

**(实验不分先后顺序，每位老师可根据实际情况选择。)**

## 实验一 可编程控制器基本指令编程练习

### 一、实验目的

熟悉 PLC 实验装置，西门子编程控制器 S7-200、S7-1200 系列的外部接线方法,了解编程软件 STEP7 V4.0 SP9 及 STEP7 TIA(博途)的编程环境，软件的使用方法。掌握与、或、非逻辑功能的编程方法。

完成与或非功能的实验,在基本指令的编程练习单元完成本实验。

### 二、实验说明

首先应根据参考程序，判断 Q0.1、Q0.2、Q0.3、Q0.4 的输出状态，在拨动输入开关 I0.1、I0.3，观察输出指示灯 Q0.1、Q0.2、Q0.3、Q0.4 是否符合与、或、非逻辑的正确结果。

### 三、实验步骤

- 1、输入输出接线。
- 2、打开主机电源将程序下载到主机中。
- 3、启动并运行程序观察实验现象。

### 四、梯形图参考程序

程序见具体软件包。

### 五、实验报告

- 1、学习基本指令的编程。
- 2、实现基本的点动和自锁的逻辑关系控制。
- 3、将梯形图绘制到实验报告上。

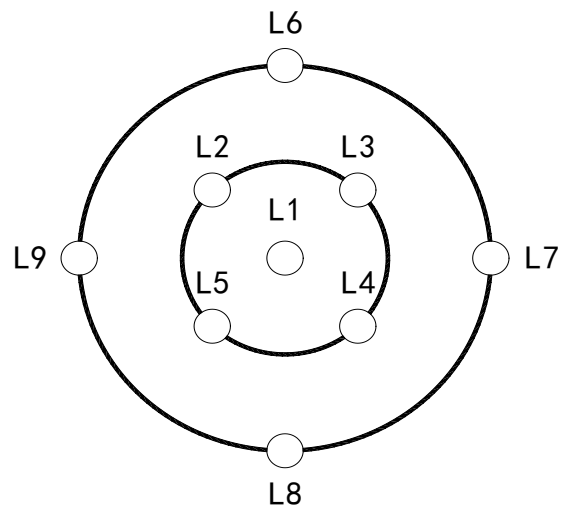
## 实验二 舞台灯光的模拟控制

### 一、实验目的

用 PLC 构成舞台灯光控制系统

### 二、实验内容

#### 1.控制要求



舞台灯光控制示意图

L1、L2、L9→L1、L5、L8→L1、L4、L7→L1、L3、L6→L1→L2、L3、L4、L5→L6、L7、L8、L9→L1、L2、L6→L1、L3、L7→L1、L4、L8→L1、L5、L9→L1→L2、L3、L4、L5→L6、L7、L8、L9→L1、L2、L9→L1、L5、L8……循环下去。

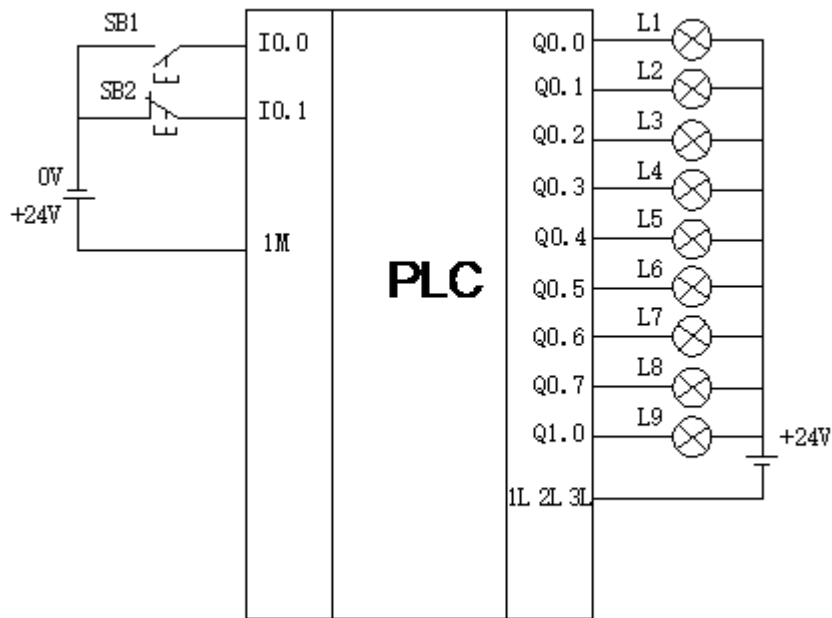
#### 方式一、1200 主机接线方式:

##### 1.1/O 分配

输入			输出		
器件模块	主机	功能说明	模块	主机	功能说明
起动:SB1	I0.0	起动按钮	L1	Q0.0	
停止:SB2	I0.1	停止按钮	L2	Q0.1	
			L3	Q0.2	
			L4	Q0.3	
			L5	Q0.4	
			L6	Q0.5	

			L7	Q0.6	
			L8	Q0.7	
			L9	Q1.0	

2、舞台灯光的模拟控制接线图如下图所示：



### 3. 实验步骤

- (1) 按照电气原理图把实验接线接好，确认无接线错误。
- (2) 将实验程序下载到 PLC 中，运行 PLC。
- (3) 按下 SB1 启动程序，观察实验运行现象。
- (4) 按下 SB2 停止实验。

