

任务驱动式PLC编程及运动控制技术应用系列教程

PLC

运动控制技术应用 设计与实践(松下)

● 李全利 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



- ISBN 978-7-111-32417-1
- ISBN 978-7-89451-750-0 (光盘)
- 策划编辑: 王英杰 / 陈玉芝
- 封面设计: 赵颖喆

任务驱动式PLC编程及运动控制技术应用系列教程

PLC编程应用基础 (松下)

PLC编程应用基础 (三菱)

PLC编程应用基础 (西门子)

PLC编程应用基础 (欧姆龙)

PLC运动控制技术应用设计与实践 (松下)

PLC运动控制技术应用设计与实践 (三菱)

PLC运动控制技术应用设计与实践 (西门子)

PLC运动控制技术应用设计与实践 (欧姆龙)

- ❖ **一体化教材**——职业院校电气类、机电类和电气自动化类专业学生的PLC基础教学和实训指导
- ❖ **技能大赛用书**——职业院校、中级电工、高级电工技能大赛辅导
- ❖ **考工培训教材**——中级电工、高级电工职业鉴定培训
- ❖ **自学参考书**——PLC从业人员和爱好者的自学参考

上架指导: 计算机 / 工业应用 / PLC

ISBN 978-7-111-32417-1



9 787111 324171

地址: 北京市百万庄大街22号

电话服务

社服务中心: (010)88361066

销售一部: (010)88326294

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

邮政编码: 100037

网络服务

门户网站: <http://www.cmpedu.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

定价: 28.00元 (含1CD)

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程

PLC 运动控制技术应用 设计与实践（松下）



机械工业出版社

本书是“任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程”之一，主要内容包括：PLC 运动控制技术概述、带式传送机的变频调速控制、行走机械手的速度与位置控制、货物传输与搬运系统的 PLC 网络控制、人机界面在行走机械手中的应用、PLC 运动控制系统的设计与实践。

本书的工程性与实践性较强，简明实用，对 PLC 用户具有较大的参考价值。本书学练一体，可作为职业院校学生学习 PLC 运动控制技术的实训教材，也可供从事自动化系统设计与开发的工程技术人员进行系统设计和应用时参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 运动控制技术应用设计与实践. 松下/李全利主编. —北京: 机械工业出版社, 2011. 1

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程
ISBN 978-7-111-32417-1

I. ①P… II. ①李… III. ①可编程序控制器—教材 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 214075 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 王英杰 陈玉芝 责任编辑: 赵磊磊

版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 乔宇

北京机工印刷厂印刷 (兴文装订厂装订)

2011 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 13 印张 · 320 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-32417-1

ISBN 978-7-89451-750-0 (光盘)

定价: 28.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

销售二部: (010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

任务驱动式 PLC 编程及运动控制技术应用系列教程按不同的 PLC 型号和内容深浅分为八册，读者可按实际情况选择不同的分册进行阅读学习，本书是其中之一。

可编程控制器（PLC）是 20 世纪 60 年代发展起来的一种新型工业控制器，作为运动控制器，它远远超出了原先 PLC 的概念，已广泛应用于各种运动控制系统中。目前，运动控制领域已经发生了日新月异的变化，各种现代控制技术已被广泛应用到各种工程实际中。例如，自适应控制、最优控制、鲁棒控制、滑模变结构控制、模糊控制、神经网络控制以及各种智能控制都已经深入到传统的运动控制系统中，具有较高的静态性能的运动控制系统不断涌现。

本书以松下 FP-X 型 PLC 为例，主要介绍 PLC 运动控制系统的控制原理、PLC 编程与调试、系统接线、联网以及监控系统设计等。

全书共分 6 章：第 1 章主要介绍运动控制系统的基本结构，PLC 在运动控制中的应用，运动控制技术实训设备的功能及其实训内容；第 2 章介绍带式输送机变频调速的各种控制方式及其应用；第 3 章介绍行走机械手的速度与位置控制的各种方法及其实践；第 4 章介绍货物传输与搬运系统的 PLC 网络控制；第 5 章详细介绍了人机界面在行走机械手中的应用；第 6 章主要介绍仓储、柔性制造加工、现代生产线等典型的 PLC 运动控制系统的应用实例，介绍了 PLC 运动控制技术的应用与设计，并配有技能大赛通用试题。

本书工程性与实践性比较强，简明实用，对 PLC 用户具有较大参考价值。本书可作为职业院校学生学习 PLC 运动控制技术的实训教材，也可以作为技能大赛参考书。“学练一体”是本书的特点。本套教材配有第 4 章和第 6 章实训内容的程序光盘。

本书由李全利任主编并对全书进行统稿，于德颖任副主编，常斗南任主审，审阅全书。第 1 章由于德颖编写，第 2 章及前言由李全利编写，第 3 章由韦孝平编写，第 4 章由贾亦真编写，第 5 章由方强编写，第 6 章及附录由翟津编写。在本书的编写过程中，虽经反复推敲、多次修改，但由于作者水平所限，难免有疏漏之处，恳请读者批评指正，可通过 E-mail 与我们联系：TJYFWXP@163.COM。

编 者

目 录

前言

第1章 PLC 运动控制技术概述	1
1.1 PLC 运动控制技术	1
1.1.1 运动控制的概念	1
1.1.2 运动控制技术的基本要素	2
1.1.3 PLC 与运动控制	2
1.1.4 运动控制系统的分类及其应 用场合	3
1.2 PLC 运动控制系统的组成及各部 分的作用	4
1.2.1 工作人员操作站	4
1.2.2 运动控制器	4
1.2.3 驱动器	5
1.2.4 伺服机构	5
1.2.5 检测装置	6
1.2.6 机械装置	6
1.3 PLC 运动控制技术实训设备	6
1.3.1 TVT—METS3 系统结构及其功 能	7
1.3.2 系统的实训内容	8
1.4 小结与作业	9
1.4.1 小结	9
1.4.2 作业	9
第2章 带式传送机的变频调速控制	10
2.1 实训任务	10
2.1.1 带式传送机的启动和正反 转控制	10
2.1.2 采用 PLC 实现带式传送机 的简单控制	13
2.1.3 采用 PLC 实现带式传送机 的无级调速控制	16
2.1.4 带式传送机的闭环调速控 制	22
2.2 小结与作业	24
2.2.1 小结	24
2.2.2 作业	24
第3章 行走机械手的速度与位置 控制	25
3.1 实训任务	25

3.1.1 采用光电编码器、高速计数 器和直流电动机实现行走机械 手的定位控制	25
3.1.2 采用步进驱动系统实现行走 机械手的速度与位置控制	30
3.1.3 采用伺服驱动系统实现行走 机械手的速度与位置控制	35
3.2 小结与作业	40
3.2.1 小结	40
3.2.2 作业	40
第4章 货物传输与搬运系统的 PLC 网络控制	41
4.1 货物传输与搬运系统的 PC— LINK 网络控制	41
4.1.1 货物传输与搬运系统的组 成及其实训任务	41
4.1.2 货物传输与搬运系统的 PC— LINK 网络控制的设置与编 程	41
4.2 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制	50
4.2.1 货物传输与搬运系统的组 成及其实训任务	50
4.2.2 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制的设置与编 程	50
4.3 小结与作业	58
4.3.1 小结	58
4.3.2 作业	59
第5章 人机界面在行走机械手中的 应用	60
5.1 触摸屏	60
5.1.1 触摸屏的特点及功能	60
5.1.2 触摸屏的硬件	61
5.1.3 触摸屏的软件安装	62
5.1.4 触摸屏与 FPX—C40 的连 接	62
5.2 触摸屏实训任务	62
5.2.1 制作两个按钮控制行走机 械手的左移动与右移动	62

5.2.2 制作行走机械手触摸屏的监控界面	67	6.2.2 加工入库（分类加工及入库分拣）	121
5.3 组态王	73	6.2.3 柔性制造智能控制	126
5.3.1 组态王的特点	73	6.2.4 柔性制造加工系统组态的实现	131
5.3.2 组态王的功能	74	6.3 现代生产线控制系统的应用设计与实践	132
5.3.3 组态王的安装	74	6.3.1 生产线控制系统一（配套加工系统）	132
5.4 组态王实训任务	75	6.3.2 生产线控制系统二（定量加工系统）	139
5.4.1 制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动	75	6.3.3 生产线控制系统三（带有初加工的装配系统）	146
5.4.2 制作行走机械手组态王的监控界面	82	6.4 技能大赛通用试题	152
5.5 小结与作业	90	6.4.1 试题一	152
5.5.1 小结	90	6.4.2 试题二	160
5.5.2 作业	90	6.5 小结与作业	167
第6章 PLC 运动控制系统的设计与实践	92	6.5.1 小结	167
6.1 仓储控制系统的设计与实践	92	6.5.2 作业	167
6.1.1 加工制造系统终端货物的识别、分拣与入库	92	附录	169
6.1.2 载货台与库位间货物的传送	96	附录 A PLC 运动控制系统中变频器与交流伺服电动机的参数设置	169
6.1.3 仓库货物的调配	101	附录 B PLC 运动控制系统中电气与气动元件的图形符号	174
6.1.4 拨码器在仓储控制系统中的应用	104	附录 C PLC 内部继电器、存储器及特殊内部继电器和寄存器数据	180
6.1.5 利用触摸屏实现仓储控制系统的自动控制	111	参考文献	200
6.2 柔性制造加工系统的应用设计与实践	115		
6.2.1 顺序加工（工件流水加工的实现）	115		

第 1 章 PLC 运动控制技术概述

1.1 PLC 运动控制技术

运动控制技术是自动化技术与电气拖动技术的融合,利用 PLC 作为运动控制器的运动控制技术就是 PLC 运动控制技术。它综合了微电子技术、计算机技术、检测技术、自动化技术以及伺服控制技术等学科的最新成果,现已广泛应用于国民经济的各个行业,并起着重要作用。

运动控制技术所涉及的知识面极广,应用形式繁多,各种现代工业控制技术,如自适应控制、最优控制、模糊控制、神经网络控制及各种智能控制已深入到运动控制系统中。由于本书篇幅所限,只主要介绍采用 PLC 作为运动控制器、以电动机作为动力源的运动控制系统的应用设计与实践。

1.1.1 运动控制的概念

采用 PLC 作为运动控制器的运动控制,是将预定的目标转变为期望的机械运动,使被控制机械实现准确的位置控制、速度控制、加速度控制、转矩或力矩控制以及这些被控制机械量的综合控制。显然,运动控制系统的控制目标是位置、速度、加速度、转矩或力矩等。本书主要介绍位置和速度、加速度控制及其实训指导。

位置控制是将某负载从某一确定的空间位置按某种轨迹移动到另一确定的空间位置,工业机械手或机器人就是典型的位置控制应用实例。速度和加速度控制是使负载以确定的速度曲线进行运动,例如风机和水泵通过调速来调节流量或压力,电梯通过速度或加速度调节来实现轿厢的平稳升降和平层。

传统的运动控制内容是电气传动技术。早期的运动控制一般仅是实现点到点的运动控制,在运动的起点和终点装有位置开关,到位后停止运动。

随着生产的不断发展,从 20 世纪 30 年代开始使用直流调速系统。但直流电动机具有电刷和换向器,成本较高,维护工作量较大。直到 20 世纪 60 年代,电力电子技术的发展使交流变频调速得以推广。目前的调速产品 80% 以上均采用交流调速技术,因为它的成本和维护费用较低,并且交流调速系统具有高精度、大量程、快速反应等技术性能,达到了直流调速系统的水平,所以得到广泛应用。

为了提高产品的质量和产量,并降低成本,20 世纪初,制造业开始采用“大量生产方式”的新技术,零件加工采用专用机床,装配工序采用流水线作业,形成“刚性生产线”。运动控制技术也逐步从位置控制、速度控制发展到加速度控制和轨迹控制。

运动控制系统通常是指机械装置中的一个或多个轴按某一坐标系上的运动以及这些运动之间的协调(涉及各轴运动速度的调节)按一定的加速度曲线进行运动,以及形成准确的定位或遵循某一特定轨迹,通过对多轴控制使机械部件在空间的运动轨迹符合控制要求,或者使被加工的零件表面形成复杂的曲面。

总之,运动控制是自动化技术与电气拖动技术的融合。随着电力电子技术、微电子技术和控制技术的发展,已将电力电子器件、控制、驱动及保护等集为一体,为机电一体化开辟了广阔的前景。数字脉宽调制(PWM)技术、微型计算机控制及各种现代控制技术,都已经深入到系统的运动控制中。

1.1.2 运动控制技术的要素

PLC 运动控制技术是自动化技术和电力拖动技术的重要组成部分,它涵盖了运动控制器技术、软件技术、传感器技术、网络技术、接口技术以及传动技术。运动控制技术由六个要素组成,如图 1-1 所示。其功能说明如下:

- ① 运动控制器技术: 大脑功能。
- ② 软件技术: 大脑中枢功能。
- ③ 传感器技术: 眼、耳、鼻功能。
- ④ 传动技术: 手、足功能。
- ⑤ 接口技术: 神经系统功能。
- ⑥ 网络技术: 信息传输功能。

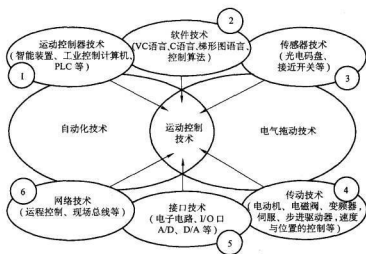


图 1-1 运动控制技术的六个要素

工业机器人是典型的运动控制技术应用实例,它含有上述的六个要素。运动控制器就是工控机,传动装置为交流伺服电动机和电磁阀。传感器为检测工业机器人本体和手臂回转用的编码器。利用接口电路,把工控机与传感器以及传动装置驱动电路连接起来,软件就是工控机程序,通过网络实现器件与器件或器件与工控机之间的通信。因此,要想掌握运动控制技术必须熟练掌握运动控制器、传感器、传动机构(执行机构)、接口电路、软件(PLC 或计算机程序)及网络的基本知识和技术。

1.1.3 PLC 与运动控制

可编程序控制器(PLC)是 20 世纪 60 年代以来发展极为迅速的一种新型的工业控制装

置。现代的 PLC 综合了计算机技术、自动控制技术和网络通信技术，其功能已十分强大，超出了原先 PLC 的概念，应用越来越广泛、深入，已进入到系统的过程控制、运动控制、通信网络、人机交互等领域。

从 1969 年美国 DEC 公司生产世界上第一台 PLC 至今，可编程控制器已经历了 4 代，第 1 代 PLC 大多采用一位机开发，用磁心存储器存储，只具有单一的逻辑控制功能；第 2 代 PLC 采用 8 位微处理器及半导体存储器，使 PLC 产品系列化；第 3 代 PLC 采用位片式 CPU，处理速度大大提高了，促使 PLC 向多功能方向发展；第 4 代 PLC 全面使用 16 位和 32 位高性能微处理器，进行多通道处理，内含 CPU 的智能模块，使第 4 代 PLC 具有运动控制、数据处理、网络通信等多种功能。PLC 及其网络现已成为工厂首选的工业控制装置，由 PLC 组成的多级分布式网络已成为现代工业控制系统的主要组成部分。

PLC 的主要特点是集“三电”于一体，即集电控、电仪、电传于一体。根据工业自动化系统分类，对于开关量的控制（逻辑控制系统）采用继电器接触器控制装置（电控装置），对于速度较慢的连续量控制（过程控制系统）采用电动仪表控制（电仪装置），对于速度较快的连续量控制（运动控制系统）采用电传装置。在 PLC 的控制装置中实现三电一体化，适用于各种规模的自动化系统。特别是运动控制技术的发展极为迅速，各种现代控制技术如自适应控制、最优控制、鲁棒控制、滑模变结构控制、模糊控制、神经网络控制及各种智能控制都已深入到传统的运动控制系统中，并且具有较高的静动态特性。

PLC 在运动控制系统中可作为运动控制器，即运动控制系统的“大脑”，实现精密金属切削机床的控制以及机械手的控制。由于 PLC 还具有数字运算（包含逻辑运算、函数运算、矩阵运算等）、数据传输、转换、排序、检索和移位，以及数字转换、位操作、编码、译码等功能，可完成数据采集、分析和处理任务，一般应用于大中型运动控制系统，如数控系统、柔性制造系统、机器人控制系统等。

1.1.4 运动控制系统的分类及其应用场合

1. 运动控制系统的分类

按被控制量的性质，运动控制系统可分为位置控制系统、速度控制系统、加速度控制系统、同步控制系统、力矩控制系统。

运动控制系统按伺服机构的能源供给可分为电动控制系统、气动控制系统和液压控制系统三种。气动和液压伺服机构适用于要求防爆且输出力矩较大的场合，而且精度要求较低，目前在工业领域中的使用也非常广泛。

2. 运动控制技术的应用领域

运动控制技术的应用领域非常广泛，遍及国民经济的各个行业，主要应用领域如下：

- (1) 冶金行业 电弧炉电极控制、轧机轧辊控制、产品定尺控制等。
- (2) 机械行业 机床定位控制、加工轨迹控制以及各种流水生产线和机械手的控制等。
- (3) 信息行业 磁盘驱动器的磁头定位控制，打印机、绘图机控制等。
- (4) 建筑行业 电梯控制及电梯群控等。
- (5) 军事行业 雷达天线和各种火炮控制等。
- (6) 其他行业 立体仓库和立体车库的控制等。

1.2 PLC 运动控制系统的组成及各部分的作用

PLC 运动控制系统的控制目标一般为位置控制、速度控制、加速度控制和力矩控制等。

位置控制是将一负载从某一确定的空间位置按一定的轨迹移动到另一确定的空间位置,例如机械手或机器人就是典型的位置控制系统。

速度控制和加速度控制是使负载按某一确定的速度曲线进行运动,例如电梯就是通过速度和加速度调节来实现平稳升降和平层,当然电梯运动控制系统的控制目标也包括位置控制,因为这些控制目标一般是互相配合进行工作的。

转矩控制是要通过转矩的反馈来维持转矩的恒定或遵循某一规律的变化,例如轧钢机械、造纸机械和传送带的张力控制等。

典型运动控制系统的组成框图如图 1-2 所示。

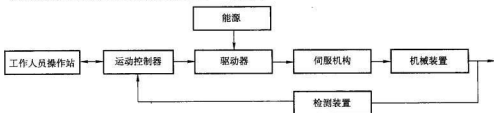


图 1-2 典型运动控制系统的组成框图

在 PLC 运动控制系统中,运动控制器采用 PLC,它是系统的“大脑”,检测装置相当于系统的“眼”、“鼻”等感觉器官,而驱动器则是运动控制系统的“四肢”,负责控制的执行。在运动控制系统中,需要检测的量主要是位置、速度和加速度等参数,执行元件可根据实际需要选取步进驱动系统、伺服驱动系统以及变频器驱动的传动系统。

1.2.1 工作人员操作站

工业现场操作的工作人员使用的设备就称为工作人员操作站,它提供运动控制系统与工作人员的完整接口,通过工作人员的操作来实现各种控制调节和管理功能。

操作站一般采用 PC 装载组态元件,工作人员通过专用键盘、鼠标进行各种操作。在小运动控制系统中可以采用触摸屏作为工作人员操作站。

运动控制系统还可以通过工作人员操作站与企业信息网络连接,以便实现系统的网络通信。

1.2.2 运动控制器

运动控制器是运动控制系统的核心,可以是专用控制器,但一般都是采用具有通信能力的智能装置,如工业控制计算机(IPC)或可程序控制器(PLC)等。对于 PLC 运动控制系统,都选用 PLC 作为运动控制器。

运动控制器的控制目标值是由上一级工作人员操作站提供的,在恒速系统中速度是给定的,在伺服系统中是速度与时间关系曲线,即一条运动轨迹。

运动控制器可实现控制算法,如PID算法、模糊控制算法及各类校正算法等。总之,现代运动控制器可实现各种先进的控制算法。

PLC作为通用控制装置,以其高可靠性、功能强、体积小、可以在线修改程序、易于与计算机连接、能对模拟量进行控制等优异性能,在工业控制领域中得到大量运用,现已成为现代工业三大支柱之首。PLC已在流水线、包装线、机械手、立体仓库等设备上得到广泛的应用,这些应用都属于运动控制的范畴。

1.2.3 驱动器

驱动器是指将运动控制器输出的小信号放大以驱动伺服机构的部件。对于不同类别的伺服机构,驱动器有电动、液动、气动等类型。

PLC运动控制系统采用PLC作为运动控制器,通常驱动器为变频器、伺服电动机驱动器、步进电动机环形驱动器等。

在一些对速度、位置的控制精度要求不高的场合,在运动控制系统中可以采用变频器控制交流电动机的方式来完成。在交流异步电动机的诸多调速方法中,变频调速的性能最好,调速范围大、静态稳定性好、运行效率高。采用通用变频器对交流异步电动机进行调速控制,由于使用方便、可靠性高,并且经济效益显著,使得这种方案逐步得到推广。

步进驱动系统(步进电动机与驱动器组成的系统)主要应用在开环、控制精度及响应速度要求不太高的运动控制场合,如程序控制系统、数字控制系统等。步进驱动系统的运行性能是电动机与驱动器两者配合所反映出来的综合效果。效率、可靠性和驱动能力是步进电动机驱动电路所要解决的三大问题,三者之间彼此制约。驱动能力随电源电压的升高而增大,但电路的功耗一般也相应增大,使效率降低。可靠性则随着驱动电路的功耗增大、温度升高而降低。恒流驱动技术采用了能量反馈,提高了电源效率,改善了电动机矩频特性,国内外步进电动机驱动器大多都采用这种驱动方式。

交流伺服电动机的驱动装置采用了全数字式驱动控制技术后,使得驱动装置硬件结构简单,参数调整方便,输出的一致性、可靠性增加。同时,驱动装置可以集成复杂的电动机控制算法和智能控制功能,如增益自动调整、网络通信等功能,大大提高了交流伺服系统的适用范围。

1.2.4 伺服机构

伺服机构是PLC运动控制系统的重要组成部分,选择运动控制系统的伺服机构首先应该是在整个工作过程中都能拖负载,其次是选择伺服机构必须考虑它的性能对控制系统的影响,最后要考虑的就是在低速运行时必须平衡而且扭矩脉动变化小,在高速运行时振动噪声应该小。

运动控制系统伺服机构按工作介质可分为电动伺服机构、液压伺服机构和气动伺服机构。在中、小功率的运动控制系统中,电动伺服机构的应用比较广泛。电动伺服机构即控制电动机,与一般电动机相比有如下优点:

(1) 高可靠性 执行元件是控制系统的重要组成部分,所以它的可靠性显得十分重要。

(2) 高精度 系统的机械运动要精确满足控制要求,这就要求执行元件具有高精度。

(3) 快速性 在有些系统中,控制指令经常变化,其系统的动作要求反应非常迅速,这就要求执行元件能作出快速响应。高转矩、低惯量是控制电动机的基本特性。

(4) 经济性 控制电动机在系统中所占经济价值的比例较大,控制电动机的经济性显得尤为重要。

(5) 环境适应性 控制电动机应具有良好的环境适应性,往往比一般电动机的环境要求高许多。

目前控制电动机大多采用步进电动机或全数字化交流伺服电动机。

1.2.5 检测装置

在运动控制系统中是通过传感器获取系统中的几何量和物理量的信息,再将这些信息提供给运动控制器,为实现控制策略提供依据。

运动控制系统中的测量和反馈部分的核心是传感器。以传感器为核心的检测装置向操作人员或运动控制器反映系统状况,同时也可以闭环控制系统中形成反馈回路,将指定的输出量馈送给运动控制器,而控制器则根据这些信息进行控制决策。运动控制系统中的传感器用于测量运动参数(如位置、速度和加速度等)和力学参数(如力和转矩等),也可以用于测量电气参数(如电压和电流等)。传感器是利用各种物理学原理,如电磁感应、光电效应、光栅效应、霍尔效应等,实现各物理量的检测。

运动控制系统中的传感器在采用新原理、新工艺、新材料,并与先进的电子技术结合的基础上,朝着高精度、高可靠性和高速的方向发展。没有信息反馈的控制是盲目的,而错误的信息反馈也会导致控制的失误。检测装置的测量反馈部分与电动机、驱动器、运动控制器一样,是运动控制系统的主要组成部分。准确性和实时性是控制系统对测量反馈部分的基本性能要求,前者在一定程度上由传感器和以传感器为核心的测量静态特性进行描述,而后者则取决于其动态特性。

1.2.6 机械装置

机械装置是指电动机的负载,如工业系统中的风机、水泵及流体,轧机中的传送机构,轧辊和轧制中的钢材,机床中的主轴、刀架和工件,机械手和机器人的手臂,行走机构和施力对象等。机械装置作为电动机的负载,不仅包括机械系统的工作部分,如刀具和工件等,也包括机械系统中的机械传动链,如齿轮箱、传送带和滚珠丝杠等。运动控制系统中的机械装置由于其力学特性对系统施加影响,对整个运动控制系统进行分析时,机械装置是不可忽略的组成部分。

1.3 PLC 运动控制技术实训设备

TVT—METS3 是一套融合试验、实训及综合开发的新型培训系统,系统中的大部分部件都是采用工业上常用的传感器、变频器、控制器、执行器,并通过接口电路组成 PLC 网络,用户可以通过不同的组合构成各种不同的运动控制系统,进行 PLC 运动控制技术的设计与实践。

1.3.1 TVT—METS3 系统结构及其功能

1. 系统结构

TVT—METS3 系统整体结构外貌如图 1-3 所示。TVT—METS3 系统由 10 个单元组成, 如图 1-4 所示。

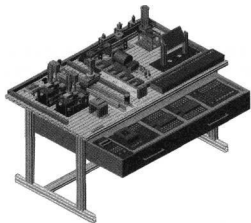


图 1-3 TVT—METS3 系统整体结构外貌

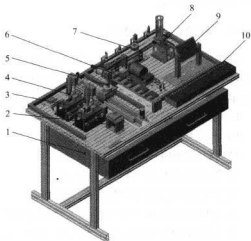


图 1-4 TVT—METS3 系统单元的组成

1—型材桌体 2—载货台 3—加工单元 4—装配单元
5—行走机械手单元 6—平面库单元 7—检测分拣单元
8—井式供料单元 9—触摸屏单元 10—电气控制板接口单元

2. 系统功能

TVT—METS3 系统中的井式供料单元、检测分拣单元和行走机械手单元可以组成材料分拣系统。它由传送带、气动机械手、传感器组、PLC、变频器、交流电动机、旋转编码器、井式出料塔、气动推送机构等组成。其中, 变频器、旋转编码器、交流电动机与 PLC 组成带位置反馈的速度控制系统。传感器组由电容传感器、电感传感器、颜色传感器、光敏开关等组成, 可以识别货物的颜色、材质等, 并可统计数量。

TVT—METS3 系统的行走机械手单元、加工单元、装配单元与平面库单元可以组成平面储存系统。它是由步进电动机及其驱动器、平面库、直线导轨、起动车库机构等组成。通过控制气动入库机构在直线导轨上的位移, 实现不同货物进入到不同的位置。

系统可选用 2 台 PLC 分别控制材料分选小系统和平面存储小系统, 然后通过 PLC 网络实现 PLC 之间的相互通信, 完成系统的统一动作。

TVT—METS3 整个系统在 PLC 的控制下, 系统的运行过程如下: 当料块由井式供料单元进入传感器检测分拣单元时, 电动机旋转, 通过同步齿形带使料块进入电容、电感、颜色传感器检测区域, 使不同颜色、不同材质的料块被分拣; 当料块进入机械手取料区域时, 行走机械手开始动作, 通过步进电动机或直流电动机旋转使机械手到达取料区域, 将不同颜色、不同材质的料块放入到相应的平面库库位中, 将待加工、待装配的料块放入加工、装配单元, 实现料块的加工、装配, 最后由行走机械手将加工装配好的成品放入相应的平面库库

位中。

通过旋转编码器使行走机械手实现精确定位，通过调整旋转气缸的缓冲器使旋转角度实现精确定位控制。整个系统通过 PLC 网络实现 PLC 之间的通信，完成货物的传送、定位、检测、搬运以及存储。系统电气控制板接口单元采用开放式结构，系统所有控制线和信号线均通过导线引入到面板上来，因此，在实训时，只需要在面板上接线即可，便于学员独立完成系统的硬件接线。

1.3.2 系统的实训内容

TVT—METS3 系统中的带式传送机的变频调速控制和行走机械手的精确定位控制都是 PLC 运动控制系统速度与位置控制的典型应用实例。TVT—METS3 系统作为学习 PLC 运动控制技术的实训设备，其主要实训内容如下：

1. 带式传送机的变频调速控制

- 1) PLC 控制变频器的有级调速。
- 2) PLC 控制变频器的无级调速。
 - ① 带式传送机的 PWM 调速控制。
 - ② 采用模拟量的变频器无级调速控制。
 - ③ 利用通信协议实现变频器无级调速控制。
 - ④ 利用 MEWTOCOL 协议实现变频器的无级调速控制。

2. 行走机械手的速度与位置控制

- 1) PLC 的高速计数器与旋转编码器的定位控制。
- 2) 采用步进驱动系统实现机械手的速度与位置控制。
- 3) 采用伺服驱动系统实现机械手的速度与位置控制。
- 4) 采用位控单元模块实现机械手的速度与位置控制。

3. 利用 PLC 网络实现对货物的传输与搬运控制

- 1) 货物传输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制。
- 2) 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制。

4. 采用触摸屏的控制

- 1) 采用触摸屏建立人一机交互界面实现系统的点动控制。
- 2) 采用触摸屏建立人一机交互界面实现系统的自动控制。

5. 组态监控系统的设计

- 1) 采用组态王完成材料分拣监控系统的设计。
- 2) 采用组态王完成平面仓储监控系统的设计。

6. 自动加工、装配、仓储系统的应用设计

- 1) 顺序加工系统的应用设计。
- 2) 加工入库系统的应用设计。
- 3) 自动加工系统的组态实现。

7. 现代生产线控制系统的应用设计

- 1) 现代生产线电气控制系统的应用设计。
- 2) 现代生产线系统的程序设计。

1.4 小结与作业

1.4.1 小结

运动控制技术是自动化技术与电气拖动技术的融合,采用 PLC 作为运动控制器的运动控制技术就是 PLC 运动控制技术,现已广泛应用于冶金、机械、信息、建筑、军事等多个行业中。

运动控制系统主要由运动控制器、传感器检测装置、伺服机构、机械装置等组成。其控制目标一般为位置控制、速度控制、加速度控制和力矩控制等。PLC 运动控制技术实训设备采用 TVT—METS3 系列培训系统。系统中全部采用工业中的传感器、变频器、控制器、执行器及通信网络,利用不同的组合可以构成各种不同的运动控制系统,进行 PLC 运动控制技术的应用设计与实践。

1.4.2 作业

思考题:

- 1) 什么是运动控制?
- 2) 运动控制的目标是什么?
- 3) 绘出运动控制系统的组成示意图。
- 4) 运动控制技术的六个要素是什么?
- 5) 运动控制技术的主要应用场合有哪些?
- 6) 利用 TVT—METS3 系列培训系统主要能完成哪些实训内容?

第2章 带式传送机的变频调速控制

2.1 实训任务

2.1.1 带式传送机的启动和正反转控制

1. 采用变频器操作面板的启动和正反转控制

(1) 任务要求 利用变频器的操作面板实现传送机的启动、停止及正反转控制。按下变频器操作面板上的“RUN”，电动机正转启动，经过4s，电动机稳定运行在50Hz。电动机进入稳定运行状态后，如果按下“STOP”，经过2s，电动机将从50Hz运行到停止。此外，传送带还可以按照与正转时相同的启动时间、相同的稳定运行频率以及相同的停止时间进行反转。其加、减速曲线如图2-1所示，图中 $t_1=4s$ ， $t_2=2s$ 。

(2) 系统组成 采用变频器操作面板控制的调速系统如图2-2所示。系统主要由传送带、交流电动机、变频器等组成。带式传送机调速控制系统的接线如图2-3所示。

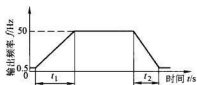


图 2-1 加、减速曲线

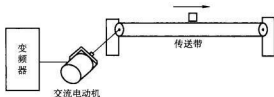


图 2-2 采用变频器操作面板控制的调速系统

(3) 系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的变频器参数有 P66、P01、P02、P08、P09，具体操作步骤如下：

- 1) 按图2-3接好线。
- 2) 变频器参数初始化：将P66设置为“1”。
- 3) 设置启动和停止时间：将参数P01设置为“4”，P02设置为“2”。
- 4) 设置频率：将参数P09设置为“0”。
- 5) 设置变频器运行方式：将P08设置为“1”。
- 6) 按下“MODE”使数码管显示“Fr”，然后按下“SET”，并调节操作旋钮使数码管显示“50.0”。
- 7) 正转运行：按下“MODE”，选择在数码管显示“000”的状态下按下“▲”软按键，此时将显示“0-F”，再按下“RUN”软按键电动机将开始正转运行，经

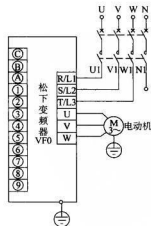


图 2-3 带式传送机调速控制系统的接线

过4s后,变频器将输出频率50Hz。

8) 电动机停止:按下“STOP”软按键,电动机就会停止运行。

9) 反转运行:在数码管显示“000”的状态下按下“▼”软按键,此时将显示“0-r”,再按下“RUN”软按键,电动机将开始反转运行。

10) 按下“STOP”软按键,电动机停止运行。

(4) 分析与思考

1) 在第一个实训中使用了变频器,那么变频器有什么特点?为什么会被广泛应用?它都有哪些控制方法?变频器的全称为交流变频调速器,主要用于交流电动机的驱动及调速,在调整输出频率的同时按比例调整输出电压,从而改变电动机的转速,以达到实现交流电动机调速的目的。变频器的最大特点是高效、节能。变频器的控制及调速方法有:

- ① 采用变频器操作控制面板实现电动机的起停和正反转控制。
- ② 采用外部按钮实现电动机的起停和正反转控制。
- ③ 采用PLC控制实现电动机的起停和正反转运行。
- ④ 采用PLC控制电动机,实现多级调速。
- ⑤ 采用脉宽调制(PWM)的调速控制。
- ⑥ 采用模拟量实现变频器的无级调速控制。
- ⑦ 采用通信方式控制实现变频器的无级调速。

以上七种方法中,本实训采用了第一种控制方法。只需一台变频器和一台交流电动机即可构成一个最简单的变频器调速系统,其系统框图如图2-4所示。

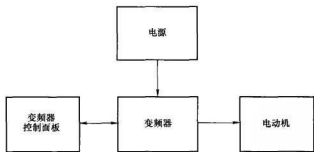


图 2-4 采用操作控制面板的调速系统框图

2) 在上面的操作中,为什么要设置P66呢?P66是用来初始化变频器参数的,当P66被设置成“1”后,变频器之前的所有参数设置都被恢复到出厂时的设置。P08是变频器的“选择运行指令”,它决定了变频器的控制方式,即变频器是采用面板控制方式还是采用外部按钮控制方式。参数P08的功能见表2-1。P09是频率设定信号,它决定了变频器输出频率的控制方式。参数P09的功能见表2-2。

表 2-1 参数 P08 (选择运行指令) 的功能

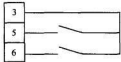
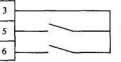
设定数据	面板或外控	操作面板复位功能	操作方法和控制端子的连接
0	面板	有	运行: RUN; 停止: STOP; 正转/反转 用 DR 模式设定
1			正转运行: RUN; 反转运行: RUN; 停止: STOP
2	外控	无	 共用端子 ON: 运行; OFF: 停止 ON: 反转; OFF: 正转
4		有	
3	外控	无	 共用端子 ON: 正转运行; OFF: 停止 ON: 反转运行; OFF: 停止
5		有	

表 2-2 参数 P09 (频率设定信号指令) 的功能

设定数据	面板或外控	设定信号内容	操作方法和控制端子的连接
0	面板	电位器设定 (操作面板)	频率设定钮, Max: 最大频率; Min: 最小频率 (或零电位停止)
1		数字设定 (操作面板)	用“MODE”、“▲”、“▼”、“SET”键, 利用“FR 模式”进行设定
2	外控	电位器	端子 No. 1, 2, 3 (将电位器的中心引线拉到 2 上)
3		0~5V (电压信号)	端子 No2.3 (2: +; 3: -)
4		0~10V (电压信号)	端子 No2.3 (2: +; 3: -)
5		4~20mA (电流信号)	端子 No2.3 (2: +; 3: -), 在 2~3 之间连接 200Ω

2. 带式输送机采用外部开关的控制

(1) 任务要求 利用外部开关实现传送机的起停、停止及正反转控制。采用 SA1、SA2 分别控制电动机起/停和正反转, SA1 是起停与停止开关, 当 SA1 接通时传送带开始正转, 经过 2s 后电动机以 20Hz 的速度稳定运行, 断开 SA1 电动机经过 1s 后停止运行。在电动机运行过程中改变 SA2 的状态, 传送带运行方向也会相应地改变。其加、减速曲线如图 2-5 所示, 图中 $t_1 = 2\text{s}$, $t_2 = 1\text{s}$ 。

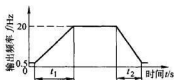


图 2-5 加、减速曲线

(2) 系统组成 采用外部开关控制的带式输送机系统如图 2-6 所示。系统主要由传送带、交流电动机、变频器、指示与主令控制单元等组成。

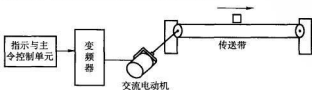


图 2-6 采用外部开关控制的带式输送机系统

(3) 系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的变频器参数有 P66、P01、P02、P08、P09，具体操作步骤如下：

1) 按图 2-7 进行接线。

2) 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。

3) 设置起/停时间：将参数 P01 设置为“5”，将参数 P02 设置为“2.5”。

4) 设置变频器运行方式：将 P08 设置为“2”。设置频率：将参数 P09 设置为“1”。

5) 按下“MODE”，选择在数码管显示“Fr”时，通过上下键将数码管显示改成“20”。

6) 正转运行：按下“MODE”，选择在数码管显示“000”的状态下转动“SA1”开关（SA1 为 ON），电动机将开始正转运行。反转运行：转动“SA1”开关（SA1 为 ON）和“SA2”开关（SA2 为 ON），电动机将开始反转运行。

7) 电动机停止：转动“SA1”开关（SA1 为 OFF），电动机就会停止运行。

(4) 分析与思考 本实训采用的是哪种变频器控制方式？在上面的操作中，为什么将 P01 设置为“5”、P02 设置为“2.5”呢？本次实训“采用外部开关实现电动机的起/停和正反转控制”，需要在原来交流电动机和变频器的基础上加上一个主令控制模块，其调速系统框图如图 2-8 所示。P01 和 P02 分别用于设定变频器的启动和停止时间，即变频器从启动到输出最大频率的时间。变频器的默认频率是 50Hz，因此可得

$$\text{变频器启动（停止）设定值} = \frac{\text{启动（停止）时间} \times \text{基频}}{\text{最终运行频率}}$$

2.1.2 采用 PLC 实现带式传送机的简单控制

1. 带式传送机的 PLC 调速控制

(1) 任务要求 利用 PLC 实现传送机的启动、停止及正反转控制。采用指示与主令控制单元的 SB1、SB2 分别控制电动机的起/停和正反转，按下 SB1，电动机正转启动，经过 2s 后，电动机稳定运行在 20Hz，电动机进入稳定运行后如果再按下 SB1，经过 1s 后，电动机将从 20Hz 运行到停止。在电动机运行过程中改变 SB2 的状态，传送带运行方向也会相应地改变。

(2) 系统组成 带式传送机的 PLC 调速控制系统组成如图 2-9 所示。它主要由传送带、交流电动机、变频器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元等组成。

(3) 带式传送机的 PLC 调速控制系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的

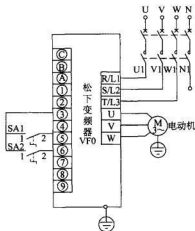


图 2-7 采用外部开关控制的带式传送机系统的接线

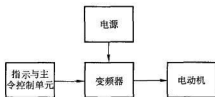


图 2-8 采用外部开关控制的调速系统框图

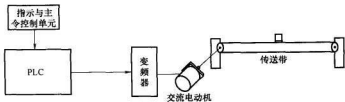


图 2-9 带式传送机的 PLC 调速控制系统组成

变频器参数有 P66、P01、P02、P08、P09，具体操作步骤如下：

- 1) 按图 2-10 接好线。

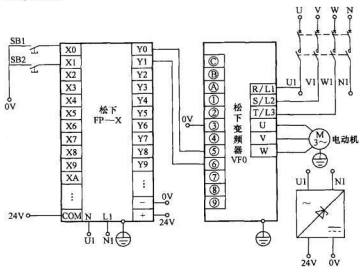


图 2-10 带式传送机的 PLC 调速控制系统的接线

- 2) 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。
- 3) 设置起/停时间：将参数 P01 设置为“5”，将参数 P02 设置为“2.5”。
- 4) 设置变频器运行方式：将 P08 设置为“2”。设置频率：将参数 P09 设置为“1”。
- 5) 按下“MODE”，选择在数码管显示“Fr”时，通过上下键将数码管显示改成“20”。
- 6) 编写 PLC 程序并下载，梯形图程序如图 2-11 所示。
- 7) 正转运行：按下“MODE”，选择在数码管显示“000”的状态按下 SB1，电动机将开始正转运行。反转运行：按下 SB1 和 SB2，电动机将开始反转运行。
- 8) 电动机停止：电动机稳定运行后按下 SB1，电动机就会停止运行。

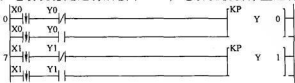


图 2-11 带式传送机的 PLC 调速控制系统梯形图程序

(4) 分析与思考 在本次实训中,采用了哪种变频器控制方式?实训中使用了 PLC 对电动机进行控制,与上面的实例对比能得到什么启发?本次实训“采用 PLC 控制实现电动机的起/停和正反转运行”,在原有交流电动机、变频器和主令控制模块的基础上加上一个 PLC 主机单元,其系统框图如图 2-12 所示。细心观察会发现,其设置与上例基本是一样的,只是又扩展了一个 PLC 模块,采用 PLC 程序代替人为手动的时序控制。

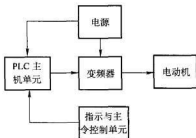


图 2-12 采用 PLC 控制的系统框图

2. 带式传送机采用 PLC 的多级调速控制

(1) 任务要求 传送带由两个按钮控制,它们分别控制电动机的起动与停止。按下起动按钮后,电动机开始以 5 Hz 的频率运行,每经过 5s 后就自动增加 5Hz,总共有八个速度段,运行完八个速度段后自动停止。

(2) 系统组成 由传送带、交流电动机、变频器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元组成带式传送机 PLC 控制的多级调速系统,其系统组成如图 2-9 所示。

(3) 带式传送机的 PLC 调速控制系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的变频器参数有 P66、P08、P09、P19、P20、P21、P32、P33、P34、P35、P36、P37、P38。具体操作步骤如下:

1) 按图 2-13 进行接线。

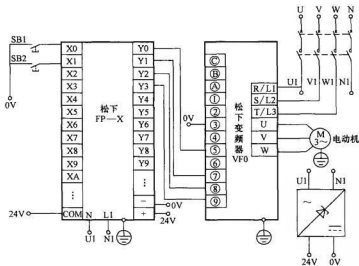


图 2-13 带式传送机 PLC 控制的多级调速系统的接线

- 变频器参数初始化: 将 P66 设置为“1”。
- 设置频率: 将参数 P09 设置为“1”。
- 设置变频器运行方式: 将 P08 设置为“2”。

5) 将 P19 ~ P21 都置为“0”。

6) 按下“MODE”，选择在数码管显示“Fr”时，通过上下键将数码管显示改成“5”；然后按以下参数设置：P32 = “10”、P33 = “15”、P34 = “20”、P35 = “25”、P36 = “30”、P37 = “35”、P38 = “40”。

7) 编写 PLC 程序下载到 PLC 中，梯形图程序如图 2-14 所示。

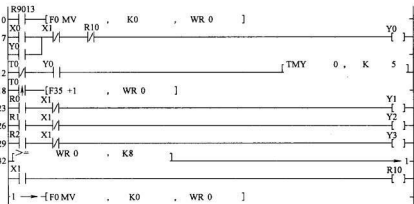


图 2-14 带式输送机 PLC 控制的多级调速系统梯形图程序

8) 电动机的启动：下载程序后，按下 SB1，电动机开始以每秒增加 5Hz 的速度运行八个速度段。

9) 电动机的停止：在电动机已经起动的情况下，按下 SB2 电动机将停止运行。

(4) 分析与思考 在本次实训中，采用了哪种变频器控制方式？变频器不通过 PLC 控制能否实现多级调速？如何实现？本次实训采用 PLC 控制电动机实现多级调速，其系统框图如图 2-15 所示。

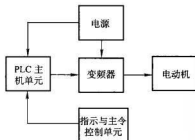


图 2-15 采用 PLC 控制电动机实现多级调速的系统框图

2.1.3 采用 PLC 实现带式输送机的无级调速控制

1. 带式输送机的 PWM 调速控制

(1) 任务要求 利用 PLC 及变频器实现输送机的 PWM 调速控制。传送带由三个按钮控制，分别控制电动机的起/停和运行速度。当电动机启动后，可以通过转速按钮控制电动机

的速度，按住增速按钮不放手转速将会以每秒0.5Hz加速变化，反之按住减速按钮不放手转速将会以每秒0.5Hz减速变化。

(2) 系统组成 由传送带、交流电动机、变频器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元组成带式传送机的 PWM 调速控制系统，其系统组成如图 2-9 所示。

(3) 带式传送机的 PWM 调速控制系统的变频器参数设置及操作步骤 本次实训涉及的变频器参数有 P66、P08、P09、P22、P23、P24，具体操作步骤如下：

1) 按图 2-16 进行接线。

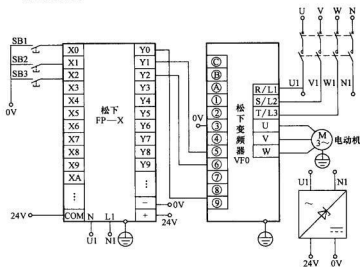


图 2-16 带式传送机的 PWM 调速控制系统的接线

2) 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。

3) 设置变频器运行方式：将 P08 设置为“3”。

4) 将 P22 设置为“1”。

5) 将 P23 设置为“1”。

6) 将 P24 设置为“1”。

7) 在 FPWIN 中选择“选项”，然后在下拉菜单中选择“PLC 系统寄存器设置”，在对话框中选择“主单元输出位置（PLS/PWM）”，并按图 2-17 所示进行设置。

8) 将写好的 PLC 程序下载到 PLC 中，梯形图程序如图 2-18 所示。

9) 调试运行：SB1 是起动/停止按钮，在停止状态下，按下 SB1 将起动电动机。在运行状态下，按下 SB1 电动机就会停止运行，SB2 加速控制，SB3 减速控制。

(4) 分析与思考 脉冲宽度调制（PWM）是英文“Pulse Width Modulation”的缩写，简称为脉宽调制。它是利用控制器的数字输出来对模拟电路进行控制的一种非常有效的技术，广泛应用于测量、通信、功率控制与变换等许多领域。采用 PWM 进行电压和频率的控制，该信号由 PLC 提供，PWM 指令可以直接与变频器一起使用，以控制电动机的运行速度，变频器的频率输出与 PWM 的关系式如下：

$$\text{频率指令值 (Hz)} = \frac{\text{ON 时间}}{\text{PWM 周期}} \times \text{最大输出频率 (Hz)}$$

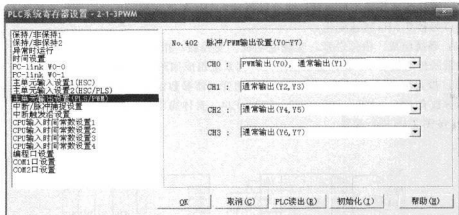


图 2-17 PWM 设置

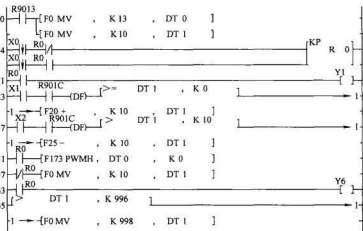
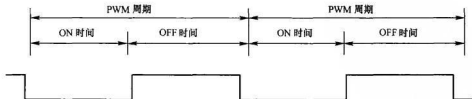


图 2-18 带式传送机的 PWM 调速控制系统梯形图程序

设置变频器参数时要特别注意：变频器的周期单位要与 PLC 的周期单位一致，如 PLC 输出 PWM 的周期为 1ms，对变频器的周期也应该设置为 1ms。PWM 参数定义如下：



2. 采用模拟量模块实现带式传送机的无级调速控制

(1) 任务要求 利用 PLC 及变频器实现传送机的模拟量调速控制。传送带由三个按钮控制，分别控制电动机的起动、停止和运行速度。当电动机起动后可以通过转速按钮控制电动机的速度，按住增速按钮不放手时转速将会以 0.5Hz/s 的加速度增加，反之按住减速按钮不

放时转速将会以 0.5Hz/s 的加速度减小。

(2) 系统组成 由传送带、交流电动机、变频器、指示与主令控制单元、PLC 主机单元及模拟量单元组成带式传送机的无级调速控制系统，如图 2-9 所示。

(3) 模拟量模块实现带式传送机的无级调速控制系统的变频器参数设置及操作步骤
本次实训涉及的变频器参数有 P66、P08、P09，具体操作步骤如下：

1) 按图 2-19 接好线。

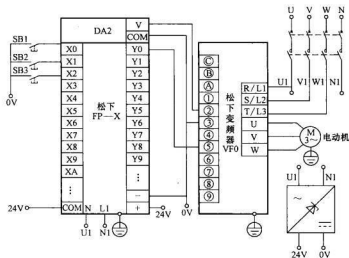


图 2-19 带式传送机的无级调速控制系统的接线

- 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。
- 设置频率：将参数 P09 设置为“4”。
- 设置变频器运行方式：将 P08 设置为“3”。
- 编写 PLC 程序并下载到 PLC 中，程序如图 2-20 所示。
- 启动：按下 SB1，电动机启动。按下 SB2 电动机开始加速，按下 SB3 电动机开始减速。

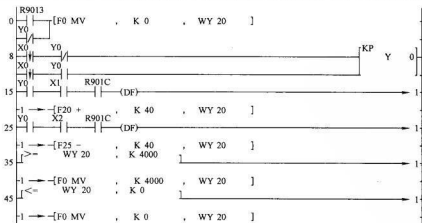


图 2-20 带式传送机的无级调速控制系统梯形图程序

7) 在运行过程中, 按下 SB1, 电动机将停止运行。

(4) 分析与思考 从上面的实训中总结模拟量控制方法有什么特点? 适用于什么样的场合?

