



# 燕山大学

## 工厂电气及 PLC 控制技术实验指导书

Factory Electrical and PLC Control Technology

Experiment Instruction Book

(适用于 21 机电、机控卓越)

编者：机电系实验室

教 务 处

2023 年 6 月

## 机电实验室守则

- 1、实验者严禁在实验室吃东西，严禁乱扔废弃物，严禁谈笑、喧哗、抽烟、随地吐痰等。
- 2、未经允许不得动用与本实验不相关的其他仪器设备。
- 3、实验前认真预习实验内容，做到心中有数。
- 4、实验时，认真倾听实验老师讲解实验操作和注意事项，如由于未认真听讲导致操作失误损坏设备的，按相关规定进行处理。
- 5、实验完毕后，主动整理好实验仪器，关闭电源，进行现场清理。
- 6、凡因违反操作规程或擅自动用其他仪器设备而导致损坏者，必须作出记录，查明原因，按相关规定进行处理。

注：以上规则由各班班长、学委协助实验室老师监督管理，若出现某班多人表现不好，则在实验评分时，班级整体扣除相应分数。

## 工厂电气及 PLC 控制技术实验评分标准

一、实验共计 10 分。按照实验签到、实验过程、实验报告三部分进行考核。

### 1、实验签到满分 2 分。

迟到 30 分钟以内扣 1 分；三十分钟后不允许进入实验室，取消实验资格，本门实验总分记 0 分；无故不参加实验者（包括事后请假者）实验总分记 0 分。

### 2、实验过程满分 4 分。

实验者必须严格遵守上述实验室守则，违规者扣 1 分；实验者有抄袭他人做法的酌情扣分；未按要求完成实验的酌情扣分。

### 3、实验报告满分 4 分。

未按时交实验报告者扣 1 分；不交实验报告者总分 0 分；实验报告中各部分的分值已经标明，由实验老师根据实验者的书写情况酌情判分。

## 二、综合应用实验

由于三级项目全过程是在实验室完成的，综合应用实验是三级项目的组成部分，出勤及过程考核由实验室老师提交给任课老师与其他学时统一评定，实验报告由实验室老师根据实验者的书写情况酌情判分；若发现雷同实验报告该项实验记 0 分；不提交报告该项实验记 0 分。

# 实验一 电动机正、反转控制

## 一、实验目的

- 1、了解三联按钮、熔断器、接触器、热继电器的工作原理及使用方法。
- 2、掌握电动机正、反转控制线路的工作原及接线方法。
- 3、掌握控制线路的故障分析及排除故障的方法。

## 二、电动机正、反转控制线路的应用及工作原理

### 1、电动机正、反转控制线路的应用

在生产加工过程中，如机床工作台的前进与后退、主轴的正转与反转、起重机吊钩的上升与下降等工况下，往往要求电动机能够实现可逆运行，即要求电动机可以正反转。

### 2、电动机正、反转控制线路的工作原理

由电动机原理可知，若将接至电动机的三相电源进线中的任意两相对调，即可使电动机反转，所以电动机正、反转控制线路中，主电路的特点是由接触器 KM1 和 KM2 实现三相电源任意两相的调换，以实现两个方向的稳定运行。但要求 KM1、KM2 不能同时动作以避免电源相间短路，因此，控制电路的特点是由两个单向运行控制部分组成，两部分之间互锁是通过将各自的常闭触点串接在对方的工作电路中来实现的。

本实验要求按照电动机可逆运行操作顺序的不同，设计“正-停-反”和“正-反-停”两种控制线路。

## 三、实验设备及电器元件

### 1. 本实验利用电工实验台来完成，主要涉及以下电器元件：

- |                 |                  |
|-----------------|------------------|
| (1). 三相熔断器板 1 块 | (2).二相熔断器板 1 块   |
| (3). 交流接触器板 2 块 | (4). 热继电器板 1 块   |
| (5). 按钮板 1 块    | (6). 三相交流电动机 1 台 |
| (7). 导线与短接桥若干   |                  |

### 2. 主要电器元件的功能和应用

- (1). 熔断器，主要用于配电线路的严重过载和短路保护，熔断器串接在被保护电路中，当电路发生短路或严重过载时，熔断器自动切断电路，从而达到保护目的。三相熔断器板主要用于主电路，二相熔断器板主要用于控制回路。
- (2). 接触器，主要起电器连锁或控制的作用，包括主触头和辅助触头，主触头有三对常开触头，用于通断主电路，辅助触头有常开触头和常闭触头，用于控制回路中。接触器线圈得电，常开触头闭合，常闭触头断开。

(3). 热继电器，主要利用电流的热效应原理实现电动机的过载保护，在电动机长期运行过程中，需要串接热继电器对其进行保护。

(4). 按钮板，主要用于发布手动控制指令，其中 SB1、SB2 和 SB3 均为复式触头，在按下按钮过程中，先断开后闭合，所以，实验操作过程中，应稍用力按动按钮，以免出现只断开不闭合的情况。

