
PLC与变频器通信技术 在自动生产线中的应用

项目任务：自动分拣线的组成与功能

自动分拣线主要由间歇式上料装置、输送带、水平推杆装置、龙门机械手（两工位）等功能模块以及配套的电气控制系统、气动回路组成。自动分拣线的结构简图如图 3-1 所示。



图 3-1 自动分拣线的结构简图

生产过程中,工件经间歇式上料装置依次放置在输送带上,输送带在电动机的驱动下将工件向前输送。工件经传感器检测后,金属工件经水平推杆装置推出,非金属工件则通过机械手转运至指定工位供下道工序加工。

自动分拣线的控制要求

1、工作模式

自动线具有两种工作模式：自动、手动。

- ✧ 自动模式：生产线启动后能自动实现工件的连续传送并按要求实现分拣，人工停机时能处理完已送出工件后自动停机。
- ✧ 手动模式：可分别控制各执行机构的动作，便于设备调试与调整。

2、执行机构的驱动方式

传送带采用交流异步电动机驱动，变频无极调速。其他执行机构均采用气动器件，详细工作原理参考《自动分拣线气动回路图》。

3、节能运行与自动停机

自动工作模式下，传送带在有料传送时高速运行，传送完毕若料架中无工件则转低速运行。低速运行一段时间仍缺料则整条线自动停机。

4、安全保护功能

- ✧ 运动机构不能发生碰撞；
- ✧ 具有紧急停机功能。紧急停机时不允许出现工件跌落。紧急停机后需对设备进行复位后再启动运行。

完成任务

- 1、根据系统控制要求确定设计方案；
 - 2、变频器参数设置与调整；
 - 3、PLC 控制程序设计与调试；
 - 4、系统调试，满足功能要求。
-

相关知识

RS-485串行总线标准是目前被工业控制中广泛采用的通信方式。其距离为几十米到上千米，**RS-485**采用平衡发送和差分接受，因此，具有抑制共模干扰的能力。**RS-485**采用半双工或全双工工作方式，多点互连时非常方便，可以省掉许多信号线。应用**RS-485**可以联网构成分布式系统，其最多允许并联**32**台驱动器或接收器。三菱变频器一般都配备有**RS-485**端子，用于**RS-485**通信，**FX**系列**PLC**也有用于**RS-485**通信的**FX2N-485-BD**等通信功能板，因此可以实现**PLC**与变频器的通信。

变频器通信功能，就是以**RS-485**通信方式连接**FX**可编程控制器与变频器，最多可以对**32**台变频器进行运行监控、各种指令以及参数的读出/写入的功能，其结构如图**3-2**所示。



图3-2 PLC与变频器通信结构图

一、PLC与变频器的通信接线

PLC通过FX2N-485-BD与三菱变频器通信的接线如图3-3所示，RJ45水晶头插入变频器的PU接口，另一端的对应信号线接在FX2N-485-BD上。PU接口针脚说明如图3-4所示。

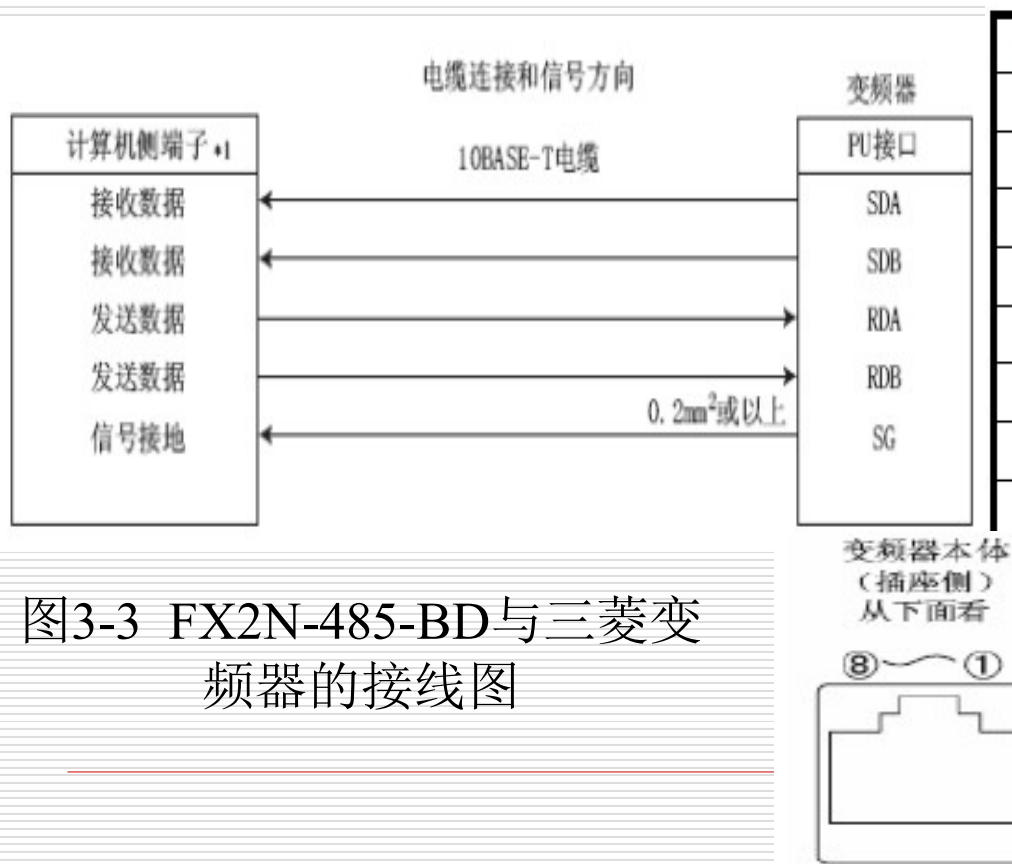


图3-3 FX2N-485-BD与三菱变频器的接线图

插针编号	名称	内容
1	SG	接地
2	-	参数单元电源
3	RDA	变频器接收+
4	SDB	变频器发送-
5	SDA	变频器发送+
6	RDB	变频器接收-
7	SG	接地
8	-	-

图3-4 PU接口针脚说明

二、PLC与变频器通信参数的设定

在PLC与变频器通信的程序中，必须首先对PLC及变频器的通信格式进行设置，只有当PLC及变频器在相同的通信格式下，才允许通信。

1、PLC参数设定

在PLC中，特殊功能数据寄存器D8120用于设定通信格式，D8120除了用于RS指令外，还可以用于计算机链接通信。在使用RS指令时，关于计算机链接通信的设定无效。D8120位的定义如表3-1所示。

表3-1 D8120位的定义

位号	名称	内容	
		0 (OFF)	1 (ON)
B0	数据长	7位	8位
B1	奇偶性	B2, B1	
		(0, 0) : 无	
B2		(0, 1) : 奇数 (ODD)	
		(1, 1) : 偶数 (EVEN)	
B3	停止位	1位	2位
		B7, B6, B5, B4	B7, B6, B5, B4
B4	传送速率	(0, 0, 1, 1) : 300	(0, 1, 1, 1) : 4800
B5	(bps)	(0, 1, 0, 0) : 600	(1, 0, 0, 0) : 9600
B6		(0, 1, 0, 1) : 1200	(1, 0, 0, 1) : 19200
B7		(0, 1, 1, 0) : 2400	
B8	起始符	无	有 (D8124) 初始值: STX (02H)
B9	终止符	无	有 (D8125) 初始值: ETX (03H)
			B11, B10
			(0, 0) : 无<RS-232C接口>
B10		无顺序	(0, 1) : 普通模式<RS-232C接口>
B11	控制线		(1, 0) : 互锁模式<RS-232C接口>
			(1, 1) : 调制解调器模式<RS-232C接口, RS-485接口>
			B11, B10
		计算机链接通信	(0, 0) : RS-485接口
			(0, 1) : RS-232C接口
B12	不可使用		
B13	和校验	不附加	附加
B14	协议	不使用	使用
B15	控制顺序	方式1	方式4

若通信格式的设定如表3-2所示：

表3-2 通信格式设定实例

数据长度	7 位
奇偶性	奇数
停止位	1 位
传输速率	19200
起始符	无
终止符	无
控制线	无

则D8120的设定程序如图3-5所示。

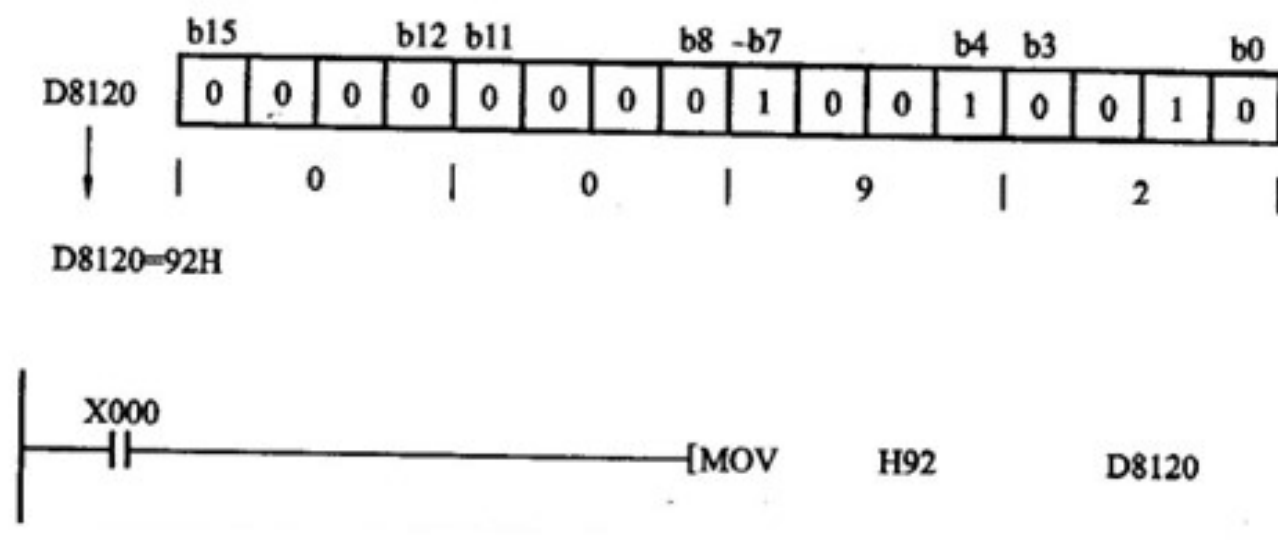


图3-5 D8120的设定程序

2、变频器参数设定

在PLC程序中对D8120进行设置后，还需对变频器参数进行设置，使之双方通信格式相同，否则无法正常通信。变频器通信相关参数如表3-3所示。

表3-3 变频器通信相关参数

参数编号	名称	设定范围	说明	
117	通信站号	0~31	设定变频器站号 1 台控制器连接多台变频器时要设定变频器的站号	
118	通信速率	48、96、192、384	设定通信速率 设定值×100 即通信速率 例如设定值为 192 时通信速率为 19200bps	
119	通信停止位长/字节长		停止位长	数据位长
		0	1 位	8 位
		1	2 位	
		10	1 位	7 位
		11	2 位	
120	通信奇偶校验	0	无	
		1	奇校验	
		2	偶校验	

121	通信再试次数	0~10	设定发生数据接收错误时的再试次数容许值。连续发生错误次数超过容许值时，变频器将跳闸
		9999	即使发生通信错误，变频器也不会跳闸
122	通信校验时间间隔	0	可进行 RS-485 通信，但，有操作权的运行模式启动的瞬间将发生通信错误
		01. ~999.8s	通信校验（断线检测）时间的间隔, 无通信状态超过容许时间以上时，变频器将跳闸
123	通信等待时间设定	0~150ms	设定向变频器发出数据后信息返回的等待时间
		9999	用通信数据进行设定
124	通信有无 CR/LF 选择	0	无 CR、LF
		1	有 CR
		2	有 CR、LF
340	通信启动模式选择	0	取决于 Pr. 79 的设定
		1	网络运行模式
		10	网络运行模式, 可通过操作面板切换 PU 运行模式与网络运行模式
549	协议选择	0	三菱变频器（计算机链接）协议
		1	Modbus-RTU 协议

注意：在各参数的初始设定之后，务必进行变频器复位（可采用断电再通电复位的方式进行）。在变更通信相关的参数后，不进行复位将无法通信。

三、通信相关指令

PLC与变频器之间的通信是通过串行数据传送指令来完成的，因此，首先介绍与通信有关的功能指令。

1、RS指令

RS指令是串行数据传送指令，该指令为16位指令，用于对RS-232C和RS-485等扩展功能板及特殊适配器进行串行数据的发送和接收的指令，其指令形式如图3-6所示。

