

生产线控制与维修技术

PLC 功能模块介绍、三菱 PLC 编程软件、指令系统和控制应用

学习任务： 1.SET/RST/ZRST 的用法；
2. 特殊辅助继电器 M 的用法；
3. 计数器 C、寄存器 D 的用法；
4. 状态继电器 S 和 STL 指令用法；

适用年级 / 专业 / 班级： 20 机电 1、2、3 班；

4 学时

任课教师：姚贵发

SOC2：设计三菱 PLC 自动感应启动控制生产线
输送产品到达位置触碰自动停止完成一个循环程
序

成果形式：要有 I/O 分配、程序表、外部接线图和外形结构图。

考核方法：内容正确完整，符合设计目标要求 / 得
实平台提交

本次课学习重点与难点：

重点：状态继电器 S、STL 指令、计数器 C、寄存器
D；

难点：STL 指令、寄存器 D；

一、教学回顾

1. PLC 品牌种类

PLC 全球著名品牌

(1) 三菱 (MITSUBISHI)

(2) 西门子 (Siemens)

(3) 欧姆
(OMRON)

2. PLC 分

类 ☆ 按结构形式分：整体式、模块式

∂ 按输入输出点数（容量）：超小型、小型、中型、大型、超大型

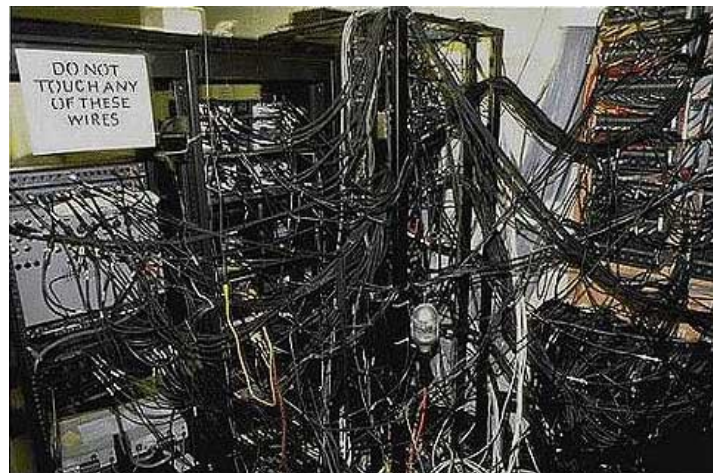
∂ 按功能分：低档、中档、高档



3. 产生

继电器控制

用弱电信号控制强电信号。故障查找与排除非常困难、改造工期长、费用高。



4. PLC 的编程语言

梯形图（与指令表互换）：

○ 最常用、最直观的编程语言，
梯形图是使用最多的 PLC 图形

5. 可编程序控制器的应用领域

① 开关量逻辑控制

自动生产线、机床电气控制、冲压机械、铸造机械、运输带、包装机、飞剪等控制

② 运动控制

金属切削机床、金属成形机械、装配机器人、电梯等。

③ 闭环过程控制

