

全国中等职业技术学校电工模块教材



# 生产自动线结构与调试

dianqongmokuaijiaocai



中国劳动社会保障出版社



国家级职业教育培训规划教材  
劳动保障部培训就业司推荐

全国中等职业技术学校电工模块教材

# 生产自动线结构与调试

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

生产自动线结构与调试/朱建明主编. --北京:中国劳动社会保障出版社, 2006

全国中等职业技术学校电工模块教材

ISBN 7-5045-5526-6

I. 生… II. 朱… III. ①生产自动线-结构-专业学校-教材②生产自动线-调试-专业学校-教材 IV. TP278

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016869 号

**中国劳动社会保障出版社出版发行**

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

\*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 6.25 印张 156 千字

2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

定价: 9.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 64911344

# 前 言

为了更好地适应全国中等职业技术学校电工类专业的教学要求，劳动和社会保障部教材办公室组织全国有关学校的教师和行业专家编写了这套电工模块教材。

这次教材编写工作坚持了以下几个原则：

第一，根据电工类专业毕业生所从事职业的实际需要，合理确定学生应具备的能力结构与知识结构，对教材内容的深度、难度作了较大程度的调整，坚持以能力为本位教学理念，强调基本技能的培养。

第二，吸收和借鉴各地中等职业技术学校教学改革的成功经验，以模块化教学的方式实现理论知识与技能训练相结合，以任务驱动法的编写方式导入教学内容，使教材内容更加符合学生的认知规律，易于激发学生的学习兴趣。

第三，根据科学技术发展，合理更新教材内容，尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，力求使教材具有较鲜明的时代特征。

第四，努力贯彻国家关于职业资格证书与学生证书并重、职业资格证书制度与国家就业制度相衔接的政策精神，力求使教材内容涵盖有关国家职业标准（中级）的知识和技能要求。同时，在教材编写过程中，严格贯彻了国家有关技术标准的要求。

第五，教材编写模式上力求突出模块化特点，每个模块都有其明确的教学目的，并针对各自教学目的的要求展开相关知识的介绍及技能训练，且给出了每个模块的任务评分表，以供教学参考。同时，还针对每个模块设置了相应的巩固与提高练习，以便学生切实掌握相关知识与技能。

第六，在内容的承载方式上，力求图文并茂，尽可能使用图片或表格形式

将各个知识点生动地展示出来,从而提高了教材的可读性和亲和力。

本套教材主要包括《模拟电子电路》《脉冲与数字电路》《气液传动》《电动机》《变压器》《电气控制线路安装与维修》《变流技术及应用》《变频调速技术》《直流调速技术》《PLC 操作技能(松下系列)》《PLC 操作技能(西门子系列)》《电工基本技能训练》《钳工基本技能训练》《焊工基本技能训练》《工厂配电装置的安装与维修》《常用机床电气设备维修》《生产自动线结构与调试》《数控机床电气设备维修(2007 年出版)》《电工 EDA(2007 年出版)》等,可供中等职业技术学校电工类专业使用,也可作为职工培训教材。

本次教材的编写得到了天津、上海、江苏、广东、山东、河南、辽宁、湖南等省、市劳动和社会保障厅(局),以及天津工程师范学院、上海工程技术大学高等职业技术学院等学校的大力支持,在此我们表示诚挚的谢意。

《生产自动线结构与调试》的主要内容有:模拟自动生产线的上料检测工位、搬运工位、加工工位、安装工位、安装搬运工位、分类工位,模拟自动生产线编程操作,模拟自动生产线的维护,啤酒灌装生产线中的洗瓶机、灌装压盖机、杀菌机。

本书由朱建明、史岳荣、范继宁编写,朱建明主编;史敏炜、杜健、朱鸿彪、奚建威审稿,史敏炜主审。

劳动和社会保障部教材办公室

2006 年 5 月

# 目 录

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| <b>第一单元 模拟自动生产线 .....</b>     | <b>( 1 )</b>    |
| 课题一 上料检测工位 .....              | ( 2 )           |
| 课题二 搬运工位 .....                | (12)            |
| 课题三 加工工位 .....                | (19)            |
| 课题四 安装工位 .....                | (27)            |
| 课题五 安装搬运工位 .....              | (34)            |
| 课题六 分类工位 .....                | (41)            |
| 课题七 模拟自动生产线编程操作 .....         | (48)            |
| 课题八 模拟自动生产线的维护 .....          | (54)            |
| <br><b>第二单元 啤酒灌装生产线 .....</b> | <br><b>(58)</b> |
| 课题一 洗瓶机 .....                 | (58)            |
| 课题二 灌装压盖机 .....               | (72)            |
| 课题三 杀菌机 .....                 | (88)            |

