

微型瓶标志自动印刷系统的研究与开发

林钟兴

(三明职业技术学院, 三明 365000)

摘要: **目的** 研究开发一种微型瓶标志的自动印刷系统, 能够对直径为 4~8 mm 的药丸包装用微型小圆锥、微型小圆柱瓶标志进行自动印刷。**方法** 通过对微型瓶外形及其标志印刷条件的分析, 进行印刷方式的筛选和工艺对比, 确定系统的总体设计方案和基本组成。**结果** 研究并解决了系统设计过程中上料振动盘、理料机构、传料机构、接料机构、印刷机构等关键技术问题, 并设计了气动系统及 PLC 控制系统。**结论** 实际使用情况表明系统工作状态良好, 运行高效可靠。

关键词: 微型瓶标志; 气压传动; PLC 控制

中图分类号: TS803 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)19-0227-05

Research and Development of Automatic Micro Bottle Mark Printing System

LIN Zhong-xing

(Sanming Vocational Technical College, Sanming 365000, China)

ABSTRACT: The work aims to study and develop an automatic printing system for micro bottle marks, which can automatically print the micro conical and cylindrical bottle marks used for the packaging of the pills with diameters from 4 mm to 8 mm. Based on the analysis of the micro bottle's appearance and the printing condition of its marks, a comparison between the screening and process of printing methods was made to determine the overall design scheme and basic composition of the system. The key technical problems of the feeding vibration plate, finishing mechanism, transmission mechanism, receiving mechanism and printing mechanism found in designing the system were studied and solved. The pneumatic system and PLC control system were also designed. The actual usage shows that the system is in good working condition and runs efficiently and reliably.

KEY WORDS: micro bottle mark; pneumatic transmission; PLC control.

日常生活中许多体积微小的药丸(如六神丸、保赤丸等)通常是装在微型瓶里, 然后对其数个进行包装, 再印刷相应的图文信息。为了保证药品的质量安全, 在微型瓶上直接印刷图文已经成为新的要求。微型瓶体积小、需求量大, 当前印刷方法大多采用移印机借助夹具进行印刷, 存在印刷效率低、劳动强度大、产品印刷质量不稳定等缺点。针对存在的问题, 设计开发了集机械及气动技术为一体、采用 PLC 控制的微型瓶标志自动印刷系统^[1]。

1 系统总体方案及组成

微型瓶标志自动印刷系统应解决的几个技术难

点^[1]: 微型瓶的外表为小圆弧、小圆锥面, 印刷表面的曲率半径小, 如何达到小弧面印刷目的; 要实现高效须多数量同时印刷, 如何完成多数量标志的同步印刷以提高印刷效率; 微型瓶直径有批次和规格的差异, 如何实现同机印刷以保证印刷系统的适应性; 微型瓶为药丸包装用瓶, 其内外表面质量要求高, 在上料、传送过程中如何保证其内外表面不被划伤和磨损; 如何实现上料、印刷、烘干、卸料全过程的自动化, 从根本上改善操作人员的劳动条件和工作环境, 减轻劳动强度^[2]。

