

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2017.05.007

挂锁自动装配系统弹子选向分离供料装置设计*

刘庆民, 林超, 杨鑫

(杭州电子科技大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:针对挂锁装配中弹子的装配采用手工装配时易出现由于弹子漏装、错装从而导致挂锁装配失败的问题,对弹子装配中涉及到弹子的分离、选向、排序等方面进行了研究,提出了一种用于挂锁装配的弹子自动分离选向排序供料装置,其主要包括分离机构、方向选择机构和排序机构;利用挂锁弹子特殊的形状结构,对该装置的结构进行了详细设计,利用 PLC 对该装置的电气部分进行了控制,最后将该装置实际应用于工厂,验证了该装置的稳定性及可行性。研究表明,该装置能够完全代替工人手工进行弹子的分离、选向和排序,并将弹子装配的效率提高了约 33%,装配的错误率降低了约 73%;该装置在锁具装配中可为其弹子装配提供充分的前期准备。

关键词:挂锁;装配;弹子;分离选项排序;视觉系统

中图分类号:TH122;TS914.211+.9

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2017)05-0460-05

Automatic separating and direction selecting feeding device for padlocks' pins assembly

LIU Qing-min, LIN Chao, YANG Xin

(School of Mechanical Engineering, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Aiming at the problems of the padlocks' assembly may failed because lacking pins or using wrong pins in manual assembly, the research was applied on the pins' assembling processing including separating, direction selecting and sorting. An automatic separating and direction selecting feeding device for padlocks' pins assembly was designed for the pins' assembly. This device was mainly divided into separation mechanism, the direction selection mechanism and the sorting mechanism. The characteristic of the pins were used in the structure design of the device, and the PLC was used in the control system of the device. Last, the device was used in the factory to verify stability and feasibility. The results indicate that this device can completely replace the pins separating, direction selecting and sorting artificially which making the efficiency of pins' assembly increase by about 33% and the error rate reduce by about 73%. This device provides adequate preparation for padlocks' pins assembly in the padlock assembly.

Key words: padlock; assembly; pins; separation, direction selection and sort; visual system

0 引言

挂锁是一种在市场中占有率高、销量大的产品,但由于生产利润低,市场上尚未有较为完整且成熟

的自动化生产设备出现,目前仍以工人手工装配为主。

对于挂锁中弹子的分离、选向及排序系统目前市面和相关期刊文献中都尚未出现及提及。目前,

收稿日期:2016-11-30

基金项目:浙江省自然科学基金资助项目(LY13E050026)

作者简介:刘庆民(1961-),男,吉林省吉林市人,博士,教授,主要从事机械 CAD、机构学及图像处理与机器视觉检测等方面的研究。E-mail: qingmin61@163.com

锁具领域仅在汽车车锁方面有相关的论文提出了车锁自动化装配产品^[1-4],但在市面上仍没有实物出现。在该汽车车锁的自动化装配产品中,由于汽车车锁所使用的为叶片锁结构,其叶片起到了与弹子相同的作用,但对于叶片而言,由于材料、加工工艺不同使得该零件出厂时已经将同一大小的叶片同方向排列放置,在该自动化装配中仅采用了推杆、滑道的方式对其进行最后的排序。而对于目前市面上绝大多数的零件分离、选向、排序系统而言^[5-7],虽然这类系统较多,但基本上都是针对某种零件并按照该零件外形、重量等特性进行设计并使用的,无法通用,更不可能适用于挂锁中弹子的分离、选项及排序。挂锁装配时需根据钥匙槽深及不同深槽之间的排列组合往锁具里装配不同高度的弹子,以达到钥匙与钥匙槽匹配开锁的目的。由于挂锁的弹子分离、选向、排序较为复杂,并且缺少相关的自动化装配设备,目前采用工人手工装配为主,但这种手工装配的方式容易出现错放或漏放弹子的现象,容易影响产品的质量。

针对上述问题,本研究自主设计一种用于挂锁装配的弹子自动分离选向排序供料装置。其可实现挂锁装配时弹子的分离、选向、排序,为后续的装配提供便利,提高锁具装配的效率与完成质量。

