

全自动攻丝机结构设计及控制

金牧娜¹, 谢光辉¹, 封明亮¹, 王光建²

(1 重庆电子工程职业学院, 重庆 401331; 2 重庆大学机械传动国家重点实验室, 重庆 400044)

摘要: 针对五金标准件以及非标准零件的内孔加工, 设计了一种全自动攻丝机。首先, 设计了全自动攻丝机的整体结构, 并阐明了其工作原理; 其次, 对一维推进器和攻丝判断装置等主要部件的设计原理进行了分析; 最后, 对全自动攻丝机的控制系统进行了硬件和程序设计。全自动攻丝机的成功应用表明了其设计的合理性。

关键词: 全自动攻丝机; 可编程逻辑控制器; 一维推进器; 变频器

中图分类号: TP18 文献标志码: A 文章编号: 1671—3133(2016)05—0080—04

DOI: 10.16731/j.cnki.1671-3133.2016.05.017

Mechanical design and control for automatic tapping machine

Jin Mina¹, Xie Guanghui¹, Feng Mingliang¹, Wang Guangjian²

(1 Chongqing College of Electronic Engineering, Chongqing 401331, China; 2 The State Key Laboratory of the Mechanical Transmission, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: An automatic tapping machine is designed and applied to the hole processing for hardware standard and non-standard parts. Firstly, the overall structure of tapping machine is put forward and its principles is clarified. Secondly, the design principle of one-dimensional thrusters and tapping judgement device is analyzed. Lastly, hardware and program of control system are desinged for the automatic tapping machine. The successful application of the device shows the rationality of the design.

Key words: automatic tapping machine; Programmable Logic Controller(PLC); one-dimensional thrusters; frequency converter

0 引言

对于工件的内孔, 工业厂矿常采用普通攻丝机手工操作完成攻丝; 但这种工艺极不方便, 且成本高、效率低, 特别是对于需批量加工的零件, 加工难度较高。为解决这些问题, 一些实现自动操作的自动攻丝设备^[1]逐渐进入市场并广泛被用户接受。为响应国家提出的节能减排政策, 针对普通或旧攻丝机的数控化改制或提升的机床再制造技术亦存在广阔的推广应用前景。改制或提升后的自动上、下料攻丝机应向节能、数控化和环境友好方向发展, 以期达到降低成本、减小污染和节约能源的目的。

针对五金标准件以及非标准小零件的内孔加工, 本文基于普通钻攻机改制而开发了一种全自动攻丝机^[2-3], 该全自动攻丝机具备零件的自动送料、攻丝和落料等功能, 可实现全自动无人化内孔攻丝作业, 具有节拍迅速、精度高、稳定性好、自动化程度高、适用性广、环境友好和成本及能耗低等特性。