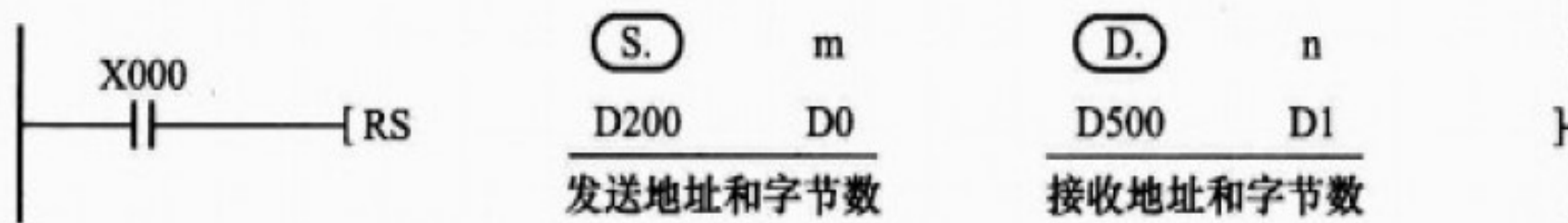


图3-6 RS指令形式

在图3-6中m和n是发送和接收数据的字节数，可以用数据寄存器D或直接用K、H常数来设定。在不进行数据发送（或接收）的系统中，需将发送（或接收）的字节数设定为0。

注意：RS指令在编程时可以多次使用，但在运行时任一时刻只能有一条指令被激活。

①RS指令收发数据的程序：RS指令指定PLC发送数据的起始地址与字节数以及接收数据的起始地址与字节数，其接收和发送数据的程序如图3-7所示。

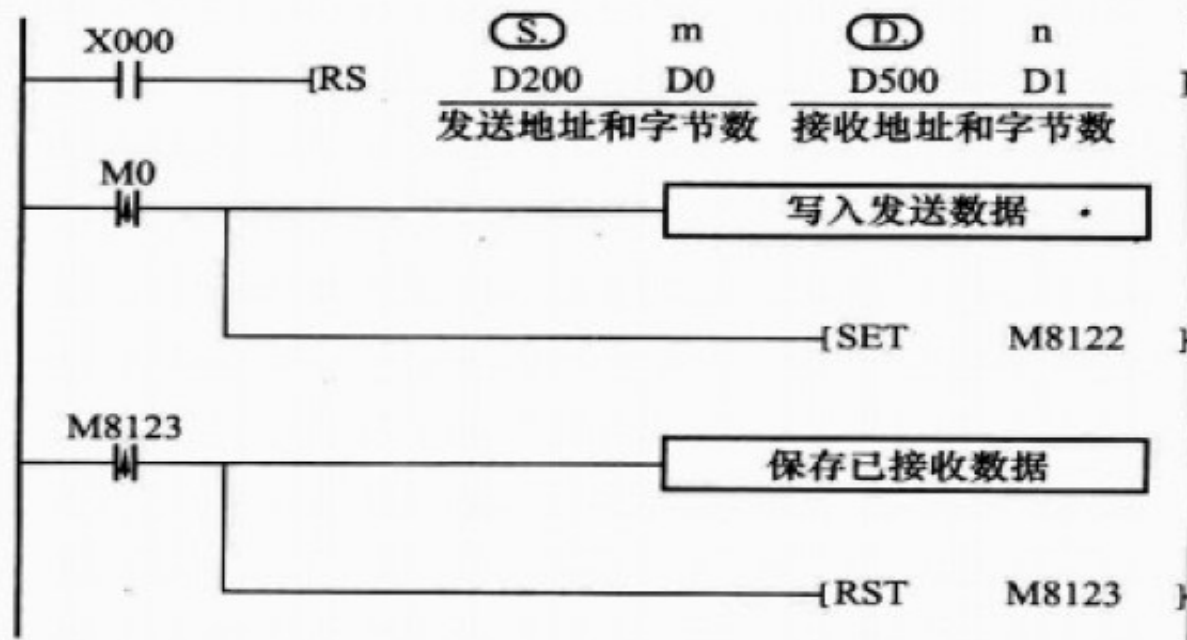


图3-7 RS指令收发数据的程

②发送请求标志**M8122**：在图3-7中，**RS**指令的驱动输入**X000**为**ON**时，**PLC**即进入发送和接收等待状态。在发送和接收等待状态时，用脉冲指令置位**M8122**，就开始发送从**D200**开始的**D0**长度的数据，数据发送完毕，**M8122**自动复位。

③接收完成标志**M8123**：数据接收完成后，接收完成标志**M8123**置位，**M8123**需通过程序复位，但在复位前，需将接收的数据进行保存，否则接收的数据将被下一次接收的数据覆盖。复位完成后，则再次进入接收等待状态。

④数据处理模式**M8161**：特殊辅助继电器**M8161**是**RS**、**HEX**、**ASCII**和**CCD**指令公用的特殊标志。当**M8161=OFF**时，将**16**位数据分为高、低**8**位进行发送和接收，即**16**位数据处理模式；当**M8161=ON**时，忽略高**8**位，仅低**8**位有效，即**8**位数据处理模式。

2、HEX→ASCII变换指令ASCII

ASCII指令是将源操作数[S·]中的内容（十六进制数）转换成ASCII码放入目标操作数[D·]中的指令。如图3-8所示，n表示要转换的字符数（n=1~256）。16位模式时每4个HEX占用1个数据寄存器，转换后每两个ASCII码占用一个数据寄存器；8位模式时，转换结果传送到[D·]的低8位，其高8位为0。PLC运行时M8000为ON，在a)图中M8161为OFF，此时为16位模式。当X010为ON则执行ASCII指令。如果D100=H0ABC，则执行ASCII指令后将H0ABC转换为ASCII码送入D200和D201中，D200的高8位放A的ASCII码H41，低8位放0的ASCII码H30，D201的高8位放C的ASCII码H43，低8位放B的ASCII码H42。

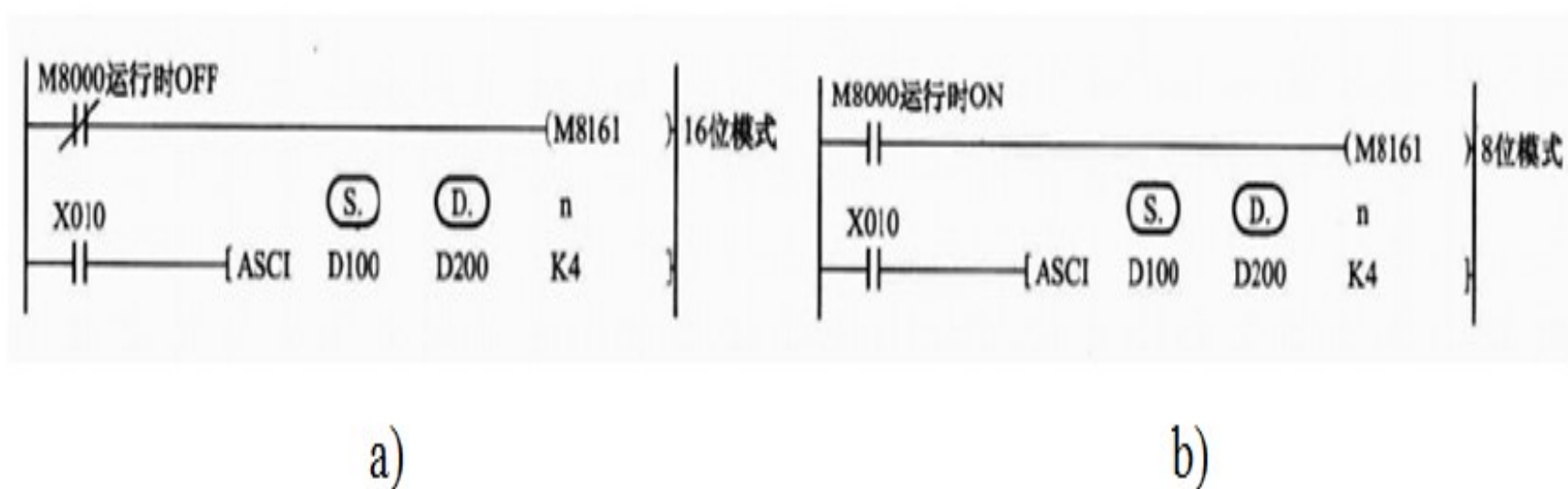


图3-8 HEX→ASCII变换指令

如果D100=H0ABC，那么16位模式时执行结果如表3-4所示，8位模式时执行结果如表3-5所示。

表3-4 HEX→ASCII变换指令（16位模式）

$\begin{array}{c} n \\ \diagdown \\ [D \cdot] \end{array}$	K1	K2	K3	K4
D200低8位	H43	H42	H41	H30
D200高8位		H43	H42	H41
D201低8位			H43	H42
D201高8位				H43

表3-5 HEX→ASCII变换指令（8位模式）

$\begin{array}{c} n \\ \diagdown \\ [D \cdot] \end{array}$	K1	K2	K3	K4
D200	H43	H42	H41	H30
D201		H43	H42	H41
D202			H43	H42
D203				H43

3、ASCII→HEX变换指令

HEX指令的功能与ASCII指令的功能相反，是将ASCII码表示的信息转换为十六进制的信息，如图3-9所示。在b)图中，将源操作数D200~D203中的ASCII码转换成十六进制数放入目标操作数D100中。16位模式时执行结果如表3-6所示，8位模式时执行结果如表3-7所示。

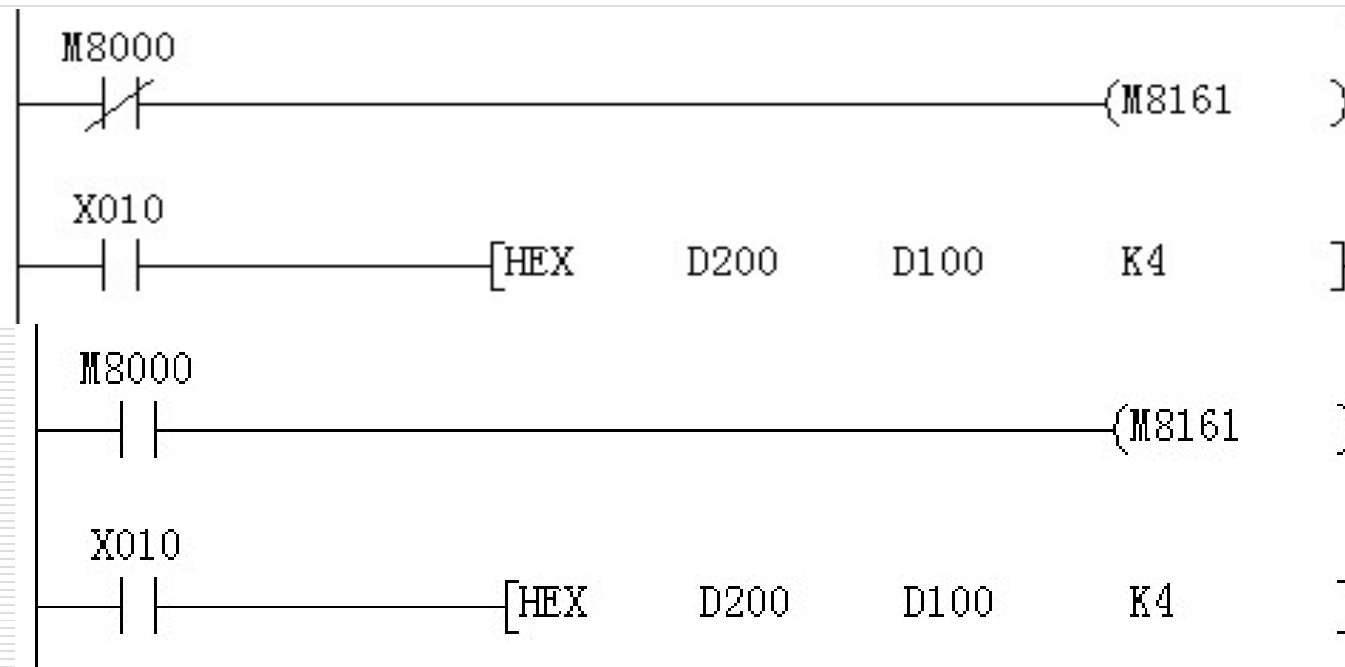


图3-9 ASCII→HEX变换指令

表3-6 ASCII→HEX变换指令（16位模式）

[S ·]	ASCII码	n	D100
D200低8位	H30	1	H0
D200高8位	H41	2	H0A
D201低8位	H42	3	H0AB
D201高8位	H43	4	H0ABC