### 三、舞台灯光部分控制梯形图

程序见具体软件包。

### 四、实验报告

- 1、学习基本指令的编程。
- 2、描述本实验的工作原理以及应用场合。
- 3、将梯形图绘制到实验报告上。

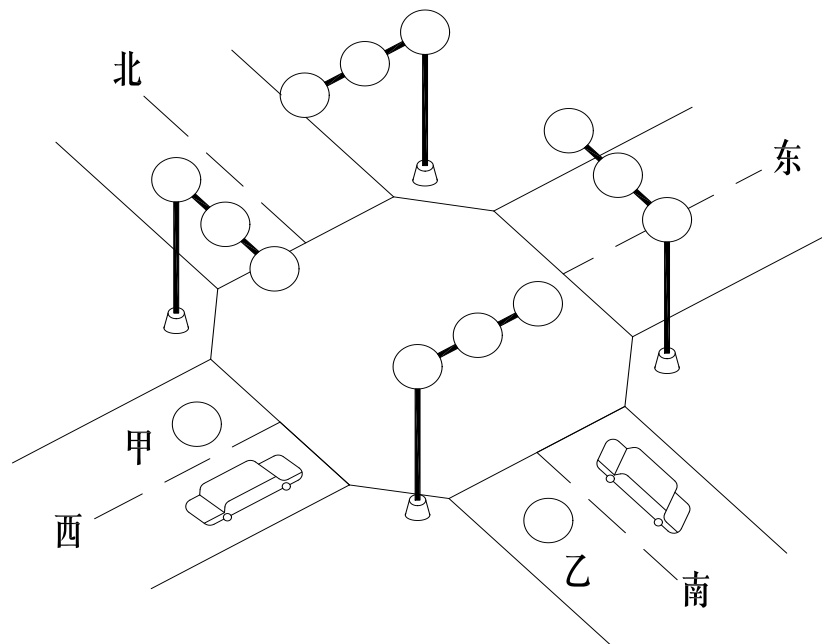
## 实验三 交通灯的模拟控制

### 一、实验目的

用 PLC 构成交通灯控制系统

### 二、实验内容

#### 1. 控制要求



交通灯控制示意图

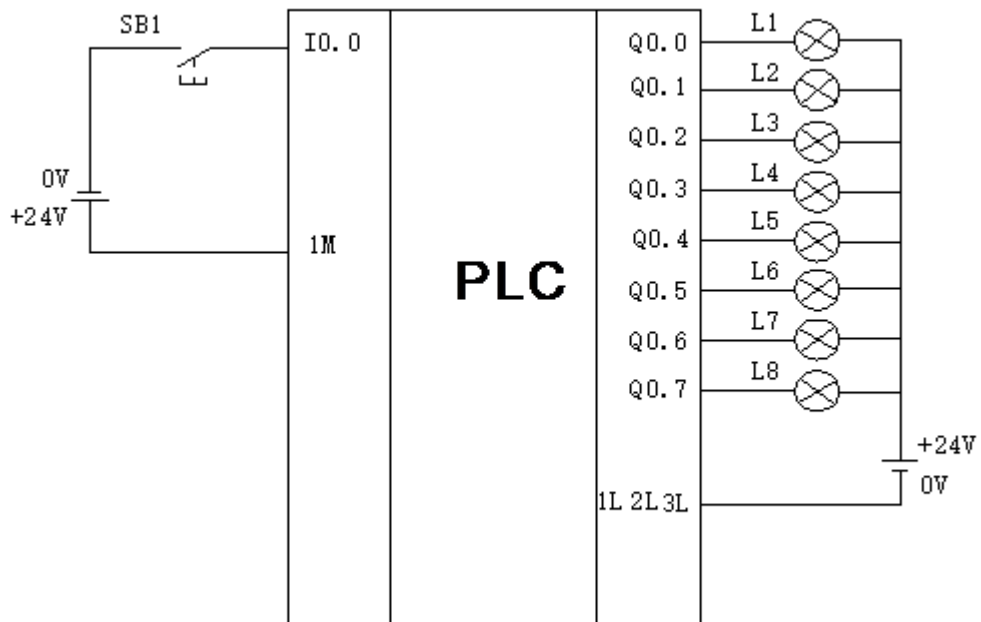
起动后，南北红灯亮并维持 25s。在南北红灯亮的同时，东西绿灯也亮，1s 后，东西车灯即甲亮。到 20s 时，东西绿灯闪亮，3s 后熄灭，在东西绿灯熄灭后东西黄灯亮，同时甲灭。黄灯亮 2s 后灭东西红灯亮。与此同时，南北红灯灭，南北绿灯亮。1s 后，南北车灯即乙亮。南北绿灯亮了 25s 后闪亮，3s 后熄灭，同时乙灭，黄灯亮 2s 后熄灭，南北红灯亮，东西绿灯亮，循环。

方式一、1200 主机接线方式:

1. I/O 分配

输入			输出		
器件模块	主机	功能说明	模块	主机	功能说明
起动:SB1	I0.0	起动按钮	南北红灯:L1	Q0.0	
			南北黄灯:L2	Q0.1	
			南北绿灯:L3	Q0.2	
			东西红灯:L4	Q0.3	
			东西黄灯:L5	Q0.4	
			东西绿灯:L6	Q0.5	
			南北车灯 (乙) :L7	Q0.6	
			东西车灯 (甲) :L8	Q0.7	

2、交通等的模拟控制接线图如下图所示:



### 3. 实验步骤

- (1) 按照电气原理图把实验接线接好，确认无接线错误。
- (2) 将实验程序下载到 PLC 中，运行 PLC。
- (3) 按下 SB1 启动程序，观察实验运行现象。

