

项目 1

组合逻辑电路控制程序设计

由于组合逻辑电路的控制结果只与输入变量的状态有关，所以对于简单组合逻辑电路可通过真值表直接编写程序；对于复杂组合逻辑电路可以依据真值表先写出逻辑表达式并进行化简，然后再由最简表达式编写控制程序。

实例 1-1 用 3 个开关控制一个照明灯



用 3 个开关控制一个照明灯

设计要求：用 3 个开关控制一个照明灯，任何一个开关都可以控制照明灯的点亮与熄灭。

1. 输入/输出元件及其控制功能

实例 1-1 中用到的输入/输出元件及其控制功能如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 实例 1-1 输入/输出元件及其控制功能

说 明	PLC 软元件	元件文字符号	元 件 名 称	控 制 功 能
输入	X0	S1	开关	控制照明灯
	X1	S2	开关	控制照明灯
	X2	S3	开关	控制照明灯
输出	Y0	EL	照明灯	照明

2. 控制程序设计

依据题意可知，当有一个开关处于闭合状态，照明灯点亮；当有两个开关处于闭合状态，照明灯熄灭。推而广之，当有奇数个开关处于闭合状态，照明灯点亮；当有偶数个开关处于闭合状态，照明灯熄灭。根据控制要求列出真值表，如表 1-1-2 所示。

从表 1-1-2 中可以看出，Y0 有 4 组高电平逻辑，所以在梯形图中就应有 4 个逻辑行，并且这 4 行用逻辑“或”进行合并，程序如图 1-1-1 所示。



表 1-1-2 实例 1-1 的真值表

X0	X1	X2	Y0
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

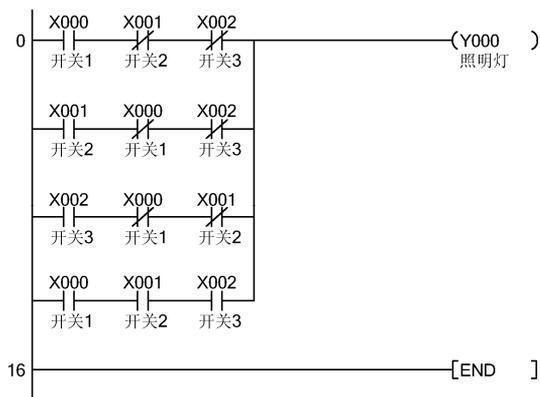


图 1-1-1 用真值表法编写的梯形图



知识准备

学习 PLC，必须学习 PLC 的编程。而学习编程，首先要详细了解 PLC 内各种软元件的属性及其应用，其次学习系统的指令，最后再针对控制要求进行编程。

在继电器控制电路中，控制系统是由各种实体器件组成的，如按钮、开关、继电器、计数器及各种电磁线圈等，人们把这些器件称为元件。而在 PLC 控制系统中，控制系统是由 PLC 内部各种电路构成的，人们把这些内部电路称为软元件。下面介绍几种较为常用的软元件。

(1) 输入继电器 X。输入继电器 X 是 PLC 与外部用户输出设备连接的接口单元，用以接收用户输出设备发来的指令信号，其编址采用八进制方式进行地址编号，每 8 个 X 为一组，如 X001~X007、X010~X017、X020~X027 等，具体编址与所用基本单元和扩展单元（模块）相关。其使用要点包括：

- ① 输入继电器的触点只能用于内部编程，不能驱动外部负载。
- ② PLC 的程序不能改变外部输入继电器的状态。
- ③ 输入继电器在编程时使用的次数没有限制。

(2) 输出继电器 Y。输出继电器 Y 是 PLC 与外部用户输入设备连接的接口单元，用以将输出信号传给负载，其编址方式与输入继电器相同。其使用要点包括：

- ① 空余的输出继电器可按与内部继电器相同的方法使用。
- ② 当作为触点使用时，输出继电器编程的次数没有限制。
- ③ 当作为保持输出时，输出继电器不允许重复使用同一继电器。

(3) 辅助继电器 M。辅助继电器 M 相当于继电器控制系统中的中间继电器，它仅用于 PLC 内部，不提供外部输出。辅助继电器编址采用十进制方式，一般分为通用型、断电保持型和特殊型三种类型。