表3-7 ASCII→HEX变换指令（8位模式）

[S ·]	ASCII码	n	D100
D200	H30	1	H0
D201	H41	2	H0A
D202	H42	3	H0AB
D203	H43	4	H0ABC

4、效验码指令CCD

CCD指令是计算校验码的专用指令，可以计算总和校验和水平校验数据。在通信数据传输时，常常用CCD指令生成校验码，如图3-10所示，其使用说明如下：



图3-10 CCD指令的使用

当M8161为OFF时，将[S·]指定的元件为起始的n点数据，将其高低各8位的数据总和与水平校验数据存于[D·]和[D·]+1的元件中，总和校验溢出部分无效。

当M8161为ON时，将[S·]指定的元件为起始的n点数据的低8位，将其数据总和与水平校验数据存于[D·]和[D·]+1的元件中，[S·]的高8位将被忽略，总和校验溢出部分无效。

（四）通信步骤

计算机（PLC）与变频器的数据通信按以下步骤进行，如图3-11所示。

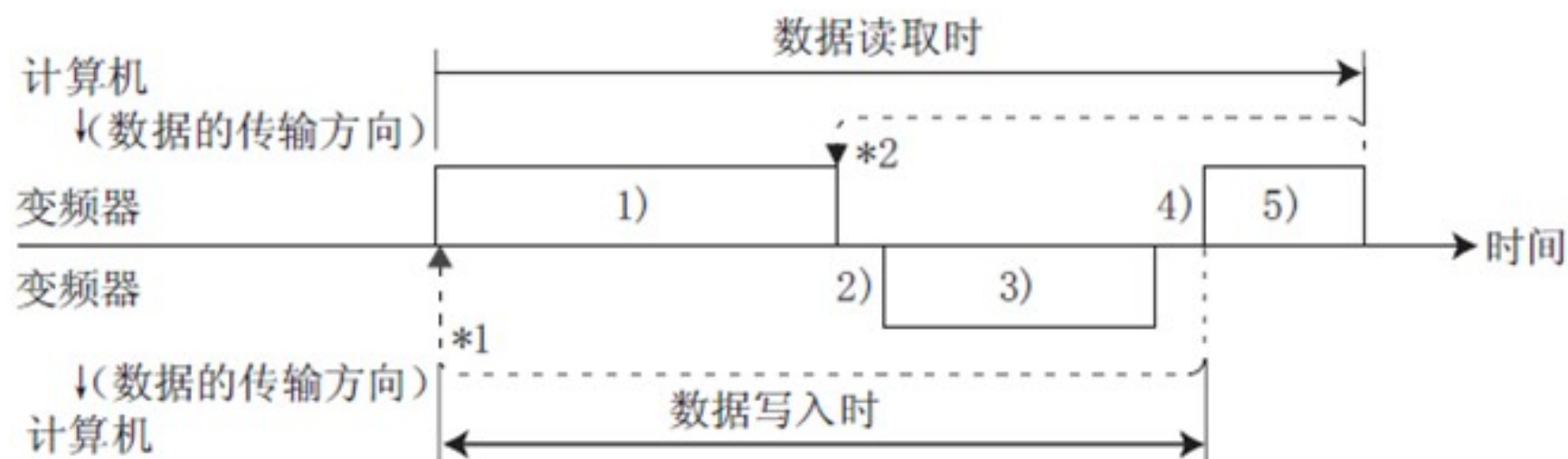


图3-11 计算机（PLC）与变频器的数据通信过程

1) 从计算机（PLC）发送数据到变频器：数据写入时根据需要，选择使用格式A、A1，数据读出时，使用格式B；

2) 通讯等待时间：即变频器数据处理时间，根据变频器参数Pr.123选择，若Pr.123=9999，由通信数据设定其等待时间；若Pr.123=0~150ms，则由变频器参数设定其等待时间；

3) 从变频器返回数据到计算机（PLC）：变频器检查步骤
1)发送的数据有无错误，如果通信没有错误、接受请求时，将从变频器返回的数据格式为C、E、E1；如果通信有错误、拒绝请求时，则从变频器返回的数据格式为D、F；

4) 计算机（PLC）处理延迟时间；

5) 计算机（PLC）针对变频器回复的数据 3) 发出应答。

（五）数据格式类型

使用十六进制，数据在计算机（PLC）与变频器之间自动使用ASCII码传输。

（六）数据写入格式

1) 从计算机（PLC）发送到变频器的通信请求数据格式，如表3-8所示。

表3-8 计算机（PLC）发送到变频器的通信请求数据格式

格式	字符数												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A	ENQ	变频器站号		指令代码		等待时间	数据			总和校验码		CR/LF	
A1	ENQ	变频器站号		指令代码		等待时间	数据		总和校验码		CR/LF		

2)从变频器回复给计算机（PLC）的数据（无数据错误）数据格式，如表3-9所示。

表3-9 变频器回复给计算机（PLC）的数据（无数据错误）数据格式

格式	字符数			
	1	2	3	4
C	ACK	变频器站号		CR/LF

3)从变频器回复给计算机（PLC）的数据（有数据错误）数据格式，如表3-10所示。

表3-10 变频器回复给计算机（PLC）的数据（有数据错误）数据格式

格式	字符数				
	1	2	3	4	5
D	ACK	变频器站号		错误代码	CR/LF

（七）数据读取格式

1) 从计算机（PLC）发送到变频器的通信请求数据格式，如表3-11所示。

表3-11 计算机（PLC）发送到变频器的通信请求数据格式

格式	字符数								
B	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	ENQ	变频器站号		指令代码		等待时间	总和校验码		CR/LF

2) 从变频器回复给计算机（PLC）的数据（无数据错误）数据格式，如表3-12所示。

表3-12 变频器回复给计算机（PLC）的数据（无数据错误）数据格式

格式	字符数										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
E	STX	变频器站号	读取的数据					ETX	总和校验码	CR/LF	
E1	STX	变频器站号	读取的数据	ETX	总和校验码				CR/LF		

3)从变频器回复给计算机（PLC）的数据（有数据错误）数据格式，如表3-13所示。

表3-13 变频器回复给计算机（PLC）的数据（有数据错误）数据格式

格式	字符数				
	1	2	3	4	5
D	ACK	变频器站号		错误代码	CR/LF

4)读取数据时从计算机（PLC）发送到变频器的数据格式，如表3-14所示。

表3-14 计算机（PLC）发送到变频器的数据格式

格式	字符数			
	1	2	3	4
C	ACK	变频器站号		CR/LF
F	NAK	变频器站号		CR/LF

（八）数据的说明

1) 控制代码：控制代码的含义如表3-15所示。

表3-15 控制代码的含义

信号名	ASCII码	内容
STX(Start Of Text)	H02	数据开始
ETX(End Of Text)	H03	数据结束
ENQ(Enquiry)	H05	通信请求
ACK(Acknowledge)	H06	无数据错误
LF(Line Feed)	H0A	换行
CR(Carriage Return)	H0D	回车
NAK(Negative Acknowledge)	H15	有数据错误

2)变频器站号：规定与计算机（PLC）通信的站号，以16进制码在H00~H1F（0~31站）范围内指定。

3)指令代码：由计算机（PLC）发给变频器，指明程序要求（例如：运行、监视）；因此，通过响应指令代码，变频器可进行各种方式的运行和监视。常用的部分指令代码如表3-16所示。

表3-16 常用的部分指令代码

序号	项目		读取/ 写入	命令 代码	数据内容	数据位数 (格式)
1	运行模式		读取	H7B	H0000：网络运行；H0001：外部运行；	4位（B，E/D）
			写入	HFB	H0002：PU运行	4位（A，C/D）
2	监	输出频率/ 转速	读取	H6F	H0000～HFFFF：输出频率单位0.01Hz 转速单位0.001（Pr.37=0.01～ 9998时）；将Pr.37设定为“0.01～ 9998”，并将命令代码HFF设定为“01” 时，数据格式为E2。	4位、6位（B， E，E2/D）
	视	输出电流	读取	H70	H0000～HFFFF：输出电流（16进制） 单位0.01A	4位（B，E/D）
	器	输出电压	读取	H71	H0000～HFFFF：输出电压（16进制） 单位0.1V	4位（B，E/D）
3	运行指令		写入	HFA	b0：AU（电流输入选择） b1：正转指令 b2：反转指令 b3：RL（低速指令） b4：RM（中速指令） b5：RH（高速指令） b6：RT（第2功能选择） b7：MRS（输出停止）	2位（A1，C/D）

4	变频器状态监视器	读取	H7A	监视正转、反转中以及变频器运行中（RUN）等的输出信号的状态	2位（B，E1/D）
5	设定频率（RAM）	读取	H6D	设定频率 / 从RAM或EEPROM读取转速 H0000～HFFFF：设定频率 单位0.01Hz 转速 单位0.001（Pr. 37 = 0.01～9998时）；将Pr. 37 设定为“0.01～9998”，并将命令代码HFF设定为“01”时，数据格式为E2。	4位、6位（B，E，E2/D）
	设定频率（EEPROM）		H6E		
	设定频率（RAM）	写入	HED	设定频率 / 将转速写入到RAM或EEPROM H0000～H9C40（0～400.00Hz）：频率单位0.01Hz，转速单位0.001 （Pr. 37 = 0.01～9998时）；将Pr. 37 设定为“0.01～9998”，并将命令代码HFF设定为“01”时，数据格式为A2。 • 需要连续变更设定频率时，写入到参数的RAM中（命令代码：HED）	4位、6位（A，A2，C/D）
	设定频率（RAM，EEPROM）		HEE		
6	变频器复位	写入	HFD	H9696：变频器复位 • 通过计算机进行通讯后，变频器会复位，因此无法向计算机发送回复数据	4位（A，C/D）
				H9966：变频器复位 • 正常发送时，变频器在向计算机回复ACK数据后复位	4位（A，D）

6) 总和校验码：将对象数据中转换为ASCII码后的代码以二进制码累加后，将其结果（求和）的后1字节（8位）转换为ASCII后的代码称为总和和校验码。求总和校验码的方法如表3-17、表3-18所示。

表3-17 总和校验1

字符数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
格式A	ENQ	变频器站号		指令代码		等待时间	数据				总和校验码	
原始数据	H05	0	1	E	1	1	0	7	A	D	F	4
ASCII码	H05	H30	H31	H45	H31	H31	H30	H37	H41	H44	H46	H34
求校验总和		$H30+H31+H45+H31+H31+H30+H37+H41+H44=H1F4$										
		所以，HF4为总和校验原始数据										

表3-18 总和校验2

[illegible]

（九）应用举例

1) 控制要求:

①编程**PLC**与变频器（站号为**3**）通信程序，使得变频器控制电机正转、反转、停止、控制变频器输出任意频率和读取变频器的实际频率。

②**GOT**控制**PLC**，从而实现上述功能。**GOT**画面上有电机正转、反转、停止按钮、输入频率和显示变频器的实际频率。

2) 设计思路:

系统采用**PLC**与变频器的**RS-485**通信方式进行控制，因此，变频器通信参数的设置和**PLC**与变频器通信程序的设计是问题的关键。

(1) PLC通信格式设置。通信格式设置是通过特殊数据寄存器D8120来设置的，根据控制要求，其通信格式设置如下：

- ①数据长度设为7位，即D8120的b0=1；
- ②奇偶校验设为偶校验，即D8120的b1=1，b2=1；
- ③停止位设为2位，即D8120的b3=1；
- ④通信速率设为9600bit/s，即D8120的b7=1，
b6=b5=b4=0；
- ⑤即D8120的其他各位均设为0。

因此PLC的通讯格式D8120的值为H008E。

（2）变频器参数设置。根据上述的通信设置，变频器必须设置如下参数：

- ①运行模式选择**Pr.79=6**;
- ②通信站号设定**Pr.117=3**;
- ③通信速率设定**Pr.118=96**;
- ④数据长度及停止位长**Pr.119=11**;
- ⑤奇偶校验**Pr.120=2**;
- ⑥通信重试次数**Pr.121=9999**;
- ⑦通信校验时间间隔**Pr.122=9999**;
- ⑧通信等待时间**Pr.123=9999**;
- ⑨换行/回车有无选择**Pr.124=0**;
- ⑩通信启动模式选择**Pr.340=10**；通信协议选择**Pr.549=0**。

