

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2017.06.011

基于 PLC 的冲床机械手伺服控制系统

王 熙, 王守城, 段俊勇, 韩绍林

(青岛科技大学机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘 要:针对冲床采用人工上下料存在效率低及安全隐患等问题,设计了一种基于 PLC 的冲床机械手自动上下料伺服控制系统。以三菱 Q 系列 PLC 为控制核心,设计了系统的总体控制方案;采用真空吸盘实现工件的抓放,完成了吸盘气动系统的设计;确定了系统各硬件的型号;采用 SSCNET 通信总线代替脉冲实现对伺服驱动单元的控制,设计了伺服驱动器的电气回路和定位模块与极限开关的接线;分配了系统输入输出端口,通过 GX Works2 软件编写机械手自动运行程序。系统采用闭环控制,精度高,运行快速稳定,能明显提高工作效率,改善工作环境。

关 键 词:机械手;伺服控制系统;可编程控制器;SSCNET 通信总线;GX Works2 软件

中图分类号:TP241 **文献标志码:**A **文章编号:**1005-2895(2017)06-0050-04

Design of Servo Control System of Loading and Unloading Punch Manipulator Based on PLC

WANG Xi, WANG Shoucheng, DUAN Junyong, HAN Shaolin

(College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266061, China)

Abstract: The punch with manual loading and unloading has many problems such as low efficiency and hidden trouble of safety. In order to solve these problems a kind of servo control system of loading and unloading manipulator of punch based on PLC was introduced. The system was controlled by Mitsubishi Q series PLC. The overall scheme of control system was designed. The workpiece was grasped by vacuum sucker, and the pneumatic system was designed. The models were selected for each hardware of the servo control system. The control of servo drive units used SSCNET communication bus instead of pulse. The electrical connection scheme of the servo system was determined. The connection between the positioning module and the limit switch was completed. The configuration of the input and output ports of the control system was distributed, and the automatic program of the manipulator by GX Works2 software was designed. The system used closed-loop servo control system. It has accuracy position and fast and stable operation. It can significantly increase work efficiency and improve the working environment.

Keywords: manipulator; servo control system; PLC (programmable logic controller); SSCNET communication bus; GX Works2 software

冲压是针对塑性材料的一种快速成型技术。传统冲床的冲压材料由人工手动上下料,效率低下且存在很大的安全隐患,难以实现冲床自动化生产。相对于人工上下料,机械手上下料动作迅速、稳定,可以很好地降低劳动成本,提高工作安全性,促进生产自动化发展^[1]。并且机械手重复定位精度高,可以保证长时间连续作业。可编程序控制器是以微处理器为基础的通用工业控制装置,已经广泛应用在各种机械设备和生

产过程的自动控制系统中^[2]。笔者设计了一种机械手自动上下料系统,基于 PLC 构成闭环伺服控制,具有较高的定位精度,动作迅速,运行稳定,安全系数高。

1 总体方案设计

根据冲床加工特点,上下料机械手采用 4 自由度传动方案,主要包括腰部轴的摆动和升降、手臂的伸缩和手腕的回转。机械手由伺服电机作为动力源,以丝杠作为传动装置,端拾器利用气动吸盘抓取工件。

收稿日期:2017-03-20;修回日期:2017-04-10

第一作者简介:王熙(1991),男,山东泰安人,硕士研究生,主要研究方向为高性能机电传动系统。E-mail:100284844@qq.com

750 W,手臂伸缩功率为 400 W,腕部回转功率为 200 W。伺服电机伺服控制模式主要有位置控制模式、速度控制模式及扭矩控制模式等^[7],文中采用位置控制模式。伺服驱动器工作电压为 AC220 V,图 3 所示为腰部旋转伺服驱动器接线回路图,L1,L2,L3 接主回路电源,U,V,W 接电机端子,CNP2 为编码器接口,CN3 为总线接口,其中 DICOM 为输入端子公共脚,DOCOM 为输出端子公共脚。

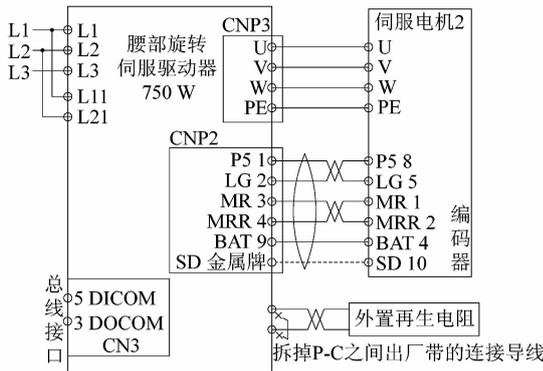


图 3 腰部旋转伺服驱动器接线回路图
Figure 3 Wiring diagram of waist rotation servo driver

定位模块 QD75MH4 通过 SSCNET III 光纤连接 MR-J3B 驱动器的总线接口^[8]。利用 GX Works2 软件进行参数设置,通电后参数由定位模块写入伺服驱动器,伺服驱动器通过总线将监控数据反馈给定位模块^[9-10]。其他轴伺服驱动器线路与图 3 相似,只是功率不一样。因腰部轴需要承重,所以腰部轴的升降需加抱闸装置。

