

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2014.09.013

汽车挺柱体铜销的上料装置设计研究

白东明, 陈 勇*, 陈振华

(上海大学 机电工程与自动化学院, 上海 200072)

摘要:针对汽车挺柱体自动装配线中人工上料效率低下、达不到要求的生产节拍以及无法保证铜销表面精度等问题,对铜销的自动上料方式进行了研究,对振动料斗上料、皮带上料、料盒上料以及机械手上料等自动上料方案进行了讨论,选择了一种由料盒、机械手和接放部件组成的铜销自动上料装置设计方案,利用料盒确保铜销在存放时不会相互碰撞并保证反复上料过程的重定位精度,通过移栽机械手实现了铜销抓取以及快速移放,通过旋转接放部件使铜销在重力作用下落入了装配工位。研究表明,这一上料装置能够在确保铜销表面精度的要求下,完成了生产线流畅运行,达到了要求的工作节拍,实现了挺柱体铜销的自动上料,提高了生产效率。

关键词:挺柱体;铜销;上料装置;机械手

中图分类号:TH39;TH122

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2014)09-1159-04

Study of automatic loading mechanism for brass pin of valve tappet

BAI Dong-ming, CHEN Yong, CHEN Zhen-hua

(School of Mechatronics Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: Aiming at the problem of the inefficient artificial feeding, the production cycle which cannot meet the requirements and the surface finish of the brass pin which cannot be ensured of the automotive valve tappets' assembly line, an automatic brass pin fitting device was studied. Several automatic feeding schemes such as vibrating hopper, belt conveyor, cartridge and gantry robot were discussed. An automatic feeding scheme consisting of the cartridge, the gantry robot and the receiving and dropping mechanism was chosen. The repetitive positioning accuracy and anti-collision between the pins were guaranteed by the cartridge; the pin grabbed and travelled rapidly were affected by gantry robot; the pin fitted in the right place was completed by the receiving and dropping mechanism which can turn over right-angle to make the pin drop in assembly station by means of its gravity. The results indicate that this device makes the assembly line run smoothly, improves productivity and ensures the surface finish of the brass pin.

Key words: valve tappet; brass pin; fitting device; gantry robot

0 引 言

自动化生产装配线因其生产效率高、劳动强度小、产品质量能够得到充分保证等突出优点,正越来越多地应用在制造业生产的方方面面。使用高质量、高性能的自动装配设备可以使企业实现产值的提升,减少产品次品率,有效节约生产成本^[1],因此大力发展自动化装配设备已成为现代工业自动化发展的必然趋势。

挺柱体是汽车发动机配气机构中的重要部件,由零件体、球面座、铜销和滚轮组成,其作用是将凸轮的推力传递给推杆或气门杆并承受凸轮轴旋转时所施加

的侧向力,并将其传给机体或气缸盖^[2]。挺柱体可以分为普通挺柱体和液力挺柱体两种,而气门顶置式配气机构采用的挺柱有筒式和滚轮式两种结构形式^[3],本研究涉及的生产对象为滚轮式挺柱体,材料有碳钢、合金钢、镍铬合金铸铁和冷激合金铸铁等^[4]。较为常见的自动上料装置有利用链条链轮驱动运输单元进行循环式上料的上料装置、利用气缸导杆进行推动到位的上料装置以及采用圆盘式回转料仓进行换料的上料装置^[5-8]等。为了适应高效率和高质量的自动化挺柱体生产线,笔者研制一种由料盒、移栽机械手以及接放装置组合的铜销自动上料装置。

