

第一章 可编程控制器简介

可编程控制器是 60 年代末在美国首先出现,当时叫可编程逻辑控制器 PLC (Programmable Logic Controller),目的是用来取代继电器,以执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能。PLC 的基本设计思想是把计算机功能完善、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,控制器的硬件是标准的、通用的。根据实际应用对象,将控制内容编成软件写入控制器的用户程序存储器内。控制器和被控对象连接方便。

随着半导体技术,尤其是微处理器和微型计算机技术的发展,到 70 年代中期以后,PLC 已广泛地使用微处理器作为中央处理器,输入输出模块和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路,这时的 PLC 已不再是逻辑判断功能,还同时具有数据处理、PID 调节和数据通信功能。

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算,顺序控制、定时、计算和算术运算等操作的指令,并通过数字式和模拟式的输入输出,控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是微机技术与传统的继电器接触控制技术相结合的产物,它克服了继电器接触控制系统中机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点,充分利用微处理器的优点。

可编程控制器对用户来说,是一种无触点设备,改变程序即可改变生产工艺,因此可在初步设计阶段选用可编程控制器,在实施阶段再确定工艺过程。另一方面,从制造生产可编程控制器的厂商角度看,在制造阶段不需要根据用户的订货要求专门设计控制器,适合批量生产。由于这些特点,可编程控制器问世以后很快受到工业控制界的欢迎,并得到迅速的发展。目前,可编程控制器已成为工厂自动化的强有力工具,得到了广泛的应用。

一、PLC 的结构及各部分的作用

可编程控制器的结构多种多样,但其组成的一般原理基本相同,都是以微处理器为核心的结构。通常由中央处理单元(CPU)、存储器(RAM、ROM)、输入输出单元(I/O)、电源和编程器等几个部分组成。

1. 中央处理单元(CPU)

CPU 作为整个 PLC 的核心,起着总指挥的作用。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成。这些电路通常都被封装在一个集成电路的芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储单元、输入输出接口电路连接。CPU 的功能有以下一些:从存储器中读取指令,执行指令,取下一条指令,处理中断。

2. 存储器(RAM、ROM)

存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器;存放应用程序的存储器称为用户程序存储器;存放工作数据的存储器称为数据存储器。常用的存储器有 RAM、EPROM 和 EEPROM。RAM 是一种可进行读写操作的随机存储器存放用户程序,生成用户数据区,存放在 RAM 中的用户程序可方便地修改。RAM 存储器是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器,可用锂电池做备用电源。掉电时,可有效地保持存储的信息。EPROM、EEPROM 都是只读存储器。用这些类型存储器固化系统管理程序和应用程序。

3. 输入输出单元 (I/O 单元)

I/O 单元实际上是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。I/O 单元有良好的电隔离和滤波作用。接到 PLC 输入接口的输入器件是各种开关、按钮、传感器等。PLC 的各输出控制器件往往是电磁阀、接触器、继电器,而继电器有交流和直流型,高电压型和低电压型,电压型和电流型。

4. 电源

PLC 电源单元包括系统的电源及备用电池,电源单元的作用是把外部电源转换成内部工作电压。PLC 内有一个稳压电源用于对 PLC 的 CPU 单元和 I/O 单元供电。

5. 编程器

编程器是 PLC 的最重要外围设备。利用编程器将用户程序送入 PLC 的存储器,还可以用编程器检查程序,修改程序,监视 PLC 的工作状态。除此以外,在个人计算机上添加适当的硬件接口和软件包,即可用个人计算机对 PLC 编程。利用微机作为编程器,可以直接编制并显示梯形图。

二、PLC 的工作原理

PLC 采用循环扫描的工作方式,在 PLC 中用户程序按先后顺序存放,CPU 从第一条指令开始执行程序,直到遇到结束符后又返回第一条,如此周而复始不断循环。PLC 的扫描过程分为内部处理、通信操作、程序输入处理、程序执行、程序输出几个阶段。全过程扫描一次所需的时间称为扫描周期。当 PLC 处于停状态时,只进行内部处理和通信操作服务等内容。在 PLC 处于运行状态时,从内部处理、通信操作、程序输入、程序执行、程序输出,一直循环扫描工作。