① 通用型辅助继电器。通用型辅助继电器和输出继电器一样，当电源接通后，它处于 ON 状态；一旦掉电后再次上电，除非因程序使其变为 ON 状态，否则该继电器仍继续处于 OFF 状态。通用型辅助继电器地址范围与所用基本单元有关，如三菱 FX_{3U} 机型 PLC 通用型辅助继电器的地址范围为 M0~M499。



② 断电保持型辅助继电器。当 PLC 再次上电后，断电保持型辅助继电器能保持断电前的状态，其他特性与通用型辅助继电器完全一样。断电保持型辅助继电器地址范围与所用基本单元有关，如三菱 FX_{3U} 机型 PLC 断电保持型辅助继电器的地址范围为 M500~M3071。

③ 特殊型辅助继电器。特殊型辅助继电器是具有某项特定功能的辅助继电器，它分为触点型和线圈型。触点型特殊辅助继电器反映 PLC 的工作状态或 PLC 为用户提供某项特定功能，用户只能利用其触点，线圈则由 PLC 自动驱动。线圈型特殊辅助继电器是可控制的特殊辅助继电器，当线圈得电后，驱动这些继电器，PLC 可做出一些特定的动作。

三菱 FX 系列 PLC 特殊型辅助继电器的地址范围为 M8000~M8255，本书使用的特殊型辅助继电器如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 常用特殊型辅助继电器功能表

编 号	名 称	功 能 说 明
M8000	RUN 监控 a 接点	RUN 时为 ON
M8001	RUN 监控 b 接点	RUN 时为 OFF
M8002	初始脉冲 a 接点	RUN 后一个扫描周期为 ON
M8003	初始脉冲 b 接点	RUN 后一个扫描周期为 OFF
M8011	10ms 时钟	10ms 周期振荡
M8012	100ms 时钟	100ms 周期振荡
M8013	1s 时钟	1s 周期振荡
M8014	1min 时钟	1min 周期振荡
M8011	10ms 时钟	10ms 周期振荡
M8034	禁止输出	当 M8034 为 ON 时，PLC 禁止外部输出

(4) 数据寄存器。PLC 之所以能处理数据量，是因为其内部有许多由开关量组成的存储单元整体。在三菱 FX 系列 PLC 中，这个存储整体就是数据寄存器 D，其结构为一个 16 位寄存器，即参与各种数值处理的是一个 16 位整体的数据。这个 16 位的数据量通常称为“字”，也称为字元件。

(5) 组合位元件。由连续编址位元件所组成的一组位元件称为组合位元件。三菱 FX 系列对组合位元件进行了一系列规定：

① 组合位元件的编程符号是 Kn+组件起始地址。其中，n 表示组数，起始地址为组件最低编址。按照规定，三菱 FX 系列组合位元件的类型有 KnX、KnY、KnM、KnS 4 种，这 4 种组合位元件均按照字元件进行处理。

② 组合位元件的位组规定：一组有 4 位位元件，表示 4 位二进制数。多于一组以 4 的倍数增加，组合位元件的编址必须是连续的。

组合位元件的起始地址没有特别的限制，一般可自由指定，但对于位元件 X、Y 来说，它们的编址是八进制的，因此，起始地址最好设定为尾数为 0 的编址。同时还应注意，由于 X、Y 的数量是有限的，设定的组数不要超过实际应用范围。

(6) 常数 K/H。常数也可作为元件处理，它在存储器中占有一定的空间，主要用于向 PLC 输入数据。PLC 最常用两种常数：一种是以 K 表示的十进制数，另一种是以 H 表示的十六进制数。



实例 1-2 用信号灯指示 3 台电动机的运行状况



3 台电动机运行状况指示

设计要求：用红、黄、绿 3 个信号灯显示 3 台电动机的运行情况，要求：

- (1) 当无电动机运行时，红灯亮。
- (2) 当只有一台电动机运行时，黄灯亮。
- (3) 当有两台及以上电动机运行时，绿灯亮。

1. 输入/输出元件及其控制功能

实例 1-2 中用到的输入/输出元件及其控制功能如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 实例 1-2 输入/输出元件及其控制功能

