

PLC 在机械手步进控制中的应用^{*}

史国生

(南京师范大学电气与电子工程学院, 南京, 210042)

[摘要] 以日本OMRON的C系列P型PLC为基础,介绍PLC在机械手步进控制中的应用,并给出了详细的程序设计过程.该程序已在工业机械手中获得了应用,具有稳定、可靠的性能.

[关键词] PLC;机械手;步进控制

[中图分类号]TP241; [文献标识码]B; [文章编号]1008-1925(2001)04-0034-04

0 引言

机械手是工业自动控制领域中经常遇到的一种控制对象.机械手可以完成许多工作,如搬物、装配、切割、喷染等等,应用面非常广泛.应用PLC控制机械手实现各种规定的工序动作,可以简化控制线路,节省成本,提高劳动生产率.

图1是机械手搬运物品示意图.机械手的任务是将传送带A上的物品搬运到传送带B.为使机械手动作准确,在机械手的极限位置安

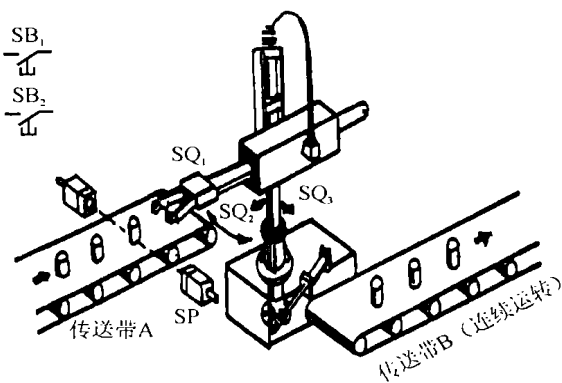


图1 机械手搬物示意图

装了限位开关SQ₁、SQ₂、SQ₃、SQ₄、SQ₅,对机械手分别进行抓紧、左转、右转、上升、下降动作的限位,并发出动作到位的输入信号.传送带A上装有光电开关SP,用于检测传送带A上物品是否到位.机械手的起、停由图中的起动按钮SB₁、停止按钮SB₂控制.传送带A、B由电动机拖动.机械手的上、下、左、右、抓紧、放松等动作由液压驱动,并分别由6个电磁阀来控制.

1 机械手的动作流程

传送带B处于连续运行状态,故不需要用PLC控制.

机械手及传送带A顺序动作的要求是:

- (1) 按下起动按钮SB₁时,机械手系统工作.首先上升电磁阀通电,手臂上升,至上升限位开关动作;
- (2) 左转电磁阀通电,手臂左转,至左转限位开关动作;
- (3) 下降电磁阀通电,手臂下降,至下降限位开关动作;
- (4) 启动传送带A运行,由光电开关SP检测传送带A上是否有物品送来,若检测到物品,

^{*} 收稿日期: 2001-02-12
作者简介: 史国生, 1951-, 南京师范大学电气与电子工程学院副教授, 主要从事电气传动控制、传感器、PLC的教学、研究与应用.

则抓紧电磁阀通电,机械手抓紧,至抓紧限位开关动作;

(5) 手臂再次上升,至上升限位开关再次动作;

(6) 右转电磁阀通电,手臂右转,至右转限位开关动作;

(7) 手臂再次下降,至下降限位开关再次动作;