根据微型瓶形状和材质状况, 一般可以选择丝网印刷和转移印刷方法, 但微型瓶直径过小, 采用丝网印刷难实现多数量的同步印刷。针对微型瓶的特点,

收稿日期: 2017-04-20

作者简介: 林钟兴(1963—), 男, 三明职业技术学院副教授、高级工程师, 主要研究方向为机械制造与自动化、特种印刷设备及自动化。

系统宜采用移印方式。移印是把要印刷的图文进行照相、制版,而后蚀刻在钢模板上^[3],印刷时将油墨刷涂在其表面,刮墨刀把图文上多余的油墨刮去,由胶头将图文沾起^[4],转印到承印物,形成与原稿一样的图文^[5]。胶头为硅胶制作,组织细密和柔软,整体弹性良好,在压力作用下容易弹性变形,能与不规则的承印物表面紧密贴合,因此移印适合微型瓶的小弧面印刷^[6]。对于多数量的同步印刷,根据瓶的大小选择形状及硬度适合的组合胶头,其由数个与微型瓶弧面相匹配的独立小胶头组合而成,可以完成曲率半径小、多数量微型瓶的印刷。为防止微型瓶在上料及传送过程中被划伤和磨损,在上料、传送方式的选择和结构设计时要充分考虑各种因素的影响,一是选用结构简单、物料间相互摩擦力小的振动盘作为自动上料装置;二是采用 4 组上料输出和 4 组理料机构同步工作。这样既可以满足速度要求,又减小了微型瓶和轨道之间的摩擦。另外对与微型瓶内外表面有接触的零件和部件采取适当的表面保护处理措施,也减少了对微型瓶表面的损伤。为了实现自动控制,系统的动力宜采用气动技术,气动动作快、效率高、控制方便。系统对微型瓶差异的适应则可通过机械设计解决。

基于上述分析,开发的微型瓶标志自动印刷系统宜由机械执行系统、气动系统及电气控制系统组成^[1]。机械执行系统完成微型瓶的上料、理料、传送、印刷、烘干、下料。气动系统为机械执行系统的各动作提供适合的动力。电气控制系统则以 PLC 可编程控制器为核心,通过气动系统控制各个动作的顺序和动作的协调^[7]。机械执行系统的组成及工作原理见图 1。

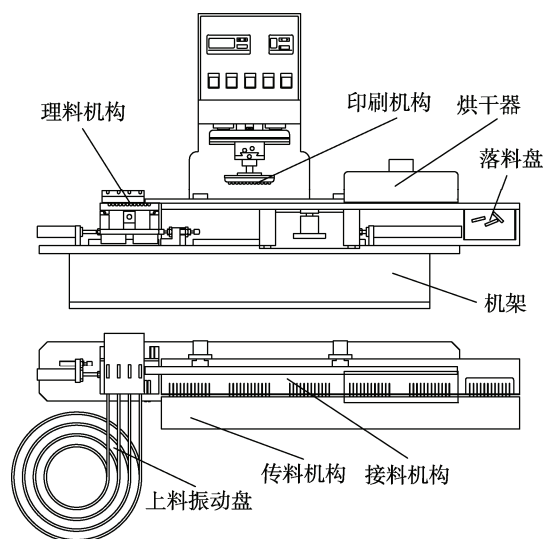


图 1 机械执行系统的组成

Fig.1 The composition of the mechanical execution system

其中,上料振动盘完成微型瓶的自动定向、排序、输送,分 4 组将其同步连续送至理料机构;理料机构分 4 组同步梳理,将微型瓶置放于机构的凹槽内;传料机构则将理料机构凹槽内的微型瓶成组步进传送

至接料机构的凹槽;在传料机构的传送中,微型瓶在接料机构的凹槽内成组不断换位,至印刷位时印刷机构在组合胶头、上墨辊、刮墨刀等的配合下完成标志印刷;在烘干位时烘干机对完成印刷的图文进行烘干;到落料位时在脱料片、落料盘的配合下完成下料,实现印刷过程的全自动化。

2 主要机械部件设计

2.1 上料振动盘

上料振动盘主要由产生振动的电磁铁、弹簧板和机械零件组成,见图 2。其中,料盘支撑在 4 组弹簧板上端,弹簧板下端与基座成一定角度固定,料盘内有与微型瓶相匹配的螺旋轨道;基座上安装能产生磁力的电磁铁,电磁铁与固定于料盘底部的衔铁保持一定间隙。工作时,因电磁铁吸合产生的吸力和弹簧板弹力的作用使料盘振动,使在盘内的微型瓶也随之振动,并沿螺旋轨道上升。经导向块定向筛选,轨道内工件整齐有序地排列前行^[8]。螺旋轨道末端设有分料轨道最终将微型瓶分 4 组从出料口连续出料。为减少上料过程对微型瓶磨损和划伤,对料盘和螺旋轨道的表面喷涂专用的防护涂层,同时也减小了上料时的噪声。

