

瓶盖自动烫金机的结构设计与实现

林钟兴, 张宗铄, 曾显杰

(三明职业技术学院 机械电子系, 三明 365000)

摘要: **目的** 为减轻工人劳动强度、确保操作安全、提高产品质量,设计开发一种针对瓶盖的自动烫金机。**方法** 通过对瓶盖烫金工艺及烫金设备现状的分析和探讨,构建机器总体方案,制定工作流程,借助 SolidWorks 和 Caxa 软件对机器的组成和结构进行设计和验证。**结果** 通过改进上料机构,满足了对瓶盖上料速度和上料质量的要求;通过优化传送机构、转印烫头、运行机构等关键部件,保证了瓶盖的传送精度和瓶盖的烫金质量。**结论** 实际使用表明,该机器设计合理、结构紧凑、效率高、操作安全、工作运行平稳可靠。

关键词: 瓶盖; 烫金; 机械结构; 气压传动; PLC 控制

中图分类号: TS803; TS853+.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2018)17-0197-06

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2018.17.033

Design and Implementation of the Auto-hot Stamping Machine for Bottle-caps

LIN Zhong-xing, ZHANG Zong-shuo, ZENG Xian-jie

(Mechanical and Electronic Department, Sanming Vocational Technical College, Sanming 365000, China)

ABSTRACT: The work aims to design and develop a kind of auto-hot stamping machine for bottle-caps to reduce the labor intensity, ensure a safe operation and improve the product quality. Through the analysis and discussion on the status quo of the bottle-cap hot stamping technique and equipment, the overall plan of machine was constructed and the work process was set up. With the help of SolidWorks and Caxa software, the composition and structure of the machine were designed and verified. By improving the feeding mechanism, the requirements of feeding speed and feeding quality of the cap were met. Through the optimization of such key components as conveying mechanism, transfer scalding head and running mechanism, the conveying precision and the bronzing quality of the cap were ensured. The application indicates that the machine is featured by reasonable design, compact structure, high efficiency, safe operation and stable and reliable running.

KEY WORDS: bottle-cap; hot stamping; mechanical structure; pneumatic; PLC control

烫金是采用适当的温度和一定的压力把烫金纸(电化铝)上带有色彩的图文薄膜转印在产品表面的装饰工艺,烫金后的图文色彩鲜艳,具有高度亮泽的金属效果。

瓶盖是容器包装的组成部分,为了美化包装许多瓶盖采用烫金进行装饰。烫金机是瓶盖烫金的主要设备,目前大多是借助夹具用人工装夹进行定位、烫金,存在劳动强度大、安全性差、定位精度低、质量不稳定等缺点。为此在烫金机的基础上进行瓶盖自动烫金机的设计,不但可以实现工作过程的自动化、减轻工

人劳动强度和保障操作安全^[1],而且可以保证定位精度,提高产品质量。

1 总体方案及工作流程

瓶盖自动烫金机应解决以下技术难点:采用烫金装饰的瓶盖表面质量要求高,如何有效保证在自动烫金的工作过程中不允许发生刮伤和磨损;不同的瓶盖其长度、直径大小不一,机器如何适应;烫金是在较高的温度下进行工作,如何持续保持烫金纸在热工作

收稿日期: 2017-07-23

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。

区域的平整性以保证烫金质量。

经对瓶盖烫金的工艺和工作过程分析、探究认为,瓶盖的刮伤和磨损主要是在自动上料和传送中发生,因此选择合适的上料方式和解决传送中瓶盖和导轨的磨擦是解决问题关键。根据瓶盖的特点,可以选用振动盘、刮板式、落料式等方法上料,但采用这些方法在上料、排序、定向过程中瓶盖互相之间容易产生摩擦和划伤,无法保证所需质量,为此宜采用提升式上料可以减少瓶盖表面磨损;在传送部分瓶盖的运动主要是滚动,因此一方面要控制工作中瓶盖的传送数量防止相互堆积和相互摩擦,另外可对传送导轨进行表面的软化处理以消除与导轨摩擦对瓶盖的损伤;机器的适应性主要是对瓶盖长度和直径的适应,机器的各个部分多是独立的,设计时应同步考虑各机构的瓶盖限位可以进行多方向灵活调整,以保证各种瓶盖的烫金需求。通常烫金机的收放纸多采用电机驱动收纸辊实现,但自动烫金效率高、速度快,烫金纸在高温烫头下的平整性会严重影响烫金质量,因此在转印烫头的机构中设计气动控制的拉纸机构更能保证烫金纸的平整性,也更能保证烫金质量。