温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。

④ 数据处理

数学运算、数据传输、转换、排序、查表、位操作。

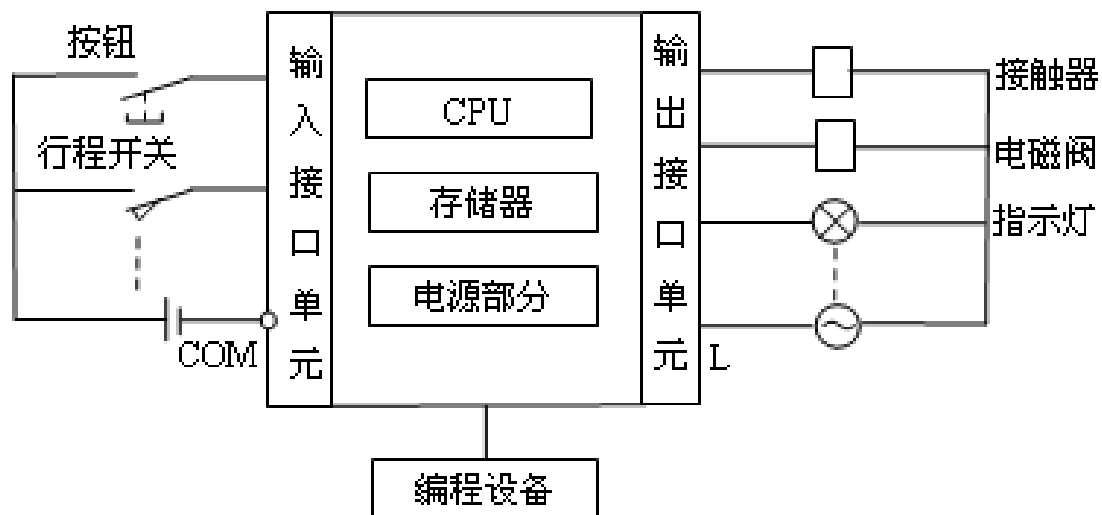
⑤ 通信联网

PLC与远程 I/O、PLC之间、PL 与其它智能控制器之间。

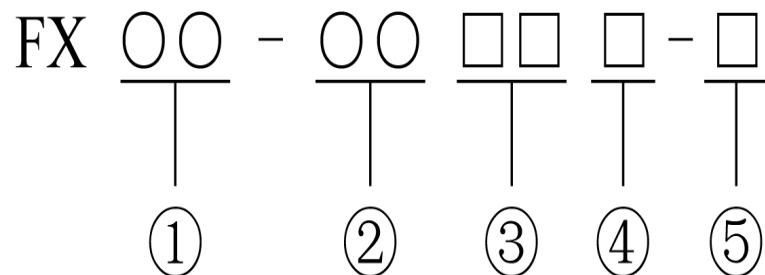


6. PLC 组成

1. CPU
2. 存储器
3. I/O单元
4. 电源
5. 通信接口
6. 扩展接口
7. 编程设备
8. 其他部件



7. FX 系列 PLC 的命名



① 系列序号 0、2、0N、0S、2C、2N、2NC、1N、1S，
即 FX0、FX2、FX0N、FX0S、FX2C、FX2N、
FX2NC、FX1N 和 FX1S

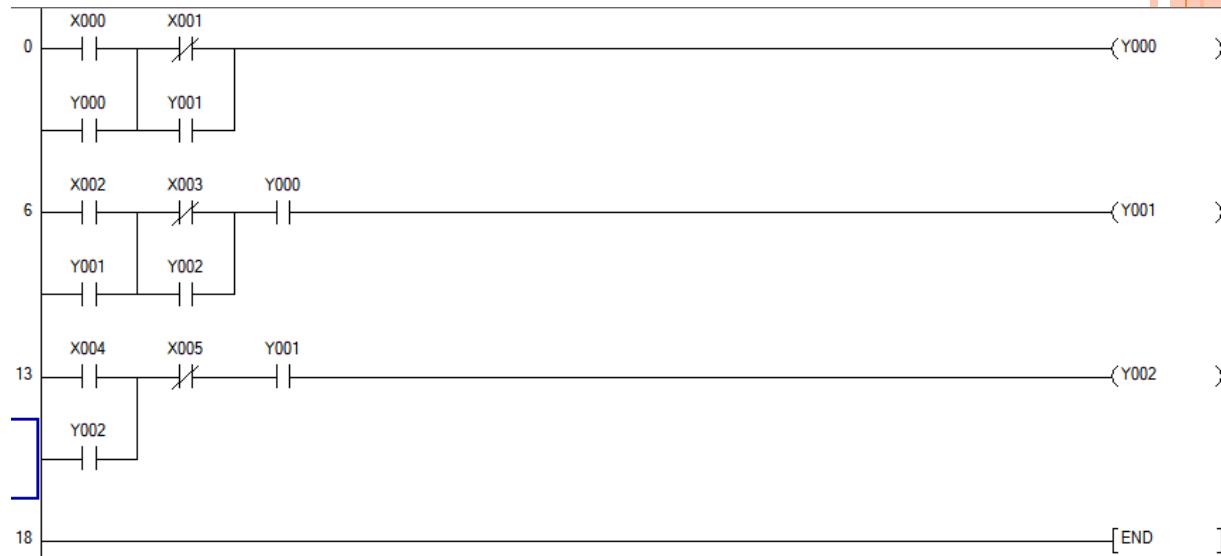
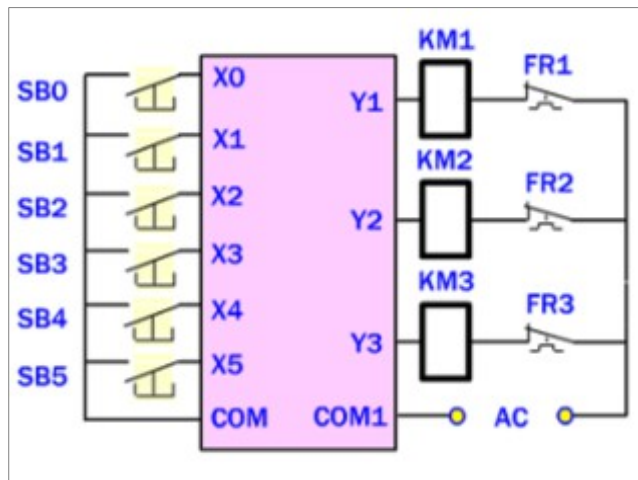
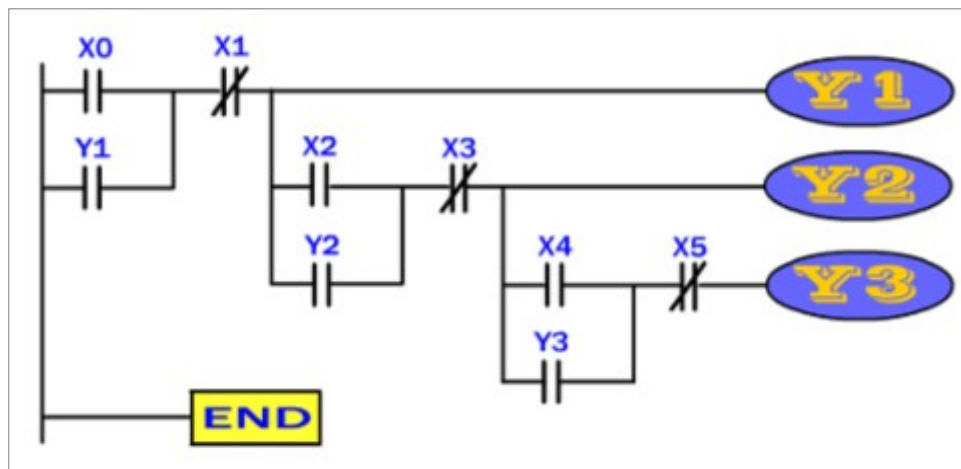
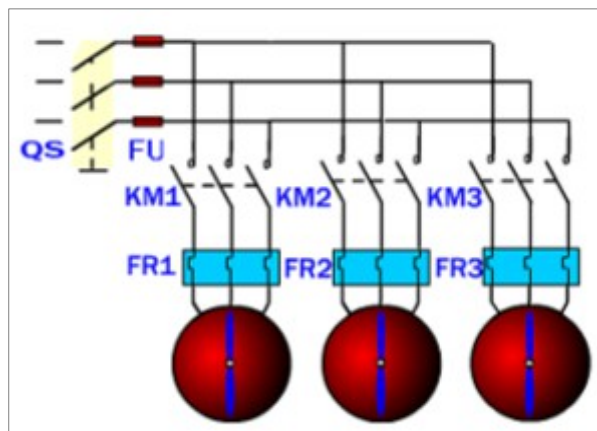
8. FX 系列 PLC 的基本构成

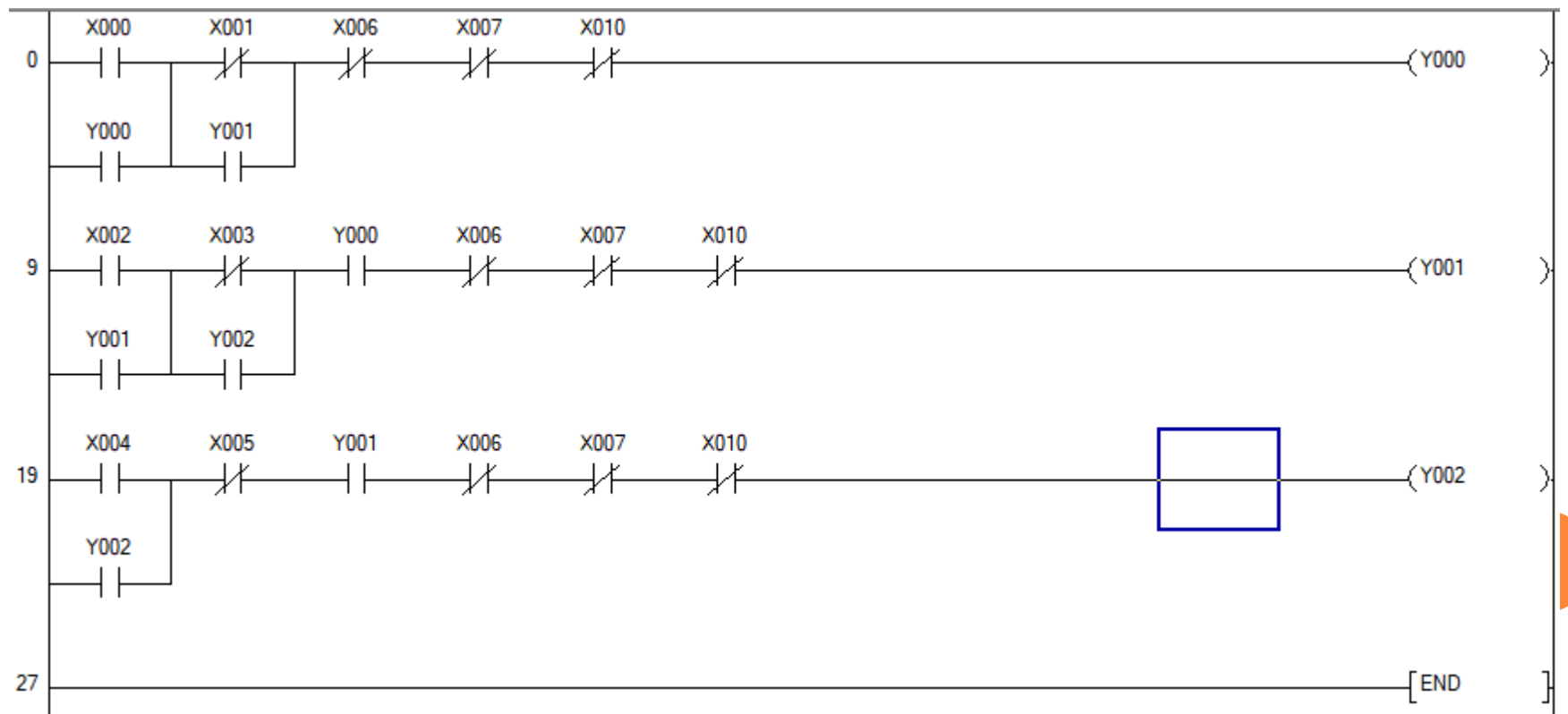
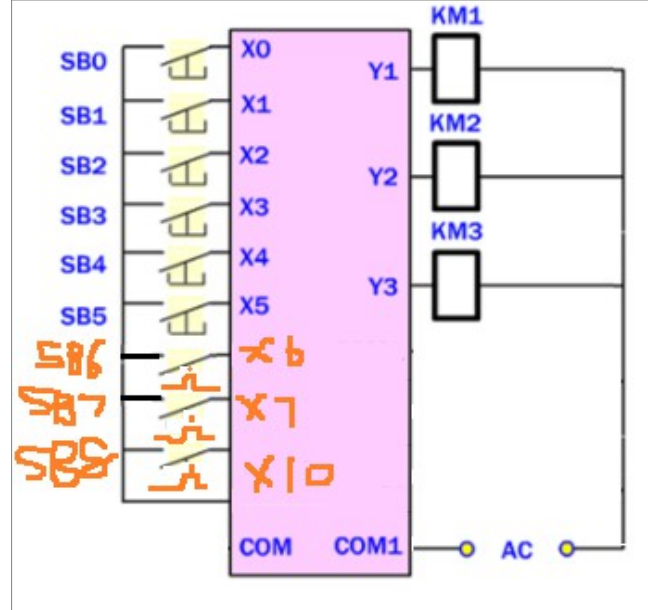
型 号		输入点数 (24 V DC)	输出点数 I/O 总点数	输出点数 I/O 总点数
继电器输出	晶体管输出			
FX1N -24MR	FX 1N -24MT	14	10	10
FX1N -40MR	FX 1N -40MT	24	24	24
FX1N -60MR	FX 1N -60MT	36	16	16

