

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2019.06.015

# 一种电机轴承卧式安装自动化生产设备\*

丁述勇<sup>1</sup>, 丁文洁<sup>2</sup>, 赵武云<sup>2</sup>, 张 征<sup>3\*</sup>, 任 芸<sup>1</sup>

(1. 浙江工业大学 之江学院, 浙江 绍兴 312030; 2. 甘肃农业大学 工学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

**摘要:**针对传统人工装配电机轴承效率低,且立式的电机轴承自动化安装方法存在占地面积较大、通用化程度低、设备复杂且成本高的缺点,提出了一种卧式的电机轴承安装自动化方法及设备。该方法采用了电机主体与所安装轴承的定位轴心线同轴水平放置方式,利用了电机主体和轴承部件轮廓外圆的特点,选择了V型块水平放置以定位电机主体和轴承,使轴承的上料与定位完全实现了自动化;设计了卧式的轴承上料装置、装配机构、自动传输机构、PLC控制系统。优化结果表明:该卧式电机轴承安装设备通用自动化程度高、机构简单、占地空间小、安全性好。

**关键词:**电机;轴承;自动化生产设备;PLC;上料装置

中图分类号:TH161+.7;TH182

文献标志码:B

文章编号:1001-4551(2019)06-0633-04

## Automatic production equipment of motor bearing horizontal mounting

DING Shu-yong<sup>1</sup>, DING Wen-jie<sup>2</sup>, ZHAO Wu-yun<sup>2</sup>, ZHANG Zheng<sup>3</sup>, REN Yun<sup>1</sup>

(1. College of Zhijiang, Zhejiang University of Technology, Shaoxing 312030, China; 2. College of Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 3. College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

**Abstract:** Aiming at the low efficiency of traditional manual assembly motor bearings, and the vertical installation method has some shortcomings such as large area coverage, low generalization, complex equipment and high cost, a method and equipment of automatic installation of motor bearings based on horizontal type was put forward. A coaxial horizontal arrangement of the main motor and the positioning axis of the mounted bearing were adopted. The characteristics of the outer circumference of the main motor and the bearing component was used, to select the horizontal placement of the V-shaped block to position the main motor and the bearing, so that the feeding and positioning of the bearing are completely automated. The bearing feeding device, assembly mechanism, automatic transmission mechanism and PLC control system of horizontal installation equipment were designed. The results show that the equipment has a high degree of general automation, simple mechanism, small space occupation, good safety performance.

**Key words:** motor; bearings; automated production equipment; PLC; feeding device

## 0 引 言

电机装配生产中,电机的轴承装配有两种方法:直接压入装配和加热轴承内圈装配<sup>[1]</sup>。小型电机多采

用直接压入方式,适宜自动化大批量生产;较大型电机由于过盈量较大,直接压入容易损伤装配表面,故采用加热方式,目前还难以实现完全自动化。

国内中小电机企业的电机轴承安装大多依靠人工

收稿日期:2018-11-17

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51675485,51606167);浙江省杰出青年基金资助项目(LR18E050002)

作者简介:丁述勇(1974-),男,黑龙江东宁人,硕士,讲师,主要从事机械工程及自动化方面的研究。E-mail:149882590@qq.com

通信联系人:张征,男,副教授,博士生导师。E-mail:zzhangme@zjut.edu.cn

安装,工作强度大,废品率高,生产效率低。目前,国内具有一定规模的电机制造企业已经开始使用专用自动化设备,代替人工装配,提高了生产效率<sup>[2-4]</sup>。目前,实际生产中效率较高的是气动自动化立式安装方法,该方法电机主体与轴承同轴垂直放置定位,使用气动力自上向下垂直压入轴承,由 PLC 控制设备的动作次序,生产效率提高,如苏州恩意精密机械有限公司使用减速电机作为装配动力源,加以丝杠传动等机械结构将轴承自上而下压入电机转轴<sup>[5]</sup>;嵊州市正德电机有限公司也采用立式安装方法将轴承自上而下压入电机转轴<sup>[6]</sup>;余胜东<sup>[7]</sup>设计出了用于电机轴承安装的全自动化设备,装配动力源采用气动力,立式装配,设备采用 3 个工位,首末工位将两端轴承分两次竖直压入电机转轴,中间工位实施了电机主体的竖直翻转。但是,目前国内外对卧式电机轴承的安装研究鲜有报道。