注意：变频器参数设置完成后或改变与通信有关的参数后，变频器都必须停机复位，否则，无法运行。

(3) 触摸屏软元件分配

M0—停止，**M1**—正转，**M2**—反转，**M3**—频率更改。

(4) 根据控制要求编写通讯程序

①通信初始化

通信初始化程序如图3-12所示。

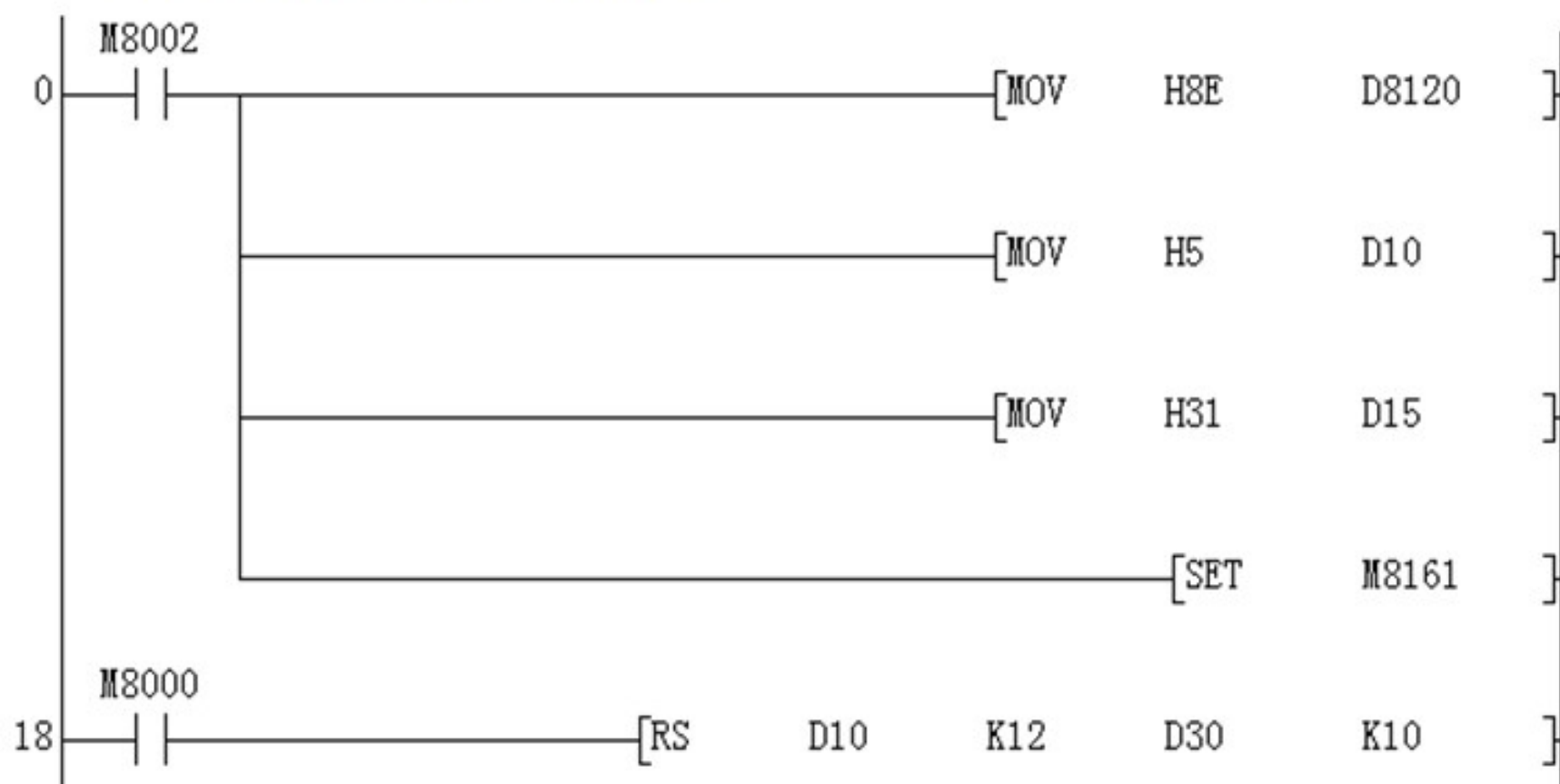


图3-12 通信初始化程序

②停止功能

停止功能通信字符串为：ENQ 03 FA 1 00 78, 停止功能程序如图3-13所示。

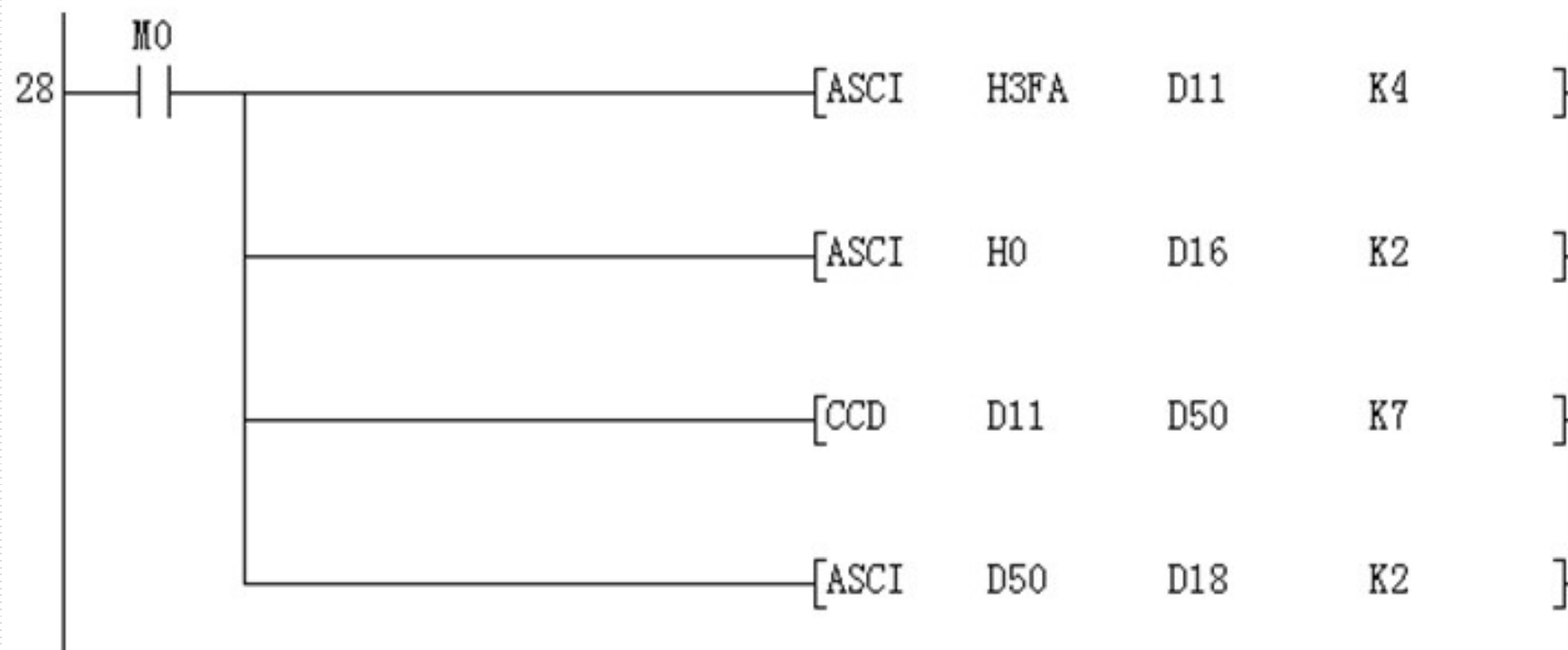


图3-13 停止功能程序

③正转功能

正转功能通信字符串为： ENQ 03 FA 1 02 7A，正转功能程序如图3-14所示。



图3-14 正转功能程序

④反转功能

反转功能通信字符串为： ENQ 03 FA 1 04 7C，反转功能程序如图3-15所示。

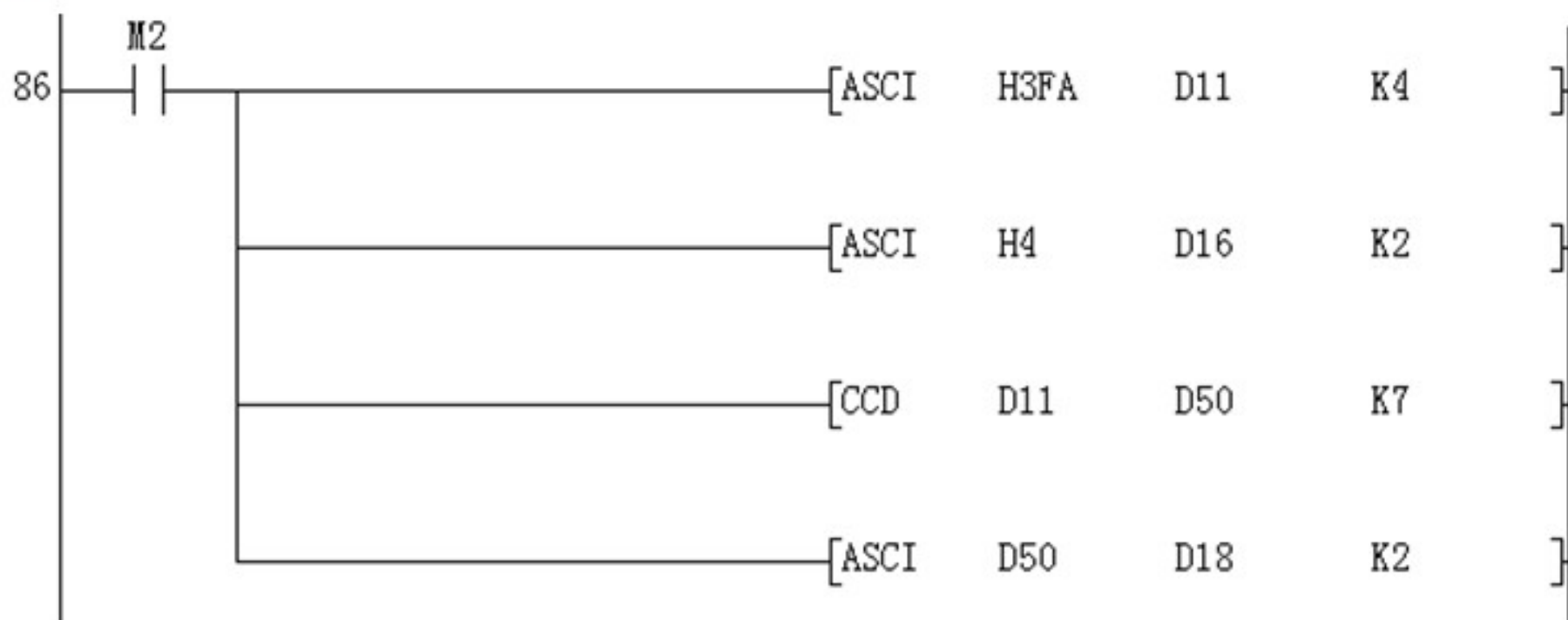


图3-15 反转功能程序

⑤更改频率功能