### 三、交通灯部分控制梯形图

程序见具体软件包。

### 四、实验报告

- 1、学习基本指令的编程。
- 2、描述本实验的工作原理以及应用场合。
- 3、将梯形图绘制到实验报告上。

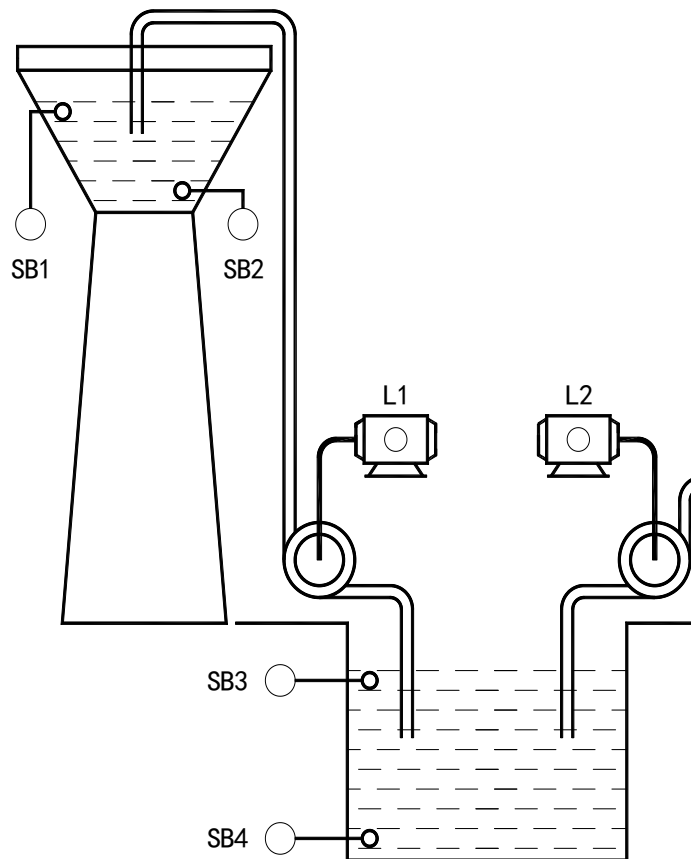
## 实验四 水塔水位的模拟控制

### 一、实验目的

用 PLC 构成水塔水位控制系统

### 二、实验内容

#### 1. 控制要求



水塔水位控制示意图

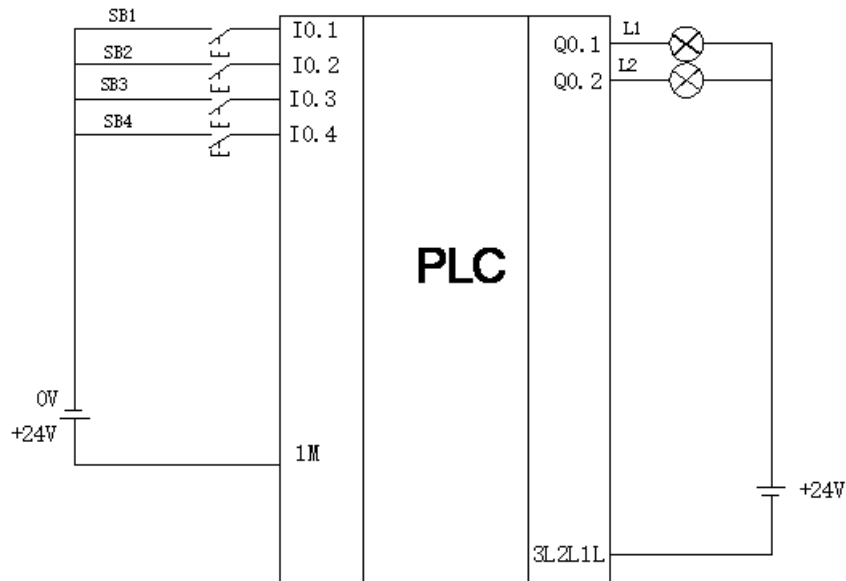
按下 SB4，水池需要进水，灯 L2 亮；直到按下 SB3，水池水位到位，灯 L2 灭；按 SB2，表示水塔水位低需进水，灯 L1 亮，进行抽水；直到按下 SB1，水塔水位到位，灯 L1 灭，过 2 秒后，水塔放完水后重复上述过程即可。

方式一、1200 主机接线方式:

2. I/O 分配

输入			输出		
器件模块	主机	功能说明	模块	主机	功能说明
SB1	I0.1	停止按钮	L1	Q0.1	
SB2	I0.2	起动脉按钮	L2	Q0.2	
SB3	I0.3	停止按钮			
SB4	I0.4	起动脉按钮			

3.水塔水位的模拟控制接线图如下所示:



3. 实验步骤

- (1) 按下 SB4，水池需要进水，灯 L2 亮
- (2) 直到按下 SB3，水池水位到位，灯 L2 灭；
- (3) 按 SB2，表示水塔水位低需进水，灯 L1 亮，进行抽水；
- (4) 直到按下 SB1，水塔水位到位，灯 L1 灭，过 2 秒后，水塔放完水后重复上述过程即可。

三、水塔水位控制梯形图

程序见具体软件包。

#### 四、实验报告

- 1、学习基本指令的编程。
- 2、描述本实验的工作原理以及应用场合。
- 3、将梯形图绘制到实验报告上。

## 实验五 Y/Δ 换接起动模拟实验

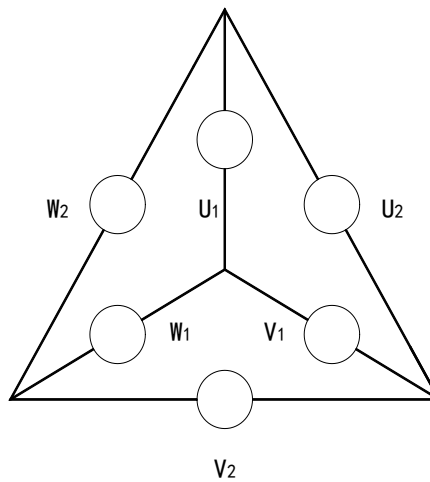
### 一. 实验目的

用 PLC 构成 Y/Δ 换接起动控制系统。

### 二. 实验内容

#### 1. 控制要求

按下启动按钮 SB1，电动机运行，U1，V1，W1 亮，表示是 Y 型起动，2s 后，U1，V1，W1 灭，U2，V2，W2 亮表示 Δ 型起动。按下停止按钮 SB2，电动机停止运行。



