

# 基于 S7-300 PLC 的机械手工件取放控制系统的设计

刘俊

(黄石理工学院 电气与电子信息工程学院, 湖北 黄石 435000)

**摘要:** 主要介绍基于 S7-300 PLC 的机械手工件取放控制系统的构成、机械手在工艺过程中的控制要求、以及如何实现机械手自动操作的功能, 利用 S7-300 PLC 的功能模块, 设计出逻辑功能块和组织块程序。

**关键词:** 机械手; PLC; 控制系统; 工件

中图分类号: TP241.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2009)05-0074-03

## Design of S7-300 PLC-Based Manipulator's Workpiece Pick-and-Place Control System

Liu Jun

(College of Electrical and Electronic Engineering, Huangshi Institute of Technology, Huangshi Hubei 435000, China)

**Abstract:** Introduced the structure of S7-300 PLC-based manipulator's workpiece pick-and-place control system, manipulator's controlling requirements in the process and how to implement its automatic operating function. Used S7-300 PLC functional module to design logical function block and organization block procedures.

**Keywords:** manipulator; PLC; control system; workpiece

可编程控制器具有可靠性高、能经受恶劣环境的考验及使用方便等优点, 目前已在工业自动控制领域得到广泛的应用。

本文以饮料生产线平移式装箱原理为设计思路, 制作了一套基于西门子 S7-300 PLC 控制的工件取放教学型气动机械手, 能够实现工件的取放、上下和左右移动。可通过它提供演示实验, 开展机电综合实训, 从而提高学生的机电综合技能<sup>[1]</sup>。

## 1 机械手工作过程及控制要求

### 1.1 机械手的工作过程

该机械手是一个水平/垂直位移的机械设备, 其操作是将工件从左工作台搬运到右工作台, 由光耦合器 VLC 来检测左工作台上是否有工件。有工件才搬运, 即使按下启动按钮, 若检测到左工作台上无工件, 系统也不能启动。图 1 是这种机械手的动作示意, 其过程并不复杂, 共 6 个动作, 分 3 组, 即上升/下降、左

移/右移和放松/夹紧。

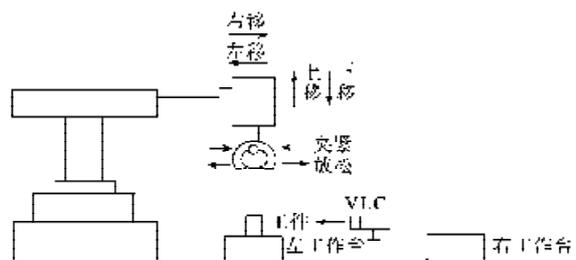


图 1 机械手的动作示意图

Fig. 1 The manipulator's motion diagram

机械手的全部动作由气缸驱动, 而气缸又由相应的电磁阀控制。其中, 上升和下降由上升电磁阀和下降电磁阀控制; 左移和右移分别由左移电磁阀和右移电磁阀控制。机械手的放松和夹紧动作由一个夹紧电磁阀控制, 当该线圈通电时, 机械手夹紧; 当该线圈断电时, 机械手放松, 如图 2 所示<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 2009-06-19

作者简介: 刘俊 (1983-), 女, 湖北黄石人, 黄石理工学院教师, 主要从事电气控制及 PLC 方向的研究,

E-mail: liu.jun9696@163.com

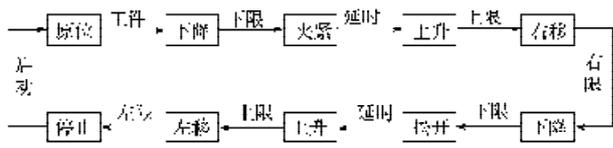


图2 机械手动作的流程图

Fig. 2 The manipulator's motion flowchart

机械手经过以上10步动作完成1个周期的工作，每次循环动作均从原位开始，再回到原位处。

1.2 机械手的控制要求

机械手的操作方式分为手动操作和自动操作，自动操作又分为单周期操作和连续操作方式<sup>[3]</sup>。

手动操作是指用按钮对机械手的每一步运动单独进行控制；单周期操作指机械手从原点开始，按启动按钮，机械手自动完成1个周期的动作后停止；连续操作指机械手从原点开始，按启动按钮，机械手的动作将自动地、连续不断地周期性循环。在工作中若按停止按钮，机械手将继续完成1个周期的动作后，回到原点自动停止<sup>[4]</sup>。