机械手各轴工作范围:机身升降距离为 0 ~ 500 mm,副臂伸缩为 0 ~ 800 mm,腕部和腰部回转角度为 0 ~ 300°。针对原点位置和极限位置,可以加入原点开关和限位开关,与伺服系统相配合来控制机械手各轴的运行范围,软件方面通过编写回原点等相关程序来实现。

3.3 PLC 系统 I/O 点设计

设计的 PLC 系统 I/O 点主要有输入/输出模块端子排上的接线点和定位模块内部输入/输出点。两者有根本的不同,后者是根据加入的定位模块基准所规定的虚拟输入/输出点,实际不可见。输入/输出模块端子接线图如图 4 ~ 5 所示。

根据 PLC 系统模块化组态情况,结合定位模块的控制要求,定位模块内部输入/输出点的分配地址如表

2 所示。



图 4 输入模块端子接线图

Figure 4 Wiring diagram of input module terminal

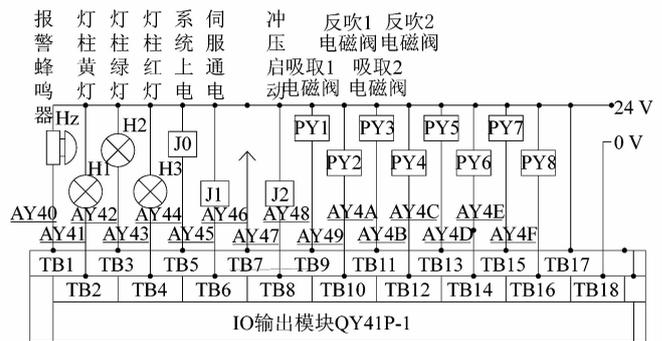


图 5 输出模块端子接线图

Figure 5 Wiring diagram of output module terminal

表 2 定位模块内部输入/输出点

Table 2 Input/output point of positioning module

I/O 点	说明	I/O 点	说明
X0C	轴 1_busy	Y0A	轴 2 正转 jog 启动
X0D	轴 2_busy	Y0B	轴 2 反转 jog 启动
X0E	轴 3_busy	Y0C	轴 3 正转 jog 启动
X0F	轴 4_busy	Y0D	轴 3 反转 jog 启动
X10	轴 1 启动完成	Y0E	轴 4 正转 jog 启动
X11	轴 2 启动完成	Y0F	轴 4 反转 jog 启动
X12	轴 3 启动完成	Y10	轴 1_start
X13	轴 4 启动完成	Y11	轴 2_start
Y8	轴 1 正转 jog 启动	Y12	轴 3_start
Y9	轴 1 反转 jog 启动	Y13	轴 4_start

3.4 PLC 程序设计

使用 GX Works2 对三菱 PLC 进行编程,自动运行程序功能图如图 6 所示。自动运行程序设计了动作之间的互锁,即在上一步未完成情况下执行下一步命令时系统就会报警并停止运行。

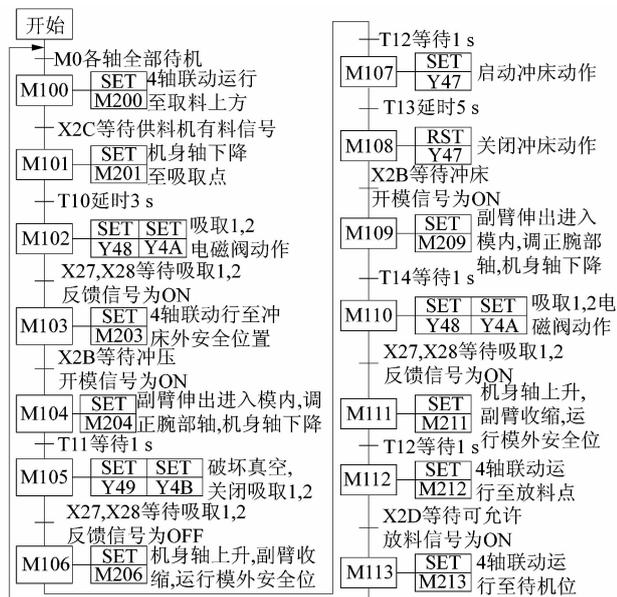


图 6 机械手自动运行程序

Figure 6 Automatic operation procedure of manipulator

4 结语

系统采用 PLC 伺服控制,提高了机械手的定位精度和稳定性,有效地解决了人工上下料效率低、安全隐患大等问题。实际应用表明,系统能够满足生产需要。

本系统适用于单冲床自动化生产,可在此基础上增设机械手的数量扩展到多冲床自动化生产线,以满足不同加工工艺的需求。

参考文献:

[1] 王月芹. 基于 PLC 的机械手控制系统设计[J]. 液压与气动, 2011(9):41-43.

[2] 廖常初. PLC 基础及应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2007.

[3] 陆鑫盛,周洪. 气动自动化系统的优化设计[M]. 上海:上海科学技术文献出版社, 2000.

[4] 侯浪. 三菱 Q PLC 应用技术研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2008: 4-5.

[5] 范其明. 基于 QD75MH4 的三轴运动控制系统设计[J]. 科技创新与应用, 2013(15):14-15.

[6] 汤世松,仲大生,詹俊勇. 基于三菱 SSCNET 总线的伺服送料系统的设计[J]. 锻压机械, 2013, 48(5):56-59.

[7] 于森. 混联研抛运动机床多柔体动力学及控制技术[M]. 长春:吉林大学出版社, 2008.

[8] 肖敏. MELSEC-Q 系列 QD75MH 定位模块在数控机床自动上下料控制系统中的应用[J]. 工业控制计算机, 2009, 22(10):99.

[9] 冯文杰. 基于 QD75P 定位模块的平面砂布轮机 PLC 控制系统开发[D]. 成都:西南交通大学, 2009:29-30.

[10] 王阳,郭林福. 新型模块化机械臂的研制及其有限元分析研究[J]. 机电工程, 2016, 33(9):1044-1050.

(上接第 46 页)

[4] FUJII T, HIRANO M, SHIBUKAWA T, et al. Study on precision machining of glass lens mold with minute structures: precision machining of glass lens mold with fresnel shape applying complex machining process [J]. Journal of the Japan society for precision engineering, 2008, 74(12):1298-1302.

[5] ZHOU Tianfeng, YAN Jiwang, MASUDA J, et al. Investigation on the viscoelasticity of optical glass in ultraprecision lens molding process [J]. Journal of materials processing technology, 2009, 209(9):4484-4489.

[6] ZHAO J Y, CAO Z Q, ZHAN J M, et al. Research on hydrodynamic

suspension nanoscale polishing for K9 optical glass [J]. International journal of computer applications in technology, 2007, 29(2):257-261.

[7] 吕迅. 光学玻璃的高效精密加工机理研究[D]. 杭州:浙江大学, 2015:47-51.

[8] WANG Qiangguo, CONG Weilong, PEI Z J, et al. Rotary ultrasonic machining of potassium dihydrogen phosphate (KDP) crystal: an experimental investigation on surface roughness [J]. Journal of manufacturing processes, 2009, 11(2):66-73.

[9] 陈永,潘继民. 五金手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2010.

(上接第 49 页)

[2] 孙世俊,平雪良,曾庆钰,等. 基于视觉捕捉的网球自拾取机器人系统[J]. 轻工机械, 2016, 34(6):62-65.

[3] 张桂红. 基于 Pixy CMUcam5 图像识别传感器的物品分拣装置[J]. 电子制作, 2016(20):7-7.

[4] D'AUSILIO A. Arduino: a low-cost multipurpose lab equipment[J]. Behavior research methods, 2012, 44(2):305-313.

[5] 贺相,刘利. 单驱动搬运手爪[J]. 组合机床与自动化加工技术, 1992(9):51.

[6] 龚仲华. 快捷可靠的机械手爪松夹装置[J]. 制造技术与机床,

1999(10):7-8.

[7] 段磊强,周军,张铎,等. 用虚拟连杆构造冗余残差对多关节机械臂进行故障诊断[J]. 机器人, 2004, 26(2):176-181.

[8] 杨彬,黄鹏程,杨庆华,等. 基于肌电控制的灵巧手及其控制系统设计[J]. 机电工程, 2016, 33(4):388-394.

[9] 徐健,许开开,瞿阳,等. 基于摄像头的近距手势识别系统的设计[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(10):181-182.

[10] 汤思维,陈卫东,曹其新. 移动机器人多目标彩色视觉跟踪系统[J]. 机器人, 2003, 25(1):10-14.