Y/Δ换接起动控制示意图

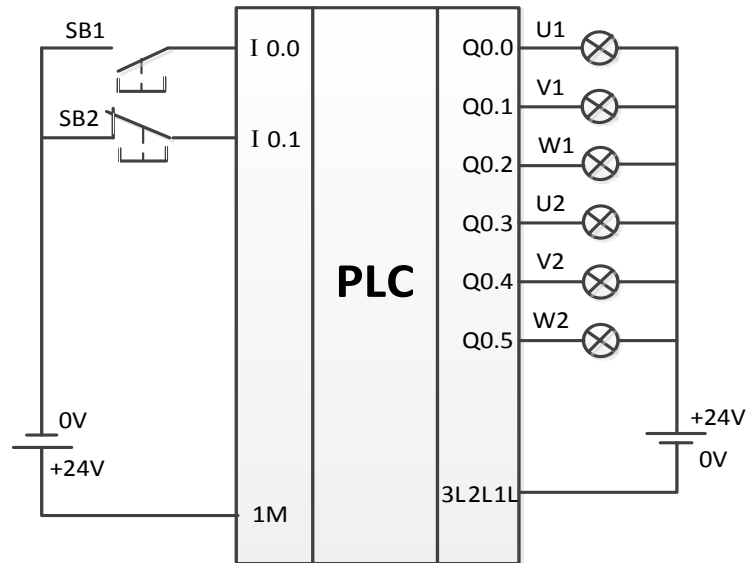
#### 方式一、1200 主机接线方式：

I/O 分配

输入			输出		
器件模块	主机	功能说明	模块	主机	功能说明
起动:SB1	I0.0	起动按钮	U 1	Q0.0	
停止:SB2	I0.1	停止按钮	V1	Q0.1	
			W1	Q0.2	

			U 2	Q0.3	
			V2	Q0.4	
			W2	Q0.5	

3、Y/△换接起动的模拟控制接线图如下所示：



### 三、换接起动控制梯形图

程序见具体软件包。

### 四、实验报告

- 1、学习基本指令的编程。
- 2、描述本实验的工作原理以及应用场合。
- 3、将梯形图绘制到实验报告上。

## 实验六 三相异步电动机的直接起动控制

### 一. 概述

三相笼式异步电机由于结构简单、性价比高、维修方便等优点获得了广泛的应用。在工农业生产中,经常采用继电器接触控制系统对中小功率笼式异步电机进行直接起动,其控制线路大部分由继电器、接触器、按钮等有触头电器组成。

图 1 是三相鼠笼异步电动机直接起动控制图。

起动时,合上漏电断路器及空气开关 QF,引入三相电源。按下起动按钮 SB2,交流接触器 KM1 线圈通电,主触头 KM1 闭合,电动机接通电源直接起动。要使电机停止运转,按下开关 SB1 即可。

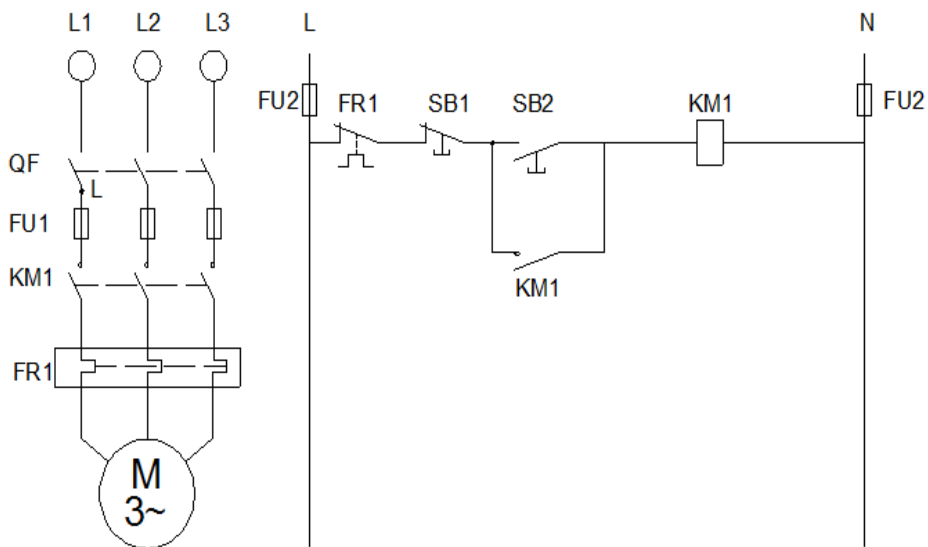


图 1

### 二. 实验目的

1. 熟悉三相鼠笼式异步电机直接起动控制线路中各电器元件的使用方法及其在线路中所起的作用。
2. 掌握三相鼠笼式异步电动机直接起动控制线路的工作原理、接线方法、调试及故障排除技能。

### 三. 实验设备

序号	名称	数量	备注
1	电源仪表及控制屏	1	提供三相四线制 380V、220V 电压
2	M14B 型异步电动机	1	
3	交流接触器	1	
4	热继电器	1	
5	按钮开关	2	
6	万用表、剥线钳、螺丝刀、尖嘴钳等（自备）	1 套	
7	导线若干		

### 四. 实验内容

三相鼠笼式异步电动机直接控制。

### 五. 实验步骤

1. 检查各实验设备外观及质量是否良好。
2. 按图 1 三相鼠笼异步电机直接控制线路进行正确接线，先接主回路，再接控制回路。自己检查无误并经指导老师检查认可后方可合闸通电实验。
  - (1) 热继电器值调到 1.0A。
  - (2) 合上漏电断路器及空气开关 QF，引入三相电源。
  - (3) 按下起动按钮 SB2，观察电机工作情况。
  - (4) 按下停止按钮 SB1，切断电机控制电源。
  - (5) 断开空气开关 QF，切断三相主电源。
  - (6) 断开漏电保护断路器，关断总电源。

## 实验七 三相异步电动机接触器点动控制线路

### 一. 概述

三相笼式异步电机由于结构简单、性价比高、维修方便等优点获得了广泛的应用。在工农业生产中,经常采用继电器接触控制系统对中小功率笼式异步电机进行点动控制,其控制线路大部分由继电器、接触器、按钮等有触头电器组成。