2 机械手的系统设计

本系统选用西门子S7-300 PLC作为主站，通过DP通信端口与现场的各个节点连接，从现场设备中获取数据。其中现场设备层是通过西门子S7-200 PLC连接各站点的现场设备（包括机械手的传感器、驱动器、执行机构、开关设备等），完成现场控制及其设备间连锁控制<sup>[5]</sup>；同时，各S7-200 PLC利用EM277模块的DP端口与S7-300相连，作为控制网络中的节点（即DP从站），并且各节点的运行状态并不影响网络及其它节点的运行。

2.1 硬件配置

在机械手操作面板（图3）上共有8个输入点，外加机械手装置上的4个限位（上、下、左、右）和1个工件检测，整个机械手控制系统共需要13个输入点。PLC的输出信号和电磁阀的电磁线圈控制信号相对应，有5个开关量输出点。

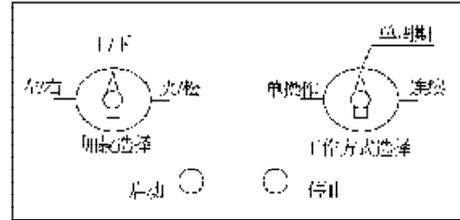


图3 机械手操作面板布置图

Fig. 3 The manipulator's operation panel layout

本系统不需模拟量变换及存储，通过以上分析，选择S7-300系列的CPU313，加上1块16点的输入模块SM321和1块8点的输入模块SM322就满足控制要求。系统结构紧凑、体积小、处理数据和通信能力较强、功能指令丰富，并且具有PROFIBUS-DP、MPI通信接口，易于构成现场总线系统和实现多级网络控制。

2.2 I/O地址分配

由于S7-300PLC是以在导轨上安装各种模块的形式组成系统，其品种繁多的CPU模块、信号模块和功能模块等几乎能满足各种领域的自动化控制任务。用户可根据应用系统的具体情况，选择适合的模块，维修时更换模块也很方便。信号模块和通信处理模块可以不受限制地插到导轨上任何一个槽，系统自行分配各个模块的地址<sup>[6]</sup>。因此，将SM321安装在4号槽，SM322安装在5号槽，将系统的I/O分别连接到S7-300PLC的输入/输出模块，形成的I/O地址分配见表1。

表1 I/O地址分配表

Table 1 I/O address allocation sheet

编程软件	I/O 端子	信号名称	说明	编程软件	I/O 端子	信号名称	说明
输入继电器	10.0	启动	按钮	输入继电器	11.2	连续	选择开关
	10.1	下限	限位开关		11.3	左\右	手动方式和启动/停止按钮配合使用
	10.2	上限	限位开关		11.4	上\下	
	10.3	左限	限位开关		11.5	夹\紧	
	10.4	右限	限位开关		Q4.0	下降	电磁阀
	10.5	有工件	光耦合器	Q4.1	上升	电磁阀	
	10.6	停止	按钮	Q4.2	夹紧	电磁阀	
	10.7	-	没用	Q4.3	左行	电磁阀	
	11.0	单操作	选择开关	Q4.4	右行	电磁阀	
	11.1	单周期	选择开关	Q4.5	原点指示	指示灯	

