



21世纪高职系列教材
SHIJI GAOZHI XILIEJIAOCAI

可编程控制器 实训指导

主编 / 范次猛 ■

机械工业出版社



主编 / 范次猛

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

可编程控制器的应用几乎覆盖了所有工业企业,是工业现代化的一个重要标志。本书以松下 FP1 系列可编程控制器为主,通过十四个项目系统地介绍 PLC 在工业企业中的应用,并通过实际操作掌握可编程控制器的使用方法、编程技巧,从而提高读者对 PLC 控制系统的设计与应用能力。

本书可作为高职高专电气工程类、机电一体化类专业学生的实训教学用书,也可作为工程技术人员学习 PLC 的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器实训指导/范次猛主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2007.8

ISBN 978 - 7 - 81133 - 022 - 9

I. 可… II. 范… III. 可编程控制器 - 高等学校 - 教学参考资料 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 130644 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 10.5
字 数 220 千字
版 次 2007 年 8 月第 1 版
印 次 2007 年 8 月第 1 次印刷
定 价 18.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

高等职业教育系列教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任委员	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	李长禄	张亦丁	张学库	杨永明
委 员	季永青	罗东明	施祝斌	唐汝元
	曹志平	蒋耀伟	熊仕涛	
	王景代	丛培亭	刘 义	刘 勇
	刘义菊	刘国范	闫世杰	李长禄
	杨永明	张亦丁	张学库	陈良政
	肖锦清	林文华	季永青	罗东明
	胡启祥	施祝斌	钟继雷	唐永刚
	唐汝元	郭江平	晏初宏	曹志平
	蒋耀伟	熊仕涛	潘汝良	

前言

可编程序控制器(简称 PLC),是以微处理器为核心的通用工业自动控制装置。它将传统的继电器控制技术与计算机技术和通信技术融为一体,具有结构简单、性能优越、可靠性强、灵活通用、编程简易、使用方便等优点。因此,近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到广泛的应用,是工业自动化的三大技术支柱之一。

本书从实际应用出发,通过十四个项目系统地介绍了 PLC 在工业企业中的应用。本书主要以松下电工 FP1 - C40 型 PLC 为例讲解控制指令、编程技巧,在每一个项目中都附有习题与思考,以求学生通过本项目的学习对 PLC 在其他相应方面的应用能做到触类旁通、举一反三。本书在编写过程中,吸收和借鉴了各职业院校教学改革的成功经验,以模块化教学的方式实现理论知识与技能训练相结合,以任务驱动的编写方式导入教学内容,使教材内容更加符合学生的认知规律,易于激发学生的学习兴趣。

全书共分十四个项目,其中项目一、项目二、项目五、项目七、项目八、项目十二、项目十三、项目十四由无锡交通职业技术学校的范次猛编写,项目三、项目四、项目六、项目九、项目十、项目十一由孔喜梅编写,全书由范次猛任主编并统稿。

由于编者学识和水平有限,书中难免存在错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2007 年 7 月

目 录

项目一	三相异步电动机正反转控制	1
项目二	三相异步电动机星 - 三角降压启动控制	20
项目三	运料小车控制系统	33
项目四	抢答器控制系统	40
项目五	密码锁控制系统	47
项目六	多种液体自动混合系统	56
项目七	彩灯追灯控制系统	61
项目八	大小球分捡控制系统	76
项目九	交通信号灯控制系统	90
项目十	PLC、变频器多段速控制	98
项目十一	四层电梯控制系统	110
项目十二	工业机械手控制系统	120
项目十三	应用 PLC 对全自动洗衣机控制系统进行改造	127
项目十四	应用 PLC 对 X62W 万能铣床进行电气改造	134
附录一	指令表	143
附录二	特殊内部继电器表	155
参考文献		158

项目一 三相异步电动机正反转控制

一、实训目标

1. 通过本项目的实训和操作,能够正确编制、输入和传输三相异步电动机正反转 PLC 控制程序。
2. 能够独立完成三相异步电动机正反转 PLC 控制线路的安装。
3. 能按规定通电调试,出现故障时,能根据设计要求独立检修,直至系统正常工作。

二、任务分析

在实际生产中,许多情况下都要求三相异步电动机既能正转又能反转,方法是对调任意两根电源相线以改变三相电源的相序,从而改变电动机的转向。本项目中学习用可编程控制器实现三相异步电动机的正反转控制。