上料振动盘是利用电磁铁产生的振动进行给料的一种高效自动上料装置^[9]。结构简单、能量消耗小、工作平稳可靠,物料间相互摩擦力小,不易损伤零件^[10],通用性好,供给速度调节方便,这种上料方式在工业上已经得到广泛的应用。

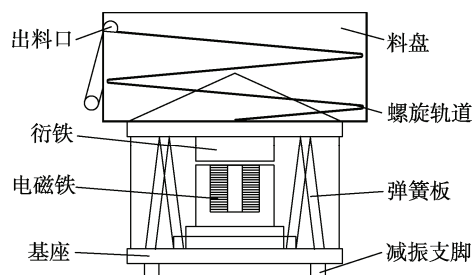


图 2 上料振动盘

Fig.2 Feeding vibration plate

2.2 理料机构

理料机构主要由 2 个气缸、2 组导向的直线导轨和能完成各功能的机械零件组成,见图 3。其中,进料导向板通过支板固定在底座上;纵向滑板与直线导轨的 2 个滑块固定,并与理料气缸 I 的导杆相连接,可在直线导轨上滑行;理料板通过 2 组交叉导轨和垫板安装在纵向滑板上,其横向的移动则由与纵向滑板固定的理料气缸 II 的导杆带动。

从上料振动盘出料的 4 排微型瓶从进料导向板的进料口进入,导向板的每个内槽根据设计一次能水平排列储存 4 个微型瓶。工作时,理料板首先在理料

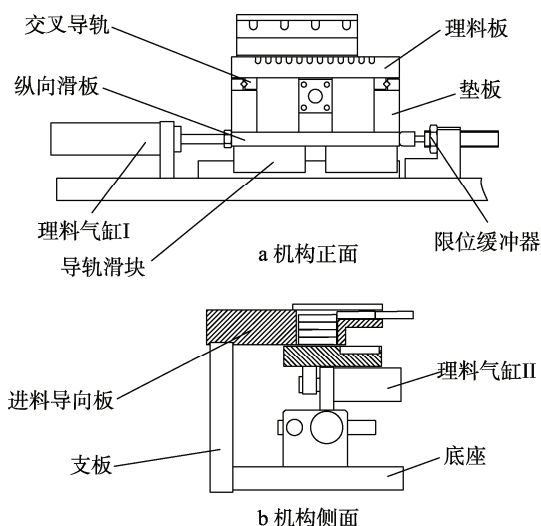


图 3 理料机构

Fig.3 Finishing mechanism

气缸 II 的带动下滑动, 理料板的凹槽进入与导向板内槽平行的位置上; 理料气缸 I 动作时, 储存的微型瓶会依次落入滑行的理料板凹槽内, 气缸完成 1 次动作, 凹槽会落入 3 个、4 组共计 12 个微型瓶; 完成落料后, 理料气缸 II 和理料气缸 I 复位, 理料板回到起始位。此时传送机构若工作, 会将微型瓶从理料板凹槽内取出, 传送至系统的下一个工位。

进料导向板和理料板是进料机构重要的零件, 导向板进料口和内槽设计的大小、精度直接关系机构功能的实现。理料板凹槽与微型瓶匹配的适合程度和精确度是关系微型瓶能否准确定位, 关系传送机构传送能否顺利的关键。进料导向板进料口和内槽以及理料板凹槽要进行相应的精细加工和表面保护处理, 减少对微型瓶表面的损伤。