如果采用立式安装方法,电机两端轴承需要分两次压入,装配位置也需要两次定位。如若完成轴承装配动作的自动化,就需要在同一设备上至少设计出两个工位,可将第一个轴承压入和电机主体翻转在同一工位完成,增加了生产时间。三工位的设计可优化自动传输速度,但延长了自动传输生产线,设备占地面积大。而基于立式安装方法的设备,由于轴承与电机主体的轴心定位线是同轴垂直方向,难以利用滚动的特点设计出机械式自动上料装置,轴承的自动上料装置难以实现自动化;对电机主体要进行竖直自动翻转,也即采用机械手装置,机械手装置结构复杂、成本较高,轴承与电机主体的直接定位比较困难,定位机构也变得复杂。通过简单设置机械手结构与定位机构的方法难以适应不同类型电机的生产,造成立式安装设备的通用化程度低。实际生产中,部分电机轴承装配自动化生产企业,也存在一些问题,如上料装置设计不合理,需要工人看守;定位装置设计不合理,造成自动定位时间过长;其中,部分企业自动装配动力还采取液压形式,动作缓慢<sup>[8-10]</sup>。因此,出于生产设备通用化、经济性的考虑,有必要对电机轴承安装设备进行优化。

本文将设计一套基于卧式方法的轴承自动化安装设备,完成电机转轴两端轴承的卧式自动安装。

## 1 总体机械设计

电机轴承卧式安装设备主要包括物料输送装置、夹定位装置、装配机构和轴承上料装置,其安装设备示意图如图 1 所示。

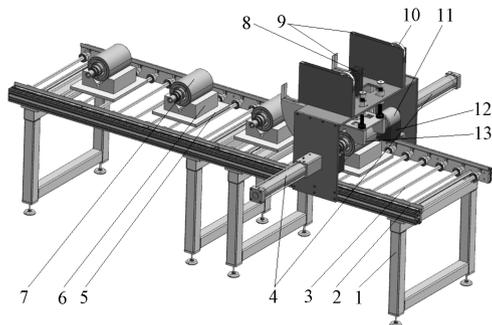


图 1 电机轴承卧式安装设备

1 - 支撑腿组件; 2 - 滚道型材; 3 - 辊道(带导向结构); 4 - 左右轴承安装气缸; 5 - 随行夹具托板; 6 - 随行夹具 V 型块; 7 - 待装电机体(工件); 8 - 工件夹紧气缸; 9 - 轴承料仓; 10 - 待装轴承; 11 - 轴承安装冲头; 12 - 轴承定位 V 型块; 13 - 工件夹紧 V 型块

在生产设备的上工序采用自动化机械或人工把 7 (待装电机体(工件))放置在电机托盘上,电机托盘是使用 6 (随行夹具 V 型块)定位电机,6 (随行夹具 V 型块)与下方 5 (随行夹具托板)固定成一体形成随行夹具。随行夹具的运动方向性由其下方辊道上的限位槽装置保证(可适应不用类型电机装配时随行夹具)。装载电机主体的随行夹具通过辊道传送到待安装位置时,光电传感器感应到位置时发送命令,此时传送停止。

传送带运输动作自动化设计如下:由一个反射式光电开关加上一组光电对管构成工位判断信号,反射式光电开关判定 7 (待装电机体(工件))是否到来,若到来则启动光电对管,光电对管在 6 (随行夹具 V 型块)凹口位置处产生电信号,令履带电机暂停,传送停止。并使 8 (工件夹紧气缸)动作。夹紧气缸动作如图 2 所示。