#### 四、实验步骤

- 1). 检查各电器元件的质量情况，了解其使用方法。
- 2). 按照要求设计“正-停-反”和“正-反-停”两种控制线路。
- 3). 按照“正-停-反”控制线路图正确连接线路，先接主回路，再接控制回路。
- 4). 自己检查无误后，并经指导老师检查认可后合闸通电试验。
- 5). 操作和观察电动机单方向起停情况。
- 6). 按照“正-反-停”控制线路图正确连接线路，先接主回路，再接控制回路。
- 7). 操作正转起动按钮，待电动机正常运转后，直接按下反转起动按钮，使电动机反方向运转。
- 8). 操作正转起动按钮，待电动机正常运转后，很轻地按一下反方向起动按钮，看电动机运转状态是否有变化，为什么？
- 9). 实验中出现不正常现象时，应断开电源，分析故障，如一切正常，可请指导老师人为地制造故障，由同学分析排除故障，再试验。

#### 五、设计思考题

- 1)在实验中是否发生故障，并分析故障原因及排除方法。
- 2)在电动机正反转实验中，如出现按下反转起动按钮，电动机旋转方向不变，分析故障原因？

## 实验二 定时器/计数器实验

### 一、实验目的

- 1、掌握定时器的正确编程方法。
- 2、掌握计数器的正确编程方法。
- 3、掌握定时器和计数器扩展方法，用编程软件对可编程序控制器运行状态进行监控。
- 4、掌握计数器/定时器内部时基脉冲参数的设置。

### 二、定时器/计数器指令

#### 1. 定时器指令

定时器的作用相当于时间继电器，在程序中，**定时器总是和一个定时值一起使用**，当定时器线圈通电时，定时器启动并延时，延时到，定时器的触点动作，当定时器线圈断电时，其触点也动作。**定时器的地址**为“T<元件号>”；**定时值**有两种设定方法：直接表示法和 S5 时间表示法，其中直接表示法仅在语句表指令(STL)中使用，而 S5 时间表示法在 STL、LAD 以及梯形图方块指令中都能使用，其指令格式 L S5T#aHbbMccSdddMS，其中 aH—a 小时，bbM—bb 分，ccS—cc 秒，dddMS—ddd 毫秒。时间设定范围—10ms~2h46min30s。

定时器类型共有 5 种，分别为：(1)脉冲定时器(SP)指令；(2)扩展脉冲定时器(SE)指令；(3)接通延时定时器(SD)指令；(4)保持型接通延时定时器(SS)指令；(5)关断延时定时器(SF)指令。

#### (1) 脉冲定时器(SP)指令 (定时器输出脉宽≤定时值)

当输入信号变为 1 时，触发定时器开始定时，并输出为 1，输出信号保持为 1 的时间为设定的定时时间 t，如果输入信号在设定的定时时间内变为 0，则定时器输出为 0，与定时时间长短无关。

#### (2) 扩展脉冲定时器(SE)指令(定时器输出脉宽≥定时值)

当输入信号变为 1 时，触发定时器开始定时并输出为 1，输出信号保持为 1 的时间为设定的定时时间 t，与输入信号为 1 的时间长短无关。定时器定时期间，输入信号从 0 变 1 将再次触发定时器重新开始定时，定时器输出保持为 1 直到定时器定时停止。

#### (3) 接通延时定时器(SD)指令 (特征同通电延时时间继电器)

当输入信号变为 1 时，触发定时器开始定时，只有在设定的延时时间以后，并且输入信号仍然为 1 时，才能触发定时器输出为 1。

#### (4) 保持型接通延时定时器(SS)指令 (输入允许信号关闭，定时器不关闭)

当输入信号为 1 时，触发定时器开始定时，在设定的延时时间以后触发定时器输出为 1，与输入信号为 1 的时间长短无关。定时器输出只有复位以后，才能再次触发定时功能。

#### (5) 关断延时定时器(SF)指令(特征同断电延时时间继电器)

当输入信号为 1 时，定时器输出为 1，输入信号从 1 变为 0，触发定时器开始定时，在设定的延时时间以后，赋值定时器输出为 0。定时器定时期间，输入信号从 0 变为 1 时，将复位定时器，只有输入信号再次从 1 变为 0 时才能触发定时器开始定时。在输入信号为 1 或定时器定时没有完成时，定时器保输出持为 1。

## 2. 计数器

计数器用于对计数器指令前面程序的逻辑操作结果 RLO 的正跳沿(即正脉冲)计数。计数范围为 0~999, 当计数器“加计数”达到上限 999 时, 累加停止; 当计数器“减计数”达到 0 时, 将不再减少。计数器地址为“C<元件号>”。**注意: 对于 S7-300PLC 的计数器, 只要“当前计数值”不为 0, 计数器的输出为 1, 即其常开触点闭合, 常闭触点打开。**

计数器主要有 3 种类型, 分别为: (1)加法计数器, (2)减法计数器, (3)可逆计数器。

### (1)加法计数器

输入脉冲每有一个正跳沿, 计数值加 1, 加到设定的计数初值(小于 999)时也不停止计数, 其触点也不动作。若加计数器加到大于或等于计数初值时, 可通过查看“当前剩余计数值”指令“LC C<元件号>”查出计数器的当前计数值, 再用装入指令“T <指定字地址>”把当前计数值转移到“该指定的字地址”上, 最后用“比较指令”把当前计数值与设定的计数初值进行比较。若相等, 则说明“计数到”, 比较结果输出为 1 (相当于一个特殊触点)。