# 第一单元

## 模拟自动生产线

### 概述

本单元介绍的模块化生产系统 (Modular Production System, 简称 MPS) 是一套自动生产设备的模拟教学系统, 如图 1—1 所示。系统中每个工位都有一套独立的控制系统, 均能单独完成一系列动作过程。当将各工位按一定顺序连接在一起后, 又能组成一条模拟自动生产线, 如图 1—2 所示。

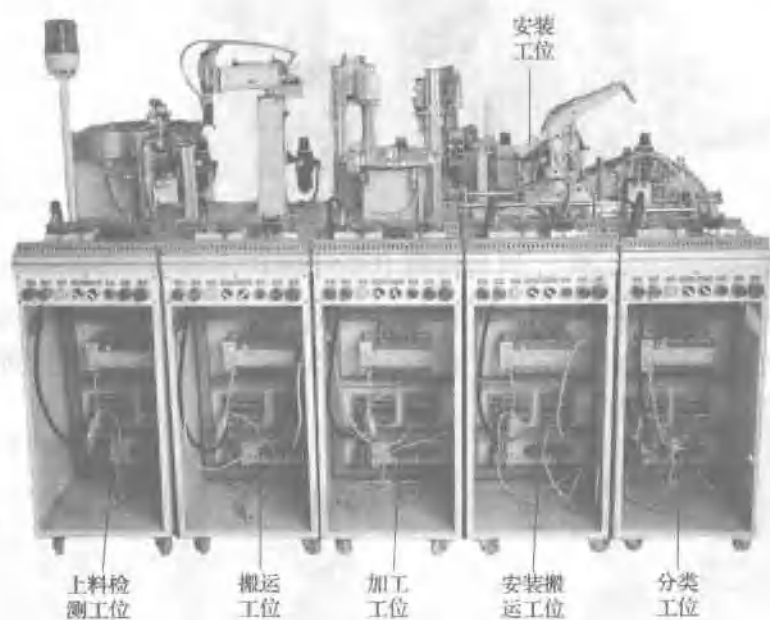


图 1—1 模拟自动生产线

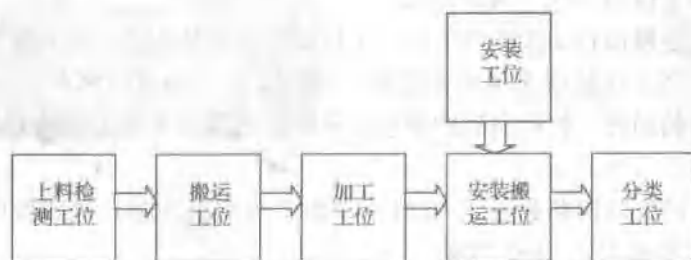


图 1—2 模拟自动生产线的组成

在上料检测工位中有一个回转料仓，仓内存放着黑、白两种颜色的大工件。在安装工位，另有两个小工件料仓，仓内分别存放着黑、白两种颜色的小工件。该模拟自动生产线的工作过程如图 1—3 所示。最后在分类工位出现的组合工件中共有四种组合状态，如图 1—4 所示。分类工位应将不同的组合工件分类放入不同的仓位，每个仓位中只放同一种组合工件。