1 装置的结构

该装置主要分为分离机构、方向选择机构、排序机构以及弹性导管、弹子存储管和机架。

分离机构、方向选择机构和排序机构沿竖直方向从上到下分别固定设置在机架上,分离机构和方向选择机构通过弹性导管连接,方向选择机构和排序机构通过弹子存储管连接。

分离机构的主要目的是将漏斗中的弹子分离出来,使得弹子能进入导管并按每次一颗的速度进入方向选择机构。漏斗、气缸安装架固定在机架上,第一气缸的底部固定在气缸安装架上,支架固定在第一气缸的轴上,支架的一侧固定有导管固定架。弹性导管一端穿过圆柱通孔伸入方向选择机构中,并固定在导管固定架上,另一端伸入漏斗底部,可相对漏斗上下滑动。当第一气缸工作时,先带动其轴端支架运动,然后带动导管固定架开始运动,使得固定在导管固定架圆柱形通孔中的导管也随之运动。

装置机构分布图分别如图1、图2所示。

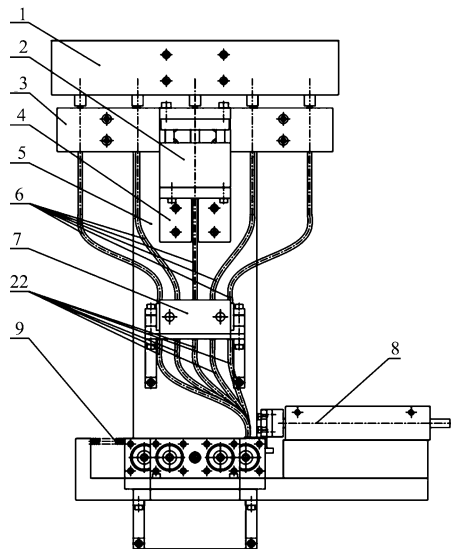


图1 弹子自动分离选向排序供料装置机构分布图1

1—漏斗;2—第一气缸;3—导管固定架;4—气缸安装支架;5—机架;6—弹性导管;7—第二气缸;8—第三气缸;9—第三弹簧;22—弹子储存管

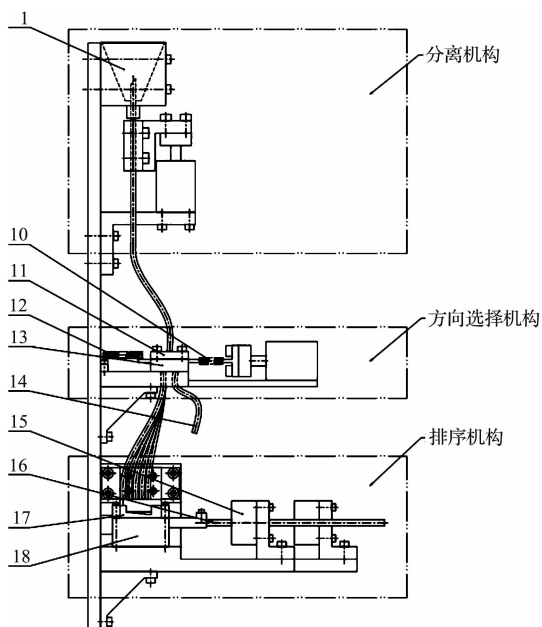


图2 弹子自动分离选向排序供料装置机构分布图2

10—第一弹簧;11—上机体;12—第二弹簧;13—下机体;14—反向弹子回收导管;15—丝杆直线电机;16—丝杆;17—弹子存储器;18—排序机构机体

弹子离开分离机构通过导管进入方向选择机构。由于弹子上端为半球体下端为同直径圆柱体,在弹子装配时需要其上端朝下进入锁具体内部装配,故需要利用方向选择机构对来自分离机构的弹子进行方向选择获得方向正确的弹子以便装配。底座固定在机架上,下机体固定在底座上,并设有多个等间距的矩形通

孔。抽拉杆插入到由上、下机体所构成的矩形通孔内，一端与第一弹簧的一端固定，另一端与第二弹簧的一端固定，第一弹簧的一端与第二气缸的输出轴连接，第二气缸的底部、第二弹簧的另一端固定在底座上。