1. 控制要求

- (1) 能够用按钮控制三相异步电动机的正、反转启动和停止。
- (2) 具有短路保护和过载保护等必要的保护措施。

2. 继电器控制电气原理图

继电器控制的三相异步电动机正反转控制电路电气原理如图 1-1 所示。

图 1-1 中主要元器件的功能见表 1-1。

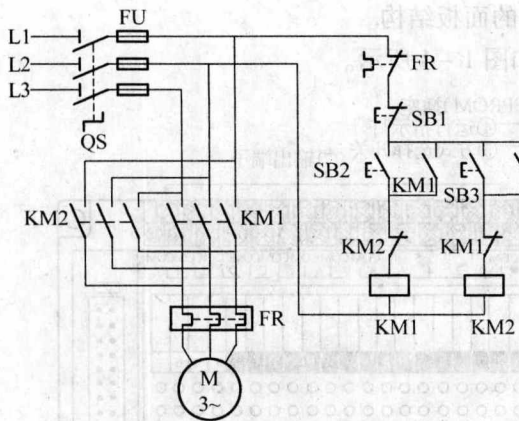


图 1-1 三相异步电动机正反转电路原理图

表 1-1 电动机正反转电路主要元器件及其在电路中的功能

代号	名称	用途
KM1	交流接触器	正转控制
KM2	交流接触器	反转控制
SB2	正转启动按钮	正转启动控制
SB3	反转启动按钮	反转启动控制
SB1	停止按钮	停止控制
FR	热继电器	过载保护

三、相关知识

1. 可编程控制器控制系统和继电器逻辑控制系统的比较

传统继电器逻辑控制系统框图如图 1-2 所示,控制信号对设备的控制是通过控制线路板的接线实现的。在这种控制系统中,要实现不同的控制要求必须改变控制电路的接线。

图 1-3 所示是可编程控制器控制系统图,通过输入端子接收外部输入信号。按下按钮

SB1, 输入继电器 X0 线圈得电, X0 动合触点闭合、动断触点断开; 而对于输入继电器 X1 来说, 外接的是按钮 SB2 的常闭触点, 因此未按下 SB1 时, 输入继电器 X1 得电, 其动合触点闭合、动断触点断开, 而当按下 SB2 时, 输入继电器 X1 线圈失电, X1 的动合触点断开、动断触点闭合。因此, 输入继电器只能通过外部输入信号驱动, 不能由程序驱动。

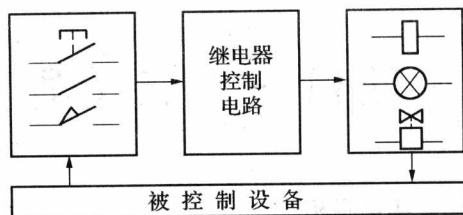


图 1-2 继电器逻辑控制系统框图

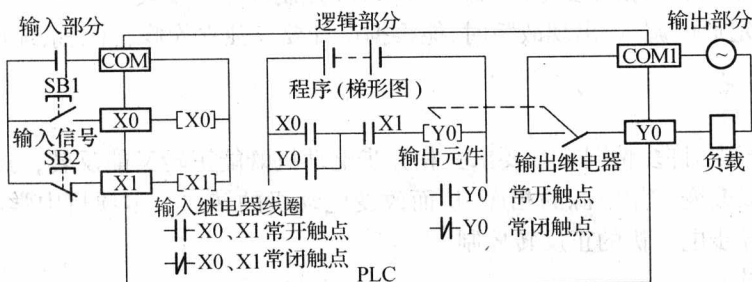


图 1-3 可编程控制器控制系统框图

输出端子是 PLC 向外部负载输出信号的窗口, 输出继电器的输出触点接到 PLC 的输出端子上, 若输出继电器得电, 其触点闭合, 电源加到负载上, 负载开始工作。而输出继电器由事先编好的程序 (梯形图) 驱动, 因此修改程序即可实现不同的控制要求, 非常灵活方便。