### (2) 减法计数器

输入脉冲每有一个正跳沿, 计数值减 1, 减到 0 时, 停止计数, 其触点动作。

### (3) 可逆计数器 (加-减计数器)

有加、减两个输入端, 加输入端每有一个正脉冲时 (或正跳沿), 计数值加 1; 减输入端每有一个正脉冲时, 计数值减 1, 两个输入端都同时有输入脉冲时, 不计数, 即保持当前剩余计数值不变。

在 S7-300PLC 中, 加法计数器使用起来较为复杂, 而减法计数器相对简便, 所以, 常用减法计数器。

## 三、仪器及材料

- 1、通用机电接口实验装置 1 台
- 2、微型计算机 1 台
- 3、编程电缆 1 根
- 4、连接导线若干

## 四、实验内容步骤

### 1、S7-300PLC 认知

#### (1)硬件部分 (CPU314C-2 DP 的面板构成)

CPU 314C-2 DP 的面板如图 2-1 所示, CPU 内的元件封装在一个牢固而紧凑的塑料机壳内, 面板上有状态和故障指示 LED、模式选择开关和通信接口等, 具体如表 2-1 所示。

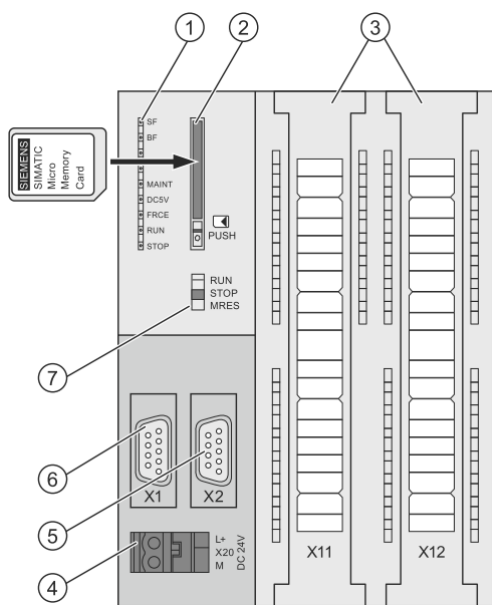


表 2-1 各标号含义

标号	名称
①	状态和错误指示灯
②	SIMATIC MMC 卡的插槽 (包括弹出装置)
③	集成输入和输出的端子
④	电源连接。
⑤	2. 接口 X2 (DP)
⑥	1. 接口 X1 (MPI)
⑦	模式选择器

图 2-1 CPU 314C-2DP 面板

#### A. 状态和错误指示灯的意义如下：

- 1) SF(系统出错/故障显示, 红色): CPU 硬件故障或软件错误时亮。
- 2) BF (BATF, 电池故障, 红色): 电池电压低或没有电池时亮。
- 3) MAINT(黄色): 要求维护(无功能)
- 4) DC5V(5V 电源指示, 绿色): CPU 和 S7-300 总线的 5V 电源正常时亮
- 5) FRCE(强制, 黄色): 至少有一个 I/O 被强制时亮
- 6) RUN(运行方式, 绿色): CPU 处于 RUN 状态时亮; 重新启动时以 2Hz 的频率闪亮; STOP 模式下以 0.5Hz 的频率闪亮。
- 7) STOP(停止方式, 黄色): CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时常亮, 执行存储器复位时闪亮。

#### B. SIMATIC MMC 卡的插槽 (包括弹出装置)

由于该型号 CPU 没有集成装载存储器, 因此运行时必须有 SIMATIC MMC 卡才能运行。需要注意的是, 如果在访问过程中拆下 SIMATIC MMC 卡, 则卡中的数据会被破坏。在这种情况下, 必须将 MMC 插入 CPU 并删除它, 或者 CPU 中格式化存储卡。只有在断电状态活 CPU 处于“STOP”状态下, 才能取下 MMC 卡。

#### C. 模式选择器

模式选择器用于设置 CPU 的操作模式, 各设置对应含义及说明, 见表 2-2。

表 2-2 模式选择器各位置含义

设置	含义	说明
RUN	RUN 模式	CPU 执行用户程序。
STOP	STOP 模式	CPU 不执行用户程序。
MRES	存储器复位	带有按钮功能的模式选择器设置, 用于 CPU 存储器复位。通过模式选择器进行 CPU 存储器复位要求按照特定操作顺序执行。

## D. 通信接口

如图 2-1 所示，CPU 314C-2DP 有一个多点接口 MPI 和一个 DP 接口，其中 MPI 用于 PLC 与其他西门子 PLC、PG/PC(编程器或个人计算机)通过 MPI 网络的通讯；DP 用于与其他带 DP 接口的西门子 PLC PG/PC 和其他 DP 主站、从站的通信。

