

管棒料包装自动上下料装置的设计开发

黄银花^{1,2}, 赵仕奇¹, 殷红梅¹, 何晓佑³

(1. 淮安信息职业技术学院, 淮安 223003; 2. 南京理工大学 机械工程学院, 南京 210004; 3. 南京艺术学院, 南京 210013)

摘要: 针对卫生香、塑胶管等细长管棒料包装生产多为手工上下料, 具有自动化程度低, 劳动强度大, 需要人工多, 不能形成稳定的自动化生产等缺陷, 设计开发了一种管棒料包装自动上下料装置, 实现了待包装的管棒料从物料器中分离出来后定量、定时、定向地送到包装成形的机构位置。对其结构特点、工作原理、结构设计和控制方案等方面进行了阐述, 研究的样机能够应用于卫生香等管棒料的捆扎自动包装生产线, 实现自动化包装生产。

关键词: 管棒料; 上下料装置; 结构原理; 结构设计

中图分类号: TB482.2, TB487 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2013)21-0071-04

Design Development of Automatic Loading and Unloading Device for Tube Bar Packaging

HUANG Yin-hua^{1,2}, ZHAO Shi-qi¹, YIN Hong-mei¹, HE Xiao-you³

(1. Huaian College of Information Technology, Huaian 223003, China; 2. Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210004, China; 3. Nanjing University of the Arts, Nanjing 210013, China)

Abstract: The production of slender plastic pipe bar stock and cleaning incense was manual loading and unloading. An automatic loading and unloading device for tube bar packing was designed and developed to solve the problems of low automation degree, high labor intensity, large manpower consumption, and unable to form stable automatic production. The device can realize quantitative, timing, direct transmission of tube bar from material feeder to packaging molding service location. The structure characteristics, working principle, structure design, and control scheme was expounded. The prototype was applied to the automatic cross-section shape packaging production practice for the tube rods such as incense stick and realized automatic packaging production.

Key words: tube bar; loading and unloading device; structure principle; structural design

在卫生香、塑胶管等细管棒料的自动捆包生产中,首先要解决的是联系各工序的供料问题,即把上一工序出来的管棒料按下一个工序所需要的位置自动排列,并运送到下一工序,把待加工的管棒料从存料器中分离出来,按照定截面成形捆包的加工要求,定量、定时、定向地送到捆包加工位置。在传统卫生香自动包装行业、塑胶管棒物料分拣行业中目前还多为手工上下料,相关研究很少^[1]。Ohio State University, Gary Maul 在基于传感器的智能振动传输方面进行了很多研究^[2-5],而且还尝试了在振动传输装置上

加压缩空气喷嘴代替工业机械臂完成工件剔出动作的研究^[6-9]。亚特兰大 Yifei Qian, Kok-Meng, Lee 等人把上料过程与机器视觉和工业机器人结合起来,在视觉引导的模糊控制等方面进行了卓有成效的研究^[10-12]。我国在自动上下料的研制工作上比国外起步晚,但为了顺应国外上下料装置的发展模式,在辽阳、海安、河南等地较早地生产了一些滚动上料装置^[13],天津雅闻菲德自动化技术公司,主要研究电磁振动供料装置^[14-16]。查阅相关文献发现,我国现阶段一些大型工程的上下料生产,采用的是进口包装机

收稿日期: 2013-06-30

基金项目: 江苏省淮安市科技支撑计划工业项目(HAG2012030);江苏省高等职业院校国内高级访问学者计划资助项目(2013)

作者简介: 黄银花(1978-),女,满族,吉林长春人,在读博士,淮安信息职业技术学院讲师,主要研究方向为先进制造技术。

上下料机械,一小部分是仿制这些发达国家及地区的相关机械设备。针对不同的生产内容,国内还没有形成统一的上下料机构,对于管棒料这类上下料装置至今尚未形成产业,对于卫生香、塑胶管等细管棒料的捆包生产上下料研究很少。针对这一现状,笔者设计了一种新的多功能管棒料自动上下料装置,此装置自动上下料速度可根据实际生产进行调节,上料振动装置自动分离上料,并能自动滤除不合格管棒料,操作方便,稳定性好,低噪音,棒材无磨损,使用寿命长。