图 2 是三相鼠笼异步电动机接触器点动控制线路。

起动时,合上漏电保护断路器及空气开关 QF,引入三相电源。按下起动按钮 SB2 时,交流接触器 KM1 的线圈通电,主触头 KM1 闭合,电动机接通电源起动。当手松开按钮时,接触器 KM1 断电释放,主触头 KM1 断开,电动机电源被切断而停止运转。

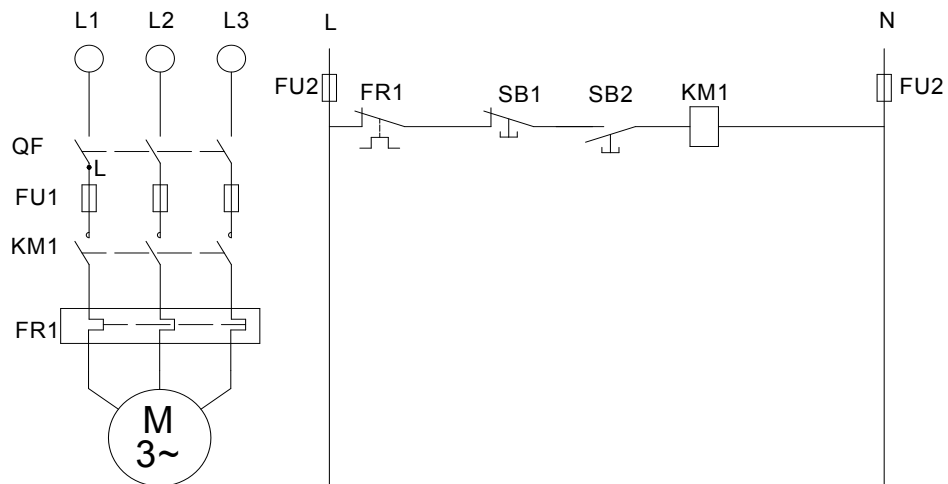


图 2

### 二. 实验目的

1. 熟悉三相鼠笼异步电动机点动控制线路中各元器件的使用方法及其在线路中所起的作用。
2. 掌握三相鼠笼异步电动机点动控制线路的工作原理、接线方法、调试及故障排除技能。

### 三. 实验设备

序号	名称	数量	备注
1	电源及仪表控制屏	1	提供三相四线制 380V、220V 电压
2	M14B 型异步电动机	1	
3	交流接触器	1	
4	按钮开关	2	
5	热继电器	1	
6	导线若干		

#### 四. 实验内容

三相鼠笼异步电动机接触器点动控制。

#### 五. 实验步骤

1. 检查各实验设备外观及质量是否良好。
2. 按图 2 三相鼠笼式异步电动机接触器点动控制线路进行正确的接线。先接主回路，再接控制回路。自己检查无误并经指导老师检认可后方可合闸通电实验。
  - (1) 热继电器值调到 1.0A。
  - (2) 合上漏电保护断路器及空气开关 QF，引入三相电源。
  - (3) 按下起动按钮 SB2 时，观察电机工作情况，体会点动操作。（注意，操作次数不宜频繁过多）
  - (4) 断开空气开关 QF，切断三相主电源。
  - (5) 断开漏电保护断路器，关断总电源。

## 实验八 三相异步电动机接触器自锁控制线路

### 一. 概述

三相笼式异步电机由于结构简单、性价比高、维修方便等优点获得了广泛的应用。在工农业生产中,经常采用继电器接触控制系统对中小功率笼式异步电机进行自锁控制,其控制线路大部分由继电器、接触器、按钮等有触头电器组成。

图 3 是三相鼠笼异步电动机接触器自锁控制线路。

起动时,合上漏电断路器及空气开关 QF,引入三相电源。按下起动开关 SB2,接触器 KM1 的线圈通电,主触头 KM1 闭合,电动机接通电源直接起动运转。同时与 SB2 并联的常开辅助触头 KM1 闭合并自锁。当手松开按钮时,由于辅助触点 KM1 闭合自锁,所以电动机一直运转。要使电机停止运转,按下开关 SB1 即可。

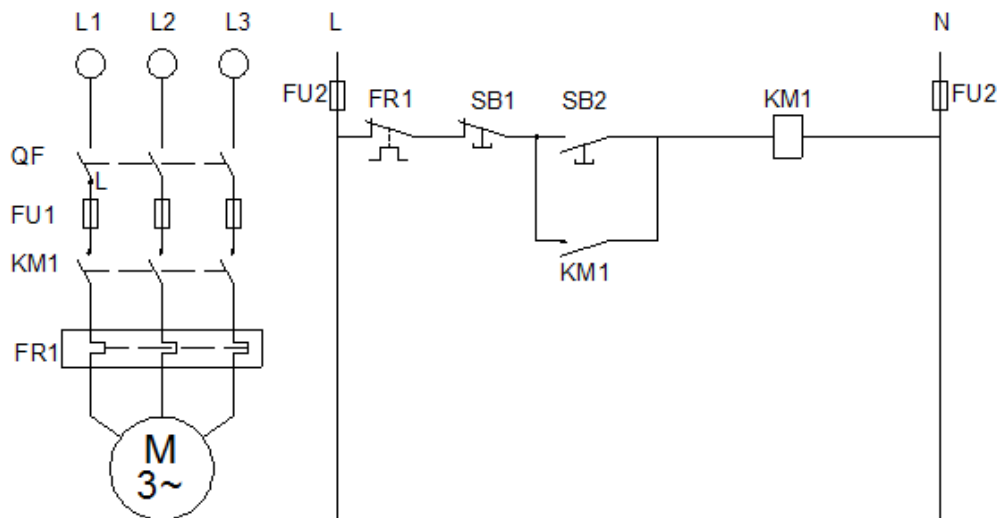


图 3

### 二. 实验目的

1. 熟悉三相鼠笼异步电动机的接触器自锁控制线路中各元器件的使用方法及其在线路中所起的作用。
2. 掌握三相鼠笼式异步电动机接触器自锁控制线路的工作原理、接线方法、调试及故障排除技能。

