

续表

程序步编号	指令	操作数	说明
19	AND	200.02	串联常开触点 200.03 (与)
20	ORNOT	0.03	并联常闭触点 0.03 (或非)
21	ANDLD		电路块相与 (块与)
22	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
23	ANDNOT	200.01	串联常闭触点 200.01 (与非)
24	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
25	OUT	200.02	运算结果输出至中继线圈 200.02
26	LDNOT	0.03	常闭触点 0.03 与左母线相连 (取非)
27	AND	200.02	串联常开触点 200.02 (与)
28	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
29	ANDNOT	10.01	串联常闭触点 10.01 (与非)
30	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
31	OUT	10.02	运算结果输出至线圈 10.02
32	LD	10.01	常开触点 10.01 与左母线相连 (取)
33	OR	200.03	并联常开触点 0.04 (或)
34	AND	0.04	串联常开触点 0.04 (与)
35	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
36	OUT	200.03	运算结果输出至中继线圈 200.03
37	LD	10.02	常开触点 10.02 与左母线相连 (取)
38	OR	200.04	并联常开触点 200.04 (或)
39	AND	0.05	串联常开触点 0.05 (与)
40	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
41	OUT	200.04	运算结果输出至中继线圈 200.04
42	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (取)
43	AND	200.03	串联常开触点 200.03 (与)
44	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
45	AND	200.04	串联常开触点 200.04 (与)
46	ORLD		串联电路块相或 (块或)
47	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
48	OUT	10.03	运算结果输出至线圈 10.03
49	END(01)		程序结束

(b)

图 6-64 经整理变换之后所得的双向启动反制动梯形图控制程序及指令表程序

(a) 经整理变换之后的梯形图程序; (b) 指令表

下面以图 6-65 所示的梯形图程序执行状态转换图为例，具体分析该电路的正转启动反接制动的详细过程。至于反转启动反接制动的过程与正转启动反接制动的分析思路类同，请读者朋友自行运行调试程序并分析之。

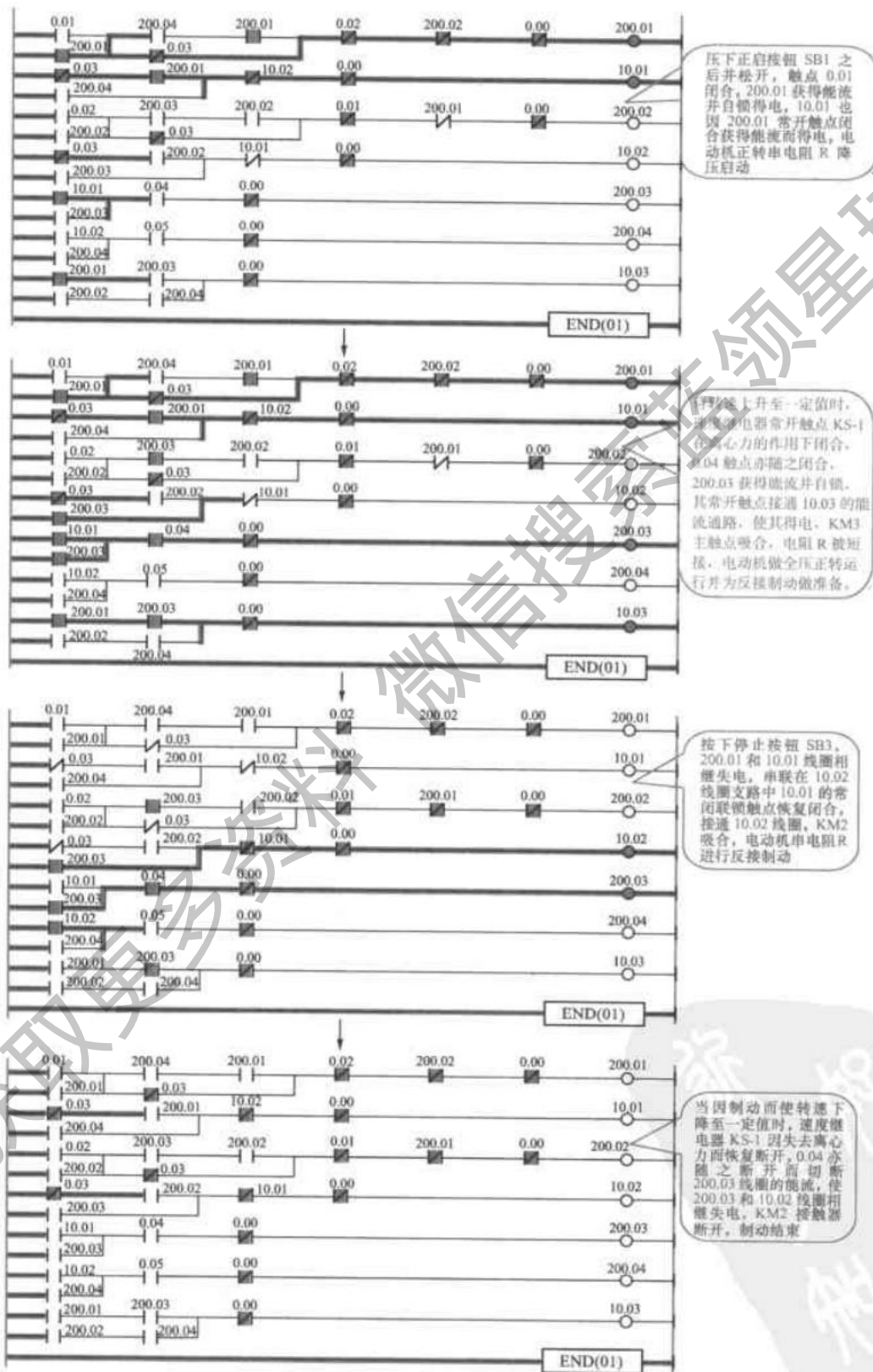


图 6-65 正转启动反接制动梯形图程序执行状态转换图

第七章

PLC 在综合系统工程中的应用

第一节 PLC 在抢答器控制系统中的应用

一、控制要求

用 PLC 构成一个四路抢答器系统并编制控制程序，抢答器的输出用一个七段数码管和一个蜂鸣器作指示，输入是四个不带自锁的按钮开关。要求，任何一组抢先按下面前的抢答按钮时，七段数码管显示器能及时显示出该组的编号并使蜂鸣器发出提示音响，同时连锁其他三路抢答器，使其他组的抢答按键无效，抢答器设有复位开关，只有复位以后才能进行新一轮的抢答。

分析以上控制要求可知，七段数码管是由七段发光二极管 LED 组合起来显示数字 0~9 的，如图 7-1 所示（其中小数点段的 LED 在本项目中无需点亮，我们可以不予连接）。要显示数字 0~9 中的不同数字，就必须根据需点亮七段数码管中不同段的 LED 发光，以达到上述目的。

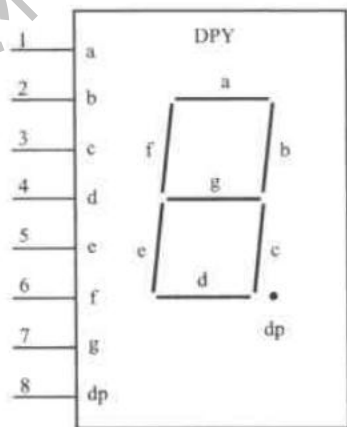


图 7-1 七段数码管示意图

二、I/O地址分配

通过对上述控制要求的分析我们不难得知，要显示四个抢答组的编号“1~4”，这四个数码必须由不同的笔画段组合显示，而且每个笔画段都有可能被用到，因此除了小数点

“dp”以外的 a~f 段都要接 PLC 的输出端, 以便能够受 PLC 及其内部程序的灵活控制而显示出所需的数码符号。所以该控制项目中必须由 PLC 提供 8 个输出端子用于控制数码管的 7 个笔画段和蜂鸣器。同样, 由于有 4 路抢答信号和 1 路复位信号必须送入 PLC 内部进行逻辑处理, 因此必须由 PLC 提供 5 个输入端子来接收各路抢答信号和复位信号。根据上述输入/输出端子分析即可得到如表 7-1 所示的 PLC 的 I/O 地址分配表。

表 7-1 用 PLC 控制抢答器控制系统的 I/O 分配表

输入部分		输出部分	
输入器件	PLC 输入地址编号	输出器件	PLC 输出地址编号
复位按钮	0.00	蜂鸣器	10.00
1# 抢答器按钮	0.01	a 笔画段	10.01
2# 抢答器按钮	0.02	b 笔画段	10.02
3# 抢答器按钮	0.03	c 笔画段	10.03
4# 抢答器按钮	0.04	d 笔画段	10.04
		e 笔画段	10.05
		f 笔画段	10.06
		g 笔画段	10.07

由于数码管的每一个笔画段不为某一个数字专用, 而是每个数字都可能用到, 由图 7-2 所示的“1~4”四个字符就可以看出用数码管显示这 4 个字符所有的笔画段都被利用到了。编程的时候由于只有四路抢答信号, 因此我们不可能用一路抢答信号去控制一个笔画段, 而必须将所在编号的抢答信号用中间继电器保存起来, 再用该中间过渡信号去控制相应的笔画段以显示出所在抢答组的编号出来。我们将要用到的 PLC 中间继电器列表如表 7-2 所示。