更改频率功能通信字符串为： ENQ 03 ED 1 XXXX XX （其中频率设定值保存在D55中），更改频率功能程序如图3-16所示。



图3-16 更改频率功能程序

⑥频率读取功能

频率读取功能通信字符串为：ENQ 03 6F 1 10（返回数据存储在D70之后的元件，频率值保存到D9），频率读取功能程序如图3-17所示。

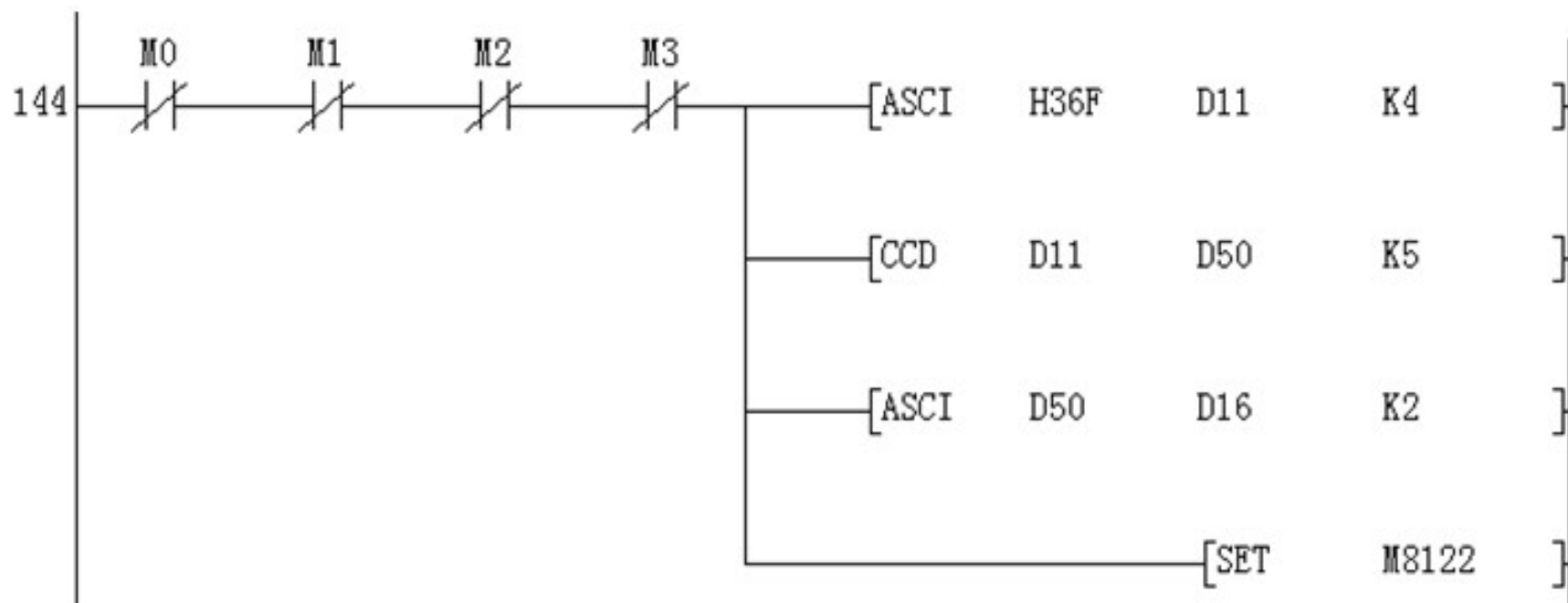


图3-17 频率读取功能程序

⑦M8122、M8123

M8122、M8123功能程序如图3-18所示。

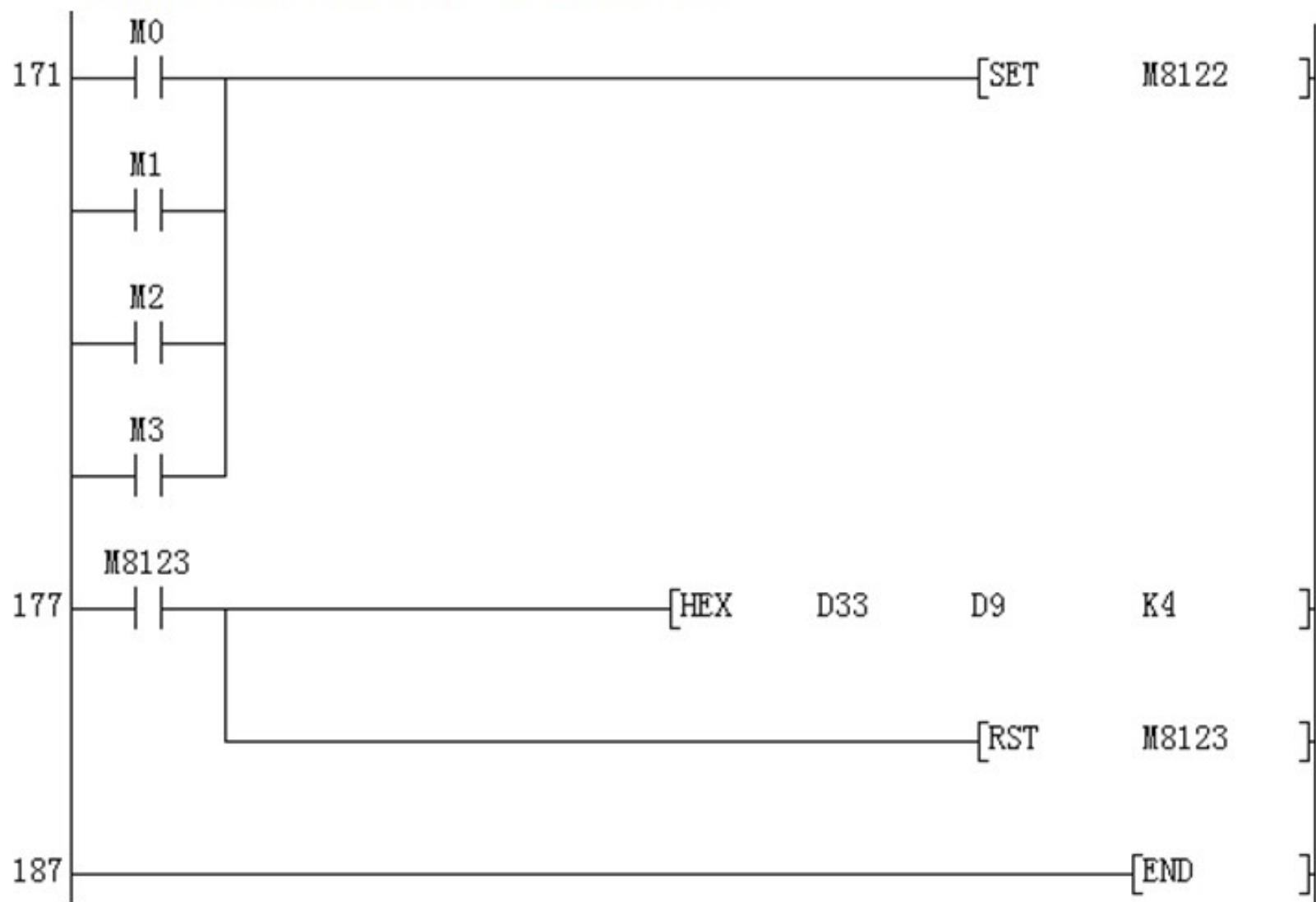


图3-18 M8122、M8123功能程序

⑧触摸屏用户界面

■ 利用GT Designer2制作，其中开关设定“点动”动作，触摸屏画面如图3-19所示。

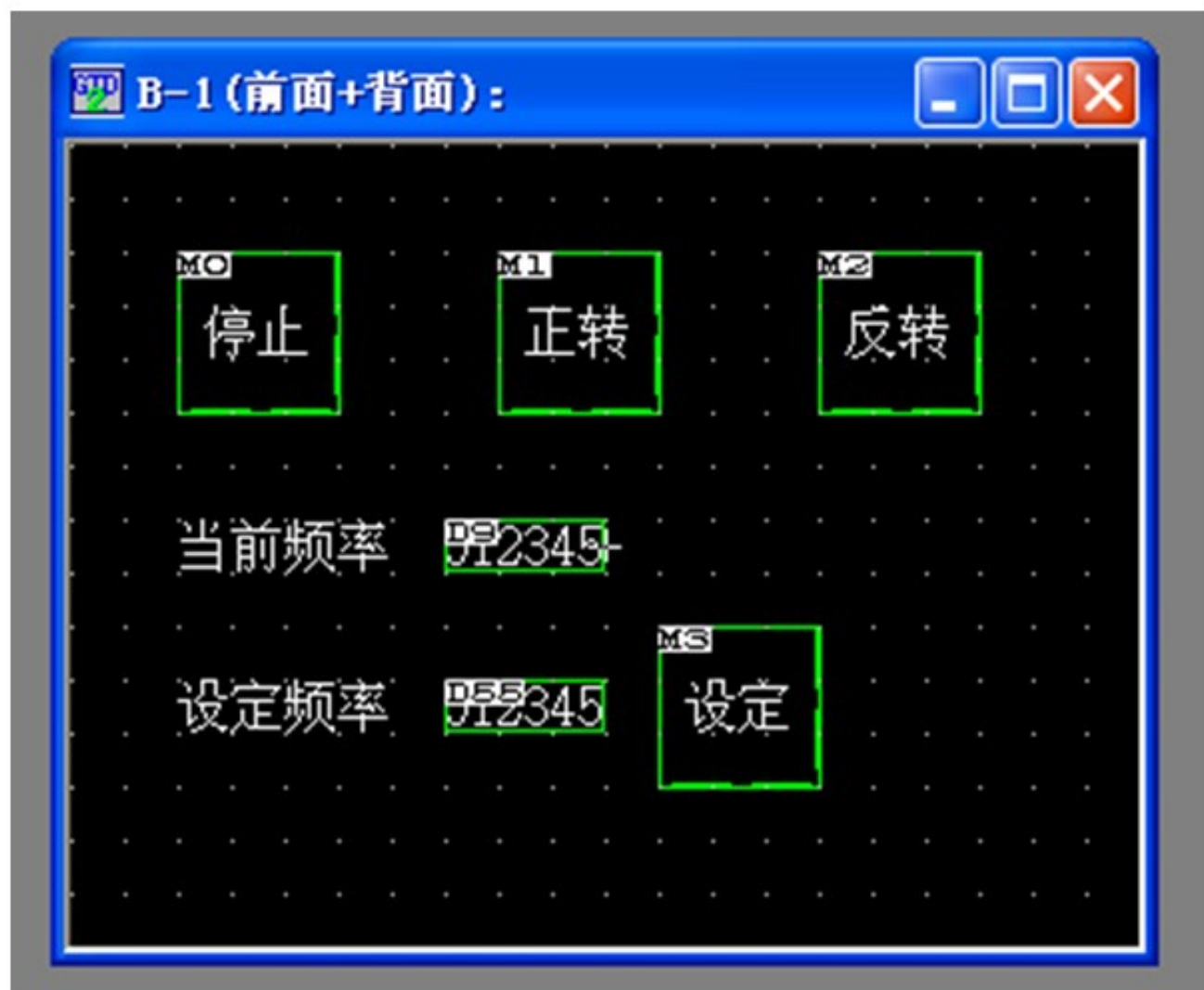


图3-19 触摸屏画面

三、项目实施

1、分配 I/O 地址

根据项目分析，可得控制系统的I/O分配如下表3-19所示：

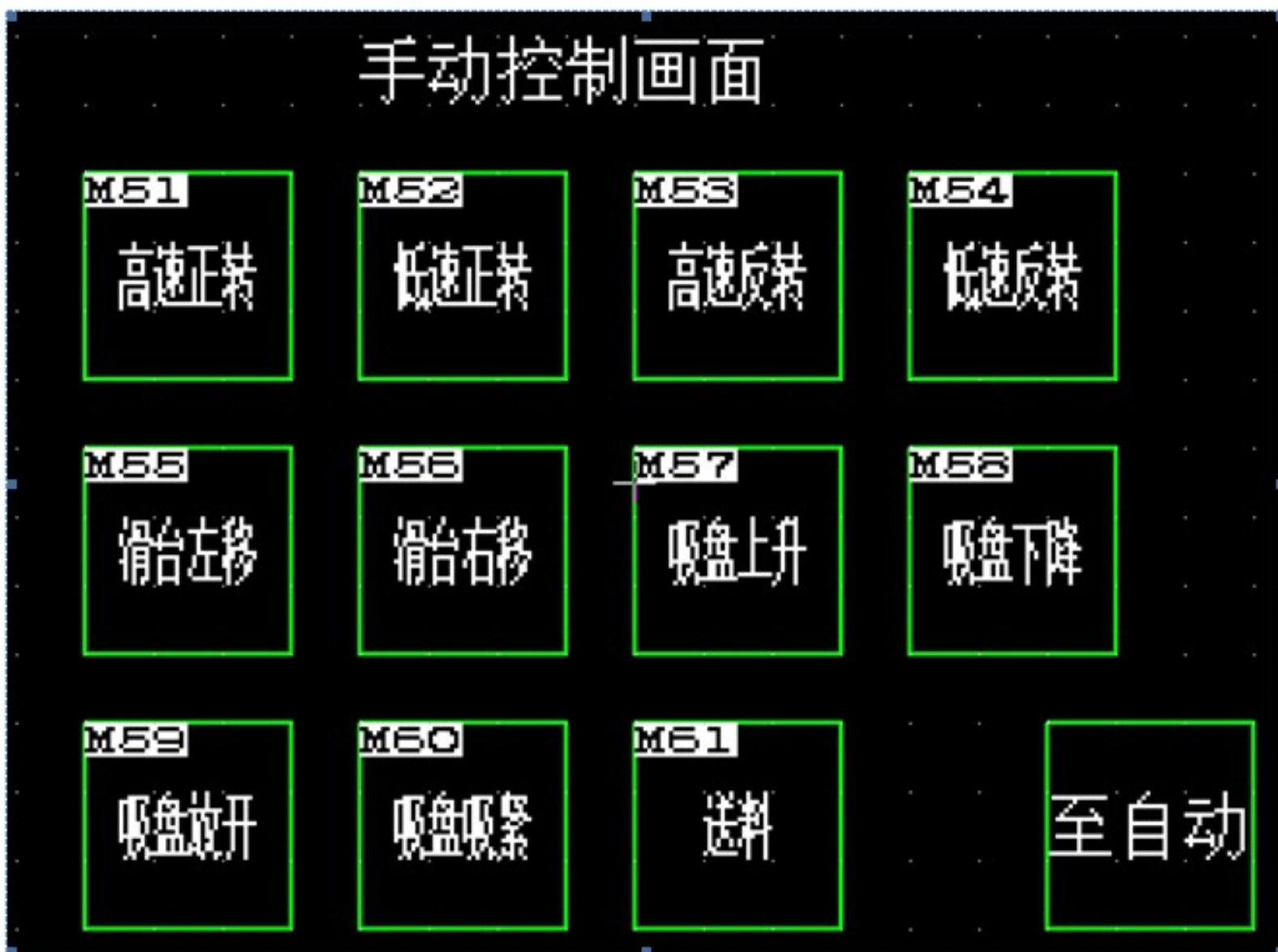