9. 输入 X、输出 Y、辅助继电器 M 与特殊辅助继电器

M8000\M8002\M8011\M8012\M8013\M8014、定时

例 2： PLC 控制三台电动机顺序启动逆序停止





二、新课教学内容

1. SET\RST\ZRST 用法

- ❖ 指令的作用

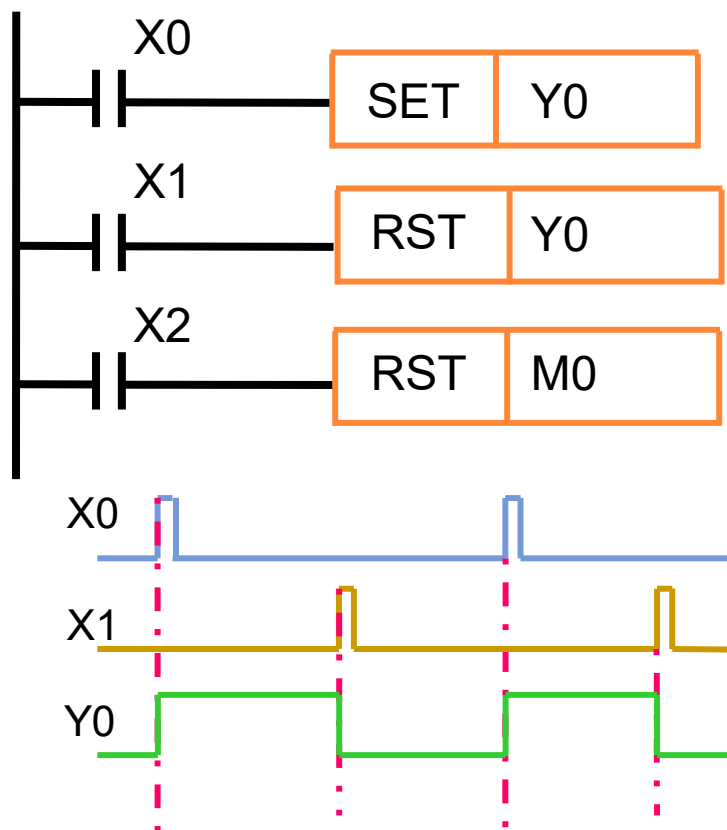
- SET：置位指令（接通并保持）
- RST：复位指令

- ❖ 指令的说明

- SET 指令的编程元件：Y、M、S
- RST 指令的编程元件：Y、M、S、T、C、D等



指令的梯形图



❖ 指令表程序

步序	指令	地址
0	LD	X0
1	SET	Y0
2	LD	X1
3	RST	Y0
4	LD	X2
5	RST	M0



2. 辅助继电器 M

M8061——硬件出错特殊继电器→ D8061(出错代码)。

M8064——参数出错特殊继电器→ D8064(出错代码)。

M8065——语法出错特殊继电器→ D8065(出错代码)。

M8066——电路出错特殊继电器→ D8066(出错代码)。

M8067——操作出错特殊继电器→ D8067(出错代码)。

M8020——零标志。

M8021——错位标志。

M8022——进位标志。

M8029——指令执行完毕标志。

M8046——STL 状态置 1。

M8246——C246 减计数监视。

M8247——C247 减计数监视。



M8249——C249 减计数监视。

M8251——C251 减计数监视。

M8252——C252 减计数监视。

M8254——C254 减计数监视。

2) 线圈型特殊辅助继电器

M8028——10 ms 定时器切换标志。

FX1S、FX0N 中，当 M8028 线圈被接通时，则 T32~T62 变为 10 ms 定时器。

M8034——禁止全部输出的特殊辅助继电器。

当 M8034 线圈被接通时，则 PLC 的所有输出自动断开。

M8039——恒定扫描周期的特殊辅助继电器。

当 M8039 线圈被接通时，则 PLC 以恒定的扫描方式运行，恒定扫描周期值由 D8039 决定。

M8031——非保持型存储器全清除。

M8032——保持型存储器全清除。

M8033——RUN→STOP 时，输出保持 RUN 前状态。

M8035——强制运行 (RUN) 监视。

M8036——强制运行 (RUN) 。

M8037——强制停止 (STOP) 。

与步进指令有关的：

M8040——禁止状态转移。

M8041——从起始状态开始转移。

M8042——启动脉冲。

M8043——回原点结束。



M8044——原点条件。
M8045——禁止输出复位。
M8047——STL 状态监控有效。
M8050—— I00□ 禁止。
M8051—— I10□ 禁止。
M8052—— I20□ 禁止。
M8053—— I30□ 禁止。
M8056——捕捉 X0 的脉冲。
M8057——捕捉 X1 的脉冲。
M8058——捕捉 X2 的脉冲。
M8059——捕捉 X3 的脉冲。
M8235 —— 设置 C235 为减计数方式。



M8236 —— **设置 C236 为减计数方式。**
M8237 —— **设置 C237 为减计数方式。**
M8238 —— **设置 C238 为减计数方式。**
M8241 —— **设置 C241 为减计数方式。**
M8242 —— **设置 C242 为减计数方式。**
M8244 —— **设置 C244 为减计数方式。**

注意：FX 系列中，不同型号 PLC 的特殊辅助继电器的数量也不同。

在 M8000 ~ M8255 的 256 个特殊辅助继电器中，PLC 未定义的不可在用户程序中使用，具体可参见使用手册。



3. 计数器 C

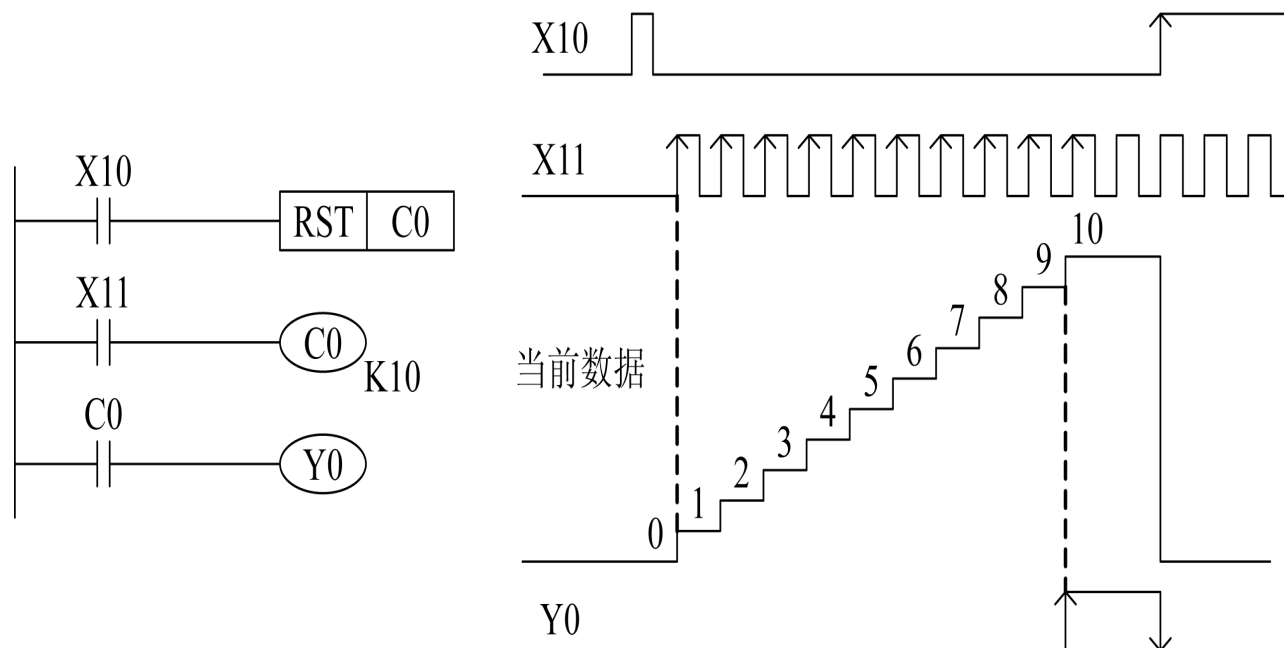


图 16 位增计数器工作原理图

注： 16 位增计数器分为通用型和保持型两种。



16 位增计数器的地址编号如表所示。

表 FX 系列 PLC 的 16 位增计数器地址
编号

	FX0S	FX1S	FX0N	FX1N	FX2N (FX2NC)
普通	C0-C13	C0-C15	C0-C15	C0-C15	C0-C99
保持	C14-C15	C16-C31	C16-C31	C16-C199	C100-C199

32 位可逆计数器

这类计数器与 16 位增计数器除位数不同外，还在于它能够通过控制实现加 / 减双向计数（限 FX1N/2N/2NC）。增 / 减计数由对应的特殊辅助继电器设定（C△△△—M8△△△），对应的特殊辅助继电器被置为 ON 时为减计数，置为 OFF 时为增计数。