3. 采用通信协议实现带式传送机的无级调速控制

(1) 任务要求 系统由两个按钮和一个两位的拨码器控制。按钮分别控制传送带的启动和停止, 拨码器控制变频器的输出频率, 拨码器的值 (00~50) 对应变频器的输出频率值 (0~50Hz)。

(2) 系统组成 系统由指示与主令控制单元、PLC 主机单元、变频器、交流电动机及传送带组成, 其系统组成如图 2-21 所示。

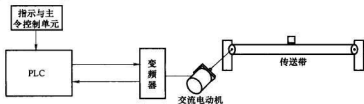


图 2-21 采用通信协议实现带式传送机的无级调速控制系统组成

(3) 操作步骤

1) 按图 2-22 接好线。

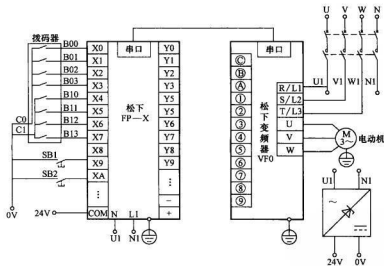


图 2-22 采用通信协议实现带式传送机的无级调速控制系统的接线

- 变频器参数初始化: 将 P93 设置为“1”。
- 设置频率: 将参数 P08 设置为“6”。
- 设置变频器运行方式: 将 P09 设置为“6”。
- 按图 2-23 设置通信端口。
- 编写 PLC 程序并编译, 下载到 PLC 中, 梯形图程序如图 2-24 所示。
- SB1 是启动按钮, SB2 是停止按钮, 变频器启动后将按照拨码器的数值运行。

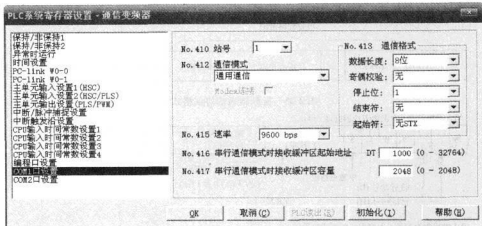


图 2-23 通信端口设置

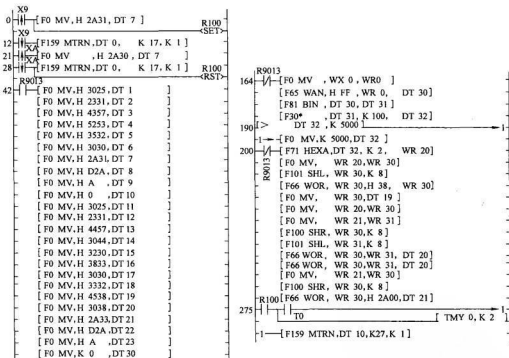


图 2-24 带式传送机的无级调速控制系统梯形图程序

(4) 分析与思考 变频器不但可以用按钮、控制面板来控制,它还可以通过通信方式实现控制,变频器通信协议格式如图 2-25 所示。频率格式设定如下:%01#WDD0023800238 @@@@ **,其中“00238”是频率控制寄存器地址,“@@@@”是频率值(十六进制),“**”表示没有校验。启动与停止命令如下:%01#WCSR250011**,其中“R250”是运行控制继电器,其后的“01”表示启动,停止应设置为“00”,如图 2-26 所示。具体

技术资料可以查看松下“MEWTOCOL”协议。

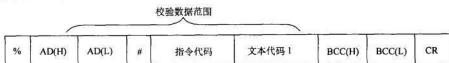


图 2-25 变频器通信协议格式

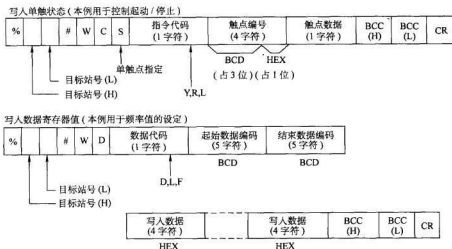


图 2-26 实例中的变频器通信协议格式

2.1.4 带式传送机的闭环调速控制

利用旋转编码器反馈实现带式传送机的闭环控制。

(1) 任务要求 系统由一个按钮和一个两位的拨码器控制。用按钮控制传送带的启动和停止，拨码器作为给定信号。01~60 对应传送带速度范围 1~60m/min (电动机与传送带的传动比为 14/30，异步电动机额定转速为 1400r/min)，系统根据给定信号自动调节电动机转速，使传送带以给定速度运行。

(2) 系统组成 系统由指示与主令控制单元、PLC 主机单元、变频器、交流电动机、旋转编码器及传送带组成，其系统组成如图 2-27 所示。



图 2-27 带式传送机的闭环控制系统的组成

(3) 操作步骤

1) 按图 2-28 进行接线。

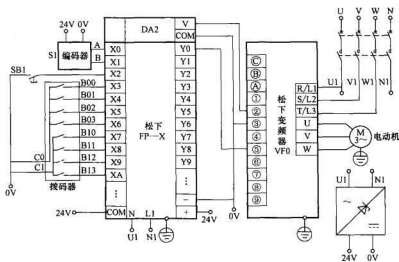


图 2-28 带式传送机的闭环控制系统的接线

- 2) 变频器参数初始化：将 P66 设置为“1”。
- 3) 加减速设置：将 P01、P02 设置为“0.1”。提升力矩设置：将 P05 设置为“30”。
- 4) 设置频率：将参数 P08 设置为“3”。设置变频器运行方式，将 P09 设置为“4”。
- 5) 按图 2-29 设置高速计数器。

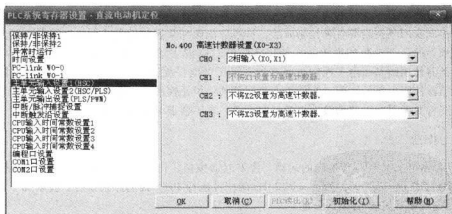


图 2-29 高速计数器设置

- 6) 编写 PLC 程序并编译，下载到 PLC 中，梯形图程序如图 2-30 所示。
- 7) SB1 是启动按钮，变频器启动后将按照拨码器的数值自动调节运行。
- (4) 分析与思考 本例中使用了编码器，编码器有什么作用？如果不使用编码器，系统是怎么样的系统？会有什么影响？在下一章将具体介绍。

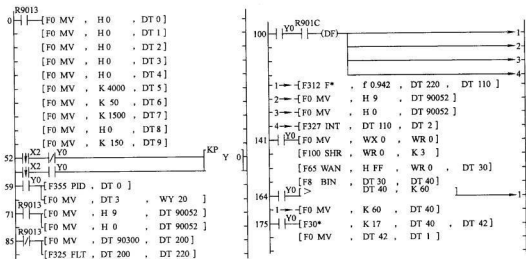


图 2-30 带式传送机的闭环控制系统梯形程序图

2.2 小结与作业

2.2.1 小结

本章主要学习了变频器的控制面板控制、外部开关控制、PLC 控制、无级调速控制、通信协议控制及闭环控制等各种控制方法，读者应能熟练掌握使用上述方法控制变频器，并能熟记变频器的各个参数的设置；在使用变频器时应该注意变频器与 PLC 控制电平的差异，有些变频器使用的是高电平控制，而有的则采用低电平控制，因此读者应注意 PLC 输出电平与变频器控制电平的匹配；在使用变频器及其他单元模块时，要特别注意人身和设备的安全，不要将变频器主电路的输出端接到电源上，更不要带电插插导线。

2.2.2 作业

采用 PWM 方式控制传送带的运动。按下起动按钮，传送带正转起动，经过 10s 后进入 18Hz 的速度稳定运行 50s，然后又以 20Hz 的速度运行 30s，最后停止运行。要求如下：

- 1) 完成系统 PLC 的 I/O 分配。
- 2) 画出系统接线图。
- 3) 按控制要求编写 PLC 梯形图程序。
- 4) 上机调试运行，直至满足控制功能。

第3章 行走机械手的速度与位置控制

3.1 实训任务

3.1.1 采用光电编码器、高速计数器和直流电动机实现行走机械手的定位控制

(1) 任务要求 系统通电后,机械手自动返回原点,按下起动按钮后机械手开始运动,到达一号库位后停止10s,然后再运行到四号库位并等待6s,最后返回原点。

(2) 系统组成 由行走机械手、直流电动机、编码器、指示与主令控制单元及PLC主机单元组成手动操作实现行走机械手的定位控制系统,其系统组成如图3-1所示。

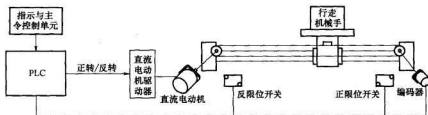


图3-1 行走机械手定位控制系统的组成

(3) 定位控制的操作步骤 采用光电编码器、高速计数器和直流电动机实现行走机械手定位控制的设置,具体操作步骤如下:

1) 按图3-2进行接线,图3-2所示SQ1是旋转编码器,SQ2是原点信号传感器,SQ3是限位传感器。

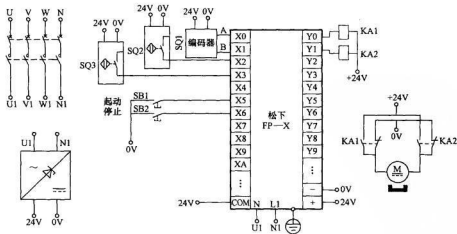


图3-2 行走机械手的定位控制系统的接线

2) 设计 PLC 程序流程图并编写 PLC 程序, 下载到 PLC 中, 程序流程图如图 3-3 所示, PLC 梯形图程序如图 3-4 所示。

3) 调试: 按下 SB1 机械手开始运动, 到达一号库位后停止 10s, 然后再运行到四号库位并等待 6s, 最后返回原点, 如果通电后机械手不返回原点, 而是往原点的反方向运行, 这时调换一下直流电动机的电源线即可。

(4) 分析与思考 本次实训使用了光电编码器, 并使用了 PLC 的高速计数器功能, 下面具体介绍其相关知识。

1) FP-X 型 PLC 高速计数器的功能。其主要功能是接收外部 (如来自传感器或编码器) 的信号进行计数, 当计数值达到目标值时, 使指定的输出接通或断开。应用 PLC 的高速计数器功能就可以实现精确的速度与位置控制, 因此高速计数器的这种功能在实际工程中的应用极为广泛。

2) 位置控制系统中的检测元件。在位置控制系统中, 必须使用检测元件来检测位置、速度等参数。在半闭环控制系统中, 检测元件安装在电动机轴的非负载侧, 通过检测电动机

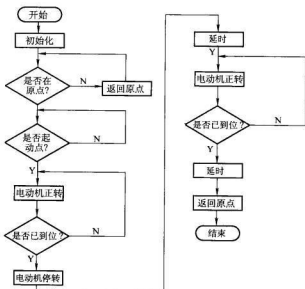


图 3-3 行走机械手定位控制系统的流程图

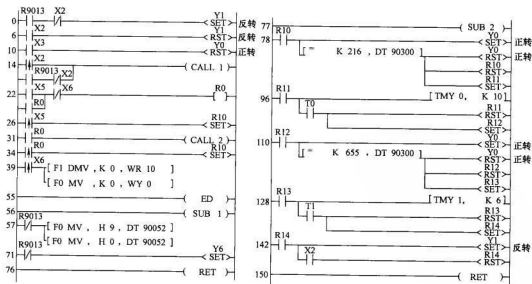


图 3-4 行走机械手定位控制系统的梯形图程序

轴的转角来间接反映运动部件的运动参数。在闭环控制系统中,检测元件直接检测运动部件的运动参数。在位置控制系统中,传感器不但要完成位置检测,同时还要完成速度测量和电动机转子位置的检测。目前,并不是所有的检测元件都能同时完成这三种参数的检测,必须针对具体的控制对象来选择合适的检测元件。

位置控制系统中常用的检测元件有光电式传感器和电磁式传感器等。下面介绍常用的光电编码器的特点、结构及工作原理。

① 光电编码器的特点。光电编码器电路简单,容易实现高分辨率检测;其缺点是不耐冲击与振动,容易受温度影响,环境适应能力较差。由于光电编码器具有体积小、重量轻、使用方便的优点,能实现机器与仪器的自动测量、数显及数控,因而发展迅猛,其应用已深入到机械工业、农业、水力、气象、医学、建筑和邮电等行业中,并在数控机床、机器人、伺服传动、自动控制等技术领域中也得到了广泛的应用。光电编码器根据其结构形式可以分为旋转式和直线式。旋转光电编码器用于检测角度位置,也可通过机械传动转换成直线运动来检测线性位置。随着光刻技术的飞速发展以及大批量的生产,旋转编码器的购置价格大幅下降,同时精度以及其他技术指标也获得大幅度的提高。按脉冲与对应位置(角度)的关系,旋转光电编码器通常分为增量式光电旋转编码器、绝对式光电旋转编码器以及将上述两者结合为一体的混合式光电编码器。光电编码器常见的类型主要有单相输出、正交AB相增量脉冲输出、绝对值格雷码输出、原点输出等。光电旋转编码器与以前使用的检测旋转角度的产品(如凸轮开关、旋转变压器、测速机等)相比,在性能、价格、体积、重量、数字化方面都具有较大的优势,已成为检测旋转角度和线性位置最为重要的工具。随着工业自动化事业的发展,光电编码器的应用领域也会不断扩大。

② 光电式旋转编码器的结构及其工作原理。增量式光电编码器的特点是:每产生一个输出脉冲信号就对应一个增量位移角,即能产生与轴角位移增量等值的电脉冲。这种编码器的作用是:提供一种对连续轴角位移离散化或增量化以及角位移变化(角速度)的传感方法,但不能直接检测电动机轴的绝对角度。图3-5所示为增量式光电编码器的原理。光电编码器由以下四个基本部分组成:光源、转盘(动光栅)、遮光板(定光栅)以及光栅元件。转动圆盘上刻有均匀的透光缝隙,相邻两个透光缝隙之间代表一个增量周期。遮光板上刻有与转盘相应的透光缝隙,用来通过或阻挡光源与位于遮光板后面的光电元件之间的光线。通常遮光板上所刻制的两条缝隙使输出信号的电角度相差 90° ,即两路输出信号正交。同时,在增量式光源光电编码器中还有用作参考零位的标识脉冲。因此,在转动圆盘和遮光板相同半径的对应位置上刻有一道透光缝隙。标志脉冲通常与数据通道有着特定的关系,用来表示机械位置或对累积量清零。

光电旋转编码器的关键技术和主要技术难点都集中在光栅的制造上,因为光栅直接影响检测的精度、检测信号的可靠性以及抗冲击性。旋转编码器的光栅一般有金属和玻

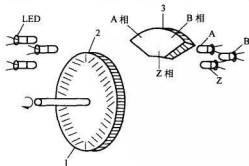


图3-5 增量式光电编码器的构造
1—转盘(动光栅) 2—光缝隙
3—遮光板(定光栅)

璃两种。若用金属制造,则在转盘上开通光槽(孔),若用玻璃制造,则在玻璃表面涂一层遮光膜,再加工形成透明线条。在槽数少的场合下(一般小于1000P/r,即1000脉冲/转),可以在金属圆盘上使用冲压或腐蚀的方法开槽,当槽数较多时,腐蚀加工也是很困难的,光刻技术几乎成了唯一的手段。

下面就使用增量式光电旋转编码器应该了解的几个基本问题说明如下:

a. 增量式光电旋转编码器的分辨率。光电编码器的分辨能力是以电动机轴转动一周编码器所产生的输出信号的基本周期数来表示的,并以此定义编码器的分辨率。因此光栅盘上的槽或窗口就等于编码器的分辨率。在工业电气传动中,根据不同的应用对象,可选择分辨率为500~5000P/r的增量式光电编码器。

b. 增量式光电编码器的精度。通常精度用角度、角分或角秒来表示。编码器精度与光栅缝隙的加工质量、转盘的机械旋转情况等制造精度因素有关,也与安装技术有关。

c. 增量式光电编码器输出的稳定性。编码器输出的稳定性是指在实际运行条件下保持规定精度的能力。影响编码器输出性能稳定性的主要因素是温度对电子器件造成的漂移、外界加于编码器的变形力以及光源特性的变化。由于受到温度和电源变化的影响,编码器的电子电路不能保持规定的输出特性,在设计和使用时都要充分考虑到这一点。

d. 增量式光电旋转编码器的响应频率。光电编码器的响应频率取决于光电元件和电子处理电路的响应速度。当编码器高速旋转时,如果其分辨率很高,那么编码器输出的信号频率将会很高。如果光电元件和电子线路元件的工作速度不能与之相适应,就有可能使输出波形严重畸变,甚至会产生丢失脉冲的现象。这样,输出信号就不能准确反应转角位移。所以,每一种编码器在其分辨率确定的条件下,它的最高转速也是一定的,也就是说它的响应频率是受限制的。

e. 编码器内输出信号的处理。在大多数情况下,直接从编码器光电元件获取的信号电平较低,波形也不规则,还不能满足于控制、信息处理和远距离传输的要求。所以,在编码器内还必须将此信号放大与整形,经过处理的信号就容易进行数字处理了,所以这种输出信号在运动控制系统中应用十分广泛。图3-6所示为光电编码器脉冲输出形式,将编码器输出的信号进行硬件和软件处理,就可以对运动控制的各种参数进行测量。

- 位置检测。以运动机械的某一设定点为原点,机械运动过程中带动光电编码器的输入轴旋转,从而在旋转编码器的输出端产生脉冲序列,其脉冲的个数与机械运动的路程成正比。由此,对光电编码器输出脉冲进行计数就可计算出运动机械到设定原点的距离。

- 运动速度检测。光电编码器的输出脉冲频率正比于其输入轴的转速(即运动机械的速度)。在需要检测瞬时运动速度时,可用检测脉冲周期的方法来换算。当需要检测机械的平均速度时,则用定时法检测脉冲的频率,然后用频率来计算平均速度。

- 运动加速度的检测。可以通过测量两个相邻脉冲的周期来换算机械运动的加速度。若两个相邻脉冲的周期分别为 T_1 和 T_2 ,则其换算公式为

$$\alpha = \frac{2k(T_1 - T_2)}{T_1 T_2 (T_1 + T_2)} \quad (3-1)$$

式(3-1)中的 k 为传递系数。由于光电编码器受制造工艺的限制,即使在理想匀速转动下也很难保证A相和B相的输出脉冲宽度完全相等,因此在检测 T_1 和 T_2 时最好采用Z相信号或检测多个A(或B)相信号的周期,以减少不均匀误差。

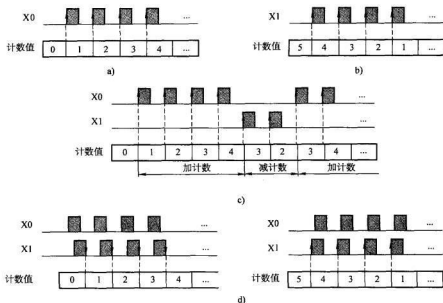


图 3-6 编码器脉冲输出形式

a) 单路脉冲增序计数 b) 单路脉冲降序计数 c) 双路脉冲输出 d) 双路正交输出

• 方向检测。光电编码器的输入轴旋转方向不同，则 A、B 和 Z 相信号的相位就不同。由此可通过检测 AB 或 AZ 的相位来判别其方向。

③ E6A2—CW5C 型光电码盘。本系统所使用的 E6A2—CW5C 型旋转码盘属于脉冲盘式编码器。它的工作原理如下：脉冲盘式编码器的圆盘上等角距地开有两道缝隙，内外圈的相邻两缝距离错开半条缝，另外，在某一径向位置，一般在内外圈之外，开有一狭缝，表示盘码的零位。在它们的相对两侧分别安装光源和光电接收元件，如图 3-7 所示。当转动码盘行进时，光线经过透光和不透光的区域，每个码道将有一系列光电脉冲输出。通过对光电脉冲计数、显示和处理，就可以测量出码盘的转动角度。

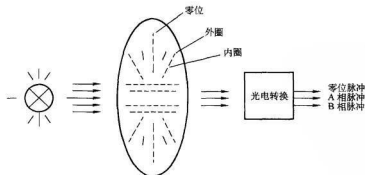


图 3-7 脉冲盘式编码器

3) 利用高速计数器与光电编码器配合的定位控制方法。利用高速计数器将光电编码器输入的脉冲计数后进行相应的程序处理，最后用处理的结果控制执行机构，从而达到定位的

目的,目前我们常用的定位控制方法有两种。

① 利用 PLC 比较指令定位的方法。这种方法是初学者最常用,也是最容易理解和掌握的方法,其工作原理是:将 PLC 高速计数器中的计数值与预设的目标值相比较,如果 PLC 中的高速计数器计数值与目标值相匹配,则执行相应的动作,其程序流程图如图 3-8 所示。从图 3-8 可以看出,利用 PLC 比较指令定位的方法,其定位响应速度(及时性)取决于 PLC 的扫描周期,如果 PLC 的程序很大,相应的扫描周期就长,影响了定位的响应速度。这种方法适用于系统定位响应速度要求不高的场合。

② 利用高速计数器中断程序定位的方法。利用 PLC 高速计数器中断程序定位是一种最有效、最及时、占用 PLC 扫描时间最短的方法。它不需要 PLC 主程序时刻去查询高速计数器是否与目标值匹配,因此它的动作不会受到 PLC 扫描时间的影响,其程序流程图如图 3-9 所示。在设置高速计数器时,设定好产生中断的条件,当高速计数器计数值达到匹配值时自动调用中断程序。这种方法适用于系统定位响应速度要求高的场合。

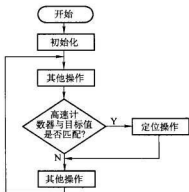


图 3-8 利用 PLC 比较指令定位的程序流程图

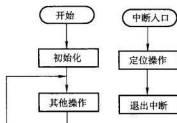


图 3-9 利用 PLC 高速计数器中断程序定位的程序流程图

3.1.2 采用步进驱动系统实现行走机械手的速度与位置控制

1. 采用步进驱动系统实现机械手的手动多速控制

(1) 任务要求 系统设有五个控制按钮,包括一个起动按钮、一个停止按钮和三个速度控制按钮,三个速度控制按钮分别控制不同的步进速度。按下起动按钮,机械手返回原点;按下速度按钮 1,机械手将会以 100Hz 的频率运行到极限位置,然后以 500Hz 的频率返回原点;按下速度按钮 2,机械手将会以 400Hz 的频率运行到极限位置,然后以 600Hz 的频率返回原点;按下速度按钮 3,机械手将会以 800Hz 的频率运行到极限位置,然后以 1000Hz 的频率返回原点;在机械手运行的过程中按下停止按钮,机械手立即停止运动。

(2) 系统组成 采用手动操作实现行走机械手的速度控制系统构成如图 3-10 所示,该系统由行走机构、步进电动机、步进电动机驱动器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元组成。

(3) 具体操作 采用手动操作实现行走机械手的速度控制系统的步进电动机驱动器设置及具体操作步骤如下:

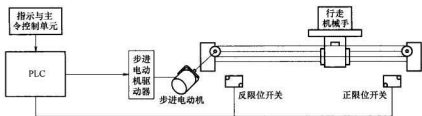


图 3-10 行走机械手速度控制系统构成

1) 按图 3-11 进行接线。

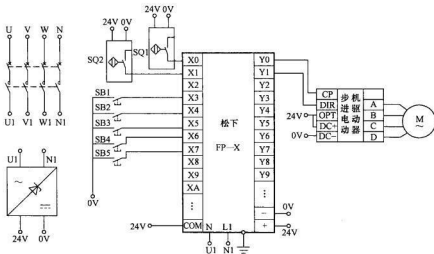


图 3-11 行走机械手速度控制系统的接线

2) 将步进电动机驱动器的电流拨码开关调节到与被控制步进电动机额定电流相同的档位，再将步进电动机驱动器的细分调节到“8”。

3) PLC 程序的设计流程如图 3-12 所示。编写 PLC 程序并下载到 PLC 中，梯形图程序如图 3-13 所示。

4) SB1 是停止按钮，SB2 是起动按钮，SB3、SB4、SB5 分别是三个速度的控制按钮。

(4) 分析与思考 本次实训使用了步进电动机及其驱动系统，下面将详细介绍。步进驱动系统的速度与位置控制的组成框图如图 3-14 所示。

1) 步进电动机的工作原理。步进电动机是步进驱动系统的执行器，当系统将一个电脉冲输入到步进电动机定子绕组时，转子就转动一步，当电脉冲按某一相序输入到电动机时，转子沿某一方向转动的步数等于电脉冲个数。因此，改变输入脉冲的数目就能控制步进电动机转子机械位移的大小；改变输入脉冲的通电相序，就能控制步进电动机转子机械位移的方向，实现位置控制。

当电脉冲按某一相序连续输入到步进电动机的定子绕组时，转子就以正比于电脉冲频率的转速沿某一方向旋转。如果改变输入电脉冲的频率大小和定子通电相序，就能控制步进电动机的转速和转向，实现平滑的无级调速控制。步进电动机的这种控制功能是无法替代的。

步进电动机必须由专门的驱动电源供电,驱动电源称为步进电动机驱动器。驱动器与步进电动机是一个整体,称为步进驱动系统。步进驱动系统的运行性能都是两者配合的综合结果。

步进电动机可分为反应式、永磁式和混合式三种,其中混合式步进电动机的应用最为广泛。步进电动机增加相数可提高步进电动机的性能,但步进电动机的结构和驱动电源就会变得复杂,成本增高,所以必须合理选用。混合式步进电动机按相数可分为二相、三相、四相、五相电动机等;以机座号(电动机外径)可分为42BYG(BYG为混合式步进电动机的代号)、57BYG、86BYG、110BYG(国际标准),而如70BYG、90BYG、130BYG则为国内标准。

例如北京四通电机技术有限公司生产的型号为43BYG250C,是二相八拍感应子式步进电动机,通电方式是按A—AB—B—B(-A)—(-A)—(-A)(-B)—(-B)—(-B)A—A的次序轮流通电,每拍转子转动 $1/8$ 转子齿距。其步距角为

$$\theta_s = \frac{360^\circ}{2mZ}, \quad (3-2)$$

式中 Z ——转子齿数;

m ——相数。

2) 步进电动机的特点:

① 步进电动机是一种作为控制用的特种电动机,它的旋转是以固定的角度(称为步距角)一步一步地运行的,其特点是没有积累误差(精度为100%),所以广泛应用于开环控制。

② 步进电动机转速与脉冲信号的频率成正比。

③ 步距角不易因电气、负载、环境条件的变化而改变,使用开环控制(或半闭环控制)就能进行较好的定位控制。

④ 起制动、正反转及变速等控制方便。

⑤ 价格便宜,可靠性高。

⑥ 步进电动机的主要缺点是效率较低,并需要配上适当的驱动电源。

⑦ 步进电动机带负载惯性的能力不强,在使用时既要注意负载转矩的大小,又要注意负载转动惯量的大小,只有当两者选取在合适的范围时,电动机才能获得满意的运行性能。

⑧ 由于存在失步和共振,因此步进电动机的加减速方法根据工作状态的不同而复杂多

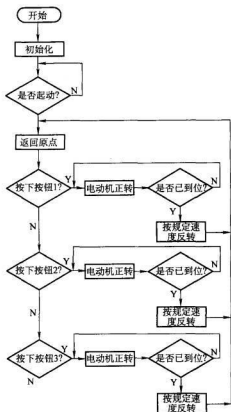


图 3-12 行走机械手速度控制程序设计流程图

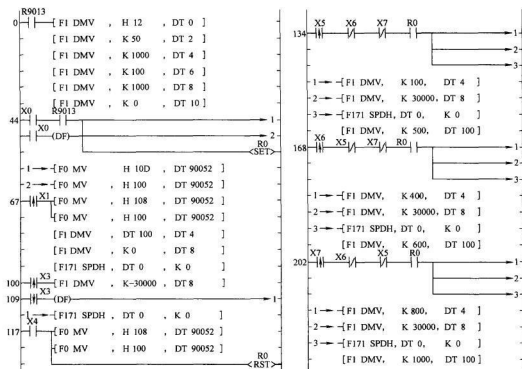


图 3-13 行走机械手速度控制系统梯形图程序

变。

3) 步进电动机的速度控制。步进电动机的转速取决于脉冲频率、转子齿数和拍数。其角速度与脉冲频率成正比，而且在时间与脉冲同步。因而在转子齿数和运行拍数一定的情况下，只要控制脉冲频率即可获得所需速度。由于步进电动机是借助它的同步转矩而起动的，为了不发生失步，起动频率是不高的。特别是随着功率的增加，转子直径增大，惯量增大，起动频率和最高运行频率可能相差 10 倍之多。为了充分发挥电动机的快速性能，通常使电动机在低于起动频率的情况下起动，然后逐步增加脉冲频率直到所希望的速度。所选择的变化速率要保证电动机不发生失步，并尽量缩短起动加速时间。为了保证电动机的定位精度，在停止以前必须使电动机从最高速度逐步减小脉冲率，一直降到能够停止的速度（等于或稍大于起动速度）。因此，步进电动机推动负载高速移动一定距离并精确定位时，一般来说都应包括“起动—加速—高速运行（匀速）—减速—停止”五个阶段，速度特性通常为梯形，如果移动的距离很短则为三角形速度特性。

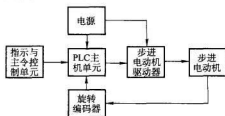


图 3-14 步进驱动系统的速度与位置控制的组成框图

4) 步进电动机的位置控制。常用的位置控制有绝对坐标控制和相对坐标控制两种方式。

① 步进电动机的绝对坐标控制。在整个控制过程中坐标原点都是固定不变的, 被控机构的运动距离总是与原点为基准计算的, 如图 3-15a 和图 3-15b 所示。在图 3-15a 中, 运动机构在 t_0 时刻的绝对坐标值为 0, 经过一定时间 t_1 的运动后, 运动机构的绝对坐标值为 4。

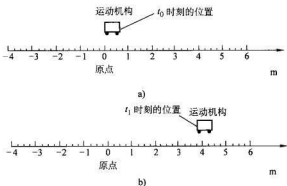


图 3-15 步进电动机的绝对坐标控制

a) 绝对坐标下运动机构在 t_0 时刻的绝对坐标 b) 绝对坐标下运动机构在 t_1 时刻的绝对坐标

② 步进电动机的相对坐标控制。在整个控制过程中, 坐标以运动机构为原点, 即坐标原点随着运动机构位置的变化而变化, 如图 3-16a 和图 3-16b 所示。为了让读者更容易理解, 在图中特意加上了“硬件限位开关”, 这个开关相对于运动机构的导轨是绝对静止的, 也就是说这个“硬件限位开关”不会随着运动机构的变化而变化。

③ 坐标控制初始原点的确定。不管是绝对坐标还是相对坐标控制, 在开机的时候都需要确定初始的原点坐标以达到精确定位的目的, 这个初始坐标确定一般通过固定在运动机构行走路径的传感器配合 PLC 程序确定。具体的操作方法将在实训部分讲述。

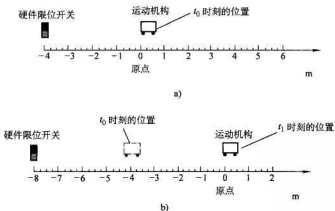


图 3-16 步进电动机的相对坐标控制

a) 相对坐标下运动机构在 t_0 时刻的绝对坐标 b) 相对坐标下运动机构在 t_1 时刻的绝对坐标

2. 采用步进驱动系统实现机械手取货的速度与位置控制

(1) 任务要求 系统通电时机械手以 500Hz 的频率返回原点, 当按下起动按钮后机械手移动到一号库位取料并以 600Hz 的频率送到三号库位, 最后再返回到原点。

(2) 系统组成 由行走机构、步进电动机、步进电动机驱动器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元组成, 采用步进驱动系统实现机械手取货的速度与位置控制系统。其系统组成如图 3-10 所示。

(3) 具体操作 采用步进电动机驱动系统实现行走机械手的定位控制设置及具体操作步骤如下:

- 1) 按图 3-17 进行接线。
- 2) PLC 程序设计流程图如图 3-18 所示。

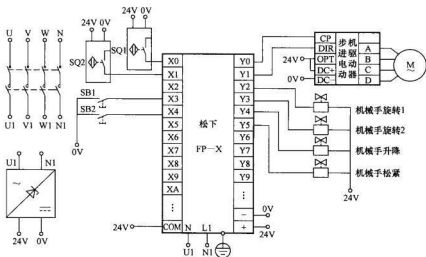


图 3-17 机械手取货的速度与位置控制系统的接线

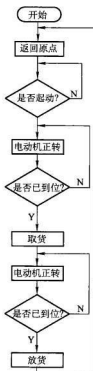


图 3-18 机械手取货的速度与位置控制系统程序设计流程图

3) 编写 PLC 程序并下载到 PLC 中, 其程序如图 3-19 所示。

4) 调试: 按下 SB1, 机械手移动到一号库位取料, 并以 600Hz 的频率送到三号库位, 最后再返回到原点; 机械手运行过程中按下 SB2, 机械手将停止当前任务。

(4) 分析与思考 若希望在运行过程中能实现多个速度运行, 应该如何实现? 在电动机运行过程中改变输出脉冲的频率即可改变其速度。

3.1.3 采用伺服驱动系统实现行走机械手的速度与位置控制

1. 采用伺服驱动系统实现机械手的手动多速控制

(1) 任务要求 系统设有五个控制按钮, 包括一个起动按钮、一个停止按钮和三个速

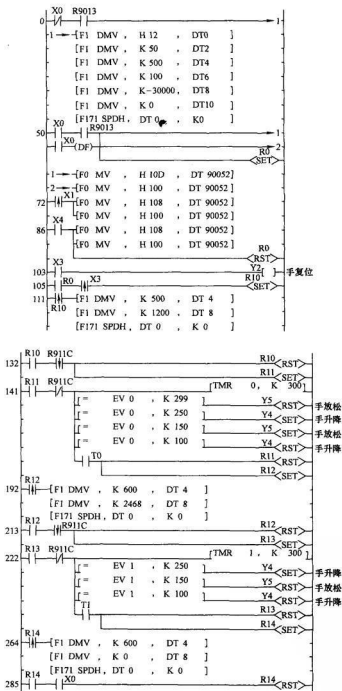


图 3-19 机械手取货的速度与位置控制系统的梯形图程序

度控制按钮，三个速度控制按钮分别控制不同的速度。按下启动按钮后，机械手返回原点；按下速度按钮1，机械手将会以200Hz的频率运行到极限位置，然后以300Hz的频率返回原点；按下速度按钮2，机械手将会以400Hz的频率运行到极限位置，然后以300Hz的频率返回原点；按下速度按钮3，机械手将会以900Hz的频率运行到极限位置，然后以1500Hz的频率返回原点；在机械手运行的过程中按下停止按钮，机械手立即停止运动。

(2) 系统组成 行走机械手的速度控制系统构成示意图如图3-20所示，该系统由行走机构、伺服电动机、伺服电动机驱动器、指示与主令控制单元及PLC主机单元组成。

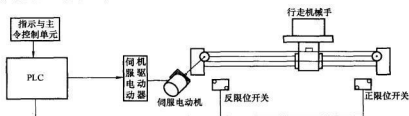


图 3-20 行走机械手的速度控制系统构成示意图

(3) 具体操作 伺服电动机驱动器设置及具体操作步骤如下：

1) 按图3-21所示的系统接线图进行接线。

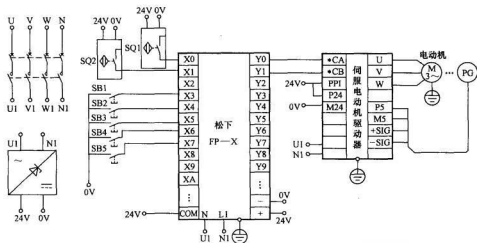


图 3-21 行走机械手的速度控制系统的接线

2) 打开伺服驱动器编程软件，并按图3-22所示设置参数，然后下载到驱动器中。

3) 编写PLC程序：伺服电动机的程序设计与步进电动机的程序类似，请参照“采用步进驱动系统实现机械手的手动多速控制”的程序流程及程序编写，只要在原有程序上稍微改变相应的速度值即可。

4) 将PLC程序下载到PLC，并按“采用步进驱动系统实现机械手的手动多速控制”的方法调试。

(4) 分析与思考 在本次实训中应用了伺服电动机，下面作简单介绍。

1) 伺服电动机的特点。伺服电动机在自动控制系统中作为执行元件，又称为执行电动

No	设定项目	设定值/设定范围	初始值
1	指令脉冲修正 α	16 1~32767	16
2	指令脉冲修正 β	1 1~32767	1
3	*脉冲列输入形态	0 0...指令脉冲/指令符号 1...正转脉冲/反转	1
4	*回转方向/输出脉冲相位切换	0 正方向指令时回转方向/CCV回转时输出脉冲	0
5	调节模式	0 0...自动调节 1...半自动调节 2...手动调节	0
6	负荷惯性比	5.0 0.0~100.0	5.0
7	自动调节增益	10 1~20	10
8	自动向前增益	5 1~20	5
9	*控制模式切换	0 0...位置 1...速度 2...转矩 3...位置<=>速	0
10	*CONT1信号分配	1 0...无指定 1...RUN 2...RST 3...+OT 4...-OT	1

图 3-22 伺服电动机驱动器参数的设置

机。其将接收到的控制信号转换为轴的角位移或角速度输出。改变控制信号的极性和大小,便可改变伺服电动机的转向和转速。这种电动机有信号时就动作,没有信号时就立即停止。伺服电动机具有无自转现象。机械特性和调节特性曲线的线性度好、响应速度快等特点。伺服电动机分为交流伺服电动机和直流伺服电动机。

2) 交流伺服电动机的工作原理:

① 交流伺服电动机的结构。交流伺服电动机在结构上类似于单相异步电动机。它的定子铁心是用硅钢片或铁-铝合金或铁-镍合金片叠压而成,在其槽内嵌放空间相差 90° 电角度的两个定子绕组,一个是励磁绕组,另一个是控制绕组。

交流伺服电动机的转子结构有两种形式:一种是笼型转子,与普通三相异步电动机笼型转子相似,只是外形上细而长,以利于减小转动惯量;另一种是非磁性空心杯形转子。

② 交流伺服电动机工作原理。交流伺服电动机励磁绕组接单相交流电,在气隙产生脉动磁场,转子绕组不产生电磁转矩,电动机不转。当控制绕组接上相位与励磁绕组相差 90° 电角度的交流电时,电动机的气隙便有旋转磁场产生,转子便产生电磁转矩并转动。当控制绕组的控制电压信号撤除后,如果是普通电动机,由于转子电阻较小,脉动磁场分解的两个旋转磁场各自产生的转矩的合成结果使总的合成电磁转矩大于零。因此,电动机转子仍然保持转动,不能停止。而伺服电动机,由于转子电阻大,且大到使发生最大电磁转矩的转差率 $s_m > 1$ 。脉振磁场分解的两个旋转磁场各自产生的转矩的合成转矩使总的合成电磁转矩小于零,也就是产生的电磁转矩是制动转矩,电动机在这个制动转矩的作用下立即停止转动。伺服系统中,通常伺服电动机的输出轴上直接连接一个编码器,该编码器将伺服电动机的转动角位移的信号传送给伺服驱动器,从而构成闭环控制。

3) 速度与位置控制的伺服驱动系统构成。速度与位置控制的伺服驱动系统由伺服电动机、伺服驱动器、PLC 控制单元、光电编码器及指示与主令控制单元等构成,其系统框图如图 3-23 所示。

4) 伺服驱动系统的速度与位置控制。伺服驱动系统的速度、位置控制与步进驱动系统的速度、位置控制类似,两者都是利用 PLC 的输出脉冲的数量及频率来控制运动机构的位移大小和运动速度。

2. 采用伺服驱动系统实现机械手取货的速度与位置控制

(1) 实训任务 系统通电时,机械手以 500Hz 的频率返回原点,当按下启动按钮后机械手移动到一号库位取料,并以 500Hz 的频率送到三号库位,最后再返回到原点。

(2) 系统组成 采用伺服驱动实现机械手取货的速度与位置控制系统构成如图 3-20 所

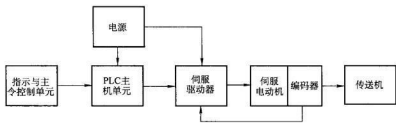


图 3-23 伺服驱动系统的速度与位置控制的构成系统框图

示。该系统由行走机构、伺服电动机、伺服电动机驱动器、指示与主令控制单元及 PLC 主机单元组成。

(3) 具体操作 伺服电动机驱动器设置及具体操作步骤如下：

1) 按图 3-24 所示的系统接线图进行接线。

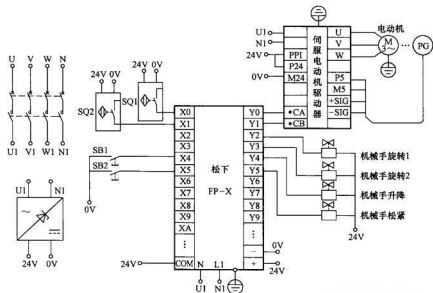


图 3-24 机械手的速度与位置控制系统的接线

2) 打开伺服驱动器编程软件并按图 3-25 所示设置参数，然后下载到驱动器中。

3) 编写 PLC 程序。伺服电动机的程序设计与步进电动机的程序类似，可参照“采用步进驱动系统实现机械手取货的速度与位置控制”的程序流程及程序编写，只要在原有程序上稍微改变相应的速度值即可。

4) 将 PLC 程序下载到 PLC，并按“采用步进驱动实现机械手取货的速度与位置控制”的方法调试。

(4) 分析与思考 如果希望行走机械手在运行时能变速运动，应该如何实现？其控制也和步进电动机控制一样，只要改变输出脉冲的频率就可以改变电动机的速度。

No.	设定项目	设定值	设定范围	初始值
1	指令脉冲修正 α		16 1~32767	16
2	指令脉冲修正 β		1 1~32767	1
3	+脉冲输入形态	0	0...指令脉冲/指令符号 1...正转脉冲/反转脉冲	1
4	+回转方向/输出脉冲相位切换	0	正方向指令时回转方向/OCV回转时输出脉冲前	0
5	调节模式	0	0...自动调节 1...半自动调节 2...手动调节	0
6	负荷惯性比	5.0	0.0~100.0	5.0
7	自动调节增益	10	1~20	10
8	自动向前增益	5	1~20	5
9	*控制模式切换	0	0...位置 1...速度 2...转矩 3...位置(<=>)速	0
10	*OCNT1信号分配	1	0...无指定 1...RUN 2...RST 3...OT 4...OT	1

图 3-25 伺服驱动器参数的设置

3.2 小结与作业

3.2.1 小结

本章介绍了采用直流电动机、步进电动机、伺服电动机等配合编码器及高速计数器进行行走机械手的速度与位置控制的方法,应该重点掌握光电编码器和高速计数器的使用方法,熟练使用坐标方式控制被控对象的运动,通过加强实训巩固所学知识。在使用直流电动机输出动力时,要注意利用继电器对电动机进行正反转的接线,不要造成电源短路。机械手动作时,注意调节气泵的气压,不要将气压调得太大,以免气动元件出现故障。

3.2.2 作业

采用步进驱动系统实现机械手控制的具体要求如下:

1) 如果机械手不在原点位置,按下起动按钮后自动返回原点;如果机械手已经在原点位置,按下起动按钮后,机械手运行到传送带上方并将传送带上的料块抓起来,接着以 1000Hz 的频率把料块送到检测台上方并将货物放到检测台上检测 10s,待检测完成后机械手又将检测台上的料块抓起,以 500Hz 的频率送到一号库位存放,最后返回原点。

- 2) 完成系统 PLC 的 I/O 分配。
- 3) 画出系统接线图。
- 4) 按控制要求编写 PLC 梯形图程序。
- 5) 上机调试运行,直至满足控制功能。

第4章 货物运输与搬运系统的 PLC 网络控制

随着企业对工业自动化程度要求的提高,自动控制系统也由传统的集中式向多级分布式控制的方向发展,这就对各级控制机构之间数据的传输提出了更高的要求。在大型运动控制系统中,多个 PLC 之间常常需要传递很多控制信息,传统的信息传递,是利用一个 PLC 的输出信号作为另一个 PLC 的输入信号,来实现信息的传递,这需占用大量的 I/O 点,并且传递的数据量较少。PLC 工业网络出现以后,使 PLC 之间数据的传递变得简便、快捷,并能传输大量数据,本章将结合实例,介绍几种常见的三菱 PLC 网络对货物运输与搬运系统的控制。

4.1 货物运输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制

4.1.1 货物运输与搬运系统的组成及其实训任务

1. 实训任务

1号 PLC 控制传送带单元和井式供料单元,2号 PLC 控制行走机械手单元和仓库单元;系统通电后按起动手按钮 SB1,如果行走机械手不在原点,则返回原点,返回原点后,推料气缸将货物推出,变频器以 30Hz 运行,当货物到达位置 2 时,变频器停止运行;行走机械手将货物运送到一号库位后返回原点;在运行中按下急停按钮 SB7,则设备立即停止运行。