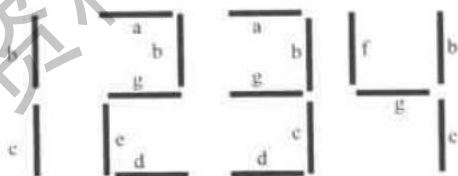


图 7-2 “1~4”字符显示示意图

表 7-2 PLC 抢答器控制系统所用中继(内部继电器)分配表

暂存对象	中继编号	暂存对象	中继编号
第一路抢答信号	200.01	第三路抢答信号	200.03
第二路抢答信号	200.02	第四路抢答信号	200.04

三、硬件接线

在分析了上述控制要求及 I/O 分配表之后, 我们根据 I/O 地址绘制出用 PLC 控制能满足上述功能要求的抢答器的外围硬件接线示意图, 如图 7-3 所示。

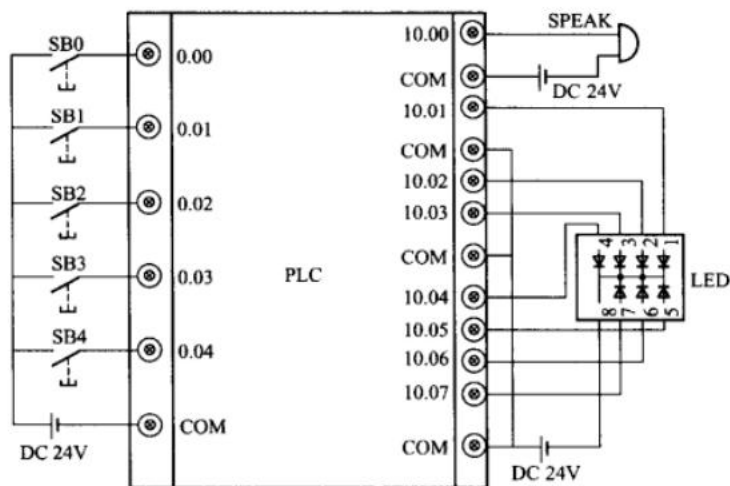
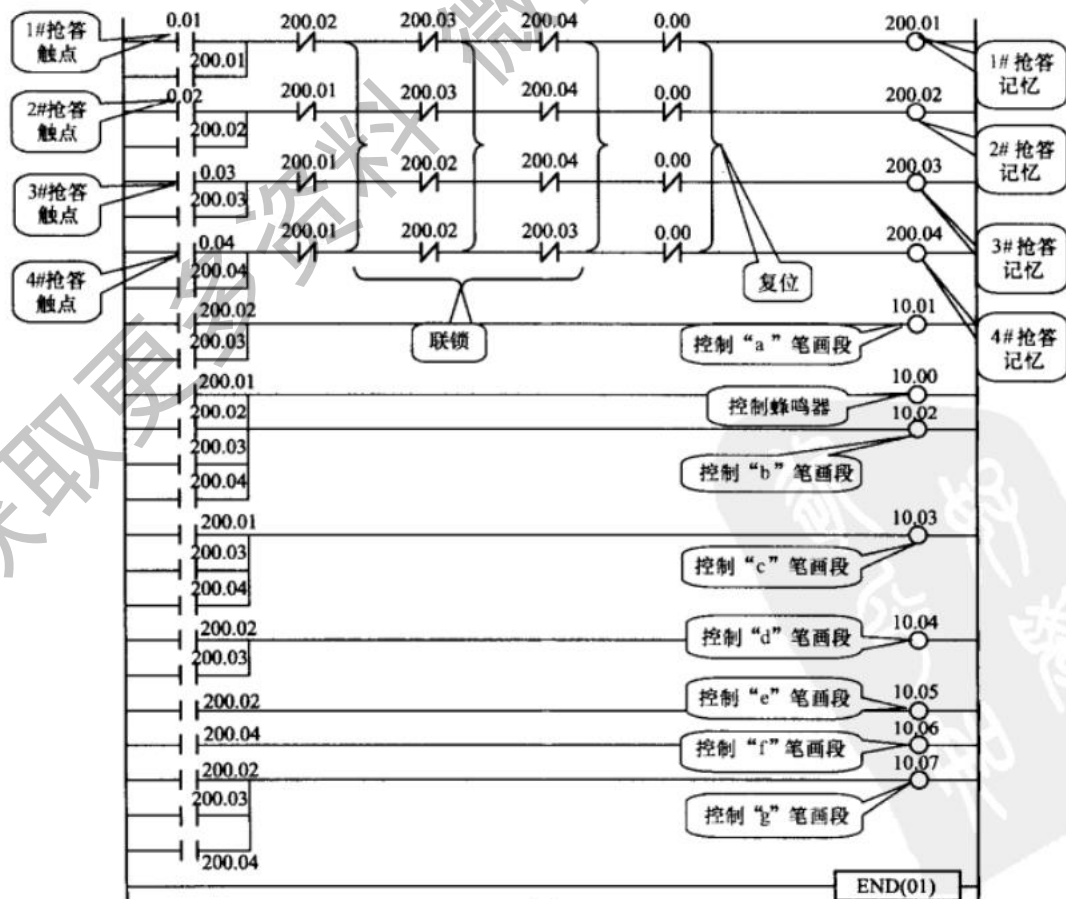


图 7-3 PLC 抢答器控制抢答器系统硬件接线图

四、编制梯形图程序及指令表

分析图 7-2 所示的“1~4”字符不难看出，“2”、“3”两个字符中存在“a”笔画段，因此输出控制“a”笔画段的 10.01 必须既受第二组抢答信号控制，又受第三组抢答信号控制；而“1”、“2”、“3”、“4”四个字符中均有“b”笔画段，因此控制显示“b”笔画段的 10.02 必须能够受到第一、第二、第三、第四组抢答信号的控制；而“c”笔画段则只出现在“3”、“4”两个字符中，因此控制“c”笔画段显示的 10.03 必须能够受到第三、第四两路抢答信号的控制，依此类推，即可得到控制该抢答器的梯形图程序如图 7-4 所示。



(a)

程序步编号	指 令	操作数	说 明
0	LD	0.01	常开触点 0.01 与左母线相连 (取)
1	OR	200.01	并联常开触点 200.01 (或)
2	ANDNOT	200.02	串联常闭触点 200.02 (与非)
3	ANDNOT	200.03	串联常闭触点 200.03 (与非)
4	ANDNOT	200.04	串联常闭触点 200.04 (与非)
5	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
6	OUT	200.01	运算结果输出至中继线圈 200.01
7	LD	0.02	常开触点 0.02 与左母线相连 (取)
8	OR	200.02	并联常开触点 200.02 (或)
9	ANDNOT	200.01	串联常闭触点 200.01 (与非)
10	ANDNOT	200.03	串联常闭触点 200.03 (与非)
11	ANDNOT	200.04	串联常闭触点 200.04 (与非)
12	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
13	OUT	200.02	运算结果输出至中继线圈 200.02
14	LD	0.03	常开触点 0.03 与左母线相连 (取)
15	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
16	ANDNOT	200.01	串联常闭触点 200.01 (与非)
17	ANDNOT	200.02	串联常闭触点 200.02 (与非)
18	ANDNOT	200.04	串联常闭触点 200.04 (与非)
19	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
20	OUT	200.03	运算结果输出至中继线圈 200.03
21	LD	0.04	常开触点 0.04 与左母线相连 (取)
22	OR	200.04	并联常开触点 200.04 (或)
23	ANDNOT	200.01	串联常闭触点 200.01 (与非)
24	ANDNOT	200.02	串联常闭触点 200.02 (与非)
25	ANDNOT	200.03	串联常闭触点 200.03 (与非)
26	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
27	OUT	200.04	运算结果输出至中继线圈 200.04
28	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
29	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
30	OUT	10.01	运算结果输出至线圈 10.01

续表

程序步编号	指令	操作数	说明
31	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (取)
32	OR	200.02	并联常开触点 200.02 (或)
33	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
34	OR	200.04	并联常开触点 200.04 (或)
35	OUT	10.00	运算结果输出至线圈 10.00
36	OUT	10.02	运算结果输出至线圈 10.02
37	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (取)
38	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
39	OR	200.04	并联常开触点 200.04 (或)
40	OUT	10.03	运算结果输出至线圈 10.03
41	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
42	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
43	OUT	10.04	运算结果输出至线圈 10.04
44	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
45	OUT	10.05	运算结果输出至线圈 10.05
46	LD	200.04	常开触点 200.04 与左母线相连 (取)
47	OUT	10.06	运算结果输出至线圈 10.06
48	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
49	OR	200.03	并联常开触点 200.03 (或)
50	OR	200.04	并联常开触点 200.04 (或)
51	OUT	10.07	运算结果输出至线圈 10.07
52	END(01)		程序结束

(b)

图 7-4 抢答器梯形图控制程序及指令表程序

(a) 梯形图; (b) 指令表

下面以程序执行状态转换图为例来说明上述梯形图程序的运行过程, 具体过程如图 7-5 所示。

当主持人或裁判按下 PLC 外接的复位按钮 SB0 时, 所有中间继电器的线圈能流被切断, 使相应中继线圈失电并解除自锁, 与它们对应的常开触点分别切断控制相应笔画段的输出继电器的能流使其失电, 并使它们对应的硬触点分断, 切断蜂鸣器和数码管对应笔画段的发光二极管的电流使其熄灭。其他各路的抢答工作过程同第一路抢答原理完全类同, 请读者朋友自行分析。

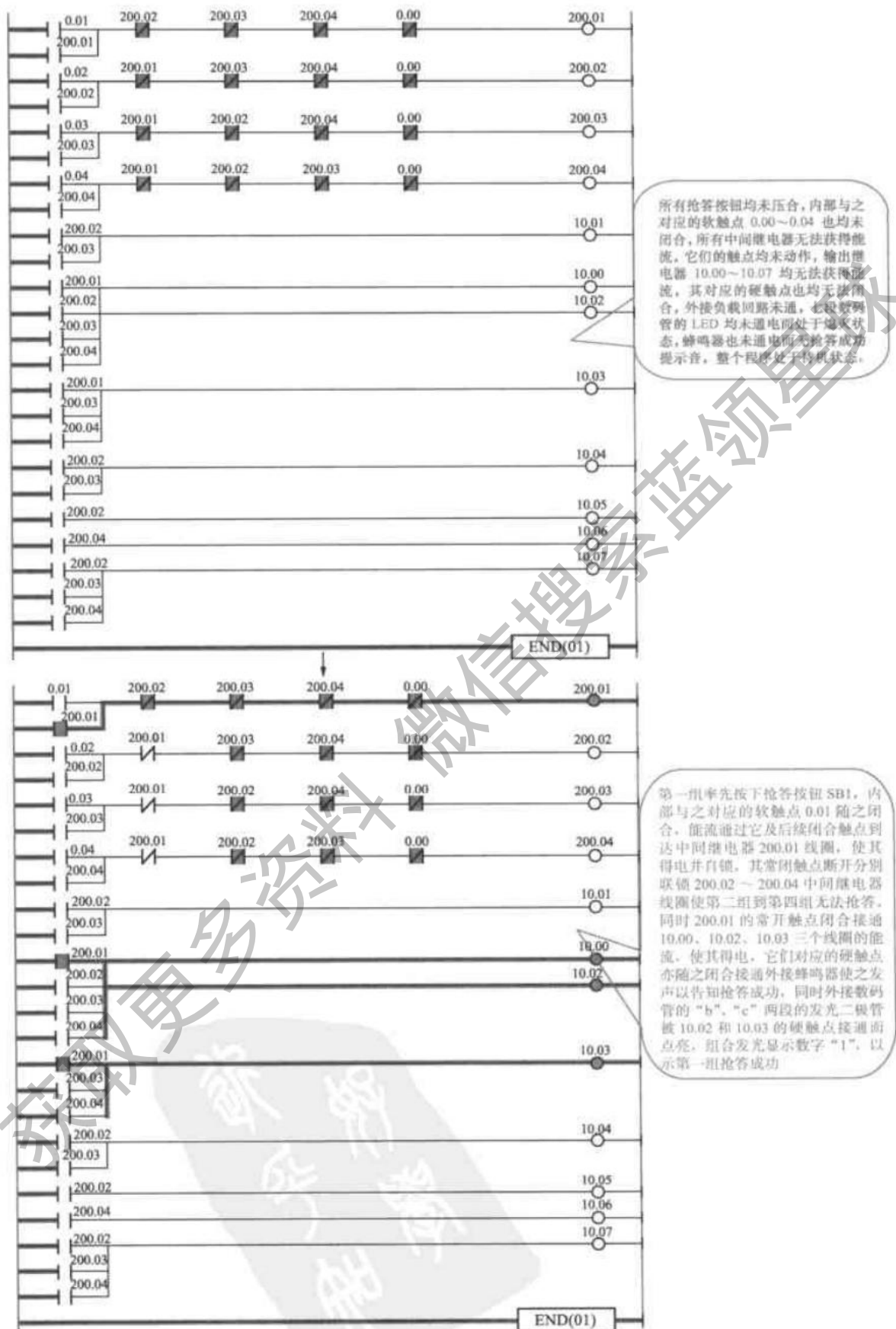


图 7-5 第一组抢答成功的梯形图程序运行过程状态转换图

第二节 PLC 在交通信号灯控制系统中应用

一、控制要求

如图 7-6 所示为一个十字路口交通信号灯控制系统示意图，要求控制系统通电并合上运行启动开关后，程序应该按照：东西绿灯亮 4s 后闪烁 2s → 黄灯亮 2s 灭 → 红灯亮 8s 灭 → 绿灯亮 4s 后闪烁 2s 灭 → …… 依此循环；同时对应在东西绿、黄灯亮时南北红灯亮 8s 后灭 → 接着绿灯亮 4s 后闪烁 2s 灭 → 黄灯亮 2s 后灭 → 红灯又亮 8s → …… 也依此循环。