## E. 电源接线端子

电源模块上的 L+和 M 端子分别是 DC 24V 输出电压的正极和负极。

主机 1L+、2L+接白色试验台电源 24V+（电源正端）；主机 1M、2M 接白色试验台 GND（电源地端）

主机 1L+、2L+接黑色试验台电源 24V+（电源正端）；主机 1M、2M 接黑色试验台 24V-（电源地端）

## F. 集成输入和输出端子的排列和使用

右侧输入：24 个数字量输入(DI) 通道（黄色）

左侧输出：16 个数字量输出(DO)通道（绿色）

注：在组态一个 PLC 或 PC 站时，输入输出模块需要一个寻址方案把真实设备和编程地址联系起来，用户可以根据需要，在 S7 编程软件中，利用硬件组态工具重新分配地址。如图 2-6 所示，若将输入输出开始地址均设置为 0，则右侧输入对应 I0.0—I0.7、I1.0—I1.7、I2.0—I2.7；左侧输出对应 Q0.0—Q0.7、Q1.0—Q1.7

### 中间模拟量输入输出通道

5 个模拟量输入(AI)通道：其中 AI0~AI3 通道为电压/电流输入通道，第 AI4 通道为电阻/铂电阻输入；2 个模拟量输出通道：AO0 和 AO1。

## (2)软件部分

### A、打开桌面上的 SIMATIC Manager 应用程序，创建新项目，熟悉编程环境。

1)双击桌面上的“SIMATIC Manager”图标，则会启动 STEP 7 管理器及 STEP 7 新项目创建向导，如图 2-2 所示。（如不出现，则需在下拉菜单“文件”中选择“新建项目向导”）。

2)按照向导界面提示，点击“下一步”，选择好 CPU 型号“CPU314 C-2 DP”，设置 CPU 的 MPI 地址为 2，点击“下一步”，在出现的界面中选择好你所熟悉的编程语言（有梯形图 LAD、编程指令 STL、流程图 FBD 等可供选择），点击“下一步”，可为项目命名，之后点击“完成”，项目生成完毕，启动后 STEP 7 管理器界面如图 2-3 所示。

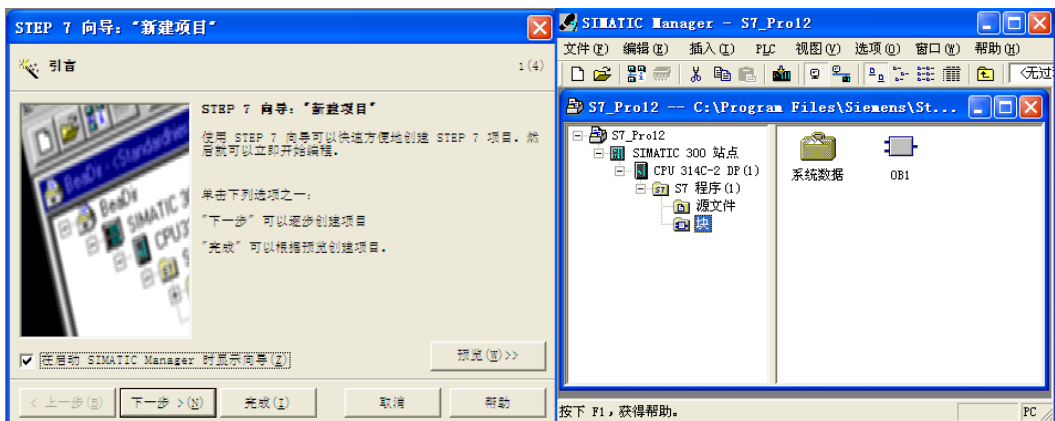


图 2-2

图 2-3



3)硬件组态,选中图 2-3 左边窗口中的“SIMATIC 300 站点”,在右边窗口可以看到“硬件”和“CPU”的图标,如图 2-4 所示,双击“硬件”图标,进入图 2-5 所示的硬件组态界面,由于在使用向导创建新项目的过程中,选择了“CPU314 C-2 DP”,可以看到硬件组态中已经自动添加了一个主机架,并在其中插入了“CPU314”,在该硬件组态窗口中,可以采用双击的方式手动加入或修改主机架和 CPU。在组态一个 PLC 或 PC 站时,输入输出模块需要一个寻址方案把真实设备和编程地址联系起来,用户可以根据需要在硬件组态中双击“DI24/DO16”和“AI5/AO2”后,选择“地址”重新分配地址,注:修改时,应取消“系统默认”,如图 2-6 所示。组态完成后点击“编辑”菜单下的“保存并编译”。



