

基于 PLC 控制的气动机械手

刘 军,刘广瑞

(郑州大学 机械工程学院,河南 郑州 450001)

摘 要: 为了降低气动机械手系统的开发成本,介绍了基于 PLC 控制的气动机械手系统中 PLC 的选择、PLC 与器件的逻辑电路连接、I/O 的分配及气动机械手系统的气动原理和工作原理等。与同类系统相比,节省了大量的电气元件,大大降低了开发成本。

关键词: 机械手;气动;可编程控制器;自动控制

中图分类号: TP241

文献标识码: B

Pneumatic manipulator based on PLC control

LIU Jun, LIU Guang Rui

(School of Mechanical Engineering of Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In order to reduce the development cost of the pneumatic mechanical hand based on the method of PLC-control, this paper introduced the choice of PLC which the system applies, the logical connection between PLC and the relevant devices, the distribution of I/O and the working principle of the pneumatic mechanical hand system, etc. Compared with the other systems of the same kind, many electrical elements are saved, and the development cost is brought down.

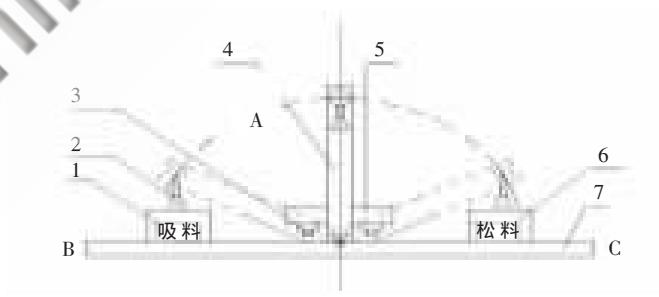
Key words: manipulator; pneumatic; PLC; automatic control

在工业生产中,利用气动机械手将工件从一条生产线搬运到另一条生产线是一种高效的工作方式^[1]。气动机械手具有气源使用方便、不污染环境、动作灵活迅速、工作安全可靠、操作维修简便以及适于在恶劣环境下工作等特点,因而在流水线自动化生产作业、冲压加工、机床下料、注塑、仪表及轻工业等行业中有着广泛的应用前景。随着工业自动化程度的提高,工业现场很多重体力劳动及重复性较强的工作必将由机器代替,一方面可以减轻工人的劳动强度,另一方面还可以大大提高生产效率^[2]。例如,在我国的许多中小型汽车行业,冲压成形这一工序还需要人工搬运沉重的工件,既费时费力,又影响效率。为此,本文研制了一套气动机械手模拟装置。该机械手的结构、原理及功能与实际的机械手完全一致。

1 气动机械手的结构与工作过程

该气动机械手主要是由摆动气缸、摆臂、传感器、真空吸盘、支架、底座等部分组成。其操作目标是将被加工对象从左操作台 B 搬运到右生产线 C 上^[3],如图 1 所示。

