

台钻改造为自动攻丝机的设计与实践

张德田, 帅佳慧, 艾建军

(保定职业技术学院 机电工程系, 河北 保定 071000)

摘要: 为了满足我市某企业生产技术升级改造需求, 以小型台钻自动化改造为基础, 完成了自动攻丝机的硬件与软件设计。设计了以PLC为核心控制器的攻丝行程自动控制系统, 实现了丝锥自动工进、自动退刀; 工作台采用伺服驱动系统, 实现了工件精准定位; 通过PLC与触摸屏的通信, 可在线修改运行参数, 扩大了产品适用范围。

关键词: 自动化改造; 台钻; 自动攻丝机

中图分类号: TM28 **文献标识码:** A **DOI:** 10.19457/j.1001-2095.dqed20138

Design and Practice of Transforming Bench Drill into Automatic Tapping Machine

ZHANG Detian, SHUAI Jiahui, AI Jianjun

(Department of Electromechanical Engineering, Baoding Vocational and Technical College,
Baoding 071000, Hebei, China)

Abstract: In order to meet the needs of upgrading production technology of an enterprise in our city, the hardware and software design of automatic tapping machine was completed based on the automation transformation of small bench drills. The automatic control system of tapping stroke with PLC as the core controller was designed, which realized the automatic advance and withdrawal of taps; the worktable adopted servo drive system to realize the precise positioning of workpieces; through the communication between PLC and touch screen, the operation parameters can be modified online, and the application scope of products can be expanded.

Key words: automation transformation; bench drill; automatic tapping machine

为增强企业的市场竞争力, 适应国民经济的快速发展, 越来越多的企业需要进行生产技术的升级改造。保定市莲池区某民营企业, 需要对一批工件进行内螺纹加工, 每个工件需加工多个螺纹孔, 有大量攻丝需求。为节约资金, 希望将原有闲置小型台钻改造成自动攻丝机, 以提高攻丝效率和质量。因此, 本文基于普通台钻改造而设计了一种自动攻丝机。该产品可实现零件上不同位置上的内螺纹自动定位, 丝锥自动往返, 避免了手动定位、攻丝这种工序单一、动作重复、强度较高的工作。产品可以通过触摸屏在线修改工作台移动位移、进给速度、加工孔数等参数, 具有精度高、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优点。

1 机械主体改造过程

1.1 攻丝行程机械结构改造

原台钻的升降需人为摇动手柄。本次改造的目的是实现丝锥做旋转运动的同时自动上下往复运动。在前期的改造实验中, 曾尝试用电动机带动丝锥上下运动, 但由于丝锥的直径较小, 经常折断。基于气动控制良好的适应性, 最终确定机械、气动组合模式。保留原主轴内部花键、齿轮等机械结构, 取厚大约 10 mm 的矩形钢板, 一端割出一个与钻床主轴套筒直径相同的孔, 用螺钉固定在钻床主轴套筒上, 另一端与气缸伸缩杆相连。结构如图 1 所示。根据作业深度及工件材料, 选定 SC63×125, 1.0 Mpa 型双作用气缸为

基金项目: 2019年保定市科技计划自筹经费项目: 台钻改制为自动攻丝机的研究与实践(1911ZG001)

作者简介: 张德田(1981-), 女, 硕士, 讲师, Email: zdt568@126.com

主轴提供上、下运动的动力,其内部置有磁环,行程可控。原台钻电机仅单向运行,为实现丝锥反转,改造中增加异步电动机正、反转控制电路。改造后可实现丝锥正转下行自动工进,反转上行自动退刀,不必人为加力。