2. 松下 FP1 系列可编程控制器

(1) 认识松下 FP1 - C40 型可编程控制器的面板结构

松下 FP1 - C40 型可编程控制器的面板如图 1-4 所示。

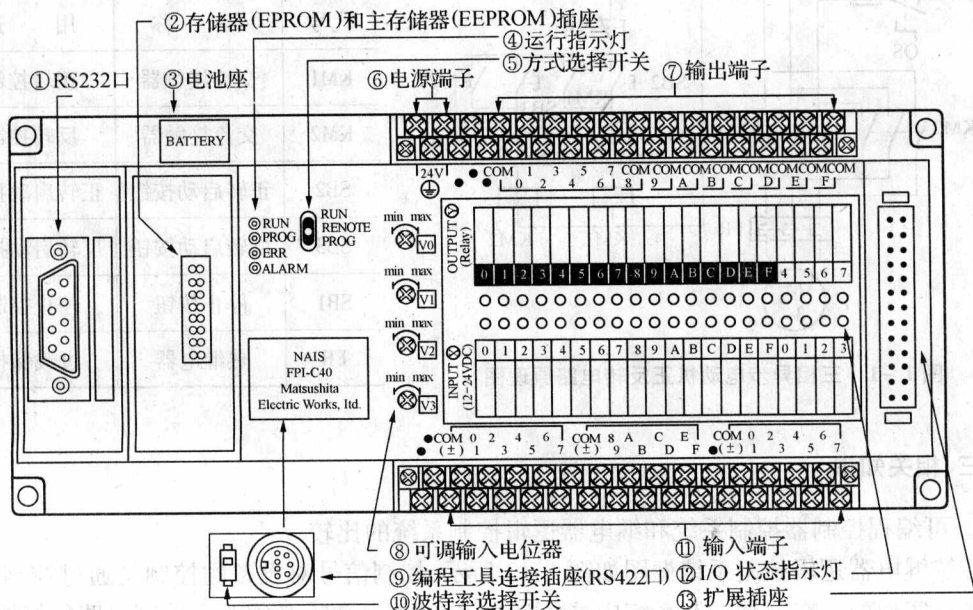


图 1-4 FP1 - C40 型可编程控制器、控制单元面板图

图 1-4 中:

①RS232 口 只有 C24、C40、C56、C72 的 C 型机才配有(C 型机带 RS232 口及日历/时钟),利用该口能与 PC 机通信编程,也可连接其他有关外接设备,如 I. O. P 智能操作板、条形码判读器和串行打印机。

②存储器 (EPROM) 和主存储器 (EEPROM) 插座 该插座用来连接 EPROM 和 EEPROM。

③备份电池座 当控制单元断电时,由蓄电池供电留住有效信息,电池寿命一般为 3~6 年。

④运行指示灯

“RUN”亮:程序正运行,当强制输入、输出(在“RUN”方式)时,该灯闪烁。

“PROG”亮:控制单元中止执行程序,可用手持编程器编程序。

“ERR”亮:发生自诊断错误。

“ALARM”亮:检测到异常情况或出现“Watchdog”定时故障。

⑤方式选择开关

“RUN”方式:控制单元运行程序。

“ROMOTE”方式:可使用编程工具(FP 编程器 II 或 NPST-GR 软件)改变 PLC 的工作方式为“RUN”或“PROG”。

“PROG”方式:可以编制程序。若在“RUN”工作方式下编制程序,则按出错对待,PLC 鸣响警报,提示编程者将方式选择到“PROG”。

⑥电源端子:FP1 型主机有交、直流两种电源形式,交流型接 100 V~240 V AC,直流型接 24 VDC。

⑦输出端子:C40 型主机有 16 个输出端,编号为 Y0~YF。其余类型详见后面的表 1-2。带“·”标记的端子不能作为输出端子使用。

⑧可调输入电位器:调节电位器可使你从外部向可编程控制器的某些固定数据寄存器输入数值在 0~225 之间变化的模拟量,C24 以下型号为 2 个可调输入电位器(V0,V1),C40 以上型号为 4 个可调输入电位器(V0~V3)。

V0 DT9040

V1 DT9041

V2 DT9042

V3 DT9043

⑨编程工具插座(RS422 口):用此插座外接电缆连接编程工具,如 FP 编程器 II 或安装 NPST 软件的 PC 机。

⑩波特率选择开关:波特率即数据传送速率,也就是每秒传送多少位二进制数,用“b/s”表示。当 PLC 外接编程工具时,应根据不同的外设选定波特率,FP 编程器 II 型(AFPI114)选择 19 200 b/s 或 9 600 b/s。带 NPST-GR 软件的 PC 机选择 9 600 b/s。

⑪输入端子:C40 型主机有 24 个输入端,输入电压范围为 12 V~24 V(DC),详细技术指标见项目三的表 3-3。带“·”标记的端子不能作为输入端子使用。

⑫I/O 状态指示灯:指示输入/输出的通断状态。当某个输入触点闭合时,对应于这个触点编号的输入指示发光二级管亮;当某个输出继电器接通时,对应这个输出继电器编号的输出指示发光二级管亮。