假设机械手处于原始位置 A 点,要把 B 点处工件搬



注:1 吸料台;2 真空吸盘;3 摆臂位置传感器;
4 摆臂;5 摆动气缸;6 松料台;7 底座

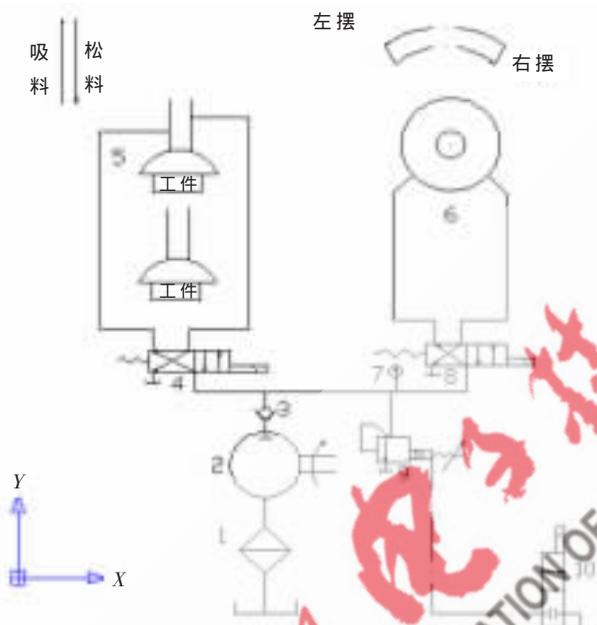
图 1 机械手动作示意图

运到 C 点处的流水生产线上,该机械手的操作方式分为连续自动和单步手动 2 种工作方式。在连续工作方式下,机械手的具体工作流程如下:按下 START 按钮→机械手复位(即图 1 的 A 位)→摆臂左摆→摆臂左摆到位信号→机械手吸料→摆臂右摆→摆臂右摆到位信号→机械手松开,将工件放到 C 处的流水生产线上。至此机械手的一个循环过程已经完成^[4]。机械手可反复不断地进行上述循环。在单步手动工作方式下,每按一下

START按钮,机械手将按程序执行1步相应的动作,实现左摆臂、右摆臂、吸料、放料等点动作。在动作过程中,操作员可以随时按下STOP按钮,终止机械手的操作运行。要实现上述的操作功能,该气动机械手控制系统应包括气动控制和PLC控制2个部分。其主要组成元件有:1个集成了2个双电控电磁阀和1个单电控电磁阀的紧凑型带独立插座的阀岛、1个气缸(摆动气缸)、1个真空吸盘、1个直流继电器、PLC、传感器和2个具有8个输入、8个输出的I/O接线端子等元件。

2 系统的气动原理

气动原理图^[5]如图2所示。



注:1 滤油器;2 单向定量泵;3 单向阀;4、8 为 2 位四通电磁换向阀;
5 真空吸盘;6 摆缸;7 压力表;9 溢流阀;10 2 位二通电磁换向阀

图 2 气动原理图

该系统的整个气动系统就是对摆动气缸及真空吸盘的动作进行控制。真空系统的工作原理是利用负压原理来吸附工件的。如图3所示,压缩空气流入真空发生器的A位,狭窄的喷嘴B使气流以超音速喷出,当气流离开喷嘴时,气体迅速膨胀,并且从第二个喷嘴喷出,进入消音器C,这就导致了在喷嘴B腔内产生低压,从而导致D口的内外产生了压力差,工件就被空气压在如图1所示的吸盘2上,从而吸起工件。图2中7为压力



图 3 真空发生器原理图

表,其值是根据工件重量不同而变化的,当气压达到预先设定值时,吸盘吸气输入信号为ON。气源出来的气体进入到由1个2位二通电磁换向阀、溢流阀、1个2位四通电磁换向阀组成的阀岛,然后经2位四通电磁换向阀来驱动气缸内的活塞运行^[5]。

3 PLC 的选择

3.1 确定所需要的 I/O 点个数

根据上述要求,PLC需要以下输入信号:3个用来检测机械手运动状态的传感器信号,分别用来检测机械手摆臂摆动的极限和吸盘的吸气放气状态;1个工件松放到位与否传感器信号;根据系统的控制要求,需要START(启动)、RESET(复位)和STOP(停止)3个按钮信号以及1个直流继电器信号;1个用来控制机械手运行方式的AUTO/MAN(自动/手动)开关信号^[2]。

PLC需要以下输出信号:用来驱动气缸以及真空吸盘吸气、放气的电磁阀需要4个输出信号,2个用来显示工作状态(START、RESET指示灯)的信号,分别用来指示START、RESET按钮的工作状态。

根据上述要求,应选用输入点的个数 ≥ 9 、输出点的个数 ≥ 6 的PLC。

3.2 程序存储器容量的选择

由系统的控制要求及上述分析可知,该系统不需要模拟量变换及存储,仅需要15个开关量控制,因此可以估算:存储器字节数 \geq 开关量I/O总数 $\times 8 = 15 \times 8 = 120$ 字节。