表 3-19 可编程控制系统设计师综合设备（主站-吸盘机械手）I/O 分配表

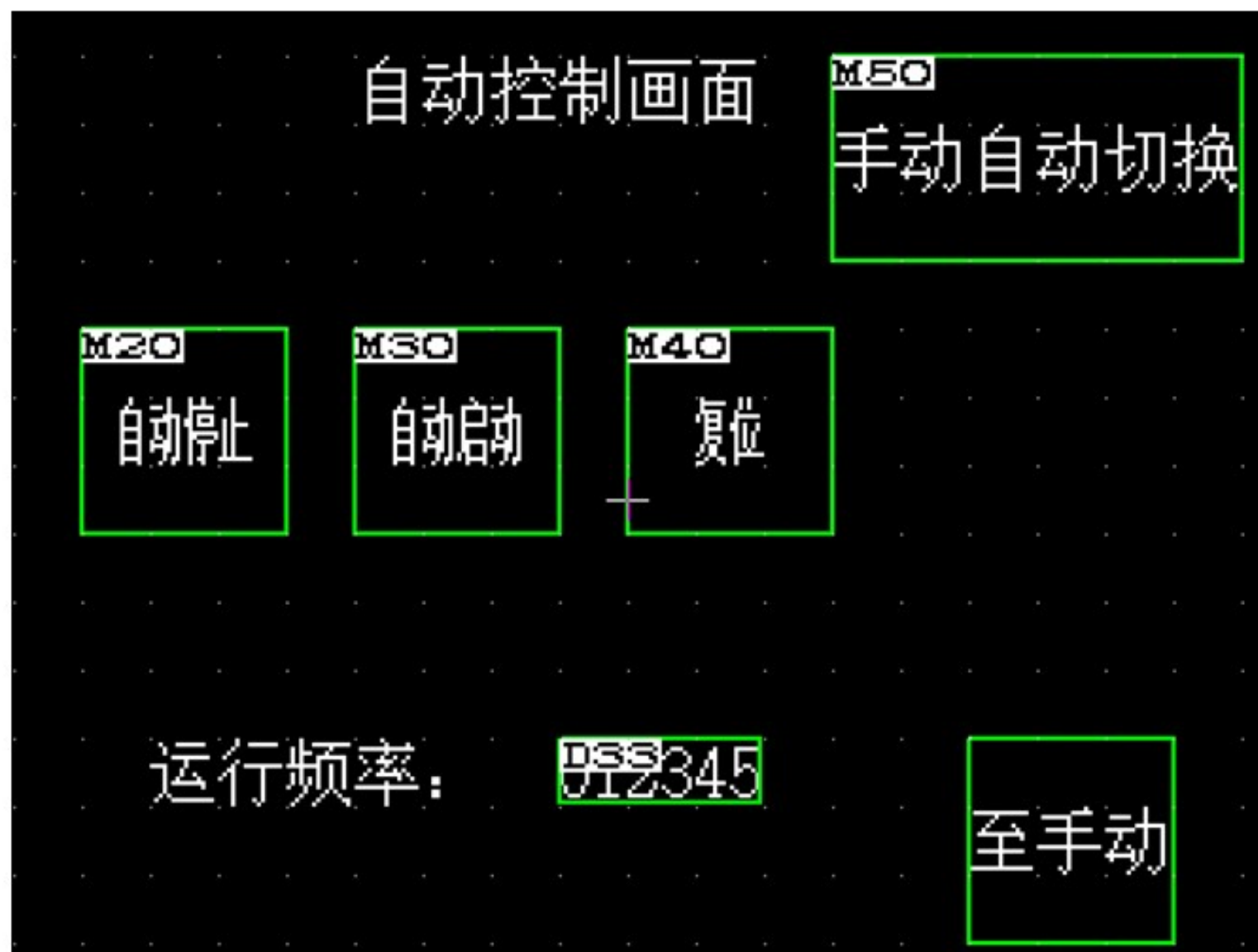
PLC 输入端子		PLC 输出端子	
X0	编码器-A 相	Y0	
X1	编码器-B 相	Y1	
X2	编码器-Z 相（常闭）	Y2	
X3	启动按钮	Y3	
X4	停止按钮	Y4	停止信号灯
X5	复位按钮	Y5	运行信号灯
X6	急停按钮（常闭）	Y6	报警蜂鸣器
X7	模式 1	Y7	无

X10	模式 2	Y10	滑台左移
X11	模式 3	Y11	滑台右移
X12	变频器故障信号（常闭）	Y12	吸盘上升
X13	滑台-1#工位（左侧）	Y13	吸盘下降
X14	滑台-2#工位	Y14	吸盘放开
X15	滑台-3#工位	Y15	吸盘吸紧
X16	滑台-4#工位（右侧）	Y16	无
X17	吸盘上限位	Y17	无
X20	吸盘下限位	Y20	推料缸
X21	姿态辨别	Y21	送料缸
X22	金属辨别	Y22	扰动阀
X23	颜色辨别		
X24	输送带末端传感器		
X25	推料气缸前限位		
X26	送料缸回缩后限位		
X27	工件检测传感器		