本研究在上、下机体中分别开有第一、第二机体圆柱孔，其具体结构如图 3 所示。

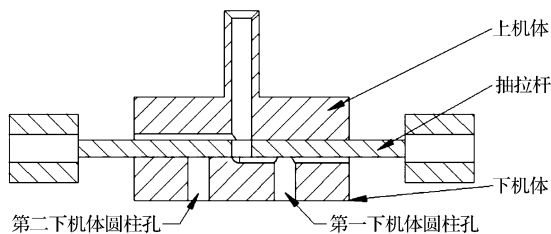


图 3 弹子选向主要机构工作示意图

本研究在上、下机体中，利用了弹子的形状特性和弹簧的抗拉伸特性，使其能够落入正确圆柱孔内，进而达到方向选择的目的。

当具有正确方向的弹子通过方向选择机构被选择出来，将会通过导管进入排序机构，其结构如图 4 所示。

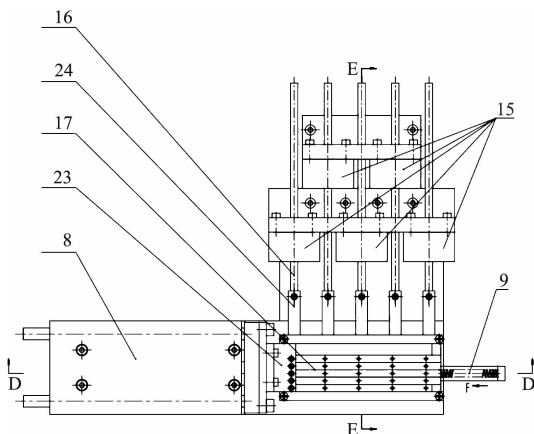


图 4 排序机构结构示意图

8—第三气缸；9—第三弹簧；15—丝杆直线电机；16—丝杆；17—弹子储存器；23—导管安装头；24—排序机构抽拉杆

底座固定在机架上，机体固定在排序机构底座上靠近机架的一侧，另一侧通过电机安装架安装有丝杠直线电机，丝杠直线电机与丝杆的一端连接，丝杆的另一端与一个排序机构抽拉杆的一端连接，排序机构抽拉杆的另一端等距布置在排序机构机体上。

排序机构抽拉杆的上表面设置有弹子存储器，其上表面为多阶级状，阶级高度分别对应不同弹子的高度；弹子存储器的一端与第三弹簧的一端连接；第三弹簧的另一端则固定在底座上，弹子存储器与第三弹簧

连接的一端有弹子存储器凸台，其高度大于弹子存储器阶梯的高度；且其上表面设置有导管安装头；导管安装头的顶部与弹子存储管的另一端连接，其一侧与第三气缸的输出轴连接，第三气缸固定在排序机构底座上。

弹子存储器上有呈矩阵排列的弹子存储器存储孔，其存储孔为贯穿弹子存储器上、下表面的通孔。排序机构机体沿第三气缸的输出轴方向有与丝杆直线电机数量相等的排序机构机体圆柱孔。其机构底座上对其每个排序机构体圆柱孔开设有贯穿上、下表面的圆柱孔。

该用于挂锁装配的弹子自动分离选向排序供料装置通过分离机构、方向选择机构和排序机构的组合，实现了挂锁装配时弹子的分离、选向和排序这一复杂的操作，且结构简单、紧凑，操作方便、故障率低，为后期弹子的自动化装配提供了便利。

2 装置的工作流程

该装置的工作流程主要分为弹子的分离、方向选择以及排序 3 个部分。

(1) 在漏斗中分别放入不同高度的弹子，第一气缸运动带动弹性导管相对漏斗上下运动让弹子进入弹性导管内，并顺着弹性导管滑落到方向选择机构中，从而实现弹子的分离。

(2) 第二气缸、第一弹簧和第二弹簧带动抽拉杆在上机体和下机体之间运动。从分离机构分离的弹子沿弹性导管滑落到上机体圆柱孔中，届时将会出现两种情况：①当半圆球部分朝下的弹子落入到抽拉杆圆柱孔中，弹子的半圆球部分接触到下机体半圆槽的槽底，使得抽拉杆无法向左滑动，当抽拉杆向右滑动时掉入右侧第一下机体圆柱孔。②当圆柱部分朝下的弹子落入到抽拉杆圆柱孔中，弹子的圆柱部分无法接触到下机体半圆槽的槽底，使得抽拉杆无法向右滑动，当抽拉杆向左滑动时掉入左侧第二下机体圆柱孔，通过连接的反向弹子回收导管回收。