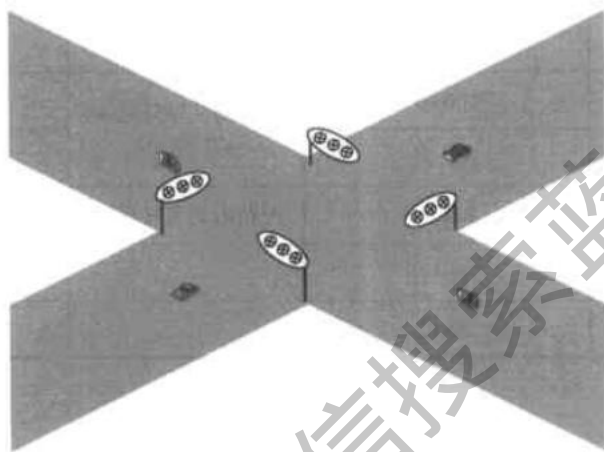


图 7-6 十字路口交通灯控制系统示意图

二、I/O地址分配

根据上述项目分析可知在该系统中输入设备仅有程序运行启动开关，而输出设备则有东西红灯、东西黄灯、东西绿灯及南北红灯、南北黄灯、南北绿灯共 6 路被控对象。根据上述所列输入 / 输出设备绘制出用 PLC 控制该系统的 I/O 分配表，如表 7-3 所示。

表 7-3 PLC 控制交通灯的 I/O 地址分配表

输入部分		输出部分	
输入器件	PLC 输出地址编号	输出器件	PLC 输出地址编号
停止按钮 SB0	0.00	东西红灯	10.01
运行启动按钮 SB1	0.01	东西黄灯	10.02
		东西绿灯	10.03
		南北红灯	10.04
		南北黄灯	10.05
		南北绿灯	10.06

同时，为了能够完整地完上述控制任务，在编制程序时我们还必须引入部分中间继电器和定时器，其清单列表如表 7-4 所示。

表 7-4 PLC 控制交通灯系统所用中间继电器及定时器分配表

中间继电器部分		定时器部分	
功 用	PLC 中间继电器地址编号	功 用	PLC 定时器编号及定时值
启动自锁用	200.00	控制东西绿灯亮 4s	TIM 001 #60
控制东西绿灯亮、闪烁总时间	200.01	后闪烁 2s	TIM 005 #40
控制东西绿灯亮时间	200.02	控制东西黄灯亮 2s	TIM 002 #20
控制东西绿灯闪烁时间	200.03	控制南北绿灯亮 4s	TIM 003 #60
控制南北绿灯亮、闪烁总时间	200.04	后闪烁 2s	TIM 006 #40
控制南北绿灯亮时间	200.05	控制南北黄灯亮 2s	TIM 004 #20
控制南北绿灯闪烁时间	200.06		
控制东西、南北绿灯闪烁	255.02		

三、硬件接线图

根据系统控制要求及 I/O 分配表，绘制出用 PLC 控制交通灯系统的 PLC 硬件接线图，如图 7-7 所示。

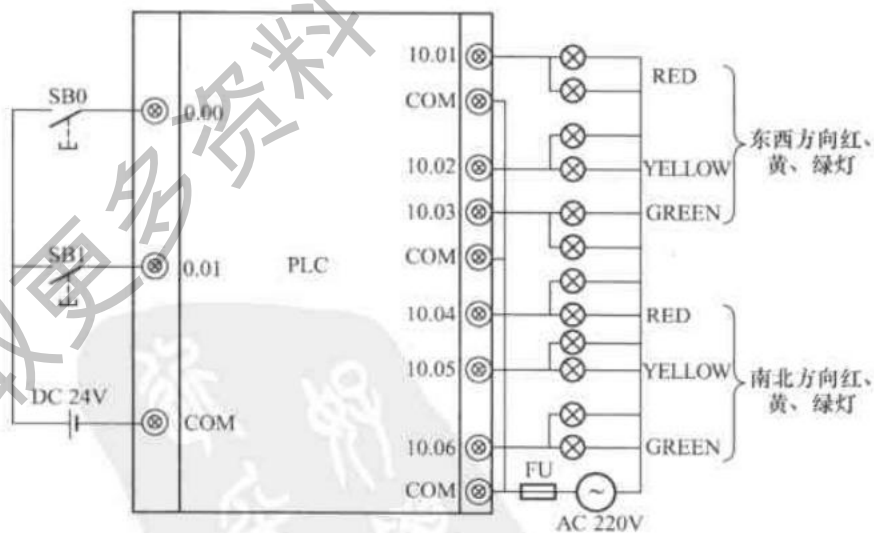
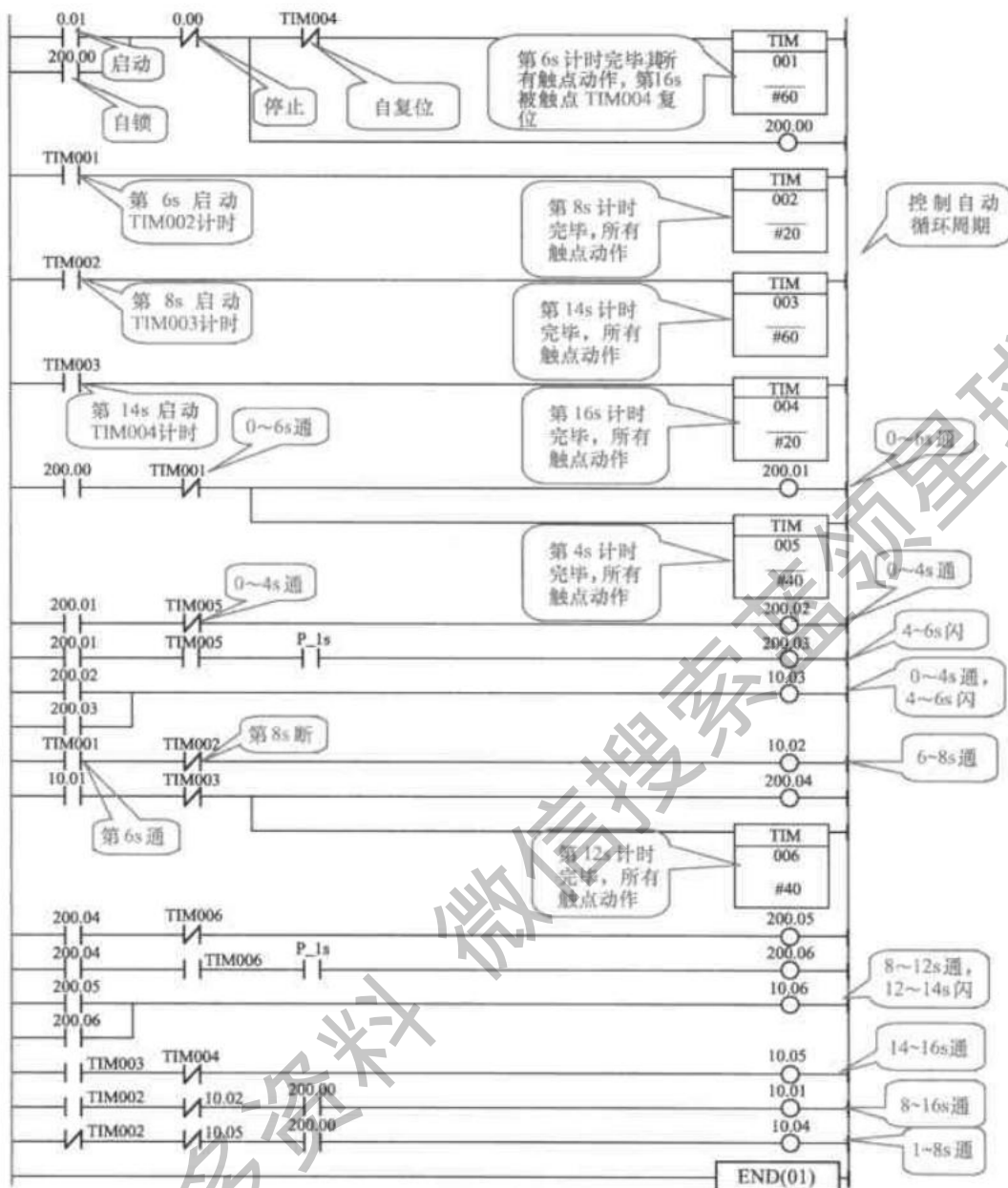


图 7-7 交通灯控制系统的 PLC 硬件接线图

四、编制梯形图程序及指令表

根据系统控制要求及上述分配给该控制系统的软硬件资源，编制该控制系统的梯形图程序，如图 7-8 所示。



(a)

程序步编号	指令	操作数	说明
0	LD	0.01	常开触点 0.01 与左母线相连 (取)
1	OR	200.00	并联常开触点 200.00 (或)
2	ANDNOT	0.00	串联常闭触点 0.00 (与非)
3	OUT	TR0	中间结果输出至暂存继电器 TR0
4	ANDNOT	TIM004	串联常闭触点 TIM004 (与非)
5	TIM	001	编号为 001 的定时器
		#60	定时值为 60 个单位 (60×0.1s = 6s)
6	LD	TR0	读取暂存继电器 TR0 中的状态
7	OUT	200.00	运算结果输出至中继线圈 200.00

续表

程序步编号	指令	操作数	说明
8	LD	TIM001	常开触点 TIM001 与左母线相连 (取)
9	TIM	002	编号为 002 的定时器
		#20	定时值为 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
10	LD	TIM002	常开触点 TIM002 与左母线相连 (取)
11	TIM	003	编号为 003 的定时器
		#60	定时值为 60 个单位 ($60 \times 0.1s = 6s$)
12	LD	TIM003	常开触点 TIM003 与左母线相连 (取)
13	TIM	004	编号为 004 的定时器
		#20	定时值为 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
14	LD	200.00	常开触点 200.00 与左母线相连 (取)
15	ANDNOT	TIM001	串联常闭触点 TIM001 (与非)
16	OUT	200.01	运算结果输出至中继线圈 200.01
17	TIM	005	编号为 005 的定时器
		#40	定时值为 40 个单位 ($40 \times 0.1s = 4s$)
18	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (取)
19	ANDNOT	TIM005	串联常闭触点 TIM005 (与非)
20	OUT	200.02	运算结果输出至中继线圈 200.02
21	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (取)
22	AND	TIM005	串联常开触点 TIM005 (与)
23	AND	P 1s	串联编号为 255.02 的周期为 1s 的脉冲继电器的常开触点 (通 0.5s, 断 0.5s)
24	OUT	200.03	运算结果输出至中继线圈 200.03
25	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连 (取)
26	OR	200.03	并联常闭触点 200.03 (或)
27	OUT	10.03	运算结果输出至线圈 10.03
28	LD	TIM001	常开触点 TIM001 与左母线相连 (取)
29	ANDNOT	TIM002	串联常闭触点 TIM002 (与非)
30	OUT	10.02	运算结果输出至线圈 10.02
31	LD	10.01	常开触点 10.01 与左母线相连 (取)
32	ANDNOT	TIM003	串联常闭触点 TIM003 (与非)
33	OUT	200.04	运算结果输出至中继线圈 200.04
34	TIM	006	编号为 006 的定时器
		#40	定时值为 40 个单位 ($40 \times 0.1s = 4s$)
35	LD	200.04	常开触点 200.04 与左母线相连 (取)
36	ANDNOT	TIM006	串联常闭触点 TIM006 (与非)

