

| 第 6 章 |

机械手控制

机械手是工业机器人系统中传统的任务执行机构，是机器人的关键部件之一。本设计是一个将工件由工作台 D 处移动到输送带 M 上的机械手。对于上升/下降和伸出/缩回的执行则采用双线圈二位电磁阀推动汽缸来完成。

6.1 控制要求及硬件实现

图 6-1 所示是一个用机械手将工件由工作台 D 处移动到输送带 M 上的示意图。

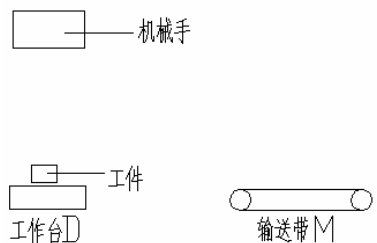


图 6-1 工件移动示意图

机械手动作示意图如图 6-2 所示。从图中可以看出机械手的工作流程，共有 8 个动作。

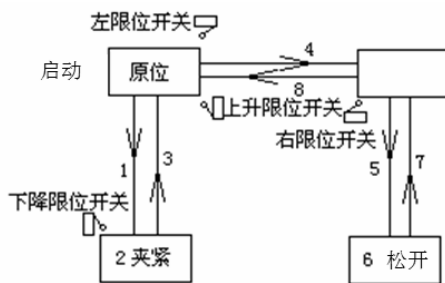


图 6-2 机械手动作示意图（图中的方向，动作 4 是向左）

机械手工作应具备的条件：机械手处于原位时，上升限位开关（LS4）和缩回限位开关（右限位 LS1）均处于接通状态，指示灯 LED4（上限位指示）和 LED1（右限位指示）点亮；将工件放在工作台 D 上，指示灯 LED9（工件指示）点亮。

按下启动按钮（SB1），机械手将按顺序执行上述 8 个动作。

第1个动作：机械手从原位下移至工件处。上升/下降的执行用双线圈二位电磁阀推动 B 汽缸完成。启动后 B 汽缸电磁阀得电，指示灯 LED7（下降指示）点亮，活塞杆下降，同时上升限位开关（LS4）断开。当机械手下降到位时，下降限位开关（LS3）动作，相应指示灯 LED3（下限位指示）点亮。

第2个动作：机械手夹紧工件。夹紧/松开的执行用双线圈二位电磁阀推动 C 汽缸完成。机械手下降到位后延时 1s，C 汽缸的夹爪电磁阀得电，指示灯 LED8（夹紧指示）点亮，夹紧工件。

第3个动作：机械手上升至原位。机械手夹紧工件后延时 1s，B 汽缸电磁阀失电，活塞杆上升，指示灯 LED7 灭，当机械手上升到位时，上升限位开关（LS4）动作，指示灯 LED4 点亮。

第4个动作：机械手伸出至输送带上方。伸出/缩回的执行用双线圈二位电磁阀推动 A 汽缸完成。机械手上升到原位后延时 1s，A 汽缸电磁阀得电，指示灯 LED6（伸出指示）点亮，活塞杆向左伸出，缩回限位开关（LS1）断开，指示灯 LED1 熄灭；当机械手伸出到位时，伸出限位开关（LS2）接通动作，相应指示灯 LED2（左限位指示）点亮。

第5个动作：机械手从输送带上方下移至输送带。机械手伸出到位后延时 1s，B 汽缸电磁阀得电，指示灯 LED7 点亮，活塞杆下降，当机械手下降到位时，下降限位开关（LS3）动作，相应的指示灯 LED3 点亮。

第6个动作：机械手松开工件，放到输送带上。机械手下移到位后延时 1s，C 汽缸夹爪电磁阀失电，指示灯 LED8 熄灭，放下工件置于输送带 M 上，指示灯 LED10（输送带指示）点亮。

第7个动作：机械手上升至输送带上方。机械手松开工件后延时 1s，B 汽缸电磁阀失电，指示灯 LED7 熄灭，活塞杆上升，当上升到位时，上升限位开关（LS4）动作，指示灯 LED4 灯亮。

第8个动作：机械手缩回至原位。机械手到输送带上方后延时 1s，A 汽缸电磁阀失电，指示灯 LED6 熄灭，活塞杆向右缩回，伸出限位开关（LS2）断开，指示灯 LED2 熄灭。当机械手缩回到位时，缩回限位开关（LS1）动作，指示灯 LED1 灯亮，机械手处于原位。

下一次工作准备：机械手到原位后延时 1s，输送带 M 向右移动，当碰到输送带接应位开关 LS5（接应位置）时，停止移动，指示灯 LED5（接应位）点亮；延时 1s，工件卸下，LS5 恢复断开状态，指示灯 LED5 熄灭；延时 1s，指示灯 LED9 点亮，工件置于工作台上。