32 位增 / 减可逆计数器地址编号如表所示。

表 FX 系列 PLC 的 32 位增 / 减可逆计数器地址编号

	FX0S	FX1S	FX0N	FX1N	FX2N(FX2NC)
普通	—	—	—	C200-C219	
保持	—	—	—	C220-C234	

高速计数器

什么是高速计数器？

(1) 高速计数器是采用中断方式进行高速计数的，与 PLC 的扫描周期无关。

(2) 高速计数器是对特定的输入进行计数（如 FX0N 为 X0~X3）。

(3) 高速计数器为 32 位增 / 减计数型，设定值范围：
- 2 147 483 648 ~ +2 147 483 647 。

(4) 与内部计数器相比除允许输入频率高之外，应用也更为灵活，高速计数器均有断电保持功能，通过参数设定也可变成非断电保持。

(5) 高速计数器的三种类型：单相单输入型、单相双输入型、双相双输入型。

下面以 FX0N 为例，对高速计数器做一说明

1) 单相单输入高速计数器

	C235	C236	C237	C238	C241	C242	C244
X000	U/D				U/D		U/D
X001		U/D			R		R
X002			U/D			U/D	
X003				U/D		R	S
增 / 减 (+/-)	M8235	M8236	M8237	M8238	M8241	M8242	M8244

表中，C235~C238(4个)为1相无启动/复位端子的高速计数器，计数方式及接点动作与前述普通32位计数器相同。不同的是高速计数器各有一个指定的计数输入端并以中断方式计数。现以图中的C236为例，说明此类计数器的动作过程。X10接通时，方向标志M8236置位，计数器递减计数；反之递增计数。当X11接通时，C236复位，触点断开，当前值清零。当X12接通时，C236开始工作（被选中），从表进行计数。需说明的是C236的设定值(D20)，实际上是(D21，D20)，因为高速计数器是32位的。



C241、C242 为 1 相带复位端子的高速计数器，它们各有一个计数输入和一个复位输入；C244 为 1 相带启动 / 复位端子的高速计数器，它既有一个计数输入，也有一个复位输入，还带一个启动输入。现以图 6.15(b) 中的 C244 为例，说明此类计数器的动作过程。X10 接通时，方向标志 M8244 置位，计数器递减计数；反之递增计数。当 X11 接通时，C244 复位，触点断开，当前值清零。从表 6.16 中可知，C244 还可由外部输入 X1 复位。当 X12 接通且 X3 也接通时，C244 开始工作（被选中），C244 对 X0 输入的脉冲信号进行计数。在实际程序中，没有图 6.15(b) 中的虚线部分，这部分的功能由系统程序实现。必须强调指出，外部启动 / 复位端子是以中断方式立即响应的，它不受程序扫描周期的影响。

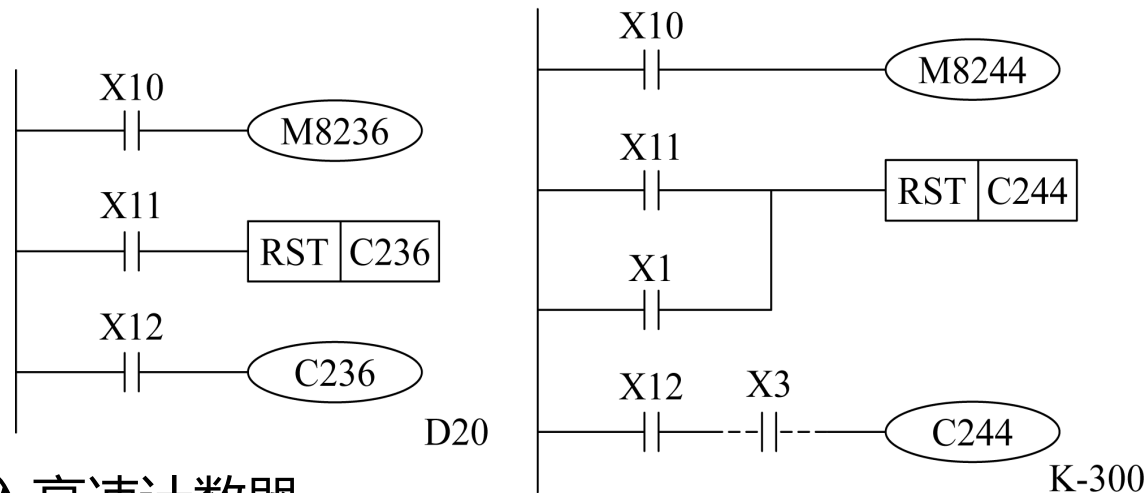


图 单相单输入高速计数器

2) 单相双输入高速计数器

FX0N 系列 PLC 的单相双输入高速计数器如表所示。

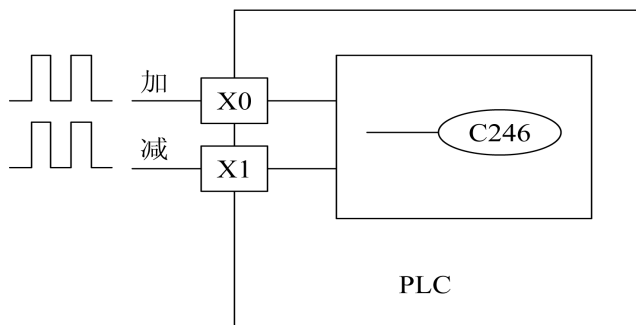
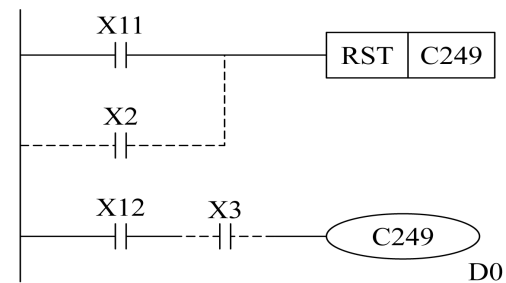
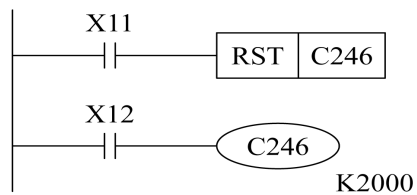
表 FX0N 系列 PLC 的单相双输入高速计数器

	C246	C247	C249
X000	U	U	U
X001	D	D	D
X002		R	R
X003			S
增 / 减 (+/-)	M8246	M8247	M8249
	(监视)		

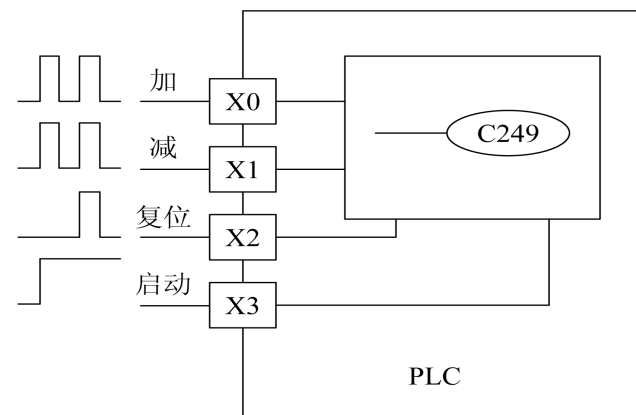
表中 3 个高速计数器都有两个输入端，一个递加、一个递减。现以图中的 C246 为例，说明此类计数器的动作过程。当 X11 接通时，C246 像普通 32 位加 / 减计数器一样的方式复位。从表中可知，对应 C246，X0 为递增计数输入端，X1 为递减计数输入端。当 X12 接通时，C236 开始工作（被选中），使 X0、X1 输入有效。X0 由 OFF→ON，C246 当前值加 1；X1 由 OFF→ON，C246 当前值减 1。