(3) 通过事先使用视觉系统对钥匙槽深的测量^[8-12]，分析出锁具体装配时所需的不同高度的弹子，由控制器控制丝杆直线电机运动到相应位置，选取相应高度的弹子。

(4) 在弹子的排序中，丝杆直线电机通过丝杆带动排序机构抽拉杆，使排序机构抽拉杆圆柱孔运动至对准弹子存储器上所要高度弹子的那行孔的中心线

上;第三气缸带动导管安装头在弹子存储器上方移动,让弹子从导管安装头落到弹子存储器上上的那列孔中,直至弹子存储器上上所有的孔均落有弹子;当第三气缸继续推出时,导管安装头接触到弹子存储器凸台并推动弹子存储器向第三弹簧的方向滑动,使得弹子存储器上的孔与排序机构抽拉杆圆柱孔对齐,弹子便落到排序机构抽拉杆圆柱孔里;然后,丝杆直线电机带动排序机构抽拉杆返回,当排序机构抽拉杆圆柱孔与排序机构机体圆柱孔孔的中心对齐时,弹子滑落到通向锁具体的弹性导管里;在第三气缸带动弹子存储器返回的过程中,弹子将继续从导管安装头落到弹子存储器上,补齐弹子存储器中由于上一次装配所缺少的弹子,直到弹子存储器复位完成一个周期的排序过程。

3 装置的气路及其控制

3.1 装置的气路

该装置中的气路仅涉及到第一气缸、第二气缸以及第三气缸。其中,第一气缸和第二气缸是不间断运动的气缸,第三气缸则是在每次排序并将弹子送入锁具体弹性导管时才运动的气缸。该装置通过使用电磁阀对装置中的3个气缸的进排气进行控制,进而控制3个气缸的工作。其电磁阀与该挂锁装配系统中的其他电磁阀一同安装在底座上并通过油水分离器与总气阀连通。

3.2 装置的控制

该装置是整个完整的挂锁装配系统中的一个环节,故其电气控制与该系统中的其他装配装置一同由一台 PLC 进行控制,并组成一套完整的挂锁装配系统。在该装置中,控制系统主要控制气缸以及丝杠直线电机的工作,其控制框图如图 5 所示。

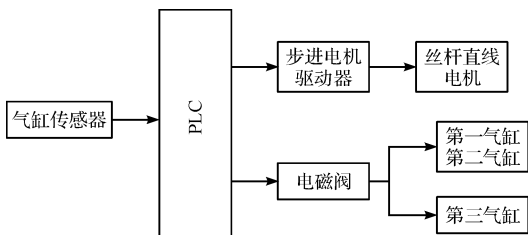


图5 控制系统结构框图

在对气缸的控制中,气缸的进气、出气主要是依靠电磁阀进行控制。由于第一气缸和第二气缸是不间断运动的气缸,在对其进行控制时,当 PLC 连接后,PLC 程序运行到该预设输出点时,PLC 便给予脉

冲信号,气缸工作;在每个气缸两端分别配有二个磁性开关对气缸内的活塞位置进行检测,当气缸运行到指定位置后,磁性开关 1 获得信号并反馈给 PLC,PLC 再次给予脉冲信号,气缸反向运动,当气缸反向运动到指定位置时磁性开关 2 获得信号并反馈给 PLC,如此往复,使得第一气缸、第二气缸能不间断来回运动。

由于第三气缸是在每次排序并将弹子送入锁具体弹性导管时才运动的气缸,当 PLC 程序运行到该预设输出点时,PLC 便给予脉冲信号,气缸开始工作,当气缸运行到指定位置后,磁性开关 1 获得信号并反馈给 PLC,PLC 将再次给予脉冲信号,气缸反向运动回到原始点,等待下一次工作指令。

由于丝杠直线电机都为步进电机,本研究将步进电机与步进电机驱动器连接,再将 PLC 与步进电机驱动器连接,当 PLC 程序运行到该预设输出点时,PLC 发送步进指令给步进电机驱动器,步进电机驱动器再控制步进电机的运动。

4 应用效果

本研究将该装置实际应用于工厂,经过试验、调试使其达到正常工作状态,并将其与工厂中传统手工装配进行对比,由于该装置是弹子装配中前期为弹子进行分离、选向及排序的机构,而传统手工装配中弹子的分离、选向及排序是同装配同时进行的,故笔者在进行对比时将弹子从分离开始,直到装配结束作为对比对象。其弹子装配效率及错误对比如表 1 所示。