1 总体结构及工作原理

多功能管棒料自动上下料装置的结构外形见图1,结构原理见图2。该管棒料包装上下料装置包括

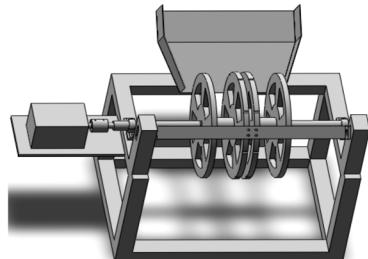


图1 自动上下料装置结构外形

Fig. 1 Structure outline of the automatic loading and unloading device

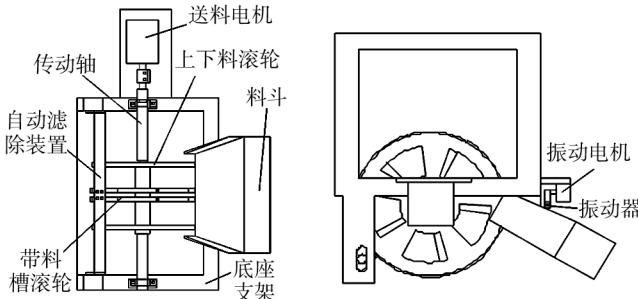


图2 自动上下料装置结构原理

Fig. 2 Structure principle of the automatic loading and unloading device

上下料光滚轮和带料槽的滚轮、料斗、底座支架、送料电机、振动电机、振动器和传动轴,底座支架上安装传动轴,传动轴上安装送料滚轮,送料滚轮的圆周壁上分布若干料槽,传动轴连接送料电机,底座支架上位于送料滚轮侧安装料斗,料斗的出料口位于送料滚轮一侧,振动电机安装在底座支架上,振动电机连接振

动器,振动器振动完成物料的分离上料。

在底座支架上安装自动滤除装置。工作时,启动送料电机和振动电机,送料电机带动送料滚轮旋转,将管棒料放入料斗中,由振动电机通过振动器振动料斗,料斗中的管棒料振动下分离、定向、定量落入送料滚轮的料槽内并在捆包机侧下料,其中不合格的管棒料随着送料滚轮的旋转而被自动滤除装置滤掉。

2 电磁振动器设计

设计的振动器采用电磁铁为驱动元件,结构简单,分工明确,建立模块化单元。电磁铁驱动和控制信号相连接,通过电源线输入电力,驱动供料斗振动,实现料斗中的管棒料振动下分离、定向、定量的滚动上料。具体的模块见图3。

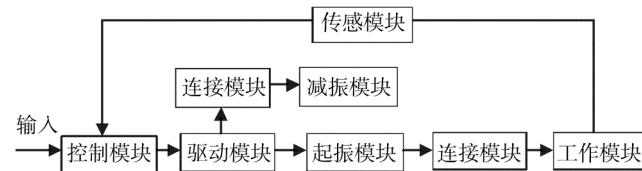


图3 振动模块

Fig. 3 Vibration modules

电磁铁是所设计的振动器能量转换装置,电磁铁设计的好坏直接影响振动的预期效果,所以要保证激振频率、振幅、磁极气隙等参数,设供电电压有效值为 U ,角频率为 ω ,频率 $f_z = \frac{\omega}{2\pi}$,铁芯线圈匝数为 Z ,铁芯最大磁通量 $\phi_{max} = \frac{U}{4.4Zf_z}$,电磁铁磁极个数为2,磁极面积为 S ,最大磁感应强度 $B_{max} = \frac{\phi_{max}}{\sigma_0 S}$,激振动力力幅 $F = \frac{4B_{max}^2 S}{3\pi\mu} = \frac{4U^2}{4.44^2 \times 3 \times \pi \mu f_z^2 Z^2 \sigma_0^2 S \cos 45^\circ}$ 。在设计中,取 $B_{max} = 0.5$ T,漏磁系数 $\sigma_0 = 1.1$,空气磁导率 $\mu = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m, $S = 35 \times 10^{-4}$ m²,取 $f_z = 60$ Hz, $U = 220$ V。电磁铁线圈匝数 $Z = \frac{0.9U}{4.44 \times f_z \phi_{max}} = 386$,激振力力幅 $F = 258$ N。

为了保证近共振状态下上料料斗可靠地进行上料,该振动器采用橡胶弹簧作为减振弹簧。

该减振弹簧采用邵氏硬度HS525,弹性模量 $E = 0.73$ N/mm²,切变模量 $G = 0.25$ N/mm²,减振弹簧个

数 $i=2$, 与料斗底盘中心距 $r_c = 110 \text{ mm}$, 弹簧的初始内径 $r_1 = 3 \text{ mm}$, $r_2 = 12 \text{ mm}$, 高 $H = 38 \text{ mm}$, 弹簧外径 $r_o = 110 \text{ mm}$ 。取弹簧动载系数 $d = 1.1$ 计算。

$$F_o = \pi \times (r_2^2 - r_1^2) = 424 \text{ mm}^2$$

$$\mu_o = d \times \left[1 + 1.65 \left(\frac{r_2 - r_1}{2H} \right)^2 \right] = 1.13$$

$$\text{弹簧动刚度 } K = \frac{dF_o}{H} \left[\mu_o E + \frac{G}{2r_o^2} (r_1^2 + r_2^2 + 2r_c^2) \right] =$$