C247 为带复位端子的单相双输入高速计数器，C249 为带启动 / 复位端子的单相双输入高速计数器。现以图中的 C249 为例，说明其动作过程。当 X11 或 X2 接通时，C244 复位，触点断开，当前值清零。当 X12 接通且 X3 也接通时，C249 开始工作（被选中），使 X0、X1 输入有效。X0 由 OFF→ON，C249 当前值加 1；X1 由 OFF→ON，C249 当前值减 1。





(a)



(b)

图 单相双输入高速计数器



3) 双相双输入高速计数器

双相双输入高速计数器如表所示。

表 FX0N 系列 PLC 的双相输入高速计数器

	C251	C252	C254
X000	A	A	A
X001	B	B	B
X002		R	R
X003			S
增 / 减 (+/-)	M8251	M8252	M8254
	(监视)		

4. 数据寄存器 D

通用：D0 ~ D199，200 点。

保持：D200 ~ D511，312 点。

特殊：D8000 ~ D8255（共 256 个）。

PLC 在进行输入输出处理、模拟量控制、位置控制时，需要许多数据寄存器以存储数据和参数。数据寄存器为 16 位，最高位为符号位。32 位数据可用两个数据寄存器来存储，（如 D1D0）。数据寄存器有：通用数据寄存器、保持数据寄存器、特殊数据寄存器、文件寄存器。

4.1 通用数据寄存器

通用数据寄存器在 PLC 由运行（RUN）变为停止（STOP）时，其数据全部清零。如果将特殊继电器 M8033 置 1，则 PLC 由运行变为停止时，数据可以保持。

4.2 保持数据寄存器

保持数据寄存器只要不改写，原有数据就不会丢失，无论电源接通与否，PLC 运行与否，都不会改变寄存器内容。

4.3 特殊数据寄存器 (D8000 ~ D8255)

特殊数据寄存器用于 PLC 内各种元件的运行监视。未加定义的特殊数据寄存器，用户不能使用。

例如： D8000——WDT 定时器定时参数（初始值 200 ms）
D8001——CPU 型号
D8020——X0 ~ X7 输入滤波时间（初始值 10 ms）
D8030——1 号模拟电位器的数值
D8031——2 号模拟电位器的数值
D8039——恒定扫描时间 (ms)

具体可参见 PLC 使用手册，在此不一一介绍。



4.4 文件数据寄存器 (D1000 ~ D2999)

文件寄存器是用于存放大量数据的专用数据寄存器。例如：用于存放采集数据、统计计算数据、多组控制参数等。文件寄存器占用用户程序存储器内的某一存储区间，可用编程器或编程软件进行写操作；PLC 运行时，可用 BMOV 指令将文件寄存器内容读到通用数据寄存器中，但不能用指令将数据写入文件寄存器。

FX 系列 PLC 的数据寄存器编号如表所示。

表 FX 系列 PLC 的数据寄存器编号

	FX0S	FX1S	FX0N	FX1N	FX2N (FX2NC)
16 位通用	D0 ~ D29	D0 ~ D127	D0 ~ D127	D0 ~ D127	D0 ~ D199
16 位保持	D30、D31	D128 ~ D255	D128 ~ D255	D128 ~ D7999	D200 ~ D7999
16 位特殊	D8000 ~ D8069	D8000 ~ D8255	D8000 ~ D8255	D8000 ~ D8255	D8000 ~ D8195

5. 状态器 S

状态器 S 是构成 SFC 图的重要软元件，在步进顺控程序中起着重要的作用，它与后述的步进指令配合使用。一般有五个类型：初始用状态器、返回原点用状态器（FX2N）、普通状态器、保持状态器、报警用状态器（FX2N），如表所示。不使用步进指令时，状态器也可当做辅助继电器使用。

表 FX 系列 PLC 的状态器

	FX0S	FX1S	FX0N	FX1N	FX2N (FX2NC)
初始用	S0~S9	S0~S9	S0~S9	S0~S9	S0~S9
返回原点用	—	—	—	—	
普通用	S0~S63	S10~S127	S10~S127	S10~S999	S20~S499
保持用	—	S0~S127	S0~S127	S0~S999	S500~S899
报警用	—	—	—	—	S900~S999

6. STL 指令

FX 系列 PLC 的步进顺控指令有两条：一条是步进触点（步进开始）指令 STL，一条是步进返回（也叫步进结束）指令 RET。

6.1 STL 指令

STL 步进触点指令用于“激活”开始某个状态，其梯形图符号为。

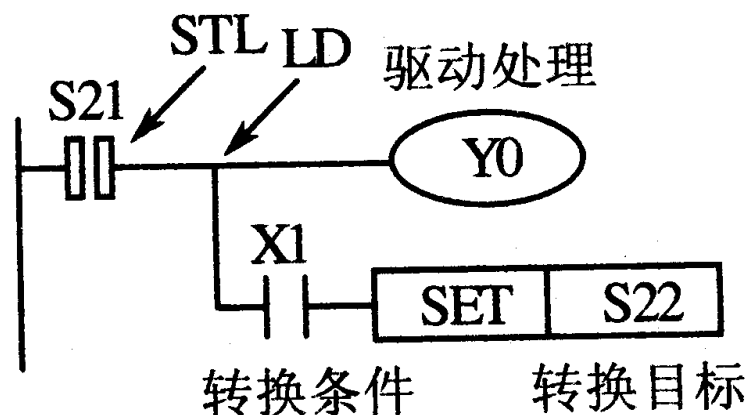
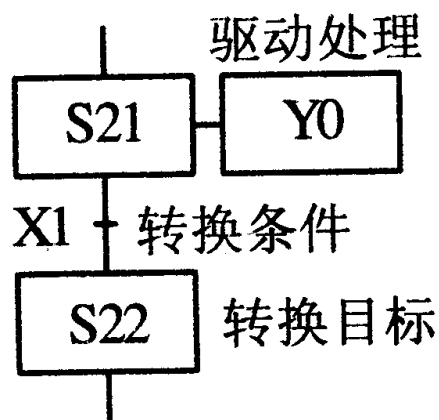


6.2 RET 指令

RET 指令用于返回主母线，其梯形图符号为。

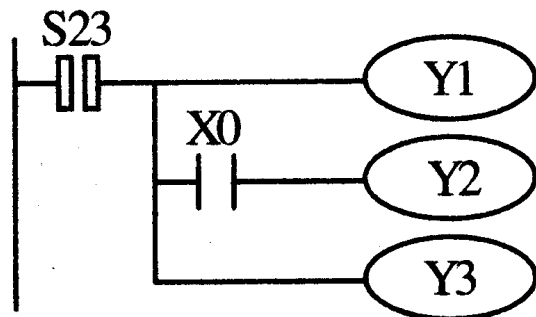


STL 指令的编程方法

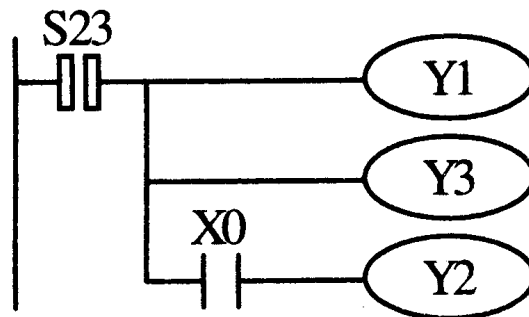


STL S21
OUT Y0
LD X1
SET S22

STL 指令



(a) 错误的梯形图



(b) 正确的梯形图

梯形图



STL 指令的特点：

1. 与 STL 触点相连的触点应使用 LD/LDI 指令。
2. STL 触点可以直接驱动或通过别的触点驱动 Y、M、S、T 等元件的线圈，STL 触点也可以使 Y、M、S 等元件置位或复位。
3. CPU 只执行活动步对应的程序。
4. 使用 STL 指令时允许双线圈输出。即不同 STL 触点可以分别驱动同一编程元件的一个线圈。但是同一元件的线圈不能在可能同时为活动步的 STL 区内出现，在 STL 指令寻址的顺序状态寄存器中，应特别注意这一问题。一个状态寄存器的 STL 触点在梯形图中只能出现一次。

6. 在 STL 触点驱动的电块中不能使用 MC 和 MCR 指令，可以使用 CJP/EJP 指令，当执行 CJP 指令跳入某一个 STL 触点的电块时，不管该 STL 触点是否接通，均执行对应的 EJP 指令之后的电路。
7. 可以对状态寄存器使用 LD 、 LDI 、 AND 、 ANI 、 OR
ORI 、 S 、 R 、 OUT 等指令。
8. 对状态寄存器置位的指令，如果不在 STL 触点驱动的电块内置位时，系统程序不会自动将前级步对应的状态寄存器复位。