1. 输入处理

输入处理也叫输入采样。在此阶段,顺序读入所有输入端子的通断状态,并将读入的信息存入内存中所对应的映象寄存器。在此输入映象寄存器被刷新。接着进入程序执行阶段。在程序执行时,输入映象寄存器与外界隔离,即使输入信号发生变化,其映象寄存器的内容也不会发生变化,只有在下一个扫描周期的输入处理阶段才能被读入信息。

2. 程序执行

根据 PLC 梯形图程序扫描原则,按先左后右先上后下的步序,逐句扫描,执行程序。遇到程序跳转指令,根据跳转条件是否满足来决定程序的跳转地址。从用户程序涉及到输入输出状态时,PLC 从输入映象寄存器中读出上一阶段采入的对应输入端子状态,从输出映象寄存器读出对应映象寄存器,根据用户程序进行逻辑运算,存入有关器件寄存器中。对每个器件来说,器件映象寄存器中所寄存的内容,会随着程序执行过程而变化。

3. 输出处理

程序执行完毕后,将输出映象寄存器,即器件映象寄存器中的 Y 寄存器的状态,在输出处理阶段转存到输出锁存器,通过隔离电路,驱动功率放大电路,使输出端子向外界输出控制信号,驱动外部负载。

三、PLC 编程语言

1. 梯形图编程语言

梯形图沿袭了继电器控制电路的形式,它是在电器控制系统中常用的继电器、接触器逻辑控制基础上简化了符号演变来的,形象、直观、实用。

梯形图的设计应注意以下三点:

(一) 梯形图按从左到右、从上到下的顺序排列。每一逻辑行起始于左母线,然后是触点的串、并联接,最后是线圈与右母线相联。

(二) 梯形图中每个梯级流过的不是物理电流,而是“概念电流”,从左流向右,其两端没有电源。这个“概念电流”只是形象地描述用户程序执行中应满足线圈接通的条件。

(三) 输入继电器用于接收外部输入信号,而不能由 PLC 内部其它继电器的触点来驱动。因此,梯形图中只出现输入继电器的触点,而不出现其线圈。输出继电器输出程序执行结果给外部输出设备,当梯形图中的输出继电器线圈得电时,就有信号输出,但不是直接驱动输出设备,而要通过输出接口的继电器、晶体管或晶闸管才能实现。输出继电器的触点可供内部编程使用。

2. 语句表编程语言

指令语句表示一种与计算机汇编语言相类似的助记符编程方式,但比汇编语言易懂易学。一条指令语句是由步序、指令语和作用器件编号三部分组成。

第二章 可编程控制器梯形图设计规则

1. 触点的安排

梯形图的触点应画在水平线上，不能画在垂直分支上。

2. 串、并联的处理

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最上面。在有几个并联回路相串联时，应将触点最多的并联回路放在梯形图的最左面。

3. 线圈的安排

不能将触点画在线圈右边，只能在触点的右边接线圈。

4. 不准双线圈输出

如果在同一程序中同一元件的线圈使用两次或多次，则称为双线圈输出。这时前面的输出无效，只有最后一次才有效，所以不应出现双线圈输出。

5. 重新编排电路

如果电路结构比较复杂，可重复使用一些触点画出它的等效电路，然后再进行编程就比较容易。

6. 编程顺序

对复杂的程序可先将程序分成几个简单的程序段，每一段从最左边触点开始，由上之下向右进行编程，再把程序逐段连接起来。

实验一 数码显示的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成数码显示控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

A → B → C → D → E → F → G → H → ABCDEF → BC → ABDEG → ABCDG → BCFG → ACDFG → ACDEFG → ABC → ABCDEFG → ABCDFG → A → B → C ……循环下去

2. I/O 分配

输入	输出	
起动按钮: I0.0	A: Q0.0	E: Q0.4
停止按钮: I0.1	B: Q0.1	F: Q0.5
	C: Q0.2	G: Q0.6
	D: Q0.3	H: Q0.7