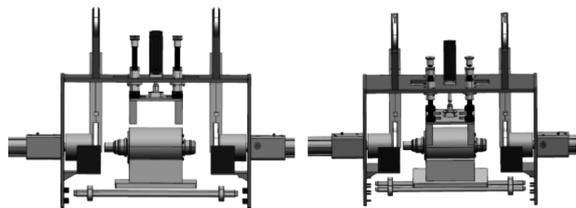


图 2 夹紧气缸动作

8 (工件夹紧气缸)动作使 13 (工件夹紧 V 型块)下压,同时通过电机圆周表面自动微调 5 (随行夹具托板)的位置,使 13 (工件夹紧 V 型块)与 6 (随行夹具 V 型块)自动对心。若 6 (随行夹具 V 型块)没有携带 7 (待装电机体(工件)),则不启动光电对管,该空装的随行夹具就会随输送辊道一直运动,不会停留在装配工位上。轴承装配动作如图 3 所示。

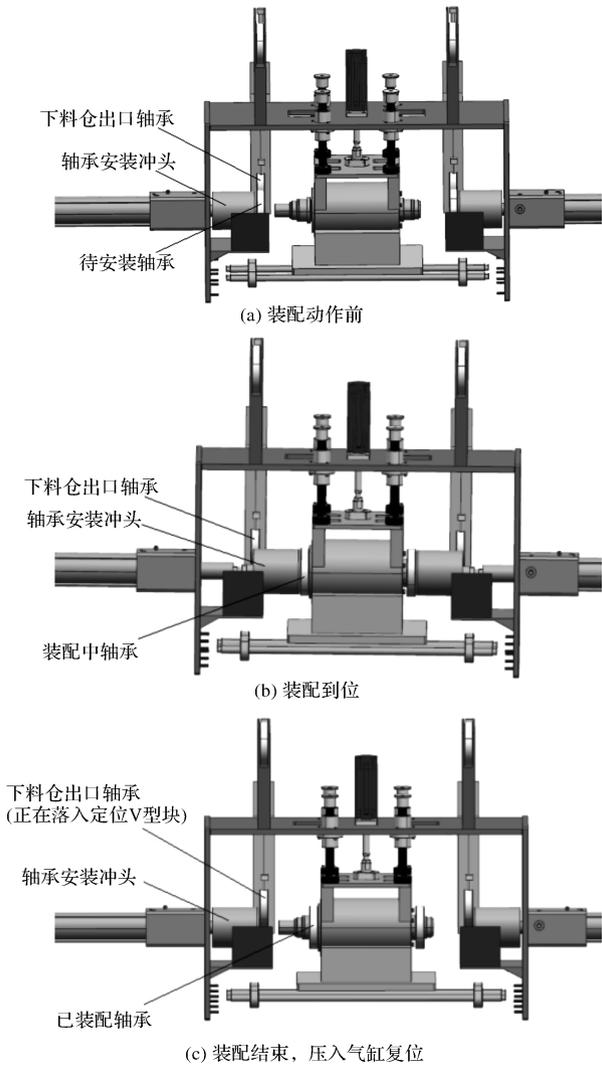


图3 轴承装配动作

轴承装配动作前,待安装轴承已通过9(轴承料仓)自动落入到位12(轴承定位V型块)上,所有安装中心轴线依靠6(随行夹具V型块)和12(轴承定位V型块)保证同心精度;轴承装配中,4(左右轴承安装气缸)推动其上安装的11(轴承安装冲头),将轴承推出到装配完成位置(注意冲头结构的受力点一定要作用在轴承内圈上),然后4(左右轴承安装气缸)和8(工件夹紧气缸)复位;履带电机重新启动,3(辊道)继续传送,进行下一个电机轴承的安装。

利用轴承部件轮廓外圆滚动与形体可规则排序的特点,本文设计出机械式上料装置,靠轴承自身重力自动落入定位V型块。该轴承自动上料料仓示意图如图4所示。

在4(左右轴承安装气缸)动作时,11(轴承安装冲头)同时起着自动上料机构中的隔料器作用。为减少11(轴承安装冲头)所受轴承压力,而不至于使4(左右轴承安装气缸)中活塞杆变形,把9(轴承料仓)分为