2. 系统组成

FPX—C40R 继电器型 PLC 两台、COM3 卡两个、PC—LINK 网络线一条、松下编程电缆一条、松下 VFO 变频器一台、指示与主令控制单元一台、METS3 主体一台。其主要元器件的摆放位置如图 4-1 所示。

4.1.2 货物运输与搬运系统的 PC—LINK 网络控制的设置与编程

1. 系统的 I/O 分配与流程

系统的 I/O 分配见表 4-1 和表 4-2;系统的流程如图 4-2 所示。

表 4-1 一号 PLC 的 I/O 分配

地址	符号	接线地址
X0	急停	MC-SB7-1
X1	起动手按钮	MC-SB1-1
X2	停止	MC-SB6-1
X4	推料气缸原点	MJ-11
X5	推料气缸动作到位	MJ-13
X6	料块有无检测	MJ-16
X7	带式输送机位置 2	MJ-19
Y0	推料块气缸	MJ-94
Y1	变频器起动手按钮	MQ-5
Y2	30Hz	MQ-8

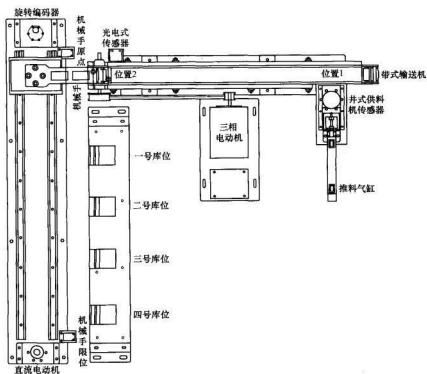


图 4-1 系统主要元器件的摆放位置

表 4-2 二号 PLC 的 I/O 分配

地 址	符 号	接 线 地 址
X0	A 相	MJ-2
X1	B 相	MJ-3
X2	机械手原点	MJ-6
X3	机械手限位	MJ-9
X4	旋转缸右限位	MJ-30
X5	旋转缸左限位	MJ-32
X6	一号库位有无货物检测	MJ-52
X7	二号库位有无货物检测	MJ-55
Y2	机械手行走 CCW (-)	MC-KA1-A2
Y3	机械手行走 CW (+)	MC-KA2-A2
Y4	抓手动作	MJ-102
Y5	机械手旋转 CW	MJ-98
Y6	机械手旋转 CCW	MJ-96
Y7	机械手下降	MJ-100

2. 电气原理及变频器参数的设置

系统的电气原理如图 4-3 所示, 变频器相关参数的设置见表 4-3。

表 4-3 变频器参数的设置

参 数	默 认 值	应 设 值
P01	5	1
P02	5	1
P08	0	5
P09	0	2
P32	20	30

3. 编程思路

确定网络传输数据的内容: 依据实训任务要求, 确定有哪些信息需要在两台 PLC 之间传递。

- 1) 起动、停止与急停信号需要由一号 PLC 传递给二号 PLC。当按下起动、停止或急停按钮时, 两台 PLC 都能执行相对应的控制功能。
- 2) 当货物由传送带到达位置 2 时, 一号 PLC 应告知二号 PLC 去位置 2 取货。
- 3) 当行走机械手将货物搬运到仓库后, 自动返回原点, 这时二号 PLC 应告知一号 PLC 可以推出一组货物。

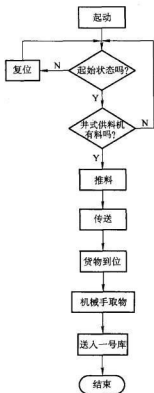


图 4-2 货物传输与搬运系统流程图

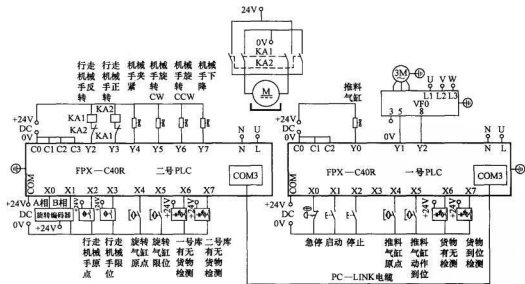


图 4-3 系统的电气原理

PC—LINK 网络是一种多站之间的对等网络,采用的是全局 I/O 通信方式,即通过共享存储区实现带有链接区的 PLC 之间的通信。通过使用链接继电器和链接寄存器,能实现 PLC 之间的数据共享。在 PC—LINK 网络中,一台 PLC 所配置的链接继电器和链接寄存器的状态参数能自动反馈到其他 PLC 中去。其系统示意图如图 4-4 所示。

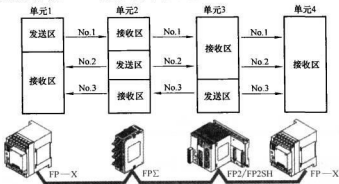


图 4-4 PC—LINK 系统示意图

4. 配置一号 PLC

1) 通信模式设置:在默认设置中,COM 端口不被设置。使用 PC—LINK 通信时,首先要对 COM 口进行设置,打开“FPWIN GR”编程软件,在“选项”下拉菜单中选择“PLC 系统寄存器设置”,然后单击“COM1 口设置”(PC—LINK 只能使用 COM1 端口),出现如图 4-5 所示的对话框。

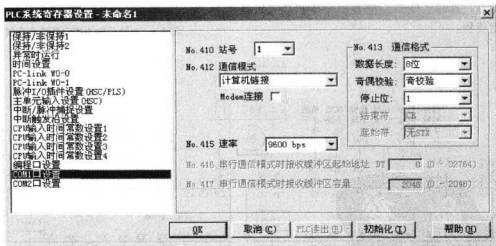


图 4-5 PLC 系统寄存器设置对话框

如图 4-5 所示,对“NO. 412 通信模式”进行设置,单击“▼”,在出现的下拉菜单里选择“PC—LINK”。选择完毕后,其默认的通信格式和通信速率见表 4-4。

2) 站号的设置:将“NO. 410 站号”设置为“1”,设置完成后如图 4-6 所示。站号是分配给指定 PLC 的一个地址,用以标识特定的 PLC,因此站号是唯一的。在同一网络中,PLC 站号不能重复。站号也可以由 SYS1 指令来设置, SYS1 指令优先,设置站号的最大值为 16。

设置站号时,从第1号依次、不间断地连续设置。有空编号时,传送时间相对变长。当连接台数少于16时,将系统寄存器 No. 47 的初始值16变更为实际台数,可以缩短传送时间。

表 4-4 PC—LINK 通信格式和通信速率

No.	名称	设定值
No. 413	COM1 端口: 传送格式	数据长度: 8 位 奇偶校验: 奇校验 停止位: 1 结束符: CR 起始符: 无 STX
No. 415	COM1 端口: 速率	115200bps

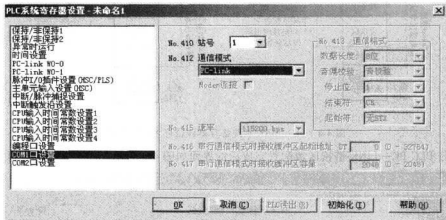


图 4-6 一号 PLC PC—LINK 通信设置

3) 链接继电器和链接寄存器的分配: 打开“FPWIN GR”编程软件,在“选项”下拉菜单中选择“PLC 系统寄存器设置”,然后单击对话框中的“PC—LINK W0—0”,出现如图 4-7 所示的界面。

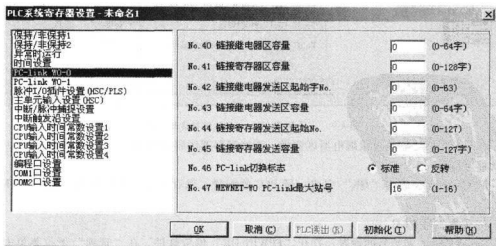


图 4-7 PC—LINK W0—0 系统寄存器设置

① 链接继电器：一台 PLC 的链接继电器接点“ON”，网络上存在的其他 PLC 的相同链接继电器接点“ON”。

② 链接寄存器：如果改写一台 PLC 的链接寄存器的内容，网络上存在的其他 PLC 的相同链接寄存器变更为改写后的内容。

PLC 链接功能应用于 PC—LINK 模式下的所有 PLC。为了使用 PLC 的链接功能，必须分配链接区域。链接继电器和链接寄存器都应该分配区域。对于系统寄存器来说，链接区域应该是唯一的。链接区域的分配可以通过系统寄存器的设置来实现。

PC—LINK 系统寄存器各站号之间的关系如图 4-8 所示。

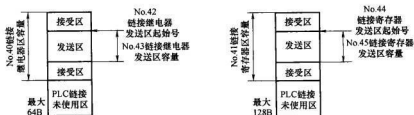


图 4-8 PC—LINK 系统寄存器各站号之间的关系

一号 PLC PC—LINK 链接区域配置完成后的界面如图 4-9 所示。

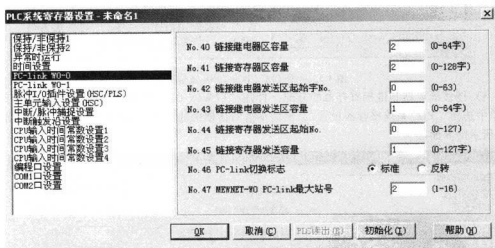


图 4-9 一号 PLC PC—LINK 链接区域配置

在同一个网络中，链接继电器区容量、链接寄存器区容量和 PC—LINK 的最大站号，应该设置为相同大小。

配置完成后，单击“OK”完成一号 PLC 的配置，保存文件，文件名为“PC—LINK—1”。

5. 配置二号 PLC

1) 通信模式和站号的设置：打开“FPWIN GR”编程软件，在“选项”下拉菜单中选择“PLC 系统寄存器设置”，然后单击对话框中的“COM1”，在弹出的对话框里对二号 PLC

进行设置，二号 PLC 通信模式和站号的设置如图 4-10 所示。

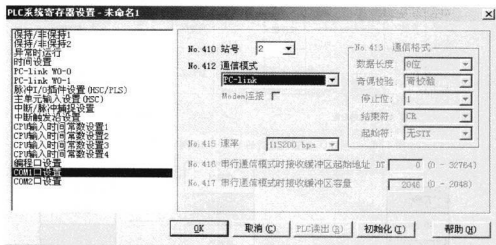


图 4-10 二号 PLC 通信模式和站号的设置

2) 链接继电器和链接寄存器的分配：打开“FPWIN GR”编程软件，在“选项”下拉菜单中选择“PLC 系统寄存器设置”，然后单击对话框中的“PC—LINK W0—0”，在弹出的对话框中配置二号 PLC 的数据链接，配置完成的二号 PLC 的数据链接如图 4-11 所示。

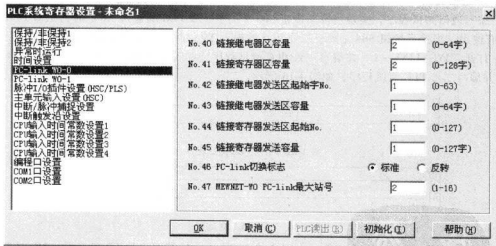


图 4-11 二号 PLC PC—LINK 链接区域配置

配置完成后，单击“OK”完成二号 PLC 的配置，保存文件，文件名为“PC—LINK—2”。

二号 PLC 配置完成后的 PC—LINK 网络数据链接关系如图 4-12 所示。

注意：配置链接区域时，要避免发送区重叠。如出现重叠，会导致错误，通信将不能进行。另外，发送区应该是连续的，不能把发送区分开或把发送区分成多个部分。如图 4-13 和图 4-14 所示都是错误的分配方式。

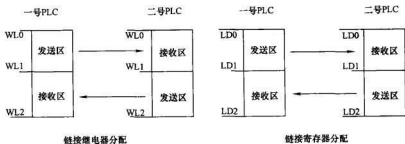


图 4-12 二号 PLC 配置完成后的 PC-LINK 网络数据链接关系



图 4-13 发送区被分开

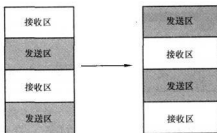


图 4-14 发送区和接收区被分成多个部分

6. 通信测试

编写通信测试程序，实现当按下按钮 SB3（接于一号 PLC 的输入 X8）时，二号 PLC 的 Y8 有输出。当按下按钮 SB4（接于二号 PLC 的输入 X9）时，一号 PLC 的 Y9 有输出。

打开“PC-LINK-1”并编写一号 PLC 测试程序，如图 4-15 所示。打开“PC-LINK-2”并编写二号 PLC 测试程序，如图 4-16 所示。

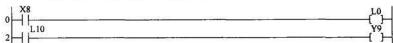


图 4-15 一号 PLC 测试程序

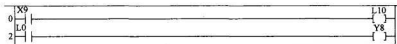


图 4-16 二号 PLC 测试程序

如图 4-15 和图 4-16 所示，当一号 PLC 的 X8 接通，链接继电器 L0 也接通，L0 ~ LF 是一号 PLC 的发送区。所以通过网络，二号 PLC 的 L0 也接通，Y8 有输出。

当二号 PLC 的 X9 接通，链接继电器 L10 接通，L10 ~ L1F 是二号 PLC 的发送区。所以通过网络，一号 PLC 的 L10 的状态和二号 PLC 的 L10 状态一样，L10 也接通，Y9 有输出。

把程序分别下载到 PLC 中，用网络线连接两台 PLC。使 PLC 处于运行状态，按下 SB3，二号 PLC 的 Y8 有输出；按下 SB4，一号 PLC 的 Y9 有输出，则证明 PC-LINK 网络配置正确，系统正常链接。如果没有输出，检查线路是否松动或 PC-LINK 网络配置是否正确。

7. 程序编写与调试

编写系统整体运行程序。程序见光盘，一号 PLC 程序名为“PC—LINK—1”，二号 PLC 程序名为“PC—LINK—2”，程序编写完毕后，可以进行设备调试。

- 1) 按照系统电气原理图（见图 4-3）和 I/O 分配表（表 4-1、表 4-2）进行线路连接。
- 2) 用网络通信电缆将两台 PLC 的 COM3 卡相连接。注意不要带电插拔电缆。
- 3) 用万用表测试所连接线路有无短路情况，如有，则进行排查。
- 4) 接通气源，并检查有无漏气和气压是否达到规定值（0.4 MPa）。
- 5) 将程序“PC—LINK—1”下载到一号 PLC 中，切换到运行状态。将“PC—LINK—2”下载到二号 PLC 中，切换到运行状态。
- 6) 按照表 4-3 进行变频器参数的设置。
- 7) 使 PLC 均处于运行状态，使急停按钮处于复位状态，按下起动按钮 SB1，系统如不在原点，则开始回到原点。行走机械手回到原点后，如果出料塔内有货物，则将货物推出，如果没有货物，则等待货物放入，货物被推出后，变频器以 30Hz 的频率运行到位置 2 后停下，由行走机械手将其搬运到仓库。在运行的过程中按下急停或停止按钮，系统立即停止运行。

8. 分析与思考

可以通过程序来确认系统是否正常通信，也可以通过观察通信卡上的指示灯的状态来判断系统是否正常通信。COM3 卡如图 4-17 所示。COM3 卡各针含义见表 4-5。COM3 卡背部开关含义见表 4-6。正确理解各针含义以及 COM3 卡背部各开关含义，有助于更深刻地了解 PC—LINK 网络和进行正确的网络配置。

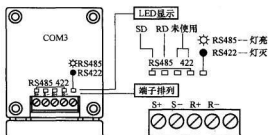


图 4-17 COM3 卡

表 4-5 COM3 卡各针含义

针名称	名称		信号的方向	端口
	RS485	RS422		
S+	传输线路 (+)	传送数据 (+)	-	COM1 端口
S-	传输线路 (-)	传送数据 (-)	-	
R+	-	接收数据 (+)	-	
R-	-	接收数据 (-)	-	

表 4-6 COM3 卡背部开关含义

	SW1	RS485	RS422
	1		
	2	ON	OFF
	3		
4		终端站时 ON	

4.2 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制

4.2.1 货物传输与搬运系统的组成及其实训任务

1. 实训任务

一号 PLC 控制行走机械手单元和仓库单元, 二号 PLC 控制传送带单元和井式供料单元。系统通电后按起动手按钮 SB1, 如果行走机械手不在原点, 则返回原点。返回原点后, 推料气缸将货物推出, 变频器以 30Hz 运行, 当货物到达位置 2 时, 变频器停止运行。行走机械手将货物运送到一号库位后返回原点。在运行中按下急停按钮 SB7, 则设备立即停止运行。注意: 本例和上例中一号 PLC 的定义有所区别。

2. 系统组成

FPX—C40R 继电器型 PLC 两台、COM3 卡两个、MODBUS RTU 网络线一条、松下编程电缆一条、松下 VFO 变频器一台、指示与主令控制单元一台、METS3 主体一台。其主要的元器件摆放位置参考图 4-1。

4.2.2 货物传输与搬运系统的 MODBUS RTU 网络控制的设置与编程

1. 系统的 I/O 分配与流程

一号 PLC 的 I/O 分配参见表 4-2, 二号 PLC 的 I/O 分配参见表 4-1, 系统的流程如图 4-2 所示。

2. 电气原理及变频器参数的设置

系统的电气原理如图 4-18 所示, 变频器相关参数的设置见表 4-3。

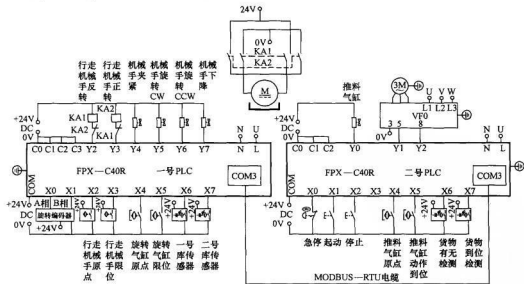


图 4-18 系统的电气接线原理

3. 编程思路

确定网络传输数据的内容：依据实训任务要求，确定有哪些信息需要在两台 PLC 之间传递。

- 1) 起动、停止与急停信号需要由二号 PLC 传递给一号 PLC，当按下起动、停止或急停按钮时，两台 PLC 都能执行相对应的控制功能。
- 2) 当货物由传送带到达位置 2 时，二号 PLC 应告知一号 PLC 去位置 2 取货。
- 3) 当行走机械手将货物搬运到仓库后，运动到原点，这时一号 PLC 应告知二号 PLC 可以推出下一组货物。

MODBUS RTU 通信是在主站和从站之间进行的通信，主站具有对从站数据进行读写的功能，从站只需进行正确设置就可以接受主站的读写操作。

4. MODBUS RTU 网络组态

- 1) 组态主站：将一号 PLC 作为主站。主站可以使用 F145 指令和 F146 指令，对各从站进行数据的写入和读出。也可以进行各从站的个别存取和一次同地址的全程传送，如图 4-19 所示。

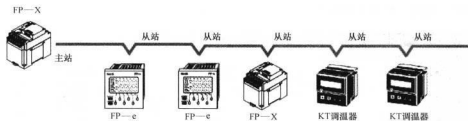


图 4-19 主站功能

用“FPWIN GR”编程软件来配置主站。首先，打开“FPWIN GR”编程软件，新建一个文件，从菜单中选择“工具/PLC 系统寄存器设置”，然后单击“COM1 口设置”，出现如图 4-20 所示的对话框。

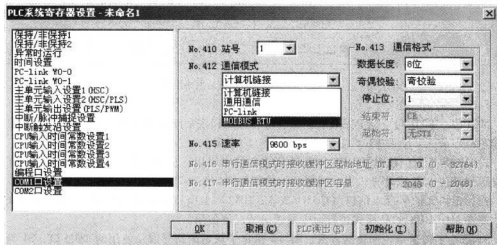


图 4-20 MODBUS RTU 主站网络配置

将“No. 410 站号”设置为“1”。站号是分配给指定 PLC 的一个地址，用以标识特定的 PLC，因此站号是唯一的。在同一网络中，PLC 站号不能重复。站号也可以由 SYS1 指令来设置，SYS1 指令优先，设置站号的最大值为 99。设置站号时，从第 1 号依次、不间断地连续设置。有空编号时，传送时间相对变长。

将“No. 412 通信模式”选择为“MODBUS RTU”，“No. 415 速率”选择为“9600bps”，“数据长度”选择“8 位”，“奇偶校验”选择“奇校验”，“停止位”选择“1”。注意：除站号外，同一个 MODBUS RTU 网络中，其他选项都应该是相同的，这样才能正常通信。配置完成后，单击“OK”，完成一号 PLC 的配置，保存文件，文件名为“MODBUS—1”。

2) 组态从站：将二号 PLC 作为从站，在作为从站使用的情况下，不能使用 F145 指令和 F146 指令。

配置从站和配置主站一样。首先，打开“FPWIN GR”编程软件，新建一个文件，从菜单中选择“工具/PLC 系统寄存器设置”，然后单击“COM1 口设置”，出现如图 4-21 所示的对话框。将从站的站号（No. 410）配置为“2”，“No. 415 速率”、“数据长度”、“奇偶校验”和“停止位”的配置和主站相同。配置完成后的从站如图 4-21 所示。配置完成后，单击“OK”，完成二号 PLC 的配置，保存文件，文件名为“MODBUS—2”。

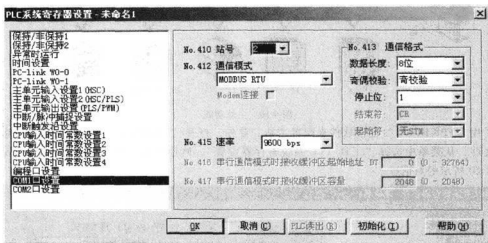


图 4-21 MODBUS RTU 从站网络配置

5. 编写测试程序

MODBUS RTU 网络配置完成后，可以编写测试程序来测试两台 PLC 能否进行正常通信。在编写程序前要先学习 F145 指令和 F146 指令的应用。

1) F145 指令：在 MODBUS RTU 通信的主站中应用，从单元的串行通信口将指定的数据发送到其他 PLC 或计算机上。程序示例的梯形图如图 4-22 所示。

在指定单元的串行通信口（COM1 或者 COM2）上连接可接收 MODBUS RTU 命令的装置，并在 MODBUS RTU 模式进行命令发送的情况下使用。

S1 指定了传送单位和传送方法，S1 + 1 指定了从站的站号以及使用的 COM 口，S1 与 S1 + 1 指定的控制数据如图 4-23 所示。

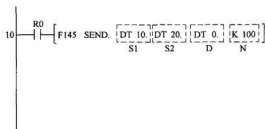
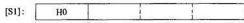
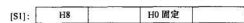


图 4-22 F145 程序示例的梯形图

[S1]: 传送单位和传送方法的指定

以B为单位传送 指定发送字数(H001~H07F)
※基于MODBUS协议上的限制

以bit为单位传送 从站的位No. (H0~HF) 主站的位No. (H0~HF)

[S1+1]: 从站的指定



COM端口的选择(H1或H2) 单元No.(H00~H63) (0~99)

图 4-23 S1 与 S1+1 指定的控制数据

S2 指定了存储有主站发送数据的发送区域，即主站要发送的数据放在 S2 里或以 S2 开始的存储区内。

D 和 N 指定了从站的存储区域。如 D 为 DT0，N 为 K100，相应的数据就会存放在从站的 DT100 里或以 DT100 开始的存储区内。

F145 指令的应用有 4 种形式，对应的指令见表 4-7。

表 4-7 F145 (SEND) 对应的指令

主站时指令	功能码 (十进制)	名称 (MODBUS 原版)	在 FX2N 中的名称	备考 (参照 No.)
F145 (SEND)	05	写入单一线圈	Y、R 单点写入	0X
F145 (SEND)	06	调整信号寄存器	DT1 字写入	4X
F145 (SEND)	15	写入多重线圈	Y、R 多点写入	0X
F145 (SEND)	16	调整多重寄存器	DT 多字写入	4X

对应每种指令，现举例如下：

① 指令 05 (Y、R 单点写入)：通过 COM1 向二号从站 WY1 的第 1 位传送 WR3 第 0 位的值，此时的指令为 [F145 (SEND), DT10, WR3, WY0, K1]，S1 与 S1+1 中的内容如图 4-24 所示。

② 指令 06 (DT1 字写入)：通过 COM1 将 WR3 的 1B 数据传送到从站站号为七的 DT1000，此时的指令为 [F145 (SEND), DT10, WR3, WY0, K0]，S1 与 S1+1 中的内容如图 4-25 所示。

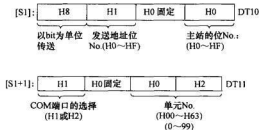


图 4-24 S1 与 S1+1 中的内容

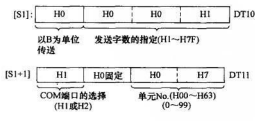


图 4-25 S1 与 S1+1 中的内容

③ 指令 15 (Y、R 多点写入): 通过 COM1 将 WR3 的第 0 位至 WR6 的第 F 位的 64 位数据传送到从站站号为七的 YO ~ Y3F 时, 指令为 [F145 (SEND), DT10, WR3, WY0, K0], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-26 所示。

④ 指令 16 (DT 多字写入): 通过 COM1 将 WR3 ~ WR5 的 3 字节数据, 传送到从站站号为七的 DT500 ~ DT502, 此时的指令为 [F145 (SEND), DT10, WR3, DT0, K500], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-27 所示。



图 4-26 S1 与 S1 + 1 中的内容



图 4-27 S1 与 S1 + 1 中的内容

2) F146 指令: 在 MODBUS RTU 通信的主站中应用, 从其他 PLC 或者计算机的串行通信口接收指定的数据。程序示例的梯形图如图 4-28 所示。

在指定单元的串行通信口 (COM1 或者 COM2) 上连接可接收 MODBUS RTU 命令的装置, 并在 MODBUS RTU 模式进行命令发送的情况下使用。

S1 指定了传送单位和传送方法, S1 + 1 指定了从站的站号及使用的 COM 口, S1 与 S1 + 1 指定的控制数据如图 4-29 所示。

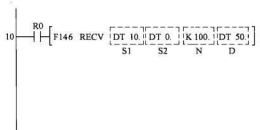


图 4-28 F146 程序示例的梯形图

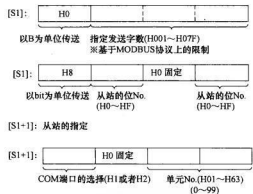


图 4-29 S1 与 S1 + 1 指定的控制数据

S2 和 N 指定了从站被读取的存储区域。例如, S2 为 DT0, N 为 K100, 那么从站被读取的数据就存放在从站的 DT100 里或以 DT100 开始的存储区域内。

D 指定了把从从站读来的数据放在主站所指定的存储区域内。

F146 指令有 4 种形式, 对应的指令见表 4-8。

对应每种指令, 现举例如下:

① 指令 01 (Y、R 线圈读出): 从 17 号从站中读出 Y17 的 1bit 数据, 通过串行通信口 COM1 将数据传送到主站 DT100 中的第 5 位, 此时的指令为 [F146 (ECV), DT10, WY0, K1, DT100], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-30 所示。

表 4-8 F146 (RECV) 对应的指令

主站时指令	功能码 (十进制)	名称 (MODBUS 原版)	在 FFX 中的名称	备注 (参照 No.)
F146 (RECV)	01	线圈读出形式	Y、R 线圈读出	0X
F146 (RECV)	02	接点读出形式	X 接点读出	1X
F146 (RECV)	03	读出保持寄存器	DT 读出	4X
F146 (RECV)	04	读出输入寄存器	WL、LD 读出	3X

从 17 号从站中读出 Y10 ~ Y4F 的 4B 数据, 通过串行通信口 COM1 将数据传送到主站中以 DT100 为起始地址存储区域, 此时的指令为 [[F146 (ECV), DT10, WY0, K1, DT100]], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-31 所示。

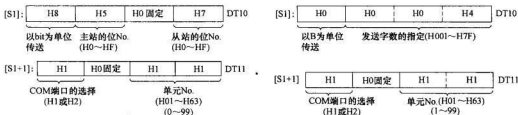


图 4-30 S1 与 S1 + 1 中的内容



图 4-31 S1 与 S1 + 1 中的内容

② 指令 02 (X 接点读出): 从 17 号从站中读取 X17 的 1bit 数据, 通过串行通信口 COM1 将数据传送到主站 DT100 中第 5 位, 此时的指令为 [[F146 (ECV), DT10, WX0, K1, DT100]], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-32 所示。

又如, 在 17 号从站中读出 X10 ~ X4F 的 4B 的数据, 通过串行通信口 COM1 将读出的数据传送到主站中以 DT100 为起始地址的存储区域, 此时的指令为 [[F146 (ECV), DT10, WY0, K1, DT100]], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-33 所示。

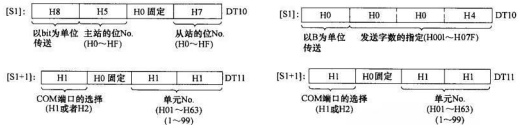


图 4-32 S1 与 S1 + 1 中的内容



图 4-33 S1 与 S1 + 1 中的内容

③ 指令 03 (DT 读出): 从 17 号从站中读出 DT500 ~ DT505 的 6B 数据, 通过串行通信口 COM1 将数据传送到主站中以 DT100 为起始地址的存储区域, 此时的指令为 [[F146 (ECV), DT10, DT0, K500, DT100]], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-34 所示。

④ 指令 04 (WL、LD 读出): 从 17 号从站中读出 WL20 ~ WL25 的 6B 数据, 通过串行通信口 COM1 将数据传送到主站中以 DT100 为起始地址的存储区域, 此时的指令为 [F146 (RECV), DT10, WLO, K20, DT100]], S1 与 S1 + 1 中的内容如图 4-35 所示。

3) 编写通信测试程序: 实现当按下按钮 SB3 (接于一号 PLC 的输入 X8) 时, 二号 PLC

的 Y8 有输出；当按下按钮 SB4（接于二号 PLC 的输入 X9）时，一号 PLC 的 Y9 有输出。



图 4-34 S1 与 S1+1 中的内容



图 4-35 S1 与 S1+1 中的内容

打开“MODBUS—1”并编写一号 PLC 程序，主站测试程序如图 4-36 所示。

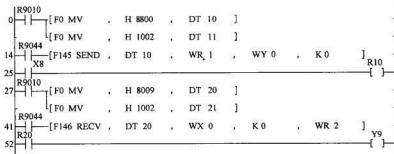


图 4-36 主站测试程序

F145 指令中，“S1”的值为 H8800，以位为单位传送，将主站 S2 第 0 位的数据传送到从站 D+N 的第 8 位。S1+1 的值为 H1002，使用 COM1 口进行通信，从站的地址为 2，S2 的值为 WR1，D 的值为 WY0，N 的值为 0。整段程序的意思是通过串行通信口 COM1 向从站 WY0 的第 8 位（Y8）传送主站 WR1 中第 0 位（R10）的值，当主站 X8 接通时，主站的 R10 接通，所以从站 WY0 的第 8 位（Y8）也接通。

F146 指令中，S1 为 H8009，以位为单位读取，将从站 S2+N 的值读取到主站 D 的第 0 位，S1+1 的值为 H1002，使用串行通信口 COM1 进行通信，从站的地址为 2。整段程序的意思是通过串行通信口 COM1 将从站 WX0 第 9 位（X9）的值读到主站 WR2 的第 0 位（R20），当从站的 X9 接通时，主站的 R20 接通，所以主站的 Y9 有输出。

把“MODBUS—1”下载到一号 PLC 中，将“MODBUS—2”下载到二号 PLC 中。用网络线连接两台 PLC，使 PLC 均处于运行状态，按下 SB3，二号 PLC 的 Y8 应有输出，按下 SB4，一号 PLC 的 Y9 应有输出，则证明 MODBUS RTU 网络配置正确，系统链接正常。如果没有输出，请检查线路是否松动，以及 MODBUS RTU 网络配置是否正确。

6. 编写整体程序

学会了发送指令 F145 和读取指令 F146，就可以编写整体程序。编写主站的通信程序，如图 4-37 所示。

主站通信程序所确定的数据通信区域如图 4-38 所示。

在编写程序的时候，需要注意以下几点：

1) 编写程序时，不能使同一通信端口同时执行多个 SEND 命令（F145）或者 RECV 命

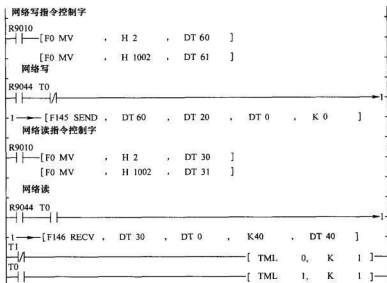


图 4-37 主站的通信程序



图 4-38 主站数据通信区域

令 (F146)。当 SEND/RECV 完成标识 (R9044; COM1/R904A; COM2) 为“ON”时, 才能够执行指令, 见表 4-9。

表 4-9 SEND/RECV 执行标识

R9044 (COM1)	0: 不能执行 1: 可执行
R904A (COM2)	0: 不能执行 1: 可执行

2) SEND/RECV 命令只发送请求, 实际的处理是在执行 ED 命令时进行的。对于是否发送完成, 则使用 SEND/RECV 完成标识加以确认, 见表 4-10。当错误代码为“H73”时, 表示响应等待超时, 超时时间可以通过系统寄存器 No. 32 的设置, 在 10.0ms ~ 81.9s (以 10ms 为单位) 的范围内进行变更。默认设置为 10s。

表 4-10 SEND/RECV 完成标识

R9045 (COM1)	0: 正常结束 1: 异常结束 (错误代码为 DT90045)
DT90124 (COM1)	异常结束时 (R9045; ON), 存储异常内容 (错误代码)
R904B (COM2)	0: 正常结束 1: 异常结束 (错误代码为 DT90125)
DT90125 (COM2)	0: 正常结束 1: 异常结束 (错误代码为 DT90125)

3) 编写程序时, 应使其在全局传送 (对单元 No. 指定为“H00”进行的发送) 时, 即使发送完成仍需等到最大扫描时间过后才能进行发送。

4) 不能对特殊内部继电器以及特殊数据寄存器执行 F145、F146 指令。

5) 编写程序时, 查看错误状态标识可以确认程序是否编写正确。错误状态标识见表 4-11。

表 4-11 错误状态标识

R9007 R9008 (ER)	[S1], [S1+1] 的控制数据为指定范围外的值时, 为 ON
	以字节为单位传送时, 如果取由 [S1] 指定的字节数, 超过了 [S2] 或 [D] 的区域时, 为 ON
	如果 [D] + [N] 超过 [D] 的区域, 为 ON
	如果由 [S1+1] 指定的控制数据的 COM 端口为非 MODBUS 模式, 则为 ON
	以位为单位传送时, 在 [D] 的区域为 DT 时, 则为 ON
	如果 [D] 的设备编号为非 0 时, 则为 ON

具体程序见光盘, 一号 PLC 程序名为“MODBUS—1”, 二号 PLC 程序名为“MODBUS—2”。

7. 调试步骤

程序编写完毕后, 可以进行设备调试。程序的调试步骤如同 4.1.2。

如果系统不能进行通信, 即按下起动按钮 SB1 后行走机械手不能回到原点, 推料气缸不将货物推出, 这时可以检查通信的组态设置、站地址和波特率以及组态参数。

8. 分析与思考

通过 F145 指令与 F146 指令的应用, 实现了主站对一台从站数据的读和写。思考一下能否用一条指令同时实现对几台从站的读写操作?

4.3 小结与作业

4.3.1 小结

PC—LINK 是指通过双绞线实现 PLC 连接的一种简单经济的形式。通过使用链接继电器和链接寄存器, 实现 PLC 之间的数据共享。在 PC—LINK 网络中, 一台 PLC 配置的链接继电器和链接寄存器的状态参数能自动地反馈到其他的 PLC 里去。PC—LINK 是一种多站之间的对等网络, 采用的是全局 I/O 口通信方式, 即通过共享存储区实现带有链接区的 PLC 之间的通信, 它是一种 N:N 网络。当所需链接的 PLC 不是很多时, 可以选用 PC—LINK 网络来进行多台 PLC 之间的互相通信。

MODBUS RTU 网络是通过主站向从站发出指令, 从站按照该指令作出响应, 以此进行通信。使用 MODBUS RTU 协议可以在 FPX 以及其他设备 (包括松下的 FP—E、显示器 GT 系列、KT 测温器) 之间进行通信。它最大可以在 99 台设备之间通信, 当连接设备较多时, 可以选择 MODBUS 网络来实现各个设备之间的通信。

当使用 MODBUS RTU 协议与其他非 PLC 型设备通信时, 需要了解 MODBUS RTU 指令的信息帧, MODBUS RTU 指令的信息帧见图 4-39。MODBUS 的参照编号和 PFX 的设备编号对

比见表 4-12。

START	ADDRESS	FUNCTION	DATA	CRC CHECK	END
3.5B 时间	8bit	8bit	$n \times 8\text{bit}$	16bit	3.5B 时间
ADDRESS (站号)		8bit, 0~99 (十进制)			
		1. 0 = 广播地址			
		2. 从站号为 1~99 (十进制)			
		3. MODBUS 为 0~247 (十进制)			
FUNCTION		8bit			
DATA		因指令而异			
CRC		16bit			
END		3.5B 时间 (因速率而异, 请参照接收判定时间)			

图 4-39 MODBUS RTU 指令的信息帧

表 4-12 MODBUS 的参照编号和 PFX 的设备编号对比

设备名		参照 No.		
MOD 总线	FP-X	MODBUS	FP-X (十进制)	FP-X (16 进制)
线圈	Y	000001—002048	0—2047	0—7FF
线圈	R	002049—009999	2048—9998	800—270E
输入	X	100001—109999	0—9998	0—270E
保持寄存器	DT	400001—432765	0—32764	0—27FFC
输入寄存器	WL	300001—300128	0—127	0—7F
输入寄存器	LD	302001—302256	2000—2255	7D0—8CF

4.3.2 作业

作业 1: 一号 PLC 控制传送带单元和井式供料单元, 二号 PLC 控制行走机械手单元和仓库单元。系统通电后按起动按钮 SB1, 如果行走机械手不在原点, 则返回原点, 返回原点后, 推料气缸将货物推出, 变频器以 30Hz 运行, 当货物到达位置 2 时, 变频器停止运行。机械手将货物搬运到仓库, 经检测, 如果是黄色的铝块, 放到一号库, 黄色的铁块放到二号库, 蓝色的铁块放到三号库, 蓝色的铝块放到四号库。在运行中按下急停按钮 SB7, 则设备立即停止运行。用两台 FPX—C40R 主机作从站, 使用 PC—LINK 网络实现上述任务目标。

作业 2: 用上位机作主站, 两台 FPX—C40R PLC 作从站, 利用 MODBUS RTU 协议实现作业 1 的任务目标。

作业 3: 用一台 FPX 主机控制系统的检测元器件, 另一台 FPX 主机控制系统的执行元器件, 系统通电后按起动按钮 SB1, 如果行走机械手不在原点, 则返回原点, 返回原点后, 推料气缸将货物推出, 变频器以 20Hz 运行, 当货物到达位置 2 时, 变频器停止运行。行走机械手将货物运送到一号库位后返回原点。在运行中按下急停按钮 SB7, 则设备立即停止运行。分别用 PC—LINK 网络和 MODBUS 网络实现上述任务目标。

第5章 人机界面在行走机械手中的应用

5.1 触摸屏

随着自动化控制程度越来越智能化，人与系统交流信息也越来越多。传统的指令按钮与指示已无法满足现在的控制要求，触摸屏可以很好地解决上述问题。触摸屏具有易于使用、坚固耐用、反应速度快、节省空间、工作可靠等优点，是一种使控制系统更人性化，人机交互更方便快捷的设备。触摸屏极大地简化了控制系统硬件，也简化了操作员地操作，即使是对计算机一无所知的人，也照样能够很容易地操作，给系统调试人员与用户带来极大的方便。

触摸屏作为一种最新的控制设备，是目前最简单、方便、自然的一种人机交互方式。触摸屏在我国的应用范围非常广，主要是公共信息的查询，如电信局、税务局、银行、电力等部门的业务查询，城市街头的信息查询，此外还应用于办公、工业控制、军事指挥、电子游戏、点歌点菜、多媒体教学、房地产预售等。本节主要介绍松下 GT32 触摸屏如何在行走机械手中进行数据监视与控制。

5.1.1 触摸屏的特点及功能

触摸屏是代替鼠标或键盘作为输入设备，在工作时，首先用手指或其他物体触摸安装在显示器前端的触摸屏，然后系统根据触摸的图标或菜单位置来选择信息的输入。

触摸屏主要由触摸检测部件和触摸屏控制器组成。触摸检测部件安装在显示器屏幕前面，用于检测用户触摸位置，接受信息后送至触摸屏控制器。而触摸屏控制器的主要作用是从触摸点检测装置上接收触摸信息，并将它转换成触点坐标，再送给信息处理单元，同时执行信息处理单元的指令。

按照触摸屏的工作原理和传输信息的介质，可把触摸屏分为电阻式触摸屏、红外线性触摸屏、电容感应式触摸屏和表面声波式触摸屏。

触摸屏的基本技术特性如下：

1. 透明性能

触摸屏是由多层的复合薄膜构成，透明性能的好坏直接影响到触摸屏的视觉效果。衡量触摸屏的透明性能时，不仅要从它的视觉效果来衡量，还应该从透明度、色彩失真度、反光性和清晰度这几个特性来综合衡量。

2. 绝对坐标系统

触摸屏选用绝对坐标系统，特点是定位坐标与历史动作没有关系，每次触摸的数据通过校准转为屏幕上的坐标，不管在什么情况下，触摸屏同一点的输出数据是稳定的。不过由于技术的原因，并不能保证同一点触摸时每次采样数据是相同的，不能保证绝对坐标定位，触摸屏最大的问题是漂移。对于性能质量好的触摸屏来说，漂移情况出现得并不是很严重。

3. 检测与定位

各种触摸屏技术都是依靠传感器来工作的,甚至有的触摸屏本身就是一套传感器。各自的定位原理和各自所用的传感器决定了触摸屏的反应速度、可靠性、稳定性和寿命。

5.1.2 触摸屏的硬件

1. GT32 触摸屏的正视图

GT32 触摸屏的正视图如图 5-1 所示,图中 1 是液晶面板与触摸面板,液晶面板是 5.7in 320 × 240 点,GT32M 是单色液晶,GT32T 是 4096 色 TFT 彩色 LCD,液晶面板能显示各种画面。液晶面板上装有触摸面板,只需接触面板即可输入数据。

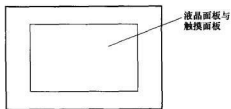


图 5-1 GT32 触摸屏的正视图

2. GT32 触摸屏的侧视图

GT32 触摸屏的侧视图如图 5-2 所示,图中 1 是 SD 存储卡插槽,可以备份程序与数据。图中 2 是 USB 端口 (TYPE-B),与装有编程软件“GTWIN”的计算机连接,用户可以通过它进行程序的上传与下载。图中 3 是 Ethernet 端口 (RJ45),用 LAN 电缆连接装有编程软件“GTWIN”的计算机。使用 Ethernet 时的最高通信速度为 115200bit/s。用户也可以通过它进行程序的上传与下载。图中 4 是 SPEED 指示灯,表示 Ethernet 中的通信速度。亮灯时表示以 100Mb/s 的速度通信;闪烁时表示以 10Mb/s 的速度通信。图中 5 是 LINK/ACT 指示灯,表示 Ethernet 的通信状态。亮灯表示链接;闪烁表示接收数据。图中 6 是声音输出插孔,使用声音输出功能时,将带 $\phi 3.5\text{mm}$ 微型插头功放的扬声器插入此处,进行声音报警使用。

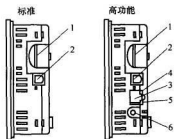


图 5-2 GT32 触摸屏的侧视图

- 1—SD 存储卡槽 2—USB 端口 3—Ethernet 端口 (RJ45) 4—SPEED 指示灯
5—LINK/ACT 指示灯 6—声音输出插孔

3. GT32 触摸屏的后视图

GT32 触摸屏的后视图如图 5-3 所示,图中 1 是 SD 存储器访问指示灯。访问 SD 存储卡时,指示灯亮起。指示灯亮起时请勿拔下。图中 2 是电池盖。如果要安装电池需拆下此盖。图中 3 是动作模式设置开关。动作模式设置开关功能见表 5-1。图中 4 是电池匣。当使用时钟、PLC 设备保持数据和报警历史记录等功能时需要安装电池。

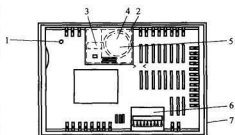



图 5-3 后视图

- 1—SD 存储卡访问指示灯 2—电池盖
3—动作模式设置开关 4—电池匣 5—电
池连接器接口 6—COM 端口及电源
端子 7—防水垫圈

GT32 中画面数据、环境设置数据均存储在内置的 F-ROM 中,因此无需通过电池保持数据。图中 5 是电池连接器接口。图中 6 是 COM 端口及电源端子,COM 端口连接 PLC、终端设备等的通信端口,电源端子与 24V 直流电源连接,给 GT32 提供电源。图中 7 是防水垫圈。

表 5-1 动作模式设置开关功能

开关 No.	功能	OFF	ON
1	禁止使用	请务必在 OFF 的状态下使用	
2	禁止移动系统菜单	可移动	禁止移动
3	出厂状态 	请务必在 OFF 的状态下使用	
4			

5.1.3 触摸屏的软件安装

将“GTWIN”安装光盘放入光驱，系统自动弹出对话框，根据提示进行安装，直到安装完成。

5.1.4 触摸屏与 FPX—C40 连接

触摸屏与 FPX—C40 连接时，需要把触摸屏的端口转换成 D 型 9 针头，然后与 PLC 通信电缆 (AFC8503 D 型 9 针) 连接，这样方能与 PLC 通信。D 型 9 针头可以自己制作，如图 5-4 所示。

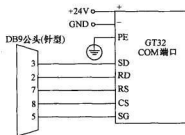


图 5-4 触摸屏 COM 端口转换 D 型 9 针头

5.2 触摸屏实训任务

5.2.1 制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动

1. 实训任务

在触摸屏上制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动，触摸屏通过 PLC 的通信电缆 AFC8503 D 型 9 针与 FPX—C40 的编程口连接，以通信方式与 PLC 进行数据交换。触摸屏直接对 PLC 输出进行写入操作，使 Y0 与 Y1 导通或关断，来控制直流电动机的正转与反转，从而控制行走机械手的左移动与右移动。系统由 GT32、松下 FPX—C40T、直流电动机驱动器、直流电动机、行走机械手、限位开关等组成，如图 5-5 所示。

2. PLC 的 I/O 分配

本任务用了 2 个输出点和 2 个输入点，PLC 的 I/O 分配见表 5-2。

表 5-2 PLC 的 I/O 分配

输入		输出	
X0	反限位 (原点)	Y0	左移动
X1	正限位	Y1	右移动

3. 系统的电气原理

系统的电气原理如图 5-6 所示。可根据原理图进行接线。

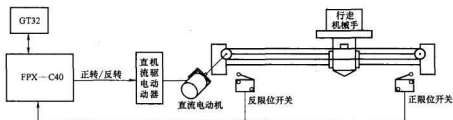


图 5-5 系统组成图

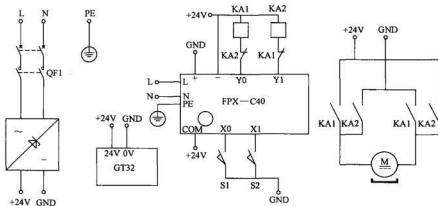


图 5-6 系统的电气原理

4. PLC 程序编写

本实训任务是通过触摸屏直接驱动 PLC 的输出口 Y0 与 Y1，PLC 可以不编写任何程序。注意，要把 PLC 内存里的程序清除。

5. 创建一个新项目

编程软件设置的信号必须与实际的触摸屏信号一致，如型号为 GT32M 单色的触摸屏，编程前先设置型号为“GT32/单色”，并设置与其连接的 PLC 系列。

打开“GTWIN”软件，选择“新建”，单击“OK”，弹出“选择机型”对话框，如图 5-7 所示。在“GT 机型”中选择“GT32/单色”；在“PLC 机型”中选择“Panasonic FP Series”，单击“OK”后，再单击“关闭”，画面上出现“画面管理器”对话框，如图 5-8 所示。双击“画面管理器”上的分布图形的任意画面编号按钮后，就打开基本画面，主界面如图 5-9 所示。