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

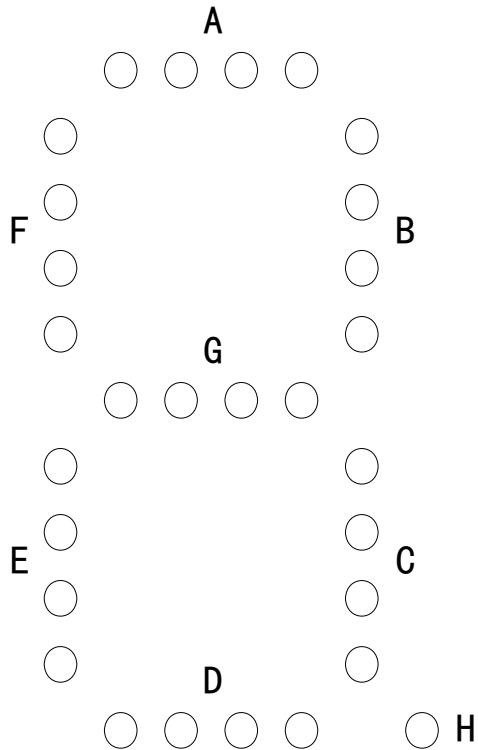


图 2-1 数码显示控制示意图

实验二 天塔之光模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成天塔之光控制系统

二、实验内容

1 控制要求

L12→L11→L10→L8→L1→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→L12→L11→L10 ……循环下去

2 I/O 分配

输入

起动按钮：I0.0

停止按钮：I0.1

输出

L1: Q0.0 L7: Q0.6

L2: Q0.1 L8: Q0.7

L3: Q0.2 L9: Q1.0

L4: Q0.3 L10: Q1.1

L5: Q0.4 L11: Q1.2

L6: Q0.5 L12: Q1.3

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

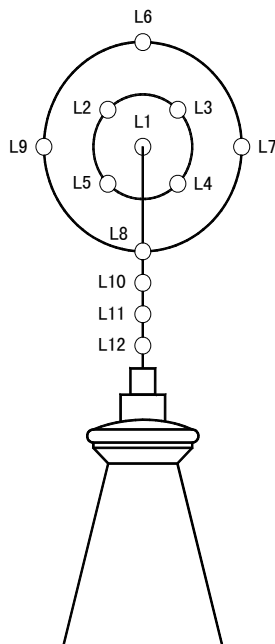


图 2-1 天塔之光控制示意图

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

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。

2. I/O 分配

输入	输出	
起动按钮：I0.0	南北红灯：Q0.0	东西红灯：Q0.3
	南北黄灯：Q0.1	东西黄灯：Q0.4
	南北绿灯：Q0.2	东西绿灯：Q0.5
	甲车灯：Q0.6	乙车灯：Q0.7

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

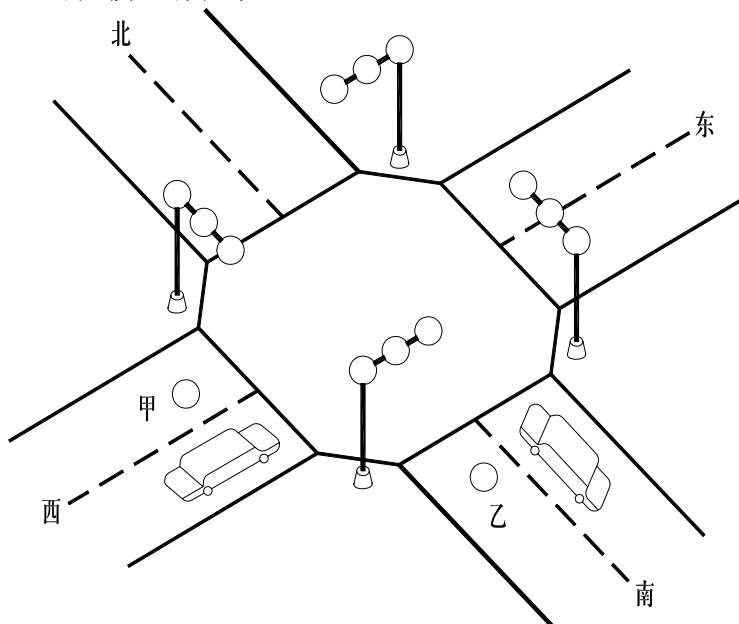


图 3-1 交通灯控制示意图

实验四 四节传送带的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成四节传送带控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