例 1： 某信号灯控制系统，初始状态仅红灯亮，按下启动按钮 X0，4 秒后红灯灭，绿灯亮，6 秒后绿灯和黄灯亮，再过 5 秒后，绿灯和黄灯灭，红灯亮。请设计顺序功能图，并用步进指令编程。

解题要点

一、分析问题：（属于单周期工作方式）

1、确定编程元件

（1）用 Y0、Y1、Y2 分别控制红灯、绿灯和黄灯。

（2）时间继电器：T0，定时 4S，T1，定时 6S，T2，定时 5S

2、步的划分：根据题意将一个工作循环划分为 4 步，即初始步、4 秒步、6 秒步、5 秒步，分别采用编程元件采用 S10、S11、S12 和 S13 来代表。

3、转换条件：

进入初始步的条件： $M8002=1$ ； $T2=1$ 。

进入 4 秒步的条件： $X0=1$ 。

进入 6 秒步的条件： $T0=1$ 。

进入 5 秒步的条件： $T1=1$ 。

特别注意初始步的激活问题：用 $M8002$ 的常开触点将初始步的编程元件置位。

4、各步的动作：

初始步的动作： $Y0$ 。

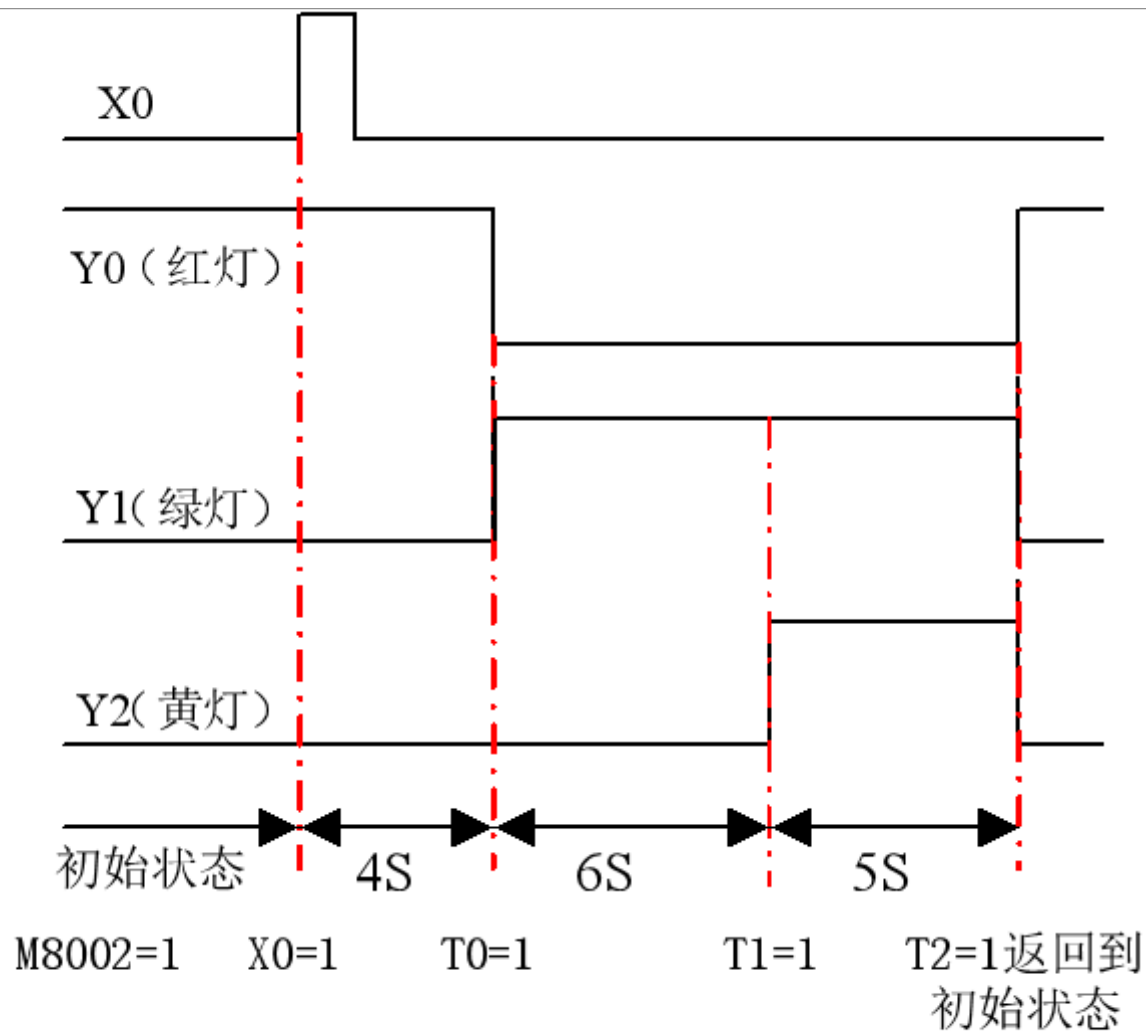
4 秒步的动作： $Y0$ 、 $T0$ 。

6 秒步的动作： $Y1$ 、 $T1$ 。

5 秒步的动作： $Y1$ 、 $Y2$ 、 $T2$ 。

二、根据分析画出时序图（见图所示）