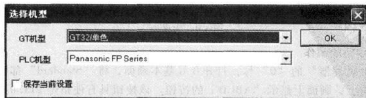


图 5-7 “选择机型”对话框

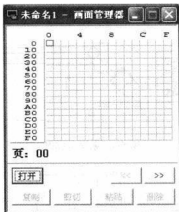


图 5-8 “画面管理器”对话框

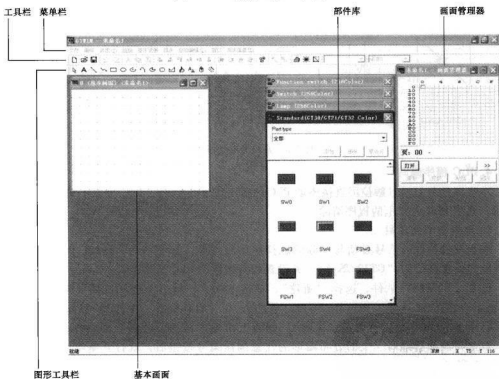


图 5-9 主界面

6. 触摸屏按钮的制作

双击“画面管理器”的“0”号，打开0号基本画面，将“Standard”部件库的“SW0”拖放到基本画面上，画面上显示“ABCD”的按钮。该按钮具有使指定 PLC 的位设备置 ON/OFF 的功能，如图 5-10 所示。

双击“ABCD”按钮，打开基本设置对话框。在“操作模式”中选择“瞬时型”，此模

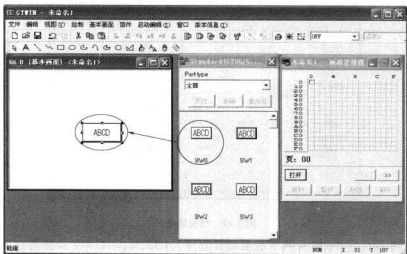


图 5-10 按钮的制作

式在按下按钮时为“ON”，松开按钮时为“OFF”。把“R100”改为“Y0”，即状态从Y0输出。将“ON/OFF显示控制”选择为“使用”和“按键开关”，此模式在按下按钮时，按钮显示反色，如图5-11所示。

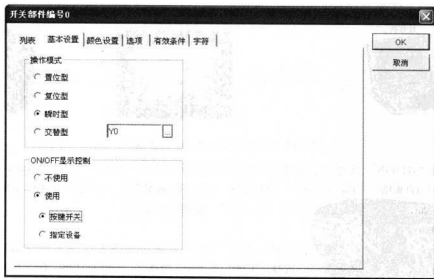


图 5-11 按钮的设置

单击“字符”项，单击按钮“ON”，把“ABCD”改为“左移动”。在按钮上就可以显示“左移动”字符。根据要求设置字体、字符、颜色及修饰，如图5-12所示。用同样的方法制作“右移动”按钮。

7. 触摸屏程序的下载

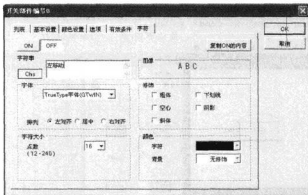


图 5-12 按钮的命名

通过 USB 端口的 TYPE-B 线下下载触摸屏程序 (GT32M、GT32T0 只能通过 USB 端口下载; GT32T1 可以通过 Ethernet 端口下载)。

1) 安装 USB 驱动程序:

第一次使用 USB 端口时需要安装 USB 驱动程序。把 GT32 通过 TYPE-B 线与计算机连接 (USB 电缆的 A 端连接到计算机, 将 USB 电缆的 B 端连接到 GT32), 如图 5-13 所示。接通 GT32 的电源, 计算机自动发现硬件, 显示屏右下角出现“发现新硬件”。如果无显示, 表明已安装的 USB 驱动或 USB 电缆未正确连接, 此时检查硬件是否连接正确。



图 5-13 计算机通过 USB 端口连接 GT32

安装“GTWIN”软件时系统自动把 USB 驱动文件传到“Program Files \ Panasonic MEW-Terminal \ GTWIN \ GTWIN_USB”的目录下 (默认的情况下), 在安装驱动程序时选择这个目录, 如图 5-14 所示。然后选择“下一步”, 直到安装完成。

2) 程序下载:

打开菜单中“文件”的下拉菜单, 单击“传输”, 弹出如图 5-15 所示的对话框。单击“通信条件设置”, 弹出对话框, 选择“USB”后单击“OK”, 关闭对话框。在“传输数据的内容”中选择“全部数据”, 在“数据参数方向”中选择“GTWIN→GT”。把计算机用户编写的程序下载到触摸屏中, 单击“OK”, 下载程序。

8. 调试

下载完成后, GT32 触摸屏自动重启, 进入监控画面后, 按下“左移动”按钮, 观察 PLC 的 Y0 是否输出, 继电器 KA1 是否吸合, 行走机械手是否移动。按下“右移动”按钮, 观察 PLC 的 Y1 是否输出, 继电器 KA2 是否吸合, 行走机械手是否移动, 如图 5-16 所示。

9. 分析与思考

PLC 是循环扫描，在程序里如果用到的了 Y0 与 Y1，在执行完程序后把结果输出，这样会与触摸屏的结果发生冲突，会使控制出错。例如在 PLC 程序中执行的结果是“0”，此时触摸屏按下为“1”，则 PLC 会输出一个脉冲，之后一直为“0”，所以要清除 PLC 里的程序。

思考：如果采用 3 个按钮，即“左移动”、“右移动”和“停止”（不是点动），应该如何设置？

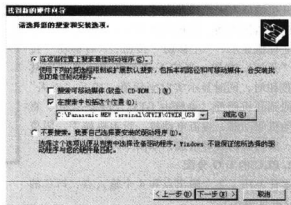


图 5-14 USB 驱动文件

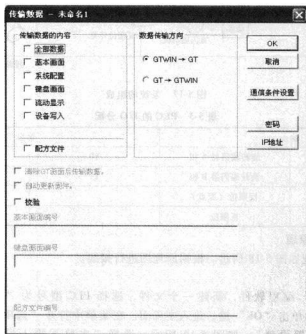


图 5-15 传输数据

5.2.2 制作行走机械手触摸屏的监控界面

1. 实训任务

在触摸屏上制作一个开机画面和一个监控画面。开机画面有一个按钮和实训任务名称,单击此按钮进入监控画面。监控画面有行走机械手的示意图、坐标值显示、“左移动”按钮、“右移动”按钮和“返回”按钮。当按下“左移动”或“右移动”按钮时,同时显示实时坐标值。按下“返回”按钮回到开机画面,系统由 GT32、FPX—C40、直流电动机驱动器、直流电动机、行走机械手、限位开关、旋转编码器等组成,如图 5-17 所示。

2. PLC 的 I/O 分配

本任务用了 2 个输出点和 4 个输入点, PLC 的 I/O 分配见表 5-3。

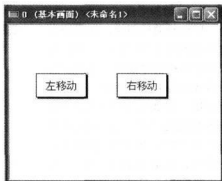


图 5-16 左、右移动的监控画面

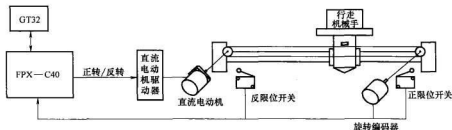


图 5-17 系统的组成

表 5-3 PLC 的 I/O 分配

输入		输出	
X0	旋转编码器 A 相	Y0	正转
X1	旋转编码器 B 相	Y1	反转
X2	反限位 (原点)		
X3	正限位		

3. 系统的电气原理

系统的电气原理如图 5-18 所示。根据原理图进行接线。

4. PLC 程序

打开“GTWIN”编程软件,新建一个文件,选择 PLC 型号为“FP-X C30T/P C40T C60T/P 32K”,然后单击“OK”键,进入主界面。在菜单中打开“选项”的下拉菜单,单击“PLC 系统寄存器设置”,如图 5-19 所示。选择“主单元输入设置 1 (HSC)”,在“CH0”下拉菜单中选择“2 相输入 (X0, X1)”,单击“OK”,关闭对话框。然后开始编写 PLC 梯形图程序如图 5-20 所示。

5. 创建一个新项目

参见 5.2.1 章节中关于创建一个新项目的介绍。

6. 通信参数设置

参见 5.2.1 章节中的相关介绍。

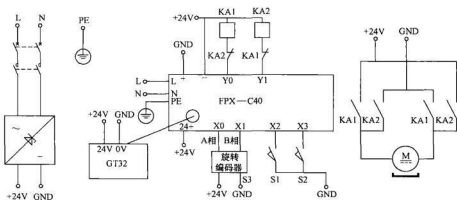


图 5-18 系统的电气原理

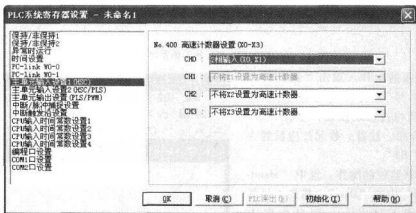


图 5-19 PLC 系统寄存器设置

7. 触摸屏界面制作

(1) 开机画面的制作

1) 标题的输入。单击快捷键栏中的“A”，再在当前正在编辑的画面中单击一下，弹出文本对话框，如图 5-21 所示。输入“行走机械手触摸屏的监控界面制作”，单击“确定”关闭对话框。通过快捷键栏中的“ A ”调整文字的字体与大小，移动光标来调整文字在画面中的位置。

2) 按钮的制作。选中“Standard 部件库”中的“FSW0”，在当前正在编辑的画面中单击，切换画面按钮就添加到了画面中，如图 5-22 所示。双击鼠标左键弹出如图 5-23 所示的对话框。在“画面编号 (0-3FF)”中选择“1”。切换到“字符”项，在文本中输入“点击进入监控页”，如果字体太小，可以设置字体类型与大小。设置完成后，再单击“ON”，同样地输入“点击进入监控页”，这时按下按钮时显示的字符，单击“确认”关闭对话框，调整按钮的位置。

(2) 监控画面的制作

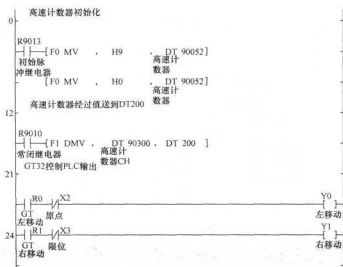


图 5-20 PLC 梯形图程序

1) 按钮的制作。双击“画面管理器”的“1号”，打开1号基本画面。制作左移动与右移动按钮，参看5.2.1章节中的介绍。注意：软元件应设置为“R0”与“R1”。

2) 数据监控的制作。选中“Standard 部件库”中的“Data”，拖到1号画面中，如图5-24所示。用鼠标双击“- * * * *”，弹出如图5-25所示的对话框。“数据格式”设置为“10进制(2字)”；“参照设备”设置为“DT200”；字体“横向”设置为“2”，“纵向”设置为“2”，单击“OK”关闭对话框。用鼠标调整数据的位置。在数据前面输入文字“当前坐标值：”。

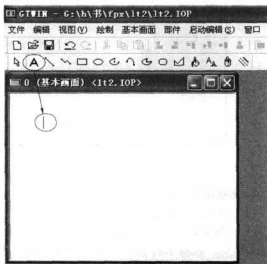


图 5-21 文本的制作

3) 图形视图的制作。在制作图形视图前，先用制图软件（如画笔）制作两个部件，如图5-26所示，图形的大小不要超过320×240像素（即触摸屏的分辨率）。保存并命名文件为“jxs01.bmp”。

在画笔软件中打开“jxs01.bmp”文件，按“Ctrl”+“A”后，再按“Ctrl”+“C”，然后转到“GTWIN”当前的画面，按“Ctrl”+“V”把图形粘贴到画面上。用鼠标移动图形，放到合适的位置上。

4) 返回按钮的制作。同“点击进入监控页”的画面切换开关一样，把“点击进入监控页”属性里的“画面编号(0-3FF)”改为“0”或选择“返回前一幅画面”，把文字改为

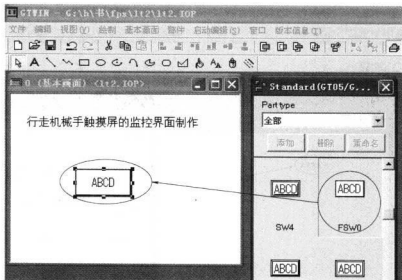


图 5-22 切换画面按钮的添加

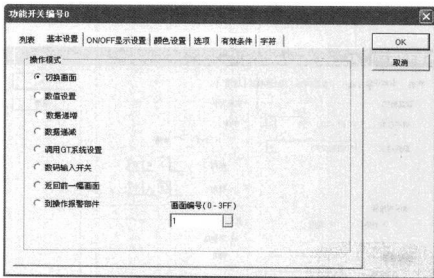


图 5-23 画面切换页的设置

“返回”。

8. 触摸屏程序的下载

参见 5.2.1 章节中的介绍。

9. 调试

下载完成后，GT32 触摸屏自动重启，进入“开机画面”，如图 5-27 所示。按下“点击进入监控页”按钮，进入“监控画面”，如图 5-28 所示。按下“左移动”观察 PLC 的 Y0 是

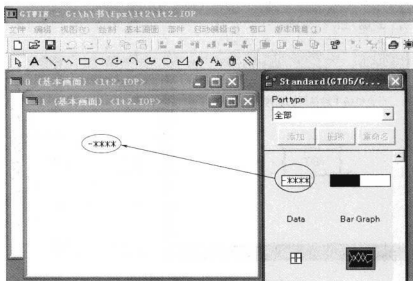


图 5-24 数据监控的制作

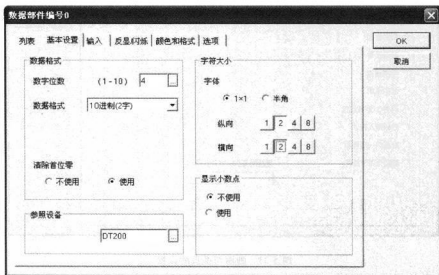


图 5-25 数据属性的设置

否输出，继电器 KA1 是否吸合，行走机械手是否移动，“当前位置”的数字是否增加。如果数据减小，旋转编码器的 A 相与 B 相接反，调换一下即可；按下“右移动”观察 PLC 的 Y1 是否输出，继电器 KA2 是否吸合，行走机械手是否移动，“当前位置”的数字是否减小；按下“返回”观察是否退回到“开机画面”。

10. 分析与思考

图形的大小为什么不要超过 320×240 像素？触摸屏的像素只有 320×240 ，如果图形过大则无法全部显示。

思考：为什么在这个实验中按钮里的软元件是“R0”与“R1”？

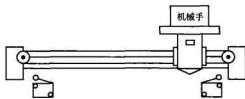


图 5-26 行走机械手的部件

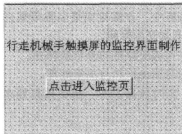


图 5-27 开机画面

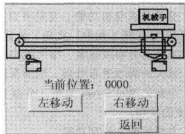


图 5-28 监控画面

5.3 组态王

组态王软件是一种通用的工业监控软件，集过程控制设计、现场操作以及工厂资源管理于一体，将一个企业内部的各生产系统和应用以及信息交流汇集在一起，实现最优化管理。它基于“Microsoft Windows XP/NT/2000”操作系统，用户在企业网络的所有层次的各个位置上都可以及时获得系统的实时信息。采用组态王软件开发工业监控工程，可以极大地增强用户生产控制能力，提高工厂的生产力和效率，提高产品的质量，减少成本及原材料的消耗。它适用于从单一设备的生产运营管理和故障诊断，到网络结构分布式大型集中监控管理系统的开发。

组态王软件结构由工程管理器、工程浏览器及运行系统三部分构成。

(1) 工程管理器 工程管理器用于新工程的创建和已有工程的管理，对已有工程进行搜索、添加、备份、恢复以及实现数据词典的导入和导出等功能。

(2) 工程浏览器 工程浏览器是一个工程开发设计工具，用于创建监控画面、监控的设备及相关变量、动画链接、命令语言以及设置运行系统配置等的系统组态工具。

(3) 运行系统 工程运行界面，从采集设备中获得通信数据，并依据工程浏览器的动画设计显示动态画面，实现人与控制设备的交互操作。

5.3.1 组态王的特点

组态王软件作为一个开放型的通用工业监控软件，支持与国内外常见的 PLC、智能模块、智能仪表、变频器、数据采集板卡等（如西门子 PLC、莫迪康 PLC、欧姆龙 PLC、三菱 PLC、研华模块等）通过常规通信接口（如串口方式、USB 接口方式、以太网、总线、GPRS 等）进行数据通信。

组态王软件与 I/O 设备进行通信一般是通过调用“*.dll”动态库来实现的,不同的设备、协议对应不同的动态库。工程开发人员无需关心复杂的动态库代码及设备通信协议,只需使用组态王提供的设备定义向导,即可定义工程中使用的 I/O 设备,并通过变量的定义实现与 I/O 设备的关联,对用户来说既简单又方便。

主要功能特性如下:

- 1) 可视化操作界面,真彩显示图形,支持渐变色,丰富的图库,动画连接。
- 2) 无与伦比的动力和灵活性,拥有全面的脚本与图形动画功能。
- 3) 可以对画面中的一部分进行保存,以便以后进行分析或打印。
- 4) 变量导入导出功能。变量可以导出到 Excel 表格中,方便对变量名称等属性进行修改,然后再导入新工程中,实现了变量的二次利用,节省开发时间。
- 5) 强大的分布式报警、事件处理功能,支持实时和历史数据的分布式保存。
- 6) 强大的脚本语言处理,能够帮助你实现复杂的逻辑操作和与决策处理。
- 7) 全新的 WebServer 架构,全面支持画面发布、实时数据发布、历史数据发布以及数据库数据的发布。
- 8) 方便的配方处理功能。
- 9) 丰富的设备支持库,支持常见的 PLC 设备、智能仪表、智能模块。

5.3.2 组态王的功能

组态软件具有监控和数据采集系统,优点之一就是能大大缩短开发时间,并能保证系统的质量。能快速便捷地进行图形维护和数据采集。组态王提供了丰富的快速应用设计的工具。

- 1) 快速便捷的应用设计。
- 2) 丰富的可扩充的图形库。
- 3) 对多媒体的支持。
- 4) 灵活简便的变量定义和管理。
- 5) 强大的控制语言。
- 6) 采集和显示历史数据。
- 7) 全新的灵活多样、操作简单的内嵌式报表。
- 8) 配方管理。
- 9) 温控曲线控件。

5.3.3 组态王的安装

如果是从网站下载的,把压缩文件解压在本地的硬盘里,进入该目录,双击“install.EXE”,进行安装。如果是光盘,插入光盘后出现安装对话框,单击“安装组态王程序”,开始安装组态王。

安装结束后,选择是否安装组态王驱动程序和加密锁的驱动程序。单击“是”就进行安装,安装结束后重新启动计算机,桌面上出现“组态王 6.53”。

左键双击桌面上的“组态王 6.53”,出现“组态王工程管理器”对话框,如图 5-29 所示,单击工具条上的“搜索”按钮,可以在项目列表中添加已有的项目。单击“新建”按

钮，可以新建工程项目。

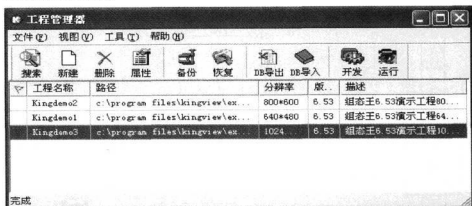


图 5-29 组态王工程管理器

5.4 组态王实训任务

5.4.1 制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动

1. 实训任务

在组态王上制作两个按钮控制行走机械手的左移动与右移动，组态王通过通信电缆 AFC8503 与 FXPC-40 连接的，以通信方式与 PLC 进行数据交换。组态王直接对 PLC 输出进行写入操作，控制 Y0 与 Y1 导通或关断，来控制直流电动机的正转与反转。从而控制行走机械手的左移动与右移动。系统由计算机、FXPC-40、直流电动机驱动器、直流电动机、行走机械手、限位开关等组成，如图 5-30 所示。

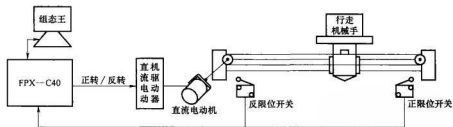


图 5-30 系统的组成图

2. PLC 的 I/O 分配

本任务用了 2 个输出点和 2 个输入点，I/O 分配见表 5-4。

表 5-4 PLC 的 I/O 分配

输入		输出	
X0	反限位（原点）	Y0	正转
X1	正限位	Y1	反转

3. 系统的电气原理

系统的电气原理如图 5-31 所示。根据原理图进行接线。

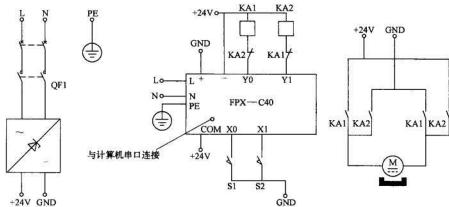


图 5-31 系统的电气原理

4. PLC 程序的编写

本实训是通过组态王直接驱动 PLC 的输出口 Y0 与 Y1, PLC 可以不要编写任何程序。注意要清除 PLC 内存里的程序。

5. 创建一个新项目

左键双击桌面上的“组态王 6.53”图标,启动“组态王”的“工程管理器”,出现如图 5-29 所示的组态王工程管理器对话框,单击工具条上的“新建”按钮,出现新建工程向导,根据工程向导,选择工程路径,输入工程名“行走机械手 1”,在工程描述文本框里输入对该工程的描述内容。

左键双击“行走机械手 1”工程,如果没有安装加密狗,则出现提示信息“您将进入演示方式,程序将在两个小时后关闭”。两个小时后关闭不会影响再次进入,单击“确认”按钮后打开组态王工程浏览器界面,如图 5-32 所示。

6. 设备的连接

设备的连接是组态王通过计算机硬件与外设数据进行连接的。计算机的硬件有串口、并口、数据采集板卡等硬件,外设有 PLC、单片机、条码扫描器、智能仪表等。PLC 与计算机的连接口有多个,如是 COM1,单击工程浏览器中的“COM1”图标,出现如图 5-33 所示的窗口。

在工作区双击“新建…”,就会弹出如图 5-34 所示的对话框。

单击“PLC”打开各种厂家的 PLC,单击“松下”,此时又打开松下的各种 PLC。单击“FPX”,选择“COM”,如图 5-35 所示。单击“下一步”,写上设备名称如“FPX-C40”,然后单击“下一步”,出现图 5-36 所示的窗口。根据计算机的串口地址选择,单击“下一步”,填上 PLC 通信的地址,PLC 如果没有更改过地址默认为 1,在这个对话框写上“1”,单击“下一步”,此时出现的对话框为“恢复时间”,就设为“默认”。单击“下一步”,再单击“完成”硬件配置完成。

配置完之后,在工作区多了一个“FPX-C40”,用于测试设备是否与计算机正常通信。

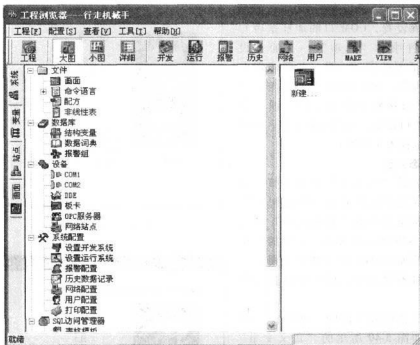


图 5-32 组态王工程浏览器界面



图 5-33 COM1 通信口的设置

在“FPX—C40”上右键单击，弹出如图 5-37 所示的对话框，单击“测试 FPX—C40”，弹出对话框后再单击“设备测试”，如图 5-38 所示。在“寄存器”中输入“DT0”，在“数据类型”中选择“SHORT”，单击“添加”按钮，就添加到“采集列表”中，单击“读取”按钮，读取按钮显示“停止”，在寄存器名“DT0”的变量值显示“0”或其他值，说明计算机与 PLC 已经连接正常，否则会有出错的信息。如果通信出错，可以进入“GTWIN”检

查是否正常上传、下载程序, 如果正常上传、下载程序, 检查组态王 COM 口的参数是否正确设置, COM 口的地址是否与 GTWIN 软件中的“选项”→“通信设置”里对话框的参数一致。如果不能上传、下载程序, 则有可能是通信线与计算机的 COM 口接触不良或其他原因(如 PLC 的通信口损坏、通信电缆损坏、COM 口的地址选择不正确等)。

7. 组态变量

数据库是“组态王”软件的核心部分, 数据变量的集合成为“数据词典”。单击工程浏览器中的“数据词典”图标显示如图 5-39 所示的界面。右边的工作区将出现系统自带的 17 个内存变量, 这个内存变量不算点数, 用户可以直接使用。

双击工作区最下面的“新建…”图标, 弹出如图 5-40 所示的“定义变量”对话框。设置变量名为“左移动”, 选择变量类型为“L/O 离散”。L/O 离散是指 PLC 中的数字量, 初始值采用默认的“关”(OFF 状态), 连接设备选择“FPX-C40”, 寄存器选择“Y0.0”, 数据类型选择“Bit”, 采集频率设置为“100”, 读写属性设置为“只写”。用同样的方法设置组态“右移动”的变量, 寄存器选择“Y0.1”, 参照图 5-41 所示数据词典中的变量列表设置变量的读写属性。在定义变量中的描述文本框里可以输入对该变量的描述内容。

8. 建立新画面

单击工程浏览器左侧的“画面”图标, 双击右边窗口中的“新建…”图标, 就会弹出“新画面”对话框, 输入新画面的名称。输入名称后一经确认就不能修改, 可以修改画面的位置和大小。单击“确认”按钮, 进入组态王的开发系统, 如图 5-42 所示。

9. 按钮的制作

打开“工具”下拉菜单, 单击“按钮”, 此时鼠标变成“+”, 在画面上画出按钮的大小。添加完成后, 将鼠标移到按钮上, 单击鼠标的右键弹出快捷菜单, 选择“字符串替换”, 弹出对话框后写入“左移动”, 如图 5-43 所示, 单击“确认”按钮, 关闭对话框。

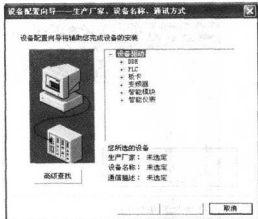


图 5-34 设备配置向导

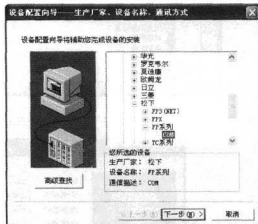


图 5-35 选择编程口

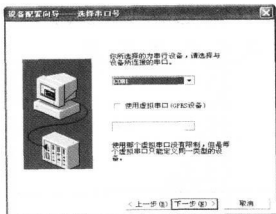


图 5-36 选择串口号

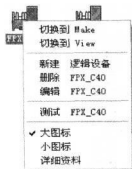


图 5-37 “FPX—C40”的菜单选项

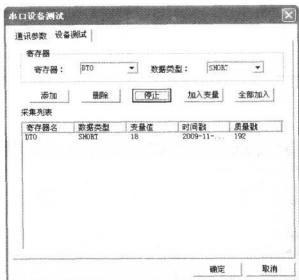


图 5-38 串口设备测试

双击按钮弹出如图 5-44 所示的对话框。进行按钮的动画连接。

单击“按下时”按钮，弹出如图 5-45 所示对话框，单击“变量 [域]”按钮，选择“左移动”，在变量后输入“=1;”，单击“确认”，关闭对话框，返回到图 5-44 所示的窗口。单击“弹起时”按钮弹出对话框，单击“变量 [域]”按钮，选择“左移动”，在变量后输入“=0;”，单击“确认”，关闭对话框，“左移动”按钮设置完成，用同样的方法制作“右移动”按钮。都制作完成后存盘。

10. 主画面配置

进入“工程浏览器”，打开“配置”下拉菜单，单击“运行系统”弹出对话框，单击“主画面配置”，如图 5-46 所示，选中“主页”，单击“确认”弹出对话框，然后进行相关

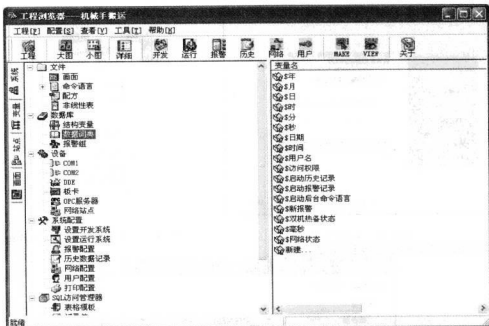


图 5-39 数据词典

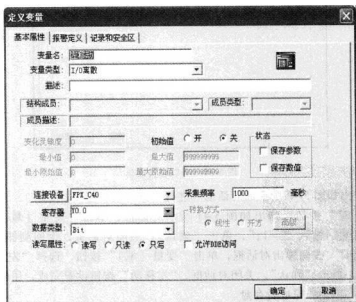


图 5-40 “定义变量”对话框

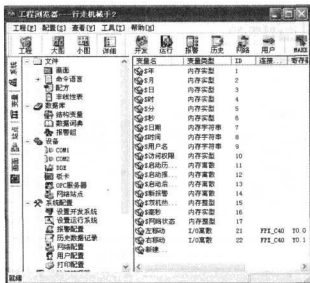


图 5-41 数据词典中的变量列表

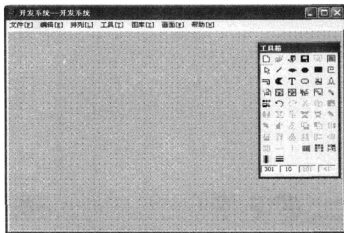


图 5-42 开发系统

参数的设置。

11. 调试

在“工程浏览器”的快捷菜单里，单击“”进入监控画面。按下“左移动”按钮，观察 PLC 的 Y0 是否输出，继电器 KA1 是否吸合，检查行走机械手是否移动。按下“右移动”按钮，观察 PLC 的 Y1 是否输出，继电器 KA2 是否吸合，检查行走机械手是否移动。

12. 分析与思考

为什么串口配置完后需要进行测试？因为组态王与 PLC 进行通信最关键的是实时数据，



图 5-43 按钮的文本设置

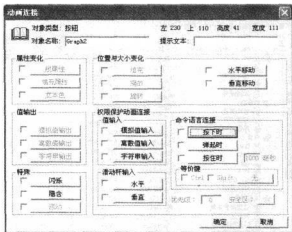


图 5-44 按钮的动画连接

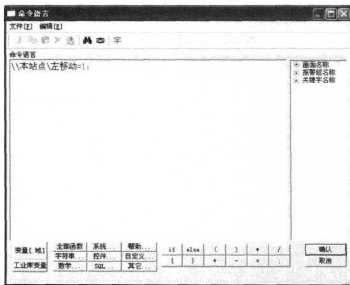


图 5-45 命令语言编辑框

如果没有实时数据，组态王监控就失去了意义了。测试则是把容易出错的地方先排除。

思考：如果采用 3 个按钮，即“左移动”、“右移动”和“停止”（不是点动），应该如何设置？

5.4.2 制作行走机械手组态王的监控界面

1. 实训任务

在组态王上制作一个开机界面和一个监控界面。开机界面有一个按钮和实训任务名称，单击此按钮进入监控界面。监控界面有行走机械手的示意图、坐标值显示、“左移动”按钮、“右移动”按钮和“返回”按钮。当按下“左移动”或“右移动”按钮时，机械手的

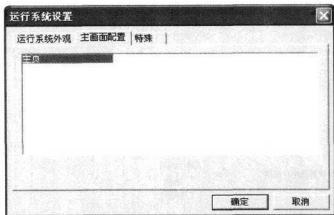


图 5-46 运行系统配置

示意图也实时的向左或右移动,同时显示实时坐标值。按下“返回”按钮回到开机界面。系统由计算机、FPX—C40、直流电动机驱动器、直流电动机、行走机械手、限位开关、旋转编码器等组成,如图 5-47 所示。

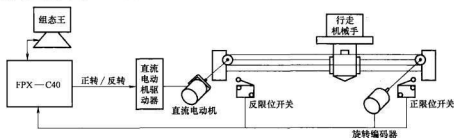


图 5-47 系统的组成图

2. PLC 的 I/O 分配

本任务使用了 2 个输出点和 4 个输入点, PLC 的 I/O 分配见表 5-5。

表 5-5 PLC 的 I/O 分配

输 入		输 出	
X0	旋转编码器 A 相	Y0	正转
X1	旋转编码器 B 相	Y1	反转
X2	反限位 (原点)		
X3	正限位		

3. 系统的电气原理

系统的电气原理如图 5-48 所示。根据原理图进行接线。

4. PLC 程序

参看 5.2.2 章节中的 PLC 程序。

5. 创建一个新项目

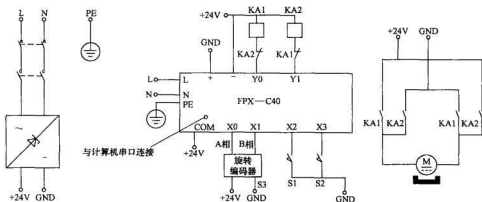


图 5-48 系统的电气原理

参看 5.4.1 章节中的相关介绍, 工程名称写为“行走机械手 2”。

6. 设备连接

参看 5.4.1 章节中的设备连接。

7. 组态变量

本实训任务中的变量连接的是中间继电器 R 与高速计数器, R0 是组态王控制左移的信号, R1 是组态王控制右移的信号。DT200 是组态王读取高速计数器的经过值, 由于经过值是实时监视, 采集周期设为“100ms”, 如图 5-49 所示。

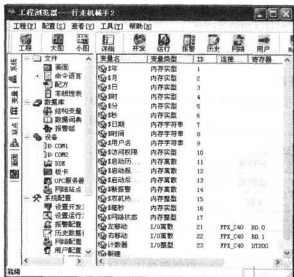


图 5-49 变量界面


8. 组态王界面的制作

(1) 建立新建画面 单击工程浏览器左侧的“画面”图标，双击右边窗口中的“新建…”图标，就会弹出“新画面”对话框，输入新画面的名称“开机画面”。输入名称后一经确认就不能修改，但可以修改画面的位置和大小。单击“确认”按钮，进入组态王的开发系统界面。

用同样的方法再建一个画面名称为“监控画面”。

(2) 开机画面的制作

1) 标题的输入。在“开发系统”中打开“画面”下拉菜单，检查一下当前编辑画面是不是“开机画面”，如果“开机画面”前面有“√”就是当前画面；如果不是，切换到“开机画面”。

在工具箱中单击一下“T”，在当前画面中单击一下，光标就会在画面中闪烁，如图 5-50 所示，输入字符串“行走机械手组态王的监控界面制作”。单击工具箱中“”图标，弹出如图 5-51 所示的对话框。选择合适的字体和字号。

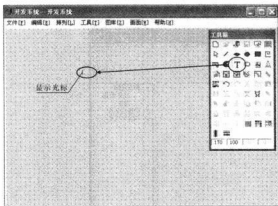


图 5-50 文字输入

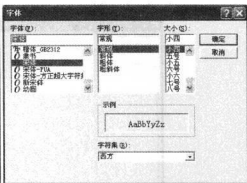


图 5-51 文字设置

2) 按钮的制作。打开“工具”下拉菜单，单击“按钮”，此时鼠标变成“+”，在画面上画出按钮的大小。添加完成后，将鼠标移到按钮上，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选择“字符串替换”，弹出对话框后写入“点击进入监控页”，如图 5-52 所示，单击“确认”按钮，关闭对话框。

双击按钮，弹出如图 5-53 所示的对话框。进行按钮的动画连接。

单击“按下时”按钮弹出对话框，调用内部函数“ShowPicture”，这个函数的功能是打开画面，调用内部函数“ClosePicture”，这个函数的功能是关闭画面，如图 5-54 所示。输入参数后，单击“确认”关闭命令语言对话框，退到如图 5-53 所示的动画连接对话框，单击“确认”关闭对话框。

(3) 监控画面的制作

1) 左移动与右移动按钮的制作。打开或切换到“监控画面”，制作左移动与右移动按钮，见 5.4.1 章节中介绍的相关内容。

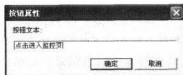


图 5-52 按钮的文本设置

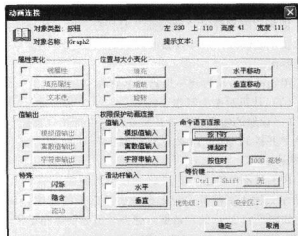


图 5-53 按钮的动画连接

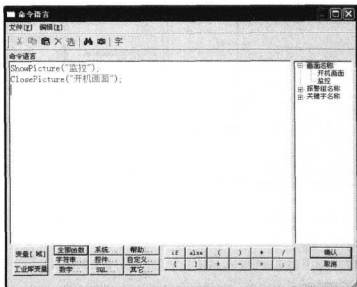



图 5-54 命令语言编辑器

2) 数据监控的制作。在工具箱中单击“T”，在当前画面中单击一下，光标在画面中闪烁，输入字符串“*****”。单击工具箱中的“基”图标，弹出对话框，选择合适的字体和字号。双击字符串“*****”，弹出“动画连接”对话框，单击“模拟量输出”按钮弹出对话框。单击“?”弹出变量表，在变量表中选择“计数器”变量，设置“整数位数”为“4”。设置完成后如图 5-55 所示。单击“确认”按钮关闭对话框，再单击“确认”按钮关闭“动画连接”对话框，数据监控设置完成。在数据前面添加一个字符串，如“当前位置:”，这样比较容易读懂数据的意义。

3) 图形视图的制作。在制作动画前，先用制图软件（如画笔）制作两个部件的位图，

如图 5-56 所示,图形的像素大小最好不要超过计算机显示器的分辨率。分别存成两个文件,如文件名为“jxs11.bmp”与“jxs12.bmp”。

① 图形的装载。在“工具箱”栏中单击“”,此时鼠标变成“+”,在画面上画出图像块。添加完成后,在图像块上单击鼠标的右键弹出快捷菜单,选择“从文件中加载”,弹出“图像文件”对话框,然后选择“jxs11.bmp”,此时图像块显示部件 1 的图形。将光标移到图形上,单击鼠标的右键弹出快捷菜单,选择“恢复原始大小”,图

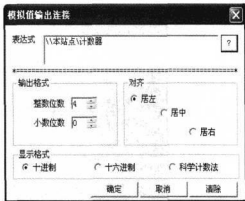


图 5-55 模拟量输出连接

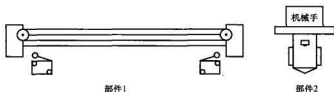



图 5-56 行走机械手的部件

形就恢复到原始大小。用同样的方法把图形 2 (部件 2) 添加进来。

② 图形背景的透明化。将鼠标移到图形上单击鼠标的右键,弹出快捷菜单,选择“透明化”,如果此时没有透明,透明色与默认的颜色不一致,设置透明色的颜色。在“工具箱”栏中单击“”,显示调色板会弹出如图 5-57 所示的对话框,单击“透明色”,然后单击“吸色管”,在图形中选择要透明的颜色,选择白色,如图 5-58 所示。

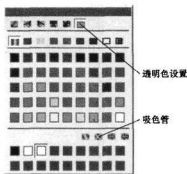


图 5-57 调色板

4) 动画的制作。在这个画面里,只需要图形 2 (部件 2) 制作成动画。双击图形 2 弹出“动画连接”对话框,单击“水平移动”按钮弹出“水平移动连接”对话框。然后单击“?”按钮,弹出“选择变量名”对话框,如图 5-59 所示。选择变量名为“计数器”。单击“确认”关闭“选择变量名”对话框。在“移动距离”中的“向左”设为“0”,“向右”设为“210”;在“对应值”中“最左边”设为“0”,“最右边”设为“2700”,如图 5-60 所示。图中的“移动距离”为图形在画面中的移动距离,对应值为高速计数器的经过值。设置完成后关闭属性框,注意存盘。

5) 返回按钮的制作。与“开机画面”的“点击进入监控页”按钮的制作相似,修改函数参数后出现如图 5-61 所示的对话框画面。

9. 主画面配置

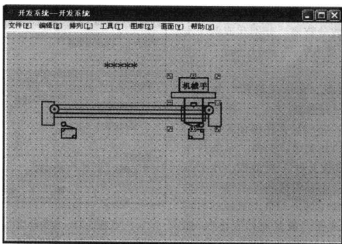


图 5-58 透明化后的图形

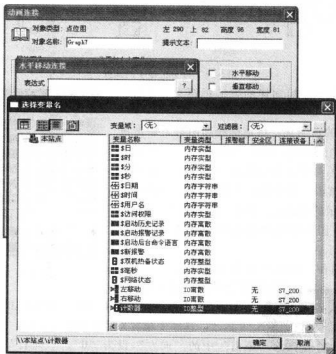


图 5-59 变量选择

进入“工程浏览器”，打开“配置”下拉菜单，单击“运行系统”，弹出“运行系统配置”对话框，单击“主画面配置”项，选中“开机画面”，单击“确认”关闭对话框。

10. 调试

在“工程浏览器”的快捷菜单里单击“■”，进入图 5-62 所示的监控画面。按下“点击进入监控页”按钮，进入“监控画面”，如图 5-63 所示。按下“左移动”观察 PLC 的 YO

是否输出，继电器 KA1 是否吸合，行走机械手是否移动，“当前位置”的数字是否增加，如果数据减小，旋转编码器的 A 相与 B 相接反，调换一下即可。按下“右移动”观察 PLC 的 Y1 是否输出，继电器 KA2 是否吸合，行走机械手是否移动，“当前位置”的数字是否减小。按下“返回”是否退回到“开机画面”。

11. 分析与思考

思考：当机械手在原点时，如何让微动开关显示黑点标识？



图 5-60 水平移动连接的设置

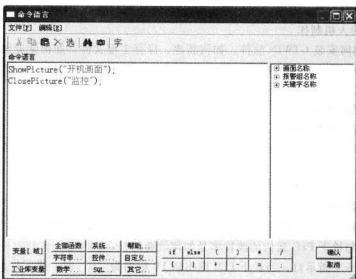


图 5-61 命令语言

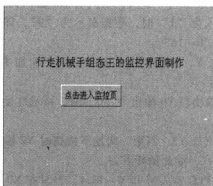


图 5-62 开机画面

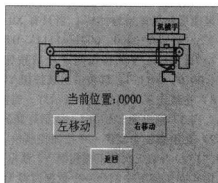


图 5-63 监控画面

5.5 小结与作业

5.5.1 小结

1. 制作人机界面需要的基本知识

画面的制作需要掌握美术的基本知识,画出来的界面要整洁、美观,然后通过计算机画图软件再画出来,转换成位图文件 (*.bmp),存在硬盘上,在 GTWIN 或组态王使用时装载到画面里。在画人机界面时也可以从软件中调用自带的图形库中的图形。

此外,还需要计算机的基本知识,应用于第一次的软件安装和软件系统的设置,如串口的设置及如何新建文件、存盘、打印等,在 GTWIN 中如何下载工程程序到触摸屏里。

2. 触摸屏的人机制作

读者需要如何安装 GTWIN 软件,如何新建、保存工程文件,如何配置触摸屏与 PLC 通信参数,如何制作主画面、从画面,它们之间如何切换界面,如何把 GTWIN 编写完成的工程程序从计算机下载到触摸屏中等。

3. 组态王的人机制作

掌握如何安装组态王软件,如何新建、保存工程文件,如何配置串口与 PLC 通信参数,如何制作主画面、从画面,它们之间如何切换界面,如何运行组态王工程软件等。

5.5.2 作业

- 1) 触摸屏是如何工作的?
- 2) 计算机通过 GT32 制作完触摸屏界面后有几种方法下载到触摸屏中?
- 3) 触摸屏与松下 PLC 通信的波特率是如何设置的?
- 4) 试制作一个指示灯,当松下 PLC 输出口 Y0 输出为“0”时,指示灯显示为黑色;当 Y1 输出为“1”时,指示灯显示为灰色。
- 5) 试制作一个按钮控制松下 PLC 输出口 Y2,当第一次按下按钮时 Y2 输出保持为“1”,当第二次按下按钮时 Y2 输出保持为“0”,如此循环下去。
- 6) 试制作一个数据监控 DT0,松下 PLC 输入口 I0.0 ~ I0.4,当只有 X0 输入为“1”时,触摸屏数据显示为“1”;当只有 X0 与 X3 输入为“1”时,数据显示为“9”,即 X0、X1、X2、X3 为“0000、0001...1111”DT0 对应为“0...16”。
- 7) 试制作一个加按钮与一个减按钮控制输出 Y,每按一次加按钮 Y0 ~ Y3 加 1,如 0001、0010、0011...;每按一次减按钮 Y0 ~ Y3 减 1。
- 8) 在组态王中制作一个指示灯,当松下 PLC 输出口 Y0 输出为“0”时,指示灯显示为红色;当 Y1 输出为“1”时,指示灯显示为绿色。
- 9) 在组态王中制作一个按钮控制松下 PLC 输出口 Y2,当第一次按下按钮时 Y2 输出保持为“1”;当第二次按下按钮时 Y2 输出保持为“0”,如此循环下去。
- 10) 在组态王中制作一个数据监控 DT0,松下 PLC 输入口 I0.0 ~ I0.4,当只有 X0 输入为“1”时,触摸屏数据显示为“1”;当只有 X0 与 X3 输入为“1”时,数据显示为“9”。即 X0、X1、X2、X3 为“0000、0001...1111”DT0 对应为“0...16”。

11) 在组态王中制作一个加按钮与一个减按钮控制输出 Y, 每按一次加按钮 Y0 ~ Y3 加 1, 如 0001、0010、0011...; 每按一次减按钮 Y0 ~ Y3 减 1。

12) 在组态王中制作一个图形, 用 PLC 的 X0 与 X1 控制, 当 X0 与 X1 为“0”时图片在左边位置; 当 X0 为“1”, X1 为“0”时图片在中间位置; 当 X0 为“0”, X1 为“1”时图片在右边位置。

13) 在组态王中用 PLC 中的时间定时器的经过值控制一个水箱的液位显示, 液位从低往高连续上涨。

14) 在组态王不与 PLC 连接时制作电动机运转示意图, 如顺时针运转。

15) 在组态王不与 PLC 连接时, 制作一个水箱的液位显示图, 液位从低往高连续上涨。

第 6 章 PLC 运动控制系统的设计与实践

6.1 仓储控制系统的设计与实践

6.1.1 加工制造系统终端货物的识别、分拣与入库

1. 实训任务

自动化生产线对已加工的工件进行分拣。正确加工的工件为白色塑料圆柱内装配金属铝圆柱或铁圆柱的工件，分拣设备的任务是将正确加工的两种工件分别放入一号库位和二号库位，并将混入的未加工工件（白色塑料圆柱内为白色塑料）送至四号库位，将加工的废品工件（白色塑料圆柱内为黑色塑料）送至三号库位进行收集（库位不限工件存放数量，如果库位被占用可手工取走工件）。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-1 所示。