起动后，先起动最末的皮带机，1s 后再依次起动其它的皮带机；停止时，先停止最初的皮带机，1s 后再依次停止其它的皮带机；当某条皮带机发生故障时，该机及前面的应立即停止，以后的每隔 1s 顺序停止；当某条皮带机有重物时，该皮带机前面的应立即停止，该皮带机运行 1s 后停止，再 1s 后接下去的一台停止，依此类推

2. I/O 分配

输入	输出
起动按钮: I0.0	M1: Q0.1
停止按钮: I0.5	M2: Q0.2
负载或故障 A: I0.1	M3: Q0.3
负载或故障 B: I0.2	M4: Q0.4
负载或故障 C: I0.3	
负载或故障 D: I0.4	

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

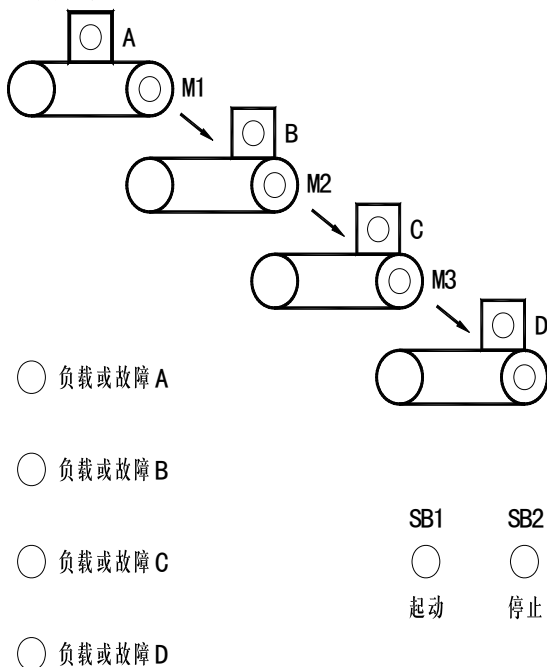


图 4-1 四节传送带控制示意图

实验五 装配流水线的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成装配流水线控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

起动后,按以下规律显示: D→E→F→G→A→D→E→F→G→B→D→E→F→G→C→D→E→F→G→H→D→E→F→G→A……循环, D、E、F、G 分别是用来传送的, A 是操作 1, B 是操作 2, C 是操作 3, H 是仓库。