(8) 放松电磁阀通电,机械手松开手爪,经延时 2s 后,完成一次搬运任务,然后重复循环以上过程。

(9) 按下停止按钮 SB₂ 或断电时,机械手停止在现行工步上,重新起动时,机械手按停止前的动作继续工作。

根据对机械手的顺序动作要求,可以画出时序图如图 2 所示.由时序图可作出图 3 所示的机械手动作流程图。

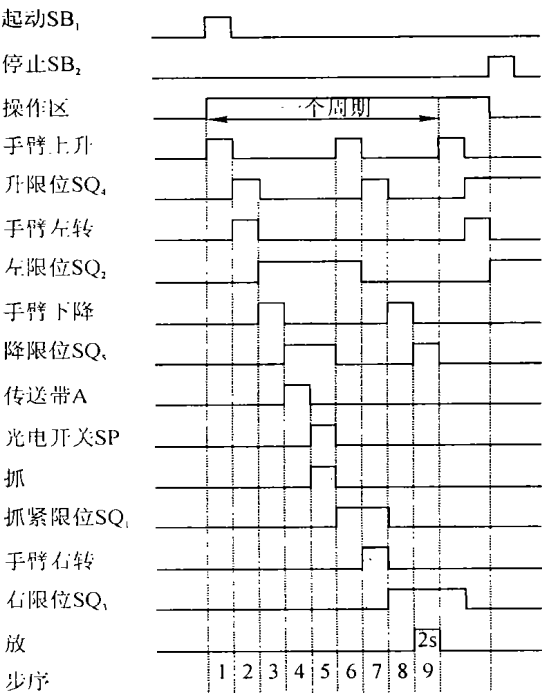


图 2 机械手动作步序图

2 PLC 选型及其 I/O 点编号分配

2.1 PLC 的选型

由于机械手系统的输入/输出接点少,要求电气控制部分体积小,成本低,并能够用计算机对 PLC 进行监控和管理,故选用日本 OMRON(立石)公司生产的多功能小型 C20P 主机.该机输入点为 12,输出点为 8.内部主要有:136 个辅助继电器,16 个特殊功能继电器,160 个保持继电器,8 个暂存继电器,48 个定时/计数器、64 个 16 位数据存贮器。

2.2 I/O 点编号分配

根据图 3 所示的机械手动作流程图,可以确定电气控制系统的 I/O 点分配,如表 1 所示。

表 1 机械手控制 I/O 分配表

| 输入设备 | 输入点号 | 输出设备 | 输出点号 |
|------------------------|------|----------|--------|
| 起动按钮 SB ₁ | 0000 | 传送带 A 运行 | 0 500 |
| 停止按钮 SB ₂ | 0001 | 左转电磁阀 | 0 501 |
| 抓紧限位开关 SQ ₁ | 0002 | 右转电磁阀 | 0 502 |
| 左转限位开关 SQ ₂ | 0003 | 上升电磁阀 | 0 503 |
| 右转限位开关 SQ ₃ | 0004 | 下降电磁阀 | 0 504 |
| 上升限位开关 SQ ₄ | 0005 | 抓紧电磁阀 | 0 505 |
| 下降限位开关 SQ ₅ | 0006 | 放松电磁阀 | 0 506 |
| 物品检测 | 0007 | 定时器 | TIM 00 |

根据图 3 流程图和表 1 的 I/O 分配表,可以编制出状态转移图如图 4 所示。

3 编程及程序运行

3.1 用步进指令编程

根据图 4 状态转移图, 编制的步进梯形图程序如图 5 所示.