### 三. 实验设备

序号	名称	数量	备注
1	电源仪表及控制屏	1	提供三相四线制 380V、220V 电压
2	M14B 型异步电动机	1	
3	交流接触器	1	
4	热继电器	1	
5	按钮开关	2	
6	万用表、剥线钳、螺丝刀、尖嘴钳等（自备）	1 套	
7	导线若干		

### 四. 实验内容

三相鼠笼异步电动机接触器自锁控制线路。

### 五. 实验步骤

1. 检查各实验设备外观及质量是否良好。
2. 按图 3 三相鼠笼异步电动机接触器自锁控制线路进行正确接线，先接主回路，再接控制回路。自己检查无误并经指导老师检查认可方可合闸实验。
  - (1) 热继电器值调到 1.0A。
  - (2) 合上漏电断路器及空气开关 QF，引入三相电源。
  - (3) 按下起动按钮 SB2，观察电机工作情况。
  - (4) 按下停止按钮 SB1，切断电机控制电源。
  - (5) 断开空气开关 QF，切断三相主电源。
  - (6) 断开漏电保护断路器，关断总电源。

### 六. 思考题

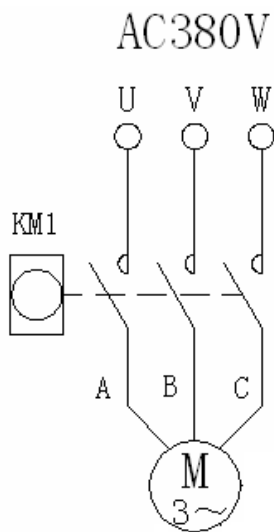
1. 在图 3 中，若自锁常开触头错接成常闭触头，会发生什么现象？
2. 自锁控制线路在长期工作后可能出现失去自锁作用的现象，试结合有关资料分析产生的原因。

## 实验九 基于 PLC 控制方式的三相异步电动机点动与自锁控制

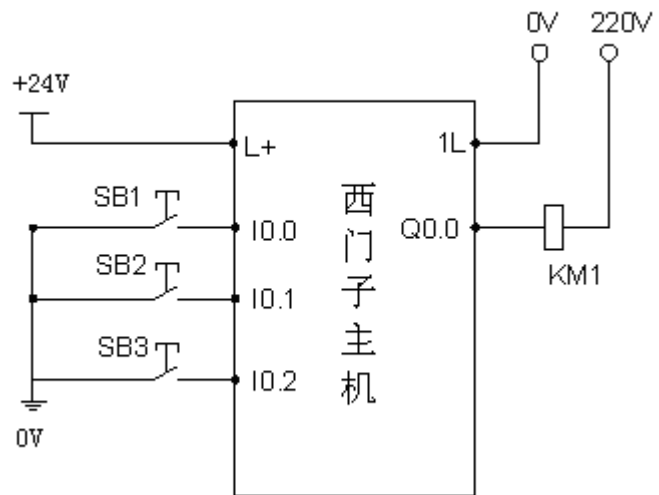
### 一. 实验目的

1. 通过对三相鼠笼式异步电动机点动控制和自锁控制线路的实际安装接线, 掌握由电气原理图变换成安装接线图的知识。
2. 通过实验进一步加深理解点动控制和自锁控制的特点。

### 二. 实验接线图



电机接线图



PLC 接线图

### 三. 实验内容

#### 1. 控制要求

##### 1) 点动控制

启动: 按启动按钮 SB1, I0.0 触点闭合, Q0.0 线圈得电, 即接触器 KM1 的线圈得电, 电动机作星形连接启动。每按动 SB1 一次, 电机运转一次。

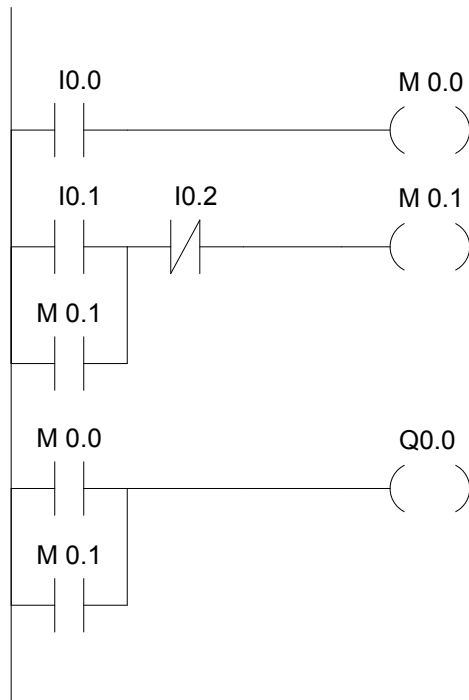
##### 2) 自锁控制

启动: 按启动按钮 SB2, I0.1 触点闭合, Q0.0 线圈得电, 即接触器 KM1 的线圈得电, 电动机作星形连接启动。只有按下停止按钮 SB3 时电机才停止运转。

#### 2. I/O 分配

输入	输出
点动按钮：I0.0	Q0.0
自锁按钮：I0.1	
停止按钮：I0.2	

- 按图所示的梯形图输入程序。
- 调试并运行程序。



点动与自锁梯形图

## 第 1 章 吊用低压控制电器

### 习题与思考题

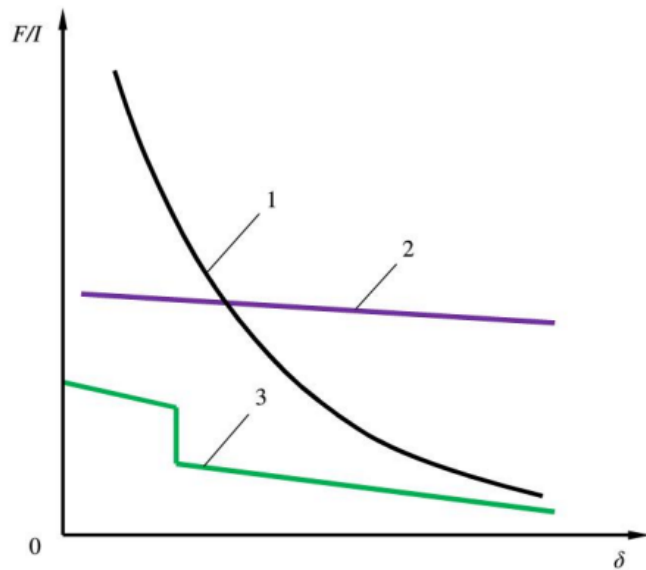
1. 何谓电磁式电器的吸力特性与反力特性？吸力特性与反力特性之间应满足怎样的配合关系？