当按下停止按钮时，机械手要等输送带工件卸下后才结束本次动作过程，机械手处于原位。具体控制要求如下：

- (1) 采用 S7-200 SMART PLC 实现机械手的控制。
- (2) 为满足生产要求，要有 2 种工作方式，即单周工作方式和连续工作方式。
 - 单周工作方式：按下启动按钮，机械手从原位置开始，执行 1 遍完整的操作流程，返回原位置结束。
 - 连续工作方式：按下启动按钮，机械手从原位置开始，连续执行单调操作过程。当按下停止按钮，机械手要执行完本周的操作过程，即返回原位置后，才停止。
- (3) 要有各种状态指示灯来指示当前工作状态。

根据控制要求，PLC 的 I/O 地址分配如表 6-1 所示。

表 6-1 I/O 地址分配

输 入				输 出			
序 号	名 称	代 号	地 址	序 号	名 称	代 号	地 址
1	启动按钮	SB1	I1.0	1	上升/下降电磁阀	LED7	Q0.6
2	停止按钮	SB2	I1.1	2	伸出/缩回电磁阀	LED6	Q0.5
3	下限位开关	LS3	I0.2	3	夹紧/松开电磁阀	LED8	Q0.7
4	上限位开关	LS4	I0.3	4	接应位指示灯	LED5	Q0.4
5	右限位开关	LS1	I0.0	5	右限位指示灯	LED1	Q0.0
6	左限位开关	LS2	I0.1	6	上限位指示灯	LED4	Q0.3
7	工件指示开关	LS6	I0.5	7	下限位指示灯	LED3	Q0.2
8	接应开关	LS5	I0.4	8	左限位指示灯	LED2	Q0.1
9	连续工作	LK1	I1.2	9	工件指示灯	LED9	Q1.0
				10	输送带指示灯	LED10	Q1.1

根据 I/O 点数，可以选用 S7-200 SMART SR30（18DI/12DO），机械手控制接线原理图如图 6-3 所示。

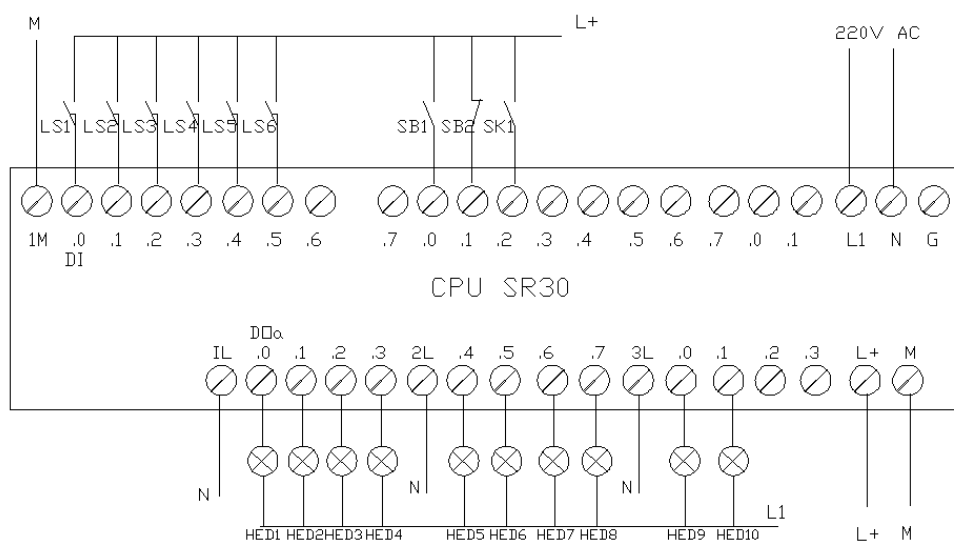


图 6-3 机械手控制接线原理图

6.2 编写控制程序

本设计将两种工作方式，看成是一种工作方式，即连续工作方式。单周工作方式是连续工作方式在工作开始后（不到一周）按下停止按钮的特例，而连续工作是在每完成单周工作后，

通过检测是否按下停止按钮来判断是继续工作，还是停止。

本程序的关键是实现一个单周的工作，以及判断是否继续进行下一周的工作。

从工作过程来看，单周工作一共有 8 个工作状态和 1 个初始状态，可以采用启保停电路编程法实现。

判断是否继续进行下一周工作的条件是，系统处于连续工作状态且没有按下停止按钮。

启保停电路编程法，采用辅助继电器 M 的位表示一个工作状态，当满足下一个工作状态的条件时，才激活表示下一个工作状态辅助继电器的位，同时复位前一个工作状态辅助继电器的位。