续表

程序步编号	指令	操作数	说明
37	OUT	200.05	运算结果输出至中继线圈 200.05
38	LD	200.04	常开触点 200.04 与左母线相连 (取)
39	AND	TIM006	串联常开触点 TIM006 (与)
40	AND	P_1s	串联编号为 255.02 的周期为 1s 的脉冲继电器的常开触点 (通 0.5s, 断 0.5s)
41	OUT	200.06	运算结果输出至中继线圈 200.06
42	LD	200.05	常开触点 200.05 与左母线相连 (取)
43	OR	200.06	并联常开触点 200.06 (或)
44	OUT	10.06	运算结果输出至线圈 10.06
45	LD	TIM003	常开触点 TIM003 与左母线相连 (取)
46	ANDNOT	TIM004	串联常闭触点 TIM004 (与非)
47	OUT	10.05	运算结果输出至线圈 10.05
48	LD	TIM002	常开触点 TIM002 与左母线相连 (取)
49	ANDNOT	10.02	串联常闭触点 10.02 (与非)
50	AND	200.00	串联常开触点 200.00 (与)
51	OUT	10.01	运算结果输出至线圈 10.01
52	LDNOT	TIM002	常闭触点 TIM002 与左母线相连
53	ANDNOT	10.05	串联常闭触点 10.05 (与非)
54	AND	200.00	串联常开触点 200.00 (与)
55	OUT	10.04	运算结果输出至线圈 10.04
56	END(01)		程序结束

(b)

图 7-8 交通灯控制系统梯形图及指令表程序

(a) 梯形图; (b) 指令表

程序的执行过程可用图 7-9 所示的时序波形图形象地表达, 由图 7-9 不难看出: 东西方向的绿、黄灯的点亮时间时刻和南北方向的红灯点亮的时间时刻是完全相同的; 同样, 东西方向的红灯点亮的时间时刻也是和南北方向的绿、黄灯点亮的时间时刻是完全相同的 (具体参见图 7-10 所示的程序运行状态图)。另外, 东西方向和南北方向的绿灯闪烁时间为 2s, 在这 2s 时间内我们看到出现了两次低电平和两次高电平, 从而达到了使东西和南北方向的绿灯闪烁 4 次 (灭 2 次亮 2 次) 的效果, 这个功能是由 PLC 内部的特殊继电器——时钟脉冲继电器来配合完成的。在该梯形图中我们使用了振荡周期为 1s 的时钟脉冲继电器 255.02, 它是按照在一个周期里接通 0.5s、分断 0.5s 的规律周期性地动作的。

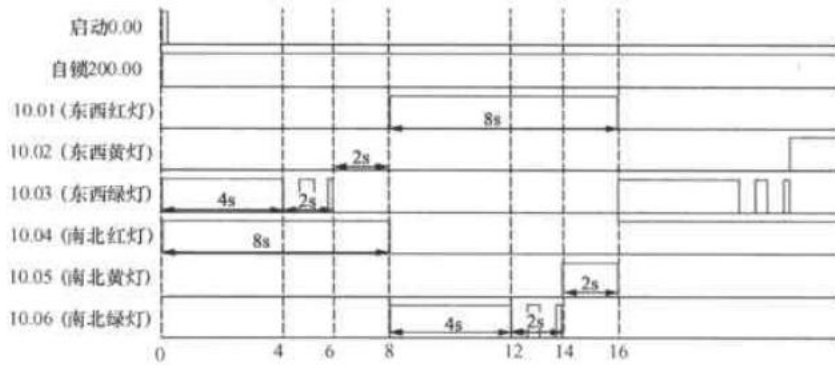
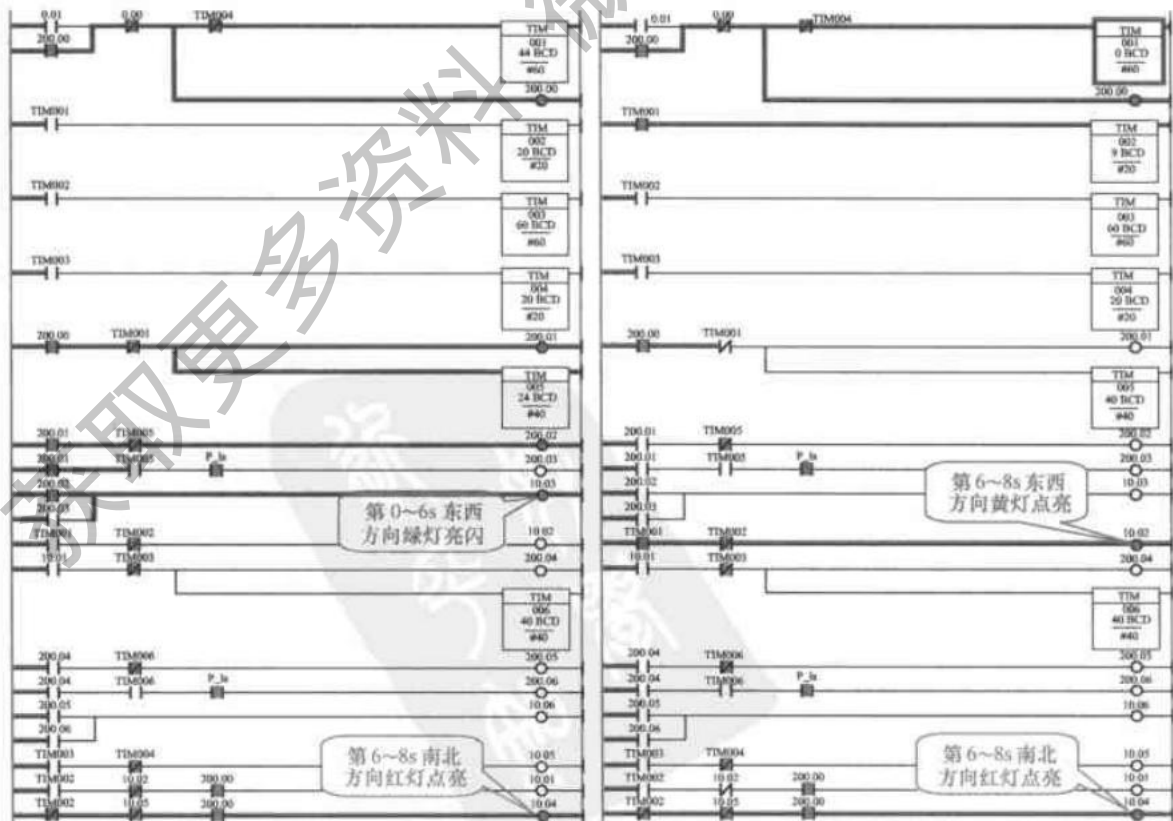
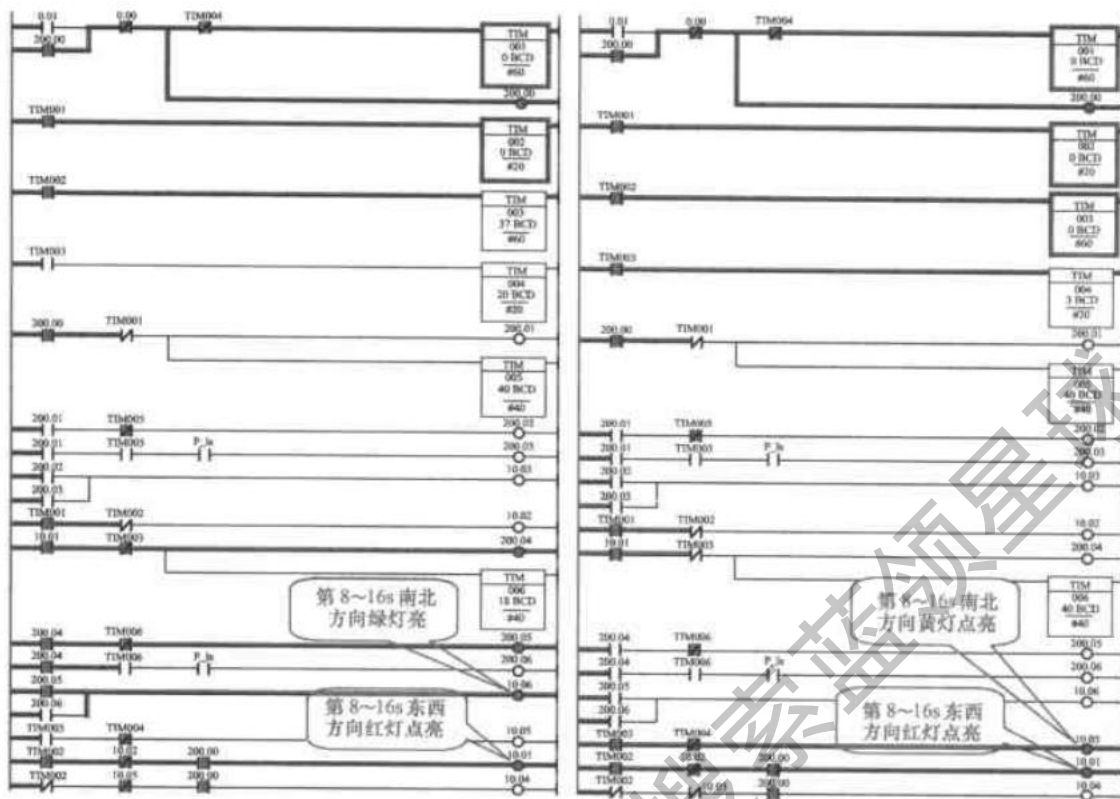


图 7-9 交通灯时序图

整个梯形图程序用了 6 个定时器指令 TIM001 ~ TIM006, TIM001 的计时周期为 6s, 用于控制东西方向的绿灯点亮和闪烁的总时间; TIM002 的计时周期为 2s, 用于控制东西方向的黄灯点亮时间; TIM003 的计时周期为 6s, 用于控制南北方向的绿灯的点亮和闪烁总时间; TIM004 的计时周期为 2s, 用于控制南北方向黄灯的点亮时间。整个运行循环的周期是 16s, 当 TIM001 计时完毕之后由其常开触点闭合, 启动 TIM002 开始计时; 同样 TIM002 计时完毕之后由其常开触点闭合, 启动 TIM003 开始计时; 待 TIM003 计时完毕之后由其常开触点闭合, 启动 TIM004 开始计时; 最后当 TIM004 计时完毕正好是第 16s 时刻由 TIM004 的常闭触点断开一个扫描周期, 以重启 TIM001 定时器开始第二轮计时, 如此周而复始不断循环。而 TIM005 与 TIM001 及 1s 周期的时钟脉冲继电器 255.02 配合, 使东西方向的绿灯在前 4s 点亮, 后 2s 闪烁; TIM006 则与 TIM003 及 1s 周期的时钟脉冲继电器 255.02 配合, 使南北方向的绿灯在 4s 内点亮, 2s 之内闪烁。具体过程如图 7-10 所示。



(a)



(b)