3.3 PLC 型号的选择

由计算及分析可知,此系统对PLC的扫描速度及其他方面无特殊要求,仅对要选择的PLC输入点的个数(≥ 9)、输出点的个数(≥ 6)、存储器字数(≥ 120 字节)提出要求。为此,选用S7-300型号的PLC(CPU315-2DP)及SM323数字量I/O模块2个(它共有16个输入、输出点),随机存储器容量为48KB,计数器64个,定时器128个。其结构紧凑、体积小,处理数据和通信能力强、功能指令丰富、直观,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]。I/O接点的分配如表1所示,PLC与器件的逻辑线路图如图4所示。

4 系统的工作原理

该系统的工作原理如图5所示。系统中的2个限位行程开关、1个真空检测传感器及控制面板上的4个显示信号(START按钮、RESET按钮、AUTO/MAN开关、STOP按钮)作为输入信号,由接线端子经标准数据线传输送至PLC。处理器(CPU)扫描输入映像寄存器,根据系统程序的控制要求执行相应的逻辑运算,执行结果写入到输出映像寄存器,然后再经标准数据线及接线端子传输线送至如图2所示的阀岛,换向阀电磁铁得电接通,打开相应的通路,驱动对应气缸内的活塞运行^[2]。

表 1 I/O 分配表

输入部分			输出部分		
地址	元件	功能	地址	元件	功能
I0.5	真空检测传感器(ZK)	检测真空吸盘是否产生真空	Q0.3	产生真空换向阀(2Y2)	产生真空
I0.2	摆臂抓取位置传感器(B1)	检测工件是否被吸取	Q0.4	真空释放电磁阀(2Y1)	释放真空
I0.3	摆臂放件位置传感器(B2)	检测工件是否被松放	Q0.1	摆缸换向电磁阀(3Y1)	摆臂左摆
I4.4	STOP 按钮	用于中断操作	Q0.2	摆缸换向电磁阀(3Y2)	摆臂右摆
I4.1	RESET 按钮	系统复位按钮	Q4.1	RESET 指示灯	显示系统状态
I4.0	START 按钮	系统启动按钮	Q4.0	START 指示灯	显示系统状态
I4.3	AUTO/MAN 开关	选择系统工作模式			
I4.5	直流继电器	切断输出信号			

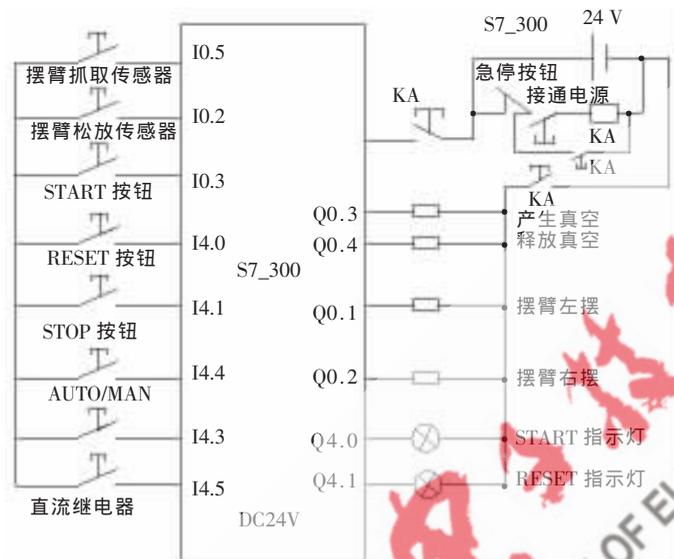


图 4 PLC 器件的逻辑接线电路图

CPU 系统的控制面板安装在操控台上, 24 V 直流电源、S7-300PLC、直流继电器、真空发生器等元件均放置在电控箱内。直流继电器的作用是当系统发生紧急事故时, 可立即切断 PLC 模块的输出电源进而切断整个输出信号, 使系统停止工作。本系统的控制信号采用 I/O 接线端子的标准数据线进行传输, 不仅便于系统布线和检修, 而且系统结构紧凑, 更便于对系统进行远程控制。