定义程序使用的符号表如图 6-4 所示。

符号表				
		符号	地址	注释
1		位数	I 1	
2		定时时间	T 10	
3		右限位	I 0.0	
4		左限位	I 0.1	
5		下限位	I 0.2	
6		上限位	I 0.3	
7		接应开关	I 0.4	
8		工件	I 0.5	
9		启动	I 1.0	
10		停止	I 1.1	
11		连续	I 1.2	
12		初始状态	M 0.0	
13		状态1	M 0.1	
14		状态2	M 0.2	
15		状态3	M 0.3	
16		状态4	M 0.4	
17		状态5	M 0.5	
18		状态6	M 0.6	
19		状态7	M 0.7	
20		状态8	M 1.0	
21		连续标志	M 1.2	
22		原位	M 2.0	
23		右限位灯	Q 0.0	
24		左限位灯	Q 0.1	
25		下限位灯	Q 0.2	
26		上限位灯	Q 0.3	
27		接应位灯	Q 0.4	
28		左行	Q 0.5	
29		下降	Q 0.6	
30		夹紧	Q 0.7	
31		输送带指示	Q 1.1	
32		工件灯	Q 1.0	
33		上电	SM 0.1	
34		定时器1	T 37	
35		定时器2	T 38	
36		定时器3	T 39	
37		定时器4	T 40	
38		定时器5	T 41	

图 6-4 符号表

下面以程序段的方式来介绍整个程序。

程序段 1（图 6-5）：判断实现机械手是否在原位。当右限位（I0.0）和上限位（I0.3）接通，且夹紧继电器（Q0.7）未得电时，则确定机械手在原位置，原位标志（M2.0）接通。

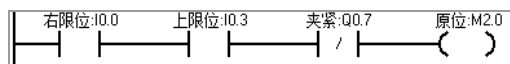


图 6-5 程序段 1

程序段 2 (图 6-6)：在第 1 个扫描周期，如果机械手在原位置，则置位初始状态 (M0.0)。

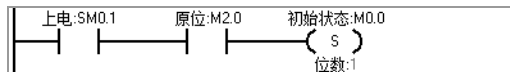


图 6-6 程序段 2

程序段 3 (图 6-7)：如果机械手离开原位置，则复位初始状态 (M0.0)。

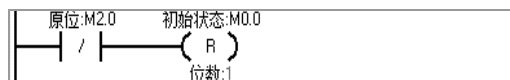


图 6-7 程序段 3

程序段 4 (图 6-8)：当切换到连续工作方式时，且停止按钮闭合的上升沿，置位连续运行标志 (M1.2)。

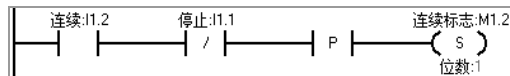


图 6-8 程序段 4

程序段 5 (图 6-9)：当按下停止按钮，或切换到单周运行方式的下降沿，复位连续标志 (M1.2)。之所以采用边沿触发，是因为如果不采用边沿触发，当按下停止按钮的瞬间，连续工作标志被复位，在下一个扫描周期，又会被置位，导致工作方式混乱。如果采用边沿触发，就不会被重新置位。

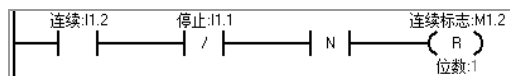


图 6-9 程序段 5

程序段 6 (图 6-10)：在初始状态，当按下启动按钮，如果机械手在原位置，则置位状态 1 (M0.1) 并自保；当连续工作标志有效时，执行完状态 8 的动作，如果机械手在原位置，同样置位状态 1 并自保，实现循环。