26.43 N/mm 。弹簧的静刚度 $K' = \frac{\mu_o E F_o}{H} = 18.43 \text{ N/mm}$ 。

$$\text{减振弹簧最大压缩应变量 } \varepsilon_{\max} = \frac{1}{H} \left(\frac{G_0}{K'} + \frac{A}{\xi} \right) =$$

12.9% , 小于 15% , 符合设计要求。

3 控制系统方案设计

系统采用三级控制方式, 见图 4。为提高控制系

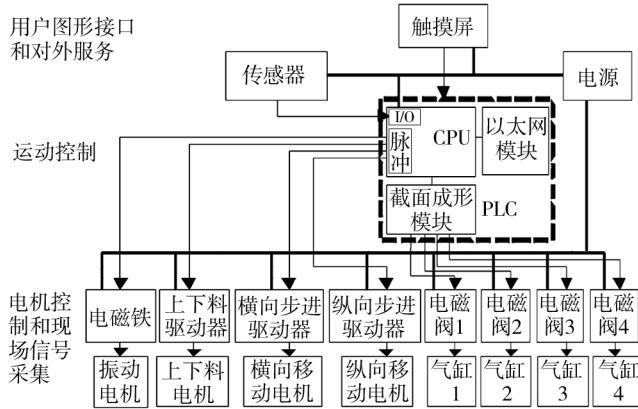


图 4 控制系统总体方案

Fig. 4 General planning of the control system

统的可行性和可靠性, 配合定截面管棒料捆包自动生产, 自动上下料系统以 PLC 为控制器, 采用步进电机和伺服电机对各轴进行驱动, 并实现精确定位。控制系统配有液晶触摸屏人机界面, 可以方便而快捷地选择演示模式、设置和修改步进电机运动速度参数、监测系统运行状态。PLC 系统的 CPU 部分负责各电机的运动控制、系统的启停控制以及紧急事件处理等任务, 系统配置以太网模块方便进行上位机远程控制。设置数量检测传感器, 对管棒料的数量进行跟踪。

管棒料自动上下料工作过程如下: 系统上电后, 系统自检确认系统是否工作正常, 若不正常则报警, 若正常检测系统是否在机械原点, 若系统不在原点,

则进行原点搜索, 原点搜索完成后, 与触摸屏进行通信, 并在自动控制情况下接受触摸屏控制。通过触摸屏发给系统上料信号, 系统进行自动运行, 运行一个流程完毕等待并执行下次触摸屏发出的控制命令, 控制流程见图 5。

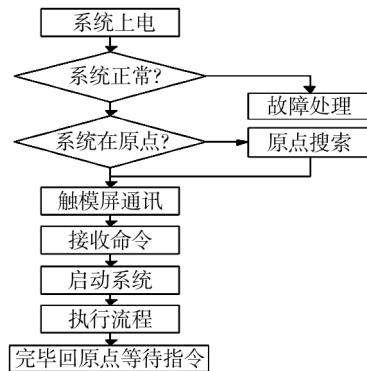


图 5 控制系统工作流程

Fig. 5 Working flow of the control system

4 结语

自动上下料装置的广泛应用和计算机、网络技术一样正在日益改变着人类的生产和生活方式, 在这种发展趋势下, 笔者设计了卫生香、塑料管等细长管棒料在包装捆扎生产中自动上下料装置, 该装置是集传感器和智能控制于一体的柔性振动上下料系统, 满足了敏捷制造技术的要求, 充分发挥了振动式上下料的优势, 代替人工完成包装前上料定量定型排列、劣质品滤除等简单重复性、劳动强度高的工作, 提高了生产自动化程度, 提高了生产率, 提高了产品一致性, 降低了生产成本, 更好的为管棒料自动捆扎生产服务。

参考文献:

- [1] 檀润华. 创新设计——TRIZ: 发明问题解决理论 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] TAN Run-hua. Innovative Design—TRIZ: Theory of Solving Problem [M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [3] 胡海清, 刘雪雪. PLC 与自动生产线技术 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2010.
- [4] HU Hai-qing, LIU Xue-xue. PLC and Automatic Production Line Technology [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2010.
- [5] MAHDAVIAN S A, MAHDAVIAN S M, BROOY R L. Effects of Driving Signal Forms and Frequency in the Performance

