

机械手多地夹放工件模拟控制研究

李利娟

(闽西职业技术学院 福建 龙岩 364000)

摘要: 机械手广泛用于现代自动化生产线,它可以代替人手的繁重劳动,缩减工人的劳动负荷度,实现生产的机械化和自动化,提高生产效率。本文采用 PLC 方式控制机械手上升、左移、下降、抓紧、再次上升、右移、下降、释放的动作,对工件进行多地夹放。

关键词: 机械手; PLC 控制; 夹放

0 引言

随着科技技术的进步和机器人技术的兴起,智能化生产大量应用于现代化建设中,机械手就是机械技术和智能化的完美结合。机械手是一种自动操作装置,它可以模仿人的手臂和手部的一些动作,执行固定程序实现抓取、搬运物件等操作。机械手最早应用于汽车领域,主要用于装卸、搬运、焊接和涂装等。随着技术的不断进步,机械手开始展现出更加人性化的一面,它开始代替工人完成繁重复杂的操作,不但节约劳动成本,而且使操作安全性得到大幅提高,保障了操作人员的人身安全。目前,工业机械手和 AGV、自动检测系统以及控制中心组成的柔性制造系统和计算机集成制造系统,实现了工业生产过程的自动化,广泛应用于工矿、建筑、冶金、机电等领域。

1 机械手的结构和控制

机械手主要由执行机构、驱动系统、控制系统以及位置检测装置等组成^[1],可以实现手动和自动控制。

1.1 结构组成及原理

机械手的执行机构包括夹紧工件的气爪、左右摆动的手臂和上下升降的立柱等部件。机械手的驱动是靠电动机和辅助电磁器结合完成的。驱动系统包含内部的调节系统,自动调节驱动电压、电流以及速度。控制系统由可编程控制器组成,通过可编程控制器实现机械手的各种控制要求。位置检测装置根据机械手执行机构的实际位置与行程开关的位置进行对比发送信号到控制系统。

1.2 机械手的控制要求

机械手的控制系统包括手动控制和自动控制两个系统。自动控制系统通过自动按钮的启/闭来实现机械手启动和停止工作;手动系统的按钮功用各不相同,有控制机械手左右摆动的,有控制机械手上下升降的,还有控制机械手夹紧和放松的。手动控制系统和自动控制系统相互独立,互不干扰,用可编程控制器可以实现对两个系统的控制。

机械手能实现手动、复位、单步、单周期和连续等五种工作模式。手动工作模式运行时,在控制面板上通过按钮的开关来实现各种相对应的动作。机械手切换至“复位”工作模式时,按下“回复位”按钮,机械手即按指令返回原位;当切换至单步工作模式时,按一次“启动”按钮,机械手根据流程图向前执行一步;当切换至单周期工作模式时,按一次“启动”按钮,机械手运行一个流程周期,然后回到原点;当选择连续工作方式时,按下“启动”按钮,机械手开始连续循环动作,直至按下“停止”按钮,机械手运行到原位并停下。

为了防止机械手在较低位置工作时碰到其他工件,在传送工件过程中,机械手需上升到最高位置进行左右移动,并在最高点和最低点设置行程开关。图 1 所示为机械手的控制流程图。

2 机械手的工艺过程

2.1 工艺过程

选用 PLC 来控制搬运机械手多地夹放工件。按下“启动”按钮,电动机启动,机械手处于“待机”状态。按下“复位”按钮,机械手移动到左上角的

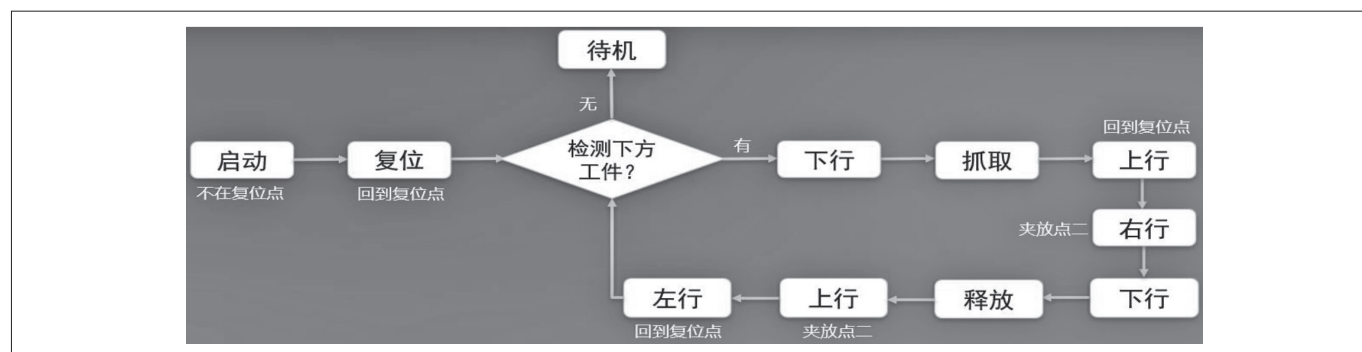


图 1 机械手的控制流程图

复位点（即夹放点一）。若检测到下方无工件，则停留在复位点；若检测到下方有工件，机械手执行“下行—抓取—上行”操作，之后右行移动到夹放点二，执行“下行—释放—上行”操作，完成动作后左行到复位点，一个循环结束。过程中可按下“停止”按钮中止机械手的运动。