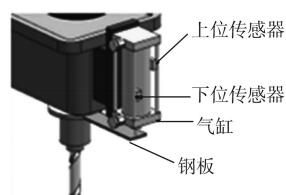


图1 攻丝行程机械结构图

Fig.1 Structural drawing of tapping travel machinery

1.2 钻夹头结构改进

原钻夹头为三瓣瓦卡箍结构,为使丝锥承受更大攻丝扭矩,避免打滑,设计图2所示夹具。此方榫套方便实用,采用螺钉夹紧,适用于不同规格的丝锥,通用性好。

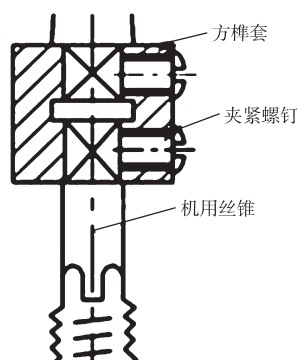


图2 钻夹头结构图

Fig.2 Structure diagram of drill chuck

1.3 工作台改造

工作台的定位精度将直接决定工件的加工精度^[1]。本次加工任务为圆盘形工件,每个工件需加工5螺纹孔。改造初期考虑安装多轴器实现一次性加工,但因工件外径太小无法实施,因此需要工作台能实现工位变换。由于工件内孔分布不对称,不宜采用回转工作台,本次改造采用伺服电机驱动十字滑台定位。PLC与伺服电机相结合的控制模式适用于工业领域中大多数工况下的检测及控制任务^[2]。伺服电机采用位置控制模式,靠接受PLC发出的脉冲定位。因其本身编码器具备发射脉冲功能,和接收的脉冲相呼应形成闭环控制,定位精确。改造完毕的攻丝机的结构如图3所示。

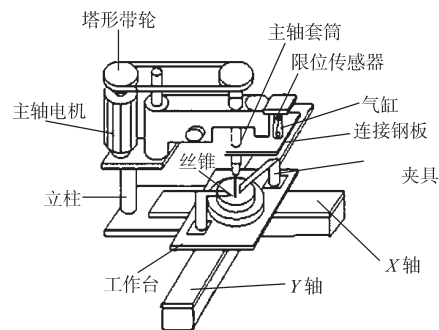


图3 攻丝机结构图

Fig.3 Structural diagram of tapping machine

2 控制方案设计

控制系统如图4所示,包括PLC、人机交互界面、伺服电动机、气缸电磁阀、交流接触器、传感器等。控制系统有手动、自动2种工作模式,手动模式适用于产品调试,工作人员可通过触摸屏控制刀具及工作台点动。自动模式下,通过触摸屏设定的工作台移动位移、进给速度、加工孔数进行工件持续加工。

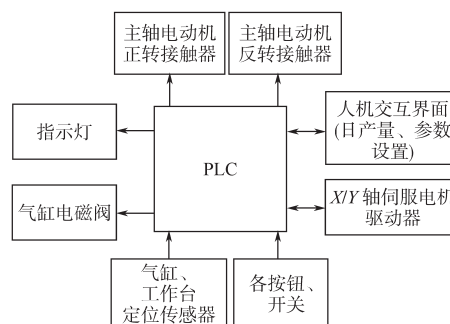


图4 控制系统示意图

Fig.4 Schematic diagram of control system

3 控制系统硬件设计

3.1 PLC控制模块

控制系统硬件设计如图5所示。

PLC是控制系统的核心模块,用以采集传感器的信息作为输入信号,通过程序运行后发送输出信号控制执行机构动作^[3]。PLC选用三菱FX1N-40mT-001型,其自带24点输入/16点输出,晶体管型主机单元能同时输出2轴100 kHz脉冲,配备有包括返回零点、绝对位置读出等7条特殊的定位指令,支持485通讯,完全满足控制要求。