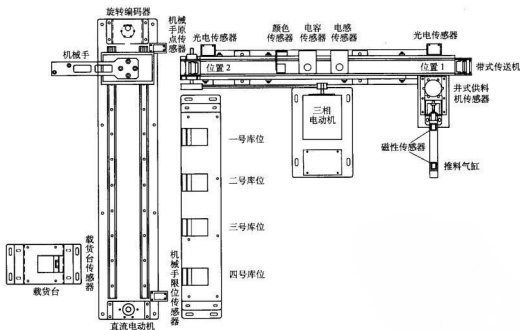


图 6-1 设备各部件、器件的名称和安装位置

3. 控制要求

- 1) 运行前，生产线应满足一种初始状态。
- 2) 启动后，运行指示灯点亮，允许推料指示灯始终提示当前推料状态。并式供料机送

出工件后,带式传送机将其送到位置2,并在传输过程中进行检测,机械手根据检测结果将工件送入相应库位。机械手在搬运过程中由指示灯进行提示。

3) 若检测中发现工件为未加工工件,则机械手将其送至四号库位,同时蜂鸣器报警提示。若检测中发现工件为废品工件,则机械手将其送入三号库位,同时相应指示灯进行提示。

4) 停止后,机械手在完成最后一个工件的搬运后,系统回到初始状态。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-2 所示。

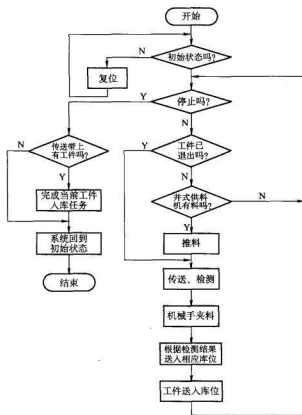


图 6-2 系统的控制流程

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-1; 变频器参数的设置见表 6-2。

表 6-1 PLC 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9

(续)

符号	地址	注 释	接线地址
SQ4	X4	推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5	X5	推料气缸限位检测传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机工件有无检测传感器	MJ-16
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
HL1	Y9	运行指示灯	MC-HL1-2
HL2	YA	允许下料指示灯	MC-HL2-2
HL3	YB	机械手搬运指示灯	MC-HL3-2
HL4	YC	废品工件指示灯	MC-HL4-2
HA	YD	报警蜂鸣器	MC-HA-2
Inverter_Y	YE	变频器运行第一速 20Hz	MQ-5
Inverter_E	YF	变频器运行第二速 50Hz	MQ-7

表 6-2 变频器参数的设置

参 数	设 置 值	参 数	设 置 值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	50.0
P08	5.0		

注：第一速为 20Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-3 所示。

7. 电气原理图

系统的电气原理如图 6-4 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.1 \ 加工制造系统终端货物的识别、分拣与入库。

9. 程序的执行与调试

1) 初始状态下，带式输送机上没有工件，并处于停止状态，机械手停在原点并处于带

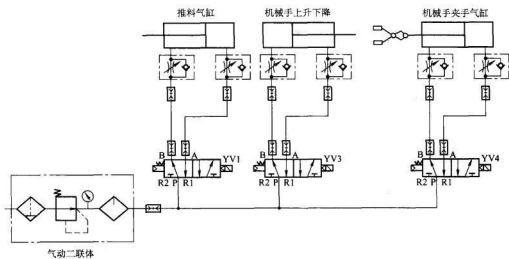


图 6-3 系统的气动原理

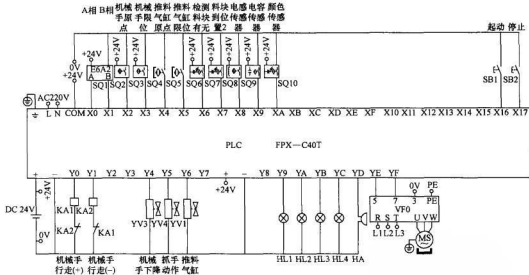


图 6-4 系统的电气原理

式输送机上方，机械手上升下降气缸的活塞杆伸出，气动手指处于松开状态。并式供料机推料气缸处于缩回状态。若不满足初始状态，可用起动按钮进行复位（按钮 SB1 兼有复位和起动两个功能）。

2) 在初始状态，按下按钮 SB1（起动），运行指示灯 HL1 发光，带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 向左运行，允许并式供料机推料指示灯 HL2 闪光（每秒闪光 1 次）提示推料。若此时并式供料机内有料，HL2 闪烁 3 次后转为点亮，推料气缸开始伸出将加工后的工

件推到带式输送机位置 1。推料气缸复位后,带式输送机以高速(50Hz)向左运行,工件在带式输送机上经过三个传感器进行检测,当工件传送到带式输送机位置 2 时,带式输送机停止转动,等待机械手搬运。机械手按要求将工件放入指定库位(白色塑料圆柱内装配金属铝圆柱对应一号库位、白色塑料圆柱内装配金属铁圆柱对应二号库位)。机械手在搬运工件的过程中,指示灯 HL3 发光,提示机械手正在搬运过程中。

3) 当机械手取走工件后,井式供料机推出下一个工件到带式输送机位置 1。

4) 当井式供料机内无工件时,机械手抓起工件后,带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 运行。机械手处理完最后一个工件后,回到原点,允许下料指示灯 HL2 每秒闪烁一次,提示上料。

5) 若在检测过程中发现工件为未加工工件(白色塑料圆柱内为白色塑料),则机械手将其送至四号库位,等待重新进行加工,同时蜂鸣器响 5s 进行提示。

6) 若在检测过程中发现工件为废品工件(白色塑料圆柱内为黑色塑料),则机械手将其送入三号库位进行收集,同时 HL4 闪烁(每秒闪 1 次)5 次进行提示。

7) 按下按钮 SB2,发出设备正常停机指令,此时推料气缸停止工作。若带式输送机上还有工件,则继续完成工件的检测、传送后再停止。在保证带式输送机上没有工件的情况下,机械手搬运完最后一个工件返回原点,系统回到初始状态,指示灯全部熄灭。

10. 注意事项

1) 当机械手由直流电动机控制时,直流电动机旋转一圈,带动机械手行走 7.1cm,同时由高速计数器计数 100 个脉冲,并向 PLC 输入。因此,当库位发生变动时,可手工测量机械手位于原点与机械手位于相应库位时两个位置的距离,然后根据比例关系计算控制脉冲的数值,并对地址子程序中相应的数值进行修订。

2) 按下停止后,为保证机械手能够对带式输送机上的工件进行搬运,本例使用了标识位 R101,用于记录是否按下停止按钮。只有机械手完成了全部工件的搬运后,才能置位 R101,结束设备的运行并回到初始状态。

3) 高速计数器的 A 相和 B 相接反后,会造成机械手不可控,此时只需将 A 相与 B 相交换即可解决。

4) 由于本例要求按下停止按钮后,应保证当前所有工件都入库后才停止运行,所以程序中将停止运行放在了最开始的位置,这样就可以保证设备是在完成工作后才停止运行的。

5) 由于机械手左转和右转限位传感器无法表示,调试程序时应根据运行要求调整其位置。

6.1.2 载货台与库位间货物的传送

1. 实训任务

机械手能自动将载货台上的工件放入仓库一~四号库位(载货台只提供正确的工件且每个库位只放一个工件),或将一~四号库位里的工件放到载货台上。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-1 所示。

3. 控制要求

1) 运行前,设备应满足一种初始状态。

2) 入库流程: 起动后, 指示灯提示进入工作状态, 若库位有空, 供货指示灯发光提示向载货台放工件, 机械手将工件取下后送到位置 2, 由带式输送机运送到位置 1, 然后反转送回到位置 2, 同时进行检测, 机械手根据检测结果将工件送到相应的库位; 若载货台没有工件, 机械手在载货台附近等待; 当仓库满时, 对应指示灯进行提示, 机械手自动回原点, 若此时载货台上有工件, 则蜂鸣器报警提示, 直到取走工件。

3) 出库流程: 起动后, 指示灯提示进入工作状态, 若库位有工件, 出货指示灯发光提示, 机械手按一~四号库位的顺序出货至载货台, 并由数码管显示库位号, 库位全空时, 机械手回原点, 出货指示灯提示库位已空。

4) 停止后, 停机指示灯点亮提示, 机械手运送完成当前工件后, 系统回到初始状态。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-5 所示。

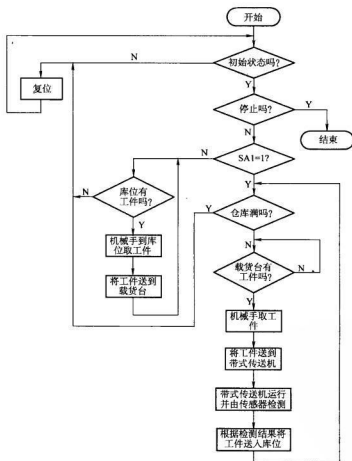


图 6-5 系统的控制流程

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-3, 变频器参数的设置见表 6-4。

表 6-3 PLC 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ20	X6	带式输送机位置 1 检测传感器	MJ-52
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SQ19	XD	载货台检测传感器	MJ-49
SA1	X10	工作状态选择开关	MC-SA1-3
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV22	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV21	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
B00	Y6	LED 数码管显示 1	B00
B01	Y7	LED 数码管显示 2	B01
B02	Y8	LED 数码管显示 3	B02
HA	Y9	蜂鸣器报警	MC-HA-2
HL1	YA	一号灯	MC-HL1-2
HL2	YB	二号灯	MC-HL2-2
HL3	YC	三号灯	MC-HL3-2
HL4	YD	四号灯	MC-HL4-2
Inverter_Z	YE	变频器正转运行 40Hz	MQ-5
Inverter_F	YF	变频器反转运行 20Hz	MQ-6、7

表 6-4 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
PO1	0.2	PO9	1.0
PO2	0.2	P32	20.0
PO8	5.0		

注：第一速为 40Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-6 所示。

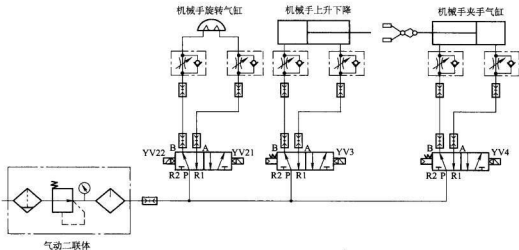


图 6-6 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-7 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.1 \ 载货台与库位间货物的传送。

9. 程序的执行与调试

1) 初始状态下，带式输送机停止运行，机械手停在原点并处于带式输送机上方，推料气缸复位，一号灯处于发光状态。若不满足初始状态，可用启动按钮进行复位（按钮 SB1 兼有复位和启动两个功能）。

2) 入库流程。转换开关 SA1 在位置 1（手柄在左位置），按下按钮 SB1（启动功能），指示灯 HL1 变为每秒闪烁一次，提示设备处于工作状态，若 1~4 号库位有空位，指示灯 HL2 发光，提示可以向载货台上放工件。当载货台上的传感器检测到有工件时，机械手在直流电动机的拖动下移动到载货台附近，然后将载货台上的工件取下并送到带式输送机位置 2。机械手放下工件 1s 后，带式输送机在变频器的控制下以 40Hz 运行，将工件送至带式输送机位置 1。当位置 1 检测传感器检测到工件时，带式输送机停止转动 1s，随后带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 反转运行，将工件送至带式输送机位置 2。在传送过程中经过三个传感器进行检测，判断工件进入仓库的库位号（白色塑料 + 铝送一号库位，白色塑料 +

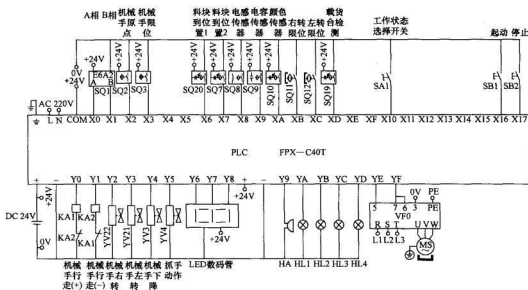


图 6-7 系统的电气原理

铁送二号库位，黑色塑料 + 铝送三号库位，黑色塑料 + 铁送四号库位)。当工件到达位置 2 时，带式输送机停止转动，机械手将工件送到相应的库位。若库位仍有空的，而载货台没有工件时，机械手在送完最后一个工件后，在直流电动机的拖动下移动到载货台附近等待。当仓库满时，机械手自动回原点，指示灯 HL2 每秒闪烁两次，提示库位满，禁止向载货台送工件。若此时继续向载货台送工件，则蜂鸣器报警提示，机械手停在原位，直到取走载货台上的工件，设备恢复正常，等待操作者按下停止按钮。

3) 出库流程。SA1 开关在位置 2 (手柄在右位置)，按下起动按钮 SB1 (起动功能)，指示灯 HL1 变为每秒闪烁一次，提示设备处于工作状态。若一~四号库位有工件，指示灯 HL3 发光，提示可以由仓库向载货台出货，机械手将自动按一~四号库位的顺序将工件送到载货台，并由 LED 数码管显示当前工件的库位号，直到四个库位全为空的，机械手自动回原点，指示灯 HL3 每秒闪烁两次，提示仓库已空，等待操作者按下停止按钮。

4) 按下按钮 SB2，发出设备正常停机指令，指示灯 HL4 点亮，机械手应完成当前工件的运送，在放下工件并返回初始位置后再停止。系统回到初始状态后，指示灯 HL4 熄灭，指示灯 HL1 变为点亮。

10. 注意事项

1) 程序中每次确定新的地址后，都要通过参数 R8 判断机械手是否到位。因为扫描周期过快，所以会出现机械手还没有移动 (参数 R8 还没有被刷新) 却已经判断到位的错误结果。因此，在判断是否到位时，本程序使用了定时器，适当增加延时，以达到机械手必须移动到位后才能继续向下运行的目的。此外，延时还可消除机械手惯性的影响，保证机械手在停止后进行下一个动作时不会出现偏差。

2) 传感器的位置应尽可能保证当工件经过传感器下方时，传感器与工件同轴。调整颜色传感器时应保证对金属和白色塑料检测有效，对黑色塑料检测无效。

- 3) 为使每一次检测数据准确,对于公用的标识位在使用后应及时进行复位。
- 4) 数码管采用四位BCD码输入,程序中使用的数制为十进制,为能够正确显示结果,程序中使用了整数转换为BCD码的指令。
- 5) 设备上用于库位检测的传感器偏少,因此,程序中使用标识位来记忆库位内有无工件。

6.1.3 仓库货物的调配

1. 实训任务

机械手将一~四号库位中的工件分别放到带式传送机上,由三个传感器进行检测,然后按照要求放入规定的库位。要求是:一号库位存放白铝工件对,二号库位存放黑铝工件对,三号库位存放白铁工件对,四号库位存放黑铁工件对。

注:铝、铁的小圆柱工件嵌入到加工好的白色塑料或黑色塑料工件中,完成装配后的成品简称为工件对,嵌入铝的白色塑料工件简称为白铝工件对,嵌入铁的白色塑料工件简称为白铁工件对,嵌入铝的黑色塑料工件简称为黑铝工件对,嵌入铁的黑色塑料工件简称为黑铁工件对。

2. TVT—METS3设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图6-1所示。

3. 控制要求

- 1) 运行前,设备应满足一种初始状态。
- 2) 启动后,指示灯提示进入工作状态。机械手将一号库位的工件对送到带式传送机上进行检测,判断工件对的库位号,然后机械手将工件对送到对应的库位,若库位正被占用,则将工件对暂存到载货台,然后将被占用库位中的工件对放到带式传送机上进行检测,再将载货台上的工件对送入规定库位,依次处理余下的工件对,直到工件对全部处理完毕,指示灯提示货物整理结束。

3) 若工件对在带式传送机上丢失,相应指示灯进行提示,同时带式传送机停止运行。

- 4) 设备应具有急停功能。
- 5) 设备应具有掉电保持功能。
- 6) 设备应具有三相交流电动机过载保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图6-8所示。

5. 系统的I/O分配与变频器参数的设置

PLC的I/O分配见表6-5,变频器参数的设置见表6-6。

表6-5 PLC的I/O分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1 A相	X0	旋转编码器A相	MJ-2
SQ1 B相	X1	旋转编码器B相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ20	X6	带式传送机位置1检测传感器	MJ-52
SQ7	X7	带式传送机位置2检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22

(续)

符号	地址	注 释	接 线 地 址
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SW1	XD	交流电动机过载	MC-SW1-1
SB3	X14	复位	MC-SB3-1
SB7	X15	急停	MC-SB7-1
SB1	X16	启动	MC-SB1-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下落气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
HA	Y9	报警蜂鸣器	MC-HA-2
HL1	YA	一号灯	MC-HL1-2
HL2	YB	二号灯	MC-HL2-2
HL3	YC	三号灯	MC-HL3-2
HL4	YD	四号灯	MC-HL4-2
Inverter_Z	YE	变频器运行左转 40Hz	MQ-6
Inverter_Y	YF	变频器运行右转 50Hz	MQ-5、7

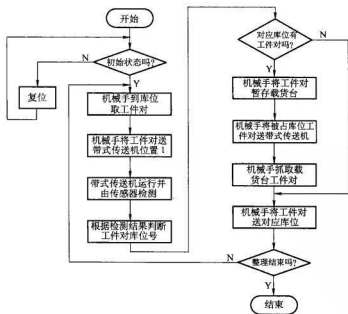


图 6-8 系统的控制流程

表 6-6 变频器参数的设置

参 数	设 置 值	参 数	设 置 值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	50.0
P08	5.0		

注：第一速为 40Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-9 所示。

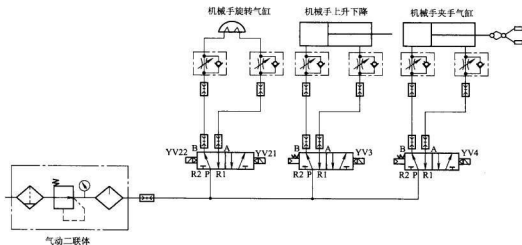


图 6-9 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-10 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.1 \ 仓库货物的调配。

9. 程序的执行与调试

1) 初始状态下，库位全满，传送带停止运行，机械手停在原点并处于带式传送机上方，机械手上升下降气缸的活塞杆伸出，气动手指处于夹紧状态，一号灯发光。若不满足初始条件，按下复位按钮进行复位。

2) 按下启动按钮 SB1，指示灯 HL1 熄灭，指示灯 HL2 闪 3 次（1Hz）后变为常亮，提示设备进入工作状态，机械手将一号库位中的工件对放到带式传送机位置 2，机械手放下工件对 1s 后，带式传送机在变频器的控制下以 50Hz 运行将工件对送至带式传送机位置 1，当位置 1 检测传感器检测到工件对时，带式传送机停止转动 1s，随后带式传送机在变频器的控制下以 40Hz 运行将工件对送至带式传送机位置 2。在传送过程中经过三个传感器进行检测，判断工件对的库位号。当工件对到达位置 2 时，带式传送机停止转动，机械手将工件对送到相应的库位，若库位正被占用，则机械手将工件对暂时放在载货台上，然后将被占用库位中的工件对放到带式传送机上进行检测，再将载货台上的工件对送入规定库位，依次处理余下

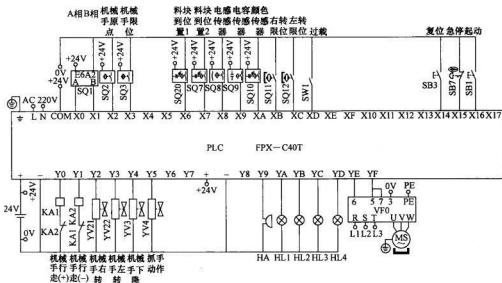


图 6-10 系统的电气原理

的工件对。直到工件对全部处理完毕。货物整理结束, 指示灯 HL1 和指示灯 HL2 交替闪烁 (2Hz), 提示已经完成货物整理, 可进行下一工序。

3) 若工件对在 15s 内没能到达带式输送机位置 1, 指示灯 HL3 每秒闪 1 次报警, 同时带式输送机停止运行。待检测设备后, 重新按下起动按钮 SB1, 系统继续运行。

4) 因突发故障需要急停时, 可按下急停按钮 SB7 (按下后锁死), 此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有工件对, 气动手指应保持抓取状态, 以防止物体在急停时掉下发生事故。松开急停按钮, 按下起动按钮 SB1, 设备应继续完成原来流程中剩下的工作。

5) 突然断电后恢复供电, 按下起动按钮 SB1, 设备应继续完成原来流程中剩下的工作。

6) 三相交流电动机过载 (SW1 打开模拟), 指示灯 HL4 闪烁 (1s 闪烁 1 次), 同时蜂鸣器报警。带式输送机将工件对传送到位置 1 或位置 2 (根据传送方向选择位置) 后停止运行, 机械手停在原位, 待过载解除后, 指示灯 HL4 熄灭, 蜂鸣器停止鸣叫, 系统继续完成余下的工作。

10. 注意事项

1) 为实现断电数据保持, 对程序中使用的定时器、计数器、继电器和寄存器, 需在系统寄存器设置中进行设置, 而程序中高速计数器的脉冲数, 需在程序的每个扫描周期进行保存, 并在上电的第一个扫描周期进行恢复, 以达到断电保持功能。

2) PLC 采用扫描工作方式, 因此在一个扫描周期内, 同一变量多次赋值时, 后面的赋值将覆盖前面的赋值, 只有最后的赋值有效。

6.1.4 拨码器在仓储控制系统中的应用

1. 实训任务

加工设备将毛坯 (试件为白色塑料件) 用机械手搬运到工作台及带式输送机上, 再由各加工工位进行冲压、装配、打磨、清洗、抛光、初包装六道工序的加工。拨码器低位的设置

数字可选择毛坯需要经历几道工序加工。将需要加工的毛坯放在载货台上，由机械手搬运到在一号台完成冲压，在二号台完成装配，然后再送到带式传送机的位置2处。带式传送机将工件（毛坯经加工但还没有完成加工的物件称为工件）依次传送到工作位置3~6，进行打磨、清洗、抛光、初包装。最后带式传送机反向运转，将工件传送回位置2，由机械手搬运，根据拨码器高位设置的数字送入相应的库位（库位不限工件存放数量，如果库位被占，用可手工取走）。加工设备完成一个产品的加工后，继续进行下一个产品的加工。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-11 所示。

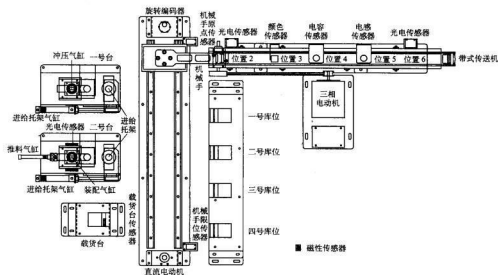


图 6-11 设备各部件、器件的名称和安装位置

3. 控制要求

- 1) 运行前，设备应满足一种初始状态。
- 2) 起动后，当载货台上有毛坯时，机械手将毛坯由载货台分别搬运到一号台和二号台进行第一道和第二道工序加工。然后再将加工后的工件送到带式传送机，由位置3、位置4、位置5、位置6分别完成第三道至第六道工序的加工。在不同工序的加工期间，应有相应指示灯进行提示。
- 3) 完成第六道工序后，机械手将工件送入高位拨码器设置数字对应的库位内（由低位拨码器设置的工序数完成后，可直接执行本部操作）。工件送入库位后，系统可重新进行下一工件的加工。
- 4) 停止后，当前工件应完成加工并送入库位后，系统恢复初始状态。
- 5) 设备应具有过载保护功能。
- 6) 设备应具有断电保持功能。
- 7) 设备应具有应对突发故障而急停的功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-12 所示。

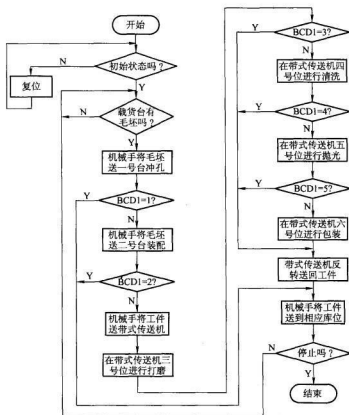


图 6-12 系统的控制流程

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-7 和表 6-8; 变频器参数的设置见表 6-9。

表 6-7 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ20	X6	位置 6 检测传感器	MJ-52
SQ7	X7	位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	位置 5 检测传感器	MJ-22
SQ9	X9	位置 4 检测传感器	MJ-25
SQ10	XA	位置 3 检测传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32

(续)

符号	地址	注 释	接 线 地 址
SW1	XF	过载保护	MC-SW1-1
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
HL1	Y6	待机指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	Y7	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	Y8	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HA	Y9	蜂鸣器	MC-HA-2
Inverter_Z	YA	变频器正转	MQ-5
Inverter_ZR	YB	变频器正转 15Hz	MQ-7
Inverter_F	YC	变频器反转	MQ-6
Inverter_ZS	YD	变频器正转 50Hz	MQ-8

表 6-8 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接 线 地 址
SQ15	X2	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ16	X3	二号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X4	二号台推料气缸动作到位检测传感器	MJ-44
SQ18	X5	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
SQ19	X6	载货台有无工件检测传感器	MJ-49
BCD 码 11	X10	低位拨码器的设置 1	BCD 码 B00
BCD 码 12	X11	低位拨码器的设置 2	BCD 码 B01
BCD 码 13	X12	低位拨码器的设置 3	BCD 码 B02
BCD 码 14	X13	低位拨码器的设置 4	BCD 码 B03
BCD 码 21	X14	高位拨码器的设置 1	BCD 码 B10
BCD 码 22	X15	高位拨码器的设置 2	BCD 码 B11
BCD 码 23	X16	高位拨码器的设置 3	BCD 码 B12
BCD 码 24	X17	高位拨码器的设置 4	BCD 码 B13
YV5	Y0	一号台冲压气缸控制电磁阀	MJ-104
YV7	Y2	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108

(续)

符号	地址	注 释	接线地址
YV8	Y3	二号台装配气缸控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y4	二号台推料气缸控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y5	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114

表 6-9 变频器参数的设置

参 数	设 置 值	参 数	设 置 值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	15.0
P08	5.0	P33	50.0

注：第一速为 25Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-13 所示。

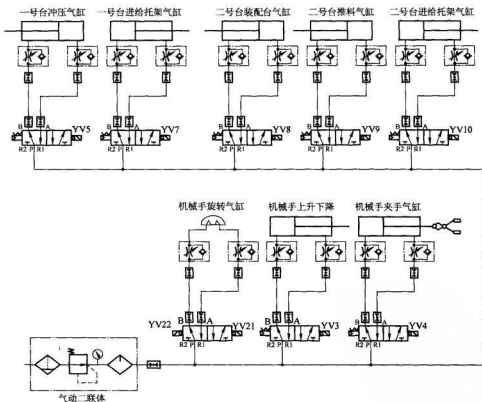


图 6-13 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-14 和图 6-15 所示。

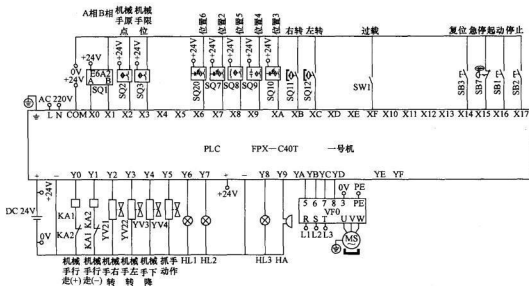


图 6-14 一号 PLC (主机) 电气原理

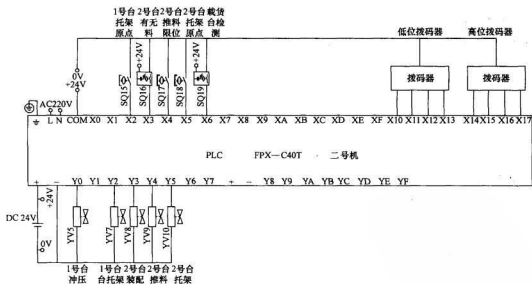


图 6-15 二号 PLC (从机) 电气原理

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第6章\6.1\拔码器在仓储系统中的应用。

9. 程序的执行与调试

1) 在接通加工设备电源之前, 应将动作过的保护元件复位, 通电后, 系统应处于初始状态。机械手在零点位置, 机械手上升和下降气缸伸出, 旋转气缸使机械手停在带式输送机上方, 气动手指处于松开状态, 一号台的冲压气缸和二号台的装配气缸的活塞杆均处于缩回状态, 二号台的推料气缸的活塞杆处于缩回状态, 一号台、二号台进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态, 带式输送机静止不动。若系统未能满足初始状态要求, 则需按下按钮 SB3 进行系统复位。当系统处在初始状态后, 指示灯 HL1 点亮 (指示灯 HI1 只在初始状态下点亮)。在初始状态下设置拨码器高低位数字。

2) 在初始状态按下 SB1, 设备开始工作。指示灯 HL2 闪烁 (1Hz), 载货台上的光电传感器检测到有毛坯时, 气动机手在直流电动机的带动下, 将毛坯由载货台移动到一号台的进给托架上, 进给托架在进给气缸的带动下进入一号台, 然后冲压气缸动作完成冲压, 1s 后, 进给托架由进给气缸带出一号台, 完成第一道工序——冲压。

3) 第一道工序完成后, 气动机手动作, 将一号台的物料由一号台的进给托架搬运到二号台的进给托架上, 这时指示灯 HL2 闪烁 (2Hz), 进给托架在进给气缸的带动下进入二号台, 然后二号台的推料气缸动作推出装配件, 接着装配气缸动作完成装配, 1s 后, 进给托架由进给气缸带出装配件, 完成第二道工序——装配。

4) 第二道工序完成后, 气动机手动作, 将装配后的工件由装配台的进给托架上抓起放到带式传送机的位置 2。这时指示灯 HL2 点亮, 指示灯 HL3 闪烁 (1Hz), 机械手放下夹持的工件 1s 后, 带式输送机在变频器的控制下以 25Hz 运行, 带式输送机中速运转传送工件。当工件运行到位置 3 时, 带式输送机停止 3s, 进行第三道工序——打磨。

5) 完成第三道工序后, 指示灯 HL3 闪烁 (2Hz), 带式输送机以 15Hz 的频率启动, 传送被加工过的工件到位置 4 时, 停止 3s, 进行第四道工序——清洗。

6) 完成第四道工序后, 指示灯 HL3 闪烁 (3Hz), 带式输送机以 15Hz 的频率启动, 传送被加工过的工件到位置 5 时, 停止 3s, 进行第五道工序——抛光。

7) 完成第五道工序后, 指示灯 HL3 闪烁 (4Hz), 带式输送机以 15Hz 的频率启动, 传送被加工过的工件到位置 6 时, 停止 3s, 进行第六道工序——初包装。

8) 完成第六道工序后, 指示灯 HL3 点亮, 带式输送机在交流电动机的拖动下以 25Hz 的反转运行, 将加工后的工件送到位置 2 停止, 气动机手将工件送入高位拨码器设置数字对应的库位内 (由低位拨码器设置的工序数完成后, 可直接执行本部操作)。

9) 工件送入库位后, HL2 闪烁 (1Hz), HL3 熄灭, 系统可重新进行下一工件的加工。

10) 设备的正常停止。在工作过程中, 按下停止按钮 SB2, 当前工件应完成加工并送入库位后, 系统恢复初始状态。

11) 过载保护。当带式输送机发生过载时, 过载触点动作 (SW1 断开), 此时蜂鸣器鸣叫, 提示发生过载。若过 2s 后过载仍未消除, 则带式输送机停止运行。当过载消除 (SW1 闭合) 后, 蜂鸣器停止鸣叫, 带式输送机重新按停止的状态继续运行。

12) 断电时的保护。突然断电, 设备停止工作, 但若机械手夹持毛坯或工件不能松开。恢复供电后, 按下启动按钮 SB1, 设备应接着断电前所处的工作状态运行。但如果工件进行第二道工序加工时发生断电, 该工件将报废。电源恢复后, 该工件直接由机械手送到带式传

送机,由带式输送机以50Hz的速度送到末端的废品箱内。

13)因突发故障需要急停时,可按下急停按钮SB7(按下后锁死),此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有工件,气动手指应保持抓取状态,以防止物体在急停时掉下发生事故,松开急停按钮,按下启动按钮SB1,设备应继续完成剩下的工作。

10. 注意事项

1)拨码器采用四位BCD码输出,而程序中使用十进制。为统一数制,程序利用BCD码转换为整数指令,将拨码器的数值转换为十进制数。

2)两个PLC使用COM3通信模块,采用RS485通信模式,从机程序需在PLC系统寄存器中设置站号为2,其余参数设置需与主机程序设置相符。

3)装配台正在装配时,可用一个标识位记忆装配状态,并在PLC通电时确定工件是否为废品。

6.1.5 利用触摸屏实现仓储控制系统的自动控制

1. 实训任务

在生产线的终端安装了一台工件分拣设备和一套仓储系统。生产线加工相同的工作,分拣设备的任务是根据触摸屏设置的库位号完成入/出库,同时利用触摸屏可完成:根据仓库位置调整行走机械手的坐标值;在线监控设备动作;手动控制机械手及带式输送机。当某个库位内有工件时,库位对应指示灯点亮(一~四号库位分别对应指示灯HL1~HL4),当数量达到两个时,对应指示灯闪烁。每个库位内最多存放两个工件,若库位内工件可能重叠,可手动将库位内的工件取走。

2. TWT—METS3设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图6-1所示。

注意:本题直流电动机可用步进电动机替换,实现快速运转。

3. 控制要求

1)运行前,设备应满足一种初始状态。

2)启动后,指示灯提示进入运行状态,利用触摸屏设置入/出库状态及库位号。

3)入库时,入/出库指示灯点亮,井式供料机将工件送到带式输送机位置1,由带式输送机将工件送到位置2,然后机械手将工件送到触摸屏设定的库位内,并由指示灯和数码管提示库位内有两个工件的库位号。当井式供料机内无工件时,机械手处理完最后一个工件后回到原点,同时蜂鸣器报警提示,直到井式供料机内有工件时,报警停止。

4)出库时,入/出库指示灯闪烁,带式输送机向左运行做好出库准备,机械手按触摸屏设置的库位号取出工件并送到带式输送机位置2,由带式输送机将工件送到末端,并由指示灯提示库位内工件的数量。工件全部出库后,机械手回到原点,带式输送机停止运行。

5)停止后,系统在完成当前工作任务后回到初始状态。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图6-16所示。

5. 系统的I/O分配与变频器参数的设置

PLC的I/O分配见表6-10和表6-11;变频器参数的设置见表6-12。

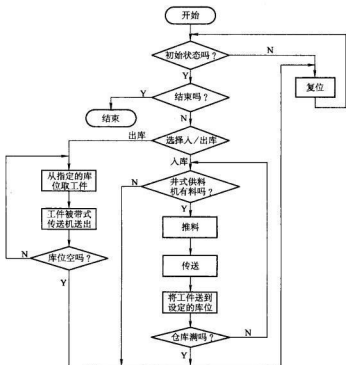


图 6-16 系统的控制流程

表 6-10 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址	
SQ1	A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1	B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2		X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3		X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4		X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5		X5	井式供料机推料气缸限位检测传感器	MJ-13
SQ6		X6	井式供料机料块检测传感器	MJ-16
SQ7		X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ11		XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12		XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SB6		X14	复位按钮	MC-SB6-1
SB1		X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2		X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW		Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW		Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21		Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22		Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3		Y4	机械手下落气缸控制电磁阀	MJ-100

(续)

符号	地址	注 释	接线地址
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
Inverter_Y	Y7	变频器向右运行	MQ-5
Inverter_Z	Y8	变频器向左运行	MQ-6
Inverter_D	Y9	变频器运行20Hz	MQ-7
HL5	YA	指示灯 HL5	MC-HL5-2
HL6	YB	指示灯 HL6	MC-HL6-2
HA	YC	蜂鸣器	MC-HA-2

表 6-11 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符 号	地 址	注 释	接线地址
LED 数码管 00	Y0	低位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B00
LED 数码管 01	Y1	低位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B01
LED 数码管 02	Y2	低位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B02
LED 数码管 03	Y3	低位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B03
LED 数码管 11	Y4	高位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B10
LED 数码管 12	Y5	高位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B11
LED 数码管 13	Y6	高位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B12
LED 数码管 14	Y7	高位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B13
HL1	YA	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	YB	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YC	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL4	YD	指示灯 HL4	MC-HL4-2

表 6-12 变频器参数的设置

参 数	设 置 值	参 数	设 置 值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	20.0
P08	5.0		

注：第一速为 40Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-17 所示。

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-18、图 6-19 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.1 \ 利用触摸屏实现仓储控制系统的自动控制。

9. 程序的执行与调试

1) 初始状态下，带式输送机停止运行，机械手停在原点并处于带式输送机上方，推料气缸复位。若不在初始状态，则需通过 SB6 进行手动复位。当设备处在初始状态后，指示灯 HL5 发光作系统待机指示。

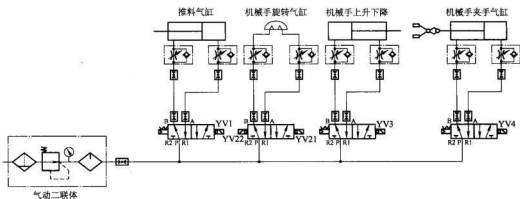


图 6-17 系统的气动原理

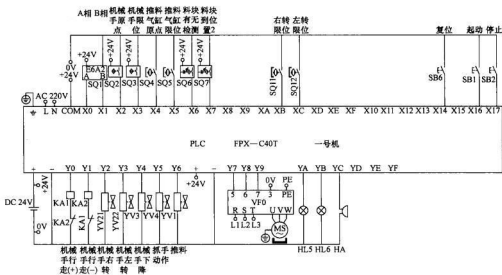


图 6-18 一号 PLC (主机) 电气原理

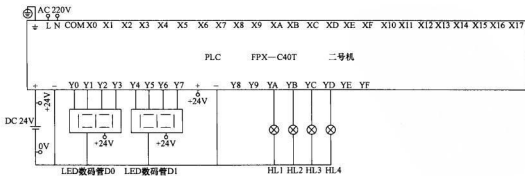


图 6-19 二号 PLC (从机) 电气原理

2) 按下启动按钮 SB1, HL5 闪烁 (1Hz), 指示系统进入运行状态, 利用触摸屏设置入/出库状态及库位号。

3) 触摸屏设置为入库时, 允许入/出库指示灯 HL6 点亮, 指示当前处于入库状态。当井式供料机传感器检测到有工件时, 推料气缸伸出将已加工的工件送到带式输送机位置 1, 推料气缸复位以后, 带式输送机在变频器的控制下以 40Hz 运行, 工件由带式输送机送到位置 2 时, 带式输送机停止转动, 等待机械手搬运。机械手将工件送到触摸屏设定的库位内, 此时对应库位的指示灯发光, 提示库位内已有工件, 机械手取走工件后带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 运行。当某个库位内的工件数量达到两个时, 由 LED 数码管提示库位号 (D0 对应一号和二号库位, D1 对应三号 and 四号库位, 当一个数码管对应两个库位均达到两个时, 数码管交替显示库位号), 同时对应指示灯闪烁 (1Hz), 机械手完成当前入库任务后自动回到原点, 带式输送机停止运行, 等待触摸屏的下一步指令。

4) 入库时, 当井式供料机无工件时, 机械手处理完最后一个工件后回到原点, 同时蜂鸣器报警提示, 直到井式供料机传感器检测到有工件时, 蜂鸣器停止鸣叫, 系统继续运行。

5) 触摸屏设置为出库时, 允许入/出库指示灯 HL6 闪烁 (2Hz), 提示当前处于出库状态, 带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 反向运行, 机械手按触摸屏设置的库位号取出工件, 然后送到带式输送机位置 2。机械手放下工件后, 带式输送机在变频器的控制下以 40Hz 运行 10s, 将工件送到带式输送机末端。10s 后带式输送机在变频器的控制下以 20Hz 运行。当库位内工件数量变为一个时, 对应指示灯变为点亮。当库位内没有工件时, 对应指示灯熄灭, 机械手完成当前出库任务后自动回到原点, 带式输送机停止运行, 等待触摸屏的下一步指令。

6) 按下按钮 SB2, 发出设备正常停机指令, 系统在完成当前工作任务后回到初始状态。

10. 注意事项

1) 记忆库位工件个数时, 必须使用上升沿或下降沿, 否则会因 PLC 扫描周期过快而导致计数不准确。

2) 触摸屏选择松下 GT32/单色时, 触摸屏程序的编制可参考光盘, 路径为: 第 6 章 \ 6.1 \ 利用触摸屏实现仓储控制系统的自动控制。

3) 为实现 PLC 与触摸屏间的通信, 程序中使用了許多变量和标识位, 要想更好地理解程序, 必须将触摸屏程序与 PLC 程序一起阅读。

4) 触摸屏本身会用到一些参数, 编写程序时需注意不要与其发生冲突。

6.2 柔性制造加工系统的应用设计与实践

6.2.1 顺序加工 (工件流水加工的实现)

1. 实训任务

将载货台上的黑色塑料圆柱形物料送到一号、二号台加工, 加工完后, 将工件 (经过加工后的物料称为工件) 送入仓库位。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-20 所示。

3. 控制要求

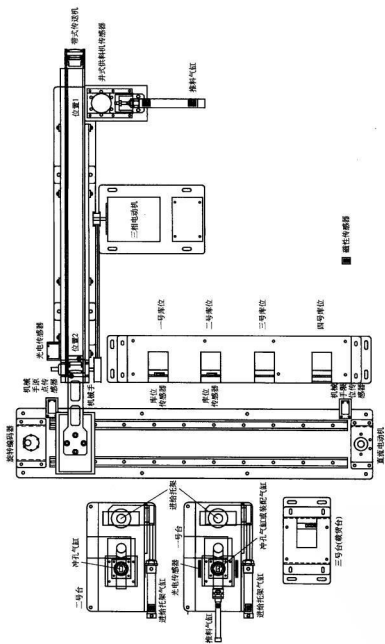


图 6-20 设备各部件、器件的名称和安装位置

- 1) 运行前, 设备应满足一种初始状态。
- 2) 起动后, 指示灯提示进入工作状态。载货台上有物料时, 机械手将物料送到一号台清洗, 清洗后送到二号台冲孔, 然后将物料送到一号台装配, 装配结束后将物料送到二号台喷涂条形码, 最后将工件送到四号库位。此时完成一个工件的处理, 并自动进入下一工件的处理。
- 3) 停止后, 系统在完成一个加工周期后回到初始状态。
- 4) 设备应具有急停保护功能。
- 5) 设备应具有掉电保护功能。
- 6) 设备应具有直流电动机过载保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-21 所示。

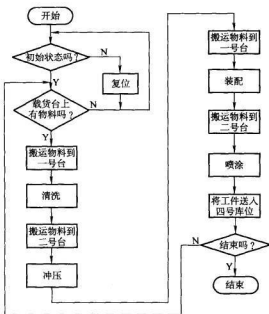


图 6-21 系统的控制流程

5. 系统的 I/O 分配

PLC 的 I/O 分配见表 6-13。

表 6-13 PLC 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9

(续)

符号	地址	注 释	接线地址
SQ19	X4	载货台有无工件检测传感器	MJ-49
SQ16	X5	一号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X6	一号台推料气缸限位检测传感器	MJ-44
SQ18	X7	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
SQ15	XA	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SW1	X12	直流电动机过载	MC-SW1-1
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-3
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB6	X17	停止按钮	MC-SB6-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV8	Y6	一号台装配气缸控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y7	一号台推料气缸控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y8	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114
YV5	Y9	二号台冲压气缸控制电磁阀	MJ-104
YV7	YA	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
HL1	YB	一号灯	MC-HL1-2
HL2	YC	二号灯	MC-HL2-2
HL3	YD	三号灯	MC-HL3-2
HL4	YE	四号灯	MC-HL4-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-22 所示。

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-23 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.2 \ 顺序加工。

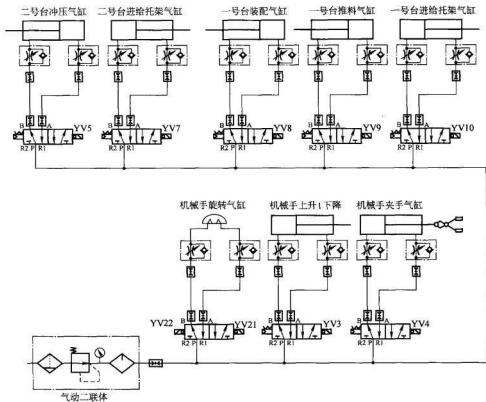


图 6-22 系统的气动原理

9. 程序的执行与调试

1) 设备的初始状态。通电后,系统应处于初始状态。机械手在原点位置,机械手上升下降气缸伸出,旋转气缸使机械手停在左上方,气动手指处于松开状态;一号台的推料气缸、装配气缸的活塞杆和二号台冲压气缸的活塞杆均处于缩回状态;一号台、二号台的进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态。若系统未能满足初始状态要求,则需按下按钮 SB3 进行系统复位。当系统处在初始状态后,指示灯 HL1、HL2 将以 0.5s 时间交替闪烁。

2) 设备在初始状态下,按下起动按钮 SB1。系统起动后,指示灯 HL1 熄灭,指示灯 HL2 发光,载货台上的光电传感器检测到圆柱形物料时,机械手在直流电动机的拖动下移动到载货台,机械手下降,气动手指夹紧,抓取一个圆柱形物料。然后由直流电动机拖动到达一号台,当物料处于一号台进给托架正上方时,机械手停止移动,然后下降,气动手指松开将圆柱形物料放在进给托架上,机械手上升。

3) 进给托架气缸缩回,将物料带入加工设备进行清洗,指示灯 HL3 点亮(代表清洗喷头打开),清洗 3s 后,指示灯 HL3 熄灭,进给托架气缸伸出,将物料带出加工设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取物料,然后将物料送到二号台,并处于二号台进给托架正上方,机械手下降,气动手指松开将圆柱形物料放在进给托架上,机械手上升。

4) 进给托架气缸缩回,将物料带入加工设备进行冲孔,冲压气缸动作 2s 后复位,完成冲压动作。进给托架气缸伸出,将物料带出加工设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取物

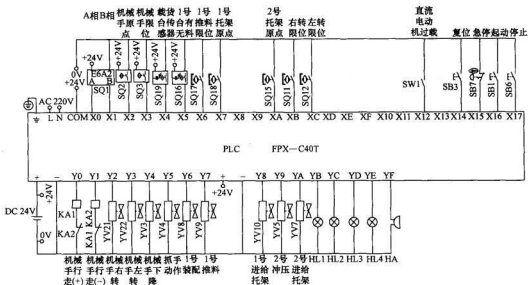


图 6-23 系统的电气原理

料,然后将物料送到一号台,并处于一号台进给托架正上方,机械手下降,气动手指松开将圆柱形物料放在进给托架上,机械手上升。

5) 进给托架气缸缩回,将物料带入加工设备进行装配。1s后,一号台上的推料气缸伸出将塑料装配件送出,推料气缸缩回后,装配气缸动作对物料进行装配。装配结束后,装配气缸缩回,进给托架气缸伸出,将工件带出装配设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取物料,然后将物料送到二号台,并处于进给托架正上方,机械手下降,气动手指松开将圆柱形物料放在进给托架上,机械手上升。

6) 进给托架气缸缩回,将物料带入加工设备进行喷涂条形码,指示灯 HL4 点亮(代表喷涂进行中)。4s后喷涂结束,指示灯 HL4 熄灭,进给托架气缸伸出,将物料带出加工设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取工件,然后将工件送到四号库位。此时完成一个工件的处理,并自动进入下一工件的处理。

7) 如果在运行状态中尚未按下过停止按钮 SB6,则系统继续循环运行。

8) 如果在运行状态下按下停止按钮 SB6,系统在完成当前物料的一个加工周期后,机械手复位,系统停止运行,HL1、HL2以0.5s时间交替闪烁。

9) 若因突发故障需要进行急停,可按下急停按钮 SB7(按下后锁死),此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有物料,气动手指应保持抓取状态,以防止物料在急停时掉下发生事故。松开急停按钮,按下启动按钮 SB1,设备应继续完成原来流程中剩下的工作。

10) 突然断电后恢复供电,按下启动按钮 SB1,设备应继续完成原来流程中剩下的工作,但如果断电时正在二号台进行冲压,送电运行后该物料直接送入一号库位作为废品。

11) 拖动机械手的直流电动机过载(SW1断开),蜂鸣器发出报警。若4s后过载仍未消除,则直流电动机停止运行。当过载消除(SW1闭合)后,蜂鸣器停止鸣叫,直流电动机重新拖动机械手按停止的状态继续运行。