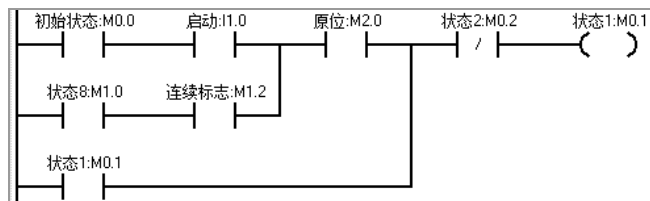


图 6-10 程序段 6

判断状态 8 是否执行完，就是看机械手是否回到原位置，所以在置位条件中串入原位常开触点。

程序段 7 (图 6-11)：在状态 1 (M0.1=1)，机械手下行，当运行到下限位 (I0.2=1)，下限位指示灯亮，同时启动定时器 T37，延时 1s。

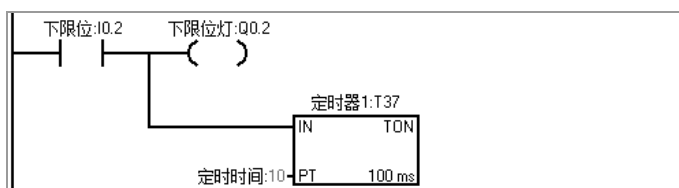


图 6-11 程序段 7

程序段 8 (图 6-12): 在状态 1, 机械手下降到下限位并延时 1s 后, 则置位状态 2 并自保, 启动定时器 T38, 延时 1s; 同时利用状态 2 的常闭触点去断开状态 1 (见图 6-10)。