1)磁性开关SQ₇, SQ₈布置于气缸两端,用于检测加工深度。

2)工作台原点和极限传感器选用非接触式霍尔传感器,以获得十字滑台的位置信息。

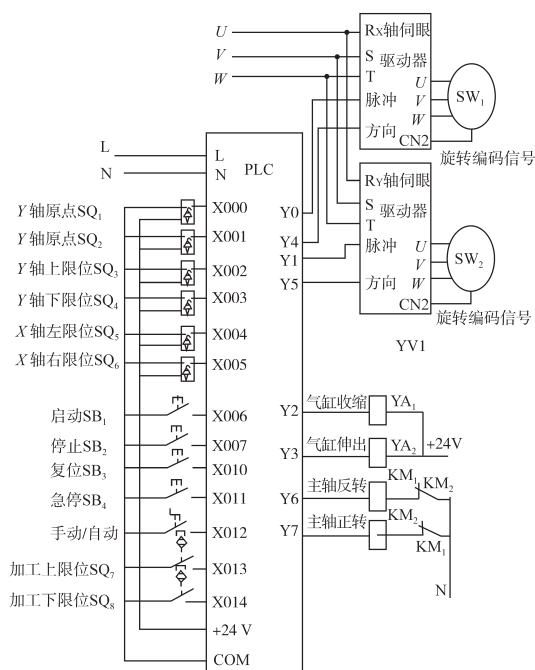


图5 硬件接线图

Fig.5 Hardware wiring diagram

3)三位五通气缸电磁阀 YA_1 , YA_2 分别负责气缸的进程和回程。

4) KM_1 , KM_2 控制主轴电机正、反转。

5) $Y0$ 和 $Y4$, $Y1$ 和 $Y5$ 分别确定 X 轴、 Y 轴伺服驱动器脉冲数和方向,使十字滑台按程序设定参数运行。

6) TPC 与 PLC 之间通过 RS485 串口通信实现数据交换,为用户提供良好人机交互界面。

3.2 交流伺服驱动装置

选取北京时代超群 80AEA07530-3 型伺服电机作为十字滑台的动力源,功率 750 W,扭矩 2.39 N·m,编码器 2 500 线,默认 10 000 个脉冲转 1 圈。此电机体积小,重量轻,响应快,速度高,转动平滑,力矩稳定。驱动器适配型号为 DM-08EB-V6.2。十字滑台滚珠丝杆节距 6 mm,根据加工精度要求,确定指令单位 0.001 mm。设定电子齿轮为

$$\frac{Pn_{098}}{Pn_{102}} = \frac{\text{编码器脉冲数} \times 4}{\text{负载轴旋转1圈的负载移量}} \times \text{减速比} = \frac{2\,500 \times 4}{6/0.001} \times 1 = \frac{5}{3}$$

此时根据工件尺寸计算出移动距离,直接在控制器中输入相应的数据指令即可。

3.3 人机交互界面

选用北京昆仑通态 TPC7062TX 触摸屏,该产品采用了 7 英寸高亮度 TFT 液晶显示屏(分辨率 800×480),同时还预装了 MCGS 嵌入式组态软件(运行版),具备强大的图像显示和数据处理功能^[4]。

4 软件设计

4.1 触摸屏程序设计

用 MCGS 嵌入版组态软件编程制作显示画面及组态设计,实现参数设置、按钮操作、信息显示功能。人机交互界面包括主界面、参数设置界面、报警界面和帮助界面等^[5]。工作画面如图 6 所示。

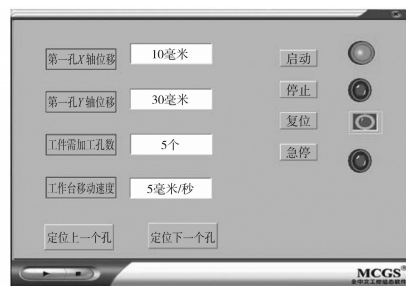


图6 参数设置界面

Fig.6 Parametric Setting Interface

4.2 PLC 程序设计

4.2.1 PLC 程序流程图设计

根据工作过程,设计程序流程图如图 7 所示。

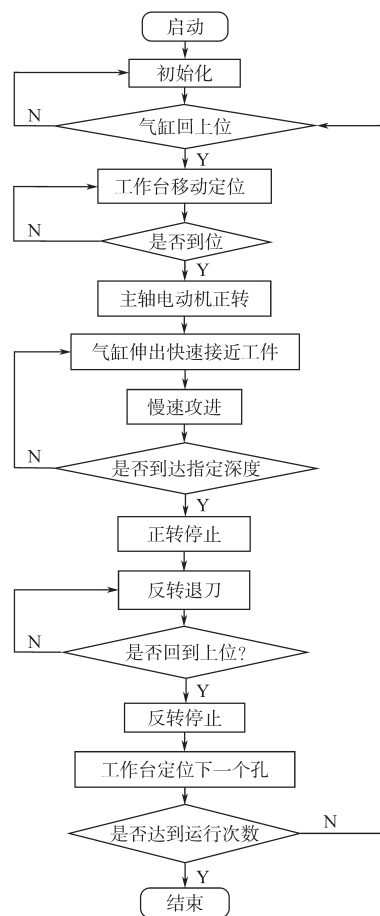


图7 程序流程图

Fig.7 Procedure flow chart

自动模式下加工过程如下:系统上电后,气缸回上位,工作台回到原点,夹具电磁阀动作,工件被夹紧。PLC发出指令,伺服电动机驱动工作台分别在X、Y轴方向运动,完成第1个孔定位。然后PLC接通气缸电磁阀及电机正转接触器,使活塞下行同时主轴电动机正转,带动刀具下行对工件攻丝。工件的加工深度由装于气缸钢筒外侧的磁性开关来控制,当丝锥到达指定深度后,磁性开关向控制单元发出信号给电磁阀,切换气路使气缸活塞上行,主轴电动机反转,丝锥回到原位,完成退刀过程。此后,伺服电动机动作,定位下一个加工位置,重复上述循环,达到设定运行次数后结束。为防止撞车,PLC接收丝锥回到原位后才向伺服驱动器发出指令使工作台动作。