2.3 机械手程序设计

2.3.1 逻辑功能块 FC（子程序）

系统主要由手动程序（单操作控制方式）和自动程序（包括连续和单周期2种方式）2大部分组成。手

动方式的程序在FC1内编辑，其梯形图程序如图4所示；自动方式的程序在FC10内编辑，其梯形图程序如图5所示。

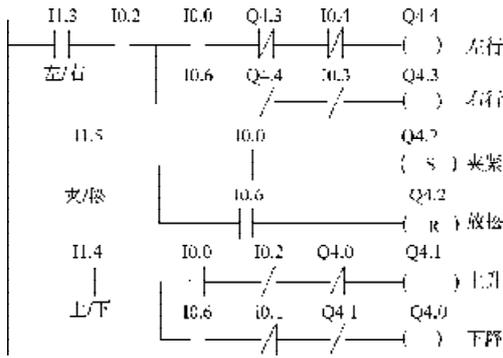


图4 手动控制程序梯形图

Fig. 4 Manual control procedure LAD

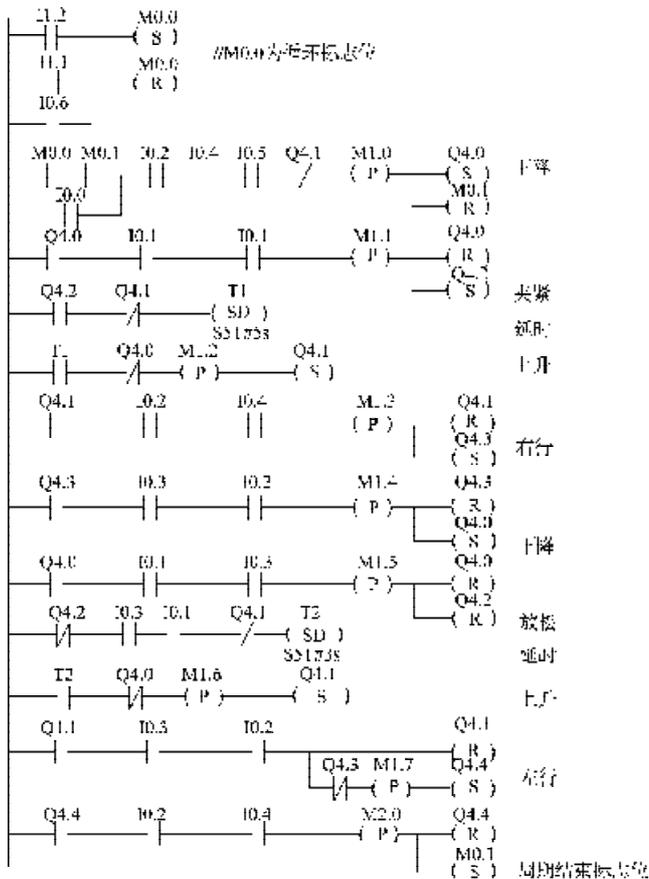


图5 自动控制程序梯形图

Fig. 5 Automatic control program LAD

### 2.3.2 组织块 OB1 (主程序)

组织块 OB1 的功能主要是负责功能块或子程序的调用, 控制机械手执行手动控制还是完成自动控制, 其梯形图程序如图 6 所示。

## 3 结语

基于 S7-300 PLC 的气动机械手经安装、调试, 运行良好, 各项机械、气动、电气性能指标均达到预期要求。用 PLC 对其进行控制, 简化了繁杂的硬件接线

线路, 降低了设备的故障率, 使控制具有较强的灵活性和功能的可拓展性, 同时也使设备性能稳定、操作简单。利用以上特点, 将机械手应用于气压传动、可编程控制器、传感器等课程实验教学演示和电气综合实训教学中, 使学生能更直观地学习到过程逻辑控制的编程方法, 达到较好的教学效果。

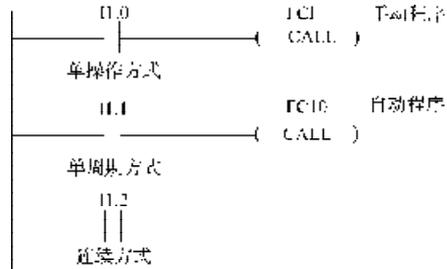


图6 机械手 S7-300 主程序梯形图

Fig. 6 Main program LAD of manipulator S7-300

### 参考文献:

- [1] Karima Tahboub. Intelligent Control for Manipulators with Moving Bases[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 1998 (9): 1-7.
- [2] 黄伟, 胡青龙. 机械手 PLC 控制系统的设计[J]. 机电工程技术, 2008 (11): 91-95.  
Huang Wei, Hu Qinglong. The Design of Control System of Manipulator with PLC[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2008 (11): 91-95.
- [3] Torres M A, Dubowsky S, Pisoni A C. Pathplanning for Elastically-Mounted Space Manipulators: Experimental Evaluation of the Coupling Map[C]//The IEEE International Conference on Robotics and Automation. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1994: 2227-2233.
- [4] Yamamoto Y, Yun X. Coordinating Locomotion and Manipulation of A Mobile Manipulator in Recent Trends in Mobile Robots[J]. World Scientific, 1993(3): 157-181.
- [5] 黄健明, 骆德汉, 张泽勇, 等. WINCC在机械手控制系统的应用[J]. 工业控制计算机, 2008, 21(1): 88-89.  
Huang Jianming, Luo Dehan, Zhang Zeyong, et al. Application of WinCC in Production Line Manipulator Control System[J]. Industrial Control Computer, 2008, 21(1): 88-89.
- [6] 郭艳萍, 张超英. 基于 PLC 的工业机械手控制系统[J]. 仪表技术与传感器, 2007 (9): 31-32.  
Guo Yanping, Zhang Chaoying. Control System of Industrial Manipulator Based on PLC[J]. Instrument Technique and Sensor, 2007 (9): 31-32.

(责任编辑: 张亦静)