1 全自动攻丝机结构

全自动攻丝机结构如图 1 所示。

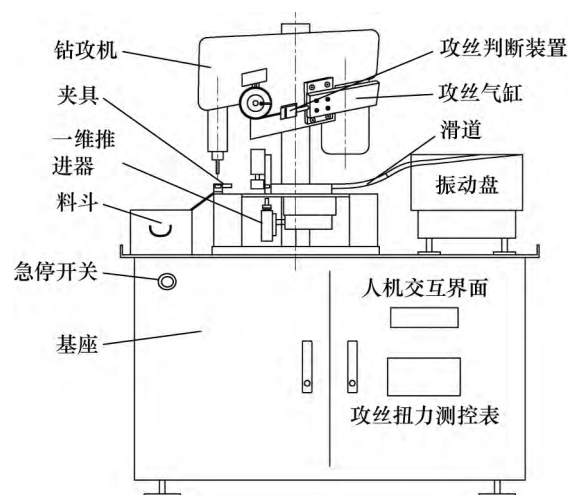


图 1 全自动攻丝机结构

全自动攻丝机主要由钻攻机、攻丝判断装置、一维推进器、振动盘、滑道、夹具、料斗、基座(包含 PLC

等控制器)、人机交互界面和攻丝扭力测控表等组成。其主要运行原理如下:振动盘将需攻内孔的工件沿滑道依次送入一维推进器,一维推进器将工件送入夹具;当工件到位后,攻丝气缸缩回(机床刚上电时,攻丝气缸处于伸出状态),拖动链条并驱动钻攻机主轴下行攻丝;当旋转的丝锥头部抵住工件时,安装于攻丝判断装置上的拉力传感器会检测到链条拉力突然增加,当拉力超过一定值时,攻丝气缸伸出,链条处于松弛状态,钻攻机主轴开始攻丝;攻丝结束后,主轴靠扭簧作用自动退回初始位置,等待下一次攻丝循环。

1.1 一维推进器设计

为了将来自振动盘的工件准确地送入夹具等待攻丝,设计了一维推进器,如图2所示。一维推进器主要包括支座、滑道、推送气缸A、顶升气缸B和定位检测气缸C,所有气缸皆具有检测活塞位置的功能,即能通过磁性开关检测活塞的上止点和下止点。其中,定位检测气缸上还设置有工件检测传感器,目的是检测从滑道进入的工件是否已到规定位置;顶升气缸固定安装于推送气缸活塞杆头部,顶升气缸活塞杆顶部连接有直径略小于工件内孔的芯轴,用于将工件套入芯轴内,以便于推送;推送气缸用于将顶升气缸所携带的工件平稳地推进夹具。

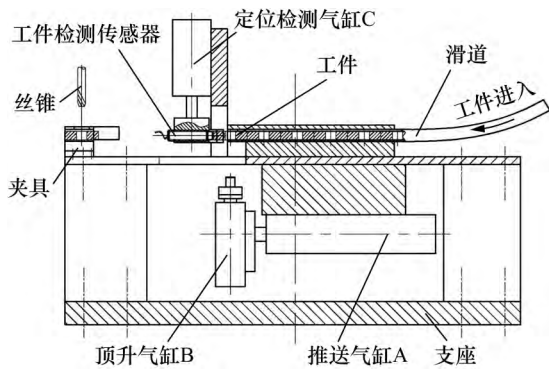


图2 一维推进器

为实现工件的顺利送料,将一维推进器单个送料循环周期分为如下运行阶段。

1) 初始阶段。定位检测气缸活塞杆伸出,工件由于振动盘作用沿滑道进入定位检测气缸活塞杆下端的V型槽内,工件检测传感器检测到工件后,向PLC发出下一步执行信号。

2) 顶升阶段。顶升气缸活塞杆伸出,并将工件套入活塞杆头部的芯轴内。

3) 推进阶段。定位检测气缸活塞杆缩回到位后,推进气缸推送携带待攻丝零件的顶升气缸前行,并将

零件放入夹具,同时将已攻丝零件推出夹具而落入料斗。为防止工件到位后出现抖动,推送气缸伸出到位后,需延时大约1s。推进阶段示意图如图3所示。

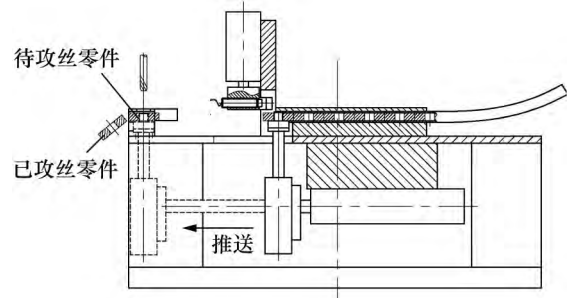


图3 推进阶段示意图

4) 退回阶段。当工件到位且稳定地放入夹具后,顶升气缸活塞杆缩回,同时推送气缸亦收回。另外,当推送气缸将工件推送到位后,安装于该气缸上的磁性开关发出工件到位信号,此时定位检测气缸及时伸出,为下轮送料循环作准备。