答：不同的电磁机构，有不同的吸力特性。电磁机构动作时，其气隙  $\delta$  是变化的， $F \propto B^2 \propto \Phi^2$ 。

对于直流电磁机构：其励磁电流的大小与气隙无关，衔铁动作过程中为恒磁动势工作，根据磁路定律  $\Phi = (IN/R_m) \propto (1/R_m)$ ，式中  $R_m$  为气隙磁阻，则  $F \propto \Phi^2 \propto (1/R_m)^2 \propto (1/\delta)^2$ ，电磁吸力随气隙的减少而增加，所以吸力特性比较陡峭。

对于交流电磁机构：设线圈外加电压  $U$  不变，交流电磁线圈的阻抗主要决定于线圈的电抗，若电阻忽略不计，则  $U \approx E = 4.44 f \Phi N$ ，则  $\Phi = U/(4.44 f N)$ ，当电压频率  $f$ 、线圈匝数  $N$ 、外加电压  $U$  为常数时，气隙磁通  $\Phi$  也为常数，即励磁电流与气隙成正比，衔铁动作过程中为恒磁通工作，但考虑到漏磁通的影响，其电磁吸力随气隙的减少略有增加，所以吸力特性比较平坦。

为了保证衔铁能牢固吸合，反作用力特性必须与吸力特性配合好。在整个吸合过程中，吸力都必须大于反作用力，即吸力特性高于反力特性，但不能过大或过小，吸力过



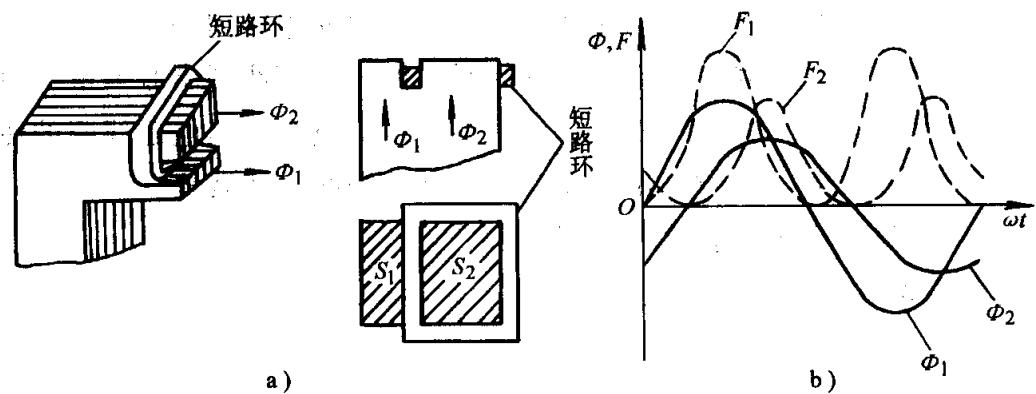
1-直流电磁铁吸力特性；2-交流电磁铁吸力特性；3-反力特性

答案图 1.1

大时，动、静触头接触时以及衔铁与铁心接触时的冲击力也大，会使触头和衔铁发生弹跳，导致触头的熔焊或烧毁，影响电器的机械寿命；吸力过小时，会使衔铁运动速度降低，难以满足高操作频率的要求。因此，吸力特性与反力特性必须配合得当，才有助于电器性能的改善。在实际应用中，可调整反力弹簧或触头初压力以改变反力特性，使之与吸力特性有良好配合，参见答案图 1.1 所示。

2. 单相交流电磁机构为什么要设置短路环？它的作用是什么？三相交流电磁铁要否装设短路环？

**答：**由于单相交流接触器铁心的磁通是交变的，故当磁通过零时，电磁吸力也为零，吸合后的衔铁在反力弹簧的作用下将被拉开，磁通过零后电磁吸力又增大，当吸力大于反力时，衔铁又被吸合。这样就使衔铁产生强烈的振动和噪声，甚至使铁心松散。因此，交流接触器铁心端面上都安装一个铜制的短路环。短路环将铁心端面分隔成两部分，当



答案图 1.2

交变磁通穿过短路环所包围的截面积  $S_2$  在短路环中产生涡流时，根据电磁感应定律，此涡流产生的磁通  $\Phi_2$  在相位上落后于短路环外铁心截面  $S_1$  中的磁通  $\Phi_1$ ，由  $\Phi_1$ 、 $\Phi_2$  产生的电磁吸力为  $F_1 + F_2$ ，作用在衔铁上的合成电磁吸力是  $F_1 + F_2$ ，只要此合力始终大于其反力，衔铁就不会产生振动和噪声。参见答案图 1.2 所示。

