

基于 S7-1200PLC 机械臂控制系统设计

丁艳玲 黄颖 李银露

南京机电职业技术学院

DOI:10.32629/acair.v4i1.19370

[摘要] 随着人工智能的快速发展,生产操作的机械化和自动化已经成为最显著的特征,装卸、搬运等过程的自动化程度也越来越高。本课题选用西门子S7-1200系列,它的扩展模块是SM1223,工作时主要通过气动控制回路对其操作进行精确的控制,另外,它还可以通过触摸屏进行相关的模拟工作。本论文针对一种助动机械手进行研究,并对该机械手进行PLC控制,使其具有灵敏度和智能化。

[关键词] 机械臂; 气压传动; PLC

中图分类号: F407.42 **文献标识码:** A

Design of Manipulator Control System Based on S7-1200 PLC

Yanling Ding Ying Huang Yinlu Li

School of Automation, Nanjing Institute of Mechatronics Technology

[Abstract] With the rapid development of artificial intelligence, mechanization and automation have become the most prominent features of production operations, and the degree of automation in processes such as loading, unloading, and material handling has also increased significantly. This project selects the Siemens S7-1200 series with the SM1223 expansion module. During operation, its actions are precisely controlled mainly through a pneumatic control circuit, and it can also perform relevant simulation work via a touch screen. This thesis focuses on the research of an auxiliary manipulator and implements PLC control on it to enhance its sensitivity and intelligence.

[Key words] Robotic arm; Pneumatic transmission; PLC

1 引言

在机械制造领域内,零件加工与装配等生产环节具有非连续的缺点。针对规模化大批量生产,数控机床是自动化的重要手段,数控机床、加工中心等自动化装备,能够较好地满足多品类、小批量生产模式的不同需求。工业机械臂可在三维空间内完成物件抓取作业,具备良好的作业柔性,能够适配中小批量且品类多变的生产场景,进而在柔性自动化生产线中得到普遍应用。

机械臂在生产中的重要价值日益突出,其可以严格按照指令完成各项操作流程,在相同工况下作业精度稳定可靠、误差极小,具备出色的运行可靠性。机械臂具有较强的复用性与适配性,在产品迭代更新时,仅需少量调整即可重复投入使用,硬件结构不需改动。

2 机械臂简介

在工业领域,工业机械臂是一种能够依据预设的机械操作指令与程序,独立完成设定任务的自动化设备。可编程逻辑控制器在自动化生产线中扮演核心控制角色,其功能类似于人类大脑,负责对整个生产流程进行统筹规划与精准调控。本文研究聚

焦于工业机械臂的应用与控制。借助PLC程序对机械臂进行顺序控制结构化编程,可以简化编程复杂程度,提升开发效率;通过触摸屏监控实现机械臂运动过程的可视化仿真,使用指示灯系统实时反馈机械臂的实时运行状态,可以增强人机交互的直观性与便捷性。

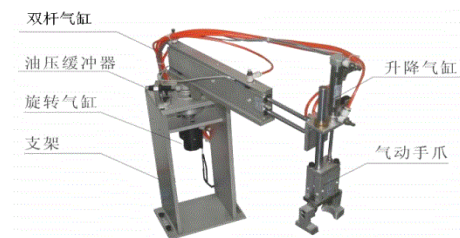


图1 气动机械臂部件图

本文设计的机械手系统具备三个独立的运动自由度,手臂伸缩运动,可实现末端执行器在水平方向上的位置调节;手臂俯仰摆动,用于控制末端执行器在垂直平面内的角度变化;手臂回转摆动,能够使末端执行器绕垂直轴进行水平旋转。通过三个自

由度的协同配合,机械手能够灵活地完成复杂的空间定位和操作任务,适用于多种工业自动化生产场景。

3 系统总体设计

3.1 总体硬件选型

本文采用西门子1200系列PLC作为核心控制单元,搭配一款气动机械手作为执行机构。气动机械手通过单向控制阀实现横向、纵向移动及物料抓取动作,通过PLC程序进行逻辑匹配,搭建一套直观便捷的可视化操作界面。