基于以上分析,对瓶盖自动烫金机制定总体要求为:实现自动上料,且工作过程中减少瓶盖表面摩擦和损伤;保证瓶盖准确定位;保证工作所用烫金纸在整个工作过程的持续平整;实现瓶盖滚动与烫金纸贴合的同步运行;烫金结束后实现自动落料;机器适用于一定尺寸范围的瓶盖。

根据总体要求,机器的工作流程为:操作人员将瓶盖放入料仓,上料机构根据需要将瓶盖从料仓提升并进行方向识别和方向定位,并将瓶盖从出料口送至传送机构;传送机构对瓶盖逐一限制,对位固定;运行机构对瓶盖进行定位、夹紧并送至转印烫头的工作区域,然后上升与烫金纸、转印烫头贴合,瓶盖同步滚动实现烫金;烫金结束后运行机构下降,瓶盖与烫金纸剥离,运行机构退出对瓶盖的定位夹紧,瓶盖落入落料盘,机构返回到起始位置;转印烫头的烫金纸收、放机构协调工作,烫金纸又被拉至烫头的工作区域,以准备下一循环的烫金工作。

根据总体设计要求及工作流程,瓶盖自动烫金机由整体机械结构、气压传动系统及控制系统组成。整体机械结构的各个机构协调工作,完成瓶盖的上料、定位、运行、烫金、落料;气压传动系统为各机构动作提供动力^[2];控制系统则以 PLC 可编程控制器为核心,控制各机构动作的顺序和协调^[3]。

2 整体机械结构

瓶盖自动烫金机的整体机械结构由料仓、上料机构、传送机构、转印烫头、运行机构等组成,见图 1^[1]。

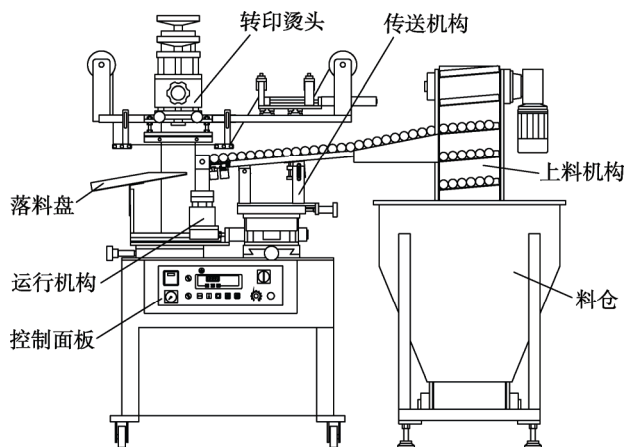


图1 整体机械结构

Fig.1 The overall mechanical structure

上料机构完成瓶盖的自动上料。传送机构用于瓶盖烫印前的传送控制,一是控制上料机构的及时补料,二是控制瓶盖位置以便于定位夹紧。运行机构用于控制瓶盖定位夹紧、升起、烫金运行。转印烫头在放纸、收纸机构、转印烫板的配合下完成烫金纸的收放和对瓶盖的烫金。到落料位时运行机构退出定位夹紧,瓶盖落入落料盘完成下料,实现过程的全自动化。