2.3 传料机构

传料机构主要由 3 个控制动作的气缸、3 组导向导轨和各机械构件组成, 见图 4。

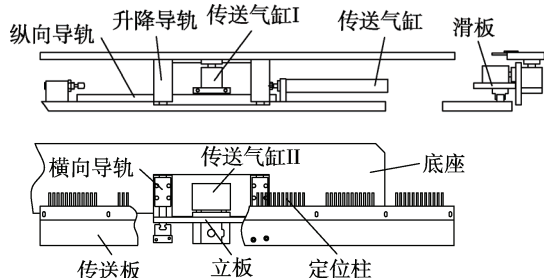


图 4 传料机构

Fig.4 Transmission mechanism

2.4 接料机构

接料机构主要由 2 个同步动作的气缸和各机械零件组成, 见图 5。纵向导轨安装在与理料机构相同

的底座上, 滑板与导轨滑块相连, 并与传送气缸 I 的导杆连接, 可在纵向导轨上滑行^[11]。立板通过横向导轨及传送气缸 II 安装在滑板上, 立板在传送气缸 II 的作用下可在滑板横向滑行。传送板则通过升降导轨及传送气缸 III 安装在立板上, 传送气缸 III 可让传送板在立板上上下滑行。传送板可在各传送气缸的作用下沿底座的纵向、横向、上下滑动。传送板上共安装有间距与传送气缸 I 行程相同的 6 组定位柱, 每组有 12 个间距与理料板凹槽中心距相等的与小圆柱瓶内口相匹配的定位柱。机构工作时各气缸按程序协调动作, 使传送板定位柱对微型瓶完成插入、提起、前行、落下、退出等动作, 可将理料机构凹槽内的每组 12 个微型瓶, 依次完成在接料机构的凹槽内的步进移动。

传送机构的关键在于定位柱与理料机构和接料机构支撑的微型瓶高度的匹配, 即要保证传送机构能准确取料, 又要关注不同规格微型瓶高度位置的误差, 以适应不同口径微型瓶的要求。传送板上的定位柱是与微型瓶内表面接触的零件, 采用不锈钢作为制作材料, 并且进行表面的精细加工和保护处理, 保证了与微型瓶内表面接触时的高要求。

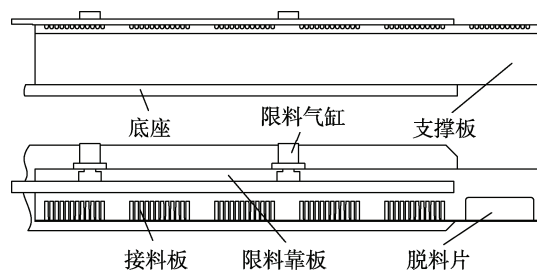


图 5 接料机构

Fig.5 Receiving mechanism

接料板通过支撑板安装在与理料机构相同的底座上, 接料板有与传送板距离相同的 5 组与微型瓶相匹配的定位凹槽, 还有一组落料缺口; 接料板上安装 2 个限料气缸, 气缸导杆与限料靠板相连; 接料板定位凹槽的前端安装脱料片^[12]。

机构工作时, 传料机构将一组 12 个微型瓶从理料机构的凹槽内取出, 传送至接料板的定位凹槽内, 限料靠板在限料气缸的作用下对凹槽内的微型瓶定位靠紧。各机构动作配合协调完成系统的相应功能 (如在印刷位时实施印刷, 烘干位时实施烘干) 后, 传送机构的传送板上定位柱退出对微型瓶的支撑, 限料气缸同时复位。脱料片可以防止微型瓶与定位柱退出时的同步, 而对于传送到落料位的一组微型瓶则因没有凹槽的支撑, 在脱料片的作用下全部从落料缺口落入落料盘完成下料。