2. I/O 分配

输入

起动按钮: I0.0

复位按钮: I0.1

移位按钮: I0.2

输出

A: Q0.0 E: Q0.4

B: Q0.1 F: Q0.5

C: Q0.2 G: Q0.6

D: Q0.3 H: Q0.7

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

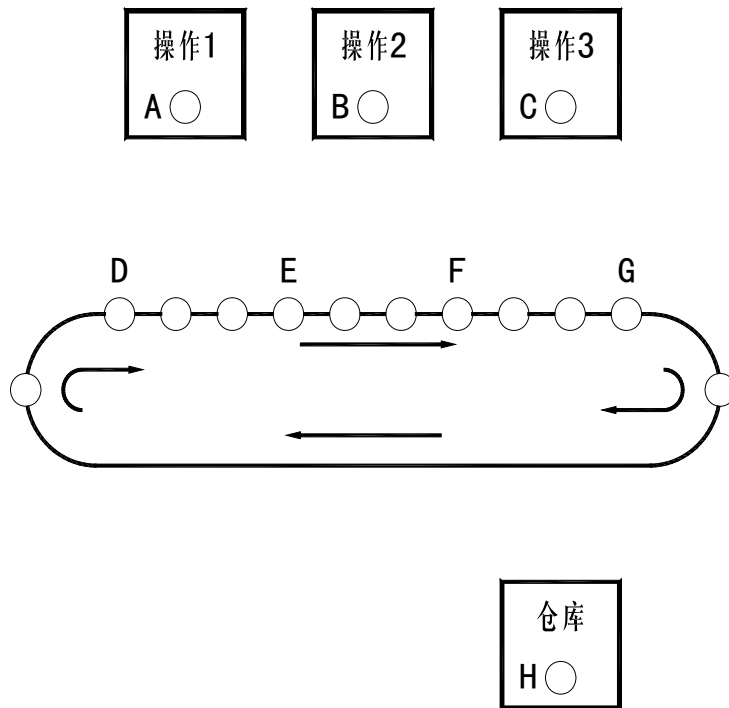


图 5-1 装配流水线控制示意图

实验六 液体混合的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成液体混合控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

按下起动按钮，电磁阀 Y1 闭合，开始注入液体 A，按 L2 表示液体到了 L2 的高度，停止注入液体 A。同时电磁阀 Y2 闭合，注入液体 B，按 L1 表示液体到了 L1 的高度，停止注入液体 B，开启搅拌机 M，搅拌 4s，停止搅拌。同时 Y3 为 ON，开始放出液体至液体高度为 L3，再经 2s 停止放出液体。同时液体 A 注入。开始循环。按停止按钮，所有操作都停止，须重新启动。

2. I/O 分配

输入	输出
起动按钮：I0.0	Y1：Q0.1
停止按钮：I0.4	Y2：Q0.2
L1 按钮：I0.1	Y3：Q0.3
L2 按钮：I0.2	M：Q0.4
L3 按钮：I0.3	

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

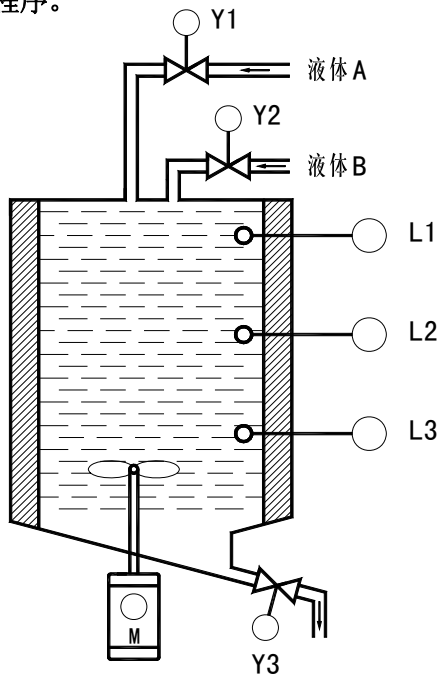


图 6-1 液体混合控制梯形图

实验七 机械手的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成机械手控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

按起动后, 传送带 A 运行直到按一下光电开关才停止, 同时机械手下降。下降到位后机械手夹紧物体, 2s 后开始上升, 而机械手保持夹紧。上升到位左转, 左转到位下降, 下降到位机械手松开, 2s 后机械手上升。上升到位后, 传送带 B 开始运行, 同时机械手右转, 右转到位, 传送带 B 停止, 此时传送带 A 运行直到按一下光电开关才停止……循环