2.1 上料机构

上料机构主要由料仓、提升皮带、提升电机、调节机构等组成,见图 2^[4]。

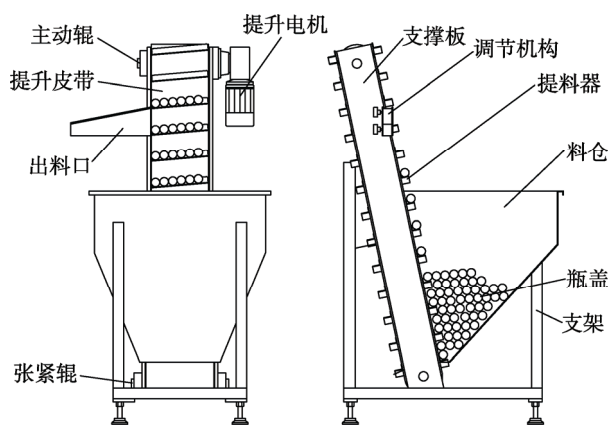


图2 上料机构示意

Fig.2 Schematic diagram of feeding mechanism

主动辊和张紧辊通过轴承与支撑板固定为一个运行整体,提升电机可以带动提升皮带在主动辊和张紧辊之间旋转运行;皮带上每隔一定的间距安装 1 个提料器,提料器的大小、安装角度可根据瓶盖进行调整;整个运行件又安装于料仓且有一定的倾角,其角度根据瓶盖运行状况可以进行调节。

工作时,提升电机驱动提升皮带运行,瓶盖从料仓的底部被提升皮带上的提料器提升,过程中进行方向识别和方向定位,瓶盖至出料口时持续被送出。出料口前端的传送机构安装有传感器,根据瓶盖排列位

置情况由传感器给出信号，控制提升电机的停止、转动，从而控制上料机构保证瓶盖的停止或送出。上料机构可以由调节旋钮调整出料口大小，以达到调节出料口的宽度适应不同尺寸的瓶盖^[5]。

该机构由传送皮带提升上料，结构简单、工作平稳可靠，噪声小、供给速度调节方便。上料时不会有其他上料方式容易出现的工作件表面磨损、刮花现象，可以保证瓶盖的上料质量。

2.2 传送机构

传送机构主要由料槽、限料气缸、阻料气缸、定位块、料槽位置的各方向调整机构等组成，见图 3^[6]。

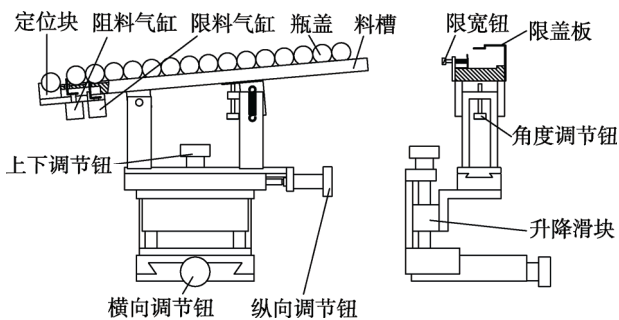


图 3 传送机构示意

Fig.3 Schematic diagram of conveying mechanism

传送机构是连接上料机构和运行机构之间瓶盖的传输，阻料气缸、限料气缸的伸缩可以控制进入定位块的瓶盖数量；料槽是瓶盖运行的导轨，其位置可以通过上下调节钮、横向调节钮、纵向调节钮和角度调节钮来调整达到。限盖板和限宽钮通过调整可以满足不同尺寸的瓶盖。

料槽上的瓶盖持续输送至限料位被限料气缸伸出阻挡，工作时阻料气缸缩回后阻料位的瓶盖进入定位块，运行机构将瓶盖定位夹紧送至转印烫头的工作区域；与此同时阻料气缸伸出而限料气缸缩回，下一个瓶盖进入阻料位，限料气缸又再一次伸出阻挡了后面所有的备烫瓶盖^[7]。

机构主要靠 2 个短行程气缸控制瓶盖的步进到位，而在料槽中瓶盖是持续前进的，上一个瓶盖完成定位，下一个瓶盖随即到位，相比于其他方式的传送，所设计的传送机构结构更合理、更紧凑，能有效保证传送速度，调整也比较方便、容易。此外，为保证瓶盖表面不被划伤，料槽的导轨面要进行相应的表面处理来达到保护目的。