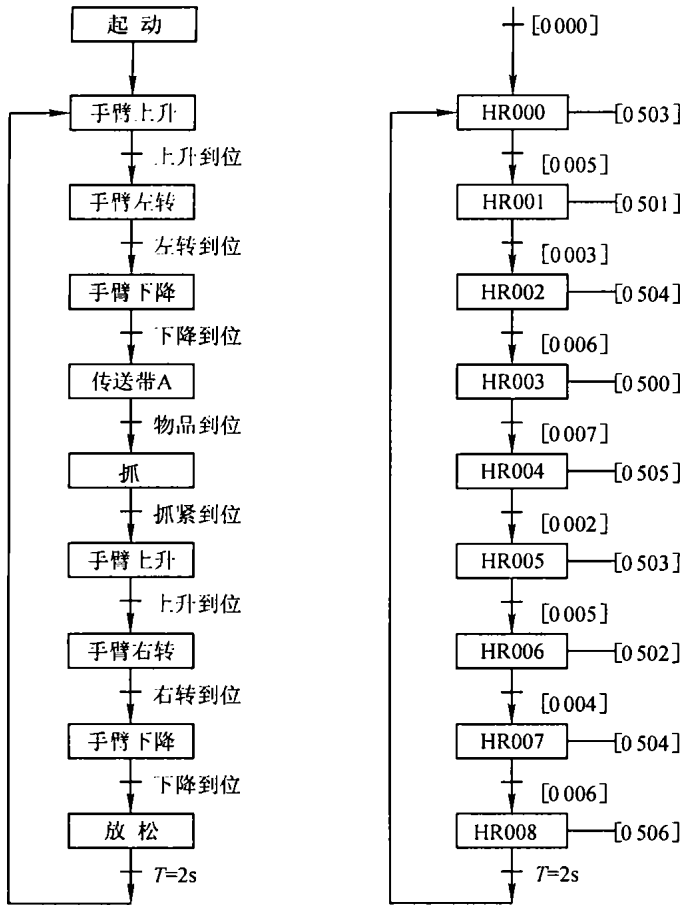


图 3 机械手动作流程图

图 4 机械手状态转移图

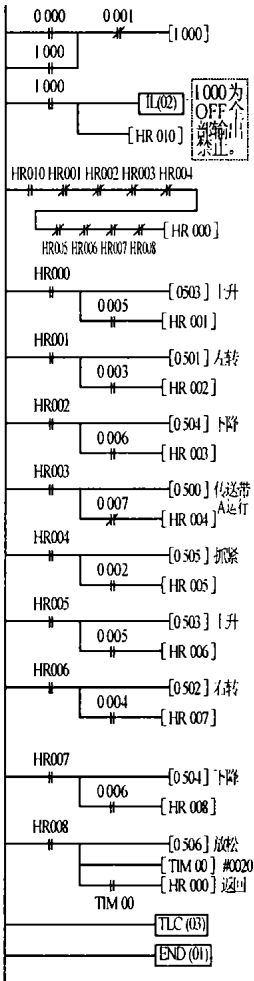


图 5 步进控制梯形图

图 5 中, “全部输出禁止”部分的作用是在停止时禁止全部输出, 使机械手停止在现行的工步上; 重新起动时又能从停止前的工步继续动作.

在状态由 HR010 转移至 HR000 的条件中, 增加了保持继电器的常闭触点 $\overline{\text{HR001}}$ 、 $\overline{\text{HR002}}$ $\overline{\text{HR008}}$, 其作用是: 当机械手工作在某一中间工步时, 若 PLC 断电或停止运行, 机械手停止在中间工步上. PLC 复电或重新投入运行后, 由于保持继电器 HR 具有状态断电保护的功能, 因此在重新起动时, $\overline{\text{HR001}}$ 、 $\overline{\text{HR002}}$ $\overline{\text{HR008}}$ 中有某一个断开的, 使得 HR000 不能置位, 机械手只能从停止前被置位的工步继续动作.

3.2 程序运行

按下起动按钮 SB₁, 输入点 0000 为 ON, 则作为互锁条件的辅助继电器 I000 为 ON, 互锁指令 IL 接通, IL 与 ILC 之间的线圈正常工作, “全部输出禁止”解除. 若 $\overline{\text{HR001}}$ 、 $\overline{\text{HR002}}$ $\overline{\text{HR008}}$ 中有某一个断开的, 使得 HR000 不能置位, 机械手只能从停止前被置位的工步继续动作.

HR008常闭触点都为 ON, 保持继电器 HR000 接通, 输出点0503使上升电磁阀得电, 手臂上升. 当手臂上升到位时, 上升限位开关使输入点0005闭合, 保持继电器 HR001 接通, HR000 复位, 输出点0501使左转电磁阀得电, 手臂左转.以后每当一步动作到位, 限位条件满足时, 状态转移, 进行下一工步动作. 当状态转移到 HR008 为 ON 时, 输出点0506使放松电磁阀得电, 机械手放松, 同时定时器 TIM 00 计时. 当计时 2s 到, 状态又转移到 HR000, 程序又重新从第一工步开始循环. 停止时, 按下停止按钮 SB₂, 0001断开, 辅助继电器1000为 OFF, 互锁指令断开, 全部输出被禁止, 但各保持继电器的状态是断电保护的, 机械手停在现行的工步上. 当重新按起动按钮时, 互锁指令接通, 停止前的输出被恢复, 机械手继续在停止前某保持继电器为 ON 的工步动作.