10. 注意事项

1) 当程序中有急停时, 应尽量将急停指令放在程序的前面, 实现真正的急停功能。即使实训任务中没有急停要求, 编写程序时也应加入急停功能, 为调试程序提供方便, 程序完全调试成功后, 再将急停指令去掉。

2) 因为硬件的差异, 调试程序时, 如出现机械手不能准确到位, 可适当修改程序中的参数或更改硬件位置。

6.2.2 加工入库 (分类加工及入库分拣)

1. 实训任务

初加工的工件由井式供料机、带式传送机和机械手传送, 在一号台和二号台分别完成冲孔 (假设冲孔位置不同), 最后在二号台进行装配。在二号台冲孔和二号台装配结束后, 分别进行一次检测, 以决定工件被送入的库位。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-21 所示。

3. 控制要求

1) 运行前, 设备应满足一种初始状态。

2) 起动后, 允许推料指示灯始终提示当前推料状态。初加工的白色塑料工件由井式供料机送至带式传送机位置 1, 由带式传送机将工件送到位置 2, 机械手搬运工件到一号台进行第一次冲孔, 冲孔后机械手将工件送到二号台进行第二次冲孔, 两次冲孔分别对应不同的指示灯闪烁提示。然后机械手将工件送到三号台进行检测, 检测后不合格产品送至一号库位进行收集, 同时一号库位的不合格产品指示灯闪烁提示, 合格产品由机械手搬运到二号台进行装配, 装配结束后, 机械手将工件送到三号台再次检测决定产品等级。二级产品送至三号库位, 一级产品送至二号库位, 然后机械手开始处理下一工件。

3) 停止后, 蜂鸣器报警提示, 机械手在搬运完最后一个工件后, 系统回到初始状态。

4) 设备应具有急停保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-24 所示。

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-14 和表 6-15; 变频器参数的设置见表 6-16。

表 6-14 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4	X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5	X5	井式供料机推料气缸限位检测传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机料块有无检测传感器	MJ-16

(续)

符号	地址	注 释	接 线 地 址
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SQ20	XD	一号库位有无工件检测传感器	MJ-52
SW1	X11	决定工件是否合格	MC-SW1-1
SW2	X12	决定工件等级	MC-SW2-1
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB6	X17	停止按钮	MC-SB6-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
Inverter_RUN	Y7	变频器旋转 25Hz	MQ-6
HL1	YA	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	YB	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YC	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL4	YD	指示灯 HL4	MC-HL4-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

表 6-15 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接 线 地 址
SQ15	X2	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ16	X3	二号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X4	二号台推料气缸限位检测传感器	MJ-44
SQ18	X5	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
SQ19	X6	三号台有无工件检测传感器	MJ-49
YV5	Y0	一号台冲孔气缸控制电磁阀	MJ-104
YV7	Y2	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
YV8	Y3	二号台冲孔气缸控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y4	二号台推料气缸控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y5	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114

注：指示灯 HL6 直接接到电源上。

表 6-16 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P08	5.0
P02	0.2	P09	1.0

注：第一速为 25Hz。

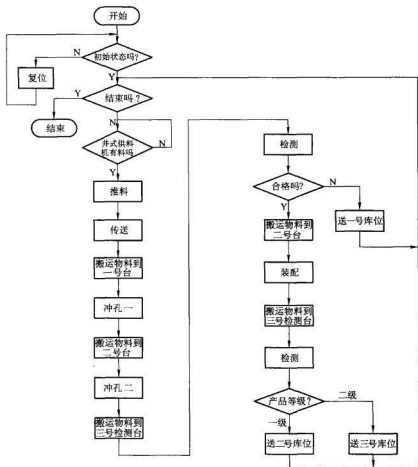


图 6-24 系统的控制流程

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-25 所示。

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-26、图 6-27 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.2 \ 加工入库。

本题直流电动机可换为步进电动机，编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 第 6 节 \ 加工入库 \ 步进电动机实现程序。

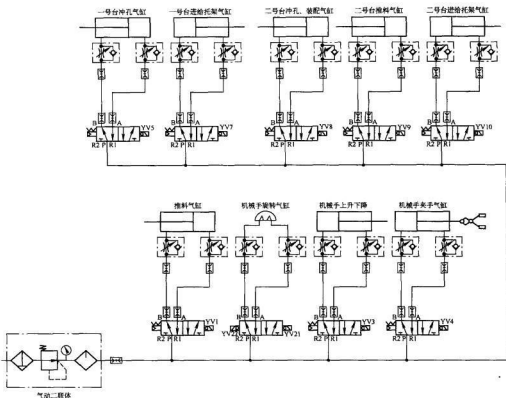


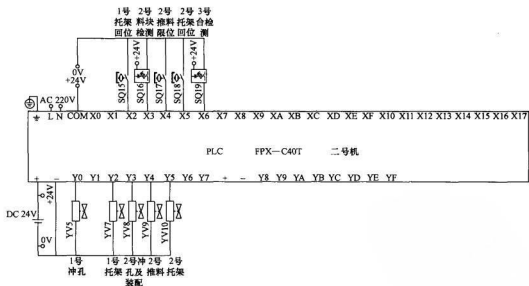
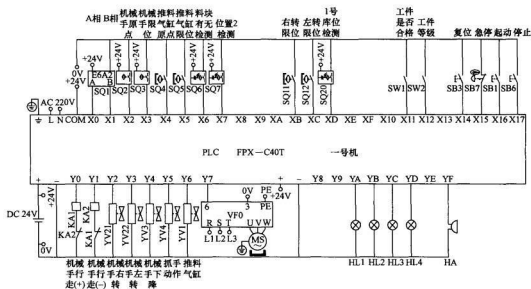
图 6-25 系统的气动原理

9. 程序的执行与调试

1) 设备的初始状态。通电后, 电源指示灯 HL6 发光, 提示工位已通电。急停按钮 SB7 复位, 机械手停在原点并处于带式输送机上方, 机械手上升下降气缸的活塞杆伸出, 气动手指处于松开状态。一号台、二号台的冲孔气缸 (二号台的冲孔气缸装配时为装配气缸) 和二号台的推料气缸活塞杆均处于缩回状态, 一号台、二号台的进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态。每次重新启动时, 设备须满足初始要求, 否则利用按钮 SB3 进行复位。

2) 设备在初始状态下, 按下启动按钮 SB1, 允许井式供料机推料指示灯 HL2 发光提示允许推料。初加工的白色塑料工件由井式供料机的推料气缸推出至带式输送机位置 1, 此时指示灯 HL2 转变为每秒闪烁 1 次, 提示禁止下料。推料气缸复位以后, 带式输送机以中速 (25Hz) 启动, 将工件送到带式输送机位置 2, 工件在位置 2 停下, 由机械手取走, 工件被取走后, 指示灯 HL2 改为发光提示可继续推料。

3) 机械手由直流电动机带动到达一号台, 当工件处于进给托架正上方时, 机械手停止移动, 然后下降, 气动手指松开将工件放在进给托架上, 机械手上升, 指示灯 HL3 闪烁 (2Hz), 提示进入第一道工序。进给托架气缸缩回, 将工件带入加工设备进行第一次冲孔, 冲孔气缸动作 2s 后复位, 进给托架气缸伸出, 将工件带出加工设备, 指示灯 HL3 熄灭, 提



示完成第一道工序。

4) 机械手下降, 气动手指夹紧抓取工件, 然后将工件送到二号台, 并处于进给托架正上方, 机械手下降, 气动手指松开, 将工件放在进给托架上, 机械手上升, 指示灯 HL4 闪

烁 (2Hz), 提示进入第二道工序。进给托架气缸缩回, 将工件带入加工设备进行第二次冲孔, 冲孔气缸动作 2s 后复位, 进给托架气缸伸出, 将物料带出加工设备, 指示灯 HL4 熄灭, 提示完成第二道工序。

5) 机械手下降, 气动手指夹紧抓取工件, 然后将工件送到三号检测台, 并处于检测台正上方, 机械手下降, 气动手指松开, 将工件放在检测台上, 机械手上升。手动控制 SW1 决定工件是否合格 (SW1 = 1 为合格, SW1 = 0 为不合格), 经过 2s 检测, 机械手下降, 取走工件。

6) 如果工件为不合格产品, 机械手将工件送至一号库位进行收集, 然后机械手开始处理下一工件。

7) 如果工件为合格产品, 机械手搬运工件到达二号台, 将工件放在进给托架上, 进给托架气缸缩回, 将工件带入加工设备进行装配。二号台上的推料气缸伸出将装配件送出, 推料气缸缩回后, 装配气缸动作对工件进行装配。3s 后, 进给托架气缸伸出, 将工件带出加工设备。机械手下降, 气动手指夹紧抓取工件, 然后将工件送到三号检测台再次检测决定产品等级。手动控制 SW2 决定工件等级 (SW2 = 1 为一级, SW2 = 0 为二级), 经过 2s 检测, 机械手下降, 取走工件。

8) 如果工件为二级产品, 机械手将工件送至三号库位, 如果工件为一级产品, 机械手将工件送至二号库位, 然后机械手开始处理下一工件。

9) 当一号库位有不合格产品时, 指示灯 HL1 闪烁 (1Hz) 提示, 直到取走工件, 指示灯 HL1 熄灭。

10) 按下按钮 SB6, 发出设备正常停机指令, 此时蜂鸣器发出连续短促鸣叫, 提示停机指令已发出。并式供料机推料气缸停止推料, 机械手在处理完最后一个工件后回到原点, 系统回到初始状态。在机械手与带式输送机都回到初始状态后, 蜂鸣器停止鸣叫。停机后可按起动手按钮 SB1 重新启动。

11) 若因突发故障需要进行急停, 可按下急停按钮 SB7 (按下后锁死), 此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有物料, 气动手指应保持抓取状态, 以防止物料在急停时掉下发生事故。松开急停按钮, 按下起动手按钮 SB1, 设备应继续运行。

10. 注意事项

1) PLC 联网后, 会因分工不同, 导致每个 PLC 程序编写难度和相互之间的通信量不同。本实训按硬件划分了 PLC 功能, 相对来说, 程序编写较难, 通信的标识位较多, 读者可根据自己的理解, 重新分配 PLC 的功能, 以降低程序编写难度和通信量。

2) 当指示灯只用来表示电源有无时, 可将指示灯直接与电源连接, 这样也可节省 PLC 的输出口。

3) 虽然气缸的动作可用延时进行控制, 但为了系统的可靠性, 如有传感器应首选传感器进行控制。

6.2.3 柔性制造智能控制

1. 实训任务

生产系统包括两道工序, 但由于供料、加工时间等原因导致不能流水作业。系统可根据需要改变机械手的动作, 保证系统的最高效率。工序一: 将载货台上的工件送入一号台进行

加工，加工时，机械手可继续将载货台上的工件暂存在三号库位。工序二：将工序一加工后的工件送二号台进行加工，加工完后，将工件送入二号库位。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-28 所示。

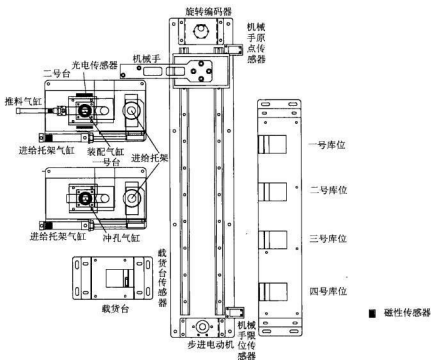


图 6-28 设备各部件、器件的名称和安装位置

3. 控制要求

- 1) 运行前，设备应满足一种初始状态。
- 2) 起动后，当载货台上有工件时，机械手将工件送到一号台进行 5s 冲孔。冲孔后，机械手将工件送到二号台进行 8s 的装配，装配时若缺少装配件，相应指示灯闪烁提示。装配后，机械手将工件送到二号库位。
- 3) 当工件在一号台进行加工时，机械手可将载货台上的工件暂存到三号库位。
- 4) 机械手在选择要搬运的工件时，三号库位优先于载货台，加工台优先于三号库位。
- 5) 停止后，蜂鸣器报警提示，正在加工的工件完成所有的加工后送入一号库位，系统回到初始状态。重新启动后，系统优先处理三号库位中的工件。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-29 所示。

5. 系统的 I/O 分配

PLC 的 I/O 分配见表 6-17。

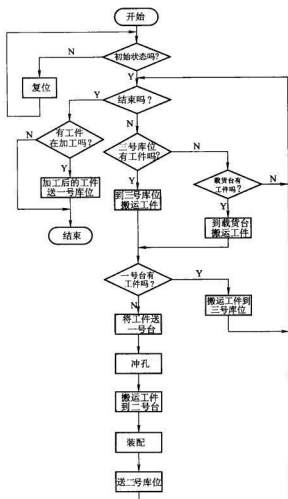


图 6-29 系统的控制流程

表 6-17 PLC 的 I/O 分配

符号	地址	注 释	接线地址
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ13	X4	二号台有无装配检测传感器	MJ-35
SQ14	X5	二号台推料气缸限位检测传感器	MJ-37
SQ15	X6	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ18	X7	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
SQ19	XA	载货台有无工件检测传感器	MJ-49

(续)

符号	地址	注 释	接线地址
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB1	X16	起动按钮	MC-SB1-1
SB6	X17	停止按钮	MC-SB6-1
CP	Y0	高数脉冲输出	MJ-118
DIR	Y1	步进电动机方向控制	MJ-119
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV5	Y6	二号台装配气缸控制电磁阀	MJ-104
YV6	Y7	二号台推料气缸控制电磁阀	MJ-106
YV7	Y8	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
YV8	YA	一号台冲孔气缸控制电磁阀	MJ-110
YV10	YC	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114
HL2	YE	二号灯	MC-HL2-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

注：指示灯 HL1 直接连接电源。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-30 所示。

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-31 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.2 \ 柔性制造智能控制。

9. 程序的执行与调试

1) 设备的初始状态：通电后，指示灯 HL1 发光，提示工位已送电。机械手停在原点并处于左上方，机械手上升下降气缸的活塞杆伸出，气动手指处于松开状态。一号台的冲孔气缸、二号台的推料和装配气缸活塞杆均处于缩回状态，一号台、二号台的进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态，一号台、二号台均无工件。通电不满足初始要求时，设备不能动，需按 SB3 进行复位。

2) 设备在初始状态下，按下起动按钮 SB1。系统启动后，当载货台传感器检测到有工件到达时，机械手移动到载货台附近，然后手臂下降，气动手指抓取一个圆柱形工件。接着手臂上升，机械手移动到一号台并处于进给托架正上方时，机械手停止移动，然后下降，气

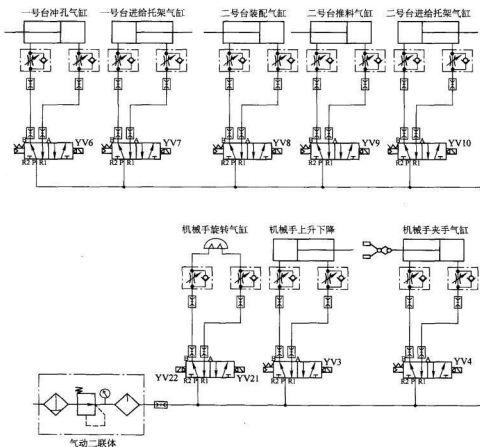


图 6-30 系统的气动原理

动手指松开将圆柱形工件放在进给托架上，机械手上升。械手上升 0.5s 后，进给托架气缸缩回，将工件带入加工设备进行冲孔，冲孔气缸动作共需 5s。

3) 5s 后，冲孔气缸缩回，进给托架气缸伸出，将工件带出加工设备。机械手下降，气动手指夹紧工件，然后将工件送到二号台，并处于二号台进给托架正上方，机械手下降，气动手指松开，将工件放在进给托架上，机械手上升，进给托架气缸缩回，将工件带入加工设备进行装配。当二号台并式供料机上的传感器检测到装配件时，推料气缸动作将装配件推出，然后推料气缸缩回。装配气缸动作，将装配件压入工件，最后装配气缸缩回。加工时间共需 8s，8s 后，进给托架气缸伸出，将工件带出加工设备，机械手将工件送到二号工位。

4) 当工件在一号台进行加工时，机械手可继续从载货台取工件，并将工件放入三号工位暂存。当一号台需要工件时，机械手优先从三号工位取工件。机械手在选择要搬运的工件时，加工台的工件优先于三号工位工件的搬运。

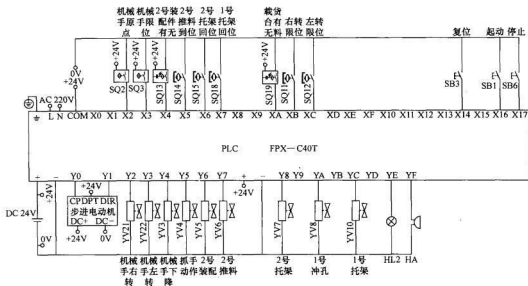


图 6-31 系统的电气原理

5) 当二号台的装配件缺少时, 指示灯 HL2 快速闪烁 (5Hz), 提示补充装配件, 装配件补充后, 指示灯 HL2 熄灭。

6) 如果在运行状态中尚未按下过停止按钮 SB6, 则系统连续运行。如果在运行状态下按下停止按钮 SB6, 蜂鸣器发出停机提示 (1s 鸣叫一声), 机械手停止从载货台或三号库向一号台搬运工件, 正在加工的工件必须完成所有的加工, 并送入一号库位。机械手在完成所有搬运任务后复位, 系统回到初始状态后, 蜂鸣器停止鸣叫。重新启动后, 系统优先处理三号库位中未加工的工件。

10. 注意事项

1) 为提高机械手的效率, 本实训使用步进电动机代替直流电动机。在程序中, 专门为步进电动机编写了程序, 用于步进电动机的控制, 有关指令的使用可参考编程软件的帮助文件。

2) 本实训逻辑关系复杂, 为降低编写难度, 程序借助了步进顺控的选择性分支, 在每个分支中实现部分功能, 然后再编写一条主干, 统一对各分支进行判断、选择与执行。

6.2.4 柔性制造加工系统组态的实现

项目课题与顺序加工课题相同, 而要求利用“组态王”软件编制文件实现控制与监控, 由于篇幅所限, 这里不再赘述。组态文件路径为: 第 6 章 \ 6.2 \ 柔性制造加工系统的组态实现。

6.3 现代生产线控制系统的应用设计与实践

6.3.1 生产线控制系统一 (配套加工系统)

1. 实训任务

经过初加工后的白色塑料件和黑色塑料件被送到带式传送机传送终端,由机械手根据工件的颜色分别送到一号台和二号台进行装配。装配后的工件再由机械手送到带式传送机上进行检查。检查后合格的产品将分别送到一号库位和二号库位。检测过程中发现不合格的产品将送到三号库位集中处理。若下料时为两个颜色相同的工件,则第二个工件由机械手夹持到四号库位,并由指示灯提示补充上料。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-32 所示。

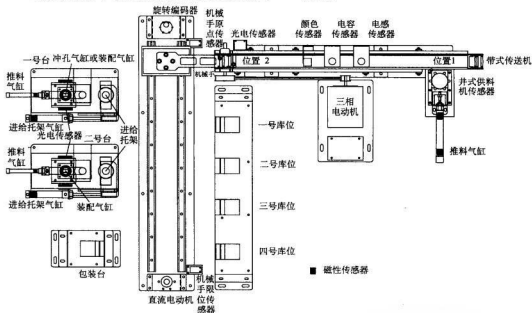


图 6-32 设备各部件、器件的名称和安装位置

3. 控制要求

- 1) 运行前,设备应满足一种初始状态。
- 2) 启动后,允许下料指示灯始终提示当前下料状态,初加工的工件两个一组分别由井式供料机送到带式传送机位置 1,由带式传送机送到位置 2。
- 3) 若工件为黑色塑料,由机械手将工件送到一号台进行铁件装配;若工件为白色塑料,由机械手将工件送到二号台进行铝件装配。两个装配台在装配期间分别有不同的指示灯点亮提示。
- 4) 加工后的工件送到带式传送机进行检测,机械手根据检测结果,将黑色塑料装配铁件的工件送入一号库位,将白色塑料装配铝件的工件送入二号库位。装配错误的工件放入三

号库位，并由数码管显示废品数量，当废品达到一定数量时，蜂鸣器报警提示清理。

5) 若两个工件颜色相同，则第二个工件送到四号库位，同时指示灯提示补充上料。

6) 停止后，指示灯闪烁提示，进入加工阶段的工件则应完成全部工序后，系统进入初始状态。若工件还没有进入加工阶段，则将这组工件都送入四号库位后，系统进入初始状态。

7) 设备应具有停电保持能力。

8) 设备应具有急停保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-33 所示。

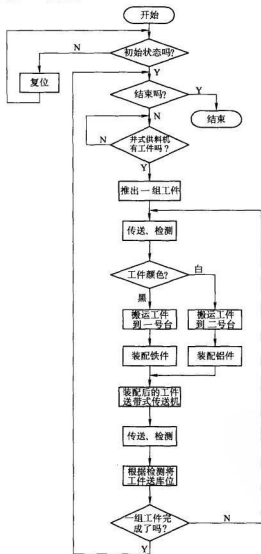


图 6-33 系统的控制流程

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-18 和表 6-19; 变频器参数的设置见表 6-20。

表 6-18 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4	X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5	X5	井式供料机推料气缸限位检测传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机料块有无检测传感器	MJ-16
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SB3	X13	清理仓库废件按钮	MC-SB3-1
SB4	X14	复位按钮	MC-SB4-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
Xnverter_F	Y8	带式输送机向左传输	MQ-6
Xnverter_Z	Y7	带式输送机向右传输	MQ-5
Xnverter_FE	Y9	带式输送机 35Hz 传输	MQ-7
HL2	YA	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YB	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL6	YE	指示灯 HL6	MC-HL6-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

注: 指示灯 HL1 直接接到电源上。

表 6-19 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ13	X0	一号台有无装配件检测传感器	MJ-35
SQ14	X1	一号台推料气缸限位检测传感器	MJ-37
SQ15	X2	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ16	X3	二号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X4	二号台推料气缸限位检测传感器	MJ-44
SQ18	X5	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
BCD 码 01	X10	低位拨码器的设置 1	BCD 码 B00
BCD 码 02	X11	低位拨码器的设置 2	BCD 码 B01
BCD 码 03	X12	低位拨码器的设置 3	BCD 码 B02
BCD 码 04	X13	低位拨码器的设置 4	BCD 码 B03
BCD 码 11	X14	高位拨码器的设置 1	BCD 码 B10
BCD 码 12	X15	高位拨码器的设置 2	BCD 码 B11
BCD 码 13	X16	高位拨码器的设置 3	BCD 码 B12
BCD 码 14	X17	高位拨码器的设置 4	BCD 码 B13
YV5	Y0	一号台装配气缸控制电磁阀	MJ-104
YV6	Y1	一号台推料气缸控制电磁阀	MJ-106
YV7	Y2	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
YV8	Y3	二号台装配气缸控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y4	二号台推料气缸控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y5	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114
LED 数码管 00	Y6	低位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B00
LED 数码管 01	Y7	低位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B01
LED 数码管 02	Y8	低位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B02
LED 数码管 03	Y9	低位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B03
LED 数码管 10	YA	高位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B10
LED 数码管 11	YB	高位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B11

(续)

符号	地址	注释	接线地址
LED 数码管 12	YC	高位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B12
LED 数码管 13	YD	高位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B13
HL4	YE	指示灯 HL4	MC-HL4-2
HL5	YF	指示灯 HL5	MC-HL5-2

表 6-20 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	35.0
P08	5.0		

注：第一速为 50Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-34 所示。

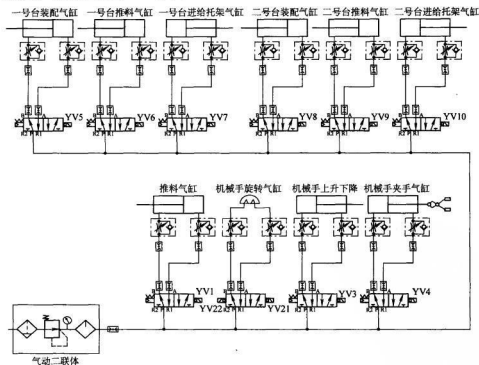


图 6-34 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-35、图 6-36 所示。

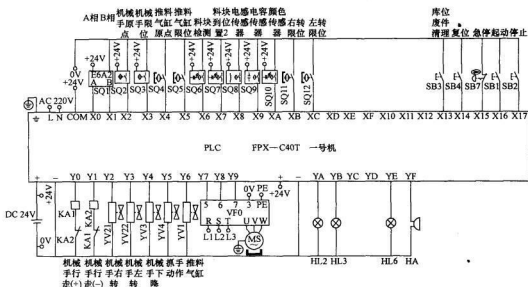


图 6-35 一号 PLC (主机) 电气原理

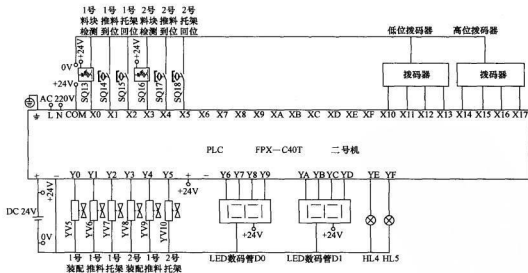


图 6-36 二号 PLC (从机) 电气原理

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘, 路径为: 第 6 章 \ 6.3 \ 生产线控制系统一。

9. 程序的执行与调试

1) 通电后, 指示灯 HL1 发光, 提示工位已通电。同时, 指示灯 HL2 ~ HL6 熄灭, 急停按钮 SB7 复位, 机械手停在原点并处于带式输送机上方, 机械手上升下降气缸的活塞杆伸出, 气动手指处于松开状态。两个加工台的推料气缸和装配气缸处于缩回状态, 进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态, 进给托架上均无工件, 带式输送机停止运行。通电不满足初始要求时, 设备不能动, 需按 SB4 进行复位。

2) 设备在初始状态下, 按下启动按钮 SB1, 指示灯 HL2 发光提示允许下料。初加工的黑色塑料工件和白色塑料工件两个一组由井式供料机送入 (不分前后顺序)。井式供料机的光电传感器检测到工件后, 推料气缸在 6s 内将两个工件分别送到带式输送机位置 1。当带式输送机上有工件时, 带式输送机以高速 (50Hz) 运行, 将工件向左传送。两个工件都送到带式输送机上后, 指示灯 HL2 转变为每秒闪烁 1 次, 提示禁止下料。

3) 黑色塑料工件或白色塑料工件到达位置 2 后, 带式输送机停止转动, 由机械手进行搬运。若工件为黑色塑料, 由机械手将工件送到一号台进行铁件装配; 若工件为白色塑料, 由机械手将工件送到二号台进行铝件装配。

4) 机械手由直流电动机拖动到达加工台, 当工件处于进给托架正上方时, 机械手停止移动, 然后下降, 气动手指松开将圆柱形工件放在进给托架上, 机械手上升, 进给托架气缸缩回, 将工件带入加工设备进行装配, 装配时间由拨码器进行设置 (3 的整数倍, 单位为秒), 时间被分成三等份, 分别用于完成装配件上料、装配气缸装配和进给托架气缸送出工件。工件在装配过程中, 指示灯 HL4、HL5 分别对应一号台和二号台点亮。

5) 进给托架气缸伸出, 将工件带出加工设备。机械手下落, 气动手指夹紧抓取工件。然后将工件送到带式输送机位置 2。当机械手放下工件 1s 后, 带式输送机中速 (35Hz) 向右运行, 工件在带式输送机上经三个传感器进行检测, 三个传感器都检测结束后, 带式输送机高速向左运行, 将工件送回位置 2。

6) 机械手根据检测结果, 将黑色塑料装配铁件的工件送入一号库位, 将白色塑料装配铝件的工件送入二号库位。若检测后发现装配错误, 机械手将废件放入三号库位, 并由 LED 数码管显示三号库位中废件的数量。当数量达到 3 个时, 蜂鸣器发出连续短促鸣叫提示清理。手动清除三号库位废件后, 按下 SB3 确认清理完成, 蜂鸣器停止鸣叫, 同时 LED 数码管显示清零。

7) 若上料时为两个颜色相同的塑料, 则第二个工件传送到位置 2 时由机械手夹持到四号库位, 同时指示灯 HL2 熄灭, 指示灯 HL3 闪烁 (2Hz) 提示补充上料, 直到补充上料后 HL3 熄灭, HL2 恢复正常。

8) 按下按钮 SB2, 发出设备正常停机指令, HL6 (1Hz) 闪烁。此时, 若一组工件已进入加工阶段, 则应完成一组工件的全部工序后机械手再返回初始位置停止。若一组工件刚由带式输送机送出, 则机械手将这组工件都送入四号库位, 然后再返回初始位置停止, 系统进入初始状态, 指示灯 HL6 熄灭。

9) 停机后可按启动按钮 SB1 重新启动。

10) 设备应有停电保持能力, 在遇到突然停电时, 设备应能保持当前状态, 当重新送

电后,设备应按下SB1才能在停电状态下恢复运行。

11) 若因突发故障需要进行急停,可按下急停按钮SB7(按下后锁死),此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有物料,气动手指应保持抓取状态,以防止物料在急停时掉下发生事故。松开急停按钮,按下启动按钮SB1,设备应继续工作。

10. 注意事项

1) 带式传送机上三个传感器的位置,应保证第一个工件到达位置2时,第二个工件还没有进入检测区域,因此应尽量将三个传感器安装到位置2的附近。

2) 在较大的程序中,应尽可能将程序分解为不同的功能模块,然后对每个功能用子程序实现,否则,程序编写容易调试难。

6.3.2 生产线控制系统二(定量加工系统)

1. 实训任务

生产线可根据用户需要定量生产所需数量的产品。首先操作者用拨位开关选择四种产品(SW1为白色塑料圆柱内装配金属铁,SW2为黑色塑料圆柱内装配金属铁,SW3为白色塑料圆柱内装配金属铝,SW4为黑色塑料圆柱内装配金属铝)中的一种并由拨码器确定生产数量。生产线运行后将根据产品的不同,从一号或二号库位中取出毛坯件,在一号台或二号台进行加工,然后送到带式传送机上进行检测。如果产品合格,则在包装台上进行包装并送入三号或四号库位(装配铁件的送入三号库位,装配铝件的送入四号库位),如果产品不合格则将废品送入废品箱。

2. TVT—METS3设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图6-32所示。

3. 控制要求

1) 运行前,设备应满足一种初始状态。

2) 起动前,操作者可选择要生产的产品(假设选择SW1),并确定生产数量。

3) 起动后,运行指示灯发光提示,机械手从一号库位夹取毛坯件,送到一号台进行铁件装配。装配后机械手将工件送到带式传送机进行检测。如果产品为合格产品,带式传送机将产品送到包装台进行3s包装,包装结束后,机械手将产品送入三号库位,然后进行下一产品的生产。如果产品为不合格产品,检测结束后,带式传送机向右运行3s,将废品送下带式传送机落入废品箱内。

4) 生产过程中可进行已经生产产品数量的监视。机械手在运行过程中,对应指示灯闪烁提示。

5) 停止后,停机指示灯闪烁提示,机械手在完成当前产品的生产后,返回初始位置停止,系统进入初始状态。

6) 设备应具有掉电保护功能。

7) 设备应具有三相交流电动机过载保护功能。

8) 设备应具有急停保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图6-37所示。

5. 系统的I/O分配与变频器参数的设置

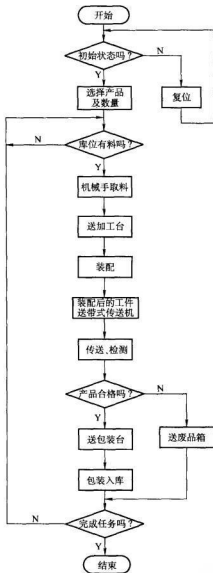


图 6-37 系统的控制流程

PLC 的 I/O 分配见表 6-21 和表 6-22; 变频器参数的设置见表 6-23。

表 6-21 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9

(续)

符号	地址	注释	接线地址
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SQ20	XD	一号库位检测传感器	MJ-52
SQ21	XE	二号库位检测传感器	MJ-55
SB5	XF	带式输送机过载	MC-SB5-1
SB4	X10	复位按钮	MC-SB4-1
SW1	X11	工件选择开关 1	MC-SW1-1
SW2	X12	工件选择开关 2	MC-SW2-1
SW3	X13	工件选择开关 3	MC-SW3-1
SW4	X14	工件选择开关 4	MC-SW4-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
Xnverter_ Y	Y6	变频器向右	MQ-5
Xnverter_ Z	Y7	变频器向左	MQ-6
Xnverter_ YE	Y8	变频器 35Hz	MQ-7
HL1	Y9	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	YA	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YB	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL4	YC	指示灯 HL4	MC-HL4-2
HL5	YD	指示灯 HL5	MC-HL5-2
HL6	YE	指示灯 HL6	MC-HL6-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

表 6-22 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ13	X0	一号台有无装配件检测传感器	MJ-35
SQ14	X1	一号台推料气缸动作到位检测传感器	MJ-37
SQ15	X2	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ16	X3	二号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X4	二号台推料气缸动作到位检测传感器	MJ-44
SQ18	X5	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
BCD 码 01	X10	低位拨码器的设置 1	BCD 码 B00
BCD 码 02	X11	低位拨码器的设置 2	BCD 码 B01
BCD 码 03	X12	低位拨码器的设置 3	BCD 码 B02
BCD 码 04	X13	低位拨码器的设置 4	BCD 码 B03
BCD 码 11	X14	高位拨码器的设置 1	BCD 码 B10
BCD 码 12	X15	高位拨码器的设置 2	BCD 码 B11
BCD 码 13	X16	高位拨码器的设置 3	BCD 码 B12
BCD 码 14	X17	高位拨码器的设置 4	BCD 码 B13
YV5	Y0	一号台装配气缸控制电磁阀	MJ-104
YV6	Y1	一号台推料气缸控制电磁阀	MJ-106
YV7	Y2	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
YV8	Y3	二号台装配控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y4	二号台上料控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y5	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114
LED 数码管 00	Y6	低位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B00
LED 数码管 01	Y7	低位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B01
LED 数码管 02	Y8	低位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B02
LED 数码管 03	Y9	低位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B03
LED 数码管 10	YA	高位 LED 数码管显示 1	LED 数码管 B10
LED 数码管 11	YB	高位 LED 数码管显示 2	LED 数码管 B11
LED 数码管 12	YC	高位 LED 数码管显示 3	LED 数码管 B12
LED 数码管 13	YD	高位 LED 数码管显示 4	LED 数码管 B13

表 6-23 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	35.0
P08	5.0		

注：第一速为 50Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-38 所示。

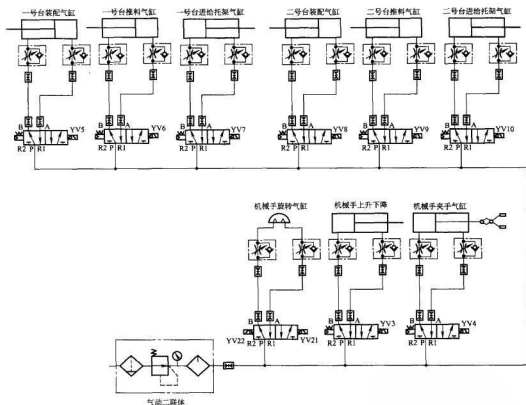


图 6-38 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-39 和图 6-40 所示。

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.3 \ 生产线控制系统二。

9. 程序的执行与调试

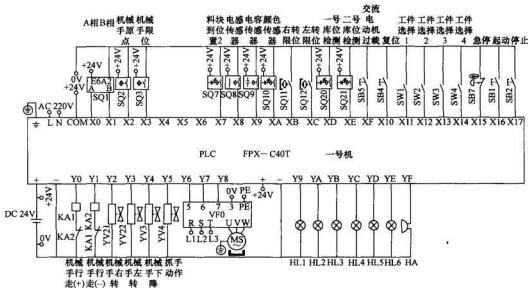


图 6-39 一号 PLC (主机) 电气原理

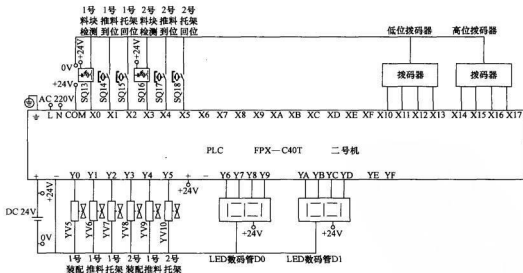


图 6-40 二号 PLC (从机) 电气原理

1) 设备的初始状态。通电后, 指示灯 HL1 ~ HL6 熄灭, LED 数码管显示为零, 急停按钮 SB7 复位, 机械手停在原点并处于带式输送机上方, 机械手上升下降气缸的活塞杆伸出,

气动手指处于松开状态。两个加工台的推料气缸和装配气缸均处于缩回状态，进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态，进给托架上均无工件。一号台的上料井内为金属铁，二号台的上料井内为金属铝，带式输送机停止运行，一号库位为白色塑料毛坯，二号库位为黑色塑料毛坯。通电不满足初始要求时，设备不能动，需按 SB4 进行复位。

2) 启动生产线前，操作者可用拨位开关 (SW1 ~ SW4) 选择要生产的产品，并由拨码器确定生产数量 (假设操作者选择 SW1，生产数量为 4 个)。

3) 在初始状态下，按下启动按钮 SB1，指示灯 HL2 发光提示进入运行状态。机械手在直流电动机的带动下移动到一号库位夹取毛坯件，然后将毛坯件送到一号台进行铁件装配。当工件处于进给托架正上方时，机械手停止移动，然后下降，气动手指松开将圆柱形工件放在进给托架上，机械手上升，进给托架气缸缩回，将毛坯件带入加工设备进行装配。装配时间为 3s，其中装配件上料、装配气缸装配和进给托架气缸送出工件各占 1s。装配结束后进给托架气缸伸出，将物料带出加工设备，机械手下降，气动手指夹紧抓取工件，然后将工件送到带式输送机位置 2。当机械手放下工件 1s 后，带式输送机中速 (35Hz) 向右运行，工件在带式输送机上经三个传感器进行检测。

4) 如果产品为合格产品 (白色塑料圆柱内装配金属铁)，三个传感器都检测结束后，带式输送机高速向左运行，将产品送回位置 2，带式输送机停止运行，机械手下降抓取产品，将产品送到包装台。机械手到达包装台正上方时，机械手停止移动，然后下降，气动手指松开，机械手上升，指示灯 HL1 闪烁 (1Hz)，提示产品进入包装。产品在包装台上进行 3s 包装，包装结束后，指示灯 HL1 熄灭，机械手下降抓取产品，将产品送入三号库位，然后进行下一产品的生产。

5) 如果产品为不合格产品 (不是规定的组装方式)，三个传感器都检测结束后，蜂鸣器鸣叫报警，带式输送机高速向右运行 3s，将废品送下带式输送机落入废品箱内。3s 后带式输送机停止运行，蜂鸣器停止鸣叫，系统进入下一产品的生产。

6) 在产品的生产过程中，由 LED 数码管显示已经生产产品的数量。当数量达到规定数量时，指示灯 HL3 快速闪烁 (3Hz) 提示已经完成任务。按下复位按钮 SB4，指示灯 HL3 熄灭，系统恢复初始状态。

7) 系统在运行过程中，只要机械手移动，指示灯 HL4 就闪烁 (1Hz)，机械手停止移动，指示灯 HL4 熄灭。

8) 按下按钮 SB2，发出设备正常停机指令，指示灯 HL5 (1Hz) 闪烁。机械手在完成当前产品的生产后，返回初始位置停止，系统进入初始状态，指示灯 HL5 熄灭。

9) 停机后可按启动按钮 SB1 重新启动。

10) 设备应有停电保持能力，在遇到突然停电时，设备应能保持当前状态，当重新通电后，设备应按下 SB1 才能在停电状态上恢复运行。但如果工件进行装配时发生断电，该工件将报废。电源恢复后，按下启动按钮 SB1，该工件直接由机械手送到带式输送机，由带式输送机以 50Hz 的速度送到末端的废品箱内。

11) 当带式输送机发生过载时，过载触点动作 (SB5 接通)，此时指示灯 HL6 闪烁 (1Hz)，提示发生过载。若过 2s 后过载仍未消除，则带式输送机停止运行。当过载消除 (SB5 复位) 后，指示灯 HL6 熄灭。按下启动按钮 SB1，带式输送机重新按停止的状态继续运行，系统恢复正常。

12) 若因突发故障需要进行急停,可按下急停按钮 SB7 (按下后锁死),此时设备应立刻停止运行。若机械手夹持有物料,气动手指应保持抓取状态,以防止物料在急停时掉下发生事故,松开急停按钮,按下启动按钮 SB1,设备应继续工作。

10. 注意事项

1) 本实训使用了两位拨码器设置数量,两位数码管显示已完成数量,为方便程序的运算和控制,分配 I/O 表时,应各将一个字节的 I/O 口分配给它们使用。

2) 在调试程序的过程中,若发现程序调试周期过长,可以使用编程软件的强制功能以达到快速调试的目的。

6.3.3 生产线控制系统三 (带有初加工的装配系统)

1. 实训任务

初加工的工件 (白色塑料内为空或白色塑料内为白色塑料) 通过井式供料机传送到带式输送机位置 1,由带式输送机将工件传送到位置 2,并对工件进行检查。检查合格的工件 (白色塑料内为空) 将被机械手送到二号台进行装配,合格但未冲孔的工件 (白色塑料内为白色塑料) 将被机械手先送到一号台进行冲孔,然后送二号台进行装配,装配后的产品将被送入一号库位。检测过程中发现不合格的工件 (白色塑料内为金属铝),将另行处理。若下料时偶然混入未加工的工件 (白色塑料内为金属铁),则不做加工直接送到二号库位。

2. TVT—METS3 设备的主要部件及其名称

设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-32 所示。

3. 控制要求

1) 运行前,设备应满足一种初始状态。

2) 启动后,运行指示灯点亮提示,允许下料指示灯始终提示当前下料状态。初加工的工件,由井式供料机送到带式输送机位置 1,再由带式输送机传送到位置 2,在传送过程中进行检测。若为合格的工件,工件被送到二号台进行装配,装配结束,将工件送入一号库位。若工件为合格但未钻孔的工件,则工件先被送到一号台进行冲孔,然后再将工件送二号台进行装配,最后工件送入一号库位。若工件为不合格工件,带式输送机反转将不合格工件运送到废品箱;若为未加工的工件,则工件送至二号库位。当完成一个工件的加工后,系统开始下一个周期。

3) 停止后,蜂鸣器报警提示,系统在完成当前产品的生产后,返回初始状态。

4) 当井式供料机推料气缸推料发生堵塞时,设备能够自动复位或报警。

5) 设备应具有掉电保护功能。

6) 设备应具有三相交流电动机过载保护功能。

7) 设备应具有急停保护功能。

4. 系统的控制流程

系统的控制流程如图 6-41 所示。

5. 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置

PLC 的 I/O 分配见表 6-24 和表 6-25;变频器参数的设置见表 6-26。

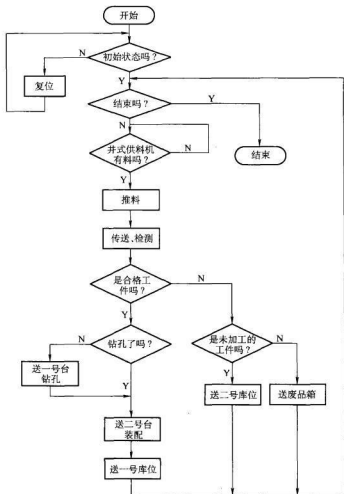


图 6-41 系统的控制流程

表 6-24 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ1 A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1 B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4	X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5	X5	井式供料机推料气缸限位检测传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机料块有无检测传感器	MJ-16
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19

(续)

符号	地址	注释	接线地址
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SW1	X13	带式输送机过载	MC-SW1-1
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB1	X16	启动按钮	MC-SB1-1
SB2	X17	停止按钮	MC-SB2-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
Inverter_Z	Y7	变频器向左 20Hz	MQ-6
Inverter_E	Y8	变频器 35Hz	MQ-7
Inverter_Y	Y9	变频器向右 50Hz	MQ-5、8
HL1	YA	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	YB	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YC	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL4	YD	指示灯 HL4	MC-HL4-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

表 6-25 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ15	X2	一号台进给托架回位检测传感器	MJ-39
SQ16	X3	二号台有无装配件检测传感器	MJ-42
SQ17	X4	二号台推料气缸限位检测传感器	MJ-44
SQ18	X5	二号台进给托架回位检测传感器	MJ-46
YV5	Y0	一号台冲孔气缸控制电磁阀	MJ-104

(续)

符号	地址	注释	接线地址
YV7	Y2	一号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
YV8	Y3	二号台装配气缸控制电磁阀	MJ-110
YV9	Y4	二号台推料气缸控制电磁阀	MJ-112
YV10	Y5	二号台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-114

表 6-26 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	35.0
P08	5.0	P33	50.0

注：第一速为 20Hz。

6. 气动原理

系统的气动原理如图 6-42 所示。

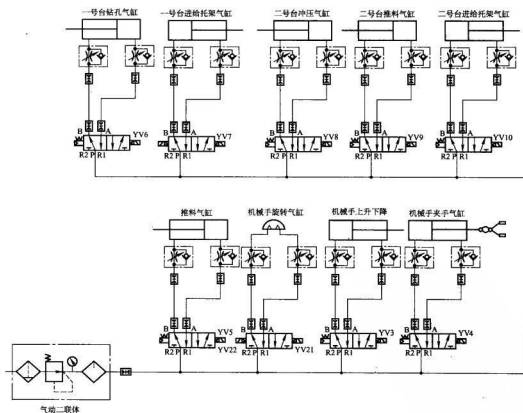


图 6-42 系统的气动原理

7. 电气原理

系统的电气原理如图 6-43、图 6-44 所示。

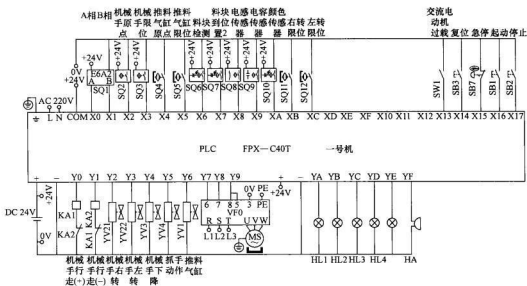


图 6-43 一号 PLC (主机) 电气原理

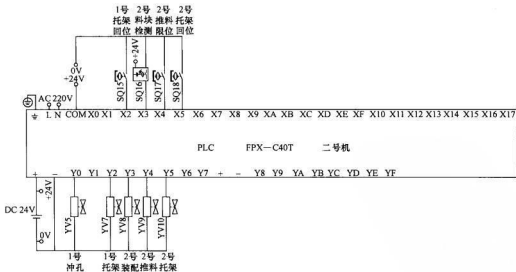


图 6-44 二号 PLC (从机) 电气原理

8. 梯形图程序

编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第6章\6.3\生产线控制系统三。

9. 程序的执行与调试

1) 设备的初始状态。通电后，指示灯 HL2 ~ HL4 熄灭，急停按钮 SB7 复位，机械手停在原点并处于带式输送机上方，机械手上升下降气缸的活塞杆伸出，气动手指处于松开状态；一号台的冲压气缸和二号台的推料气缸、装配气缸均处于缩回状态，进给托架气缸的活塞杆均处于伸出状态，进给托架上均无工件，带式输送机停止运行。若系统未能满足初始位置要求，设备不能启动，需按下按钮 SB3 进行复位。当系统处在初始位置后，指示灯 HL1 将以 0.5s 闪烁。