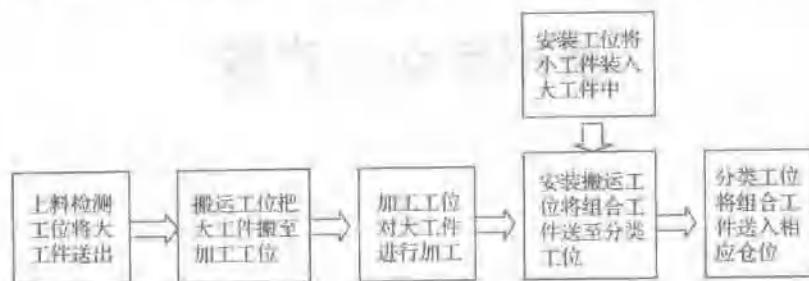


图 1—3 模拟自动生产线的工作过程



图 1—4 工件的不同组合

这里介绍的模块化自动生产线，采用了三菱 FX<sub>2N</sub>-48MR 可编程序控制器，用来实现程序控制。执行机构大多数为气动元件，也有少部分为电动部件。控制信号的取得，运用了多种类型的传感器（接近开关）。

## 课题一 上料检测工位

### 学习目标

掌握上料检测工位的编程，调试方法。

上料检测工位是模拟自动生产线的第一工位，其主要功能是：将系统要加工的大工件从回转料仓中送出。当工件被送至输出平台时，光电式接近开关 1SQ2 对大工件进行颜色检测，并在送出工件的同时，将检测到的颜色信号输出，等待下一工位的搬运机械手来取走。

#### 一、气动回路

上料检测工位的气动回路如图 1—5 所示，由 1 号汽缸 1Q1，电磁换向阀 1K1，调压过滤器 1C1 和单向节流阀 1S1、1S2 组成。

汽缸是气动回路的执行元件，可用于实现汽缸活塞杆（或汽缸）的直线往复运动或摆

动。1号汽缸1Q1是可调双向缓冲汽缸，如图1—6所示，由单控二位五通电磁换向阀1K1控制其运动方向。单控二位五通电磁换向阀实物图如图1—7所示。调压过滤器1C1的作用是滤除压缩空气中的杂质，并将从贮气罐传来的压缩空气调到所需的压力，保持系统压力的稳定，实物如图1—8所示。