图 2-4

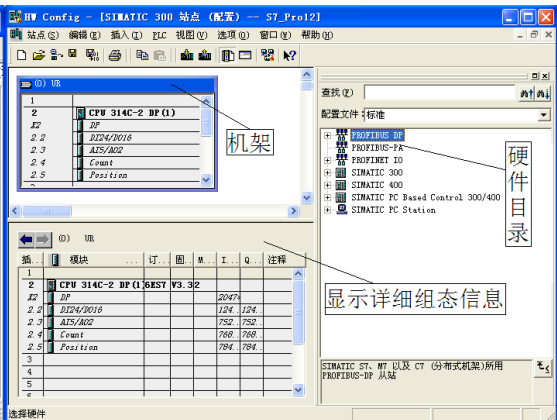


图 2-5

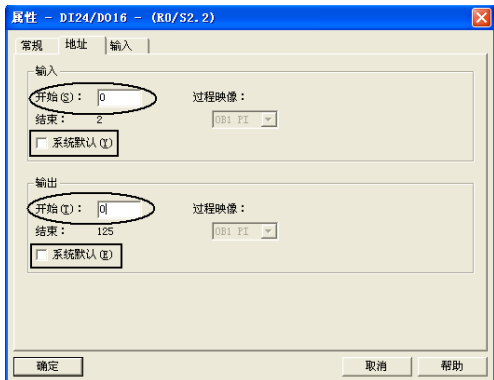


图 2-6

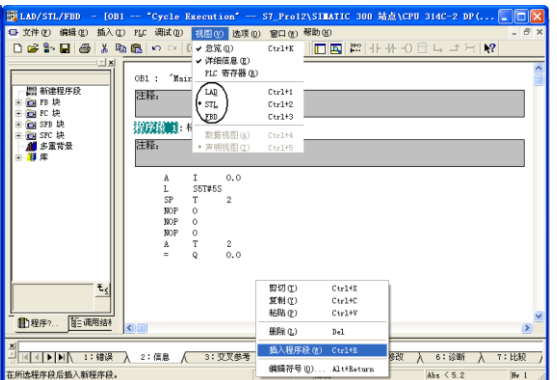


图 2-7

4)在此环境下编写实验程序指令或梯形图,鼠标左键单击窗口左边的“块”选项,则右边窗口中会出现“OB1”图标,如图 2-7 所示,“OB1”是系统的主程序循环块,实验二中的相关程序即可在该块中编写。STEP 7 中有很多功能各异的块,如 FC、FB、DB 等,如果要加入某种块,可在右边窗口(即出现“OB1”的窗口)空白处单击鼠标右键选择“插入新对象”选项,在其下拉菜单中鼠标左键单击所要的块即可。添加好了所要的块之后,鼠标左键双击所要编写程序的块即可编写程序了,如需要添加新的程序段,在图 2-4 中右侧空白处右键选择“插入程序段”选项即可。

5)程序写好并检查是否正确,点击 STEP 7 管理器界面窗口中的“下载”图标,将程序下载到 CPU 中。

## 2、定时器指令

将下面程序写入 OB1 中并下载到 PLC，设置输入量状态，观察 PLC 运行情况，通过观察实验现象，分析输出量状态的变化是否符合相应类型定时器输入量、输出量之间的状态时序图 2-8。

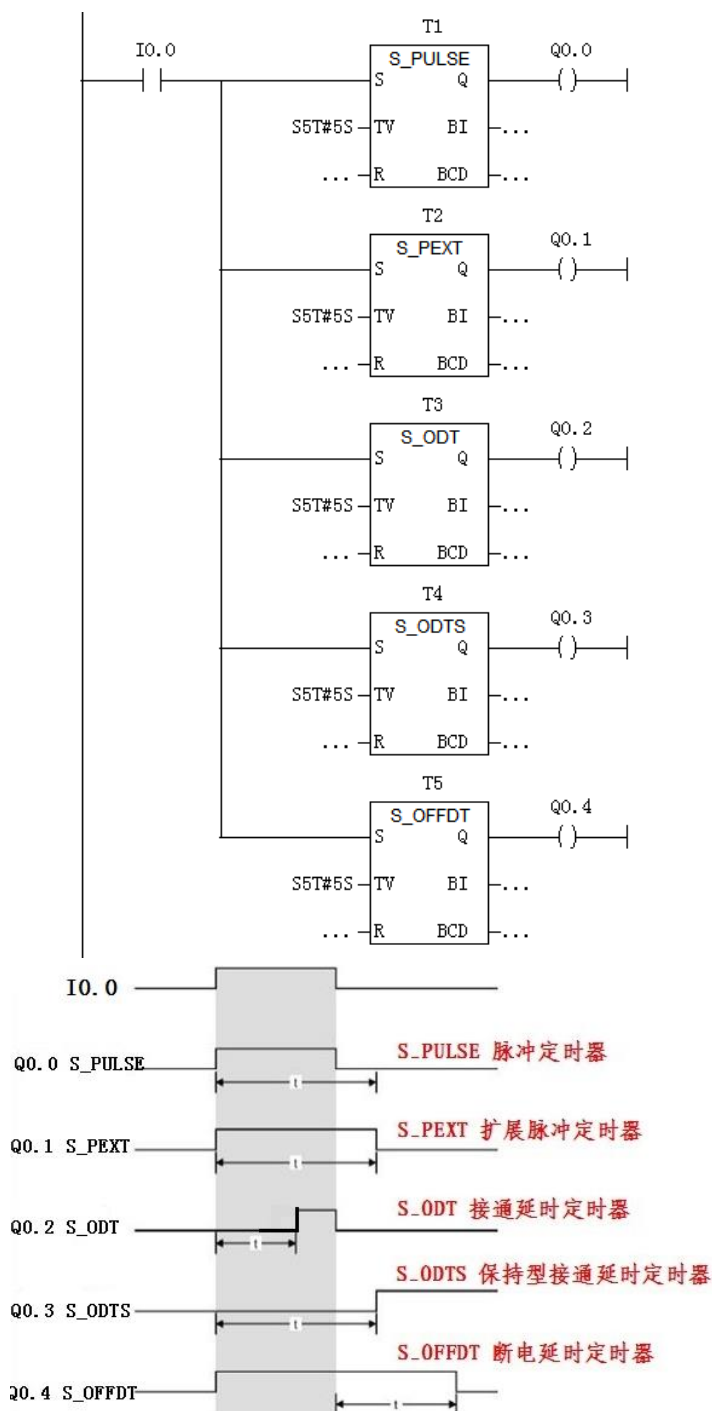
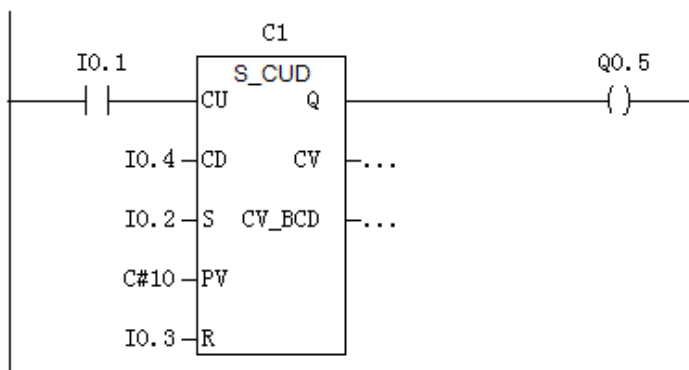