2.2 工艺原理

传感器检测到工件时，将信息传输到 PLC。机械手夹放工件，通过 PLC 控制电磁阀使手臂移动，实现机械手手臂上升、下降、左移、夹紧、上升、右移、下降、释放等动作。

2.3 传感器的选择

传感器是一种检测装置，能将被测信号按一定规律变换成可以测量并显示的电信号或其他所需形式的信息输出，是实现自动检测和自动控制的关键部件。机械手在传送物料过程中，需要选用位置检测装置、视觉传感器和滑觉传感器。位置传感器检测机械手动作是否到位，视觉传感器检测机械手对工件的鉴别能力，滑觉传感器检测物料的稳定控制。

2.3.1 位置检测装置

位置检测装置检测工件的位移和速度，发送反馈信号，构成闭环或半闭环控制。工业生产中，将位置检测装置安装在设计好的位置中，当装于机械运动部件上的模块撞击限位开关时，限位开关的触点闭合，完成电路的切换。

2.3.2 视觉传感器

视觉传感器又称为“电子眼”，是一种视频输入设备，它就像人的眼睛一样，可以将看到的真实环境记录，以数据形式储存。视觉传感器具有视频摄像和静态图像捕捉基本功能，其精度不仅与分辨率有关，而且与被测物体的检测距离相关。视觉传感器获取环境图像后，将环境图像与存储的标准图像

进行比较分析。

2.3.3 滑觉传感器

滑觉传感器是一种用来检测机械手与抓握物体间相对滑移程度的装置。为了以适当的握力来抓握物体，需实时检测机械手与物体接触表面的相对滑动，然后判断握力，以不损伤物体为前提，施加合适的握力。滑觉检测功能是实现机械手柔性抓握的必备条件。通过滑觉传感器可以实现识别功能，判断被抓物体的表面粗糙度和硬度^[2]。

3 可编程控制器（PLC）

可编程控制器（Programmable Logic Control, PLC），是以 CPU 为核心，综合计算机技术、通讯技术和自动化技术的一种新型、通用工业装置。

3.1 PLC 的选型

本设计以西门子 SIMATIC S7-1200 为硬件设备，用 PLC 控制系统控制实现搬运机械手多地夹放的模拟控制功能。使用西门子 SIMATIC S7-1200 PLC 编程软件 Portal V16，运用梯形图语言进行编程。

S7-1200 系统有五种模块，分别为 CPU 1211C、CPU 1212C、CPU 1214C、CPU1215C 和 CPU1217C^[3]。每一种模块都可以扩展，以满足不同的系统需要。

3.2 PLC 的设计

PLC 通过程序控制来实现其功能，程序设计应遵循以下四个步骤：

- （1）确定被监控对象必须完成的工作及完成动作的顺序；
- （2）画出地址分配表，做好输入 / 输出分配；
- （3）应用编程工具编程；
- （4）对程序进行模拟仿真，验证其准确性。

3.3 PLC 的地址分配

机械手的运行包括机械手的上升下降、左行右行、

表 1 机械手 PLC 控制输入输出 I/O 分配表

1	I0.0	启动
2	I0.1	停止
3	I0.2	上行程开关
4	I0.3	下行程开关
5	I0.4	左行程开关
6	I0.5	右行程开关
7	I1.0	复位
8	Q0.0	机械手上行
9	Q0.1	机械手下行
10	Q0.2	机械手左行
11	Q0.3	机械手右行
12	Q0.4	机械手夹紧

抓取和释放工件、机械手气爪的伸缩。每个运行状态都有相应的位磁感应限位开关。PLC 输入端是实现各种功能的开关，输出端均由电磁阀控制。机械手 PLC 控制输入输出 I/O 分配如表 1 所示。

4 控制系统软件的设计

4.1 软件设计的分析

S7-PLCSIM 是运用于可编程控制器（PLC）的模拟仿真软件，可以在 STEP7 没有硬件的情况下实现模拟仿真，实现编程的快速性。S7-PLCSIM 具有以下特性：