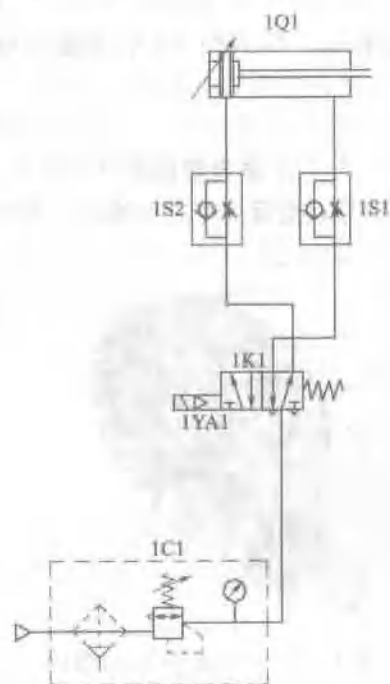


图1—5 上料检测工位的气动回路

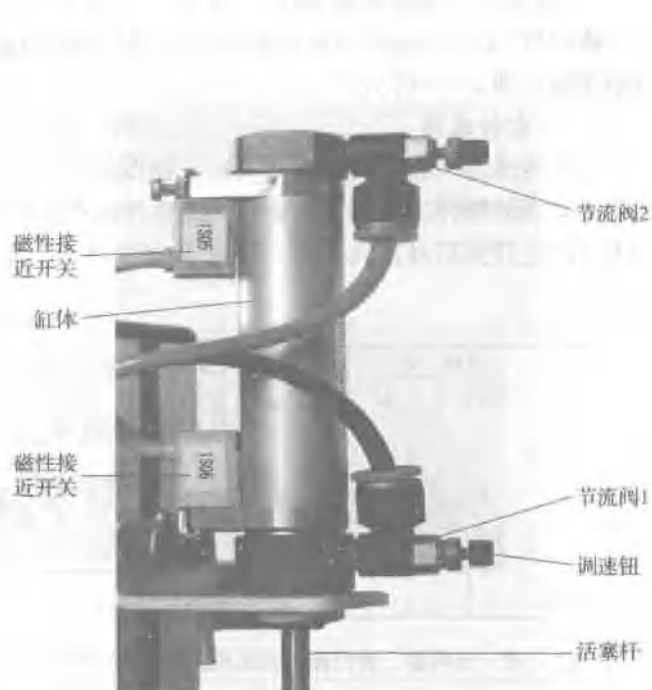


图1—6 1号汽缸

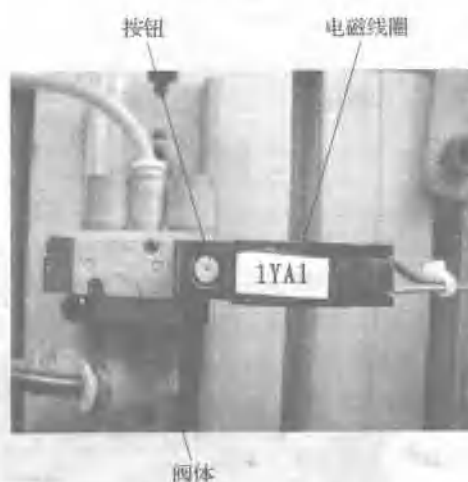


图1—7 单控二位五通电磁换向阀实物图



图1—8 调压过滤器

当电磁线圈 1YA1 通电时, 电磁换向阀 1K1 控制压缩空气的走向, 使汽缸活塞杆缩短 (工件平台上升), 活塞杆的运动速度由单向节流阀 1S1 控制; 当 1YA1 断电时, 电磁换向阀 1K1 控制汽缸活塞杆伸长 (工作台下落), 活塞杆的运动速度由单向节流阀 1S2 控制。

## 二、其他部分组成

### 1. 蜂鸣器、警灯和电动机

蜂鸣器 1HA, 警灯 1HL4 和电动机 1M 分别由继电器 1KA1, 1KA2, 1KA3 控制, 电路原理图如图 1-9 所示。

### 2. 光电传感器

光电传感器 (光电式接近开关) 实物图如图 1-10 所示, 其工作原理如图 1-11 所示。对反光率低的物体, 例如黑色物体, 光电开关不会产生开关信号; 对反光率高的物体, 光电开关会产生开关信号。