接料板定位凹槽与理料板凹槽有相同的间距和相同的技术要求, 并且这些凹槽都要进行表面保护处

理,以消除对微型瓶表面的损伤。另外脱料片脱料缺口的设计匹配精度,以及和接料板定位凹槽位置安装的准确是微型瓶能否准确被传送的关键,加工和调试时要特别重视。

2.5 印刷机构

印刷机构主要由 3 个执行气缸、各气控调节阀、控制阀和上墨机构、胶头、钢模板及各机械构件和机械零件组成,见图 6。壳体与水平气缸导杆相连,可在 2 个导轴的导引下水平往返;施印气缸安装在壳体中,胶头装有可调机构并与施印气缸的导杆相接,随壳体水平往返,并可在施印气缸的作用下垂直运动,施印气缸的行程控制设计有相应的调节机构,满足不同的印刷要求^[13];上墨机构包含上墨辊和刮墨刀,在刮墨缸的作用下上下运动,同时也随壳体水平往返,过程中完成对钢模板的刷墨和刮墨。

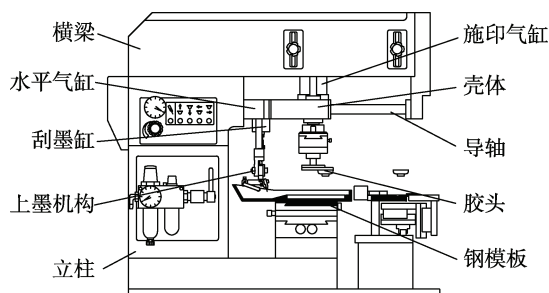


图 6 印刷机构
Fig.6 Printing mechanism

印刷机构的执行动作由水平气缸、施印气缸和刮墨缸完成^[14]。机构有 2 个工作位,图示为沾墨位,由施印气缸带动胶头下行与钢模板的图文接触,图文转移在胶头表面。随后施印气缸复位,水平气缸通过壳体带动施印气缸、胶头以及上墨机构右行至印刷位(过程中上墨辊将油墨涂刷在钢模板上)。施印气缸下行,胶头在压力作用下弹性变形,与不规则的承印物表面紧密接触实现转印^[15]。随后施印气缸复位,水平气缸带动各装置左行至沾墨位,运行中刮墨刀刮去图文以外多余的油墨,为下一次的印刷作准备。

印刷机构是利用胶头做媒介进行转移印刷的装置,它能在微型瓶表面印出所要求的文字和图案。转移印刷能在小面积、凹凸异形面的产品上进行,与其他印刷工艺相比具有明显的优势,所以应用范围非常广、发展也非常迅速,目前转移印刷技术也已非常成熟。

3 气动系统及系统的 PLC 控制

3.1 气动系统

气动系统由气源、气路管道、气路辅件、气动控制阀、电磁阀、执行气缸等组成^[16],见图 7。执行气缸

中,印刷机构的刮墨缸为方便调整,用 2 个行程阀控制;接料机构的 2 个限料缸为保证同步并联连接且用同一个电磁阀控制。机械部件的动作由各个相应的气缸通过活塞运动来带动,活塞的运动则通过控制压缩空气在气缸两侧的进气口的进气、排气转换实现,气缸两侧的进、排气则通过继电器、电磁阀等实现电气控制。