2. I/O 分配

输入

起动按钮: I0.0

停止按钮: I0.5

上升限位 SQ1: I0.1

下降限位 SQ2: I0.2

左转限位 SQ3: I0.3

右转限位 SQ4: I0.4

光电开关 PS: I0.6

输出

上升 YV1: Q0.1

下降 YV2: Q0.2

左转 YV3: Q0.3

右转 YV4: Q0.4

夹紧 YV5: Q0.5

传送带 A: Q0.6

传送带 B: Q0.7

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

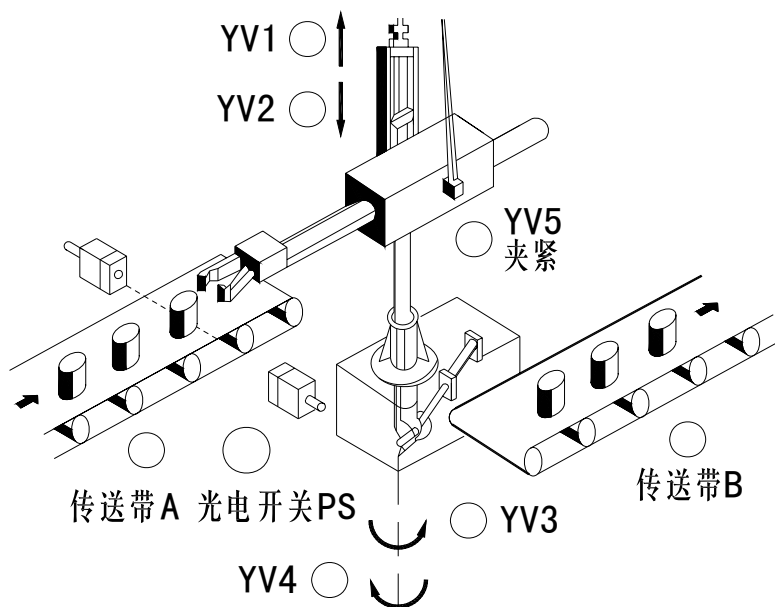


图 7-1 机械手控制示意图

实验八 三层电梯的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成三层电梯控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

把可编程控制器拨向 RUN 后,按其它按钮都无效,只有按 SQ1,才有效 E1 亮,表示电梯原始层在一层。

电梯停留在一层:

1. 按 SB5 或 SB6(SB2)或 SB5,SB6(SB2),电梯上升,按 SQ2,E1 灭,E2 亮,上升停止。
2. 按 SB7(SB3),电梯上升,按 SQ3 无反应,应先按 SQ2,E1 灭,E2 亮,电梯仍上升,再按 SQ3,E2 灭,E3 亮,电梯停止。
3. 按 SB5,SB7(SB3),电梯上升,按 SQ2, E1 灭,E2 亮,电梯仍上升,按 SQ3,E2 灭,E3 亮,电梯停止 2 秒后下降,按 SQ2,E3 灭,E2 亮,电梯停止。
4. 按 SB6(SB2),SB7(SB3),电梯上升,按 SQ2, E1 灭,E2 亮,电梯停止 2 秒后上升,按 SQ3,E2 灭,E3 亮,电梯停止。
5. 按 SB5,SB6(SB2),SB7(SB3),电梯上升,按 SQ2, E1 灭,E2 亮,电梯停止 2 秒后上升,按 SQ3,E2 灭,E3 亮,电梯停止 2 秒后下降,按 SQ2,E3 灭,E2 亮,电梯停止。

电梯停留在二层:

1. 按 SB7(SB3),电梯上升,反方向呼叫无效,按 SQ3,E2 灭,E3 亮,电梯停止。
2. 按 SB3(SB1),电梯下降,反方向呼叫无效,按 SQ1,E2 灭,E1 亮,电梯停止。

电梯停留在三层的情况跟停留在一层的情况类似。

2. I/O 分配

输入	输出
内呼一层 SB1: I0.1	一层指示灯 E1: Q0.1
内呼二层 SB2: I0.2	二层指示灯 E2: Q0.2
内呼三层 SB3: I0.3	三层指示灯 E3: Q0.3
一层上呼 SB4: I0.4	一层呼叫灯 E4: Q0.4
二层下呼 SB5: I0.5	二层向下呼叫灯 E5: Q0.5
二层上呼 SB6: I0.6	二层向上呼叫灯 E6: Q0.6
三层下呼 SB7: I0.7	三层呼叫灯 E7: Q0.7
一层到位开关 SQ1: I1.0	轿厢下降 KM1: Q1.0
二层到位开关 SQ2: I1.1	轿厢上升 KM2: Q1.1