说 明	PLC 软元件	元件文字符号	元 件 名 称	控 制 功 能
输出	Y0	KM1	接触器	控制第 1 台电动机
	Y1	KM2	接触器	控制第 2 台电动机
	Y2	KM3	接触器	控制第 3 台电动机
	Y3	HL1	红色信号灯	无电动机运行信号指示
	Y4	HL2	黄色信号灯	一台电动机运行信号指示
	Y5	HL3	绿色信号灯	两台以上电动机运行信号指示

2. 用真值表法进行程序设计

根据控制要求列出真值表，如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 实例 1-2 的真值表

Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
0	0	0	1		
0	0	1		1	
0	1	0		1	
1	0	0		1	
0	1	1			1
1	0	1			1
1	1	0			1
1	1	1			1

从表 1-2-2 中可以看出，Y3 有 1 组高电平逻辑，所以在梯形图中应有 1 个逻辑行；Y4 有 3 组高电平逻辑，所以在梯形图中应有 3 个逻辑行，并且这 3 行用逻辑“或”进行合并；Y5 有 4 组高电平逻辑，所以在梯形图中应有 4 个逻辑行，并且这 4 行用逻辑“或”进行合并；程序如图 1-2-1 所示。

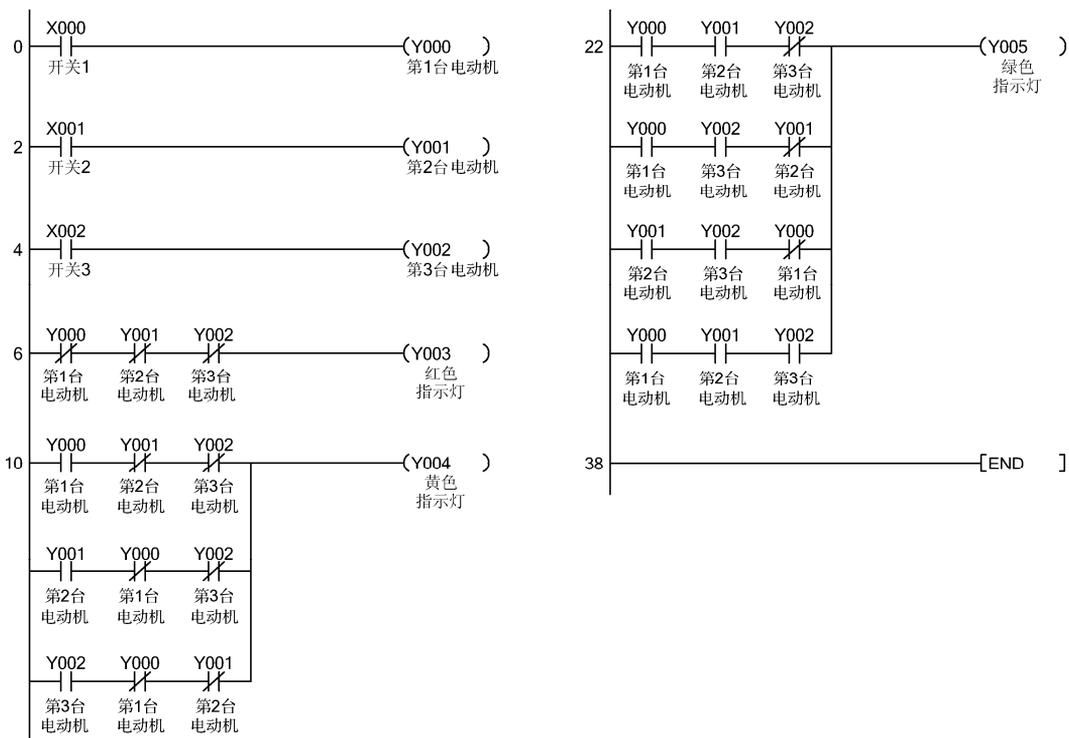


图 1-2-1 实例 1-2 梯形图



知识准备

在 PLC 程序中，梯形图作为一种编程语言，其语法规则是有严格要求的，梯形图绘制的基本原则如下。

规则 1: 如图 1-2-2 所示，梯形图每一行都是从左侧母线开始，线圈接在右侧母线上（右侧母线也可省略）。每一行的前部是触点群组成的“工作条件”，最右边是线圈表达的“工作结果”。一行绘完，依次自上而下再绘下一行。