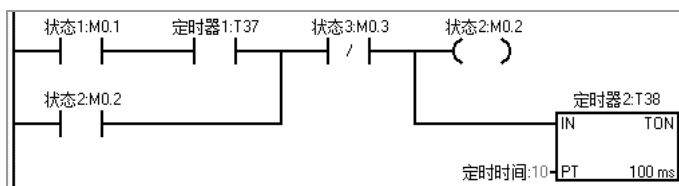


图 6-12 程序段 8

程序段 9 (图 6-13): 在状态 2, 夹紧/松开电磁阀闭合, 夹紧工件, 当延时 1s 到, 置位状态 3 并自保, 利用其常闭触点断开状态 2。

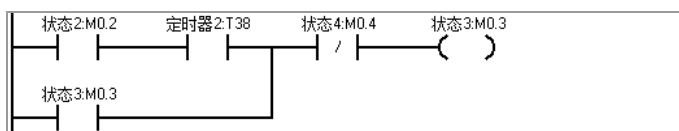


图 6-13 程序段 9

程序段 10 (图 6-14): 在状态 3, 机械手上行, 当达到上限位 (I0.3=1) 时, 上限位灯亮, 同时启动定时器 T39, 延时 1s。

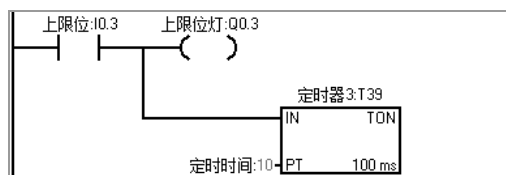


图 6-14 程序段 10

程序段 11 (图 6-15): 定时器 T39 延时时间到, 则置位状态 4 并自保, 同时利用其常闭触点断开状态 3。

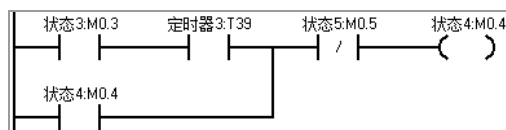


图 6-15 程序段 11

程序段 12 (图 6-16): 在状态 4, 机械手左行, 当达到左限位时 (I0.1=1), 左限位灯亮, 同时启动定时器 T40, 延时 1s。

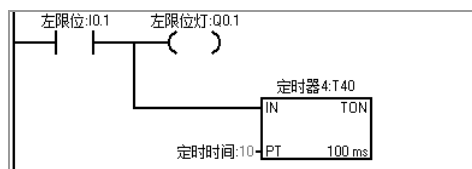


图 6-16 程序段 12

程序段 13（图 6-17）：定时器 T40 延时时间到，置位状态 5 并自保，同时利用其常闭触点断开状态 4。

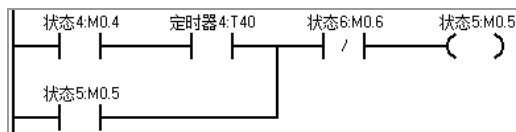


图 6-17 程序段 13

程序段 14（图 6-18）：在状态 5，T37 延时时间到，置位状态 6 并自保，同时利用其常闭触点断开状态 5，启动定时器 T41，延时 1s。

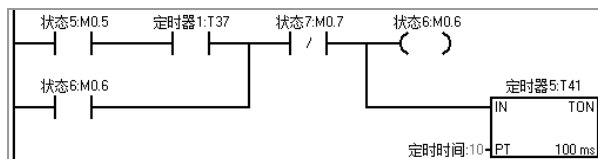


图 6-18 程序段 14

程序段 15（图 6-19）：在状态 6，（夹紧松开电磁阀失电，松开工件），T37 延时时间到，置位状态 7 并自保，同时利用其常开触点断开状态 6。

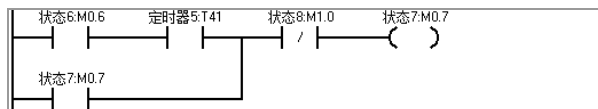


图 6-19 程序段 15

程序段 16（图 6-20）：在状态 7，T39 延时时间到，置位状态 8 并自保，同时利用其常闭触点断开状态 7。

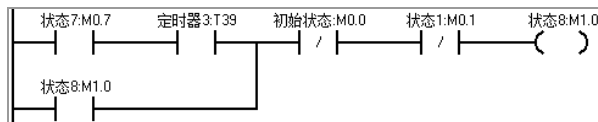


图 6-20 程序段 16

程序段 17（图 6-21）：在状态 8，机械手右行，到达右限位（I0.0=1），右限位指示灯亮。如果连续标志接通，则置位初始状态 1 并自保。同时利用其常闭触点断开状态 8；如果连续运行断开，则在程序段 6 置位状态 0，并断开状态 8，等待下一次启动。



图 6-21 程序段 17

程序段 18 (图 6-22)：在状态 1、2、5、6 时，都需要机械手下移，所以将 M0.1、M0.2、M0.5、M0.6 并联，只要 4 种状态中的任何一个接通，则 B 汽缸电磁阀得电，机械手下行。一般程序设计时，到达下限位时要断开电磁阀，而本例中则不行，因为电磁阀失电，则机械手就会上行，所以只有机械手需要上行或保持在上部时，电磁阀 B 才能失电。

程序段 19 (图 6-23)：当检测到工件开关闭合 (I0.5=1)，则工件灯亮。如果要判断机械手开始工作时必须有工件才行，只要在原位置判断条件中串入该触点即可。

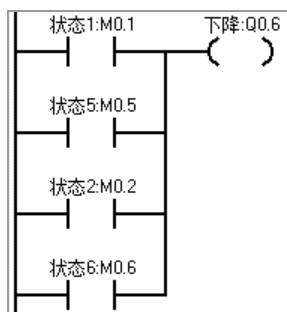


图 6-22 程序段 18

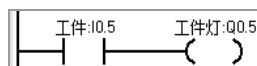


图 6-23 程序段 19

程序段 20 (图 6-24)：在状态 2、3、4、5 时，C 汽缸电磁阀得电，夹紧工件，一直保持到状态 6 有效，C 汽缸电磁阀失电，松开工件。

程序段 21 (图 6-25)：在状态 4、5、6、7 时，A 汽缸电磁阀得电，机械手左行。一直保持到状态 8 有效，A 汽缸电磁阀失电，机械手右行。

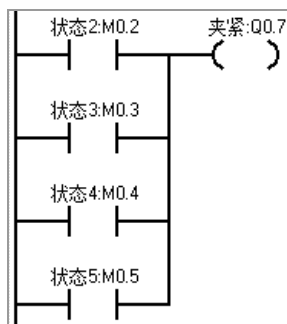


图 6-24 程序段 20

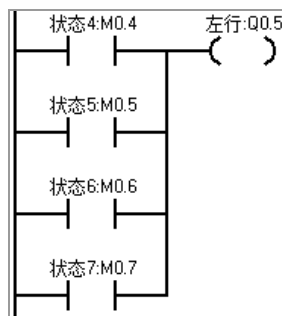


图 6-25 程序段 21

程序段 22 (图 6-26)：机械手运行到右限位，右限位灯亮。

程序段 23 (图 6-27)：当松开工件，输送带上接应开关闭合，则输送带指示灯亮，表示已将工件放到输送带上。如果必须放到输送带上才允许进行下一步，可以将转移条件串入该触点。

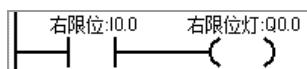


图 6-26 程序段 22

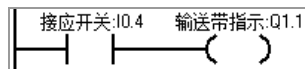
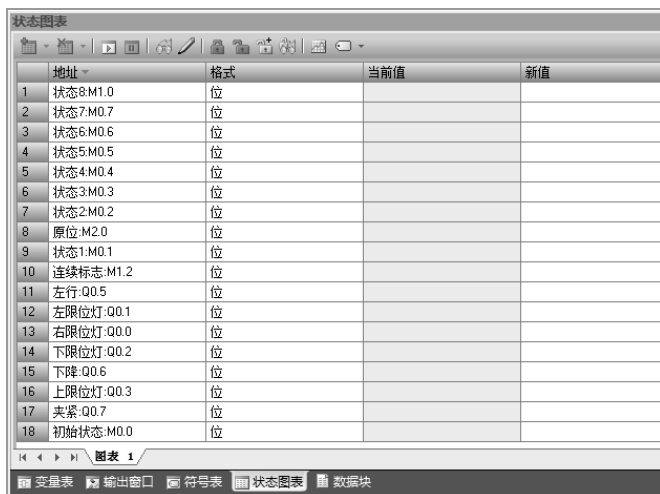