1.2 攻丝判断装置

由于普通钻攻机攻丝时需靠人工操作,故对原钻攻机进行改制,设计了攻丝判断装置,如图4所示。攻丝判断装置主要包括攻丝气缸E、链轮、链条和拉力传感器。其中,攻丝气缸E固定在钻攻机上,链轮与攻丝主轴联动,链条一端与链轮焊接并啮合,另一端通过拉力传感器与攻丝气缸连接。其主要工作原理见本文第1章所述。

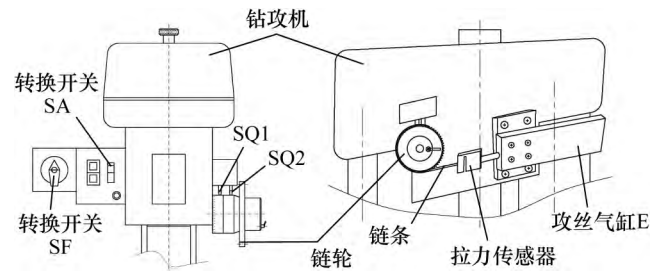


图4 攻丝判断装置

2 控制系统方案及硬件设计

2.1 控制系统方案

为实现自动送料及攻丝,设计了PLC控制系统,主要由PLC、人机交互界面、攻丝扭力测控表、拉力传感器、开关和各气缸电磁铁组成。控制系统示意图如图5所示,其运行原理如下:PLC通过各气缸电磁铁来控制一维推进器和攻丝判断装置里各气缸的相应动作,从而实现送料和攻丝;由拉力传感器检测攻丝扭

力信号,通过 PLC 编程计算可得攻丝扭力值,并通过攻丝扭力测控表显示出来,通过攻丝扭力测控表还可调定扭力上限值,当攻丝扭力值超过该值时将报警信号发送给 PLC,以便控制攻丝判断装置上的攻丝气缸缩回;人机交互界面可显示日产量,并可对 PLC 内部变量进行参数设置。^[4-6]

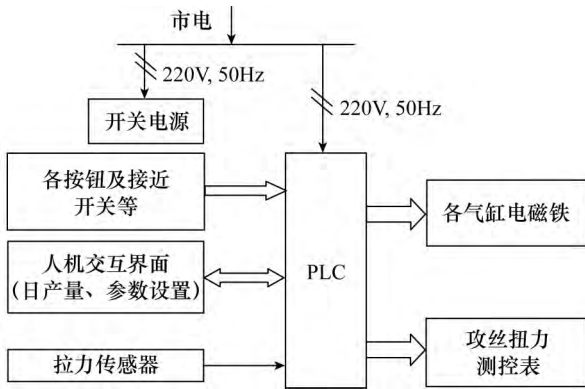


图5 控制系统示意图

控制系统中各主要硬件的型号规格如下: PLC 为 FX1S-24MR, 拉力传感器为 TJL-1, 人机交互界面为 JMDM-SX12, 攻丝扭力测控表为 TY5D/A。

2.2 PLC 控制系统硬件设计

PLC 控制系统接线图如图 6 所示。

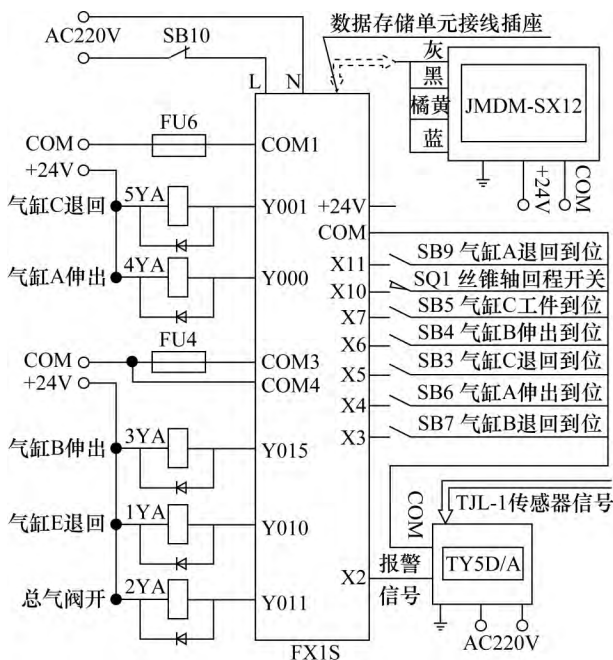


图6 PLC 控制系统接线图

PLC 控制系统主要由 4 部分组成: 1) 各执行气缸的伸出和缩回到位信号, PLC 根据这些信号进行相应逻辑动作; 2) 拉力传感器信号, 该信号由拉力传感器