2) 设备在初始状态下，按下按钮 SB1 起动系统，指示灯 HL1 常亮，带式输送机低速 (20Hz) 向左运行，指示灯 HL2 闪烁 (2Hz)，提示下料。

3) 加工后的工件，由井式供料机送入，井式供料机的光电传感器检测到工件时，推料气缸动作将工件送到带式输送机位置 1，工件送到传送带上后，指示灯 HL2 转变为点亮，提示禁止下料。当带式输送机上有工件时，带式输送机以中速 (电动机频率为 35Hz) 运行，工件在带式输送机上进行检测。当工件传送到位置 2，光电传感器检测到工件到达，带式输送机停止运行，等待机械手搬运。

4) 若为合格的工件 (白色塑料内为空)，工件被机械手夹起，由直流电动机带动到达二号台，当工件处于进给托架正上方时，机械手停止移动，然后下降，气动手指松开，将圆柱形工件放在进给托架上，机械手上升，进给托架气缸缩回，将工件带入加工设备。1s 后装配件的推料气缸动作推出装配件 (黑色塑料)，然后推料气缸缩回，装配气缸动作进行装配。装配结束，装配气缸缩回，1s 后进给托架气缸送出工件。机械手下降，气动手指夹紧抓取工件，然后将工件送入一号库位。工件送入仓库后，系统完成一个工件周期。

5) 若工件为合格但未钻孔的工件 (白色塑料内为白色塑料)，工件被机械手夹起，由直流电动机带动到达一号台，当工件处于进给托架正上方时，机械手停止移动，然后下降，气动手指松开将圆柱形工件放在进给托架上，机械手上升，进给托架气缸缩回，将工件带入加工设备。1s 后冲孔气缸动作进行冲孔，2s 后，冲孔气缸缩回，再过 1s 进给托架气缸送出工件。机械手下降，气动手指夹紧抓取工件，然后将工件送到二号台进行装配。装配动作与合格工件相同，装配结束后，工件送入一号库位，系统完成一个工件周期。

6) 若工件在检测过程中确认为不合格工件 (白色塑料内为金属铝)，当工件到达位置 2 时，带式输送机将会转为高速向右运行 10s，将不合格工件运送到废品箱。10s 后，指示灯 HL2 闪烁提示继续下料。

7) 若下料时偶然混入未加工的工件 (白色塑料内为金属铁)，则工件到达位置 2 后，被机械手夹起，由直流电动机带动送到二号库位。当机械手放下工件后，指示灯 HL2 闪烁提示继续下料，系统开始下一个周期。

8) 按下按钮 SB2，发出设备正常停机指令，此时蜂鸣器发出连续短促鸣叫，提示停机指令已发出。系统在完成当前产品的生产后，返回初始状态。系统进入初始状态后，蜂鸣器停止鸣叫。

9) 停机后可按起动按钮 SB1 重新起动。

10) 当井式供料机推料气缸推料发生堵塞时, 推料气缸将自动复位并重新开始推料。若第二次仍发生堵塞, 推料气缸复位, 指示灯 HL3 闪烁 (1Hz), 提示推料气缸发生堵塞, 其余指示灯全部熄灭, 系统停止运行, 操作者解除故障后重新按下起动手按钮 SB1 恢复运行。

11) 设备应有停电保持能力, 在遇到突然停电时, 设备应能保持当前状态, 当重新送电后, 设备应按下 SB1 才能在停电状态上恢复运行。

12) 当带式输送机发生过载时, 过载触点动作 (SW1 接通), 此时指示灯 HL4 闪烁 (1Hz), 提示发生过载。若过 2s 后过载仍未消除, 则带式输送机停止运行。当过载消除 (SW1 复位) 后, 指示灯 HL4 熄灭, 带式输送机重新按停止的状态继续运行。

13) 若因突发故障需要进行急停, 可按下急停按钮 SB7 (按下后锁死), 此时设备应立即停止运行。若机械手夹持有物料, 气动手指应保持抓取状态, 以防止物料在急停时掉下发生事故。松开急停按钮, 按下起动手按钮 SB1, 设备应继续工作。

10. 注意事项

1) 验证井式供料机推料气缸推料发生堵塞时, 为避免损伤, 可用折叠气管切断气路的方法模拟堵塞现象。

2) 当程序中直接控制难以达到题目要求时, 可借助标识位和变量, 间接实现其控制。

3) 使用传感器进行检测时, 应仔细分析每种工件在三个传感器下检测的不同, 特别是当工件以相同速度通过传感器时, 传感器检测到信号时间的长短。利用检测信号和信号有效时间的组合可以实现不同工件的鉴别。

6.4 技能大赛通用试题

本节介绍两套天津市技能大赛题库试卷, 仅供参考。

6.4.1 试题一

1. 按要求完成下列工作任务

- 1) 按部件安装位置图, 在铝合金工作台上组装生产线。
- 2) 按气动系统图连接生产线的管路。
- 3) 仔细阅读生产线的有关说明, 然后根据你对设备及其工作过程的理解, 在图样上画出生产线的电气原理图。
- 4) 根据你画出的电气原理图, 连接生产线的电路。电路的导线必须放入线槽, 凡是你连接的导线, 必须套上写有编号的编号管。
- 5) 正确理解设备的正常工作过程和故障状态的处理方式, 编写生产线的 PLC 控制程序和设置变频器的参数。

6) 调整传感器位置或灵敏度, 调整机械零件的位置, 完成生产线的整体调试, 使该设备能正常工作, 完成物件的装配、检测和包装。

2. 试题内容

(1) 工作目标 在生产线 (简称设备) 上安装了一个平面货架, 一台行走机械手搬运

系统,一个载货台,一台由带式传送机和传感器站组成的货物运输及质量检测系统,一个井式供料系统,一个具有井式供料机2的装配系统,由开关、按钮、拨码开关、指示灯、数码管等组成的主令与指示装置(简称主令单元)。井式供料机1中可提供两种不同材质的发动机缸体(白色代表铸钢,黑色代表铸铝)。装配系统分别对两种材质发动机缸体进行两种材质活塞装配。装配完的缸体送到由带式传送机和传感器站组成的货物运输及质量检测系统进行检测,检测后送到载货台进行人工包装、人工运走。

(2) TVT—METS3 设备的主要部件及其名称 设备各部件、器件的名称和安装位置如图 6-45 所示。

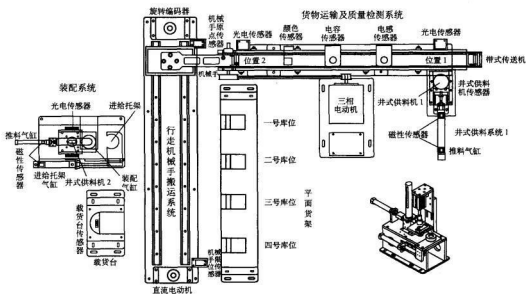


图 6-45 TVT—METS3 设备各部件、器件的名称和安装位置

(3) 设备的工作情况描述

1) 部件的初始位置。启动前,设备的运动部件必须在规定的位置,这些位置称为初始位置。有关部件的初始位置是:

- ① 急停按钮 SB7 复位。
- ② 机械手停在原点并处于带式传送机上方,机械手上升下降气缸的活塞杆伸出,气动手指处于抓紧状态。
- ③ 装配系统的井式供料机 2 的推料气缸、装配气缸活塞杆均处于缩回状态,进给托架气缸的活塞杆处于伸出状态。
- ④ 带式传送机的拖动电动机不转动。

上述部件在初始位置时,指示灯 HL1 以亮 1s 灭 2s 方式闪亮。只有上述部件在初始位置时,设备才能启动。若上述部件不在初始位置,指示灯 HL1 不闪亮。请自行选择一种复位

方式进行复位。

2) 设备的启动。在设备停止状态下,按下启动按钮 SB2,指示灯 HL1 变为常亮,提示设备处于工作状态。

3) 设备的运行。设备有两种工作运行方式对发动机缸体进行活塞装配,两种工作运行方式只能在设备停止运行时通过转换开关 SA1 进行转换。

① 工作方式一:设备每一个周期完成一组三个缸体的装配、包装任务;装配系统上的井式供料机 2 中每组装三个活塞。由下到上的顺序为,1、2 是两个钢制活塞,3 是一个铝制活塞;井式供料机 1 可提供三个两种材质的发动机缸体,一个铸钢缸体、两个铸铝缸体,提供顺序不确定;平面货架有四个库位,在装配过程中使用四个库位放置等待装配的发动机缸体,放置顺序为,一、二号库位放置铸铝缸体,三、四号库位放置铸钢缸体。正确的装配关系是,铸钢缸体内装配铝制活塞,铸铝缸体内装配钢制活塞。

请实现以下的工作状态:

SA1 开关手柄在左位置。按下启动按钮 SB2 后,三相交流同步电动机以 15Hz 的频率启动(带式输送机向左运行);指示灯 HL1 变为常亮,提示设备处于工作状态;指示灯 HL2 闪烁(1Hz)提示向井式供料机 1 放料。人工将铸钢缸体工件或铸铝缸体工件放入井式供料机 1 内。当井式供料机的光电传感器检测到缸体工件后,指示灯 HL2 熄灭,推料气缸伸出,将缸体工件送到带式输送机上的位置 1,然后推料气缸缩回,带式输送机在变频器的控制下以 50Hz 运行,经传感器站检测后,将工件送至带式输送机位置 2。

若第一个经传感器站检测后的缸体为铸铝缸体(在井式供料机 2 中排序第一的活塞为钢制活塞,满足装配关系),到达位置 2 后,带式输送机停止转动,由机械手进行搬运(机械手的动作由选手设计),将铸铝缸体送至装配系统进给托架上方。

当缸体工件处于装配系统进给托架正上方时,机械手停止移动,然后下降,气动手指松开将缸体工件放在进给托架上,机械手上升,进给托架气缸缩回,将缸体工件带入装配系统进行装配。装配时间为 3s,其中活塞由井式供料机 2 推出、装配气缸将活塞压入缸体、进给托架气缸将装好缸体送出各占 1s。

进给托架气缸伸出,将工件带出装配设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取工件,机械手上升。然后将工件送到载货台进行包装。在包装过程中,机械手将自动回到初始位置等待下一个缸体工件。指示灯 HL2 闪烁(1Hz),提示允许向井式供料机 1 继续放料。

若第一个经传感器站检测后缸体为铸钢缸体(在井式供料机 2 中排序第一的活塞也为钢制活塞,不满足装配关系),到达位置 2 后,带式输送机停止转动,由机械手进行搬运(机械手的动作由选手设计),将铸钢缸体送至平面货架一号或二号库位等待装配,机械手将自动回到初始位置等待下一个缸体工件。指示灯 HL2 闪烁(1Hz)提示允许向井式供料机 1 继续放料。直到经传感器站检测后,缸体工件与装配系统上的井式供料机 2 提供的活塞材质满足装配关系方能进行装配、包装操作。

在平面货架库位中等待装配活塞的缸体工件,当装配系统上的井式供料机 2 提供的活塞材质与其发动机缸体工件材质满足装配关系时,机械手优先将其从库位中取出,送到装配系统进给托架正上方进行装配,装好后再送载货台进行包装。

完成三个缸体装配、包装后,设备回到部件初始位置并停止运行。设备部件回初始位置时,指示灯 HL1 以亮 1s 灭 2s 方式闪亮。按下启动按钮 SB2 后,设备重新进行下一个周期运

行。

② 工作方式二：生产线每一个周期完成一组三个缸体的装配、检查、包装任务。装配系统上的井式供料机 2 中每组装三个活塞（两个钢制活塞，一个铝制活塞），铝制活塞在井式供料机 2 中由下到上的位置由拨码开关确定（拨码开关确定铝制活塞在井式供料机 2 中由下到上的位置，操作人员请按此位置顺序放入两个钢制活塞和一个铝制活塞）；井式供料机 1 可提供三个两种材质的发动机缸体（两个铸钢缸体、一个铸铝缸体，提供顺序随机确定）；平面货架有四个库位，在装配过程中使用前四个库位放置等待装配的发动机缸体，放置顺序为：一、二号库位放置铸钢缸体，三、四号库位放置铸铝缸体。正确的装配关系是：铸钢缸体工件内装配钢制活塞，铸铝缸体工件内装配铝制活塞。

请实现以下的工作状态：

SA1 开关手柄在右位置。按下起动按钮 SB2 后，三相交流同步电动机以 15Hz 的频率启动（带式输送机向左运行）；指示灯 HL1 变为常亮，提示设备处于工作状态；指示灯 HL2 闪烁（1Hz），提示向井式供料机 1 放料。人工将铸钢缸体工件或铸铝缸体工件放入井式供料机 1 内。当井式供料机的光电传感器检测到缸体工件后，指示灯 HL2 熄灭，推料气缸伸出，将缸体工件送到带式输送机位置 1，然后推料气缸缩回，带式输送机在变频器的控制下以 50Hz 运行，经传感器站检测后，将工件送至带式输送机位置 2。

若第一个经传感器站检测后缸体为铸铝缸体（在井式供料机 2 中排序第一的活塞也为铝制活塞，满足装配关系），到达位置 2 后，带式输送机停止转动，由机械手进行搬运（机械手的动作由选手设计），将铸铝缸体工件送至装配系统进给托架上方。

当缸体工件处于装配系统进给托架正上方时，机械手停止移动，然后下降，气动手指松开，将缸体工件放在进给托架上，机械手上升，进给托架气缸缩回，将缸体工件带入装配系统进行装配。装配时间为 3s，其中活塞由井式供料机 2 推出、装配气缸将活塞压入缸体以及进给托架气缸将装好缸体送出各占 1s。

进给托架气缸伸出，将工件带出装配设备。机械手下降，气动手指夹紧抓取工件，机械手上升，然后将工件送到带式输送机位置 2。当机械手放下工件 1s 后，带式输送机中速（35Hz）向右运行，工件在带式输送机上经三个传感器进行检测。若工件装配正确，则带式输送机反转高速（50Hz）向左运行，将工件送回位置 2，带式输送机停止转动。

机械手在位置 2 将工件从带式输送机取下，再送至载货台进行包装。在包装过程中，机械手将自动回到初始位置，指示灯 HL2 闪烁（1Hz）提示允许向井式供料机 1 继续放料。

若被检测工件装配不正确，装配好的工件被视为废品，带式输送机在变频器的控制下以中速（35Hz）向右运行 8s 将工件送至废品箱。指示灯 HL2 闪烁（1Hz）提示允许井式供料机 1 下料。机械手等待下一个缸体工件（注：不需补充缸体工件和活塞工件）。

若第一个经传感器站检测后的缸体工件为铸钢缸体，在井式供料机 2 中排序第一的活塞为铝制活塞，不满足装配关系。缸体到达位置 2 后，带式输送机停止转动。由机械手进行搬运（机械手的动作由选手设计），将铸钢缸体工件送至平面货架一号或二号库位等待装配，机械手将自动回到初始位置等待下一个缸体工件。指示灯 HL2 闪烁（1Hz），提示允许向井式供料机 1 继续放料，直到经传感器站检测后缸体与装配系统上的井式供料机 2 提供的活塞材质满足装配关系，方能进行装配、检测、包装操作。

在平面货架库位中等待装配的缸体工件,当装配系统上的井式供料机 2 提供的活塞材质与其满足装配关系时,机械手优先将其从库位中取出,送到装配系统进给托架正上方进行装配,装好后再检测、包装。完成三个缸体的装配、检测、废品处理、包装后,设备回到初始位置并停止运行。设备部件回初始位置时,指示灯 HL1 以亮 1s 灭 2s 方式闪亮。按下起动按钮 SB2 后,设备重新进行下一个周期运行。

4) 设备的停止。完成生产任务或运行中出现故障,设备应当停止运行或设备中的某些部件应停止运行。

① 正常停止。按下按钮 SB1,发出设备正常停机指令,指示灯 HL5 点亮,生产线设备在完成当前工件后回到初始位置,指示灯 HL5 熄灭,所有部件均停止运行。

② 紧急停止。在设备工作过程中出现没有预料到的异常情况,需要设备停止工作而进行的停止为紧急停止。在出现异常情况时,压下急停按钮 SB7,生产指示灯 HL1 快速闪烁(3Hz),设备停止工作,蜂鸣器 HA 发出急促声响报警。若机械手夹持有物料,气动手指应保持抓取状态,以防止物料在急停时掉下发生事故。SB7 复位后,蜂鸣器 HA 停止报警,指示灯 HL1 以亮 1s 灭 2s 方式闪亮。按下起动按钮 SB2,设备应继续运行。

③ 限位停止。系统应具有位置检测和限位保护功能。当机械手移动到极限位置时,生产线停止运行,蜂鸣器 HA 报警。

3. 解题指导

(1) 系统的控制流程 系统的控制流程如图 6-46 所示。

(2) 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置 PLC 的 I/O 分配见表 6-27 和表 6-28;变频器参数的设置见表 6-29。

(3) 气动原理 系统的气动原理如图 6-47 所示。

(4) 电气原理 系统的电气原理如图 6-48 和图 6-49 所示。

(5) 梯形图程序 编制的系统梯形图程序见光盘,路径为:第 6 章\6.4\试题一。

表 6-27 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ1A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4	X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11
SQ5	X5	井式供料机推料气缸限位传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机料块有无检测传感器	MJ-16
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SA1	X11	转换开关 SA1	MC-SA1-1

(续)

符号	地址	注释	接线地址
SB3	X14	复位按钮	MC-SB3-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB2	X16	起动按钮	MC-SB2-1
SB1	X17	停止按钮	MC-SB1-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
HL1	Y7	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	Y8	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL5	Y9	指示灯 HL5	MC-HL5-2
HA	YA	蜂鸣器	MC-HA-2
Inverter_Z	YC	带式输送机向左传送	MQ-5
Inverter_Y	YB	带式输送机向右传送	MQ-6
Inverter_GS	YD	带式输送机 50Hz 传送	MQ-7
Inverter_ZS	YE	带式输送机 35Hz 传送	MQ-8

表 6-28 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ13	X0	装配台有无装配件检测传感器	MJ-35
SQ14	X1	装配台推料气缸动作到位检测传感器	MJ-37
SQ15	X2	装配台进给托架回位检测传感器	MJ-39
BCD 码 01	X10	低位拨码器的设置	BCD 码 B00
BCD 码 02	X11	低位拨码器的设置	BCD 码 B01
BCD 码 03	X12	低位拨码器的设置	BCD 码 B02
BCD 码 04	X13	低位拨码器的设置	BCD 码 B03
YV5	Y0	装配台装配气缸控制电磁阀	MJ-104
YV6	Y1	装配台推料气缸控制电磁阀	MJ-106
YV7	Y2	装配台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108

表 6-29 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	50.0
P08	5.0	P33	35.0

注: 第一速为 15.0Hz。

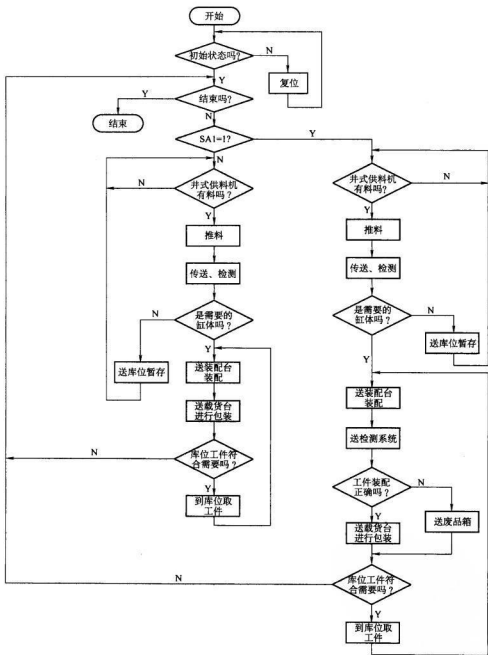


图 6-46 系统的控制流程

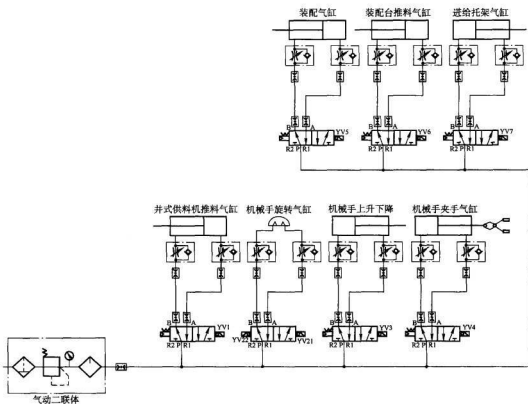


图 6-47 系统的气动原理

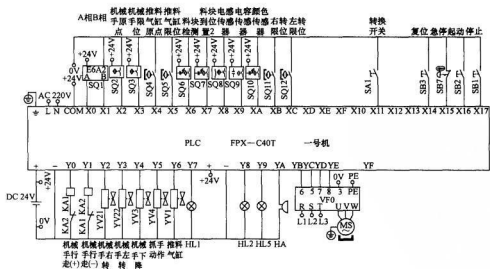


图 6-48 一号 PLC (主机) 电气原理

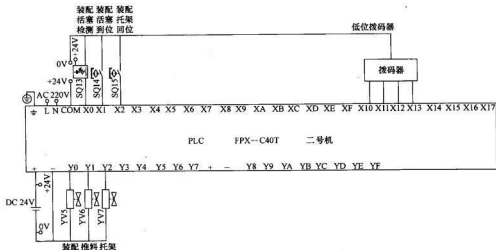


图 6-49 二号 PLC (从机) 电气原理

6.4.2 试题二

1. 按要求完成下列工作任务

- 按部件安装位置图, 在铝合金工作台上组装生产线。
- 按气动系统图连接生产线的气路。
- 仔细阅读生产线的有关说明, 然后根据你对设备及其工作过程的理解, 在图样上画出生产线的电气原理图。
- 根据你画出的电气原理图, 连接生产线的电路。电路的导线必须放入线槽, 凡是你连接的导线, 必须套上写有编号的编号管。
- 正确理解设备的正常工作过程和故障状态的处理方式, 编写生产线的 PLC 控制程序和设置变频器的参数。
- 调整传感器位置或灵敏度, 调整机械零件的位置, 完成生产线的整体调试, 使该设备能正常工作, 完成物件的检测、入库和组合。

2. 试题内容

(1) 工作目标 在生产线上可完成两个生产任务, 第一个任务是对已加工的工件进行检测、入库, 并对不合格的工件进行分拣; 第二个任务是根据需要定量生产组合器件, 然后进行检测、包装、入库。

(2) TVT—METS3 设备的主要部件及其名称 设备各部件、器件的名称和安装位置见图 6-42。

(3) 设备的工作情况描述

1) 部件的初始位置。起动前, 设备的运动部件必须在规定的位置, 这些位置称为初始位置。有关部件的初始位置是:

- 急停按钮 SB7 复位。
- 机械手停在原点并处于带式输送机上方, 机械手上升下降气缸的活塞杆伸出, 气动手指处于松开状态。

③ 装配系统的并式供料机 2 的推料气缸、装配气缸活塞杆均处于缩回状态, 进给托架气缸的活塞杆处于伸出状态。

④ 带式传送机的拖动电动机不转动。

⑤ 数码管显示为“00”。

上述部件在初始位置时, 指示灯 HL1 以亮 1 s 灭 2 s 方式闪亮。只有上述部件在初始位置时, 设备才能起动。若上述部件不在初始位置, 指示灯 HL1 不亮, 请自行选择一种复位方式进行复位。

2) 设备的起动。在设备停止状态下利用转换开关 SA1 选择一个生产任务。按下起动按钮 SB2, 指示灯 HL1 变为常亮, 提示设备处于工作状态。

3) 设备运行。

① 生产任务一: 将载货台上已加工的工件送到带式传送机进行检测, 合格的工件送入相应库位, 不合格的工件送入废品箱。

SA1 开关手柄在左位置。按下起动按钮 SB2 后, 三相交流同步电动机以 15Hz 的频率向右运行。当载货台上传感器检测到有工件时, 机械手在直流电动机的拖动下移动到载货台附近, 然后机械手下降, 气动手指夹紧, 机械手上升。机械手夹起工件 1s 后, 在直流电动机的拖动下移动到带式传送机正上方, 然后机械手下降, 气动手指放松, 机械手上升, 将工件放到带式传送机位置 2。工件被放下后, 带式传送机在变频器的控制下以 35Hz 运行将工件送至带式传送机位置 1, 在传送过程中经过三个传感器进行检测, 判断工件应送入仓库的库位号 (白色塑料 + 铝送一号库位, 白色塑料 + 铁送二号库位, 黑色塑料 + 铝送三号库位, 黑色塑料 + 铁送四号库位)。

若工件为正确加工工件, 当位置 1 检测传感器检测到工件时, 带式传送机停止转动 1s, 同时低位 LED 数码管开始显示当前工件应放入的库位号。1s 后带式传送机在变频器的控制下以 50Hz 向左运行, 将工件送至带式传送机位置 2。当工件到达位置 2 时, 带式传送机停止转动, 机械手下降, 气动手指夹紧, 机械手上升, 然后将工件送到相应的库位 (机械手动作由选手设计)。

当某库位内工件数量达到两个时, 高位 LED 数码管提示库位号, 同时蜂鸣器响 1s 停 2s 进行提示。若随后进行检测的工件仍为报警库位的工件, 则当工件到达位置 2 时, 机械手暂停运行, 直到报警库位内的工件取走后, 按下清空确认键 SB3, 数码管熄灭, 蜂鸣器停止报警, 机械手继续搬运工件。若随后进行检测的工件不是报警库位的工件, 则当工件到达位置 2 时, 机械手继续搬运工件, 当多个库位达到两个工件时, 高位 LED 数码管将交替显示库位号。

若被检测工件为废品 (黑色塑料内为空或白色塑料内为空), 当位置 1 检测传感器检测到工件时, 带式传送机在变频器的控制下以 50Hz 向右运行 3s 将工件送至废品箱, 然后, 带式传送机 15Hz 向右运行。

机械手每次处理完一个工件后, 都将回到载货台进行等待处理下一工件, 若等待时间超过 5s, 则机械手自动回原点, 系统进入初始状态。

② 生产任务二: 在停机状态下, 生产者根据需要利用拨码器设置装配工件的数量, 系统起动后将自动对初加工的工件进行装配, 然后进行检测, 并将合格的工件进行包装入库。

SA1 开关手柄在右位置。按下起动按钮 SB2 后, 三相交流同步电动机以 15Hz 的频率向左运行。指示灯 HL2 闪烁 (1Hz) 提示允许向并式供料机 1 下料。初加工的黑色塑料或白色塑料工件由并式供料机送入。当并式供料机的光电传感器检测到工件后, 指示灯 HL2 熄灭,

推料气缸伸出,将工件送到带式输送机位置1,然后推料气缸缩回,带式输送机在变频器的控制下以50Hz运行将工件送至带式输送机位置2。

黑色塑料或白色塑料工件到达位置2后,带式输送机停止转行,由机械手进行搬运(机械手的动作由选手设计),将工件送到装配台。

当工件处于装配台进给托架正上方时,机械手停止移动,然后下降,气动手指松开将圆柱形工件放在进给托架上,机械手上升,进给托架气缸缩回,将工件带入加工设备进行装配。装配时间为3s,其中装配件上料、装配气缸装配和进给托架气缸送出工件各占1s。工件在装配过程中,指示灯HL4点亮提示。装配结束后进给托架气缸伸出,将工件带出加工设备。

进给托架气缸伸出,将工件带出加工设备。机械手下降,气动手指夹紧抓取工件,然后将工件送到带式输送机位置2(机械手的动作由选手设计)。当机械手放下工件1s后,带式输送机中速(35Hz)向右运行,工件在带式输送机上经三个传感器进行检测。当位置1光电传感器检测到工件时,带式输送机高速(50Hz)向左运行,将工件送回位置2。

机械手将工件从带式输送机取下后送载货台进行包装(机械手的动作由选手设计),包装过程为2s,此时指示灯HL4点亮提示,2s后,指示灯HL4熄灭。机械手根据检测结果,将白色塑料+铝送一号库位,白色塑料+铁送二号库位,黑色塑料+铝送三号库位,黑色塑料+铁送四号库位。

一个工件生产完成后,系统自动开始下一工件的生产,若系统完成设定工件数量后,将自动回到初始状态。

4) 设备的停止。完成生产任务或运行中出现故障,设备应当停止运行或设备中的某些部件应停止运行。

① 正常停止。按下按钮SB1,发出设备正常停机指令,指示灯HL5点亮,生产线设备在完成当前工件后,回到初始位置,指示灯HL5熄灭,所有部件均停止运行。

② 紧急停止。在设备工作过程中出现没有预料到的异常情况,需要设备停止工作而进行的停止为紧急停止。在出现异常情况时,压下急停按钮SB7,生产指示灯HL1快速闪烁(3Hz),设备停止工作,蜂鸣器HA发出急促声响报警。若机械手夹持有物料,气动手指应保持抓取状态,以防止物料在急停时掉落发生事故。SB7复位后,蜂鸣器HA停止报警,指示灯HL1以亮1s灭2s方式闪亮。按下起动按钮SB2,设备应继续运行。

③ 保护装置动作使设备停止。当三相同步电动机发生过载时,过载触点动作(SB4接通),此时指示灯HL6闪烁(1Hz),提示发生过载。若过2s后过载仍未消除,则带式输送机停止运行。当过载消除(SB4复位)后,指示灯HL6熄灭。按下起动按钮SB2,带式输送机重新按停止的状态继续运行,系统恢复正常。

当加工台并式供料机推料气缸推料发生堵塞时,推料气缸将自动复位并重新开始推料。若第二次仍发生堵塞,推料气缸复位,指示灯HL3闪烁(1Hz),提示推料气缸发生堵塞,其余指示灯全部熄灭,系统停止运行,操作者解除故障后重新按下起动按钮SB2恢复运行。

5) 突然断电的处理。设备应有停电保持能力,在遇到突然停电时,设备应能保持当前状态,当重新送电后,设备应按下SB2才能在停电状态上恢复运行。若在停电时,工件正在加工台进行装配,则送电后工件将被视为废品,由机械手将工件放到带式输送机,带式输送机在变频器的控制下以50Hz向右运行10s将工件送至废品箱。

3. 解题指导

(1) 系统的控制流程 系统的控制流程如图6-50所示。

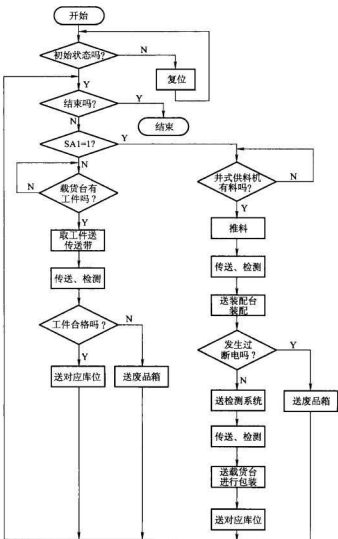


图 6-50 系统的控制流程

(2) 系统的 I/O 分配与变频器参数的设置 PLC 的 I/O 分配见表 6-30 和表 6-31; 变频器参数的设置见表 6-32。

表 6-30 一号 PLC (主机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ1A 相	X0	旋转编码器 A 相	MJ-2
SQ1B 相	X1	旋转编码器 B 相	MJ-3
SQ2	X2	机械手原点检测传感器	MJ-6
SQ3	X3	机械手限位检测传感器	MJ-9
SQ4	X4	井式供料机推料气缸原点检测传感器	MJ-11

(续)

符号	地址	注释	接线地址
SQ5	X5	井式供料机推料气缸限位传感器	MJ-13
SQ6	X6	井式供料机料块有无检测传感器	MJ-16
SQ7	X7	带式输送机位置 2 检测传感器	MJ-19
SQ8	X8	电感传感器	MJ-22
SQ9	X9	电容传感器	MJ-25
SQ10	XA	颜色传感器	MJ-28
SQ11	XB	机械手右转限位传感器	MJ-30
SQ12	XC	机械手左转限位传感器	MJ-32
SQ19	XE	载货台有无料检测传感器	MJ-49
SQ20	XF	带式输送机位置 1 检测传感器	MJ-52
SA1	X11	转换开关 SA1	MC-SA1-1
SB4	X12	三相同步电动机过载	MC-SB4-1
SB3	X13	工件清除确认键	MC-SB3-1
SB6	X14	复位按钮	MC-SB4-1
SB7	X15	急停按钮	MC-SB7-1
SB2	X16	启动按钮	MC-SB2-1
SB1	X17	停止按钮	MC-SB1-1
CW	Y0	机械手行走信号 CW (+)	MC-KA1-A2
CCW	Y1	机械手行走信号 CCW (-)	MC-KA2-A2
YV21	Y2	机械手右转气缸控制电磁阀	MJ-96
YV22	Y3	机械手左转气缸控制电磁阀	MJ-98
YV3	Y4	机械手下降气缸控制电磁阀	MJ-100
YV4	Y5	夹手气缸控制电磁阀	MJ-102
YV1	Y6	井式供料机推料气缸控制电磁阀	MJ-94
Inverter_Y	Y7	带式输送机向右传送	MQ-5
Inverter_Z	Y8	带式输送机向左传送	MQ-6
Inverter_ZS	Y9	带式输送机 35Hz 传送	MQ-7
Inverter_GS	YA	带式输送机 50Hz 传送	MQ-8
HL1	YB	指示灯 HL1	MC-HL1-2
HL2	YC	指示灯 HL2	MC-HL2-2
HL3	YD	指示灯 HL3	MC-HL3-2
HL4	YE	指示灯 HL4	MC-HL4-2
HA	YF	蜂鸣器	MC-HA-2

表 6-31 二号 PLC (从机) 的 I/O 分配

符号	地址	注释	接线地址
SQ13	X0	加工台有无装配件检测传感器	MJ-35
SQ14	X1	加工台推料气缸动作到位检测传感器	MJ-37
SQ15	X2	加工台进给托架回位检测传感器	MJ-39
BCD 码 01	X10	低位拨码器的设置	BCD 码 B00
BCD 码 02	X11	低位拨码器的设置	BCD 码 B01
BCD 码 03	X12	低位拨码器的设置	BCD 码 B02
BCD 码 04	X13	低位拨码器的设置	BCD 码 B03
BCD 码 11	X14	高位拨码器的设置	BCD 码 B10
BCD 码 12	X15	高位拨码器的设置	BCD 码 B11
BCD 码 13	X16	高位拨码器的设置	BCD 码 B12
BCD 码 14	X17	高位拨码器的设置	BCD 码 B13
YV5	Y0	加工台装配气缸控制电磁阀	MJ-104
YV6	Y1	加工台推料气缸控制电磁阀	MJ-106
YV7	Y2	加工台进给托架气缸控制电磁阀	MJ-108
HL5	Y4	指示灯 HL5	MC-HL5-2
HL6	Y5	指示灯 HL6	MC-HL6-2
LED 数码管 00	Y6	低位 LED 数码管显示	LED 数码管 B00
LED 数码管 01	Y7	低位 LED 数码管显示	LED 数码管 B01
LED 数码管 02	Y8	低位 LED 数码管显示	LED 数码管 B02
LED 数码管 03	Y9	低位 LED 数码管显示	LED 数码管 B03
LED 数码管 10	YA	高位 LED 数码管显示	LED 数码管 B10
LED 数码管 11	YB	高位 LED 数码管显示	LED 数码管 B11
LED 数码管 12	YC	高位 LED 数码管显示	LED 数码管 B12
LED 数码管 13	YD	高位 LED 数码管显示	LED 数码管 B13

表 6-32 变频器参数的设置

参数	设置值	参数	设置值
P01	0.2	P09	1.0
P02	0.2	P32	35.0
P08	5.0	P33	50.0

注：第一速为 15.0Hz。

(3) 气动原理 系统的气动原理如图 6-51 所示。

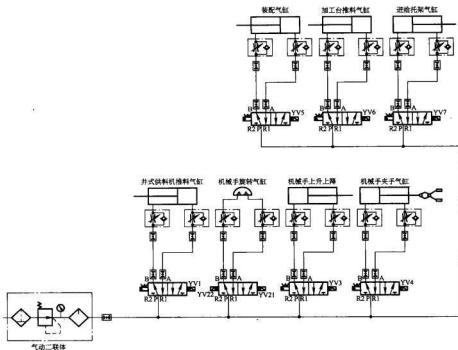


图 6-51 系统的气动原理

(4) 电气原理 系统的电气原理如图 6-52 和图 6-53 所示。

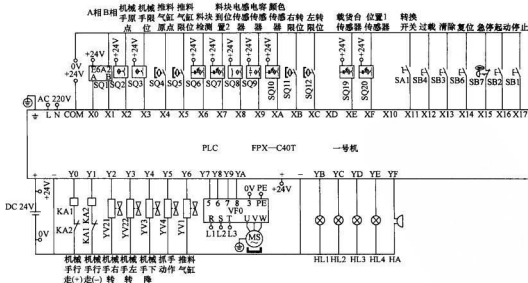


图 6-52 一号 PLC (主机) 电气原理

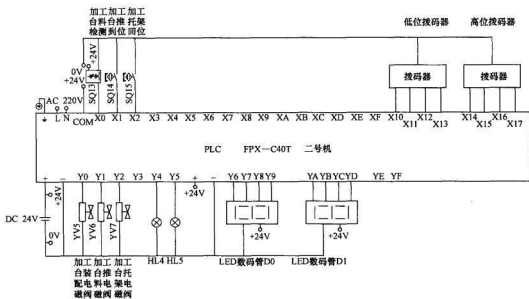


图 6-53 二号 PLC (从机) 电气原理

(5) 梯形图程序 编制的系统梯形图程序见光盘，路径为：第 6 章 \ 6.4 \ 试题二。

6.5 小结与作业

6.5.1 小结

机电设备的自动化控制存在着很大的差异，但其核心部件却没有离开 PLC，通过 PLC 及其外围设备的共同作用，即可完成设备所要求的功能。

本章以松下 PLC 结合变频器、触摸屏、传感器等外围器件，对实训任务加以综合练习，使读者重点了解 PLC 在自动控制方面的编程思路。在阅读的过程中，希望读者能够充分了解硬件设备的特性，掌握松下的优点，挖掘编程技巧，以达到能够灵活应用的目的。

本章的实训任务较大，在验证的过程中不可避免会出现一些异常的情况，其主要问题往往出现在电路连接和传感器上。当问题出现时，应首先检查硬件设备安装的正确性，其次检查电路连接是否有问题，最后，可利用软件的监视功能对设备进行监控。

在对程序进行理解时，可首先理解子程序的功能，然后对程序进行大概的阅读，掌握程序中使用的变量及标识位前后的影响，切不可脱离程序整体而对某些指令单独进行解释。为更好地理解程序，读者可首先归纳每个实训任务的注意事项，有些内容对于不同的程序是通用的，为不造成内容重复，每个问题只在章节中出现一次。

6.5.2 作业

1) 编写机械手调整程序，使其可用手动控制机械手的行走；当机械手停在某一位置时，可通过微机监视当前位置的脉冲数，从而利用所得的脉冲数值准确地控制机械手到达相

应的位置。

2) 编写程序实现设备开始工作前进行一次检查工作,以确认设备能按要求运行和动作。按下检测按钮后,按照井式供料机、机械手、一号台和二号台的顺序依次使相应位置的气缸完成一个周期的动作,然后带式输送机正向 10Hz 运行 2s,反向 10Hz 运行 2s,最后机械手自动从原点运行到终点,停留 1s 后返回原点,设备完成检查后,自动进入停止状态。

3) 修改 6.1.1 节程序,实现废品工件的计数,并通过数码管显示。

4) 机械手将一~二号库位中的工件分别放到带式输送机上,由三个传感器进行检测,然后按照要求放入三~四号库位。要求:三号库位存放装配铝件的工件,四号库位存放装配铁件的工件。

5) 将需要加工的毛坯放在载货台上,由机械手搬运到在一号台完成冲压,在二号台完成装配,然后再送到带式输送机上进行检测,检测结束后由机械手搬运,根据装配件的不同送入相应的库位。装配铝件的工件送入三号库位,装配铁件的工件送入四号库位。

6) 将 6.2.1 节题目中的直流电动机换为步进电动机,更改程序并调试,使其能够提高工作效率。

7) 初加工的工件由井式供料机、带式输送机和机械手传送,在工作台完成冲孔,冲孔结束后,在载货台进行检测,以决定工件被送入的库位(合格工件送入三号库位,不合格工件送入四号库位)。

8) 生产系统包括两道工序,系统交替完成两个工序,保证系统的最高效率。工序一:将载货台上的工件送入一号台进行冲孔。工序二:将工序一加工后的工件送二号台进行装配,装配后送入二号库位。

9) 初加工后的白色塑料和黑色塑料工件被送到带式传送终端,由机械手根据工件的颜色分别送到一号台和二号台进行装配。装配后的工件分别送到一号库位和二号库位。若下料时为两个颜色相同的工件,则第二个工件由机械手夹持到四号库位,并由指示灯提示补充上料。

10) 生产线可根据用户需要定量生产所需数量的产品,由拨码器确定生产数量。生产线运行后,从一号库位中取出毛坯件,在加工台进行装配,然后送到带式输送机上进行检测,如果产品合格则在包装台上进行包装并送入三号或四号库位(装配铁件的工件送入三号库位,装配铝件的工件送入四号库位),如果产品不合格则将废品送入废品箱。

附 录

附录 A PLC 运动控制系统中变频器与交流伺服电动机的参数设置

一、变频器参数的设置

松下变频器 (VFO) 的参数设置见表 A-1。

表 A-1 松下变频器的参数设置

NO.	功能名称	出厂数据	设定数据
★ P01	第一加速时间 (s)	05.0	0.2
★ P02	第一减速时间 (s)	05.0	0.2
P03	V/F 方式	50	
P04	V/F 曲线	0	
★ P05	力矩提升 (%)	05	10
P06	选择电子热敏功能	2	
P07	设定热敏继电器电流 (A)	*	
P08	选择运行指令	0	5
P09	频率设定信号	0	0
P10	反转锁定	0	
P11	停止模式	0	
P12	停止频率 (Hz)	00.5	
P13	DC 制动时间 (s)	000	
P14	DC 制动电平	00	
P15	最大输出频率 (Hz)	50.0	
P16	基底频率 (Hz)	50.0	
P17	防止过电流失速功能	1	
P18	防止过电压失速功能	1	
P19	选择 SW1 功能	0	
P20	选择 SW2 功能	0	
P21	选择 SW3 功能	0	
P22	选择 PWM 频率信号	0	
P23	PWM 信号平均次数	01	
P24	PWM 信号周期 (ms)	01.0	
P25	选择输出 TR 功能	0	
P26	选择输出 RY 功能	5	

(续)

NO.	功能名称	出厂数据	设定数据
P27	检测频率 (输出 TR)	00.5	
P28	检测频率 (输出 RY)	00.5	
★P29	点动频率 (Hz)	10.0	
★P30	点动加速时间 (s)	05.0	
★P31	点动减速时间 (s)	05.0	
★P32	第二速频率 (Hz)	20.0	
★P33	第三速频率 (Hz)	30.0	
★P34	第四速频率 (Hz)	40.0	
★P35	第五速频率 (Hz)	15.0	
★P36	第六速频率 (Hz)	25.0	
★P37	第七速频率 (Hz)	35.0	
★P38	第八速频率 (Hz)	45.0	
★P39	第二加速时间 (s)	05.0	
★P40	第二减速时间 (s)	05.0	
P41	第二基底频率 (Hz)	50.0	
★P42	第二力矩提升 (%)	05	
P43	第一跳跃频率 (Hz)	000	
P44	第二跳跃频率 (Hz)	000	
P45	第三跳跃频率 (Hz)	000	
P46	跳跃频率宽度 (Hz)	0	
P47	电流限流功能 (s)	00	
P48	启动方式	1	
P49	选择瞬间停止再次启动	0	
P50	待机时间 (s)	00.1	
P51	选择再试行	0	
P52	再试行次数	1	
P53	下限频率 (Hz)	00.5	
P54	上限频率 (Hz)	250	
P55	选择偏置/增益功能	0	
★P56	偏置频率 (Hz)	00.0	
★P57	增益频率 (Hz)	50	
P58	选择模拟·PWM 输出功能	0	
★P59	模拟·PWM 输出修正 (%)	100	
P60	选择监控	0	
P61	线速度倍率	03.0	
★P62	最大输出电压 (V)	000	

(续)

NO.	功能名称	出厂数据	设定数据
P63	OCS 电平 (%)	140	
★P64	载波频率 (kHz)	0.8	
P65	密码	000	
P66	设置数据清除 (初始化)	0	
P67	异常显示 1		
P68	异常显示 2		
P69	异常显示 3		
P70	异常显示 E Y		

注: ① 标有“★”的表示是在运行过程中可改变数据的参数。

② 标有“*”的为变频器的额定电流。

二、交流伺服电动机的设置

交流伺服电动机功能选择有关参数的设置见表 A-2。因子及时间常数的设置见表 A-3。自动增益调整有关参数的设置见表 A-4。第一功能和第二功能选择有关参数的设置见表 A-5。位置控制有关参数的设置见表 A-6。速度转矩控制有关参数的设置见表 A-7。逻辑顺序有关参数的设置见表 A-8。全闭环伺服驱动器有关参数的设置见表 A-9。

表 A-2 交流伺服电动机功能选择有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
*00	轴号	1		—
*01	LED 初始状态	1	*	—
*02	控制方式选择	1	0	—
*03	转矩限制输入无效	1		—
*04	驱动禁止输入无效	1		—
*05	速度设定内外选择	0		—
*06	零速输入选择	0		—
*07	速度监视 (SP) 选择	3		—
*08	转矩监视 (IM) 选择	0		—
*09	转矩限制中输出选择	0		—
*0A	零速检测输出选择	1		—
*0B	绝对式编码器设定	1		—
*0C	PS232C 波特率设定	2		—
*0D	RS485 波特率设定	2		—

表 A-3 因子及时间常数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
10	第一位置环增益	50		1/s
11	第一速度环增益	100		Hz
12	第一速度环积分时间常数	50		ms
13	第一速度检出滤波器	4		—

(续)

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
14	第一转矩滤波器时间常数	50		0.01ms
15	速度前馈	0		%
16	前馈滤波器时间常数	0		0.01ms
17	内部使用	---		—
18	第二位置环增益	50		1/s
19	第二速度环增益	100		Hz
1A	第二速度环积分时间常数	50		ms
1B	第二速度检出滤波器	4		—
1C	第二转矩滤波器时间常数	50		0.01ms
1D	陷波频率	1500		Hz
1E	陷波幅宽选择	2		—
1F	扰动转矩观测器	8		—

表 A-4 自动增益调整有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
20	惯量比	100		%
21	实时自动增益设定	0		—
22	机械刚性选择	2		—

表 A-5 第一功能和第二功能选择有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
30	第二增益选择	0		—
31	位置控制切换方式	0		—
32	位置控制切换延迟时间	0		166 μ s
33	位置控制切换水平	0		—
34	位置控制切换迟滞	0		—
35	位置环增益切换时间			(1 + 设定值) $\times 166\mu$ s
36	速度环切换方式	0		—
37	速度控制切换延迟时间	0		166 μ s
38	速度控制切换水平	0		—
39	速度控制切换迟滞	0		—
3A	转矩环切换方式	0		—
3B	转矩控制切换延迟时间	0		166 μ s
3C	转矩控制切换水平	0		—
3D	转矩控制切换迟滞	0		—

表 A-6 位置控制有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
*40	指令脉冲倍频设置	4		—
*41	指令脉冲逻辑取反	0	2	—
42	指令脉冲方式选择	1	3	—
43	指令脉冲禁止输入无效	1		—
44	每转输出脉冲数	2500		P/R
45	输出脉冲逻辑取反	0		—
46	第1指令脉冲分频分子	10000		—
47	第2指令脉冲分频分子	10000		—
48	第3指令脉冲分频分子	10000		—
49	第4指令脉冲分频分子	10000		—
4A	指令脉冲分频分子倍率	0		2*
4B	指令脉冲分频分母	10000	500	—
4C	平滑滤波器设置	1		—
4D	计数器清零输入方式	0		—