- of a Vibratory Bowl Feeder [C] // Proceedings of the International Conference on Manufacturing Automation, August 10–12, Hong Kong 1992, 836–8411.
- [4] PRESHER A. 绝佳的包装机械解决方案 [J]. 工业设计, 2008(3).
- PRESHER A. Perfect Packaging Machinery Solutions [J]. Journal of Industrial Design, 2008(3).
- [5] OKABE S, KAMIYA Y, TSUJIKADO K, et al. Vibratory Feeding by Non-sinusoidal Vibration Optimum Wave Form. J. of Vibration, Acoustics, Stress and Reliability Design [J]. ASME Transaction, 1985(107):188–195.
- [6] EMILIANO M, RAFFAELE D G, GIORGIO D. Elastodynamic Analysis of Vibratory Bowl Feeders: Modeling and Experimental Validation [J]. Mechanism and Machine Theory, 2013, 60:60–72.
- [7] PAUL C, CHAO P, SHEN C Y. Dynamic Modeling and Experimental Verification of a Piezoelectric Part Feeder in a Structure with Parallel Bimorph Beams [J]. Ultrasonics, 2007, 46(3):205–218.
- [8] WIENDAHL H P, RYBARCZYK A. Using Air Stream for Part Feeding Systems-innovative and Reliable Solutions for Orientation and Transport [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003:189–195.
- [9] 蔡锦达, 秦绪祥, 王亮. 全自动封口旋盖机控制系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(3):5–9.
- CAI Jin-da, QIN Xu-xiang, WANG Liang. Design of Control System of Automatic Sealing Capping Machine [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(3):5–9.
- [10] 赵建城, 李树. 全自动粉料灌装机结构设计 [J]. 包装与食品机械, 2005(1):14–16.
- ZHAO Jian-cheng, LI Shu. Structure Design of the Automat-
- ic Powder Filling Machine [J]. Packaging and Food Machine, 2005(1):14–16.
- [11] ASHRAFIZADEH H, ZIAEI-RAD H. A Numerical 2D Simulation of Part Motion in Vibratory Bowl Feeders by Discrete Element Method [J]. Journal of Sound and Vibration, 2013, 332(13):3303–3314.
- [12] 黄斌. 基于图像识别的包装机下料控制系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(23):75–79.
- HUANG Bin. Design of Feeding Control System of Packaging Machine Based on Image Identification [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23):75–79.
- [13] 张凯. 棉麻纤维液氨改性成套设备上下料系统设计 [J]. 包装工程, 2012, 33(5):93–97.
- ZHANG Kai. Design of Material Loading and Unloading System for Liquid Ammonia Treatment Equipment of Cotton and Linen Fiber [J]. Packaging Engineering, 2012, 33(5):93–97.
- [14] 尚欣, 刘晶. 基于 TRIZ 的卷筒纸包装机折边机构设计 [J]. 包装工程, 2011, 32(4):76–79.
- SHANG Xin, LIU Jing. Flanging Mechanism Design of Web Packaging Machine Based on TRIZ [J]. Packaging Engineering, 2011, 32(4):76–79.
- [15] GUNTHER R, MICHAEL L. Design of a Modular Feeder for Optimal Operating Performance [J]. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2010, 3(3):191–195.
- [16] 陈满儒, 王海峰, 张文明. 神经网络 PID 在包装机控制系统中的应用研究 [J]. 包装工程, 2009, 30(4):10–11.
- CHEN Man-ru, WANG Hai-feng, ZHANG Wen-ming. Applied Research of Neural Network PID in Control System of Packaging Machine [J]. Packaging Engineering, 2009, 30(4):10–11.

(上接第 52 页)

- [7] 邹茜茜. 面向回收的绿色机电产品可拆卸性设计研究 [J]. 林业机械与木工设备, 2007, 35(6):36–38.
- ZOU Qian-qian. Research on the Disassembling Design of the Green Mechanical and Electrical Products in Consideration of Recycle [J]. Forestry Machinery & Woodworking Equipment, 2007, 35(6):36–38.
- [8] 高建刚, 武英, 向东, 等. 机电产品拆卸研究综述 [J]. 机械工程学报, 2004, 40(7):1–9.
- GAO Jian-gang, WU Ying, XIANG Dong, et al. Disassembly of Mechanical and Electronic Products: the STATE-OF-ARTS [J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2004, 40(7):1–9.
- [9] 陈志伟, 徐鸿翔. 面向拆卸设计的可拆卸性评价指标研究 [J]. 制造业自动化, 2003, 25(7):22–24.
- CHEN Zhi-wei, XU Hong-xiang. Research of Disassembling Evaluation Index for Disassembly Design [J]. Manufacturing Automation, 2003, 25(7):22–24.