回转气缸的动作由两位五通单电控电磁阀驱动,用于控制机械臂进行90度的正向和反向旋转,旋转范围可在0至180度范围内灵活调整。气缸两端安装的液压缓冲器作用是优化旋转过程中的冲击,达到平稳减速。当机械臂旋转至预设的正向和反向极限位置时,接近开关会向PLC发送到位信号,确保动作精准可靠。

机械臂的伸缩运动由双作用气缸驱动,通过两位五通单电控电磁阀进行控制。气缸两端配置的磁性开关用于实时检测活塞位置,当气缸完全伸出或缩回并准确定位后,磁性开关会向PLC反馈信号,进而触发后续动作流程。

机械手的升降动作由两个独立的双作用气缸分别控制,每个气缸均由对应的两位五通单电控电磁阀驱动。同样,气缸两端的磁性开关负责检测升降到位状态,一旦确认气缸到达目标位置,便会向PLC发送信号,为下一步操作提供触发条件。

本次设计选择的马达和变频器见图3-1,因为这次的分类材料都比较轻,体积也比较小,因此没有必要使用高功率的电动机;本次选择的威保机电YS9024电机是一种三相感应电机,额定电压380V,额定电流3.65A,额定转速1400r/min,额定频率50Hz,1.5KW,功率因数0.8。电机的驱动设备选用SINAMICSV20变频器参数为: SINAMICSV203AC400V3.0KW。

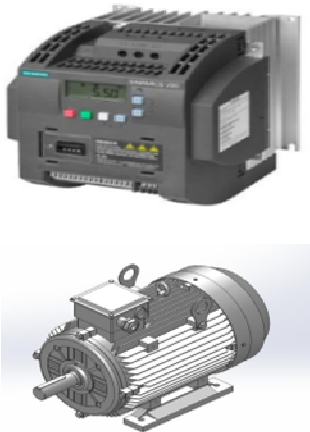


图2 异步电机和V20变频器

3.2 PLC硬件设计

系统的输入与输出信号是实现其与外部环境进行信息交互的接口。用户可通过系统提供的交互界面或物理启动按钮等方式,向系统输入启动指令或控制信号。这些信号经由传感器或信号传输模块传递至系统内部进行处理与解析,系统执行相应的

预设程序后,会将处理结果通过各类执行机构反馈至外部环境,如驱动车辆行驶、控制挖掘机的机械臂动作等。下表1给出PLC的I/O分配表。

表1 PLC的I/O分配表

输入					输出				
手动模式	I0.0	手动下降	I0.5	手动松开	I1.1	夹紧	Q0.4	上升电机	Q0.0
停止	I0.2	手动前进	I0.6	右限位	I1.2	松开	Q0.5	下降电机	Q0.1
复位	I0.3	手动后退	I0.7	左限位	I1.3	手动中	Q0.6	前进电机	Q0.2
手动上升	I0.4	手动夹紧	I1.0	A下限位	I1.4	报警	Q1.0	后退电机	Q0.3