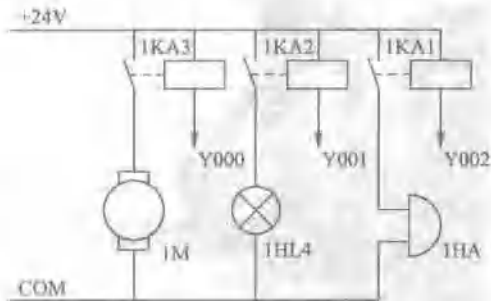


图 1-9 蜂鸣器、警灯和电动机电路原理图



图 1-10 光电传感器实物图

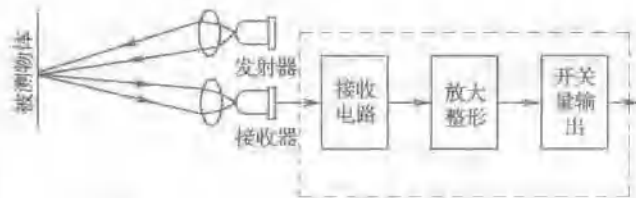


图 1-11 光电传感器的工作原理

### 3. 舌簧传感器

舌簧传感器是磁性接近开关的一种。当磁性目标接近时, 舌簧闭合, 经放大输出开关信号。它适用于气动、液压传动, 汽缸和活塞泵的位置测定, 也可作限位开关用。

在 MPS 中, 用磁性开关检测机械部件是否动作到位时, 都是采用舌簧传感器。由汽缸活塞的磁环发出信号, 对汽缸活塞杆的伸出和缩回是否到位进行检测。

## 三、工作桌面介绍

上料检测工位的工作桌面如图 1-12 所示。

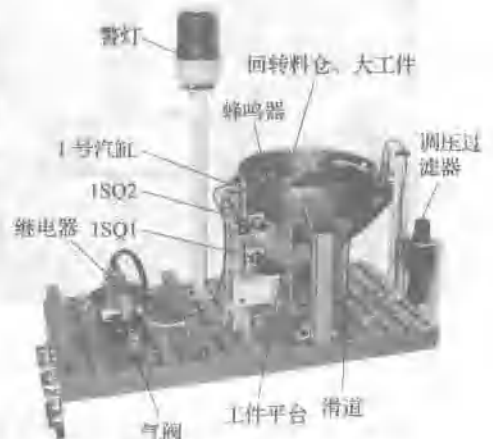


图 1-12 上料检测工位的工作桌面

它主要是由回转料仓及滑道、1号汽缸带动的工件平台、检测传感器、警灯和蜂鸣器等组成。回转料仓的旋转是由直流电动机1M通过减速机构带动的，当电动机1M通电时，带动料仓旋转，大工件（有黑、白两种颜色）可顺着滑道依次滑下。滑道的尽头与一个受1号汽缸控制的工件平台相通，平台旁边装有光电式接近开关1SQ1，用来检测有无工件到位。工件平台在1号汽缸控制下可作上下运动，安装在1号汽缸上的两只磁性接近开关1SQ5、1SQ6分别用作1号汽缸上、下到位的检测。在工件平台的上限位置旁边装有光电式接近开关1SQ2，其作用是检测工件的颜色（只区分黑白）。报警装置（警灯和蜂鸣器）可用作各种异常情况的报警或信号指示，具体用途由程序决定。

四、控制面板介绍

MPS的每一个工位的控制面板都一样，共有八只操作开关，其中六只为按钮开关，两只为转换开关，具体位置如图1—13所示，面板功能表见表1—1。其中，“急停”按钮内部



图 1—13 MPS 控制面板图

表 1—1 MPS 控制面板功能表

| 元件名称        | 符 号  | 功 能                   |
|-------------|------|-----------------------|
| “开始”按钮      | 1SB1 | PLC 及外围设备开始工作         |
| “开始”指示灯     | 1HL1 | PLC 及外围设备开始工作时点亮      |
| “复位”按钮      | 1SB2 | 外围设备复位                |
| “复位”指示灯     | 1HL2 | 外围设备复位时点亮             |
| “特殊”按钮      | 1SB3 | 设备实现特殊控制要求时使用         |
| “自动/手动”转换开关 | 1SA1 | 设备自动操作与手动操作转换开关       |
| “联网”转换开关    | 1SA2 | 设备单工位工作与联网工作转换开关      |
| “停止”按钮      | 1SB4 | PLC 及外围设备停止工作         |
| “上电”按钮      | 1SB5 | 外围设备通电                |
| “上电”按钮内指示灯  | 1HL3 | 外围设备通电时点亮             |
| “急停”按钮      | 1SB6 | 系统运行中出现意外时，可切断外围设备的电源 |

五、PLC 地址分配

本系统使用的可编程控制器均为三菱 FX<sub>2N</sub>-48MR 型，该机型共有 24 个输入点和 24 个输出点。

具体分配为：X000～X007，X010～X017，Y000～Y007，Y010～Y017 用于本工位的基本控制；X020～X027，Y020～Y027 用于各工位之间的信号通信（通信问题将在课题七中讲述）。上料检测工位中占用了 12 个输入点，6 个输出点。上料检测工件接线图如图 1—15 所示。上料检测工位地址分配表见表 1—2。