信号灯控制系统时序图



三、根据时序时画出顺序功能图（如下图示）

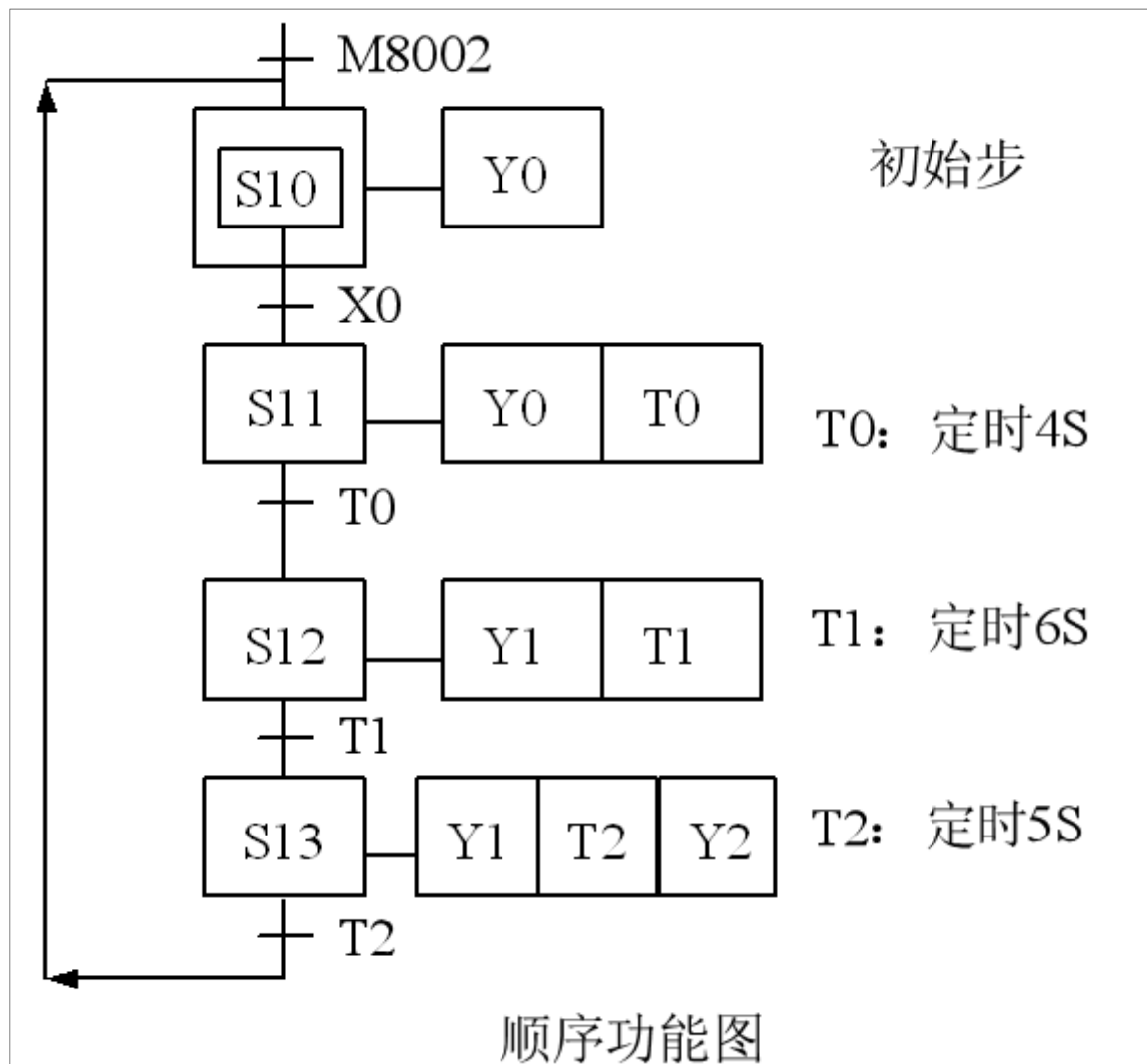
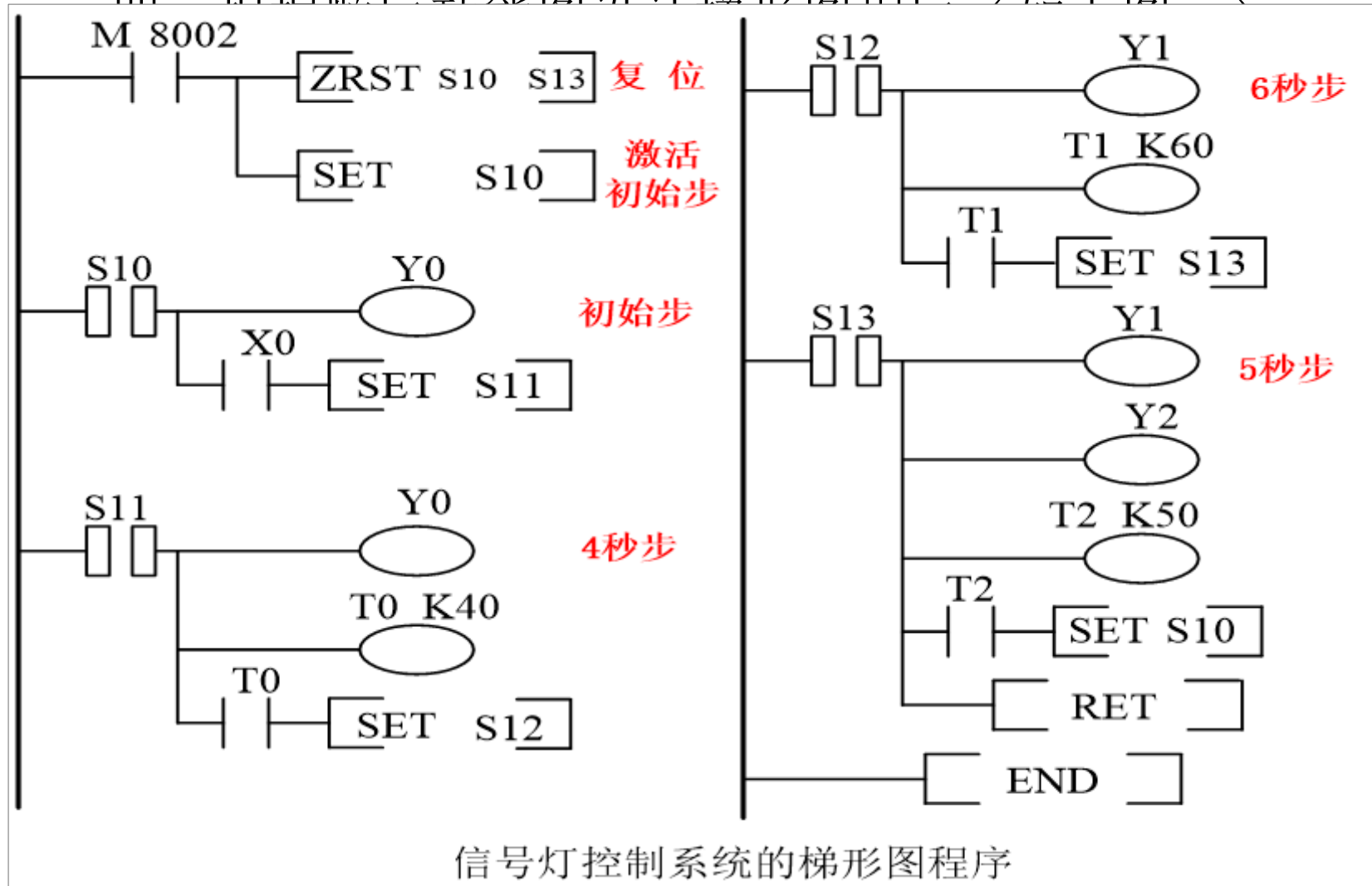


图 10-1-1 信号灯控制系统的梯形图程序 (续于图 1)

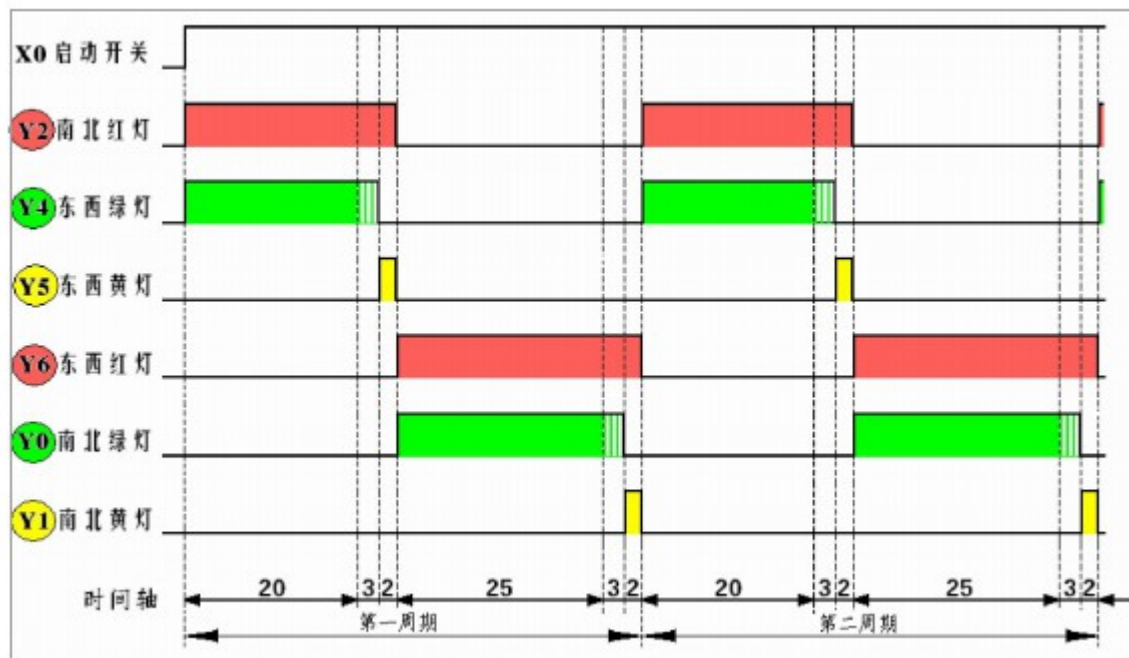


信号灯控制系统的梯形图程序

例 2 :

信号灯受一个启动开关控制，当启动开关接通时，信号灯系统开始工作，且先南北红灯亮，东西绿灯亮。当启动开关断开时，所有信号灯都熄灭。

工作时序：南北红灯亮维持 25 秒，在南北红灯亮的同时东西绿灯也亮，并维持 20 秒；到 20 秒时，东西绿灯闪亮，闪亮 3 秒后熄灭。在东西绿灯熄灭时，东西黄灯亮，并维持 2 秒。到 2 秒时，东西黄灯熄灭，东西红灯亮，同时，南北红灯熄灭，绿灯亮，东西红灯亮维持 30 秒。南北绿灯亮维持 20 秒，然后闪亮 3 秒后熄灭。同时南北黄灯亮，维持 2 秒后熄灭，这时南北红灯亮，东西绿灯亮。周而复始。



1. I/O 分配:

输入地址		输出地址	
启动 SD	X0	南北方向绿灯	Y0
		南北方向黄灯	Y1
		南北方向红灯	Y2
		东西方向绿灯	Y3
		东西方向黄灯	Y4
		东西方向红灯	Y5

2. 实训步骤:

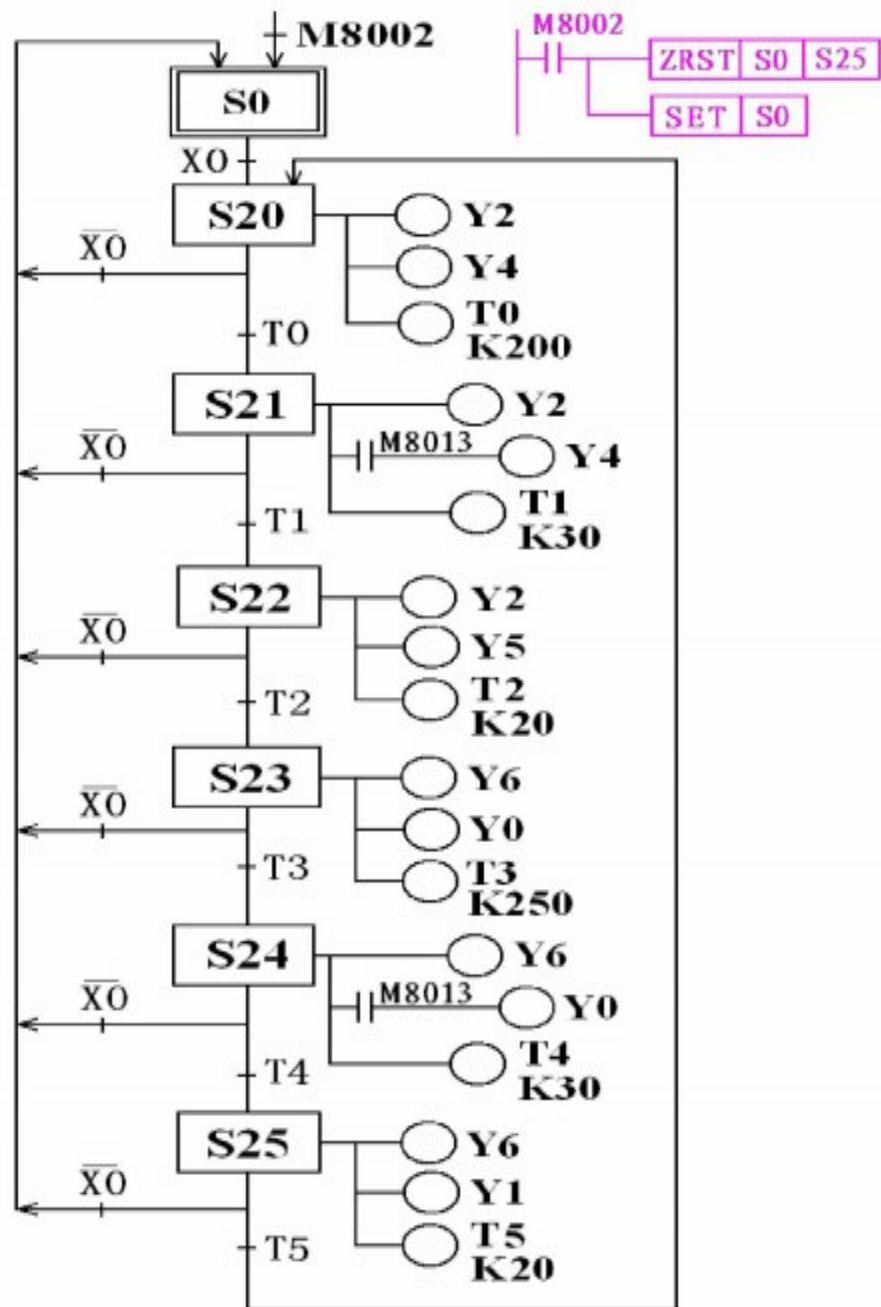
(1)按照上述 I/O 分配设计程序梯形图:

(2)连接模拟电路, 调试程序:

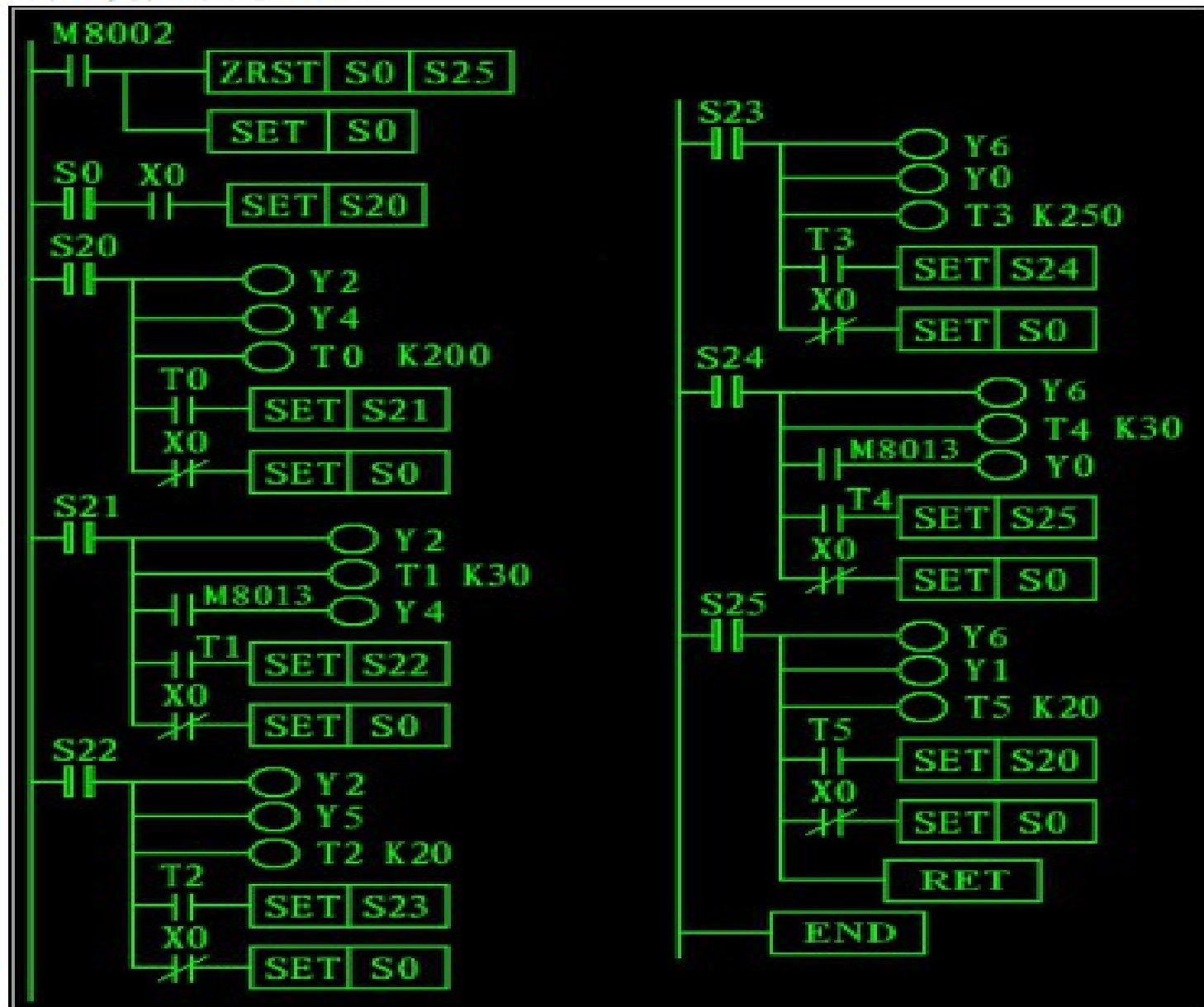
(3)将调试运行正常的梯形图写入实验报告。

(实验报告包括: 1、实验目的 2、控制要求 3、I/O 口分配 4、梯形图 5、实验结果)。

2. 参考 SFC 图如下:



3. 参考梯形图(见下):



三、本次课小结

:

1. 学习了 SET/RST/ZRST 在具体程序中的用法 ;
2. 学习了特殊辅助继电器 M 在具体程序中的用法 ;
3. 计数器 C、寄存器 D 在具体程序中的用法 ;
4. 计数器 C、寄存器 D 在具体程序中的用法 ;
5. 状态继电器 S 和 STL 指令在具体程序中用法 ;
6. 通过对程序的练习来加强对新知识的理解和掌握 ;
7. 练习了交通灯程序 ;



四、布置作业

练习今天上课的程序



谢谢观看
!