收稿日期:2014-01-15

作者简介:白东明(1989-),男,辽宁朝阳人,主要从事为计算机辅助技术方面的研究。E-mail:hadescin@163.com

通信联系人:陈 勇,男,高级工程师,硕士生导师。E-mail:chenyong@shu.edu.cn

1 技术要求

铜销自动点燃装置如图 1 所示。其技术要求如下：

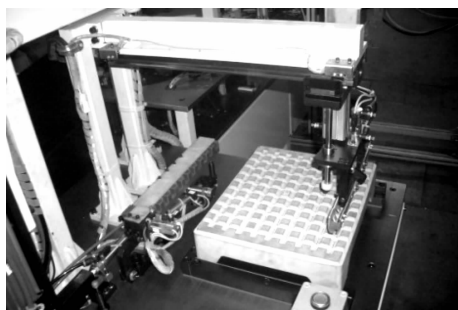


图 1 铜销自动上料装置

(1) 为确保铜销的表面精度要求, 应保证上料过程中铜销不受到上料装置或零件相互之间摩擦而导致的损伤。

(2) 通常配有装配机器人的柔性化装配线, 生产节拍在 1 min 之内^[9], 因此为了保证生产线流畅运行, 达到最大生产效率, 既不使装配无料可装, 也不使铜销积压在装配线上, 根据装配时间, 上料装置的工作节拍应为上料 4~8 件/分。

(3) 上料装置要与装配工位以及其他装置相互协调, 不能发生干涉。

2 方案设计

根据挺柱体铜销装配流程, 上料装置由存放装置、移栽装置以及接放装置组成, 由移栽部件将铜销由存放装置移至接放部件, 再由接放部件完成上料。

在设计的过程中有 4 种方案, 分别为:

(1) 采用振动料斗上料, 使铜销沿着螺旋轨道由低到高移动, 并自动排列定向, 直至上部出料口而进入输料槽, 然后由送料机构送至相应工位。这种上料方式可以自动排序上料, 自动定向, 实现不同工件的定向传输^[10], 但振盘会碰伤铜销的外表面, 且铜销间的不断碰撞也会刮伤铜销的外表面。

(2) 采用皮带机传送上料, 铜销的数量以及传送到指定位置后的方向不定, 控制困难, 且无法保证铜销的表面不受到磨损。

(3) 采用料盒上料方式, 将料盒置于高处, 使铜销在重力作用下沿一定轨道滚动传送至相应工位, 采用挡板进行定位, 这种上料方式较为快捷, 但是铜销在下落以及滚动过程中会互相碰撞导致表面损伤。

(4) 采用机械手上料方式, 将机械手装在工作台上, 由气缸控制机械手的升降与开合, 由伺服电机驱动丝杠带动工作台将工件由料盒移动至接放部件, 而后

由接放部件完成上料。为防止抓取过程对铜销的表面精度造成影响, 可在机械手夹持部位增加一层缓冲层。本研究采用利用料盒、移栽机械手以及接放部件共同实现铜销自动上料的方案, 上料装置图如图 2 所示。

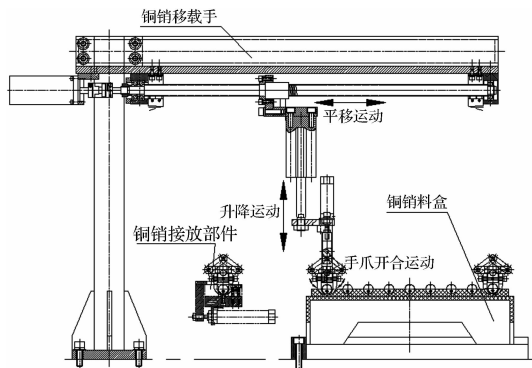


图 2 上料装置图

3 关键结构设计

3.1 料盒

由于挺柱体表面精度要求比较高, 必须避免与其他零件碰撞, 将存储方式设计为料盒式存储。在设计料盒的过程中通常要考虑料盒的承重、尺寸、材料、形状等多个因素。根据生产线的具体要求, 一个料盒可以存储 9×10 的铜销, 为了机械手抓取方便, 料盒的表面必须采用条状通槽的方式, 此外, 料盒中的零件全部上料结束后, 需要人工更换料盒, 为了保证重复定位精度, 需要对料盒进行定位, 本研究采用的定位方案为在放置料盒的部位增加定位块, 以保证重复定位精度, 最终设计的料盒结构如图 3 所示。