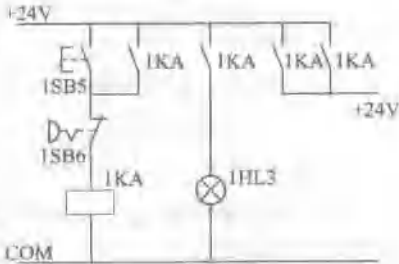


图 1—14 急停系统控制电路

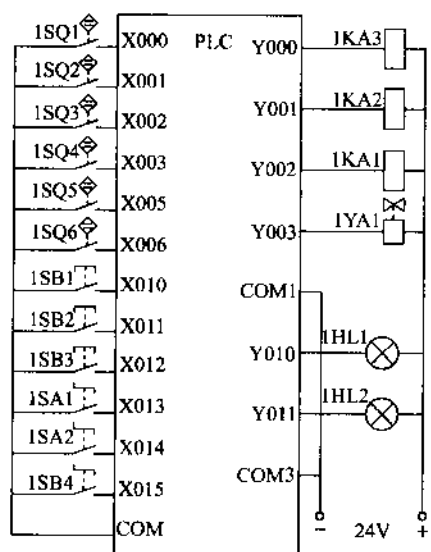


图 1-15 上料检测工件接线图

表 1-2 上料检测工位地址分配表

| 输入元件        | 输入地址 | 输出元件       | 输出地址 |
|-------------|------|------------|------|
| 1SQ1 检测工件   | X000 | 1KA3 (电动机) | Y000 |
| 1SQ2 检测工件颜色 | X001 | 1KA2 (警灯)  | Y001 |
| 1SQ3 暂时无用   | X002 | 1KA1 (蜂鸣器) | Y002 |
| 1SQ4 暂时无用   | X003 | 1YA1 上升    | Y003 |
| 1SQ5 上升到位   | X005 | 1HL1 开始灯   | Y010 |
| 1SQ6 下降到位   | X006 | 1HL2 复位灯   | Y011 |
| 1SB1 开始     | X010 |            |      |
| 1SB2 复位     | X011 |            |      |
| 1SB3 特殊     | X012 |            |      |
| 1SA1 自动/手动  | X013 |            |      |
| 1SA2 单站/联网  | X014 |            |      |
| 1SB4 停止     | X015 |            |      |

## 技能训练

### 一、训练要求

通过设备操作与编程,熟悉上料检测工位的结构和工作过程。

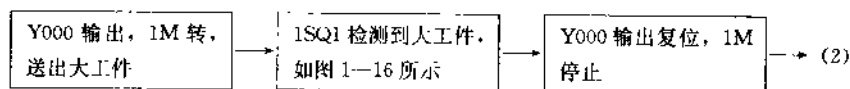
### 二、设备和工具

上料检测工位,编程用计算机一台,万用表一只,常用电工工具等。

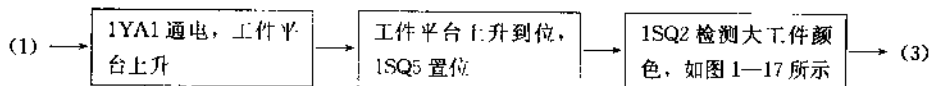
### 三、训练知识

#### 1. 工作过程

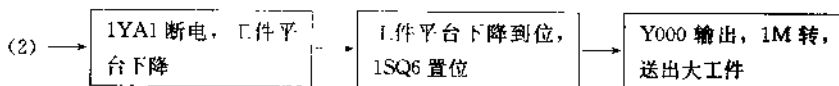
##### (1) 料仓输出工件



##### (2) 工件平台上升并送出检测信号



##### (3) 工件平台下降



#### 2. 编程实例

为了更好地理解掌握三菱可编程控制器的多种编程方法,本书下面的例子中采用了步进顺控指令编程方法。

**例** 上料检测工位的基本控制程序设计。要求按下“开始”键,回转料仓自动送料,当工件到位后送出。延时 5 s 等待工件取走后再循环送料。



图 1—16 1SQ1 检测到工件到位



图 1—17 工件平台上升, 1SQ2 检测工件颜色

(1) 程序流程图设计 根据上料检测工位的动作要求和地址分配表画出上料检测工位流程图, 如图 1—18 所示。当 PLC 接通电源时, 由特殊辅助继电器 M8002 产生的初始脉冲将程序引入步进程序。当先后操作“复位”“开始”按钮后, 完成复位并启动设备开始运行。以后将自动循环, 直到按下“停止”按钮为止。

(2) 程序梯形图设计 根据流程图设计上料检测工位梯形图, 如图 1—19 所示。本例完成一个最基本的工作过程。当工件被送到位后, 可由操作者将工件拿走, 延时 5 s 后, 自动复位并进入下一循环。其他问题留给学生完成。