三层到位开关 SQ3: I1.2

3. 按图所示的梯形图输入程序。
4. 调试并运行程序。

实验九 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

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，水塔放完水后重复上述过程即可。

2. I/O 分配

输入

SB1: I0.1

SB2: I0.2

SB3: I0.3

SB4: I0.4

输出

L1: Q0.1

L2: Q0.2

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

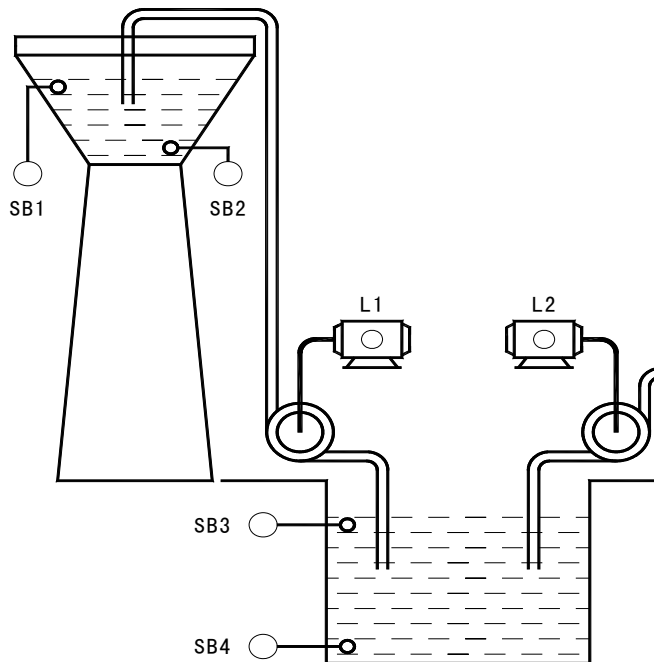


图 10-1 水塔水位控制示意图

实验十 五相步进电机的模拟控制

一、实验目的

用 PLC 构成五相步进电机控制系统

二、实验内容

1. 控制要求

按下启动按钮 SB1, A 相通电 (A 亮) → B 相通电 (B 亮) → C 相通电 (C 亮) → D 相通电 (D 亮) → E 相通电 (E 亮) → A → AB → B → BC → C → CD → D → DE → E → EA → A → B

……循环下去。按下停止按钮 SB2, 所有操作都停止需重新起动。

2. I/O 分配

输入

起动按钮: I0.0

停止按钮: I0.1

输出

A: Q0.1 D: Q0.4

B: Q0.2 E: Q0.5

C: Q0.3

3. 按图所示的梯形图输入程序。

4. 调试并运行程序。

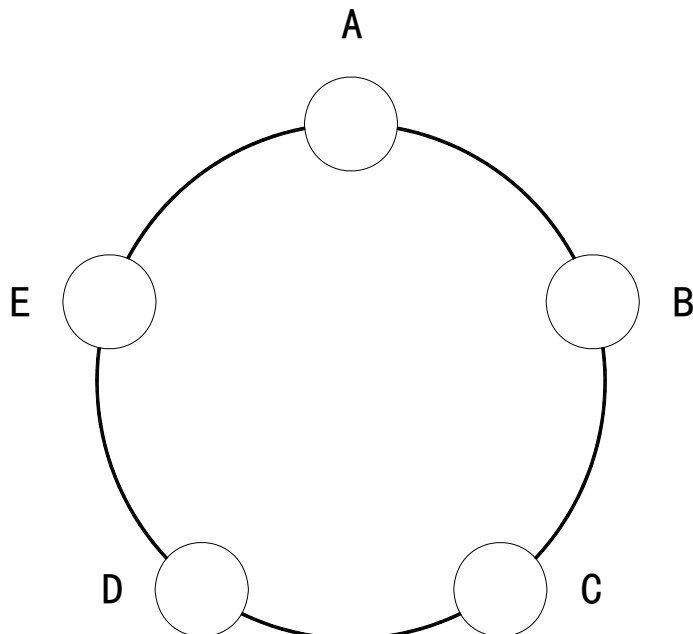


图 15-1 五相步进电机控制示意图