图 2-8 定时器时序图

### 3、计数器指令

(1) 将下面程序写入 OB1 中并下载到 PLC，设置输入量状态，观察 PLC 运行情况，通过观察实验现象。如果 I0.2 从"0"改变为"1"，则计数器预置为 10。如果 I0.1 的信号状态从"0"改变为"1"，则计数器 C10 的值将增加 1 - 当 C10 的值等于"999"时除外。如果 I0.4 从"0"改变为"1"，则 C10 减少 1 - 但当 C1 的值为"0"时除外。如果 C1 不等于零，则 Q0.5 为"1"。



### 4、定时器/计数器指令综合应用

根据前面两个基本指令，编写一个综合程序，实现下列定时计数功能：

I0.0 为启动信号， I0.1 为 Q0.1 的复位信号， Q0.0 为 1s 脉冲发生器， Q0.1 为 10 s 输出的信号。使用开关和 LED 灯对上述程序实现的实验现象进行模拟，当开关 1 合上(ON)，LED 灯 1 为 1s 闪一次，计数器计数，当计到 10 次时，LED 灯 2 点亮，当开关 2 合上 (ON)，LED 灯 2 灭。

### 五、实验要求：

- (1)、编写实验程序指令或梯形图。
- (2)、按实验要求设计实验电路并连线，检查线路是否正确。
- (3)、检查接线无误，开启 24V 电源，将 PLC 开关拨到运行状态，运行程序，运行程序时点击“调试”菜单，进入监视状态，可以监控程序的运行情况。

### 六、分析整理实验数据、报告、思考题：

1. 画出实验电路图。
2. 根据实验要求画出梯形图。
3. 仔细观察实验现象，认真记录实验中发现的问题、错误、故障及解决方法。

## 实验三 基于 S7-300 物料供给单元控制实验

### 一、实验概述

“基于 S7-300 物料供给单元控制实验”是针对《电气控制技术》课程设置的三级项目，作为《电气控制技术》课程学习的重要环节，通过将课程理论教学中涉及到的知识点融入于实际项目中，使学生在掌握电气控制技术理论知识的基础上，提高其分析能力，动手能力工程应用能力和创新能力，更好地培养机电一体化专业学生的专业技术能力和综合素质。

### 二、实验目的及任务

#### 1、实验目的

- 1、掌握物料供给单元的结构、控制电子元器件组成及其工作原理；
- 2、掌握基本电气控制线路的原理图和电器安装接线图；
- 3、掌握 PLC 编程软件的使用以及仿真调试；
- 4、掌握直流电机的选型以及基于 PLC 的驱动和位置控制方法；
- 5、掌握物料供给单元的控制方法；
- 6、通过物料供给单元的设计，熟悉机电一体化系统的设计、制作和调试过程。

#### 2、实验任务

基于 S7-300 物料供给单元控制实验使用的物料是直径为 30mm 的纯尼龙圆柱物料，对气缸从左到右依次标号：①号气缸、②号气缸、③号气缸，每组设定不同的气缸动作顺序，如所①-②-③、②-③-①、③-①-②、①-③-②等，要实现的实验任务是依次将物料放置到同步传送带上，气缸按照预先指定的动作顺序将三个物料依次推出。

### 三、实验进程安排

三级项目采用分组的方式进行。5 名同学组成 1 组，每组设组长 1 人。由组长负责组织本组同学依据三级项目题目及同学的实际情况进行工作分配。学生应根据项目题目及课程的进度，按时完成资料的查阅及方案的设计。每个小组要在项目报告中标明每个人在总体工作中的贡献和工作比例或者每个人负责的内容。项目的课内学时要求学生必须集中进行项目的研究讨论工作。项目结束后，学生需及时上交项目研究报告。指导教师根据学生出勤情况、完成的程序以及研究报告等方面情况综合评定每个学生的项目成绩。