检测,经扭力测控表 TY5D/A 转换为 0~5V 的模拟信号,再送至 PLC,攻丝扭力测控表由专用电缆与 PLC 连接; 3) 各气缸电磁铁驱动信号,通过这些信号可实现各气缸的相应动作; 4) 运行状态和设备参数,由通过专用电缆与 PLC 连接的人机交互界面 JMDM-SX12 进行显示和设置。图 6 中, FU、YA、SB 和 SQ 分别表示熔断器、电磁铁、按钮开关和行程开关。

2.3 攻丝电动机控制设计

攻丝电动机控制电路接线图如图 7 所示。其中, HL 为指示灯; EM320A 为变频器型号; 转换开关 SA 用于钻孔或攻丝的切换; 转换开关 SF 用于攻左旋螺纹或攻右旋螺纹的切换; 布置于机床左边的行程开关 SQ1 (SQ1 左) 用于检测丝锥轴是否已到下限位; 布置于机床右边的行程开关 SQ2 (SQ2 右) 用于检测丝锥轴是否回到原点位置; 接触器 KM1 和接触器 KM2 的常开触点分别与变频器的 X1 端子和 X2 端子连接,以控制电动机的左转和右转。

由于攻左旋螺纹和右旋螺纹的原理类似,故本文只阐述攻左旋螺纹的工作原理: 转换开关 SA 和转换开关 SF 分别被切换到攻丝档和攻左旋螺纹档; 当待攻丝零件被准确地放置到夹具后, PLC 发出信号使攻丝气缸缩回,并通过链条与链轮组合驱动丝锥轴下行,此时行程开关 SQ2 常开触点闭合,接触器 KM1 得电并通过变频器驱动电动机左转进行攻丝; 当攻丝到位后,行程开关 SQ1 自动切换到闭合状态,此时行程开关 SQ2 亦为闭合状态,并让接触器 KM2 得电,使变频器驱动电动机右转,丝锥轴在扭簧作用下退回到原位停止,行程开关 SQ2 断开,电动机停止旋转。