程序中定时器 T1 延时 1 s 是为了确保工件准确到位而设。定时器 T2 延时 5 s 是为了让



图 1—18 上料检测工位流程图

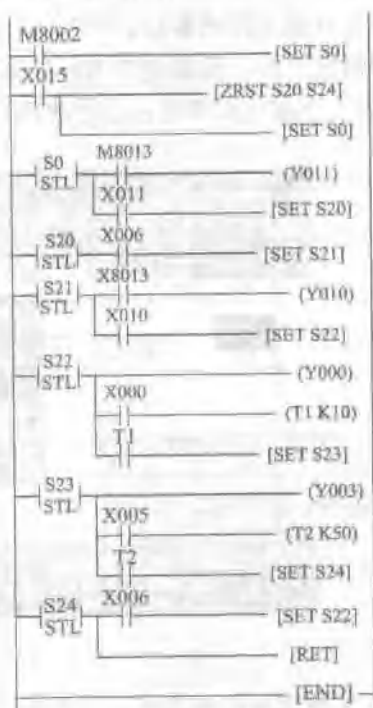


图 1—19 上料检测工位梯形图

操作者安全拿走工件。

#### 四、操作步骤

1. 熟悉上料检测工位控制面板,熟悉元器件在设备上的安装位置。
2. 设备操作:设备接通气源和电源后,向 PLC 输入编好的程序。将 PLC 设为运行(RUN)状态,PLC 进入控制程序运行。按下“上电”按钮后,外围设备得电(应先确认“急停”按钮复位)。这时程序控制复位指示灯闪烁,提示系统复位。按下“复位”按钮后,设备回到起始位置。对于上料检测工位来讲,就是工件平台下降到滑道的尽头。这时“开始”按钮中的指示灯开始闪烁,当按下“开始”按钮后系统开始动作。
3. 调试编程实例程序(具体方法见下文)。
4. 根据上料检测工位的编程要求画出流程图。
5. 根据流程图编程并将程序输入可编程序控制器。
6. 对程序进行调试并监控。

#### 五、编程要求

进一步完善编程实例程序的功能。具体要求:

1. 料仓旋转 10 s 没有工件到位时应发出警告,警灯点亮。
2. 如果送出的工件为白色时,蜂鸣器响 1 s, PLC 的输出 Y020 置 1;如果送出的工件为黑色时,蜂鸣器不响, PLC 的输出 Y020 置 0。
3. 连续送出 10 个工件后自动停止。

#### 六、编程方法与程序输入

根据编程要求在编制程序时,当 1KA3 得电吸合时,用定时器 T3 对它定时 10 s,利用定时器的常开触点控制警灯,用 X001 和定时器 T4 控制蜂鸣器。

利用编程软件,根据流程图在计算机上进行编程并调试。

1. 进入三菱可编程序控制器界面,如图 1-20 所示。



图 1-20 三菱可编程序控制器界面

2. 若是要编写新的程序,则单击“新文件”快捷按钮,并选择 PLC 类型,如图 1-21 所示;若不是新程序,则单击“打开”快捷按钮,并选择原有文件的路径和文件名,打开原有文件。

3. 利用“功能图”中的元件图形符号和连接线（功能图见图 1—22），根据流程图编制程序梯形图。

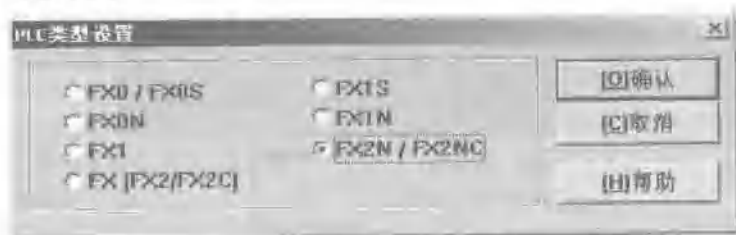


图 1—21 选择 PLC 类型



图 1—22 功能图

4. 单击“转换”快捷按钮，将梯形图转换为指令表。

5. 将编制完毕的程序输入三菱可编程序控制器，输入过程为：首先，用专用编程电缆把计算机的串行口与可编程序控制器的通信端口连接起来。接着，把可编程序控制器面板上的“选择开关”放置在“调试”位置上，选择计算机端口如图 1—23 所示。然后，单击“PLC”菜单，选择“传送”及“写出”子菜单，如图 1—24 所示。最后，根据程序的长短选择合适的写入范围（见图 1—25）。