对于三相交流电而言，因为三相不可能同时为零。就相当于整个电磁铁磁通没有过零点，磁场不会消失，衔铁就不会振动。故无须加装短路环。

3. 从结构特征上如何区分交流、直流电磁机构？

**答：**交流接触器的线圈通以交流电，将产生涡流和磁滞损耗，使铁心发热。为减少铁损，铁心用硅钢片冲压而成。为便于散热，线圈做成短而粗的筒状绕在骨架上。

直流接触器的线圈通以直流电，铁心中不会产生涡流和磁滞损耗，所以不会发热。为方便加工，铁心用整块钢块制成。为使线圈散热良好，通常将线圈绕制成长而薄的筒状。

4. 交流电磁线圈通电后，衔铁长时间被卡不能吸合，会产生什么后果？

**答：**衔铁在吸合过程中，交流励磁线圈的电流与气隙成正比，当线圈通电瞬间，衔铁尚未吸合时，气隙较大，电流将达到吸合后额定电流的 5~15 倍，如果衔铁长时间被卡不能吸合，容易烧毁线圈。

5. 交流电磁线圈误接入直流电源，直流电磁线圈误接入交流电源，会发生什么问题？为什么？

**答：**交流电磁线圈接入直流电源时会通过很大的电流，很快会烧毁。因为交流线圈对交流电有感抗，而对直流电没有感抗，交流线圈只有很小的直流电阻，所以会通过很大的电流。若将直流电磁线圈误接入交流电源上，接触器将不能正常工作。因阻抗增大，电流减小，吸力不足，不能吸合，线圈电流降不下去。此外，直流电磁铁铁心采用整块钢制成，交流电磁场会导致铁心中产生较大的涡流，导致铁心和线圈发热。

6. 线圈电压为 220V 的交流接触器，误接入 380V 交流电源会发生什么问题？为什么？

**答：**接入 380V 的电压远远超过它的额定电压 220V，线圈电流将大大增加，线圈迅速发热最终导致烧毁。

7. 接触器是怎样选择的？主要考虑哪些因素？

**答：**首先，根据电路中负载电流的种类选择接触器的类型。交流负载应选用交流接触器，直流负载应选用直流接触器，如果控制系统中主要是交流负载，而直流电动机或直流负载的容量较小，也可都选用交流接触器来控制，但触点的额定电流应选得大一些。主要考虑因素有：接触器的额定电压、接触器的额定电流、电磁线圈的额定电压、触头

数目、额定操作频率。

8. 两个相同的交流线圈能否串联使用？为什么？

**答：**在交流控制线路中，不能串联接入两个电器线圈。因为每个线圈上所分配到的电压与线圈阻抗成正比，两个电器动作总有先后，先吸合的电器，磁路先闭合，其阻抗比没吸合的电器大，电感显著增加，线圈上的电压也相应增大，故没吸合电器的线圈的电压达不到吸合值。同时电路电流将增加，有可能烧毁线圈。因此，两个电器需要同时动作时，线圈应并联连接。

9. 常用的灭弧方法有哪些？

**答：**当开关电器的触头分离时，触头间的距离很小，触头间电压即使很低，但电场强度很大（ $E = U/d$ ），在触头表面由于强电场发射和热电子发射产生的自由电子，逐渐加速运动，并在间隙中不断与介质的中性质点产生碰撞游离，使自由电子的数量不断增加，导致介质被击穿，引起弧光放电，弧隙温度剧增，产生热游离，不断有大量自由电子产生，间隙由绝缘变成导电通道，电弧持续燃烧。为了加速电弧熄灭，常采用以下灭弧方法：①电动力灭弧；②灭弧栅灭弧；③磁吹灭弧等。

10. 熔断器的额定电流、熔体的额定电流和熔体的极限分断电流三者有何区别？

**答：**熔断器的额定电流是指所装熔体额定电流的最大值；熔断体的额定电流是在规定条件下，熔断体能够长期承载而不使性能降低的电流；熔断体的极限分断电流是指在规定的使用和性能条件下，熔断体在规定电压下能够分断的预期电流的极限值，必须大于线路中可能出现的最大短路电流，否则就不能获得可靠的短路保护。

11. 如何调整电磁式继电器的返回系数？

**答：**继电器的释放值  $x_1$  与吸合值  $x_2$  之比  $k = x_1/x_2$  称为继电器的返回系数。 $k$  值是可以调节的，可通过调节释放弹簧的松紧程度（拧紧时， $x_1$  与  $x_2$  同时增大， $k$  增大；放松时， $k$  减小）或调整铁心与衔铁间非磁性垫片的厚薄（增厚时  $x_1$  增大， $k$  增大；减薄时  $k$  减小）来达到。

12. 电气控制线路中，既装设熔断器，又装设热继电器，各起什么作用？能否相互代用？

**答：**二者不能相互替换，热继电器和熔断器在电路中的保护作用是不相同的。热继电器只做长期的过载保护，而熔断器是做严重过载和短路保护，因此一个较完整的保护电路，特别是电动机控制电路，应该两种保护都具有。

13. 热继电器在电路中的作用是什么？带断相保护和不带断相保护的三相式热继电器各用在什么场合？

**答：**热继电器（FR）主要用于电力拖动系统中电动机负载的过载保护。热继电器的选择主要根据电动机定子绕组的联结方式来确定热继电器的型号，在三相异步电动机电路中，对 Y 连接的电动机可选两相或三相结构的热继电器，一般采用两相结构的热继电器，即在两相主电路中串接热元件。对于三相感应电动机，定子绕组为 A 连接的电动机，必须采用带断相保护的热继电器。

14. 时间继电器和中间继电器在电路中各起什么作用？

**答：**时间继电器用来控制电器延时通断。中间继电器实质上是一种电压继电器，它的特点是触头数目较多，电流容量可增大，起到中间放大（触头数目和电流容量）的作用。

15. 什么是主令电器？常用的主令电器有哪些？

**答：**主令电器是在自动控制系统中发出指令或信号的电器，用来控制接触器、继电器或其他电器线圈，使电路接通或分断，从而达到控制生产机械的目的。主令电器应用广泛、种类繁多。按其作用可分为：按钮、行程开关、接近开关、万能转换开关、主令控制器及其他主令电器（如脚踏开关、钮子开关、急停开关）等。

16. 试为一台交流 380V、4kW（ $\cos\varphi=0.88$ ）、 $\Delta$  连接的三相笼型异步电动机选择接触器、热继电器和熔断器。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/545004030110011203>

17.