2.3 转印烫头

转印烫头是在烫金机基础上进行改进的机构，主要由产生烫金所需温度的烫板、以及能让烫金纸在烫板下定距移动的收、放纸的机构组成，见图 4。

烫板内部安装有发热元件，其与烫金纸接触的表面贴有耐热橡胶板，工作时烫板加热到所需要的温

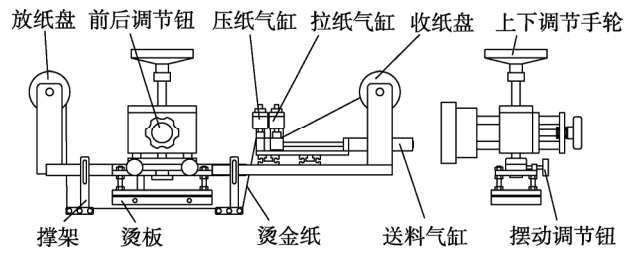


图 4 转印烫头示意

Fig.4 Schematic diagram of transfer scalding head

度，通过烫金纸与瓶盖施加适当压力并保持相应的时间，就能将烫金纸上的图文转移到瓶盖表面^[8]。烫板的位置和与瓶盖工作时所需压力通过上下、前后、摆动调节钮可以进行调节。烫金纸的位置，行走的长度也可以通过撑架、送料气缸的行程保证。烫金纸收、放机构与烫板通过相关零件固定为一个整体，且要保证烫金纸与烫板有一定的间隙。

烫金纸由放纸盘放出，经烫板两侧的撑架穿过（撑架可以保持烫金纸与烫板的间距），再经压纸气缸和拉纸气缸下的顶块被收纸盘绕卷回收。收纸盘由电机控制旋转，可以保证经过烫板的烫金纸被一定拉力拉平。机构工作时压纸气缸松开烫金纸，拉纸气缸压住烫金纸被送料气缸带动右行，收纸盘同时收卷，结束拉纸后烫板进行烫金工作；烫金结束后压纸气缸压住烫金纸，拉纸气缸松开烫金纸并被送料气缸带动左行回到起始位置。

机构采用气动系统来进行拉、放烫金纸，一是可以保证烫金纸在烫金过程中的平整性以提高烫金质量；二是与整个机器的气动系统融为一体便于动作的协调并体现了系统的一致性。转印烫头调节方便，烫金纸的拉、放设计方式提高了烫金产品的质量。

转印烫头是在高温状态工作，为保障操作人员安全，通常需要设计和配置相应的安全保护装置。采用自动上料、自动传送以及自动烫印，可以简化相应的装置，与其他机构的保护装置实现一体化，这样机器的结构会更紧凑、布局会更合理。

2.4 运行机构

运行机构主要由顶座、顶盖气缸、升降气缸、升降座、运行气缸等组成，见图 5^[9]。其中，顶座是可以旋转的定位件、顶盖气缸是可以调节压紧量的压紧件，二者互相配合可以对瓶盖定位、压紧，它们用支座固定与升降气缸导杆连接，升降气缸固定于升降座，升降座又与运行气缸导杆相连^[10]，因此，定位后的瓶盖在运行气缸和升降气缸的作用下可以左右运行、上下移动；与烫板接触后可以贴合同步滚动。

机构工作时，首先顶座、顶盖气缸相互配合动作，对瓶盖定位、压紧；机构左行且同时支座升起，瓶盖通过一定温度的烫板形成滚动，烫金纸上带有色彩的

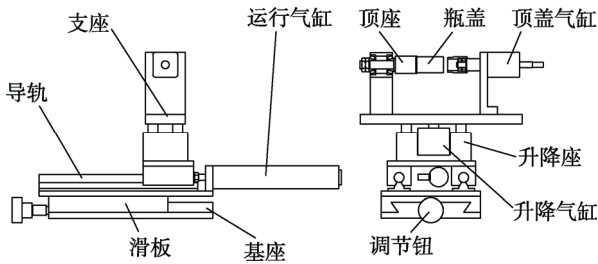


图5 运行机构示意

Fig.5 Schematic diagram of running mechanism

薄膜转印在瓶盖上；机构左行到位，支座下降，顶盖气缸退出对瓶盖的压紧，顶座上的弹簧件将瓶盖顶出定位，瓶盖落入落料盘，机构退回起始位。

机构靠运行气缸、升降气缸的伸缩在导轨、导轨的导引下实现左右和上下移动，靠顶盖气缸实现瓶盖的压紧。运动的实现与整个机器的气动系统融为一体，整体结构紧凑，调节控制方便。