2、GT1050 触摸屏控制画面

GT1050 触摸屏控制画面如图 3-20 所示。





(b) 自动控制画面

图 3-20 GT1050 触摸屏控制画面

3、程序流程图

程序流程图如图3-21所示。

4、程序设计

控制程序如图3-22所示。

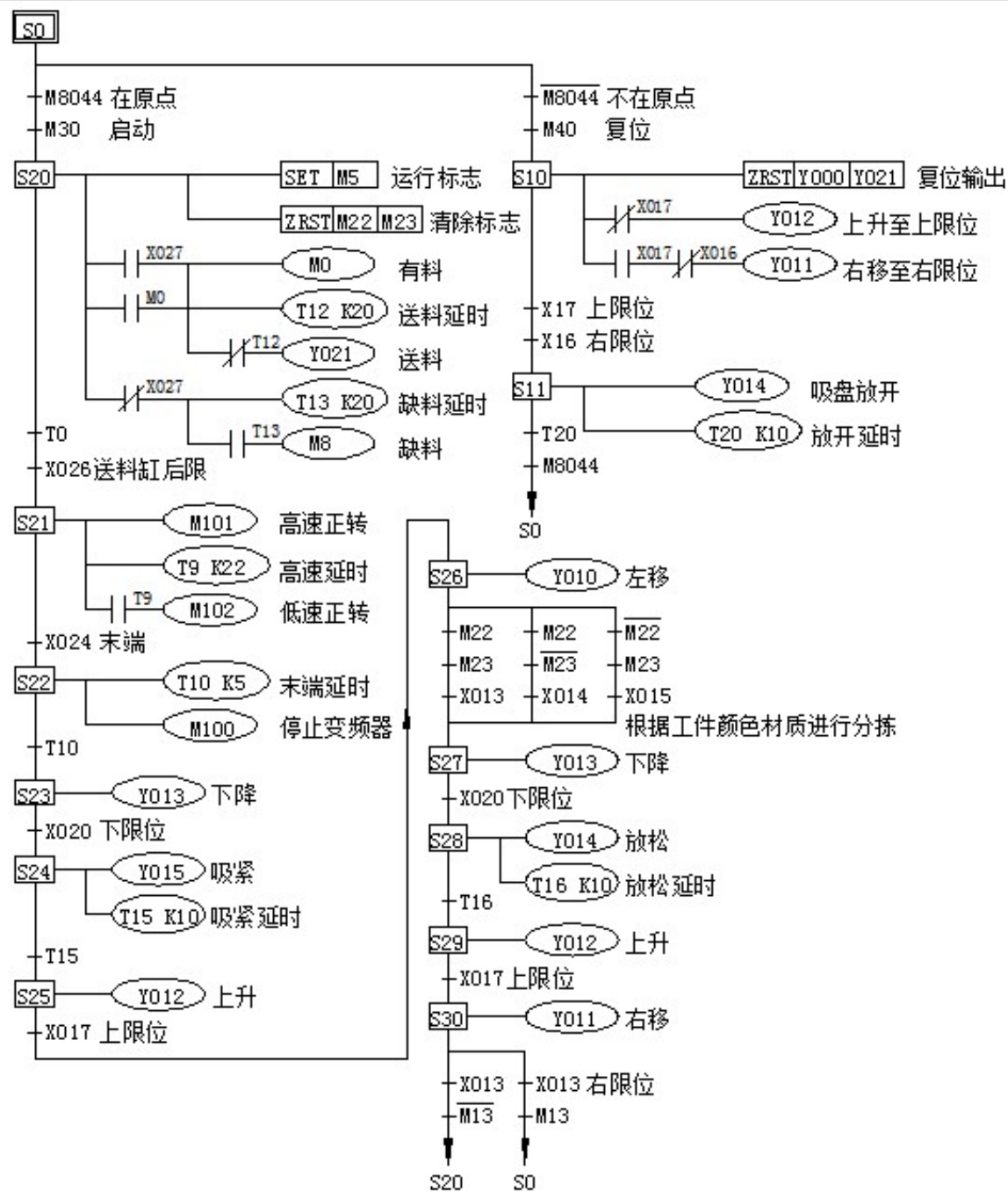
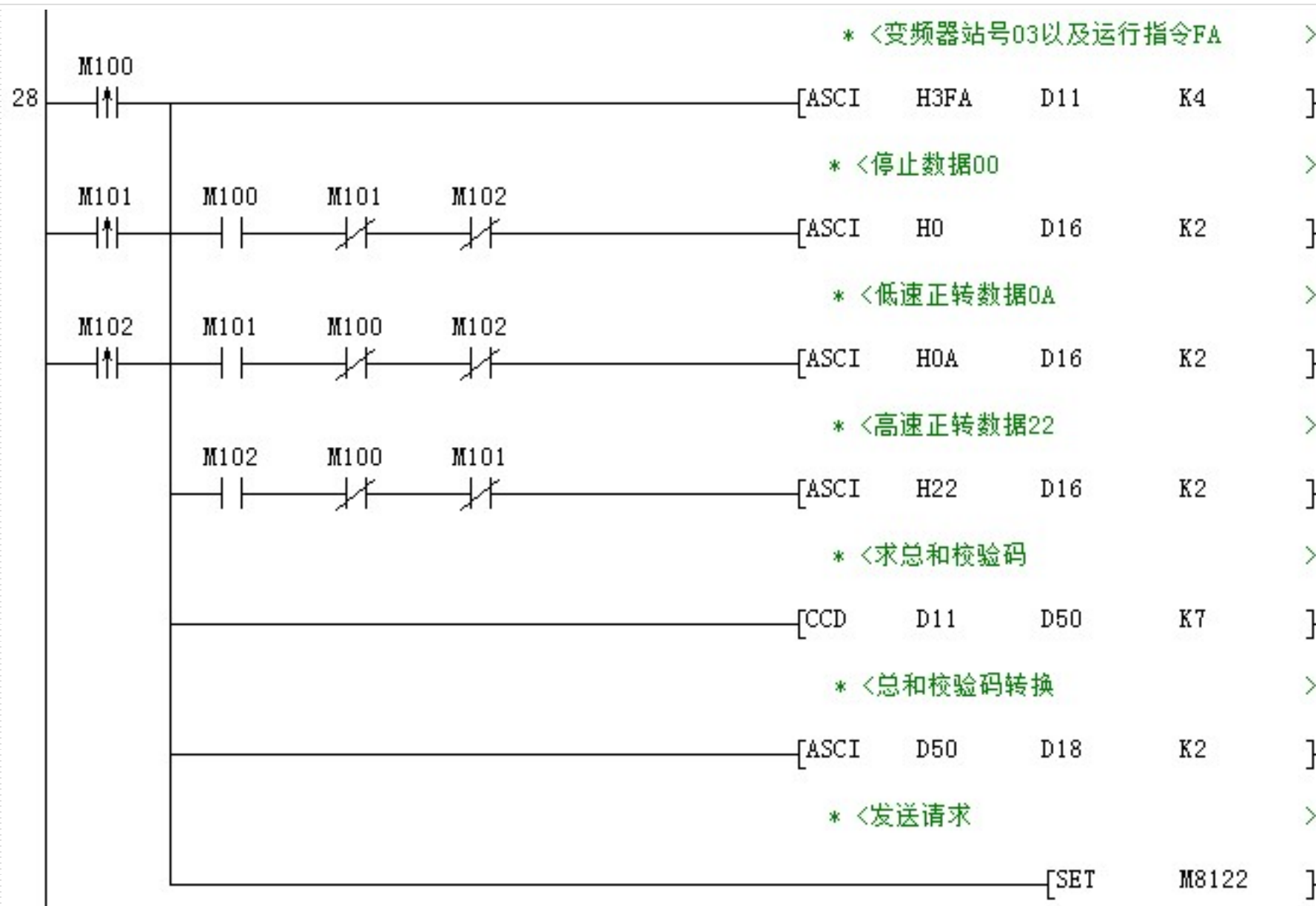
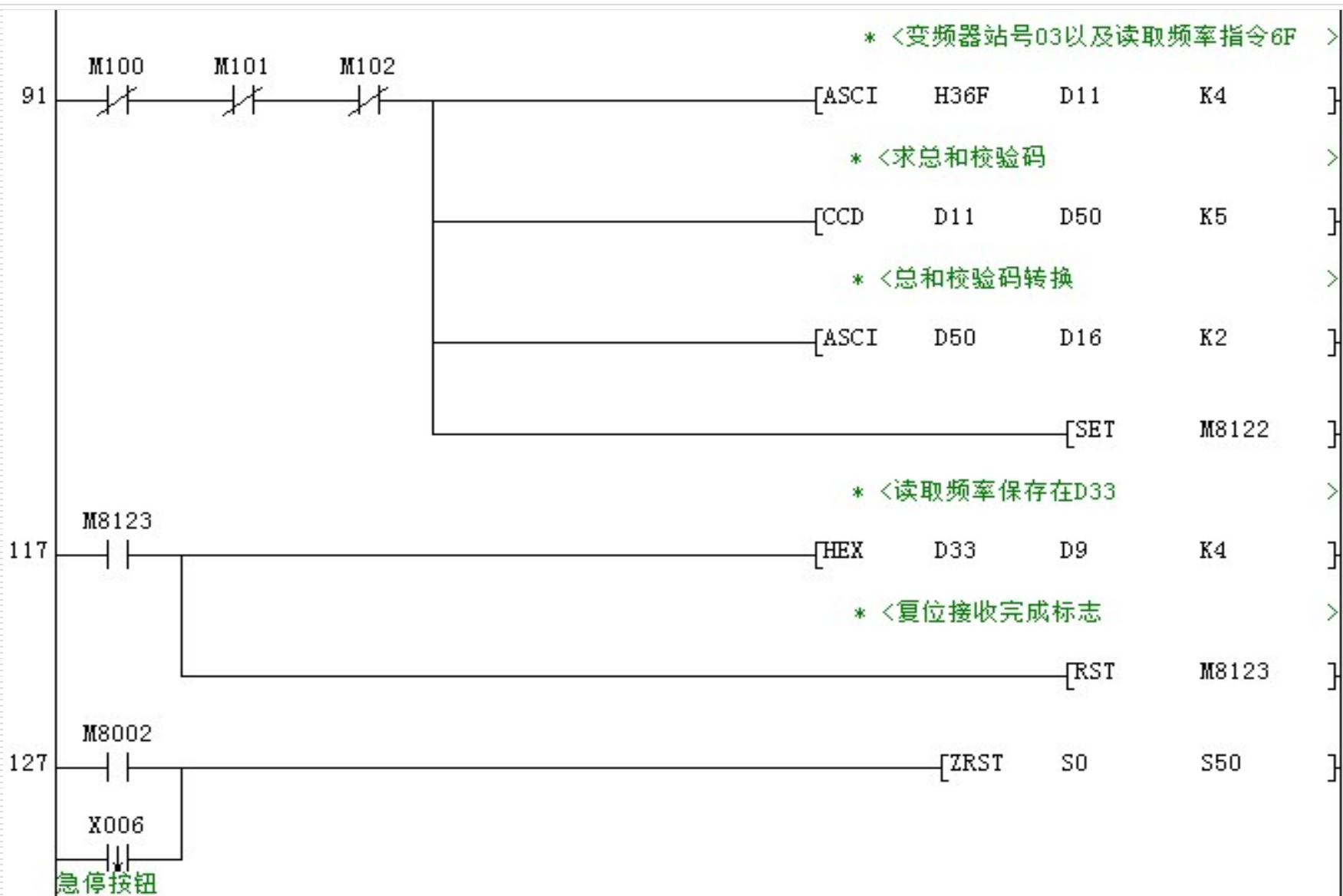
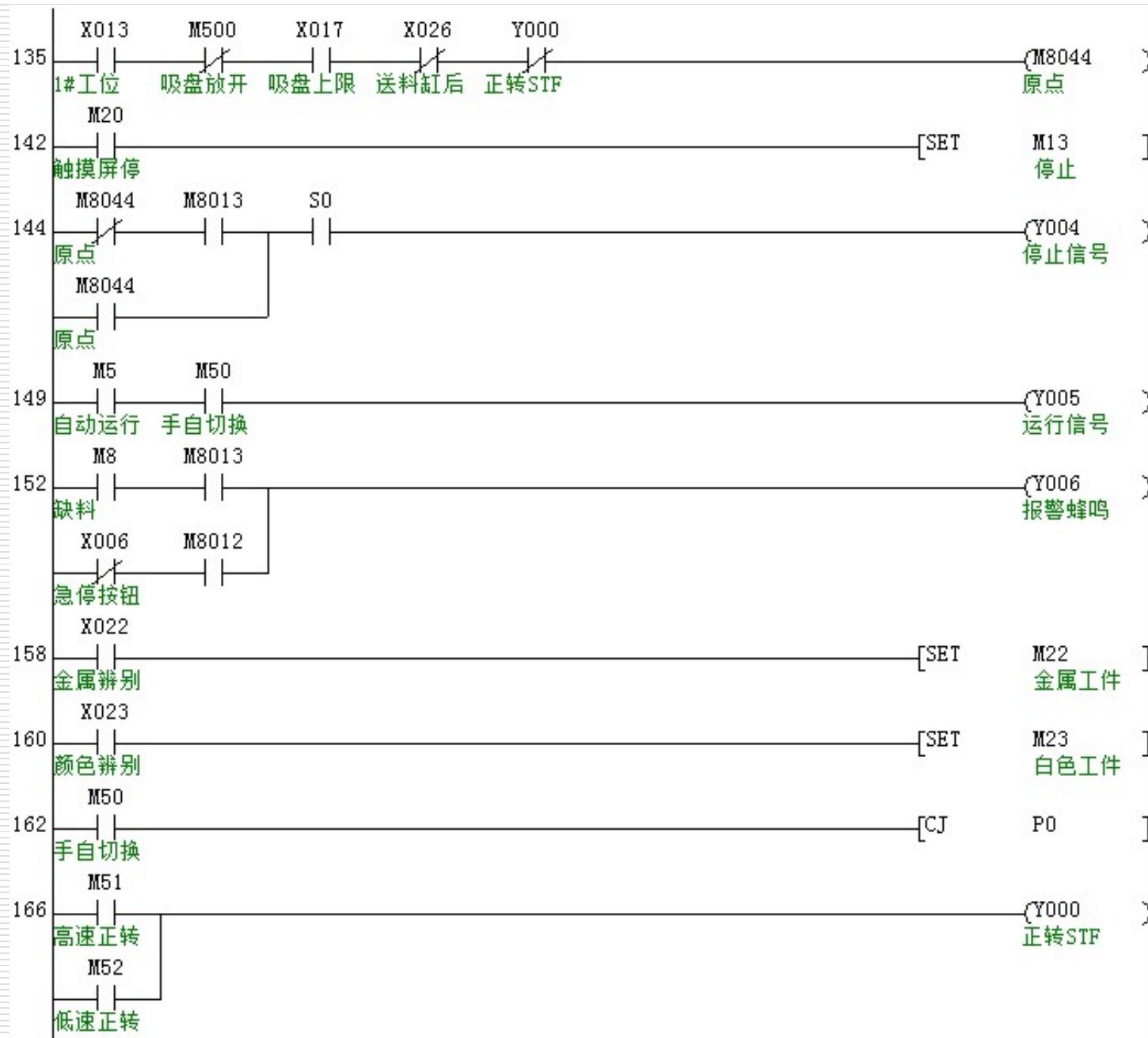