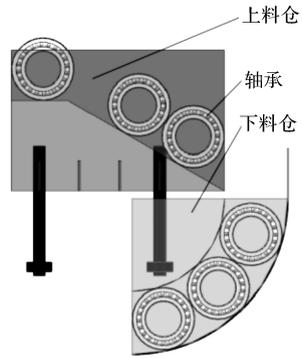


图4 轴承自动上料料仓

上、下两个料仓,同时减少带有导向装置的下料仓承载的轴承数量,而不发生变形。料仓由铁皮焊接而成。轴承从上料仓由于重力作用顺序落入下料仓入口,下料仓轴承数量始终保持一定,下料仓中最近出口处轴承在11(轴承安装冲头)复位时会沿轨道自动落在12(轴承定位V型块)上。在上料仓出口处装有反射式光电开关,若出口处无轴承,则报警。

## 2 PLC 控制系统设计

控制系统使用PLC作为控制元件,以按键开关或触摸屏作为操作的输入信号,各气缸上的磁环开关作为到位检测输入信号,PLC控制电磁阀,气动系统在电磁阀的控制下,实现气缸的动作,最终完成整个系统的控制<sup>[11]</sup>。

其控制系统框图如图5所示。

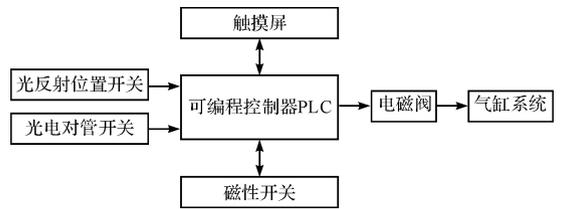


图5 控制系统框图

PLC输入端有6个开关输入信号,主要包括反射光电位置传感器、光电对管下跳变信号、夹紧气缸磁性开关、左右气缸磁性开关信号和料仓无料报警信号。PLC主要采用继电器输出控制3个气缸的电磁阀、电机等,光电对管输出采用开关量直接输出。

PLC控制自动化流程图如图6所示。

设备具有以下特点:

- (1)采用通用自动传送辊道运输工件;
- (2)设计出组合位置开关,准确定位有效装配加工位置;
- (3)设计出特制随行夹具定位夹紧电机主体,在设备主体上设计出3个V型块保证装配同轴度要求,完成装配工件一次定位,一次安装;