图 7-10 交通灯控制程序运行状态转换图

(a) 第 0 ~ 8s 东西方向绿、黄灯和南北方向红灯被点亮; (b) 第 8 ~ 16s 南北方向绿、黄灯和东西方向的红灯被点亮

第三节 PLC 在多种液体自动混合装置控制系统中的应用

多种液体混合装置的示意图如图 7-11 所示。H、M、L 分别为高液位、中液位、低液位的液面传感器开关，当液面淹没该点时相应传感器开关为接通状态 (ON)，否则为断开状态 (OFF)。YV1、YV2、YV3 分别为进液电磁阀和出液电磁阀，M 为搅拌电动机，它们得电时用“ON”表示其状态，失电时用“OFF”表示其状态。

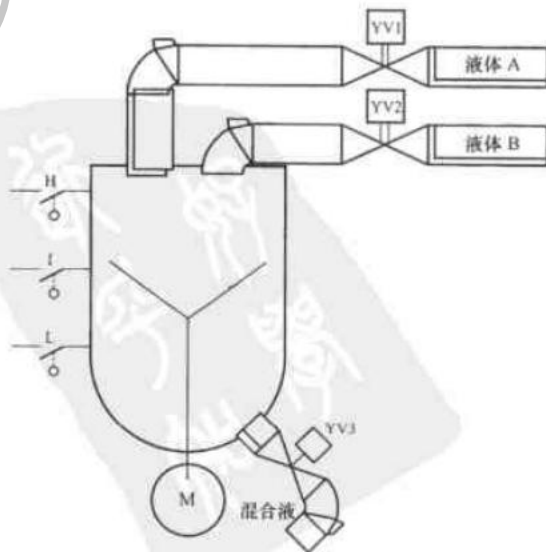


图 7-11 多种液体混合装置示意图

一、控制要求

1. 初始状态

容器是空的, 各个阀门均处于关闭状态 (即 $YV1 = YV2 = YV3 = OFF$), 各个液位传感器开关也处于关断状态 (即 $H=I=L=OFF$), 电动机 M 也处于失电状态 (即 $M=OFF$)。

2. 启动操作

(1) 按下控制系统的启动按钮, 开始按下列规律动作: 阀门 YV1 得电开启 ($YV1=ON$), 液体 A 流入搅拌桶, 当液面上升至 I 液位时, 中液位传感器开关在浮标的浮力作用下接通 ($I=ON$), 停止 A 液体的流入, 同时让 B 液体流入搅拌桶 (即关闭 YV1 电磁阀开启 YV2 电磁阀, 使 $YV1=OFF$ 、 $YV2=ON$)。

(2) 当液位升高至高液面 H 时, 使 YV2 电磁阀失电 ($YV2 = OFF$) 关闭电磁阀, 停止注入 B 液体, 同时启动搅拌电动机 M ($M=ON$), 开始液体搅拌。

(3) 搅拌 10s 后关闭搅拌电动机 M ($M=OFF$), 并启动 YV3 ($YV3=ON$) 开始放出经搅拌混合之后的混合液体。

(4) 当液面降至低液位 L 时 (L 从 ON \rightarrow OFF), 延时 5s 之后, 容器即告放空, 此时应使 YV3 电磁阀关闭 ($YV3 = OFF$) 停止排液, 至此完成一个混合搅拌周期, 随后才可以开始一个新的周期。

3. 停止操作

按下控制系统的停止按钮之后, 只有在当前这一轮的混合搅拌操作完成后, 才能停止操作 (进入初始状态)。

二、系统 I/O 地址分配

分析上述控制要求不难看出, 该控制系统中所要用到的输入设备有系统启动按钮 SB0、系统停止按钮 SB1、高液位检测传感器开关 H、中液位检测传感器开关 I 和低液位检测传感器开关 L。被控的输出设备有注液电磁阀 YV1、YV2, 排液电磁阀 YV3 以及搅拌电动机 M。下面根据上述输入/输出设备为其配置 PLC 的输入/输出继电器地址编号, 即可得到如表 7-5 所示的 PLC 输入/输出地址分配表。同时为了完成程序控制功能, 程序中还需要引入一些中间继电器和定时器来完善简化程序, 引用的中间继电器的清单列表如表 7-6 所示。

表 7-5 PLC 控制多种液体混合装置的 I/O 分配表

输入部分		输出部分	
输入器件	PLC 输入地址编号	输出器件	PLC 输出地址编号
运行启动按钮 SB0	0.00	注液电磁阀 YV1	10.01
停止按钮 SB1	0.01	注液电磁阀 YV2	10.02
高液位检测传感器 H	0.02	排液电磁阀 YV3	10.03
中液位检测传感器 I	0.03	搅拌电动机 M	10.04
低液位检测传感器 L	0.04		

表 7-6 PLC 控制多种液体混合装置的中间继电器（内部继电器）地址分配表

中继电器部分		定时器部分	
功 用	PLC 中间继电器地址编号	功 用	PLC 定时器编号及定时值
过渡启动信号 防止开关抖动误触发	200.00	搅拌时间	TIM 000 #100
过渡停止信号 防止开关抖动误触发	200.01	排空时间	TIM 001 #50
过渡高液位信号 防止开关抖动误触发	200.02		
过渡中液位信号 防止开关抖动误触发	200.03		
过渡低液位信号 防止开关抖动误触发	200.04		
过渡搅拌电机 失电信号	200.06		
保持启停信号	200.07		
记忆低液位信号 和排空液信号	200.08		

三、硬件接线图

根据上述输入/输出设备即 PLC 输入/输出继电器的地址编号，绘制 PLC 外围硬件接线图，如图 7-12 所示。

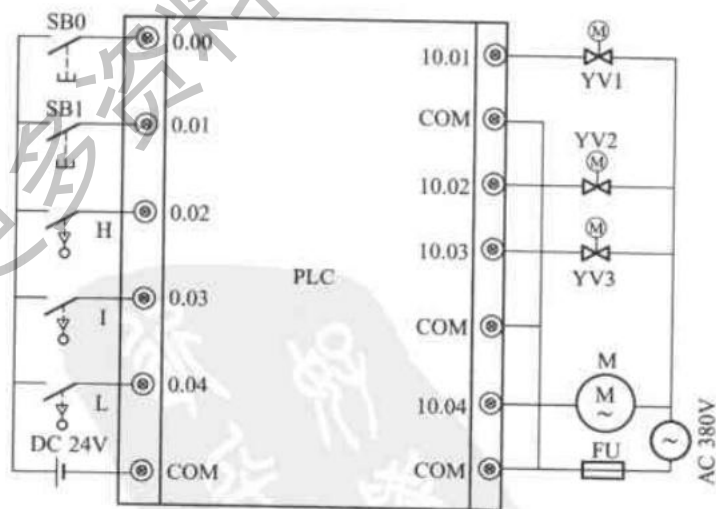
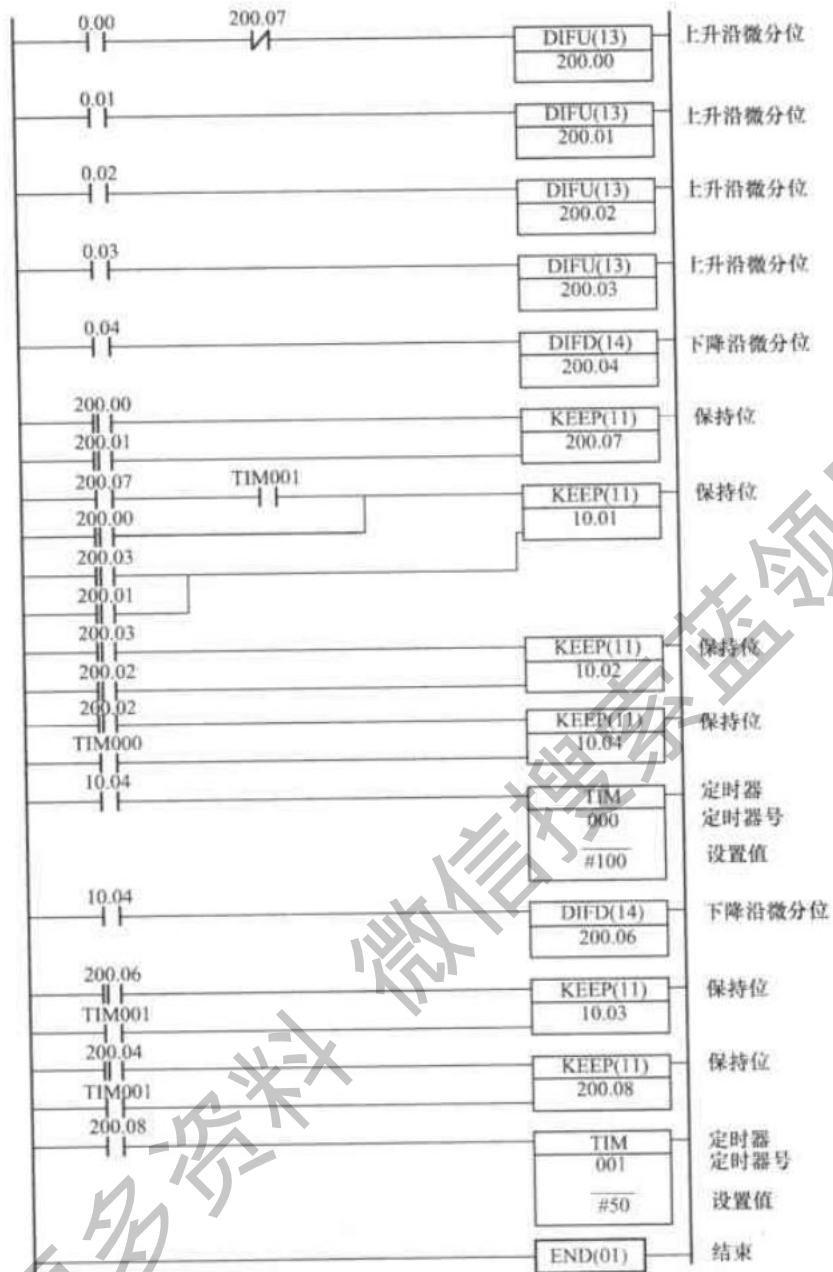


图 7-12 PLC 控制多种液体混合装置硬件接线图

四、编制梯形图程序及指令表

根据上述控制要求及为该控制系统分配的软件资源，绘制梯形图与指令表程序，如图 7-13 所示。



(a)

程序步编号	指令	操作数	说明
0	LD	0.00	常开触点 0.00 与左母线相连
1	ANDNOT	200.07	串联常闭触点 200.07
2	DIFU(13)	200.00	触点 0.00 的上升沿触发中继线圈 200.00
3	LD	0.01	常开触点 0.01 与左母线相连
4	DIFU(13)	200.01	触点 0.01 的上升沿触发中继线圈 200.01
5	LD	0.02	常开触点 0.02 与左母线相连
6	DIFU(13)	200.02	触点 0.02 的上升沿触发中继线圈 200.02
7	LD	0.03	常开触点 0.03 与左母线相连
8	DIFU(13)	200.03	触点 0.03 的上升沿触发中继线圈 200.03