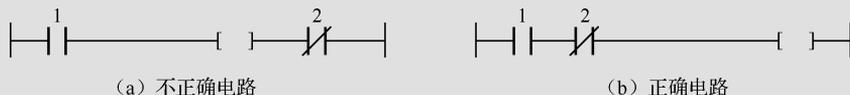


图 1-2-2 规则 1 说明

规则 2: 如图 1-2-3 所示，线圈不能直接与左侧母线相连。如果需要，可以通过一个没有使用的辅助继电器的常闭触点或者特殊辅助继电器的常开触点来连接。

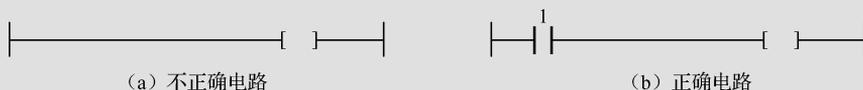


图 1-2-3 规则 2 说明

规则 3: 同一编号的线圈在一个程序中使用两次称为双线圈输出。有的 PLC 将双线圈输



出视为语法错误。三菱 FX 系列 PLC 则将前面的输出视为无效，视最后一次输出为有效。

规则 4：触点应画在水平线上，不能画在垂直分支线上。图 1-2-4 (a) 中触点 3 被画在垂直线上，很难正确识别它与其他触点的关系。因此，应根据自左至右、自上而下的原则画成如图 1-2-4 (b) 所示的形式。

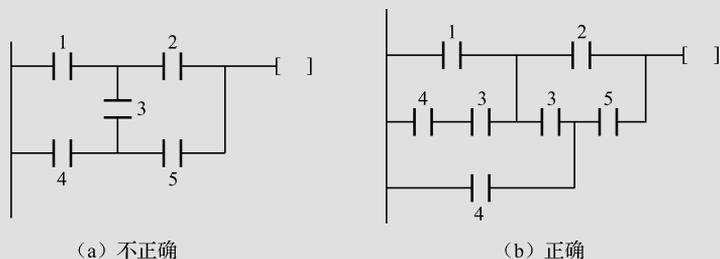


图 1-2-4 规则 4 说明

规则 5：不包含触点的分支应放在垂直方向，不可以放在水平位置，以便于识别触点的组合和对输出线圈的控制路径，如图 1-2-5 所示。

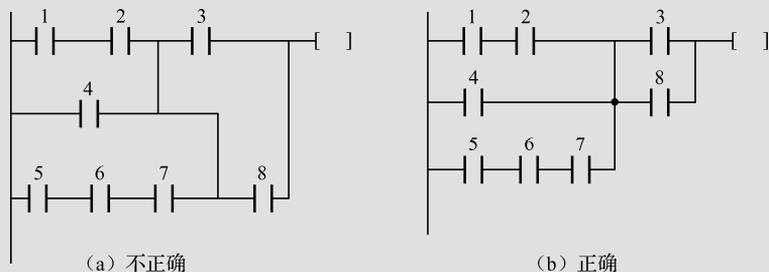


图 1-2-5 规则 5 说明

规则 6：在有几个串联回路相并联时，应将触点最多的那个串联回路放在梯形图的最上面。在有几个并联回路相串联时，应将触点最多的那个并联回路放在梯形图的最左边。这样才能使编制的程序简洁明了，语句减少，程序执行速度快，如图 1-2-6 所示。

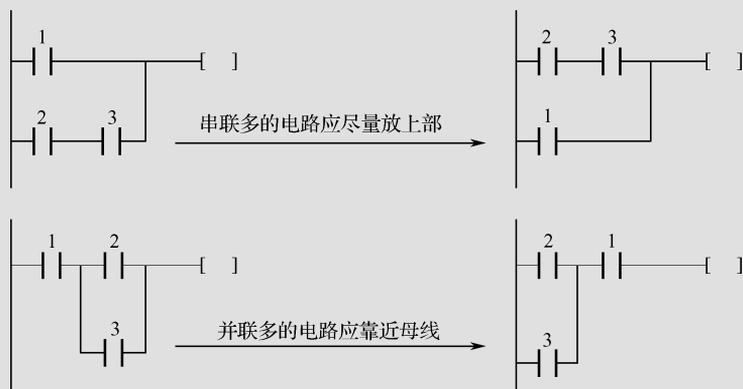


图 1-2-6 规则 6 说明