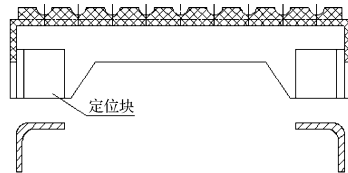


图 3 料盒结构示意图

通槽的底部开有小的半圆槽以防止铜销自由滚动。另外料盒的设计过程中还要充分考虑运输的便利, 因此, 每个料盒的底部同另一个料盒的上半部分, 都做成嵌入式结构。这样便可以在运输和存放时采用叠放的方式。

3.2 移栽机械手

上料机械手装置主要由上料机械手、铜销料盒以及挡板组成, 其中上料机械手由立柱、横梁、伺服电机、联轴器、滚珠丝杠副、丝杠前后轴承组、丝杠前后位微动开关、平移直线导轨副、升降气缸、升降直线轴承导杆、手爪开合气缸、末端执行器等组成, 其结构示意图如图 4 所示。

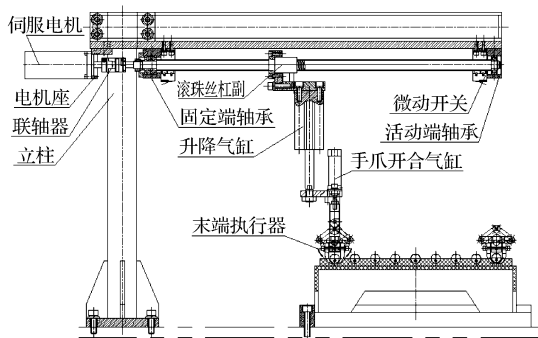


图4 上料机械手装置结构示意图

上料机械手工作方式是通过控制伺服电机带动丝杠使工作台水平移动,当工作台移动至料盒处,通过控制升降气缸使机械手夹持部位降下,降下过程中通过控制开合气缸使夹持部位打开,准备夹持铜销,当手爪降至铜销处,再控制夹持部位闭合,实现抓取,随后使机械手升起,而后工作台移动至工位,再通过控制升降气缸以及开合气缸实现上料。

3.3 末端执行器

末端执行器的设计时应考虑以下几个要点:①具有足够的握力(即夹紧力)以保证工件不致产生松动或脱落;②手指间应具有一定的开闭角,保证工件能顺利进入或脱开;保证工件准确定位;③具有足够的强度和刚度^[11]。

考虑被抓取对象的表面精度要求,根据机械手的工作需要,本研究设计的机械手的末端执行器结构是一支点两指回转型,由于工件多为圆柱形,故手指形状设计成U型,可以保证被抓取铜销在自身重力作用下自对中,手指结构如图5所示。

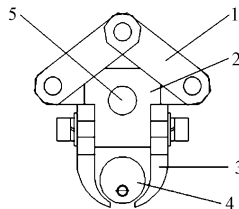


图5 上料机械手爪结构示意图

1—抓手连杆(2根);2—抓手转动块(2个);3—抓手(2块);4—铜销;5—导杆

手爪固定于抓手转动块与抓手支撑块上,抓手转动块与抓手支撑块由导杆连接,均绕导杆旋转,抓手连杆与抓手转动块分别成对由销轴连接,可相对转动,而抓手连杆另一端用销轴与气缸相连。气缸为主动件,提供动力带动抓手连杆,使其带动其余部件达到手爪开合。

在手爪夹紧状态中,手爪成U字型,爪尖位于铜销下方,手爪对铜销没有加紧作用,爪尖距离小于铜销直径,手爪爪尖部分做出相应铜销的弧形,可以方便的

将铜销托起,这样不仅可以防止手爪与铜销接触所造成的摩擦损伤,而且托起铜销时也可防止其不稳定摇晃。此时导杆中心与手爪爪尖的夹角为 14° 。导杆中心与抓手连杆同心距离为19 mm。