（1）S7-PLCSIM 软件工作时，来自 STEP7 的通讯都会转向模拟 PLC；

（2）模拟仿真 PLC 时，能够判定任何运用于 S7 CPU 模块的程序；

（3）能够改变 CPU 的操作模式（RUN-P），模拟仿真器还有一个“暂停”的功能，即使修改程序也不受影响，保证稳定性。

（4）可以模拟终端 OB 程序。

4.2 SIMATIC S7-1200 编程过程

4.2.1 编写部分程序示例

部分程序示例如图 2 ~ 图 6 所示。
按下“启动”按钮，保持线圈接通，机械手原地处于待机状态。

按下“复位”按钮，机械手通过上行程开关和左行程开关控制回到左上角的复位点，也就是夹放点一。

通过接近开关检测夹放点下方是否有工件，若有工件，机械手下行，夹取，然后上行；若没有工件，则停留在复位点待机。

4.2.2 下载与模拟仿真

下载程序，按下启动按钮（I0.0），启动仿真，验证程序的准确性，实现 PLC 的控制功能。控制面板如图 7 所示。

5 结语

本文通过可编程控制器实现了机械手多地夹放工件的作业任务。经过反复调试程序，最终完成机械

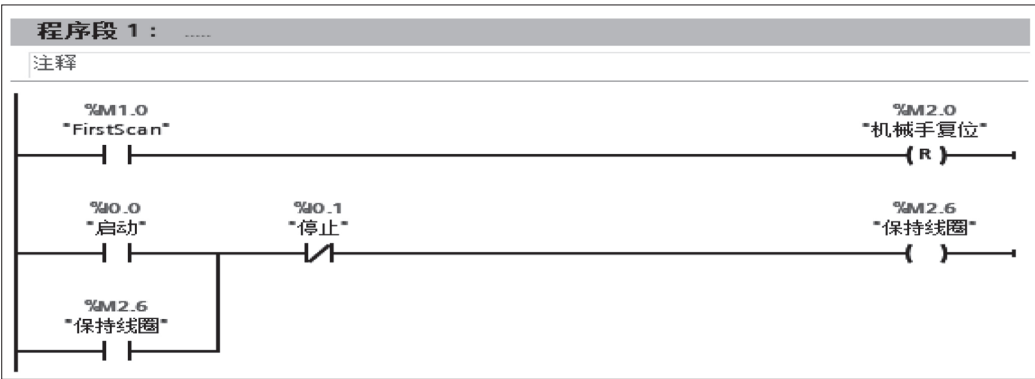


图 2 程序示例 1