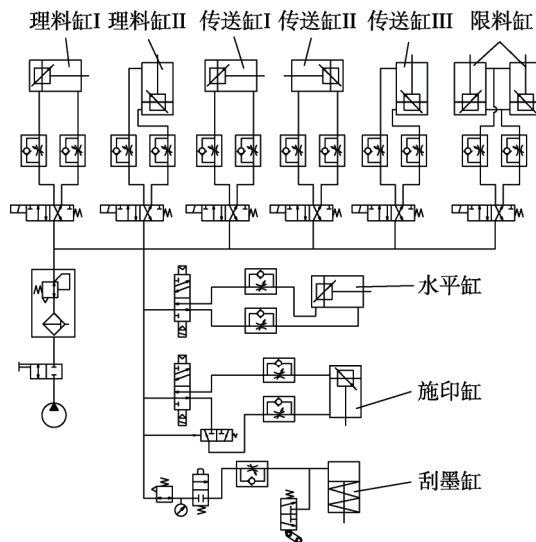


图 7 气动系统原理
Fig.7 Principle of the pneumatic system

3.2 系统的 PLC 控制

电气控制系统以 PLC 可编程控制器为核心,由一组开关按钮、15 个霍尔接近开关、9 个执行继电器及电源等组成,见图 8。

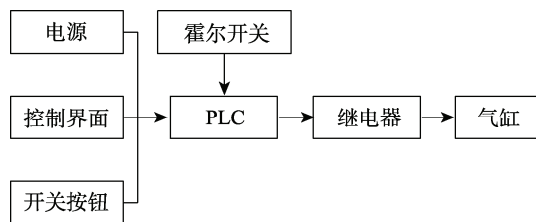


图 8 电气控制系统构成
Fig.8 Composition of electrical control system

PLC 可编程控制器设计了手动调整、复位、单周、自动等 4 种模式^[17]。当控制界面设置手动调整时,PLC 可编程控制器则接收开关按钮的动作信号,控制器按程序控制输出,由继电器控制相应的电磁阀动作,再通过气路系统实现对机械执行系统的控制^[18];当设置复位模式时,由霍尔开关对各机械部件的当前位置进行判断,对不在初始位置的机械部件通过控制气动系统的动作使其回到初始位置;当设置单周模式或自动模式时,均由霍尔开关输入信号,PLC 可编程控制器执行单周程序或自动程序^[1],单周模式完成一次动作循环,而自动模式将按照程序进行自动运行。气动控制的各个机构动作程序见图 9。

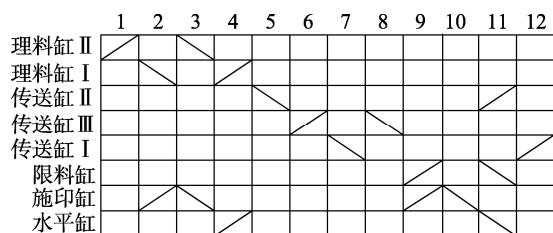


图9 各机构气缸动作程序

Fig.9 Cylinder action procedure of each mechanism

4 结语

该微型瓶标志自动印刷系统已调试成功,并投入生产。实践证明系统具有以下特点,显著提高了生产效率,印刷速度可达每小时 15 000~20 000 件;适用于直径为 4~8 mm 的各种药丸包装的小圆锥、小圆柱瓶均可进行印刷;采用 4 组同步上料输出和理料,保证了上料的效率,同时对相关零件进行了适当的保护处理,保证了微型瓶传送时的表面质量要求;不需人工进行操作,节省了劳动力和成本,提高了经济效率;克服了移印机单机印刷劳动强度大、产品印刷质量不稳定等问题,自动化水平高,系统稳定性好,质量可靠。综合应用机械、气动、PLC 控制等技术实现了微型瓶标志印刷的自动化,系统结构合理,操作方便,效率高,具有较高的推广应用价值。

参考文献:

- [1] 张怀智,曹宏安,黄鹏波,等. 炮弹标志自动印刷系统研究与开发[J]. 包装工程, 2011, 32(3): 26—42.
ZHANG Huai-zhi, CAO Hong-an, HUANG Peng-bo, et al. Development of Automatic Ammunition Mark Printing System[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3): 26—42.
- [2] 薛军,靳谊,韦庆志,等. 精炼上料全自动控制系统的设计及功能实现[J]. 河南冶金, 2014(3): 40—42.
XUE Jun, JIN Yi, WEI Qing-zhi, et al. Design and Function Realization of the Automatic Charging Control System for Refining Furnace[J]. Henan Metallurgy, 2014(3): 40—42.
- [3] 谷晓杰. 发动机罩盖徽标与字符的移印[J]. 丝网印刷, 2015(8): 9—15.
GU Xiao-jie. The Pad Printing of Engine's Covering Logo and Characters[J]. Screen Printing, 2015(8): 9—15.
- [4] 刘跃坤. 印刷概论[M]. 北京: 印刷工业出版社, 1998.
LIU Yue-kun. Introduction to Printing[M]. Beijing: Printing Industry Press, 1998.
- [5] 秦琴. 基于 PLC 控制的丝网印刷机电气控制系统的研制[D]. 太原: 中北大学, 2009.
QING Qin. Development of Electrical Control System for Screen Printing Machine Based on PLC Control[D]. Taiyuan: North University of China, 2009.
- [6] 林钟兴. 球体表面的印刷机构设计[J]. 丝网印刷, 2013(3): 31—37.
LIN Zhong-xing. Designing of Spheroid Surface printing Mechanism[J]. Screen Printing, 2013(3): 31—37.
- [7] 葛耀峥,陶国良. PLC 控制的多功能气动系统教学实验台设计[J]. 液压气动与密封, 2001(4): 17—18.
GE Yao-zheng, TAO Guo-liang. Design of PLC Multi-function Pneumatic System Teaching Experiment[J]. Hydraulic Pneumatic and Sealed, 2001(4): 17—18.
- [8] 丁晓东. 振动料斗的结构设计[J]. 电子机械工程, 2007, 23(6): 43—46.
DING Xiao-dong. Vibration Hopper Structure Design[J]. Electro-Mechanical Engineering, 2007, 23(6): 43—46.
- [9] 刘艳梨. 自动装配线杯形零件进料机构设计研究[J]. 机械研究与应用, 2012(3): 126—128.
LIU Yan-li. Design of Parts Feeder Machine in Automatic Assembly Line[J]. Mechanical Research & Application, 2012(3): 126—128.
- [10] 朱广. 微型开关自动装配生产线的研制[D]. 杭州: 浙江理工大学, 2009.
ZHU Guang. The Research and Development of An Automatic Assembly Line for Micro-Switch[D]. Hangzhou: Zhejiang Sci-Tech University, 2009.
- [11] 姜信建. 滑架式数控玻璃钻孔技术的改进[J]. 河南建材, 2003(2): 32—33.
JIANG Xin-Jian. Improvement of Sliding CNC Glass Drilling Technology[J]. Henan Building Materials, 2003(2): 32—33.
- [12] 赵春旺. 特种粉碎机的结构设计[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2013.
ZHAO Chun-wang. The Structure of the Special Mill Design[D]. Xi'an: Xi'an University of Electronic Science and Technology, 2013.
- [13] 程晨. 基于智能机器人的自动剥离贴合设备的设计与研究[D]. 厦门: 厦门大学, 2014.
CHEN Chen. The Research of Automatic Stripping Laminating Equipment Based on the Design of the Intelligent Robot[D]. Xiamen: Xiamen University, 2014.
- [14] 邹博. 管制玻璃瓶生产线自动上管系统的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2012.
ZHOU Bo. The Research of Automatic Tube Feeding System on the Glass Bottle Production Line[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2012.
- [15] 林钟兴. 移印机几种上墨方式的比较[J]. 丝网印刷, 2001(3): 31—33.
LIN Zhong-xing. A Comparison of Several Ink-up Methods in Pad Printing Machine[J]. Screen Printing, 2001(3): 31—33.
- [16] 慎石磊. 新型转板式气动数字阀的研究[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2009.
SHEN Shi-lei. The Research on New Type Pneumatic Turn-plate Digital Valve[D]. Hangzhou: Zhejiang University of Technology, 2009.
- [17] 程晓红,苏建龙. 高效实用的可编程序控制器编程技巧及方法的应用[J]. 电工技术杂志, 1999(1): 22—25.
CHENG Xiao-hong, SU Jian-long. Application of High Efficiency and Practical Programmable Logic Controller Programming Skills and Methods[J]. Journal of Electrotechnical Society, 1999(1): 22—25.
- [18] 王德志. 基于 PLC 控制机械手系统设计的开发[J]. 科技风, 2015(1): 73.
WANG De-zhi. Development of System Design for PLC Manipulator Based on[J]. Science and Technology Winds, 2015(1): 73.