在手爪张开状态中,爪尖距离大于铜销直径,导杆中心与手爪爪尖的夹角为 34° 。导杆中心与抓手连杆同心距离为23 mm。由此可以确定手爪开合气缸行程为4 mm。

3.4 接放部件

铜销接放部件的作用是接受铜销移栽部件送到的一排铜销,逐个地送到铜销冷冻部件的入口处,令其在重力作用下落入装配工位的液氮冷冻罐。铜销接放部件结构示意图如图6所示。接放部件主要由铜销料槽、盖板、盖板气缸、翻转臂、翻转气缸、接放块、接放气缸、接送块、销送液氮气缸、油压缓冲器、接近开关、光电开关等零件组成。

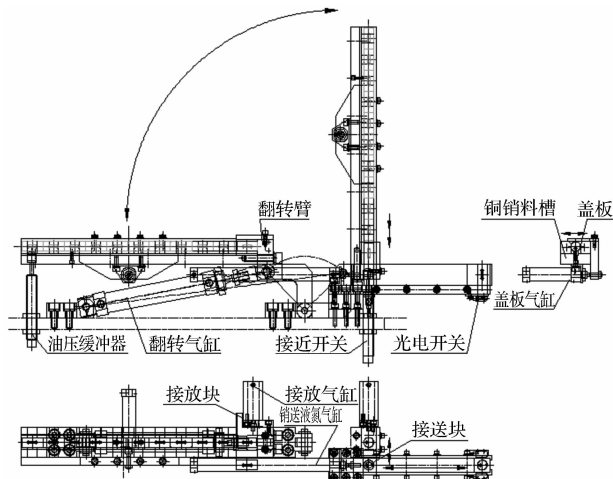


图6 铜销接放部件结构示意图

当铜销移栽部件的机械手爪将一排铜销放到铜销料槽内并退到安全区,首先盖板气缸将盖板盖上,翻转气缸带动翻转臂和铜销料槽(水平状态)翻转到竖立状态,铜销靠自重的作用逐个进入到接放块上的铜销孔内。然后接放气缸伸出,将接放块推到接送块上方,接放块上的铜销进落到接送块上的铜销孔内。最后销送液氮气缸伸出,将接送块推到铜销冷冻部件的入口上方,铜销靠自重的作用进入到装配工位的液氮罐进行冷冻处理。油压缓冲器安装在翻转部分的两端,作用是使翻转气缸带动翻转臂和铜销料槽翻转时动作平稳无冲击。接近开关安装在接送块接销位的下面,以检测接放块送出的铜销是否到位,如料槽内一排铜销已经送完,则翻转气缸带动翻转臂和铜销料槽返回,等待铜销移栽机械手上料。光电开关是对射式的,安装在接送块送销位的下面,以检测接送块送出的铜销是否进入到液氮罐。

4 关键部件设计与计算

4.1 气缸

根据手爪负载重量为 5 kg, 选定气缸规格为: CDQ2A20-50DM。

4.2 传动部件

为了保证装配的效率, 上料装置工作节拍应为 4~8 件/分, 取 6 件/分, 料盒与工位之间的距离约为 1 m, 考虑夹取与上料所需时间, 工作台移动速度应为 0.3 m/s。伺服电机轴向负载为 150 N, 考虑到启动加速度以及工作台与导轨之间的滑动摩擦, 取总负载为 250 N, 根据负载功率公式:

$$K_{\text{负}} = F \cdot V \quad (1)$$

将数值代入上式, 可得负载功率为 75 W。由于上料机械手装置属于精密伺服系统, 应减少刚性冲击, 故选用弹性联轴器, 根据系统效率公式:

$$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \quad (2)$$

上式中联轴器效率 $\eta_1 = 0.99$, 滚珠轴承效率 $\eta_2 = 0.99$, 滚珠丝杠副效率 $\eta_3 = 0.90$, 解得所以系统总效率 $\eta = 0.882$; 根据电机功率公式:

$$P_{\text{电}} = K_{\text{负}} / \eta \quad (3)$$

可求得电机功率为 85.03 W, 选用额定功率为 100 W 的松下 MSMD 系列电机, 额定转矩 0.32 N·M, 最大转矩 0.48 N·M, 额定转速为 3000 r/min, 最大转速为 5000 r/min。