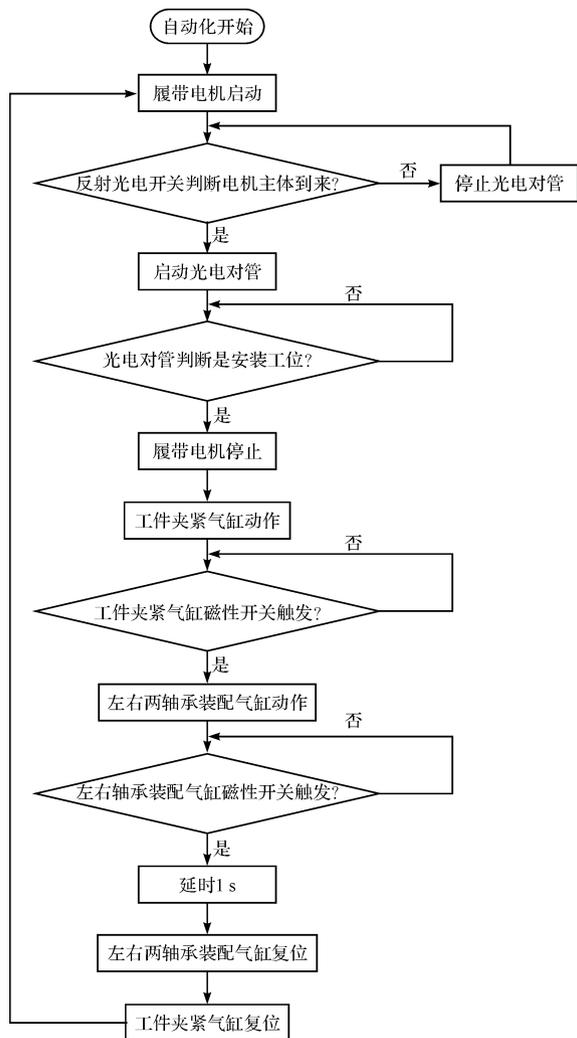


图 6 PLC 自动化控制流程图

(4) 设计出简单有效的机械自动上料装置；

(5) 装配动力源为气动方式,设计出套管式冲压头对轴承内圈完成施力、保压；

(6) 调整左右 V 型块安装位置适应装配同轴度要求;调整各气缸磁性开关位置适应不同冲程；

(7) 采用 PLC 完成设备自动化控制。

### 3 对比试验

本研究对某电机生产企业进行了调研,并针对同一类型的小型电机进行了轴承安装,分别采用人工生产方式和自动化装配机床,整理出日产量与投入人工时间的数据,经过类比推算后形成 3 种装配方式的生产效益对比表,如表 1 所示。

表 1 不同装配方式生产效益对比

	单人工 装配	立式自动 化装配	卧式自动 化装配
单个电机轴承装配最大时间/s	15	8	4
日工作时间/h	8	24	24
日有效工时/h	6	24	24
日装配可达产量/只 (取决于自动化传送带速度)	1 400	15 000	16 000
日辅助人工工时 (人工加料等)/h	无 (已含)	累计 4	累计 2
占地面积 (单人)	最小	较大	较小
设备成本与维护费用	最低	较高	较低
生产效益	最低	高	最高

### 4 结束语

针对立式的电机轴承安装存在的缺点,本文提出了一种卧式的电机轴承安装设备,该设备采用了电机主体与所安装轴承的定位轴线同轴水平放置方式,利用了电机主体和轴承部件轮廓外圆的特点,选择了 V 型块水平放置以定位电机主体和轴承,使轴承的上料与定位完全实现了自动化。

对比试验结果表明:该卧式电机轴承安装设备自动化、通用化程度高,机构简单、占地空间小、安全性好。

### 参考文献 (References) :

- [1] 张丽杰. 电动机滚动轴承装配工艺及方法[J]. 科技与企业, 2012(11) :333.
- [2] 白政民, 晁艳普. 动力电机自动化装配 CPAC 控制系统设计[J]. 机械设计与制造, 2017(8) :47-49.
- [3] 朱华炳, 王 龙, 涂学明, 等. 基于 ECRS 原则与工序重组的电机装配线产线平衡改善[J]. 机械设计与制造, 2013(1) :224-229.
- [4] 张明建, 曾伟明. 基于机器视觉的小型电机自动装配研究[J]. 制造技术与机床, 2017(6) :124-128.
- [5] 潘 丽. 一种汽车风扇电机轴承装配机的电动压入机构[P]. 中国:CN203649823U, 2014.
- [6] 宋秋永. 一种用于压紧电机轴承的装置[P]. 中国:CN206623038U, 2017.
- [7] 余胜东. 电机轴承自动装配机床[P]. 中国:CN108213947A, 2018.
- [8] 叶金玲, 周钦河, 赖乙宗. 自动化生产线机械手全气动控制系统设计[J]. 制造技术与机床, 2014(4) :79-82.
- [9] 金 燕, 刘少军. 圆盘类零件加工自动上下料系统设计[J]. 机床与液压. 2018, 46(16) :41-44.
- [10] 伍 英, 周 旭, 吴祖国. 轮毂轴管淬火生产线自动上下料装置的研制[J]. 机床与液压, 2016, 44(3) :24-26.
- [11] 边娟娟. 基于 PLC 与 MCGS 的定量灌装控制系统设计与实现[J]. 包装与食品机械, 2018(3) :70-73.

[编辑:张 豪]

### 本文引用格式:

丁述勇, 丁文洁, 赵武云, 等. 一种电机轴承卧式安装自动化生产设备[J]. 机电工程, 2019, 36(6) :633-636.

DING Shu-yong, DING Wen-jie, ZHAO Wu-yun, et al. Automatic production equipment of motor bearing horizontal mounting[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2019, 36(6) :633-636.   
《机电工程》杂志: <http://www.meem.com.cn>