表 1 弹子装配效率及错误率对比

装配方式	平均装配速度/(s·把) ⁻¹	错误率/(%)
该自动装配装置	10	0.7
手工装配	约 15~20	2.6

由于该装置是在不停地运动的,弹子的分离、选向及排序是时刻在进行的,由于对 PLC 的设置,在装配位滞留为 10 s,故该自动装配时间约为 10 s/把,而来自浙江某挂锁装配工厂的数据,其手工装配的时间按照人员的熟练程度而异,对于新手而言大体上在 40 s~60 s 之间,更有甚者会在 60 s 以上,而熟练的员工一般在 15 s~20 s 之间便可完成装配,自动装配相对于传统手工装配而言效率至少提高约 33%;对于错误率而言,由于前期是借助视觉系统对钥匙牙花进行深度检测,根据后期的分析发现,仅在极

少部分相邻的牙花非常接近的情况下会造成视觉检测错误,从而导致后期的装配错误发生约为 0.7% 左右,其余时段均没有发生装配错误的发生。而工人手工装配的错误率依旧是因人而异,对于新手而言,一次装配错误率可达到 50% 以上,而熟练工人的一次装配错误率在 2.6% 左右,错误率降低 73% 左右。

5 结束语

本研究设计介绍了一种用于挂锁装配的弹子自动分离选向排序供料装置,其主要采用上、下机体、弹子存储器、气缸、步进电机等对弹子进行分离、选向、排序。该装置可以完全代替工人手工操作,完成锁具弹子的分离、选向以及排序:

(1) 该装置分离机构采用气缸带动导管上下运动来分离弹子,结构简单、效率高;

(2) 方向选择机构充分考虑了弹子的形状特性,依靠上、下机体中的圆槽来对弹子的方向进行选择;

(3) 排序机构采用阶梯状排序机构机体存储弹子,弹子存储器在将弹子送入排序机构机体的同时又能带动排序机构机体运动,简化结构、提高效率。

该装置结构简单、运行可靠,各机构分工明确,提高了挂锁装配中弹子分离、选向以及排序的效率,降低了后续弹子装配的错误率。

参考文献 (References):

[1] 陈加超. 汽车车锁锁芯自动装配系统的研制开发[D]. 合

肥:合肥工业大学机械与汽车工程学院,2007.

[2] 倪 峥. 锁芯自动装配系统锁芯夹具的研制[J]. 机械设计与制造,2011(8):229-231.

[3] 陈加超,董玉革,王纯贤,等. 汽车车锁锁芯自动装配系统的研制开发[J]. 机械设计与制造,2008(8):197-199.

[4] 符 锐. 汽车锁芯装配控制系统研究[J]. 电子技术与软件工程,2015(8):119-120.

[5] 苏学满,吴焱明. 锁芯组装机控制系统的设计与研究[J]. 液压与气动,2007(11):31-33.

[6] 朱 广. 微型开关自动装配生产线的研制[D]. 杭州:浙江理工大学机械与自动控制学院,2010.

[7] 吕长辉. 微型零件的自动装配系统研究[D]. 大连:大连理工大学机械工程学院,2007.

[8] 王晓东,宋洪侠,刘 超,等. 基于机器视觉的微型零件测量与装配控制[J]. 哈尔滨工程大学学报,2011(9):1117-1122.

[9] 赵国庆. 安全带壳体尺寸及插锁装配视觉检测系统研究[D]. 长春:长春工业大学机电工程学院,2014.

[10] 周 猛. 图像边缘检测技术在车锁识别打码系统中的应用研究[D]. 合肥:合肥工业大学计算机与信息系统学院,2006.

[11] CAMILLO J. Automated assembly system enables lock manufacturer to meet production goals[J]. *Assembly*,2014,57(8):9.

[12] LUBOFSKY E. Vision sensors play key role in lock assembly[J]. *Control Engineering*. 2002,49(7):10.

[编辑:李 辉]

本文引用格式:

刘庆民,林 超,杨 鑫. 挂锁自动装配系统弹子选向分离供料装置设计[J]. 机电工程,2017,34(5):460-464.

LIU Qing-min, LIN Chao, YANG Xin. Automatic separating and direction selecting feeding device for padlocks' pins assembly[J]. *Journal of Mechanical & Electrical Engineering*, 2017,34(5):460-464.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>