选取丝杠时首先确定滚珠丝杠的导程, 根据丝杠导程公式:

$$P_n = \frac{V}{n} \quad (4)$$

代入可得 $P_n = 6$ mm, 取导程为 10 mm, 根据转速公式:

$$n = \frac{V}{P_n} \quad (5)$$

可求得转速 $n = 1800$ r/min, 电机转速小于额定转速, 丝杠校核通过。初步决定选择 NSK 精密滚珠丝杠 V 系列, 根据导程以及工作台的工作行程的综合考虑, 选择 VFA1510C7S-1000 型(中导程), 导程 10 mm, 公称直径为 15 mm。根据丝杠校核公式:

$$F_k = \frac{f_k \pi^2 EI^2}{Kl_s^2} \geq F_{\text{max}} \quad (6)$$

取 $f_k = 4$; 式中丝杠长度 $l_s = 1120$ mm, 小径 $d = 12.2$ mm; 钢的弹性模量 $E = 2.1 \times 10^5$ MPa; K 为压杆稳定系数, 一般

取 2.5~4, 这里取 $K = 3$; 丝杠小径的截面惯性矩公式:

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (7)$$

将数值代入公式(6)并联立公式(6,7)可得 $F_k = 2395.68$ N ≥ 250 N, 故丝杠强度符合设计要求。

根据丝杠公称直径, 选择弹性联轴器为 TL1 弹性套柱销联轴器, 其内径范围 9 mm~14 mm, 最大转矩 6.3 N·m; 选择滚动轴承型号为 60101, 其主要参数为: $d = 12$ mm, $D = 28$ mm, $B = 8$ mm。

5 结束语

本研究设计的铜销上料装置符合相应的设计要求, 达到了在保护铜销表面精度的要求下实现上料的目标; 该装置与装配工位、滚轮上料装置相互协调, 不发生干涉; 不仅在铜销自动装配生产线上可以应用该装置, 对于其他具有表面精度要求的柱状零件的上料问题也是很好的解决方案。

参考文献(References):

- [1] 姜帆, 杨振宇, 何佳兵. 自动化装配设备的总体设计[J]. 机电工程技术, 2011, 40(7): 131-133.
- [2] QIN Wen-jie, SHEN Jie. Multibody System Dynamics Modelling and Characteristic Prediction for One Diesel's Valve Train[C]// Proceedings of Second International Conference on Information and Computing Science. Manchester: [s. n.], 2009: 45-48.
- [3] 刘刚. 发动机配气机构及链传动系动力学分析及性能优化[D]. 上海, 上海交通大学机械与动力工程学院, 2009.
- [4] 赵会军, 袁宝良, 李晓娟, 等. 挺柱/凸轮材料配对实验研究[J]. 现代汽车用力, 2013(2): 48-51.
- [5] 刘江, 齐风华, 徐世昌. 倒置式车铣复合加工中心自动上料装置的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2011(6): 91-93.
- [6] 熊隽. 挺柱自动装配设备的结构设计[J]. 制造技术与机床, 2013(7): 52-54.
- [7] 姜帆, 杨振宇, 何佳兵. 自动化装配设备的总体设计[J]. 机电工程技术, 2011(7): 139-141, 181-182.
- [8] 王家珂. 圆盘式机油冷却器自动装配线上料装置的设计[J]. 机械工程与自动化, 2009(4): 106-110.
- [9] 孙立琴. 汽车发动机和变速箱自动化装配技术[J]. 工艺与装备, 2009(3): 59-62.
- [10] 童鲁海. 长尾夹自动装配线的上料装置[J]. 轻工机械, 2008, 26(2): 85-87.
- [11] 高秀兰. 齿轮毛坯自动上料机械手的设计[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2001(6): 46-48.

[编辑:程浩]

本文引用格式:

白东明, 陈勇, 陈振华. 汽车挺柱体铜销的上料装置设计研究[J]. 机电工程, 2014, 31(9): 1159-1162.

BAI Dong-ming, CHEN Yong, CHEN Zhen-hua. Study of automatic loading mechanism for brass pin of valve tappet[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2014, 31(9): 1159-1162.

《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>