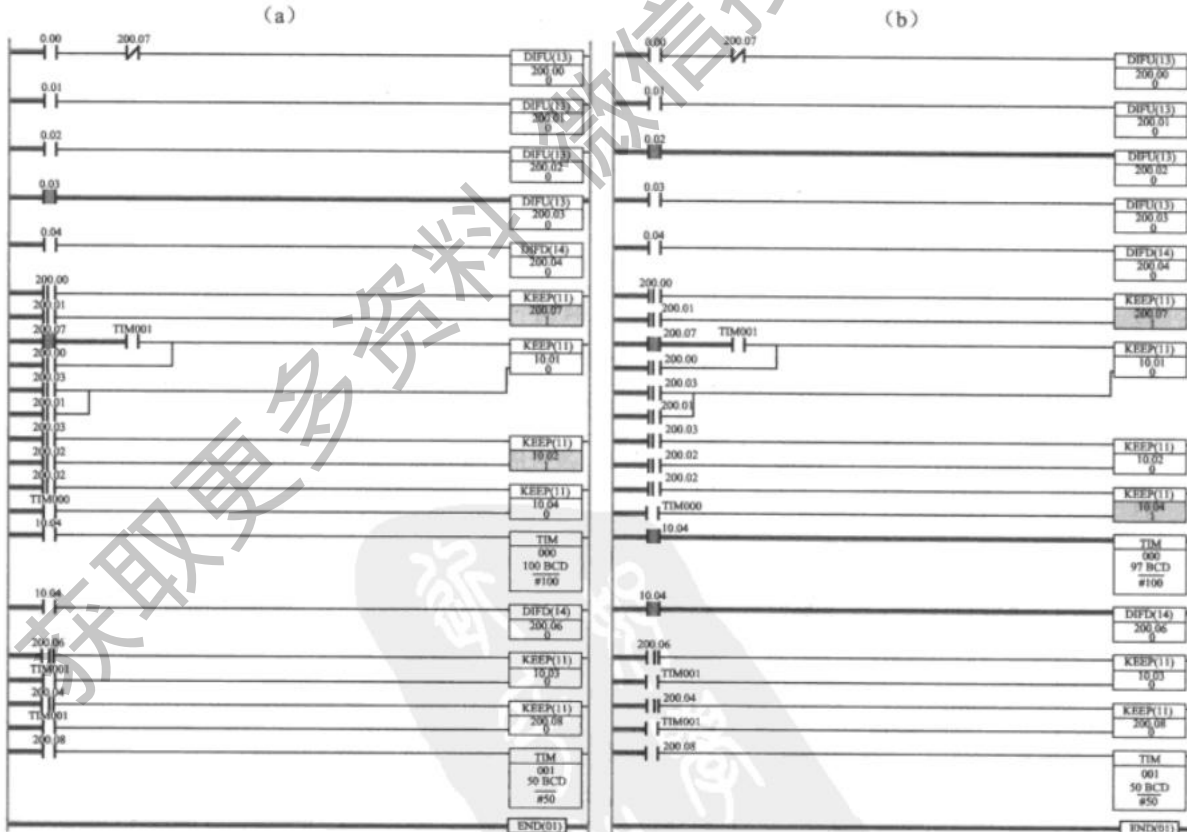
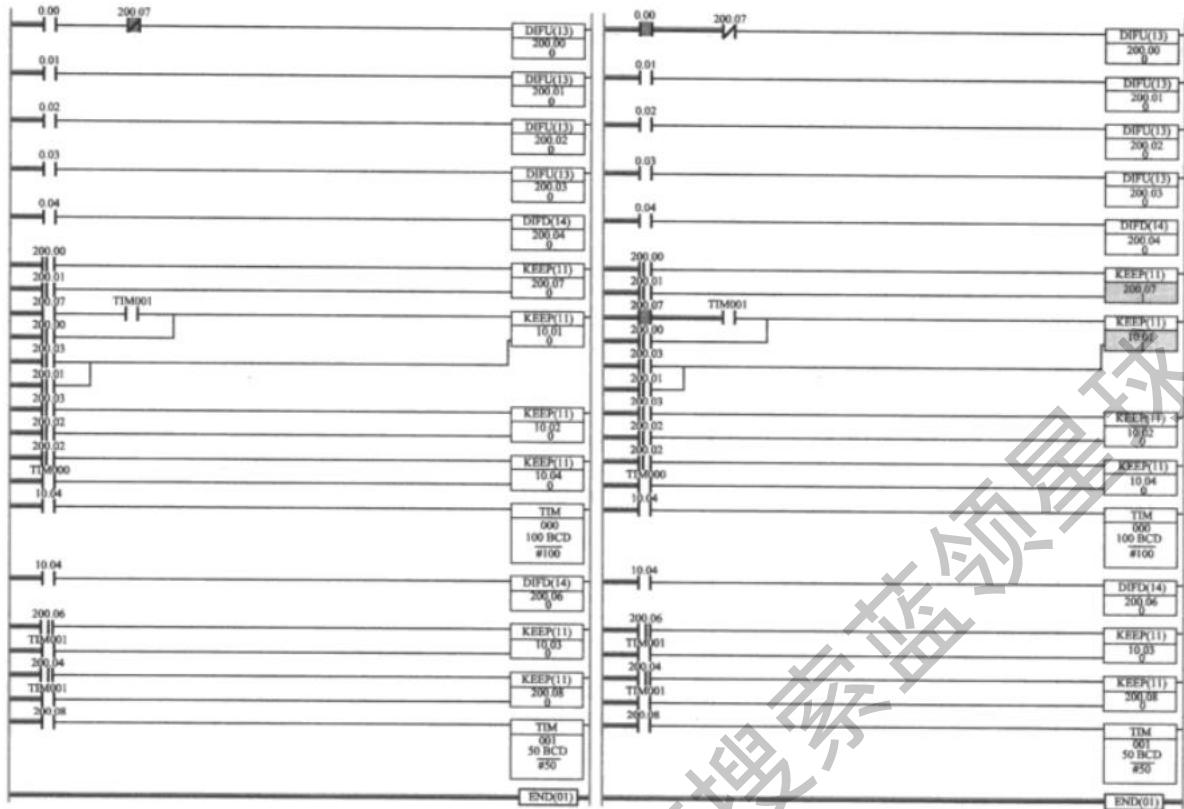
续表

程序步编号	指令	操作数	说明
9	LD	0.04	常开触点 0.04 与左母线相连
10	DIFD(14)	200.04	触点 0.04 的下降沿触发中继线圈 200.04
11	LD	200.00	常开触点 200.00 与左母线相连 (KEEP 200.07 语句的置位信号)
12	LD	200.01	常开触点 200.01 与左母线相连 (KEEP 200.07 语句的复位信号)
13	KEEP(11)	200.07	根据置、复位信号要求保持继电器 200.07 的状态
14	LD	200.07	常开触点 200.07 与左母线相连
15	AND	TIM001	串联常开触点 TIM001
16	OR	200.00	并联常开触点 200.00
17	LD	200.03	常开触点 200.03 与左母线相连
18	OR	200.01	并联常开触点 200.01
19	KEEP(11)	10.01	根据置、复位信号要求保持继电器 10.01 的状态
20	LD	200.03	常开触点 200.03 与左母线相连
21	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连
22	KEEP(11)	10.02	根据置、复位信号要求保持继电器 10.02 的状态
23	LD	200.02	常开触点 200.02 与左母线相连
24	LD	TIM000	常开触点 TIM000 与左母线相连
25	KEEP(11)	10.04	根据置、复位信号要求保持继电器 10.04 的状态
26	LD	10.04	常开触点 10.04 与左母线相连
27	TIM	000	编号为 000 的定时器指令
		#100	定时 100 个单位 ($100 \times 0.1s = 10s$)
28	LD	10.04	常开触点 10.04 与左母线相连
29	DIFD(14)	200.06	触点 10.04 的下降沿触发中继线圈 200.06
30	LD	200.06	常开触点 200.06 与左母线相连
31	LD	TIM001	常开触点 TIM001 与左母线相连
32	KEEP(11)	10.03	根据置、复位信号要求保持继电器 10.03 的状态
33	LD	200.04	常开触点 200.04 与左母线相连
34	LD	TIM001	常开触点 TIM001 与左母线相连
35	KEEP(11)	200.08	根据置、复位信号要求保持继电器 200.08 的状态
36	LD	200.08	常开触点 200.08 与左母线相连
37	TIM	001	编号为 001 的定时器指令
		#50	定时 50 个单位 ($50 \times 0.1s = 5s$)
38	END(01)		程序结束

(b)

图 7-13 多种液体混合装置的梯形图控制程序及指令表程序

(a) 梯形图; (b) 指令表



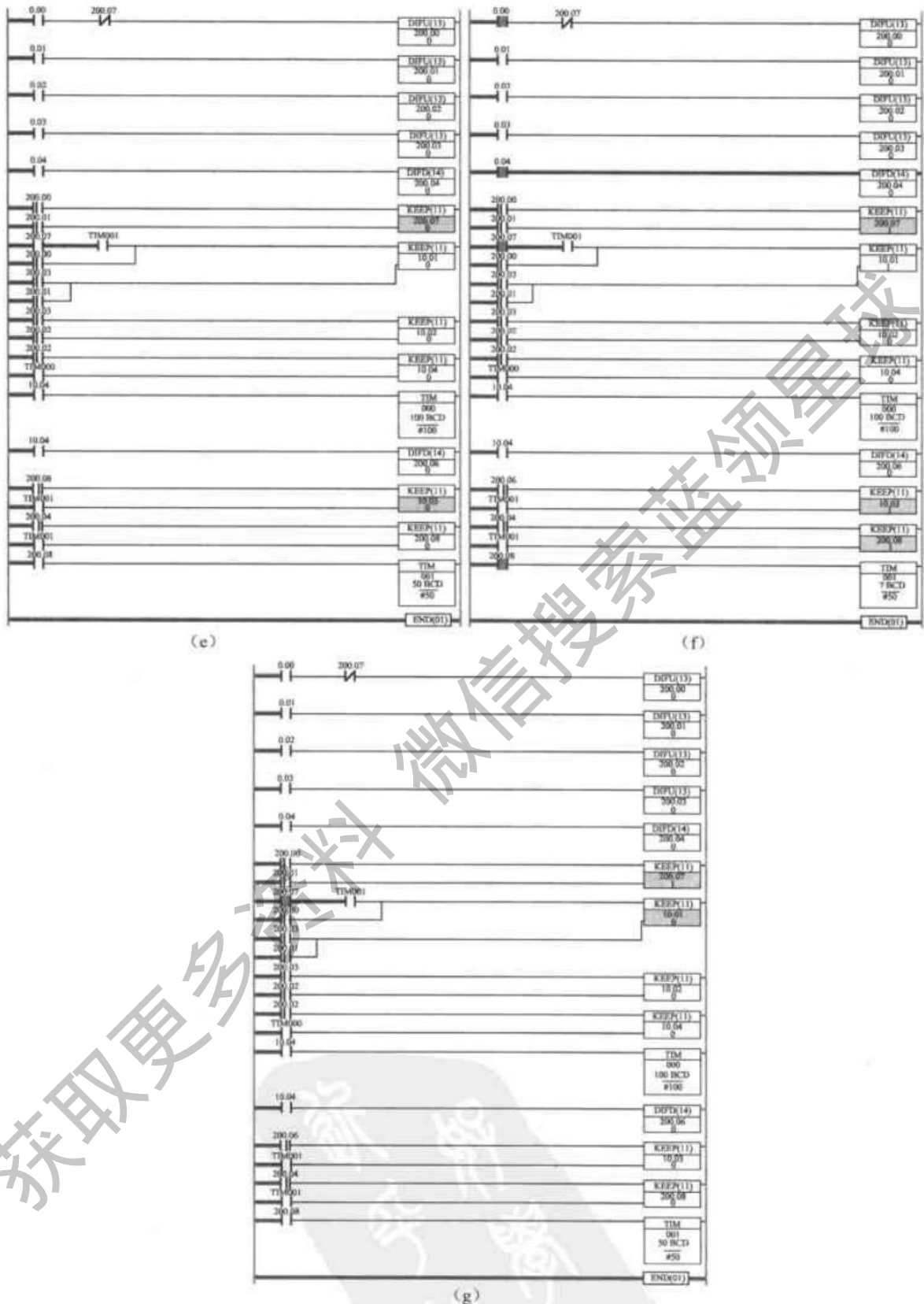


图 7-14 多种液体混合装置梯形图控制程序的执行状态转换图

- (a) 待机状态, 所有继电器未得电动作; (b) 启注 A 液, 10.01 继电器得电动作; (c) 停注 A 液, 启注 B 液, 10.01 失电、10.02 得电动作; (d) 停注 B 液, 启动搅拌, 10.02 失电、10.04 得电动作; (e) 停止搅拌, 启动排液, 10.04 失电、10.03 得电动作; (f) 排至低液位, 继续排除残液 10.03 继电器再接通 5s; (g) 5s 之后残液排完, 启动下轮注液 10.03 失电 10.01 得电