表 A-7 速度转矩控制有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
50	速度指令输入增益	500		(r/min)/V
51	速度指令输入逻辑取反	1		—
52	速度指令零漂调整	0		0.3mV
53	第1内部速度	0		r/min
54	第2内部速度	0		r/min
55	第3内部速度	0		r/min
56	第4内部速度	0		r/min
57	JOG速度设置	300		r/min
58	加速时间设置	0		2ms/kr/min
59	减速时间设置	0		2ms/kr/min
5A	S形加减速时间设置	0		2ms
5B	内部使用	—		—
5C	转矩指令输入增益	30		0.1V/100%
5D	转矩指令输入取反	0		—
5E	转矩限制设置	300		%

表 A-8 逻辑顺序有关参数的设置

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
60	定位完成范围	10		Pulse
61	零速	50		r/min
62	到达速度	1000		r/min
63	位置偏差过大设置	1875		1/256 Pulse

(续)

参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
64	位置偏差过大异常无效	0		—
65	主电源关断时欠电压报警触发选择	1		—
66	驱动禁止输入时动态制动器不动作	0		—
67	主电源关断时相关时序	0		—
68	伺服报警相关时序	0		—
69	伺服 OFF 时相关时序	0		—
6A	电动机停止时机械制动动作设置	0		2ms
6B	电动机运转时机械制动动作设置	0		2ms
* 6C	外部再生制动电阻选择			—

表 A-9 全闭环伺服驱动器有关参数的设置


参数号	参数名称	出厂设定	设定数据	单位
70	混合控制切换速度	10		r/min
71	混合控制切换时间	0		2ms
72	混合控制切换周期	10		2ms
73	混合控制偏差过大	10		外部反馈装置 分辨率
74	外部反馈分频分子	10000		—
75	外部反馈分频分子倍率	0		—
76	外部反馈分频分母	10000		—
77	反馈故障无效	1		—
78	脉冲输出选择	0		—
79	外部反馈脉冲输出分频分子	10000		—
7A	外部反馈脉冲输出分频分母	10000		—

附录 B PLC 运动控制系统中电气与气动元器件的图形符号

一、电气元器件的图形符号

常用电气元器件的图形符号见表 B-1。










表 B-1 常用电气元器件的图形符号

引用标准	图形符号	说 明	文字符号
GB/T4728.6—2008		电机的一般符号, 符号内的“·”用下述字母之一代替: C 表示旋转变流机, G 表示发电机, M 表示电动机, MG 表示能作为发电机或电动机使用的电机, MS 表示同步电动机	M








(续)

引用标准	图形符号	说明	文字符号
GB/T4728.6—2008		直流串励电动机	M
GB/T4728.6—2008		直流并励电动机	M
GB/T4728.6—2008		三相鼠笼式异步电动机	M
GB/T4728.6—2008		单相鼠笼式异步电动机	M
JB/T2739—2008		永磁直流电动机	M
GB/T4728.7—2008		动合(常开)触点本符号也可用作开关的一般符号	KA KM
GB/T4728.7—2008		动断(常闭)触点	KA KM
GB/T4728.7—2008		自动复位的手动按钮开关	SB
GB/T4728.7—2008		应急制动开关	SB
JB/T2739—2008		旋转开关、旋钮开关	SA

(续)

引用标准	图形符号	说 明	文字符号
GB/T4728. 7—2008		驱动器件, 一般符号 继电器线圈, 一般符号	KA
GB/T4728. 7—2008		接近传感器	S
GB/T4728. 7—2008		接近传感器器件 操作方法可以表示出来 示例: 容性接近传感器件	S
GB/T4728. 7—2008		接触传感器	S
GB/T4728. 7—2008		接触敏感开关	S
GB/T4728. 7—2008		接近开关	S
GB/T4728. 7—2008		磁性接近开关	S
GB/T4728. 7—2008		铁控接近开关	S
GB/T4728. 8—2008		灯, 一般符号; 信号灯, 一般符号 如果要求指示颜色, 则在靠近符号处标 出下列代码: RD—红, YE—黄, GN—绿, BU—蓝, WH—白	HL







(续)

引用标准	图形符号	说 明	文字符号
GB/T4728. 8—2008		闪光型信号灯	HL
GB/T4728. 8—2008		电铃	HA
GB/T4728. 8—2008		蜂鸣器	HA
JB/T2739—2008		直流稳压电源	U
JB/T2739—2008		变频器	U
JB/T2739—2008		程序控制装置	
JB/T2739—2008		电磁阀	YV

二、常用气动元器件的图形符号

常用气路连接及接头图形符号见表 B-2；常用气动控制方式图形符号见表 B-3；常用气动辅助元件图形符号见表 B-4；部分气泵、气缸、气马达图形符号见表 B-5；常用气动控制元件图形符号见表 B-6。

表 B-2 常用气路连接及接头的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
工作管路		直接排气口	
控制管路		带连排气口	
连接管路		带单向阀的快换接头	

(续)

名 称	图形符号	名 称	图形符号
交叉管路		不带单向阀的快换接头	
柔性管路		单通路旋转接头	

表 B-3 常用气动控制方式的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
按钮式人力控制		滚轮式机械控制	
手柄式人力控制		气压先导控制	
踏板式人力控制		电磁控制	
单向滚轮式机械控制		弹簧控制	
顶杆式机械控制		加压或泄压控制	
内部压力控制		外部压力控制	

表 B-4 常用气动辅助元件的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
气压源		压力表	
过滤器		空气过滤器	
分水排水器		空气干燥器	

(续)







名 称	图形符号	名 称	图形符号
蓄能器		气罐	
冷却器		加热器	
油雾器		消声器	

表 B-5 部分气泵、气缸、气马达的图形符号


























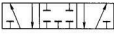

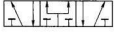


名 称	图形符号	名 称	图形符号
单向定量泵		摆动马达(气缸)	
单向定量马达		单作用外力复位气缸	
单向变量马达		单作用弹簧复位气缸	
双向定量马达		双作用单活塞杆气缸	
双向变量马达		双作用双活塞杆气缸	

表 B-6 常用气动控制元件的图形符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
直动型溢流阀		调速阀	
先导型溢流阀		直动型顺序阀	

(续)

名 称	图形符号	名 称	图形符号
直动型减压阀		不可调节节流阀	
先导型减压阀		可调节节流阀	
溢流减压阀		带消声器的节流阀	
二位二通换向阀		二位三通换向阀	
二位四通换向阀		二位五通换向阀	
三位四通换向阀		三位五通换向阀 (中位封闭型)	
三位五通换向阀 (中位加压型)		三位五通换向阀 (中位卸压型)	
单向阀		快排阀	

附录 C PLC 内部继电器、存储器及特殊内部继电器和寄存器数据

PLC 内部继电器、存储器区域及常数见表 C-1；特殊内部继电器见表 C-2；特殊数据寄存器见表 C-3。

表 C-1 继电器、存储器区域及常数

名 称	可使用存储器区域的点数·范围		功 能
	C14	C30、C40、C60	
继电器	外部输入 X	1760 点 (X0 ~ X109F)	通过外部的输入, 进行 ON/OFF 转换
	外部输出 Y	1760 点 (Y0 ~ Y109F)	向外部输出 ON/OFF
	内部继电器 R	4096 点 (R0 ~ R255F)	只能在程序中进行 ON/OFF 转换的继电器
	链接继电器 L	2048 点 (L0 ~ L127F)	PLC 之间链接时, 共同使用的继电器


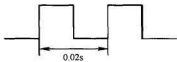
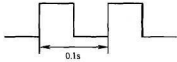
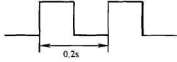
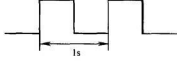
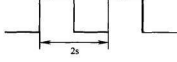
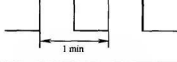
(续)

名称		可使用存储器区域的点数·范围		功能
		C14	C30、C40、C60	
继电器	定时器 T	1024 点 (T0 ~ T1007/C1008 ~ C1023)		定时器设定时间到达时为 ON。接点号与定时器的编号相对应
	计数器 C			计数器计数结束时为 ON。接点号与计数器的编号相对应
	特殊内部继电器 R	192 点 (R9000 ~ R911F)		以特定条件进行 ON/OFF, 作为标志等使用的继电器
存储器区域	外部输入 WX	110B (WX0 ~ WX109)		对外部输入, 以 16bit (1B) 为单位来表示
	外部输出 WY	110B (WY0 ~ WY109)		对外部输出, 以 16bit (1B) 为单位来表示
	内部继电器 WR	256B (WR0 ~ WR255)		对内部继电器, 以 16bit (1B) 为单位来表示
	链接继电器 WL	128B (WL0 ~ WL127)		对链接继电器, 以 16bit (1B) 为单位来表示
	数据寄存器 DT	12285B (DT0 ~ DT12284)	32765B (DT0 ~ DT32764)	为程序中使用的数据存储。以 16bit (1B) 为单位进行处理
	链接寄存器 LD	256B (LD0 ~ LD255)		PLC 之间链接时共有使用的数据存储。用 16bit (1B) 为单位使用
	定时器/计数器设定值区域 SV	1024B (SV0 ~ SV1023)		为存储定时器的目标值和计数器的设定值的数据存储器。与定时器/计数器的编号相对应
	定时器/计数器经过值区域 EV	1024B (EV0 ~ EV1023)		为存储定时器和计数器工作时的经过值的数据存储器。与定时器/计数器的编号相对应
	特殊数据寄存器 DT	374B (DT90000 ~ DT90373)		存储特定内容的数据存储器。存储各种设定或错误代码
	变址寄存器 I	14B (I0 ~ I13)		存储器区域的地址及用常数修订寄存器
常数	十进制常数 (整数型) K	- 32768 ~ 32767 (16bit 运算时)		
		- 2147483648 ~ 2147483647 (32bit 运算时)		
	16 进制常数 H	H0 ~ HFFFF (16bit 运算时)		
		H0 ~ HFFFFFFFF (32bit 运算时)		
十进制常数 (浮点数值) F	- 1.175494 × 10 ⁻³⁸ ~ - 3.402823 × 10 ³⁸			
	1.175494 × 10 ⁻³⁸ ~ 3.402823 × 10 ³⁸			

表 C-2 特殊内部继电器

继电器编号	名称	内容
R9000	自诊断错误标识	当自诊断错误发生时置 ON, 自检结果存储于 DT90000
R9001	未使用	
R9002	未使用	
R9003	未使用	
R9004	I/O 校验异常标识	当检测到 I/O 校验异常时置 ON
R9005	备份电池异常标识 (当前型)	当检测到电池异常时置 ON
R9006	备份电池异常标识 (保持型)	当检测到电池异常时置 ON 只要检测到电池异常, 即使恢复正常后也将保持 ON, 若切断电源或进行初始化操作后即变为 OFF
R9007	运算错误标识 (保持型) (ER 标识)	开始运行后, 若发生运算错误则置 ON, 运行期间被保持。发生错误的地址被存储在 DT90017 中 (显示最初发生的运算错误)
R9008	运算错误标识 (最新型) (ER 标识)	每当发生运算错误时置 ON。在 DT90018 中, 存储着发生运算错误的地址, 每次发生新的错误, 内容将被刷新
R9009	进位标识 (CY 标识)	发生运算结果上溢或下溢时, 或执行移位系统指令的结果, 该标识被置位
R900A	> 标识	执行比较指令, 若比较结果大, 则置 ON
R900B	= 标识	执行比较指令, 若比较结果相等, 则置 ON 执行比较指令, 若运算结果为 0, 则置 ON
R900C	< 标识	执行比较指令, 若比较结果小, 则置 ON
R900D	辅助定时器指令标识	执行辅助定时器指令 (F137/F183), 到达所设定的时间时, 置 ON。若执行条件变为 OFF, 则该标识置 OFF
R900E	工具端口通信异常	使用工具端口时, 若检测到通信异常, 则置 ON
R900F	固定扫描异常标识	在执行固定扫描时, 若扫描时间超过设定定时器 (系统寄存器 No. 34), 则置 ON, 在系统寄存器 No. 34 中, 当设定 0 时也会置 ON
R9010	常开继电器	始终处于 ON 状态
R9011	常闭继电器	始终处于 OFF 状态
R9012	扫描脉冲继电器	每个扫描周期交替 ON/OFF 动作
R9013	初始脉冲继电器 (ON)	运行 (RUN) 开始后的第一个扫描周期为 ON, 从第 2 个扫描周期开始变为 OFF
R9014	初始脉冲继电器 (OFF)	运行 (RUN) 开始后的第一个扫描周期为 OFF, 从第二个扫描周期开始变为 ON
R9015	步进程序 初始脉冲继电器 (ON)	进行步进梯形图控制时, 仅在一个工程启动后的第一个扫描周期为 ON
R9016	未使用	
R9017	未使用	

(续)

继电器编号	名称	内容
R9018	0.01s 时钟脉冲继电器	以 0.01s 为周期的时钟脉冲 
R9019	0.02s 时钟脉冲继电器	以 0.02s 为周期的时钟脉冲 
R901A	0.1s 时钟脉冲继电器	以 0.1s 为周期的时钟脉冲 
R901B	0.2s 时钟脉冲继电器	以 0.2s 为周期的时钟脉冲 
R901C	1s 时钟脉冲继电器	以 1s 为周期的时钟脉冲 
R901D	2s 时钟脉冲继电器	以 2s 为周期的时钟脉冲 
R901E	1min 时钟脉冲继电器	以 1min 为周期的时钟脉冲 
R901F	未使用	
R9020	RUN 模式标识	若转换到 PROG. 模式, 则置 OFF。若转换到 RUN 模式, 则置 ON
R9021	未使用	
R9022	未使用	
R9023	未使用	
R9024	未使用	
R9025	未使用	
R9026	有信息标识	若执行信息显示指令 (F149), 则置 ON

(续)

继电器编号	名称	内容
R9027	未使用	
R9028	未使用	
R9029	强制中标识	正在对输入输出继电器、定时器/计数器接点等进行强制 ON/OFF 时置 ON
R902A	中断中标识	当外部中断被许可时置 ON
R902B	中断异常标识	当发生中断异常时置 ON
R902C	未使用	
R902D	未使用	
R902E	未使用	
R902F	未使用	
R9030	未使用	
R9031	未使用	
R9032	COM1 端口通信模式标识	使用通用通信功能时置 ON; 使用通用通信以外的功能时置 OFF
R9033	打印指令执行中标识	OFF: 未执行 ON: 执行中
R9034	RUN 中改写结束标识	只在 RUN 中, 改写结束后, 最初的第一个扫描周期中, 置 ON 的特殊内部继电器
R9035	未使用	
R9036	未使用	
R9037	COM1 端口通信异常标识	在进行数据通信时, 若发生传送错误, 则置 ON。在执行 F159 (MTRN) 指令时, 若要求发送, 则置 OFF
R9038	COM1 端口通用通信时的接收完成标识	在进行通用通信时, 若接收到终端代码, 则置 ON
R9039	COM1 端口通用通信时的发送完成标识	在进行通用通信时, 若结束发送, 则置 ON。在进行通用通信时, 若要求发送, 则置 OFF
R903A	未使用	
R903B	未使用	
R903C	未使用	
R903D	未使用	
R903E	TOOL 端口通用通信时的接收完成标识	在进行通用通信时, 若接收到终端代码, 则置 ON
R903F	TOOL 端口通用通信时的发送完成标识	在进行通用通信时, 若结束发送, 则置 ON。在进行通用通信时, 若要求发送, 则置 OFF
R9040	未使用	
R9041	COM1 端口 PC (PLC) 链接标识	PC (PLC) 链接功能使用时, 则置 ON

(续)

继电器编号	名称	内容
R9042	COM2 端口通信模式标识	使用通用通信功能时为 ON。使用通用通信功能以外的其他功能时为 OFF
R9043	未使用	
R9044	COM1 端口可执行 SEND/RECV 指令标识	表示可执行/不能执行相对于 COM1 端口的 F145 (SEND) 或 F146 (RECV) 指令。OFF: 不可执行 (指令执行中), ON: 可执行
R9045	COM1 端口 SEND/RECV 指令执行完成标识	表示执行相对于 COM1 端口的 F145 (SEND) 或 F146 (RECV) 指令的状态, 错误代码被存储在 DT90124 中。OFF: 正常结束, ON: 异常结束 (发生通信错误)
R9046	未使用	
R9047	COM2 端口通信异常标识	在进行数据通信时, 若发生传送错误, 则置 ON 在执行 F159 (MTRN) 指令时, 若要求发送, 则置 OFF
R9048	COM2 端口通用通信时的接收完成标识	在进行通用通信时, 若接收到终端代码, 则置 ON
R9049	COM2 端口通用通信时的发送完成标识	在进行通用通信时, 若结束发送, 则置 ON。在进行通用通信时, 若要求发送, 则置 OFF
R904A	COM2 端口可执行 SEND/RECV 指令标识	表示可以执行/不能执行相对于 COM2 端口的 F145 (SEND) 或 F146 (RECV) 指令。OFF: 不可执行 (指令执行中), ON: 可执行
R904B	COM2 端口 SEND/RECV 指令执行完成标识	表示执行相对于 COM2 端口的 F145 (SEND) 或 F146 (RECV) 指令的状态, 错误代码被存储在 DT90125 中。OFF: 正常结束, ON: 异常结束 (发生通信错误)
R904C - R904F	未使用	
R9050	MEWNET—W0, PC (PLC) 链接传送异常标识	MEWNET—W0 使用时, 在 PC (PLC) 链接发生传送异常时, 则置 ON 在 PC (PLC) 链接区域设定异常时, 则置 ON
R9051 - R905F	未使用	
R9060	MEW- NET— W0, PC (PLC) 链接 0 用 传 送 保 证 继 电 器	单元 No. 1 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9061		单元 No. 2 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9062		单元 No. 3 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9063		单元 No. 4 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9064		单元 No. 5 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9065		单元 No. 6 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF

(续)

继电器编号	名称	内容
R9066	MEW- NET— WO, PC (PLC) 链接 0 用传送 保证继 电器	单元 No. 7 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9067		单元 No. 8 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9068		单元 No. 9 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9069		单元 No. 10 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906A		单元 No. 11 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906B		单元 No. 12 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906C		单元 No. 13 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906D		单元 No. 14 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906E		单元 No. 15 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R906F		单元 No. 16 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9070	MEW- NET— WO, PC (PLC) 链接 0 用动作 模式	单元 No. 1 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9071	继 电 器	单元 No. 2 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9072		单元 No. 3 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9073		单元 No. 4 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9074		单元 No. 5 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9075		单元 No. 6 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF

(续)

继电器编号	名 称	内 容
R9076	继 电 器	单元 No. 7 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9077		单元 No. 8 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9078		单元 No. 9 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9079		单元 No. 10 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907A		单元 No. 11 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907B		单元 No. 12 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907C		单元 No. 13 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907D		单元 No. 14 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907E		单元 No. 15 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R907F		单元 No. 16 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9080	MEW- NET— W0, PC (PLC) 链 接 1 用 传 送 保 证 继 电 器	单元 No. 1 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9081		单元 No. 2 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9082		单元 No. 3 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9083		单元 No. 4 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9084		单元 No. 5 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9085		单元 No. 6 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF
R9086		单元 No. 7 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF

(续)

继电器编号	名称	内容	
R9087	MEW- NET— W0, PC (PLC) 链接 1 用传送 保证继 电器	单元 No. 8 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R9088		单元 No. 9 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R9089		单元 No. 10 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908A		单元 No. 11 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908B		单元 No. 12 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908C		单元 No. 13 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908D		单元 No. 14 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908E		单元 No. 15 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R908F		单元 No. 16 在 PC (PLC) 链接模式下正常通信时置 ON 在停止状态、发生异常或 PC (PLC) 之间未链接时置 OFF	
R9090		MEW- NET— W0, PC (PLC) 链接 1 用动作 模式继 电器	单元 No. 1 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9091			单元 No. 2 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9092			单元 No. 3 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9093			单元 No. 4 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9094			单元 No. 5 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9095			单元 No. 6 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9096			单元 No. 7 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF
R9097	单元 No. 8 在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF		

(续)

继电器编号	名 称		内 容	
R9098	MEW- NET— W0, PC (PLC) 链 接 1 用 动 作 模 式 继 电 器	单元 No. 9	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R9099		单元 No. 10	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909A		单元 No. 11	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909B		单元 No. 12	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909C		单元 No. 13	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909D		单元 No. 14	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909E		单元 No. 15	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R909F		单元 No. 16	在 RUN 模式时置 ON 在 PROG. 模式时置 OFF	
R910D - R910F	未使用			
R9110	控制中 标识	HSC—CH0	在执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令中置 ON。F166 (HC1S)、 F167 (HC1R) 动作完成时置 OFF	
R9111		HSC—CH1		
R9112		HSC—CH2		
R9113		HSC—CH3		
R9114	控制中 标识	HSC—CH4	在执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令中置 ON。F166 (HC1S)、 F167 (HC1R) 动作完成时置 OFF	
R9115		HSC—CH5		
R9116		HSC—CH6		
R9117		HSC—CH7		
R9118		HSC—CH8		
R9119		HSC—CH9		
R911A		HSC—CHA		
R911B		HSC—CHB		
R911C		PLS—CH0		用 F171 (SPDH)、F172 (PLSH)、F173 (PVMH)、F174 (SPOH) 指令 进行脉冲输出时置 ON
R911D		PLS—CH1		
R911E	未使用			
R911F	未使用			

表 C-3 特殊数据寄存器

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90000	自诊断错误代码	当发生自诊断错误时, 存储错误代码	○	×
DT90001	未使用		×	×
DT90002	功能扩展插卡 I/O 错误发生位置	<p>当功能扩展插卡的 I/O 板发生异常时, 与该板相对应的位置 ON</p> <p>ON (1): 异常 OFF (0): 正常</p>	○	×
DT90003	未使用		×	×
DT90004	未使用		×	×
DT90005	未使用		×	×
DT90006	功能扩展插卡异常的发生位置	<p>当功能扩展插卡的高功能板发生异常时, 与该板相对应的位置 ON</p> <p>ON (1): 异常 OFF (0): 正常</p>	○	×
DT90007	未使用		×	×
DT90008	未使用		×	×
DT90009	COM2 通信异常标识	保存使用 COM2 端口时的异常内容	○	×
DT90010	FP-X 扩展 I/O 校对异常单元的位置	<p>FP-X 扩展 I/O 单元的安装状态, 在电源 ON 状态下发生变化时, 对应安装单元 No. 的位置 ON (1) 用 BIN 显示监控</p> <p>ON (1): 异常 OFF (0): 正常</p>	○	×
DT90011	功能扩展插卡校对异常单元的位置	<p>FP-X 功能扩展插卡的安装状态, 在电源 ON 状态下发生变化时, 对应安装单元 No. 的位置 ON (1) 用 BIN 显示监控</p> <p>ON (1): 异常 OFF (0): 正常</p>	○	×
DT90012	未使用		×	×
DT90013	未使用		×	×
DT90014	数据移位指令的运算辅助寄存器	对数据移位指令 F105 (BSR) 或者 F106 (BSL) 执行后, 被移出的 1digit 存放在位 0 ~ 位 3 中执行 F0 (MV) 指令, 可进行值的读取与写入	○	○
DT90015	除法指令的运算辅助寄存器	在执行 16 位除法运算指令 F32 (%), F52 (B%) 时, 余数 16 位被存储到 DT90015	○	○
DT90016		在执行 32 位除法运算指令 F33 (D%), F53 (DB%) 时, 余数 32 位被存储到 DT90015 ~ DT90016 中 执行 F0 (MV) 指令, 可读取或写入其值	○	○

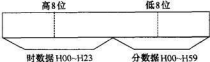
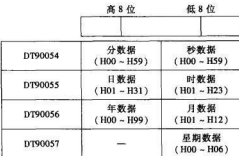
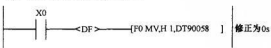
(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90017	运算错误发生地址 (保持型)	开始运算后, 最初发生运算错误的地址被存储。请以十进制显示进行监控	○	×
DT90018	运算错误发生地址 (最新型)	发生运算错误的地址被存储。每次发生错误时都会更新。在扫描开始处为 0。请以十进制显示进行监控	○	×
DT90019	2.5ms 环形计数器	所存储的值每 2.5ms 被加 1, 范围为 H0 ~ HFFFF 2 点值之差 (绝对值) $\times 2.5\text{ms} = 2$ 点间的经过时间	○	×
DT90020	10 μs 环形计数器	所存储的值每 10.24 μs 被加 1, 范围为 H0 ~ HFFFF 2 点值之差 (绝对值) $\times 10.24\mu\text{s} = 2$ 点间的经过时间	○	×
DT90021	未使用		×	×
DT90022	扫描时间 (当前值)	扫描时间的当前值被存储 [存储值 (十进制)] $\times 0.1\text{ms}$ 例: 为 K50 时, 表示 5ms 以内	○	×
DT90023	扫描时间 (最小值)	扫描时间的最小值被存储 [存储值 (十进制)] $\times 0.1\text{ms}$ 例: 为 K50 时, 表示 5ms 以内	○	×
DT90024	扫描时间 (最大值)	扫描时间的最大值被存储 [存储值 (十进制)] $\times 0.1\text{ms}$ 例: 为 K125 时, 表示 12.5ms 以内	○	×
DT90025	中断允许 (屏蔽) 状态 (INT0 ~ 13)	由 ICTL 指令设定的内容被存储, 请用 BIN 显示进行监控  1: 允许 0: 禁止	○	×
DT90026	未使用		×	×
DT90027	定时中断的间隔 (INT24)	由 ICTL 指令设定的内容被存储 K0: 不使用定时中断 K1 ~ K3000; 0.5ms ~ 1.5s 或者 10ms ~ 30s	○	×
DT90028	未使用		×	×
DT90029	未使用		×	×
DT90030	信息 0	存储在信息显示指令 (F149) 中设定的内容 (字符)	○	×
DT90031	信息 1			
DT90032	信息 2			
DT90033	信息 3			
DT90034	信息 4			
DT90035	信息 5			
DT90036	未使用		×	×

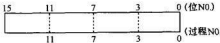
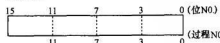
(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90037	查找指令用运算辅助寄存器	在执行 F96 (SRC) 指令时, 与查找数据一致的个数被存储	○	×
DT90038	查找指令用运算辅助寄存器	在执行 F96 (SRC) 指令时, 第一个一致的相对位置被存储	○	×
DT90039	未使用		×	×
DT90040	可调电位器输入 V0	可调电位器的值 (K0 ~ K1000) 被存储采用用户程序从数据寄存器中读取, 可以应用于模拟定时器等 V0 → DT90040 V1 → DT90041	○	×
DT90041	可调电位器输入 V1			
DT90042	可调电位器输入 V2	仅限 C60	○	×
DT90043	可调电位器输入 V3	可调电位器的值 (K0 ~ K1000) 被存储 采用用户程序从数据寄存器中读取, 可以应用于模拟定时器等 V2 → DT90042 V3 → DT90043	○	×
DT90044	系统使用	在系统中使用	○	×
DT90045	未使用		×	×
DT90046	未使用		×	×
DT90047	未使用		×	×
DT90048	未使用		×	×
DT90049	未使用		×	×
DT90050	未使用		×	×
DT90051	未使用		×	×
DT90052	高速计数器脉冲输出、控制标识	<p>通过 MV 指令 (FD) 写入数值, 可进行高速计数器的复位、计数的禁止、高速计数器指令的继续及清除 控制代码的指定如下:</p> <p>CH 指定 [HSC]0~3:CH0~CHB [PLS]0,2:CH0,CH1</p> <p>[PLS] 近原点输入: 0:无效, 1:有效</p> <p>[HSC] 高速计数命令的清除: 0:继续, 1:清除 [PLS] 脉冲输出: 0:继续, 1:停止</p> <p>[HSC] 复位输入设定 (注): 0:无效, 1:有效</p> <p>[HSC][PLS] 计数: 0:允许, 1:禁止</p> <p>[HSC][PLS] 软件复位: 0:不执行, 1:执行</p>	×	○

(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入													
DT90053	日历时钟监控 (时·分)	存放日历时钟的时·分数据 只能读出,不能写入 	○	×													
DT90054	日历时钟(分·秒)	存放日历时钟的年·月·日·时·分·秒·星期数据 内置日历时钟可对应2099年,同时对应同年 通过使用编程工具或者使用传送指令(F0)的程序对日历时钟进行设定(调整时间)	○	○													
DT90055	日历时钟(日·时)																
DT90056	日历时钟(年·月)																
DT90057	日历时钟(星期)																
		 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>高8位</th> <th>低8位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DT90054</td> <td>分数据 (H00~H59)</td> <td>秒数据 (H00~H59)</td> </tr> <tr> <td>DT90055</td> <td>日数据 (H01~H31)</td> <td>时数据 (H01~H23)</td> </tr> <tr> <td>DT90056</td> <td>年数据 (H00~H99)</td> <td>月数据 (H01~H12)</td> </tr> <tr> <td>DT90057</td> <td>—</td> <td>星期数据 (H00~H06)</td> </tr> </tbody> </table>		高8位	低8位	DT90054	分数据 (H00~H59)	秒数据 (H00~H59)	DT90055	日数据 (H01~H31)	时数据 (H01~H23)	DT90056	年数据 (H00~H99)	月数据 (H01~H12)	DT90057	—	星期数据 (H00~H06)
	高8位	低8位															
DT90054	分数据 (H00~H59)	秒数据 (H00~H59)															
DT90055	日数据 (H01~H31)	时数据 (H01~H23)															
DT90056	年数据 (H00~H99)	月数据 (H01~H12)															
DT90057	—	星期数据 (H00~H06)															
DT90058	日历时钟时间设定及30s修正寄存器	用于内置日历时钟的时间调整 在程序中进行时间的调整 若将DT90058的最高位置1后,则转到由F0指令写入DT90054~DT90057的时间。执行时间调整后,DT90058被清除为0。不能执行F0以外的指令 例:当X0为ON时,将时间调整为5d12h0min0s  注意:当使用编程工具改写了DT90054~DT90057的值时,则调整为当时写入的时间,因此,不要对DT90058进行写入 修正30s以内的偏差 如果将DT90058的最低位置1后,向前或向后调整使时间恰好为0s 执行修正之后,DT90058被清除为0 例:当X0为ON时,修正为0s  在执行时,当为0~29s时则调慢,30~59s时则调快 在上例中,如果是5min29s,就变成5min0s;如果是5min35s,变成6min0s	○	○													

(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90059	串行通信异常代码	发生通信错误时,保存异常代码。	x	x
DT90060	步进程序过程 (0~15)	<p>表示步进程序过程的启动状态。过程启动后,与其过程 No. 对应的位被置 ON</p> <p>用 BIN 显示进行监控</p> <p>例: DT90060</p>  <p>可使用编程工具写入数据</p>	○	○
DT90061	步进程序过程 (16~31)			
DT90062	步进程序过程 (32~47)			
DT90063	步进程序过程 (48~63)			
DT90064	步进程序过程 (64~79)			
DT90065	步进程序过程 (80~95)			
DT90066	步进程序过程 (96~111)			
DT90067	步进程序过程 (112~127)			
DT90068	步进程序过程 (128~143)			
DT90069	步进程序过程 (144~159)			
DT90070	步进程序过程 (160~175)			
DT90071	步进程序过程 (176~191)			
DT90072	步进程序过程 (192~207)			
DT90073	步进程序过程 (208~223)			
DT90074	步进程序过程 (224~239)			
DT90075	步进程序过程 (240~255)			
DT90076	步进程序过程 (256~271)			
DT90077	步进程序过程 (272~287)			
DT90078	步进程序过程 (288~303)			
DT90079	步进程序过程 (304~319)			
DT90080	步进程序过程 (320~335)			
DT90081	步进程序过程 (336~351)			
DT90082	步进程序过程 (352~367)			
DT90083	步进程序过程 (368~383)	<p>表示步进程序过程的启动状态。过程启动后,与其过程 No. 对应的位被置 ON</p> <p>用 BIN 显示进行监控</p> <p>例: DT90060</p>  <p>可使用编程工具写入数据</p>	○	○
DT90084	步进程序过程 (384~399)			
DT90085	步进程序过程 (400~415)			
DT90086	步进程序过程 (416~431)			
DT90087	步进程序过程 (432~447)			
DT90088	步进程序过程 (448~463)			
DT90089	步进程序过程 (464~479)			
DT90090	步进程序过程 (480~495)			
DT90091	步进程序过程 (496~511)			
DT90092	步进程序过程 (512~527)			
DT90093	步进程序过程 (528~543)			
DT90094	步进程序过程 (544~559)			
DT90095	步进程序过程 (560~575)			
DT90096	步进程序过程 (576~591)			
DT90097	步进程序过程 (592~607)			

(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90098	步进程序过程 (608 ~ 623)	<p>表示步进程序过程的启动状态。过程启动后, 与其过程 No. 对应的位被置 ON</p> <p>用 BIN 显示进行监控</p> <p>例: DT90060</p> <p>DT90100</p> <p>1: 启动中 0: 停止中</p> <p>可使用编程工具写入数据</p>	○	○
DT90099	步进程序过程 (624 ~ 639)		○	○
DT90100	步进程序过程 (640 ~ 655)		○	○
DT90101	步进程序过程 (656 ~ 671)			
DT90102	步进程序过程 (672 ~ 687)			
DT90103	步进程序过程 (688 ~ 703)			
DT90104	步进程序过程 (704 ~ 719)			
DT90105	步进程序过程 (720 ~ 735)			
DT90106	步进程序过程 (736 ~ 751)			
DT90107	步进程序过程 (752 ~ 767)			
DT90108	步进程序过程 (768 ~ 783)			
DT90109	步进程序过程 (784 ~ 799)			
DT90110	步进程序过程 (800 ~ 815)			
DT90111	步进程序过程 (816 ~ 831)			
DT90112	步进程序过程 (832 ~ 847)			
DT90113	步进程序过程 (848 ~ 863)			
DT90114	步进程序过程 (864 ~ 879)			
DT90115	步进程序过程 (880 ~ 895)			
DT90116	步进程序过程 (896 ~ 911)			
DT90117	步进程序过程 (912 ~ 927)			
DT90118	步进程序过程 (928 ~ 943)			
DT90119	步进程序过程 (944 ~ 959)			
DT90120	步进程序过程 (960 ~ 975)			
DT90121	步进程序过程 (976 ~ 991)			
DT90122	步进程序过程 (992 ~ 999) (高位字节未使用)			
DT90123	未使用			
DT90124	COM1 用 SEND/RECV 结束代码	有关详细情况, 参照 F145、F146		
DT90125	COM2 用 SEND/RECV 结束代码	有关详细情况, 参照 F145、F146	×	×
DT90126	强制输入输出单元 No.	在系统中使用		
DT90127 ~ DT90139	未使用			
DT90140	MEWNET—W0 PC (PLC) 链接状态	PC (PLC) 链接的接收次数	○	×
DT90141		PC (PLC) 链接的接收间隔 (当前值) (×2.5ms)		
DT90142		PC (PLC) 链接的接收间隔 (最小值) (×2.5ms)		
DT90143		PC (PLC) 链接的接收间隔 (最大值) (×2.5ms)		
DT90144		PC (PLC) 链接的发送次数		
DT90145		PC (PLC) 链接的发送间隔 (当前值) (×2.5ms)		
DT90146		PC (PLC) 链接的发送间隔 (最小值) (×2.5ms)		
DT90147		PC (PLC) 链接的发送间隔 (最大值) (×2.5ms)		

(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90148	MEWNET—W0 PC (PLC) 链接 S1 状态	PC (PLC) 链接 S1 的接收次数	○	×
DT90149		PC (PLC) 链接 S1 的接收间隔 (当前值 × 2.5ms)		
DT90150		PC (PLC) 链接 S1 的接收间隔 (最小值 × 2.5ms)		
DT90151		PC (PLC) 链接 S1 的接收间隔 (最大值 × 2.5ms)		
DT90152		PC (PLC) 链接 S1 的发送次数		
DT90153		PC (PLC) 链接 S1 的发送间隔 (当前值 × 2.5ms)		
DT90154		PC (PLC) 链接 S1 的发送间隔 (最小值 × 2.5ms)		
DT90155		PC (PLC) 链接 S1 的发送间隔 (最大值 × 2.5ms)		
DT90156	MEWNET—W0	PC (PLC) 链接接收间隔测定用工作	○	×
DT90157	PC (PLC) 链接状态	PC (PLC) 链接发送间隔测定用工作	○	×
DT90158	MEWNET—W0	PC (PLC) 链接 S1 接收间隔测定用工作	○	×
DT90159	PC (PLC) 链接 S1 状态	PC (PLC) 链接 S1 发送间隔测定用工作	○	×
DT90160	MEWNET—W0 PC (PLC) 链接单元 No.	保存 PC (PLC) 链接的单元 No.	○	×
DT90161	MEWNET—W0 PC (PLC) 链接异常标识	保存 PC (PLC) 链接的异常内容	○	×
DT90162 ~ DT90169	未使用			
DT90170	MEWNET—W0 PC (PLC) 链接状态	PC (PLC) 链接地址的重复目标	○	×
DT90171		令牌丢失次数		
DT90172		检测到多重令牌的次数		
DT90173		信号丢失次数		
DT90174		接收到未定义指令的次数		
DT90175		接收过程中总检查错误的次数		
DT90176		接收过程中数据格式错误的次数		
DT90177		发生传送异常的次数		
DT90178		发生处理程序错误的次数		
DT90179		发生主站重叠的次数		
DT90180 ~ DT90189	未使用		×	×
DT90190	未使用		×	×
DT90191	未使用		×	×
DT90192	未使用		×	×
DT90193	未使用		×	×
DT90194 ~ DT90218	未使用		×	×
DT90219	DT90220 ~ DT90247 的站号切换	0: 站号 1~8; 1: 站号 9~16	○	×

(续)

寄存器编号	名称	内容	读取	写入
DT90220	PC (PLC) 链接站号 1 或 9	系统寄存器 40 和 41	○	x
DT90221		系统寄存器 42 和 43		
DT90222		系统寄存器 44 和 45		
DT90223		系统寄存器 46 和 47		
DT90224	PC (PLC) 链接站号 2 或 10	系统寄存器 40 和 41		
DT90225		系统寄存器 42 和 43		
DT90226		系统寄存器 44 和 45		
DT90227		系统寄存器 46 和 47		
DT90228	PC (PLC) 链接站号 3 或 11	系统寄存器 40 和 41		
DT90229		系统寄存器 42 和 43		
DT90230		系统寄存器 44 和 45		
DT90231		系统寄存器 46 和 47		
DT90232	PC (PLC) 链接站号 4 或 12	系统寄存器 40 和 41	○	x
DT90233		系统寄存器 42 和 43		
DT90234		系统寄存器 44 和 45		
DT90235		系统寄存器 46 和 47		
DT90236	PC (PLC) 链接站号 5 或 13	系统寄存器 40 和 41		
DT90237		系统寄存器 42 和 43		
DT90238		系统寄存器 44 和 45		
DT90239		系统寄存器 46 和 47		
DT90240	PC (PLC) 链接站号 6 或 14	系统寄存器 40 和 41		
DT90241		系统寄存器 42 和 43		
DT90242		系统寄存器 44 和 45		
DT90243		系统寄存器 46 和 47		
DT90244	PC (PLC) 链接站号 7 或 15	系统寄存器 40 和 41		
DT90245		系统寄存器 42 和 43		
DT90246		系统寄存器 44 和 45		
DT90247		系统寄存器 46 和 47		
DT90248	PC (PLC) 链接站号 8 或 16	系统寄存器 40 和 41	○	x
DT90249		系统寄存器 42 和 43		
DT90250		系统寄存器 44 和 45		
DT90251		系统寄存器 46 和 47		
DT90252	未使用			
DT90253	未使用			
DT90254	未使用		x	x
DT90255	未使用			
DT90256	未使用		x	x

本站号的 PC (PLC) 链接功能的相关系统寄存器的设置内容保存如下:
例: DT90219 为 0 时

DT90220
DT90223
(站号1)

高位字节	低位字节
┆	┆

系统寄存器
40,42,44,46
的设置内容

系统寄存器
41,43,45,47
的设置内容

本站的系统寄存器 46 为标准设定的情况下, 左述 46、47 将复制本站的值
本站的系统寄存器 46 为反转设定的情况下, 相当于左述本站的部分 40-45、47 被设定为 50-55、57, 而 46 保持不变
另外, 相当于其他站的部分 40-45 为对接收值进行校正后的值, 而 46、47 则被设定为本站的 46 和 57

(续)

寄存器编号	名称			内容	读取	写入	
DT90300	经过值 区域	低位字	HSC - CH0	为主机输入 (X0) 或 (X0、X1) 的计数区域	○	○	
DT90301		高位字			○	○	
DT90302	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90303		高位字				○	○
DT90304	经过值 区域	低位字	HSC - CH1	为主机输入 (X1) 的计数区域	○	○	
DT90305		高位字			○	○	
DT90306	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90307		高位字				○	○
DT90308	经过值 区域	低位字	HSC - CH2	为主机输入 (X2) 或 (X2、X3) 的计数区域	○	○	
DT90309		高位字			○	○	
DT90310	目标值 区域	低位字	HSC - CH2	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○	
DT90311		高位字			○	○	
DT90312	经过值 区域	低位字	HSC - CH3	为主机输入 (X3) 的计数区域	○	○	
DT90313		高位字			○	○	
DT90314	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90315		高位字				○	○
DT90316	经过值 区域	低位字	HSC - CH4	为主机输入 (X4) 或 (X4、X5) 的计数区域	○	○	
DT90317		高位字			○	○	
DT90318	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90319		高位字				○	○
DT90320	经过值 区域	低位字	HSC - CH5	为主机输入 (X5) 的计数区域	○	○	
DT90321		高位字			○	○	
DT90322	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90323		高位字				○	○
DT90324	经过值 区域	低位字	HSC - CH6	为主机输入 (X6) 或 (X6、X7) 的计数区域	○	○	
DT90325		高位字			○	○	
DT90326	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90327		高位字				○	○
DT90328	经过值 区域	低位字	HSC - CH7	为主机输入 (X7) 的计数区域	○	○	
DT90329		高位字			○	○	
DT90330	目标值 区域	低位字	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○		
DT90331	目标值 区域	高位字	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○		
DT90332	经过值 区域	低位字	HSC - CH8	脉冲输入输出插卡输入 (X0) 或 (X0、X1) 的计数 区域	○	○	
DT90333		高位字			○	○	
DT90334	目标值 区域	低位字			执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目 标值	○	○
DT90335		高位字				○	○
DT90336	经过值 区域	低位字	HSC - CH9	脉冲输入输出插卡输入 (X1) 的计数区域	○	○	
DT90337		高位字			○	○	

(续)

寄存器编号	名 称			内 容	读取	写入
DT90338	目标值 区域	低位字	HSC - CH9	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目标值	○	○
DT90339		高位字			○	○
DT90340	经过值 区域	低位字	HSC - CHA	脉冲输入输出插卡输入 (X3 或 X4) 的计数区域	○	○
DT90341		高位字			○	○
DT90342	目标值 区域	低位字	HSC - CHA	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目标值	○	○
DT90343		高位字			○	○
DT90344	经过值 区域	低位字	HSC - CHB	脉冲输入输出插卡输入 (X4) 的计数区域	○	○
DT90345		高位字			○	○
DT90346	目标值 区域	低位字	HSC - CHB	执行 F166 (HC1S)、F167 (HC1R) 指令时, 设定目标值	○	○
DT90347		高位字			○	○
DT90348	经过值 区域	低位字	PLS - CH0	脉冲输入输出插卡输出 (Y0、Y1) 的计数区域	○	○
DT90349		高位字			○	○
DT90350	目标值 区域	低位字	PLS - CH0	执行 F171 (SPDH)、F172 (PLSH)、F174 (SPOH)、F175 (SPSH) 等的指令时, 设定目标值	○	○
DT90351	目标值 区域	高位字	PLS - CH0	执行 F171 (SPDH)、F172 (PLSH)、F174 (SPOH)、F175 (SPSH) 等的指令时, 设定目标值	○	○
DT90352	经过值 区域	低位字	PLS - CH1	脉冲输入输出插卡输出 (Y3、Y4) 的计数区域	○	○
DT90353		高位字			○	○
DT90354	目标值 区域	低位字	PLS - CH1	执行 F171 (SPDH)、F172 (PLSH)、F174 (SPOH)、F175 (SPSH) 等的指令时, 设定目标值	○	○
DT90355		高位字			○	○
DT90356	未使用				×	×
DT90357	未使用				×	×
DT90358	未使用				×	×
DT90359	未使用				×	×
DT90360	控制中 标识监控 区域	HSC - CH0		在利用 F0 (MV) S、DT90052 指令进行 HSC 控制的情况下, 写入到目标 CH 的设定值分别保存在各自的 CH 中	○	×
DT90361		HSC - CH1			○	×
DT90362		HSC - CH2			○	×
DT90363		HSC - CH3			○	×
DT90364		HSC - CH4			○	×
DT90365		HSC - CH5			○	×
DT90366		HSC - CH6			○	×
DT90367		HSC - CH7			○	×
DT90368		HSC - CH8			○	×
DT90369		HSC - CH9			○	×
DT90370		HSC - CHA			○	×
DT90371		HSC - CHB			○	×
DT90372		PLS - CH0			○	×
DT90373		PLS - CH1			○	×

参 考 文 献

- [1] 李全利. 可编程控制器及其网络系统的综合应用技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [2] 龚仲华. S7-200/300/400 PLC 应用技术——提高篇 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2008.
- [3] 常斗南. 可编程序控制器原理、应用、实验 [M]. 3 版. 北京: 机械工业出版社, 2008.
- [4] 尔桂花, 宴日轩. 运动控制系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [5] 胡德, 等. 伺服系统原理与设计 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999.
- [6] 原魁, 刘伟强. 变频器基础与应用 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1997.
- [7] 徐世许. 可编程控制器原理·应用·网络 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2000.
- [8] 马西秦, 许振中, 等. 自动检测技术 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [9] 王元庆. 新型传感器原理及应用 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [10] 张崇巍, 李汉强. 运动控制系统 [M]. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2002.
- [11] 李全利. 现代生产物流电气控制系统调试与维修 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [12] 季明善. 液气压传动 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.

读者信息反馈表

感谢您购买《PLC 运动控制技术应用设计与实践（松下）》一书。为了更好地为您服务，有针对性地为您提供图书信息，方便您选购合适图书，我们希望了解您的需求和对我们教材的意见和建议，愿这小小的表格为我们架起一座沟通的桥梁。

姓名		所在单位名称	
性别		所从事工作（或专业）	
通信地址		邮编	
办公电话		移动电话	
E-mail			
1. 您选择图书时主要考虑的因素：（在相应项前面√） （ ）出版社 （ ）内容 （ ）价格 （ ）封面设计 （ ）其他			
2. 您选择我们图书的途径（在相应项前面√） （ ）书目 （ ）书店 （ ）网站 （ ）朋友推介 （ ）其他			
希望我们与您经常保持联系的方式： <input type="checkbox"/> 电子邮件信息 <input type="checkbox"/> 定期邮寄书目 <input type="checkbox"/> 通过编辑联络 <input type="checkbox"/> 定期电话咨询			
您关注（或需要）哪些类图书和教材：			
您对我社图书出版有哪些意见和建议（可从内容、质量、设计、需求等方面谈）：			
您今后是否准备出版相应的教材、图书或专著（请写出出版的专业方向、准备出版的时间、出版社的选择等）：			

非常感谢您能抽出宝贵的时间完成这张调查表的填写并回寄给我们，您的意见和建议一经采纳，我们将有礼品回赠。我们愿以真诚的服务回报您对机械工业出版社技能教育分社的关心和支持。

请联系我们——

地 址 北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社技能教育分社

邮 编 100037

社长电话 (010) 88379083 88379080 68329397（带传真）

E-mail jnfs@mail.machineinfo.gov.cn