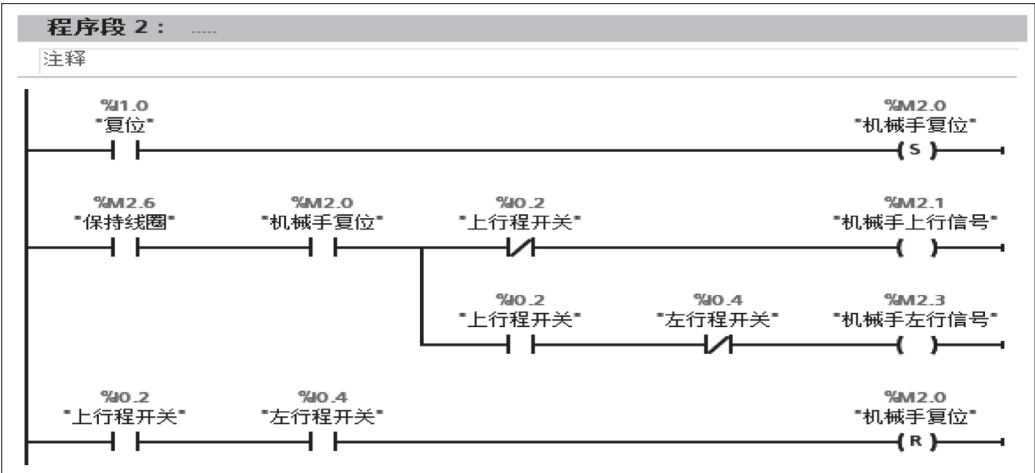


图 3 程序示例 2

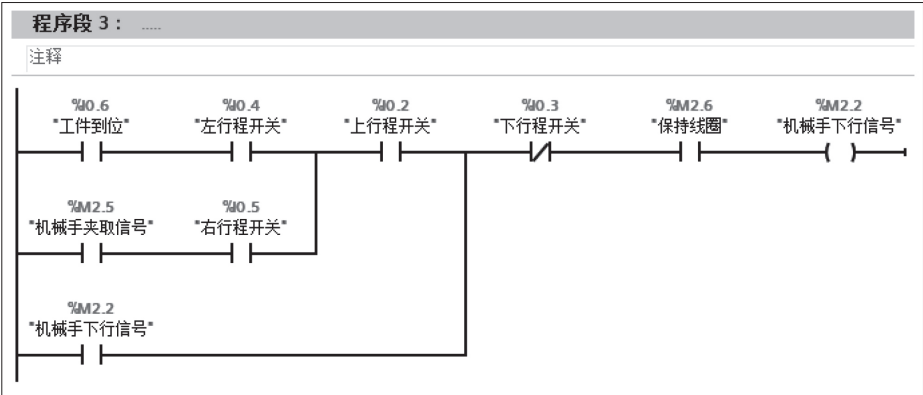


图 4 程序示例 3

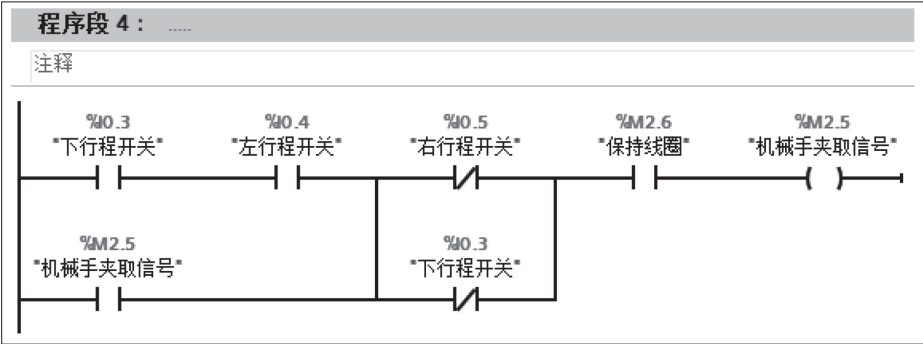


图 5 程序示例 4

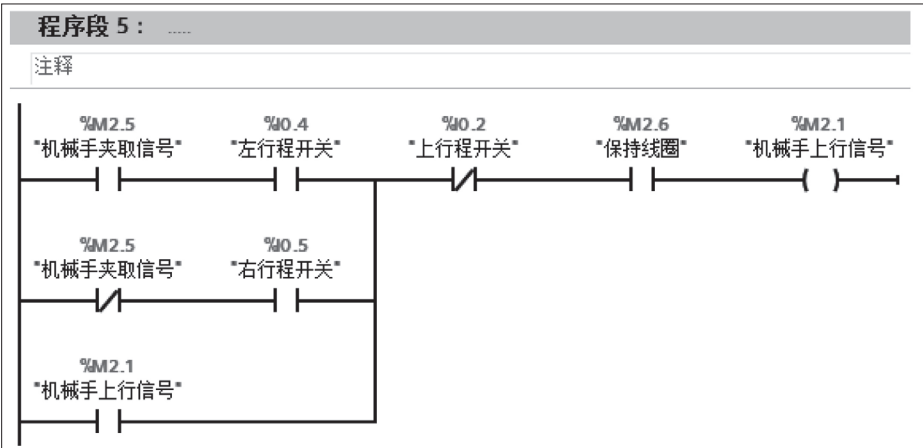


图 6 程序示例 5

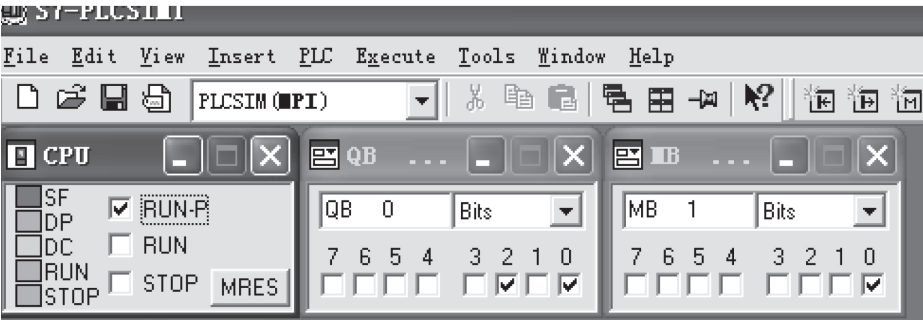


图 7 PLC 仿真

手的左右行、上下行、抓取工件、释放工件等预期动作。机械手结构比较复杂，还需进一步研究和试验，不断完善使机械手能更好地实现与机械化和自动化的智能化结合。

参考文献：

[1] 王倭. 液压驱动机械臂设计及其仿真研究 [D]. 北京：华北电力大学, 2011.

[2] 杨军. 变抓取力欠驱动机械手控制系统研究 [D]. 哈尔滨：哈尔滨工程大学, 2008.

[3] 薛晴. 基于 PLC 和电量传感器的大工业用户无线监测控制系统设计 [D]. 太原：太原理工大学, 2021.

作者简介：李利娟（1984.02-），女，汉族，山西大同人，硕士研究生，讲师，研究方向：机械设计、工程材料。