图 6-27 程序段 23

6.3 系统调试

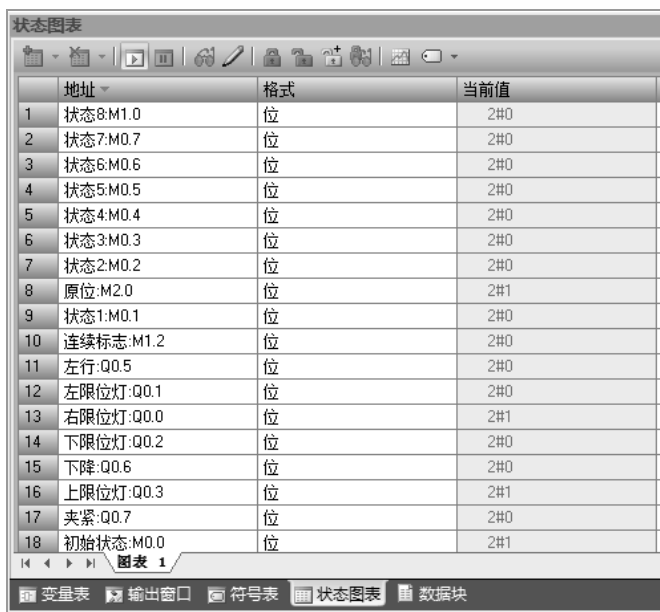
程序编译通过后，将程序下载到 CPU，单击  按钮，运行程序。为监控程序运行，设置该程序状态图表，如图 6-28 所示。



地址	格式	当前值	新值
1 状态8:M1.0	位		
2 状态7:M0.7	位		
3 状态6:M0.6	位		
4 状态5:M0.5	位		
5 状态4:M0.4	位		
6 状态3:M0.3	位		
7 状态2:M0.2	位		
8 原位:M2.0	位		
9 状态1:M0.1	位		
10 连续标志:M1.2	位		
11 左行:Q0.5	位		
12 左限位灯:Q0.1	位		
13 右限位灯:Q0.0	位		
14 下限位灯:Q0.2	位		
15 下降:Q0.6	位		
16 上限位灯:Q0.3	位		
17 夹紧:Q0.7	位		
18 初始状态:M0.0	位		

图 6-28 状态图表

单击  按钮，监控 PLC 各状态，初始状态图表如图 6-29 所示。从图中可以看出，当机械手在上限位和右限位、夹紧/松开电磁阀未带电时，原位标志有效；程序进入初始状态，此时连续运行标志无效，表示为单周运行方式。



地址	格式	当前值
1 状态8:M1.0	位	2#0
2 状态7:M0.7	位	2#0
3 状态6:M0.6	位	2#0
4 状态5:M0.5	位	2#0
5 状态4:M0.4	位	2#0
6 状态3:M0.3	位	2#0
7 状态2:M0.2	位	2#0
8 原位:M2.0	位	2#1
9 状态1:M0.1	位	2#0
10 连续标志:M1.2	位	2#0
11 左行:Q0.5	位	2#0
12 左限位灯:Q0.1	位	2#0
13 右限位灯:Q0.0	位	2#1
14 下限位灯:Q0.2	位	2#0
15 下降:Q0.6	位	2#0
16 上限位灯:Q0.3	位	2#1
17 夹紧:Q0.7	位	2#0
18 初始状态:M0.0	位	2#1

图 6-29 初始状态图表

当按下启动按钮，状态图表如图 6-30 所示。从图中可以看出，在按下启动按钮后，状态进入状态 1，下行电磁阀带电，机械手下降。

状态图表			
地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#0	
4 状态5M0.5	位	2#0	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#0	
7 状态2M0.2	位	2#0	
8 限位M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#1	
10 连续标志M1.2	位	2#0	
11 左行-Q0.5	位	2#0	
12 左限位灯-Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯-Q0.0	位	2#0	
14 下限位灯-Q0.2	位	2#0	
15 下降-Q0.6	位	2#1	
16 上限位灯-Q0.3	位	2#0	
17 夹紧-Q0.7	位	2#0	
18 初始状态-M0.0	位	2#0	