⑬扩展插座:连接 FPI 扩展单元或智能单元(FPI 的 A/D、D/A 转换单元)及 FPI 的 I/O LINK 单元。

(2) FPI 的内部寄存器及 I/O 配置

从工业控制器的角度来看 PLC, 可把其内部存储器看成不同功能的继电器(即软继电器), 由这些软继电器执行指令, 从而实现各种控制功能, 表 1-2 是 C40 型 PLC 的内部寄存器 I/O 配置一览表。

表 1-2 FPI - C40 型 PLC 控制单元寄存器 I/O 配置表

名 称	功 能 说 明	符 号	编 号 C24 C40
输入继电器	该继电器将外部开关信号送到 PLC	X(位)	208 点:X0 ~ X12F
		WX(字)	13 字:WX0 ~ WX12
输出继电器	该继电器将 PLC 执行程序的结果向外输出,驱动外设电器动作	Y(位)	208 点:Y0 ~ Y12F
		WY(字)	13 字:WY0 ~ WY12
内部继电器	该继电器不能提供外部输出,只能在 PLC 内部使用	R(位)	1008 点:R0 ~ R62F
		WR(字)	64 字:WR0 ~ WR62
特殊内部继电器	该继电器是有特殊用途的专用内部继电器,用户不能占用,也不能用于输出,但可作为接点使用	R(位)	64 点:R9000 ~ R903F
		WR(字)	4 字:WR9000 ~ WR9003
定时器	该接点是定时器指令的输出	T(位)	100 点:T0 ~ T99
计数器	该接点是计数器指令的输出	C(位)	44 点:C100 ~ C143
定时器/计数器设定值寄存器	该寄存器用来存储定时/计数器指令的预置值	SV(字)	144 字:SV0 ~ SV143
定时器/计数器经过值寄存器	该寄存器用来存储定时/计数器指令的经过值	EV(字)	144 字:EV0 ~ EV143
数据寄存器	该寄存器用来存储 PLC 内处理的数据	DT(字)	1660 字:DT0 ~ DT1659
特殊数据寄存器	该寄存器是有特殊用途的存储区	DT(字)	70 字:DT9000 ~ DT9069
索引寄存器	该寄存器用于存放地址和常数的修正值	IX(字)	一个字/每个单元,无编号
		IY(字)	
十进制常数寄存器	用于十进制常数	K	16 位常数(字):K - 32768 ~ K32767
			32 位常数(双字):K - 2147483648 ~ K2147483647
十六进制常数寄存器	用于十六进制常数	H	16 位常数(字):H0 ~ HFFFF
			32 位常数(双字):H0 ~ HFFFFFFFF

3. 相关指令

(1) ST、ST/和 OT 指令

①指令功能

ST:逻辑操作开始,将常开触点与左母线连接。

ST/:逻辑操作开始,将常闭触点与左母线连接。

OT:将逻辑运算结果输出,是继电器线圈的驱动指令。

②程序举例(表 1-3)

表 1-3 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	OT Y0	
	2	ST/ X1	
	3	OT Y1	

③指令使用说明

OT 指令不能直接从左母线开始(应用步进指令控制除外);OT 指令不能串联使用,在梯形图中位于一个逻辑行的末尾紧靠右母线;OT 指令可连续使用,相当于并联输出;如未进行特别设置,OT 指令在程序中对同名输出继电器只能使用一次。

(2) AN 和 AN/指令

①指令功能

AN:将常开触点与另一个触点串联,指令的操作数是单个逻辑变量。

AN/:将常闭触点与另一个触点串联,指令的操作数是单个逻辑变量。

②程序举例(表 1-4)

表 1-4 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	AN X1	
	2	AN/ X2	
	3	OT Y0	

(3) OR 和 OR/指令

①指令功能

OR:将常开触点与另一个触点并联,指令的操作数是单个逻辑变量。

OR/:将常闭触点与另一个触点并联,指令的操作数是单个逻辑变量。

②程序举例(表 1-5)

表 1-5 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	OR X1	
	2	OR/ X2	
	3	OT Y0	

(4)ANS 指令

①指令功能

ANS:将两个逻辑块串联,以实现两个逻辑块的“与”运算。该指令助记符后面不带操作数。

②程序举例(表 1-6)

表 1-6 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	OR X1	
	2	ST X2	
	3	OR X3	
	4	ANS	
	5	OT YO	

(5)ORS 指令

②指令功能

ORS:将两个逻辑块并联,以实现两个逻辑块的“或”运算。该指令助记符后面不带操作数。

②程序举例(表 1-7)

表 1-7 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	AN X1	
	2	ST X2	
	3	AN X3	
	4	ORS	
	5	OT YO	