三级项目课内学时安排如下：

时间安排	主要内容	备注
第 1-2 学时	熟悉物料供给系统功能、硬件组成以及电气控制线路	
第 3-4 学时	直流电机的选型及物料供给系统实体建立	
第 5-6 学时	物料检测程序、气动系统程序、电机调速程序设计	
第 7-8 学时	物料供给单元控制软件设计	
第 9-10 学时	整体调试运行、现场验收	

## 四、实验设备及元器件

### 1、同步带物料输送机

同步带物料输送机由铝合金型材搭建而成，结构简单，美观大方。两侧安装同步齿形带轮组，同步齿形带传动输送，驱动方式采用直流减速电机驱动，如图 1 所示。



图 1 同步带物料输送机机械本体

表 1 同步带物料输送机参数

有效长度	480mm	减速比	60
有效工作宽度	50mm	同步带轮模数	3
驱动	直流减速电机	同步带轮齿数	38
电机额定转速	1800rpm		

### 2、气动执行系统

气动执行系统用于实现对物料的分拣动作，将被测物料推至料槽当中，包括迷你气缸、两位两通阀、阀座、过滤调压阀、缸体节流阀、气管接头、阀座消音器、阀座堵头等。其中，过滤调压阀控制系统压力，迷你气缸有效行程 75mm，内置磁环可由外置干簧管对其位置进行检测，缸体节流阀对气缸伸缩速度进行调节，如图 2 所示。



图 2 气动元件

### 3、漫反射光电开关

漫反射型光电开关由投光器和受光器构成的情况是一种标准配置。从发送器来的光线时，目标产品漫反射；当有足够的组合光返回受光器时，开关状态发生变化；有效作用距离是由目标的反射能力决定的，是由表面性质和颜色决定的。带有灵敏度调节器的变化能力可起到补偿作用；较小的装配开支，光传感器由单个元件组成时，通常可以达到粗定位；采用背景抑制功能调节测量距离；对目标上的灰尘敏感和对目标变化了的反射性能敏感。如图 3 所示。

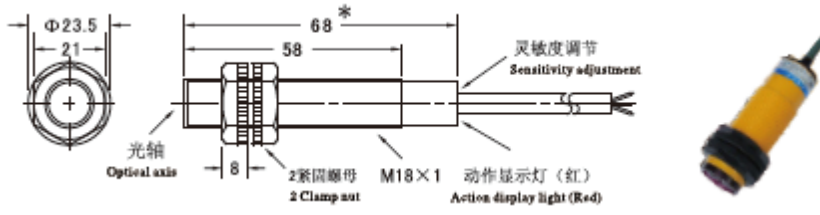


图3 漫反射型光电开关

表2 漫反射型光电开关参数

检测方式	漫反射	电流	≤20mA
检测距离	10cm±10%	响应时间	1ms
检测目标	透明/不透明物体	光源	红外 660nm
工作电压	12~24VDC	防护等级	IP67
类型	直流 PNP 常开	接线形式	引线 1m

#### 4、对射光电开关

对射型光电开关由投光器、受光器组成，结构上两者是相互分离的；辨别不透明的反光物体；有效距离大，因为光束跨越感应距离的时间仅一次；不易受干扰；装置的消费高，两个单元都必须敷设电缆。如图4所示。

表3 对射型光电开关



检测方式	对射型	电流	≤20mA
检测距离	5m±10%	响应时间	1ms
检测目标	透明/不透明物体	光源	红外 660nm
工作电压	12~24VDC	接线形式	引线 1m
类型	直流 PNP 常开		

图4 对射型光电开关

#### 5、U型对射光电开关

U型对射光电开关由红外线发射管和红外线接收管组合成，分辨率高，灵敏度高，反应时间短，抗干扰能力强，可直接与逻辑电路和光电耦器连接。如图5所示。

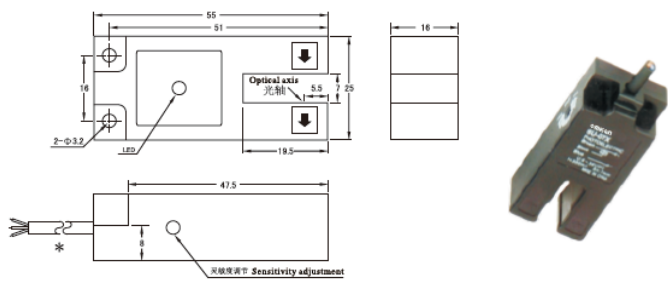


图5 U型对射光电开关

表4U型对射光电开关参数

检测方式	槽式对射型	电流	≤20mA
------	-------	----	-------

检测距离	7mm	响应时间	1ms
检测目标	不透明物体	光源	红外 660nm
工作电压	12~24VDC	接线形式	引线 1m
类型	直流 PNP 常开		

## 6、增量编码器

增量型旋转编码器，AB 两相，通过旋转的光栅盘和光耦产生可识别方向的计数脉冲信号。用于测量物体的旋转速度、角度、加速度及长度测量。具有体积小、重量轻，安装方便，性价比高的显著优点。如图 6 所示。