运行机构在顶座、顶盖气缸的作用下与传送机构协调动作，实现了瓶盖的自动定位和夹紧，相比人工装夹，提高了装夹的质量，消除了人为因素，提高了烫金产品的合格率。

3 气压传动系统

气压传动系统是瓶盖自动烫金机的一个重要组成部分^[11]，设计时要与总体设计同步进行，必须认真分析结构特点、合理采用气动元件、结合各种动作要求，力求设计出结构简单、工作可靠、成本低、效率高的气压传动系统^[12]。

系统由气源供气。限料、阻料和拉纸、压纸的气缸行程较短，为使机构更为紧凑，采用薄型气缸；顶盖和送料需要根据瓶盖的长度和周长来决定行程，因此选用2个双杆行程可调型气缸以方便调整；2个单杆气缸采用标准圆形缸便于安装和节省空间。气缸和二位五通电磁阀、手动控制阀、速度调节阀、调压阀及若干配件构成了气压传动系统。其原理及组成见图6。

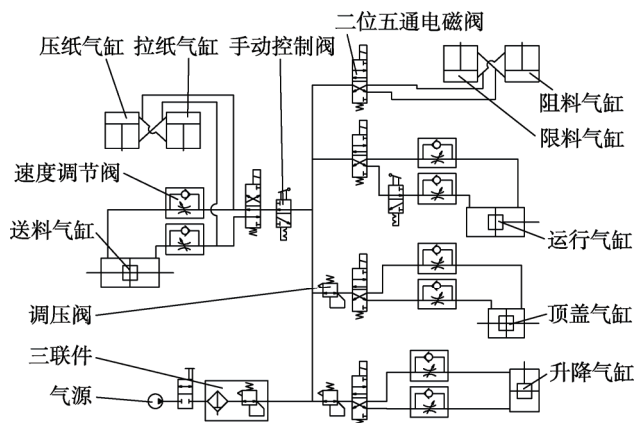


图6 气压传动系统原理

Fig.6 Schematic diagram of pneumatic drive system

系统采用二位五通电磁阀控制气缸的换向以达到控制各个机构的执行动作^[13]。运行机构的运行气缸和转印烫头的烫金纸收放控制增加手动控制阀控制，以方便调试。采用速度调节阀控制气缸的运动速度^[14]。

4 控制系统

由于瓶盖自动烫金机的执行动作多，动作顺序要求严格，并且自动化程度要求高^[1]，因此必须依靠传感器和 PLC 可编程控制器对气压传动系统和执行机构进行电气联合控制。

控制系统主要是由 PLC 可编程控制器、传感器、执行继电器、开关按钮及供电电源组成，见图7^[15]。

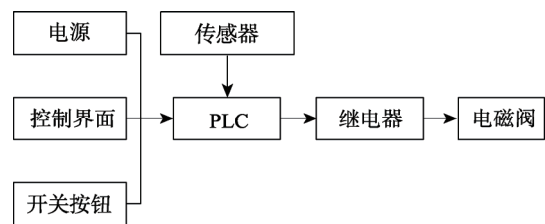


图7 控制系统组成

Fig.7 Composition of control system

为便于调试和工作，系统设置了手动调整、复位模式、单周模式、自动模式等4种工作方式^[2]。手动调整时，PLC 可编程控制器接收到开关按钮信号，按程序控制输出，通过继电器控制相应的二位五电磁阀，最终对执行气缸实现控制以达到控制相应的机械动作^[16]；复位模式时，由传感器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；自动模式时，是由传感器输入信号，PLC 可编程控制器执行自动程序，气动控制的各个机构动作程序见图8^[2]。