4 梯形图程序

| 地址 | 指令 | 数据 | 地址 | 指令 | 数据 |
|------|---------|--------|------|---------|--------|
| 0000 | LD | 0000 | 0029 | LD | HR003 |
| 0001 | OR | 1000 | 0030 | OUT | 0 500 |
| 0002 | AND NOT | 0001 | 0031 | AND NOT | 0007 |
| 0003 | OUT | 1000 | 0032 | OUT | HR004 |
| 0004 | LD | 1000 | 0033 | LD | HR004 |
| 0005 | IL(02) | - | 0034 | OUT | 0 505 |
| 0006 | OUT | HR 010 | 0035 | AND | 0002 |
| 0007 | LD | HR 010 | 0036 | OUT | HR005 |
| 0008 | AND NOT | HR 001 | 0037 | LD | HR005 |
| 0009 | AND NOT | HR 002 | 0038 | OUT | 0 503 |
| 0010 | AND NOT | HR 003 | 0039 | AND | 0005 |
| 0011 | AND NOT | HR 004 | 0040 | OUT | HR006 |
| 0012 | AND NOT | HR 005 | 0041 | LD | HR006 |
| 0013 | AND NOT | HR 006 | 0042 | OUT | 0 502 |
| 0014 | AND NOT | HR 007 | 0043 | AND | 0004 |
| 0015 | AND NOT | HR 008 | 0044 | OUT | HR007 |
| 0016 | OUT | HR 000 | 0045 | LD | HR007 |
| 0017 | LD | HR 000 | 0046 | OUT | 0 504 |
| 0018 | OUT | 0503 | 0047 | AND | 0006 |
| 0019 | AND | 0005 | 0048 | OUT | HR008 |
| 0020 | OUT | HR 001 | 0049 | LD | HR008 |
| 0021 | LD | HR 001 | 0050 | OUT | 0 506 |
| 0022 | OUT | 0501 | 0051 | TIM | 00 |
| 0023 | AND | 0003 | | | 0020 |
| 0024 | OUT | HR 002 | 0052 | AND | TIM 00 |
| 0025 | LD | HR 002 | 0053 | OUT | HR000 |
| 0026 | OUT | 0504 | 0054 | ILC(03) | - |
| 0027 | AND | 0006 | 0055 | END(01) | |
| 0028 | OUT | HR 003 | | | |

5 结束语

本文介绍了日本 OMRON 公司生产的 C 系列 P 型小型多功能 PLC 在机械手步进控制中的设计应用, 说明了机械手的动作原理、设计要求、程序设计方法, 该程序已在实际生产中获得了成功的应用.

(下转第 78 页)

[参考文献]

- [1] 哈尔滨工业大学. 关于接触疲劳破坏分类的讨论[J]. 金属科学与工程, 1983, (6) : 25 ~ 32
 [2] 邵尔玉. 接触疲劳的试验方法、断口和破坏机理的研究[J]. 理化检验(物理分册), 1980, (1)
 [3] 葛中民. 耐磨损设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991

Study on Pitting Failure of Gear Material 40CrNiMo With Medium Hardness by Means of Metalloscopy

Qu Xueliang¹, Yang Hongwei²

(1. Jiangsu Radio and TV University, Nanjing, 210013, PRC;

2. Zhengzhou Research Institute of Mechanical Engineering, Zhengzhou, 450052, PRC)

Abstract: By means of metalloscopy, the paper deals with the crack initiation and propagation as well as the fracture morphology of the surface in a gear material 40CrNiMo with medium hardness, meanwhile it analyzes the failure mechanism of the material on metallograpy.

Key words: contact fatigue, gear, pitting

[责任编辑: 刘健]

(上接第 37 页)

[参考文献]

- [1] SYSMAC C Series I/O Link Unit[Z]. OMRON USER'S MANUAL
 [2] OMRON P-type Programmable Controllers Installation Guide[Z]. 1994
 [3] 钟肇新, 彭侃. 可编程控制器原理及应用[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1991

Application of PLC in Manipulator Step Motion Control

Shi Guosheng

(College of Electrical and Electronic Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing, 210042, PRC)

Abstract: On the basis of Japan OMRON C Series P-type PLC, this paper introduces the application of PLC in manipulator step motion control, programming and process are given in detail. This program has been applied in the field of industrial manipulator. It has stable and reliable performance.

Key words: PLC, Manipulator, Step Motion Control

[责任编辑: 刘健]