该程序的执行过程如图 7-14 (a) ~ (g) 所示, 7-14 (a) 图中, 外接所有输入设备未操作, 梯形图中所有软触点也未动作, 所有继电器线圈均处于待机状态。7-14 (b) 图中, 当操作者按下外接启动按钮 SB0 时, 则程序在与之对应的 0.00 触点的上升沿 (OFF → ON) 时刻接通中间继电器线圈 200.00 一个扫描周期, 其常开触点同时使中间继电器线圈 200.07 和输出继电器线圈 10.01 置位得电, 200.07 得电使其常闭触点分断以防误操作再次启动 SB0 使 200.00 得电, 10.01 得电接通 YV1 电磁阀开始注入 A 种液体。

随着 A 种液体的注入, 液面不断升高, 当 A 种液体液面升高至中等液位时使 I 液位传感器开关闭合, 内部触点 0.03 闭合, 其上升沿接通 200.03 一个扫描周期, 200.03 的常开触点闭合使 10.01 线圈复位失电切断电磁阀 YV1 电源, 停止注入 A 液体, 同时使 10.02 线圈置位得电启动电磁阀 YV2, 开始注入 B 液体。如图 7-14 (c) 所示。

随着 B 液体不断注入, 液位继续上升, 当液位上升至高液位时浮力使 H 液位传感器开关闭合, 梯形图内部触点 0.02 闭合, 其上升沿接通 200.02 一个扫描周期, 其常开触点使 10.02 线圈复位失电切断电磁阀 YV2 电源, 停止注入 B 液体, 同时使 10.04 线圈置位得电, 启动搅拌电动机开始搅拌 A、B 两种混合液体, 同时 10.04 的常开触点启动定时器 TIM000 开始搅拌倒计时, 如图 7-14 (d) 所示。

搅拌电动机运转搅拌混合液体 10s 之后, TIM000 倒计时完毕, 其常开触点闭合复位 10.04 线圈使其失电, 切断搅拌电动机电源停止搅拌。同时利用 10.04 常开触点分断时的下降沿 (ON → OFF) 接通 200.06 使其得电一个扫描周期, 200.06 的常开触点置位 10.03 线圈使其得电, 接通 YV3 电磁阀开始排出经搅拌之后的混合液体, 如图 7-14 (e) 所示。

液面随着混合液体的排出持续下降, 当液面下降至低于低液位, 低液位传感器开关 L 分断, 内部触点 0.04 亦随之分断, 利用其分断时刻的下降沿 (ON → OFF) 触发 200.04 接通一个扫描周期, 200.04 的常开触点使中间继电器 200.08 线圈置位得电, 而 200.08 的常开触点闭合启动 TIM001 开始排液倒计时, 如图 7-14 (f) 所示。

低液位传感器开关 L 分断 5s 之后, TIM001 也恰好计时完毕, 其常开触点复位 10.03 线圈使其失电切断 YV3 电磁阀电源停止排液, 同时 TIM001 的另一个常开触点接通 10.01 线圈的置位端, 使其置位得电接通电磁阀 YV1 电源开始新一轮注液工作。如图 7-14 (g) 所示, 如此周而复始, 不断循环。直到某一个工作周期完成以后压下停止按钮 SB1, 利用 0.01 的上升沿接通 200.01 一个扫描周期, 进而利用 200.01 的常开触点闭合瞬间复位中间继电器 200.07 和输出继电器 10.01 线圈使之失电, 整个系统停止工作。

其工作时序波形图如图 7-15 所示。

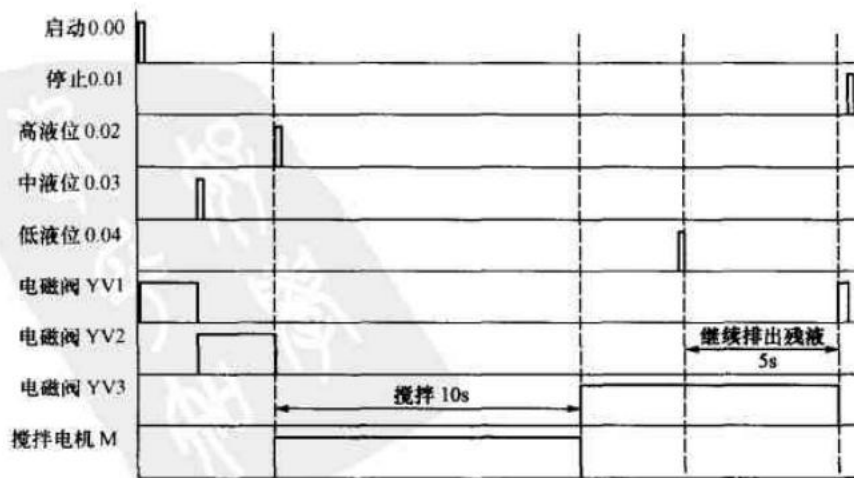


图 7-15 多种液体混合装置控制程序执行时序波形图

第四节 天塔之光控制程序

随着人们生活水平的不断提高,城市的高层建筑也越来越多,人们一方面为了用作城市夜空飞行物的航行警示,另一方面为了达到美化城市夜空的功效,往往在高层建筑的顶部装设了形式多样的灯光系统,下面以一种常见的“天塔之光”灯光控制系统为例来分析用 PLC 设计该灯光系统的控制程序及其运行过程。

如图 7-16 所示为一天塔之光示意图。

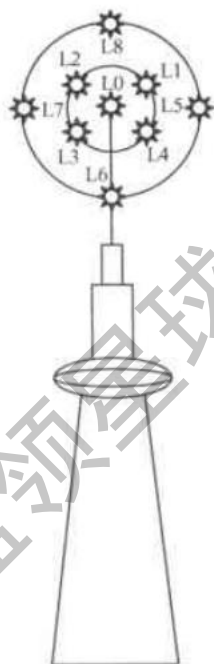


图 7-16 天塔之光实物示意图

一、控制要求

该建筑装饰灯管控制系统的控制要求是 L0 按 1s 周期闪烁点亮(亮 0.5s 灭 0.5s), L1、L2、L3、L4 间隔 1s 点亮(即 L1 亮 1s 后灭→L2 亮 1s 后灭→L3 亮 1s 后灭→L4 亮 1s 后灭,如此循环不断,直至按下停止按钮), L5、L6、L7、L8 间隔 2s 点亮(即 L5 亮 2s 后灭→L6 亮 2s 后灭→L7 亮 2s 后灭→L8 亮 2s 后灭,也如此循环不断,直至按下停止按钮)。

二、PLC 的 I/O 分配

分析上述控制系统,可知该系统中的输入设备有:启动按钮 SB0 和停止按钮 SB1;输出设备有:灯 L0~灯 L8。根据上述设备为其分配好 PLC 的输入/输出继电器地址编号如表 7-7 所示。

表 7-7 天塔之光 PLC 控制系统 I/O 分配表

输入部分		输出部分	
功用	PLC 输入继电器地址编号	输出器件	PLC 输出继电器地址编号
运行启动按钮 SB0	0.00	L0	11.00
停止按钮 SB1	0.01	L1	11.01
		L2	11.02
自锁用中间继电器	200.00	L3	11.03
		L4	11.04
		L5	11.05
		L6	11.06
		L7	11.07
		L8	10.00

三、绘制 PLC 硬件接线图

根据上述 I/O 列表及系统控制要求,绘制该系统的 PLC 硬件接线图,如图 7-17 所示。

需要注意的是由于 CPM2AH 系列 PLC 的输出端子是 10 通道的 10.00 单独用一个 COM 端子, 11 通道则是 11.00、11.01、11.02、11.03 四个输出端子共用一个 COM 端子, 11.04、11.05、11.06、11.07 四个输出端子共用一个 COM 端子。而我们这里有 9 个被控设备, 为了节省连线所以此处我们利用了 11 通道的 11.00 ~ 11.07 和 10 通道的 10.00 共 9 个输出端子, 然后将这 3 组的 3 个 COM 连接在一起接电源的一端, 有效地简化了连线。