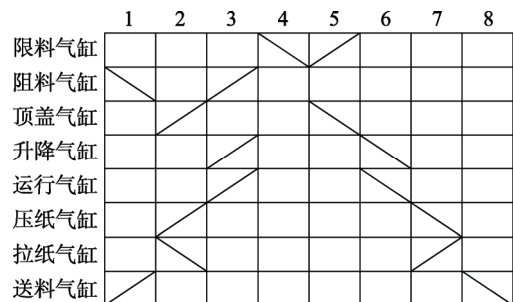


图8 气路系统工作程序

Fig.8 Working program of the pneumatic system

5 与同类产品的比较

5.1 机器的主要技术参数

主要技术参数：允许瓶盖的最大直径 $\phi 100\text{ mm}$ ；烫金温度选择范围为室温 ~ 280 °C；烫金压力选择范围为 500 ~ 880 N；最大烫金速度为 3000 个/h；烫板

面积为 300 mm×100 mm; 烫板功率为 1.5 kW; 气源压力为 0.4 ~ 0.7 MPa; 耗气量 ≤ 40 L/min; 电源 220 V/50 Hz。

机器可以实现常用瓶盖的自动烫金, 目前已在酒瓶盖、化妆品瓶盖等生产行业得到应用。

5.2 与同类产品比较

目前国内瓶盖自动烫金设备大多是在传统的平压园型烫金机基础上进行设计和改进, 保持了原有烫金机稳定的烫金质量和机器价格的适中定位。多数具有设计、生产基础的企业依据各自生产的烫金机实际情况, 结合使用不同的自动上料方式、传送方式来实现瓶盖的自动烫金。

国内相同类型的机器主要是在允许瓶盖的最大直径、烫金速度、上料方式和传送方式上有所区别, 多数机器的允许瓶盖最大直径在 80 ~ 100 mm 之间, 烫金速度为 2400 ~ 2700 个/h。

自动上料的方式则各不相同, 有采用振动盘上料, 也有用落料式上料或刮板式上料, 每种方式上料的质量、上料的速度有所不同, 可以满足不同需求的客户。提升式输送上料机构, 上料更充裕, 更能保证瓶盖的上料质量和上料速度; 对于机器的传送方式, 国内有部分机器采用凸轮分割器的分度旋转方式进行传送, 相比所设计的传送机构, 凸轮分割器有更高的传送精度, 但分割器传送时工位之间需旋转一个角度, 就有一个传送时间, 影响了转送速度, 降低了传送效率。目前设计的传送机构可以保证 3000 个/h 的烫金速度, 其结构经过优化可以满足传送的精度要求。

6 结语

将热转印技术应用在瓶盖表面的烫金装饰, 完成机器的结构设计。通过电气联合控制, 实现了机器的自动上料、定位夹紧、滚动烫金和自动落料等各种功能。采用自动上料, 机器工作时避免了高温烫板对操作人员的影响, 保证了操作安全。所设计传送机构即可以有效防止对瓶盖的损伤, 保证烫金要求, 又提高了瓶盖的烫金速度。采用气动控制的拉纸机构更能保证烫金纸在高温烫金时的持续平整, 提高了烫金质量。各机构同步设计可以进行灵活调整的调位装置, 可以满足各种瓶盖的烫金需求。

实际使用表明综合应用机械、气动、PLC 控制技术, 实现了瓶盖烫金的自动化, 可以减轻劳动强度、降低生产成本、确保产品质量。

参考文献:

- [1] 龚肖新, 张卫国, 汤伟平. 烫金机自动上料装置电气动控制系统设计[J]. 液压与气动, 2011(3): 63—66.
- [2] 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, 35(5): 26—42.
ZHANG Huai-zhi, CAO Hong-an, HUANG Peng-bo, et al. Development of Automatic Ammunition Mark Printing System[J]. Packaging Engineering, 2011, 35(5): 26—42.
- [3] 顾新南, 王屹华. 可编程控制器在自行武器系统中的应用[J]. 火炮发射与控制学报, 2007(3): 29—32.
GU Xin-nan, WANG Yi-hua. Application of Programmable Logic Controller in Self Propelled Weapon System[J]. Journal of Gun Launch & Control, 2007(3): 29—32.
- [4] 李海峰, 孔文刚. 中密度纤维板真空机械铺装机的开发与改进浅析[J]. 中国人造板, 2006(9): 30—32.
LI Hai-feng, KONG Wen-gang. Exploitation and Improvement of Vacuum-mechanical for MDF[J]. China Wood-based Panels, 2006(9): 30—32.
- [5] 李权修. 四面木工刨床自动给料器的研究设计[J]. 科学与财富, 2014(7): 117.
LI Quan-xiu. Research and Design of Automatic Feeder for Four-sided Woodworking Planer[J]. Science and Wealth, 2014(7): 117.
- [6] 郝晓曦, 党丽. 灯头座自动装配机瓷套装配机构设计与分析[J]. 新技术新工艺, 2015(2): 22—24.
HAO Xiao-xi, DANG Li. Design and Analysis of Lamp Adapter Automatic Assembly Mechanism for Insulator[J]. New Technology & New Process, 2015(2): 22—24.
- [7] 王桔. 塑壳断路器开距和超程在线检测装置的设计[D]. 南京: 东南大学, 2014.
WANG Jie. Design of On-line Inspection Device for Plastic Shell Circuit Breaker[D]. Nanjing: Southeast University, 2014.
- [8] 白松芳, 钟玉萍. 涂层烫金技术[J]. 丝网印刷, 2007(9): 34—40.
BAI Song-fang, ZHONG Yu-ping. Coating Bronzing Technology[J]. Screen Printing, 2007(9): 34—40.
- [9] 王丽敏, 高文军. 称重定量包装线中纸箱垫片自动装填及推箱设备的设计[J]. 衡器, 2015(9): 33—35.
WANG Li-min, GAO Wen-jun. The Design of Carton Gasket Automatic Filling and Push the Box Equipment in Weighing Quantitative Packaging Line[J]. Weighing Instrument, 2015(9): 33—35.
- [10] 马炳刚. 一种发电站专用的电力输送电缆的架设设备[J]. 科技创新导报, 2016(9): 182.
MA Bing-gang. A Power Station Dedicated Power Transmission Cable Erection Equipment[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2016(9): 182.
- [11] 柴三中, 孟婕. 平压平烫金机结构对性能的影响因素分析[J]. 印刷技术, 2013(24): 36—37.
CHAI San-zhong, MENG Jie. Analysis on the Factors

- Affecting the Performance of Flattened Hot Stamping Machine[J]. *Printing Technology*, 2013(24): 36—37.
- [12] 陈小兰, 童金莲, 杨宇卿, 等. 信息时代下《液压与气压传动》课程教学改革的分析[J]. *无线互联科技*, 2015(19): 107—108.
CHEN Xiao-lan, TONG Jin-lian, YANG Yu-qing, et al. Analysis on the Reform of the Course Hydraulic and Pneumatic in the Information Age[J]. *Wireless Internet Technology*, 2015(19): 107—108.
- [13] 陈建平, 李志伟, 邓三鹏, 等. 基于气压传动的焊条包装线的研发[J]. *液压与气动*, 2013(2): 45—47.
CHEN Jian-ping, LI Zhi-wei, DENG San-peng, et al. Design of Welding Rods Packaging Production Line Based on Pneumatic Transmission[J]. *Chinese Hydraulics & Pneumatics*, 2013(2): 45—47.
- [14] 张德瑞. 筒子纱自动包装成套设备的设计与实现[D]. 济南: 山东大学, 2014.
ZHANG De-ru. Design and Achievement of Cheeses Automatic Packaging Complete Equipment[D]. Jinan: Shandong University, 2014.
- [15] 王友峰. PLC在翻车机控制系统中的应用[J]. *建筑工程技术与设计*, 2015(22): 1701.
WANG You-feng. Application of PLC in Dumper Control System[J]. *Construction Engineering Technology & Design*, 2015(22): 1701.
- [16] 张剑雄. 轴瓦精密在线测量与质量控制[D]. 上海: 上海交通大学, 2001.
ZHANG Jian-xiong. Precision Measurement and Quality Control of Bearing[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2001.