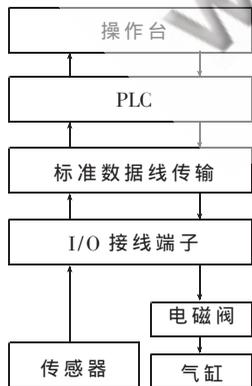


图 5 控制系统原理图

5 软件设计

STEP7 软件功能强大, 可以实现在线编程、在线诊断, 支持梯形图(LAD)、语句表(STL)、功能块图(FBD)等语

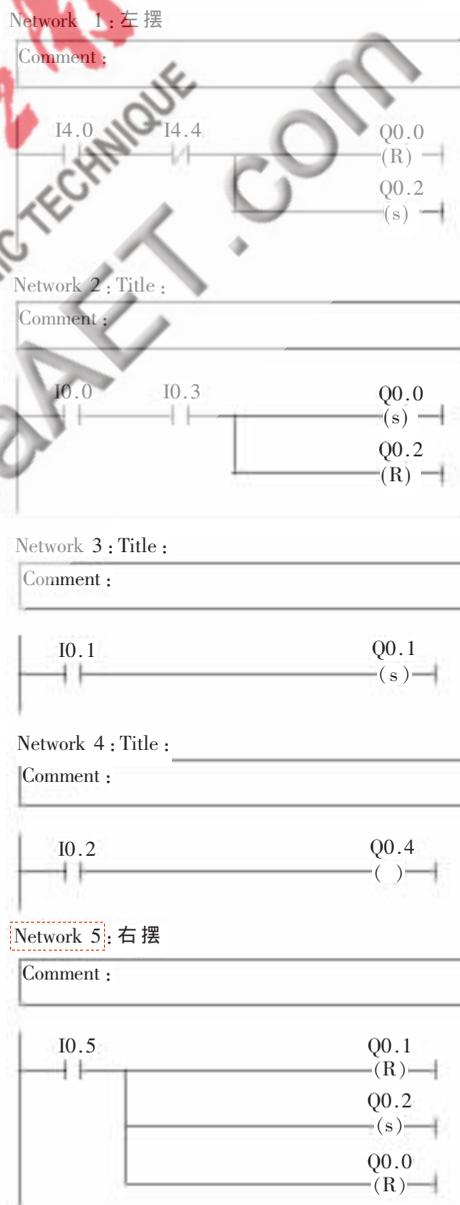


图 6 部分梯形图程序

言编程,用户可以根据自己的需要进行选择。此外,该软件还具有友好的用户界面^[6]。本文采用梯形图(LAD)编程,编程时应注意气动机械手的各个输出状态一定要与各个输入器件的状态对应起来,并且要考虑到系统的具体控制要求。如为了保证系统的安全性,编程时设置一些联锁和互锁是必须的。例如,摆臂左摆与右摆之间要防止2个顺序相反的操作同时发生。机械手摆动的部分梯形图程序如图6所示,机械手在一个循环周期内的摆动有左摆和右摆2个动作,在这2个状态下,要考虑它们的输出及与输出有关的各个输入元件的状态。

自动与手动2种工作方式仅需要在手动工作方式前加一个自动工作的开关即可实现。当程序完成后,利用专用的PC适配器将程序从计算机的RS-232串行口下载到PLC的MPI接口^[2]。

该控制系统采用了PLC的编程控制,与同类系统相比节省了大量的电气元件,大大降低了开发成本。此外,系统由于采用了软件编程,其动作操作可根据现场实际

情况进行移动调试^[2]。该气动机械手经在模拟试验台上安装、调试后运行稳定。系统简单实用、安全可靠、操作性强、外形尺寸小。其结构、原理、功能均能服务于实际生产。

参考文献

- [1] 陈志权.基于PLC气动机械手的控制系统[J].自动测量与控制,2008(4):83.
- [2] 张州,刘广瑞,杜大军.基于PLC控制的气动机械手系统[J].机电产品开发与应用,2004(3):25.
- [3] SMC(中国)有限公司.现代实用气动技术[M].北京:机械工业出版社,1998:128.
- [4] 张鲁国.PLC在机械手控制系统中的应用[J].微计算机信息,2000(16):36.
- [5] 朱怀忠,王恩海.液压与气动技术[M].北京:科学出版社,2000:156.
- [6] 廖常处.PLC编程及应用[M].北京:机械工业出版社,2002:105.

(收稿日期:2008-12-29)