4.2.2 PLC程序梯形图设计

PLC程序设计中,主要解决将触摸屏端的运行参数(位移设定、速度设定)转化为相应的脉冲个数和脉冲频率,再由PLC输出该相应脉冲到伺服驱动器,实现系统定位要求^[6]。主要程序由主轴电机正反转、气缸往复、工作台回原点程序、手动定位程序及自动定位程序等组成。

1)回原点程序。回原点程序如图8所示。程序上电首先回归原点,使工作台的机械原点和电气原点重合在一起。此时伺服驱动器的脉冲偏差计数器为零。DZRN是一个回原点指令,当检测到原点传感器的上升沿后,脉冲输出频率由初始频率降到近点频率。检测到下降沿后,脉冲输出停止。回零结束,此时系统记下该零位。



图8 回原点程序

Fig.8 Back to the origin program

2)手动定位程序。手动定位程序图如图9所示。DPLV为可调变速脉冲输出指令,M236,M237分别为触摸屏点动右移和左移信号。

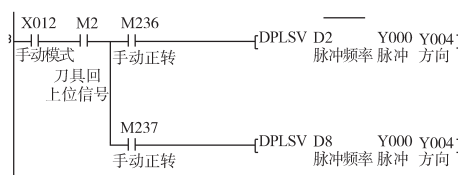


图9 工作台手动定位程序

Fig.9 Manual positioning program of workbench

3)自动定位程序。自动定位程序图如图10

所示。图10中,“DDRVA”为绝对位移指令,选用“脉冲+方向”类型,2个指定的输出端子决定脉冲输出数与脉冲输出方向,控制工作台自动定位,到位后M8029置1,作为下个动作的启动信号。

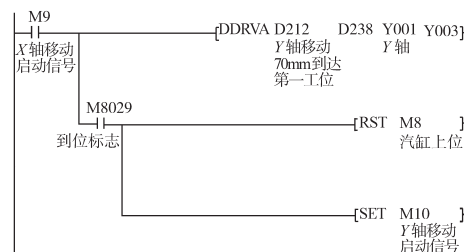


图10 工作台自动定位程序

Fig.10 Workbench automatic positioning program

5 结论

本文基于普通台钻改制而开发了一种适用于多内孔零件加工的自动攻丝机。采用PLC为核心控制器,实现零件不同加工位置的自动定位,自动攻丝。该设备适合于电动葫芦、卷扬机等机械领域零件的攻丝工序的批量生产,改造方案简单,成本低。产品可靠性高,自动化程度高,相对于手动操作大大提高了生产效率。

该产品已于2018年初投入使用,日产量提高到原来的5倍,产品的合格率达98%以上。且运行中丝锥毁坏性小,后期维护费用低,未出现过机械或电气上的故障。一人可以同时看管多台机器,每月可节省人工成本12 000元,企业在改造后1个月左右即可收回改造成本。

参考文献

- [1] 金建军. 基于伺服电机驱动的十字滑台PLC控制系统设计[J]. 自动化应用, 2018(2): 36-37, 43.
- [2] 王慧, 王琦, 毕俊喜. 基于PLC的龙门式低压铸造机的定位控制研究[J]. 机床与液压, 2018, 46(8): 136-139.
- [3] 陆滢. 基于PLC的物料传送与分拣控制系统的设计[J]. 煤矿机械, 2016, 37(5): 187-189.
- [4] 万胜前. TPC7062K与S7-300PLC以太网通讯的实现[J]. 鄂州大学学报, 2017, 24(4): 101-103.
- [5] 张伟, 杨朝全, 李慧, 等. 伺服控制数控攻丝机的设计[J]. 现代制造工程, 2015(4): 44-46, 69.
- [6] 邹新. 基于PLC和触摸屏的伺服定位系统设计[J]. 现代制造技术与装备, 2017(6): 77-79.

收稿日期:2019-04-10

修改稿日期:2019-05-20