S7-1214DC/DC/DCPLC数字量扩展模块与输入/输出点接线如图3所示,传感器与PLC输入点接线均采用PNP型。

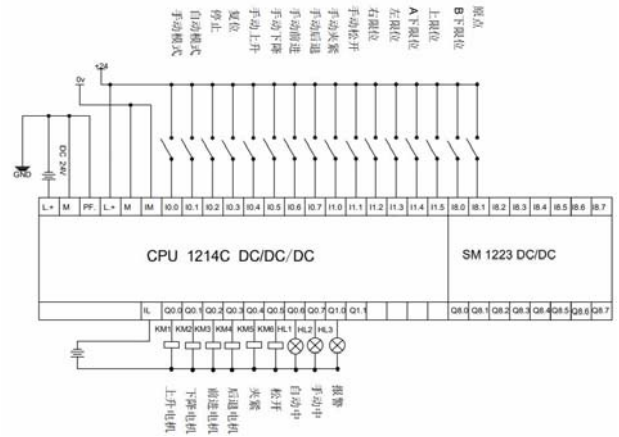


图3 PLC接线图

3.3 PLC软件设计

根据工艺要求,设计机械臂的功能流程图。当工件通过输送线到达指定位置后,光电传感器检测工件并判断其长度,触发限位开关动作。随后,气缸排气驱动手爪下降,到位后由限位开关确认。延时0.5秒后,手爪执行抓取动作并夹紧工件,同时向系统发送夹持到位信号。气缸充气使手爪上升,到位后再次触发限位开关。

在释放阶段,气缸排气使手爪下降,限位开关检测到后延时0.5秒,手爪松开释放工件。气缸充气驱动手爪上升,限位开关确认到位后,机械臂执行左转动动作至指定位置,准备下一次循环。整个分类过程完成后,机械臂将工件放置回传送线,完成一套完整的作业流程。由于机械臂执行重复性任务,其抓取与释放的动作流程具有固定的顺序。抓取流程为:手臂伸出→手爪夹紧→提升台上升→手臂缩回。释放流程为:手臂伸出→提升台下降→手爪松开→手臂缩回。

本设计采用分步设计的思路,将整个控制系统的工作流程进行分解,明确各工序的关键控制点、转换条件及注意事项,最终形成完整的序列功能图,为后续的程序编写提供了清晰的逻辑框架。下图4为电机前进行序仿真监控图。

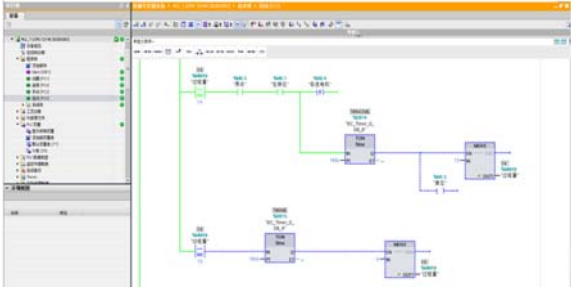


图4 电机前进功能仿真图

4 结束语

本文以PLC作为核心控制单元,对机械臂的运动轨迹与操作流程进行编程实现。针对“机械臂从供给单元抓取工件,并将其精准传递至加工单元指定位置后释放”这一典型工序,采用了分步顺序控制的设计思路。从而实现对机械臂运动过程的精准控制与有序执行。在程序调试阶段,通过操作机械臂上的置位开关来模拟PLC输出的电磁阀控制信号,以此触发机械臂的各项动作,直观地验证了程序逻辑的正确性,并实现了对机械臂完整运动过程的动态仿真与可视化验证。

[参考文献]

- [1]王家乐.PLC控制伺服电机的应用设计探讨[J].山东工业技术.2016(03).37-39
- [2]刘杰,李鹏.基于可编程控制器的分拣装置设计与实现

[J].西南师范大学学报(自然科学版).2014(07):13-15

[3]彭坚.气动机械臂PL2]郑凤翼.怎样看电气控制电路图[M].人民邮电出版社,2015.137-139

[4]高钦和.变频器应用技术与设计实例[M].人民邮电出版社,2012.146-148

[5]郑凤翼.图解PLC控制系统梯形图和语句表[M].人民邮电出版社,2016.332-336

[6]徐科军.传感器与检测技术[M].电子工业出版社,2011:54-57.

[7]郑钦通.分析基于PLC技术的机械臂控制系统设计的运用[J].山东工业技术.2016(12):124-126.

[8]常晓玲.电气控制系统与可编程控制器[M].北京:机械工业出版社,2014.135-137.

作者简介:

丁艳玲(1978--),女,汉族,吉林榆树人,硕士,副教授,研究方向:智能控制。

黄颖(1992--),汉族,江苏泰州人,硕士,助教,研究方向:电气控制。

李银露(1989--),女,汉族,江苏泰兴人,硕士,讲师,研究方向:教学。