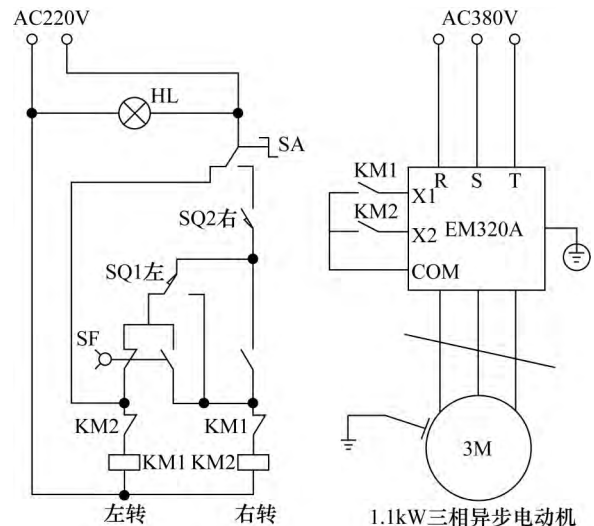


图7 攻丝电动机控制电路接线图

3 PLC 控制程序设计

PLC 程序流程如图 8 所示,包括运行模块和日产量计算模块两大模块,每个模块的主要功能如下。

- 1) 运行模块,用于控制设备处于正常工作状态时的送料、攻丝。
- 2) 日产量计算模块,用于计算设备每日攻丝零件数。

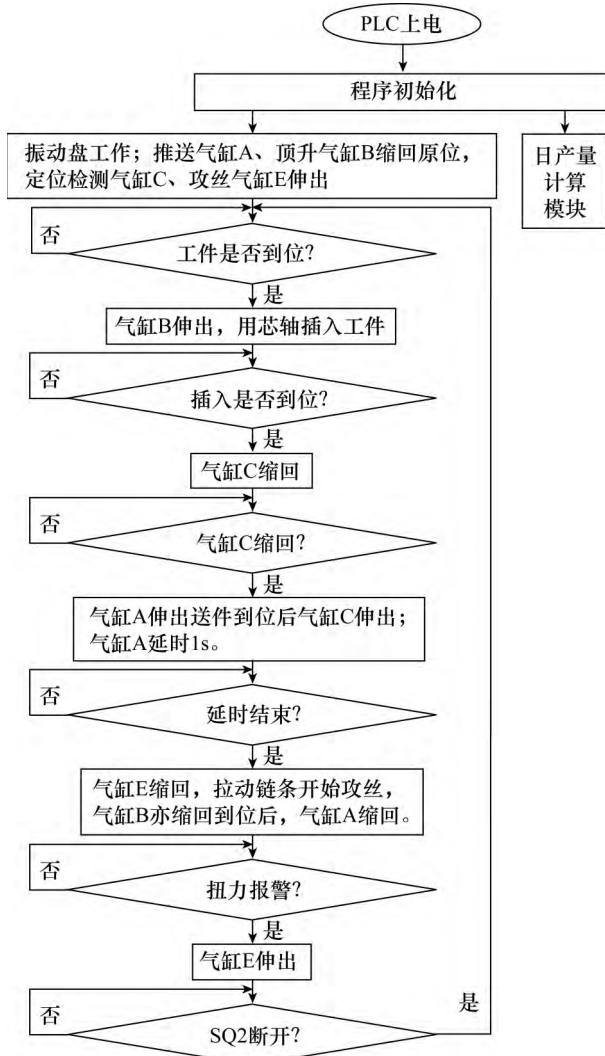


图 8 PLC 程序流程

本文所设计的全自动攻丝机已在企业正常应用。图 9 所示为全自动攻丝机应用场景。

4 结语

本文基于普通钻攻机改制而开发了一种专为五金标准件以及非标准零件内孔加工用的全自动攻丝机,采用振动盘、一维推进器和攻丝判断装置进行自动送料和攻丝,整个动作控制主要基于 PLC 进行设



图 9 全自动攻丝机应用场景

计,并采用变频器作为攻丝主电动机的调速器,能实现全自动无人化攻丝作业。全自动攻丝机系统简单、能耗低、性能可靠,相对手工操作大大提高了生产效率,该设备适合于汽车、摩托车等领域内各种机械零/配件攻丝工序的批量加工,既可单独使用,又可嵌入自动化生产线中实现流水作业,具有较大的实用价值。全自动攻丝机已于 2014 年初应用于某公司 CG125 摩托车棘轮螺母的攻丝加工,加工后螺纹孔尺寸精度全部达到 6 级,表面粗糙度 Ra 达到 $6.3\mu\text{m}$,产量较原先提高了 5 倍,且使用期间除开关到达使用寿命时的正常更换外,未出现过其他电气或机械上的故障。

参考文献:

- [1] 刘本学,申俊,董刚,等. 高效自动攻丝机的设计及控制研究[J]. 制造业自动化, 2014, 36(11): 87-90.
- [2] 谢光辉,金牧娜,谢金志,等. 一种全自动攻丝机: ZL201320158481. X[P]. 2013.
- [3] 谢光辉,金牧娜,谢金志. 一种攻丝机的自动攻丝判断装置: ZL201310111261[P]. 2013.
- [4] 高勤. 可编程控制器原理及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [5] 《电子爱好者进阶读本》编写组. 电子爱好者进阶读本[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2002.
- [6] 沙振舜. 电工实用技术手册[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 2002.

作者简介: 谢光辉,副教授,博士,主要从事机器人技术及自动控制研究。

E-mail: 552372653@qq.com

收稿日期: 2015-03-11