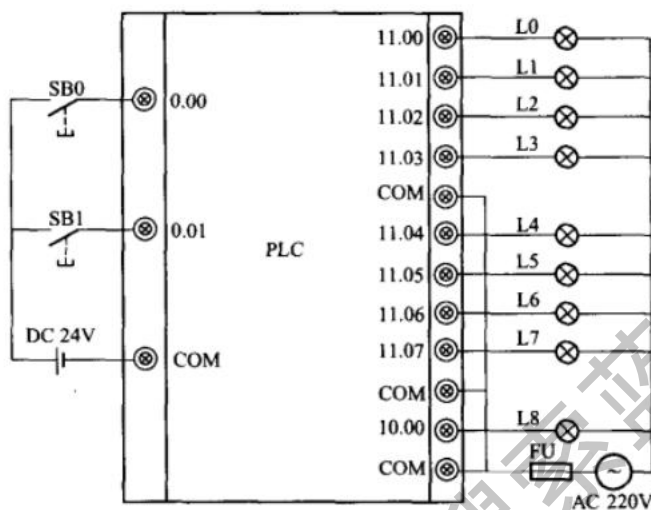
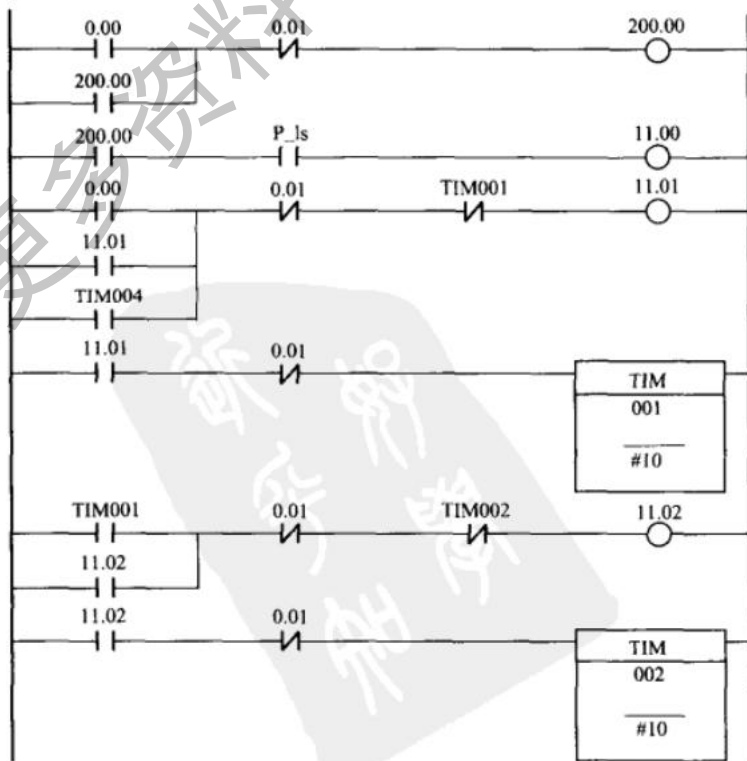
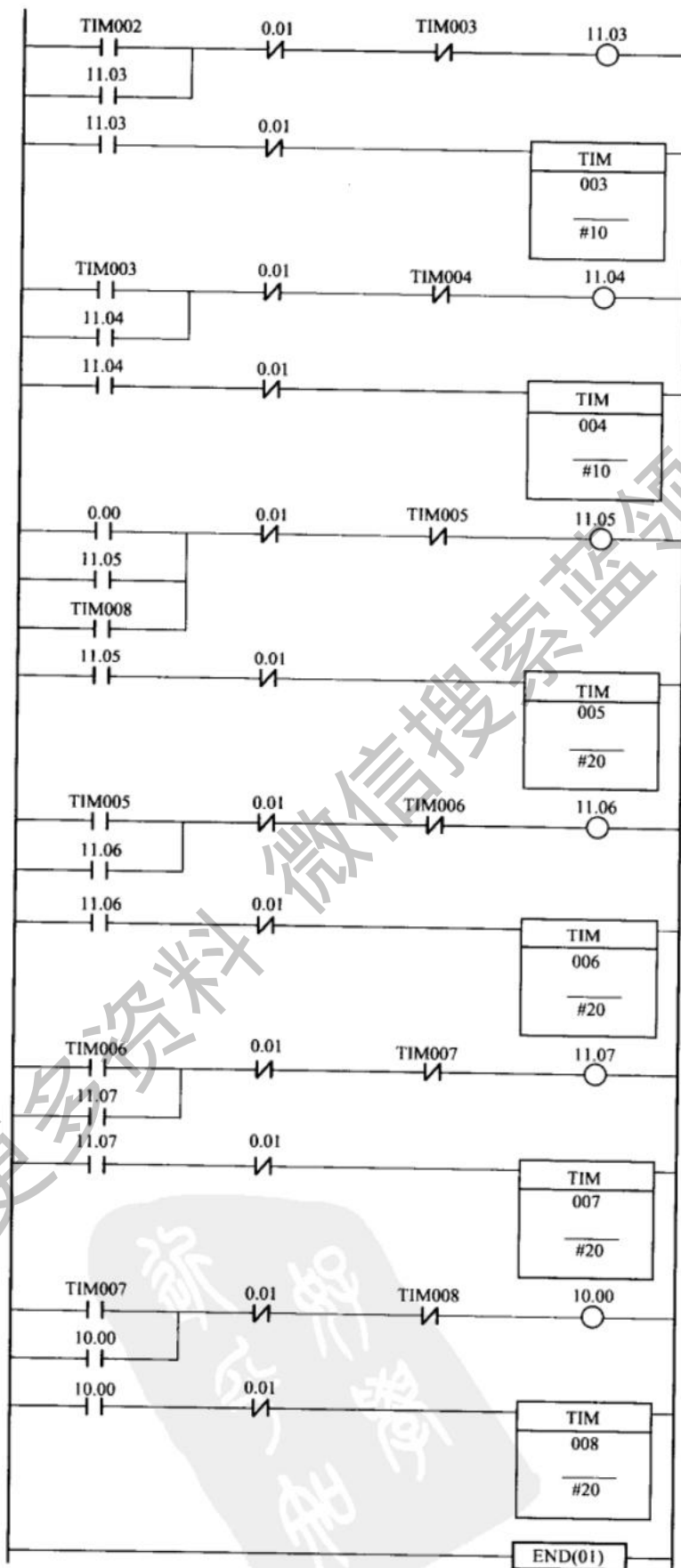


图 7-17 天塔之光 PLC 控制系统接线图

四、编制梯形图及指令表程序

根据上述控制要求及 I/O 分配表, 编制出该系统的梯形图程序及指令表, 如图 7-18 所示。





(a)

程序步编号	指令	操作数	说明
0	LD	0.00	常开触点 0.00 与左母线相连 (取)
1	OR	200.00	并联常开触点 200.00 (或)
2	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
3	OUT	200.00	运算结果输出至中继线圈 200.00
4	LD	200.00	常开触点 200.00 与左母线相连 (取)
5	AND	255.02	串联秒脉冲继电器触点 255.02 (与)
6	OUT	11.00	运算结果输出至线圈 11.00
7	LD	0.00	常开触点 0.00 与左母线相连 (取)
8	OR	11.01	并联常开触点 11.01 (或)
9	OR	TIM004	并联常开触点 TIM004 (或)
10	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
11	ANDNOT	TIM001	串联常闭触点 TIM001 (与非)
12	OUT	11.01	运算结果输出至线圈 11.01
13	LD	11.01	常开触点 11.01 与左母线相连 (取)
14	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
15	TIM	001	编号为 001 的定时器
		#10	定时 10 个单位 ($10 \times 0.1s = 1s$)
16	LD	TIM001	常开触点 TIM001 与左母线相连 (取)
17	OR	11.02	并联常开触点 11.02 (或)
18	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
19	ANDNOT	TIM002	串联常闭触点 TIM002 (与非)
20	OUT	11.02	运算结果输出至线圈 11.02
21	LD	11.02	常开触点 11.02 与左母线相连 (取)
22	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
23	TIM	002	编号为 002 的定时器
		#10	定时 10 个单位 ($10 \times 0.1s = 1s$)
24	LD	TIM002	常开触点 TIM002 与左母线相连 (取)
25	OR	11.03	并联常开触点 11.03 (或)
26	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
27	ANDNOT	TIM003	串联常闭触点 TIM003 (与非)
28	OUT	11.03	运算结果输出至线圈 11.03
29	LD	11.03	常开触点 11.03 与左母线相连 (取)
30	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
31	TIM	003	编号为 003 的定时器
		#10	定时 10 个单位 ($10 \times 0.1s = 1s$)
32	LD	TIM003	常开触点 TIM003 与左母线相连 (取)
33	OR	11.04	并联常开触点 11.04 (或)
34	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
35	ANDNOT	TIM004	串联常闭触点 TIM004 (与非)
36	OUT	11.04	运算结果输出至线圈 11.04
37	LD	11.04	常开触点 11.04 与左母线相连 (取)
38	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
39	TIM	004	编号为 004 的定时器

续表

程序步编号	指令	操作数	说明
		#10	定时 10 个单位 ($10 \times 0.1s = 1s$)
40	LD	0.00	常开触点 0.00 与左母线相连 (取)
41	OR	11.05	并联常开触点 11.05 (或)
42	OR	TIM008	并联常开触点 TIM008 (或)
43	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
44	ANDNOT	TIM005	串联常闭触点 TIM005 (与非)
45	OUT	11.05	运算结果输出至线圈 11.05
46	LD	11.05	常开触点 11.05 与左母线相连 (取)
47	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
48	TIM	005	编号为 005 的定时器
		#20	定时 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
49	LD	TIM005	常开触点 TIM005 与左母线相连 (取)
50	OR	11.06	并联常开触点 11.06 (或)
51	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
52	ANDNOT	TIM006	串联常闭触点 TIM006 (与非)
53	OUT	11.06	运算结果输出至线圈 11.06
54	LD	11.06	常开触点 11.06 与左母线相连 (取)
55	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
56	TIM	006	编号为 006 的定时器
		#20	定时 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
57	LD	TIM006	常开触点 TIM006 与左母线相连 (取)
58	OR	11.07	并联常开触点 11.07 (或)
59	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
60	ANDNOT	TIM007	串联常闭触点 TIM007 (与非)
61	OUT	11.07	运算结果输出至线圈 11.07
62	LD	11.07	常开触点 11.07 与左母线相连 (取)
63	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
64	TIM	007	编号为 007 的定时器
		#20	定时 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
65	LD	TIM007	常开触点 TIM007 与左母线相连 (取)
66	OR	10.00	并联常开触点 10.00 (或)
67	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
68	ANDNOT	TIM008	串联常闭触点 TIM008 (与非)
69	OUT	10.00	运算结果输出至线圈 10.00
70	LD	10.00	常开触点 10.00 与左母线相连 (取)
71	ANDNOT	0.01	串联常闭触点 0.01 (与非)
72	TIM	008	编号为 008 的定时器
		#20	定时 20 个单位 ($20 \times 0.1s = 2s$)
73	END(01)		程序结束

(b)

图 7-18 PLC 控制天塔之光的梯形图及指令表程序

(a) 梯形图; (b) 指令表

该程序的运行过程可以用图 7-19 所示的时序波形图直观地表达。

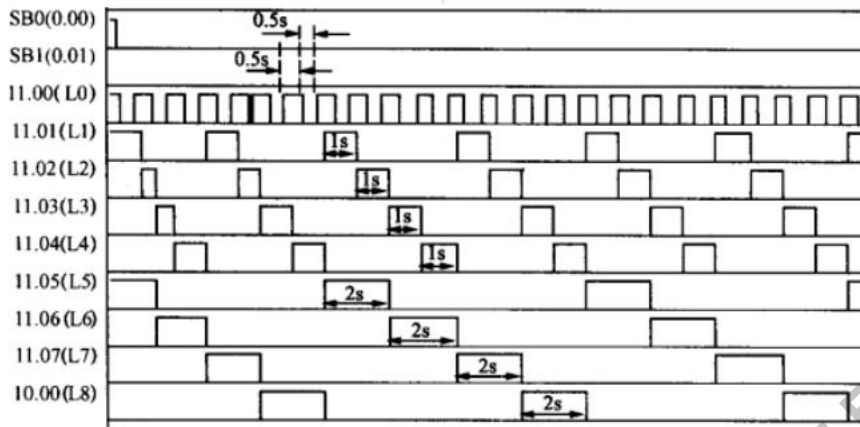


图 7-19 天塔之光 PLC 控制程序执行时序波形图

获取更多资料 微信搜索 蓝领星球



参 考 文 献

1. 常斗南主编. 可编程控制器原理 应用 实验. 北京: 机械工业出版社, 1998
2. 郑凤翼等编著. 图解 PLC 控制系统梯形图和语句表. 北京: 人民邮电出版社, 2006
3. 戴一平主编. 可编程控制器技术及应用. 北京: 机械工业出版社, 2004
4. 劳动和社会保障部培训就业司, 职业技能鉴定中心组编. 维修电工 (高级) 操作技能考试手册. 东营: 石油大学出版社, 2001
5. 柴敬镛, 王照清主编. 维修电工 (高级). 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2003
6. 孙政顺, 曹京生主编. PLC 技术. 北京: 高等教育出版社, 2006
7. 汪晓平等编著. PLC 可编程控制器系统开发实例导航. 北京: 人民邮电出版社, 2004
8. 高勤主编. 电器及 PLC 控制技术. 北京: 高等教育出版社, 2002
9. 陈其纯主编. 可编程控制器应用技术. 北京: 高等教育出版社, 2000
10. 黄净主编. 电器及 PLC 控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2002
11. 李敬梅. 电力拖动控制线路与技能训练. 北京: 中国劳动社会保障出版社, 2001

获取更多资料

微信