图 6 增量型旋转编码器

表 5 增量型旋转编码器参数

工作电压	5~30VDC	最大转速 $\phi$	4000rpm
分辨率	400P/R	防护等级 $\phi$	IP67
接线形式	引线 2m	输出 $\phi$	矩形脉冲, PNP
接线	白色-正极, 黑色-负极, 黄色-A 相, 绿色-B 相		

## 7、干簧管

干簧管（磁簧管）通常有两个软磁性材料做成的、无磁时断开的金属簧片触点。这些簧片触点被封装在充有惰性气体(如氮、氩等)或真空的玻璃管里，玻璃管内平行封装的簧片端部重叠，并留有一定间隙或相互接触以构成开关的常开或常闭触点。干簧管比一般机械开关结构简单、体积小、速度快、工作寿命长；而与电子开关相比，它又有抗负载冲击能力强等特点，工作可靠性很高。

表 6 干簧管参数 $\phi$



图 7 干簧管

开关逻辑	STSP 常开型
工作电压	5~240VDC/AC
最大开关电流	100mA
响应频率	200Hz
检测物体	磁性金属

## 8、固态继电器

固态继电器是由微电子电路，分立电子器件，电力电子功率器件组成的具有隔离功能的无触点电子开关，在开关过程中无机械接触部件，因此固态继电器除具有与电磁继电器一样的功能外，还具有逻辑电路兼容，耐振耐机械冲击，安装位置无限制，具有良好的防潮防霉防腐蚀性能，在防爆和防止臭氧污染方面的性能也极佳，输入功率小，灵敏度高，控制功率小，电磁兼容性好，噪声低和工作频率高等特点。如图 8 所示。





表 7 固态继电器参数

输入电压	3~32VDC	电气寿命	>100 万次 <sup>□</sup>
输出电压	5~220VDC	响应时间	<10ms <sup>□</sup>
额定电流	10A		

图 8 固态继电器

### 9、电机调速器

同步带输送机采用直流减速电机进行驱动，为了合理控制电机转速，特设置可由 PLC 模拟量控制的电机调速器，模拟量控制电压 0-10V。如图 9 所示。

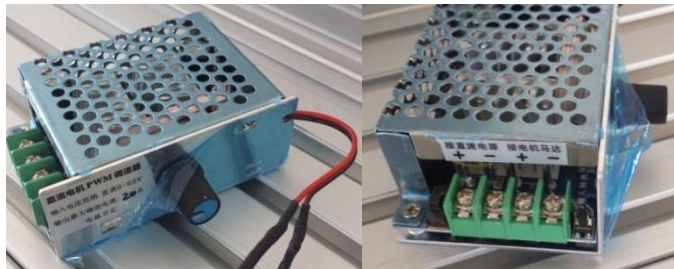


表 8 电机调速模块参数

输入电压	6~60VDC
控制功率	<720W
待机电流	20mA
PWM 占空比	0-100%可调
模拟量	0-10V

图 9 电机调速模块

## 五、实验步骤

- 1、分析实验任务，熟悉物料供给系统功能、硬件组成。
- 2、绘制系统原理图，对 PLC 的输入输出点进行分配并列出分配表。格式可参考下表：

PLC(I/O)	分拣系统接口(I/O)	PLC(I/O)			
输入部分	I0.0	UCP 计数传感器接旋转编码	输出部分		
	...	...			
	I0.6	SFW1(推气缸 1 动作限		Q0.0	M(输送带电机驱动器)
	I0.7	SEW2(推气缸 2 动作限		Q0.1	YV1(推气缸 1 电磁阀)
	I1.0	SFW3(推气缸 3 动作限		Q0.2	YV2(推气缸 2 电磁阀)
	I1.6			Q0.3	YV3(推气缸 3 电磁阀)
	I1.7			Q0.4	
	I2.0	SB1(启动)		Q0.5	
I2.1	SB2(停止)				

### 3、系统组装与接线

依据电气原理图对系统进行接线，需注意电线颜色及接线方法，接线完成在上电前需指导老师进行检查确认。

### 4、系统调试



#### (1) 气缸输出测试

在 PLC 调试界面，依据输入输出分配表对输出点状态进行改变，观察气缸动作是否符合预期，同时通过调节气缸进气口的节流阀控制气缸伸缩速度，调节系统压力控制气缸出力。

#### (2) 物料输送调速测试

在 PLC 调试界面，依据输入输出分配表对控制电机电上的输出点状态进行改变，首先通过电机调速器侧旋钮对电机进行调速控制，判断电机转动方向是否正确。随后将调速器控制模式改为模拟量控制，通过 PLC 输出模拟量进行电机转速控制。

#### (3) 软件调试

将所编写的梯形图程序进行编译，通过上下位机的连接电缆把程序下载到 PLC 中。刚编好的程序难免有这样那样的缺陷或错误。为了及时发现和消除程序中的错误，减少系统现场调试的工作量，确保系统在各种正常和异常情况时都能作出正确的响应，需要进行离线测试，既不将 PLC 的输出接到设备上。按照控制要求在指定输入端输入信号，观察输出指示灯的状态，若输出不符合要求，则查找原因，并排除之。

#### (4) 整体调试

将设备接入 PLC，进行联机调试，看是否满足要求，如果不满足要求，可通过综合调整软件和硬件系统，直到满足要求为止。