图 6-30 状态 1 状态图表

下限位灯亮 1s 后，状态图表如图 6-31 所示。从图中可以看出，当机械手到下限位后 1s，程序进入状态 2，夹紧/松开电磁阀带电，夹紧工件。

状态图表			
地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#0	
4 状态5M0.5	位	2#0	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#0	
7 状态2M0.2	位	2#1	
8 限位M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#0	
10 连续标志M1.2	位	2#0	
11 左行-Q0.5	位	2#0	
12 左限位灯-Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯-Q0.0	位	2#0	
14 下限位灯-Q0.2	位	2#1	
15 下降-Q0.6	位	2#1	
16 上限位灯-Q0.3	位	2#0	
17 夹紧-Q0.7	位	2#1	
18 初始状态-M0.0	位	2#0	

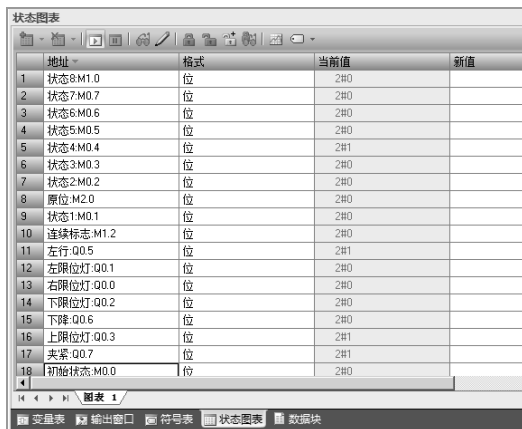
图 6-31 状态 2 状态图表

夹紧工件 1s 后，状态图表如图 6-32 所示。从图中可以看出，夹紧/松开电磁阀带电 1s 后，程序进入状态 3，下降电磁阀失电，机械手上行。

状态图表			
地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#0	
4 状态5M0.5	位	2#0	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#1	
7 状态2M0.2	位	2#0	
8 限位M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#0	
10 连续标志M1.2	位	2#0	
11 左行-Q0.5	位	2#0	
12 左限位灯-Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯-Q0.0	位	2#0	
14 下限位灯-Q0.2	位	2#1	
15 下降-Q0.6	位	2#0	
16 上限位灯-Q0.3	位	2#0	
17 夹紧-Q0.7	位	2#1	
18 初始状态-M0.0	位	2#0	

图 6-32 状态 3 状态图表

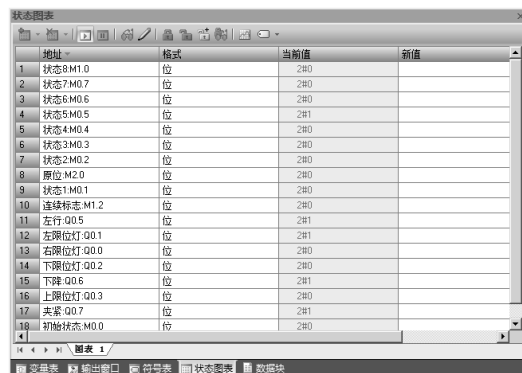
当上限位到位 1s 后，状态图表如图 6-33 所示。从图中可以看出，当上限位到位 1s 后，程序进入状态 4，左行电磁阀得电，机械手左行。



地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#0	
4 状态5M0.5	位	2#1	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#0	
7 状态2M0.2	位	2#0	
8 限位 M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#0	
10 连续标志 M1.2	位	2#0	
11 左行 Q0.5	位	2#1	
12 左限位灯 Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯 Q0.0	位	2#0	
14 下降限位 Q0.2	位	2#0	
15 下降 Q0.6	位	2#0	
16 上升限位 Q0.3	位	2#1	
17 夹紧 Q0.7	位	2#1	
18 初始状态 M0.0	位	2#0	

图 6-33 状态 4 状态图表

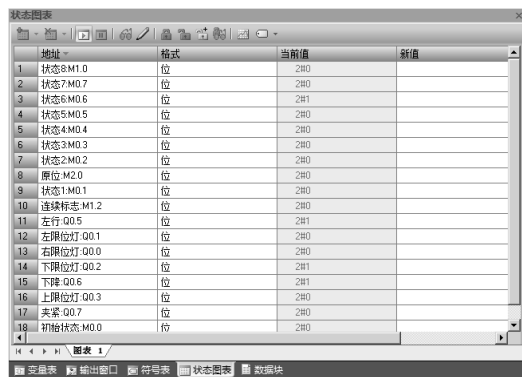
当左限位到位 1s 后，状态图表如图 6-34 所示。从图中可以看出，当左限位到位 1s 后，程序进入状态 5，下降电磁阀得电，机械手下行。



