

- [7] KALNAUS S, FAN F, VASUDEVAN A K, et al. An Experimental Investigation on Fatigue Crack Growth of AL6XN Stainless Steel[J]. Engineering Fracture Mechanics,2008(75):2002—2019.
- [8] GODSHALL W D. Effects of Vertical Dynamic Loading on Corrugated Fiberboard Containers[D]. Forest Serv Res Pap,1968.
- [9] 孙聚杰. 瓦楞纸板承载能力疲劳损伤曲线研究[J]. 包装工程,2008,29(12):4—10.
- [10] 孙聚杰,卢立新. 剩余强度模型对瓦楞纸板疲劳振动的分析研究[J]. 包装工程,2007,28(8):19—21.
- [11] 苏远,吕勇,赵德坚. 公路运输环境因素的测试[J]. 包装工程,2007,28(9):1—4.
- [12] 高镇同. 疲劳应用统计学[M]. 北京:国防工业出版社,1986.
- [13] 程育仁,缪龙秀,侯炳麟. 疲劳强度[M]. 北京:中国铁道出版社,1990.
- [14] 杨冰. 模拟运输振动工况下瓦楞纸箱动态性能的研究[D]. 无锡:江南大学,2008.
- [15] 徐灏. 疲劳强度[M]. 北京:高等教育出版社,1998.
- [16] ADAMS A R. The Effect of Transient Vibration on the Top-to-bottom Compressive Strength of Unitized Corrugated Shipping Containers[D]. Michigan: Michigan State University, 1987.

(上接第 28 页)

4 结论

系统经调试使用,能够对 76~155 mm 各种口径的定装式、分装式后装炮弹标志进行自动印刷,印刷速度可达每小时 100~300 次。实践证明,综合应用机械、气动、PLC 控制等技术可实现弹药标志印刷的自动化,简化生产工艺、降低劳动强度、提高生产效率和确保标志印刷的质量。

参考文献:

- [1] 姜继海. 液压与气压传动[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [2] 徐宏伟,刘海锋,刘占奎. 单张纸胶印机输纸机构气动化

设计[J]. 包装工程,2005,26(4):56—58.

- [3] 刘乘,王宝霞,杨良渠. 缓冲包装冲击试验机的研究与开发[J]. 包装工程,2005,26(3):78—80.
- [4] 王世刚,朱逢春. 卷标包装自动机的研究与开发[J]. 包装工程,2007,28(2):1—3.
- [5] 郑智贞,侯真慰. 浅谈 PLC 控制系统的设计[J]. 机械工程与自动化,2005(6):88—89.
- [6] 段国发,赵强,宋建华. 某特种弹头涂双色工艺研究及应用[J]. 表面技术,2004,33(4):63—65.
- [7] 赵美宁,袁艳. 弹药引信包装机械的设计研究[J]. 包装工程,2008,29(12):94—95.
- [8] 侯和平,张海燕,赵庆海. 印刷压力与油墨转移特性的实验研究[J]. 包装工程,2008,29(12):115—116.
- [9] 刘澎,张海燕. 印刷机创新设计方法——互鉴融合[J]. 包装工程,2008,29(11):36—38.