图3-21 程序流程图





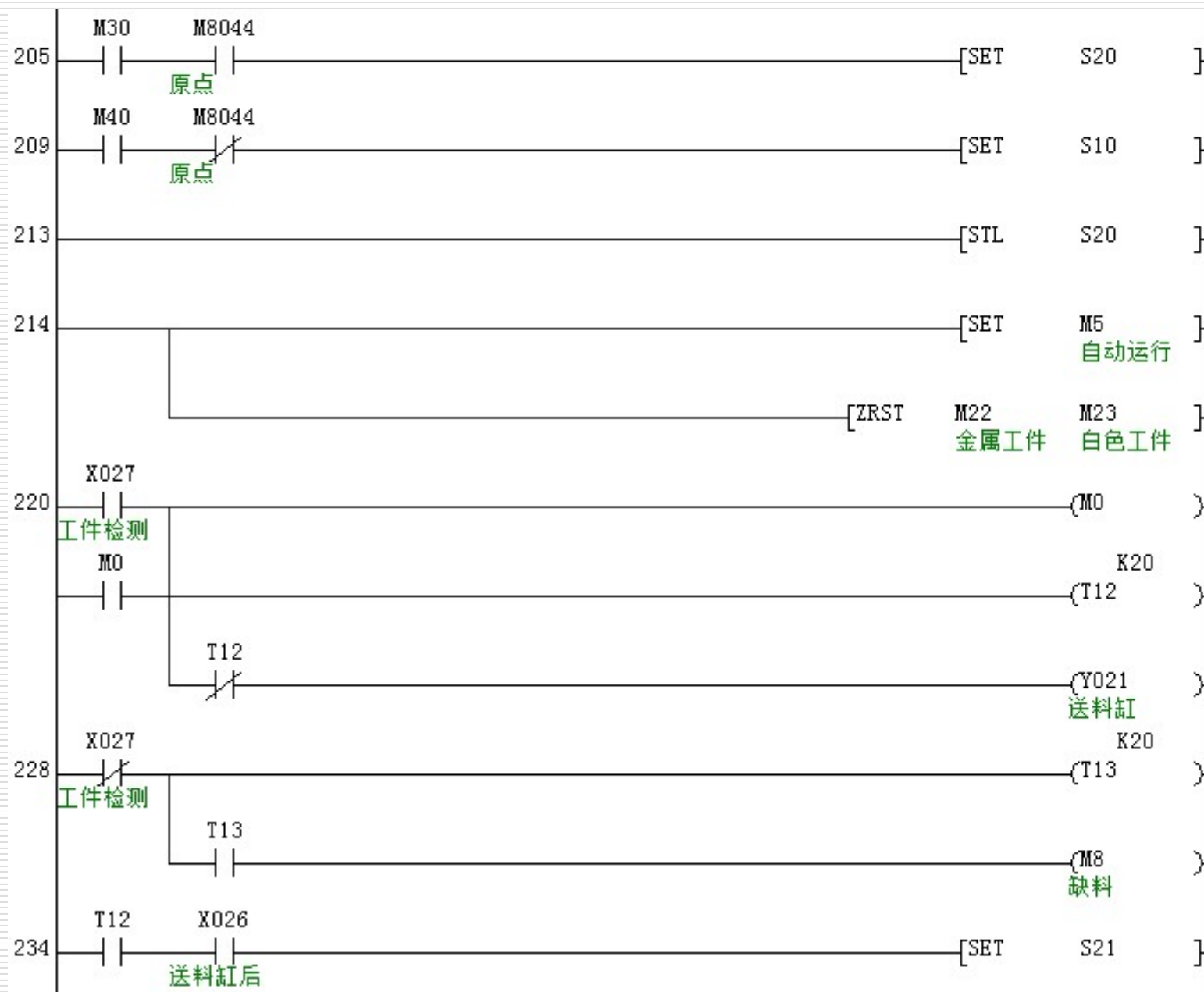


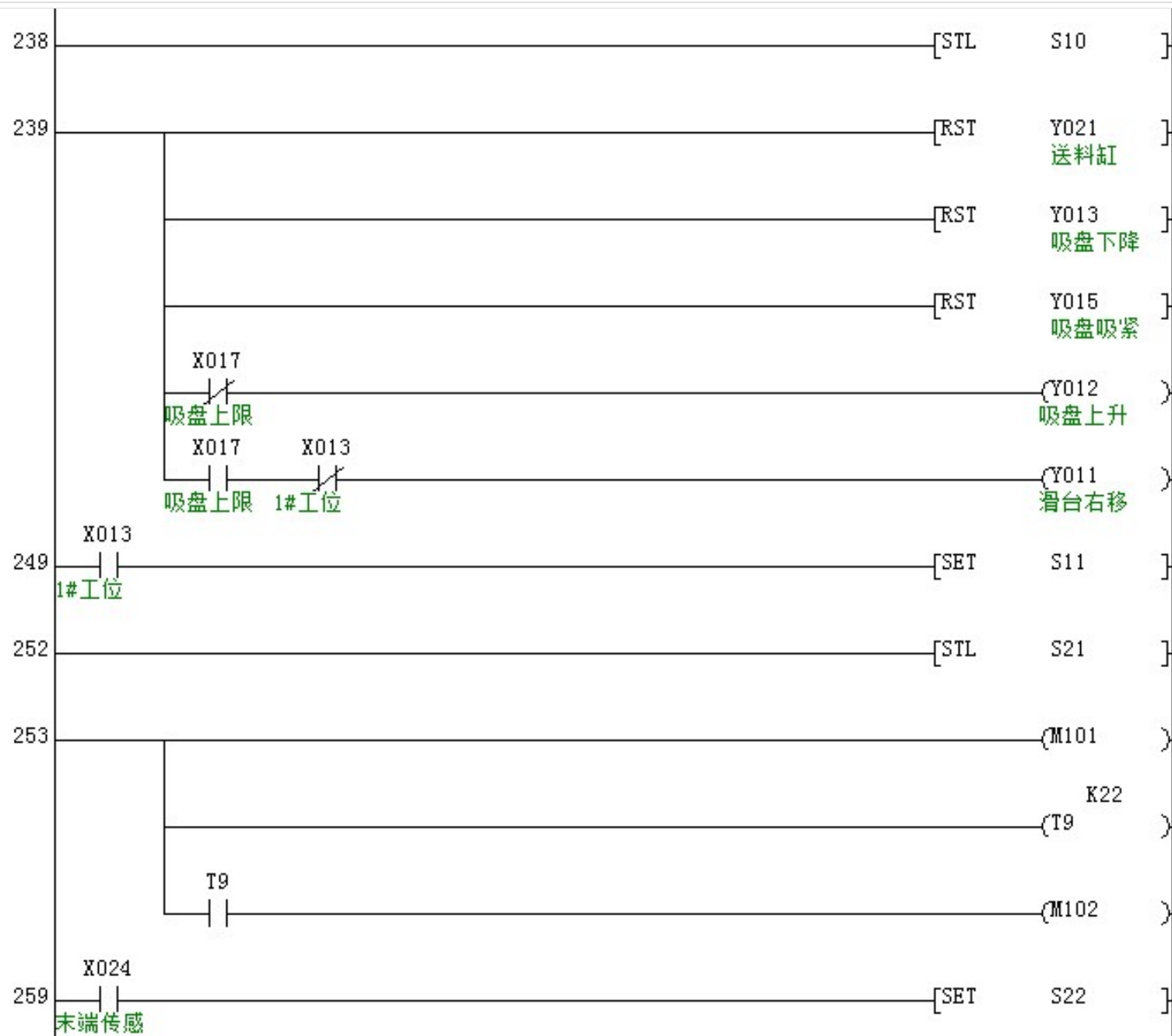


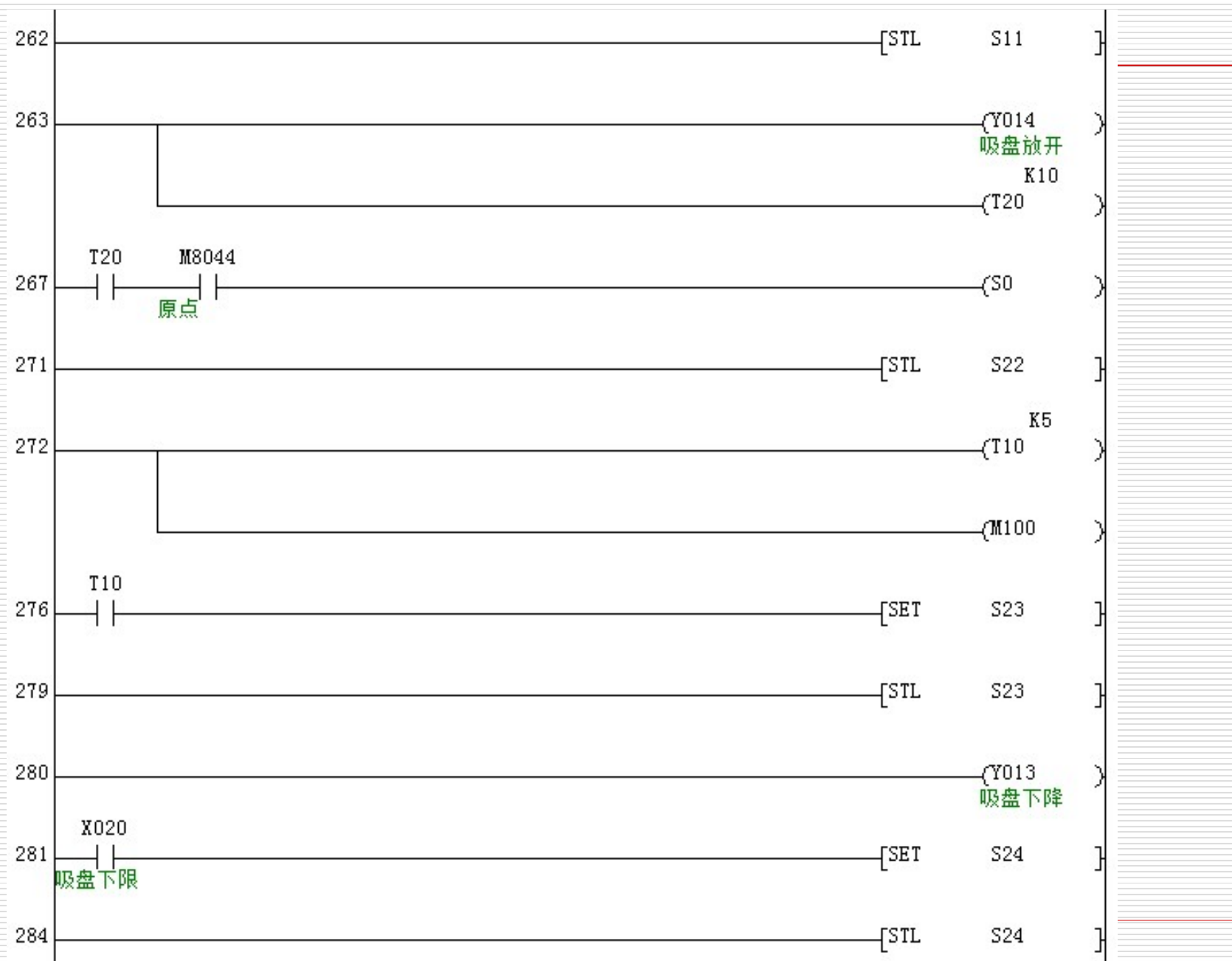


P0









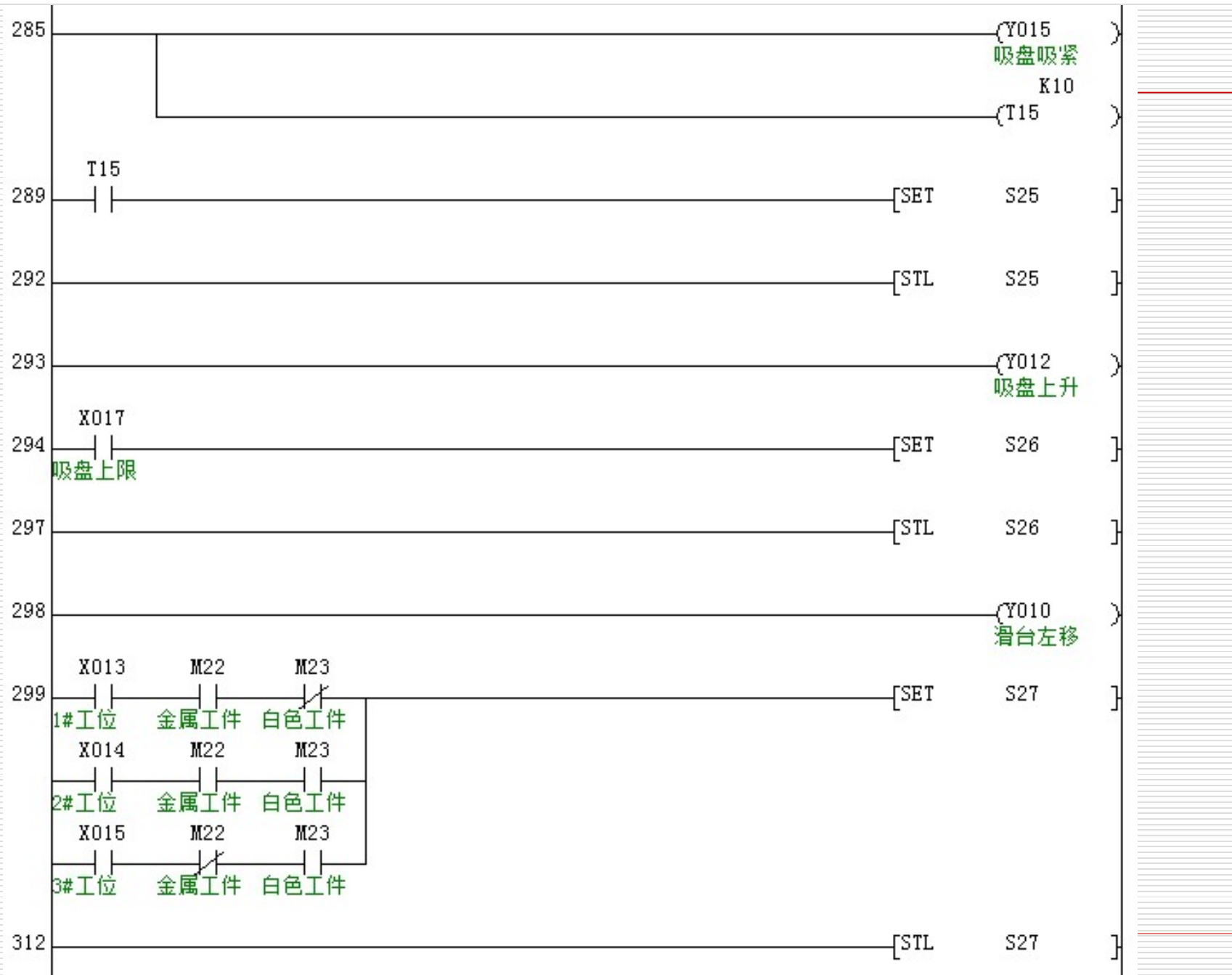






图3-20 控制程序