地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#0	
4 状态5M0.5	位	2#1	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#0	
7 状态2M0.2	位	2#0	
8 限位 M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#0	
10 连续标志 M1.2	位	2#0	
11 左行 Q0.5	位	2#1	
12 左限位灯 Q0.1	位	2#1	
13 右限位灯 Q0.0	位	2#0	
14 下降限位 Q0.2	位	2#0	
15 下降 Q0.6	位	2#1	
16 上升限位 Q0.3	位	2#0	
17 夹紧 Q0.7	位	2#1	
18 初始状态 M0.0	位	2#0	

图 6-34 状态 5 状态图表

当下限位到位 1s 后，状态图表如图 6-35 所示。从图中可以看出，当下限位到位 1s 后，程序进入状态 6，夹紧/松开电磁阀失电，松开工件。



地址	格式	当前值	新值
1 状态8M1.0	位	2#0	
2 状态7M0.7	位	2#0	
3 状态6M0.6	位	2#1	
4 状态5M0.5	位	2#0	
5 状态4M0.4	位	2#0	
6 状态3M0.3	位	2#0	
7 状态2M0.2	位	2#0	
8 限位 M2.0	位	2#0	
9 状态1M0.1	位	2#0	
10 连续标志 M1.2	位	2#0	
11 左行 Q0.5	位	2#1	
12 左限位灯 Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯 Q0.0	位	2#0	
14 下降限位 Q0.2	位	2#1	
15 下降 Q0.6	位	2#1	
16 上升限位 Q0.3	位	2#0	
17 夹紧 Q0.7	位	2#0	
18 初始状态 M0.0	位	2#0	

图 6-35 状态 6 状态图表

延时 1s 后，状态图表如图 6-36 所示。从图中可以看出，当夹紧电磁阀松开 1s 后，程序进入状态 7，下降电磁阀失电，机械手上行。

地址	格式	当前值	新值
1 状态8.M1.0	位	2#0	
2 状态7.M0.7	位	2#1	
3 状态6.M0.6	位	2#0	
4 状态5.M0.5	位	2#0	
5 状态4.M0.4	位	2#0	
6 状态3.M0.3	位	2#0	
7 状态2.M0.2	位	2#0	
8 原位.M2.0	位	2#0	
9 状态1.M0.1	位	2#0	
10 连续标志.M1.2	位	2#0	
11 左行.Q0.5	位	2#1	
12 左限位灯.Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯.Q0.0	位	2#0	
14 下限位灯.Q0.2	位	2#1	
15 下降.Q0.6	位	2#0	
16 上限位灯.Q0.3	位	2#0	
17 夹紧.Q0.7	位	2#0	
18 初始状态.M0.0	位	2#0	

图 6-36 状态 7 状态图表

上行到位延时 1s 后，状态图表如图 6-37 所示。

地址	格式	当前值	新值
1 状态8.M1.0	位	2#1	
2 状态7.M0.7	位	2#0	
3 状态6.M0.6	位	2#0	
4 状态5.M0.5	位	2#0	
5 状态4.M0.4	位	2#0	
6 状态3.M0.3	位	2#0	
7 状态2.M0.2	位	2#0	
8 原位.M2.0	位	2#1	
9 状态1.M0.1	位	2#0	
10 连续标志.M1.2	位	2#0	
11 左行.Q0.5	位	2#0	
12 左限位灯.Q0.1	位	2#0	
13 右限位灯.Q0.0	位	2#0	
14 下限位灯.Q0.2	位	2#0	
15 下降.Q0.6	位	2#0	
16 上限位灯.Q0.3	位	2#1	
17 夹紧.Q0.7	位	2#0	
18 初始状态.M0.0	位	2#0	

图 6-37 状态 8 状态图表

从图 6-37 中可以看出，当上限位到位 1s 后，程序进入状态 8，左行电磁阀失电，机械手右行，到达右限位后，状态图表如图 6-28 所示。返回初始状态，结束单周运行。如果再次按下启动按钮，机械手会再次完成一个单周循环；如果是连续运行方式，在结束状态 8 时，程序会置位状态，反复循环单周工作。

6.4 小结

本章介绍的机械手控制就是让机械手按照工艺要求，依次完成每一步的操作，完成一个完

整的操作周期后不断循环，直到按下停止按钮，完成最后一次工作周期后停止。

机械手控制是典型的顺序控制，可以采用顺序控制指令编程，将每个动作过程作为一个顺序步，在每个顺序步完成该步动作，在满足转移条件时，转移到下一步，当完成最后一步工作时，只要没有检测到停止信号，则返回到第一步；检测到停止信号则返回到初始步。

对于机械手控制也可以采用起保停电路编程法，原理同上，区别在于该方法没有采用顺序控制继电器，而是采用辅助继电器作为每一步的标志，即在该步没有完成的情况下采用自保，转移时停止该步，再自保下一步。