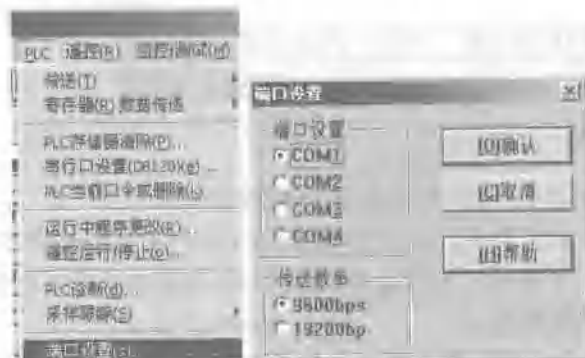


图 1—23 选择计算机端口

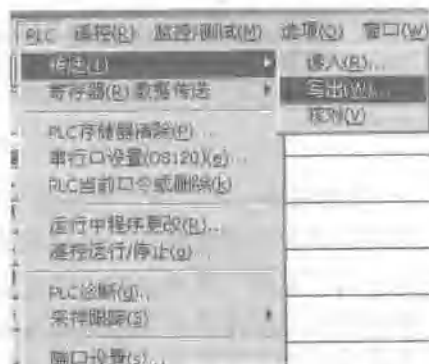


图 1—24 选择“写出”

## 七、程序调试与监控

1. 把可编程序控制器面板上的“选择开关”放置在“运行”位置上。单击“监控/测试”菜单，选择“开始监控”子菜单，如图 1—26 所示。



图 1—25 写入范围

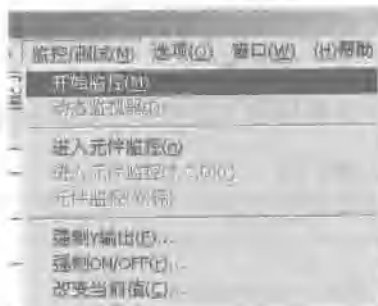


图 1—26 选择“开始监控”



续表

| 评分项目              | 配分  | 评分标准                                                     | 现场记录 | 得分 | 备注 |
|-------------------|-----|----------------------------------------------------------|------|----|----|
| 熟悉设备气动回路及机械传动机构   | 10分 | 正确说明各气动元件的名称和作用, 以及设备各部分的动作原理                            |      |    |    |
| 控制程序设计            | 30分 | 按要求完成程序设计或修改                                             |      |    |    |
| 将程序输入 PLC, 运行调试程序 | 20分 | 正确输入程序, 并操作运行, 观察运行结果是否符合设计要求                            |      |    |    |
| 程序修改及排除机械故障       | 20分 | 根据调试运行结果, 正确判断故障并排除                                      |      |    |    |
| 正确使用和维护设备         | 10分 | 会正确操作和使用设备, 并掌握常规维护知识和方法                                 |      |    |    |
| 规定时间 120 min 完成   |     | 若超时则每超时 1 min 扣 3 分, 最长不得超过 10 min。若在规定时间内无法调试成功, 则视作不合格 |      |    |    |

## 赛题与赛题

### 一、填空题

1. 模拟自动生产线由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_六部分组成。
2. 设备运行前应将气压调至\_\_\_\_\_ MPa。
3. 调压过滤器的作用是\_\_\_\_\_。
4. 汽缸活塞杆的运动速度由\_\_\_\_\_控制。
5. 汽缸是气动回路的\_\_\_\_\_元件, 换向阀是气动回路的\_\_\_\_\_元件。
6. 光电传感器(光电式接近开关)是由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三部分组成。根据光电开关在检测物体时, 发射器所发出的光线被折回到接收器的途径的不同, 可分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_三种。
7. 三菱 FX<sub>2N</sub>-48MR 型可编程控制器共有\_\_\_\_\_个输入点, \_\_\_\_\_个输出点。其中输入点\_\_\_\_\_用于本工位控制, \_\_\_\_\_用于信号通信。输出点\_\_\_\_\_用于本工位控制, \_\_\_\_\_用于信号通信。

### 二、判断题

1. “上电”按钮中的指示灯不受 PLC 控制。 ( )
2. 按下“急停”按钮, PLC 立即断电, 设备停止工作。 ( )
3. 正常停止程序的运行应按“停止”按钮。 ( )
4. 1 号汽缸上的两个节流阀分别调节两个方向的运动速度, 实际运用中必须使两个方向的速度一样。 ( )
5. 单控二位五通电磁换向阀只有一个驱动线圈。 ( )

### 三、简答题

1. 为什么光电式接近开关 1SQ2 能区分出大工件的颜色?