(6) PSHS(入栈)指令、RDS(读栈)指令和 POPS(出栈)指令

①指令功能

PSHS:将本指令处以前的运算结果推入堆栈暂存,供反复使用。

RDS:读出由 PSHS 指令存储的结果。

POPS:读出并清除由 PSHS 指令存储的结果。

这三条指令统称为“堆栈”指令,所谓“堆栈”,是指一个有专门用途的存储区域。堆栈指令的操作数隐含。堆栈指令主要用于对梯形图的分支点进行处理。

②程序举例(表 1-8)

表 1-8 程序举例

梯 形 图	布尔非梯形图		时 序 图
	地 址	指 令	
	0	ST X0	
	1	PSHS	
	2	AN X1	
	3	OT Y0	
	4	RDS	
	5	AN X2	
	6	OT Y1	
	7	POPS	
	8	AN/ X3	
	9	OT Y2	

③指令使用说明

PSHS 指令用在梯形图分支点处最上面的支路;RDS 指令用在 PSHS 指令支路以下,POPS 指令以上的所有支路,可多次使用;当使用完毕时,最后的一条支路一定要用 POPS 指令来结束。

四、任务实施

1. 输入/输出分配表

三相异步电动机正反转控制电路的输入/输出分配见表 1-9。

表 1-9 三相异步电动机正反转控制电路输入/输出分配表

输入电器	输入点	输出电器	输出点
停止按钮 SB1(常闭)	X1	正转接触器 KM1	Y1
正转按钮 SB2	X2	反转接触器 KM2	Y2
反转按钮 SB3	X3		
热继电器触点 FR(常闭)	X4		

2. 输入/输出接线图

用松下 FP1-C40 型可编程控制器实现三相异步电动机正反转控制的输入/输出接线,如图 1-5 所示。

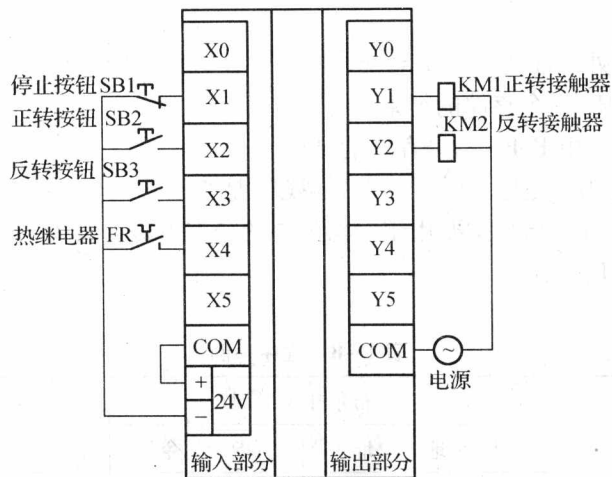


图 1-5 电动机正反转 PLC 控制系统的输入/输出接线图

3. 编写梯形图程序

根据三相异步电动机正反转的控制要求,编写梯形图程序如图 1-6 所示。

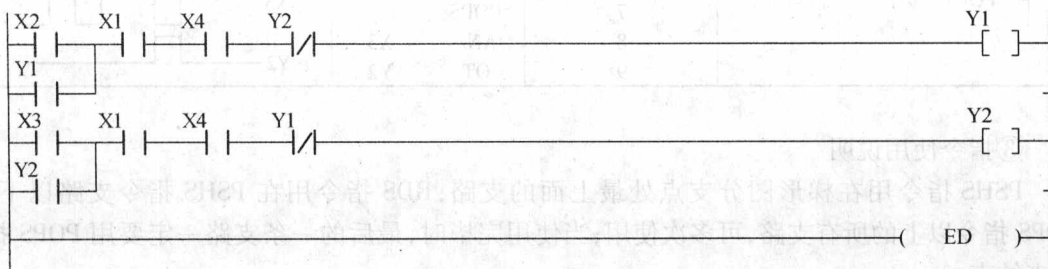


图 1-6 三相异步电动机正反转控制梯形图程序

根据图 1-6 的梯形图程序可写出指令语句如下：

0	ST	X 2
1	OR	Y 1
2	AN	X 1
3	AN	X 4
4	AN/	Y 2
5	OT	Y 1
6	ST	X 3
7	OR	Y 2
8	AN	X 1
9	AN	X 4
10	AN/	Y 1
11	OT	Y 2
12	ED	

4. 输入梯形图程序

(1) 打开编程软件, 进入编写梯形图程序界面, 点击“创建新文件”, 如图 1-7 所示。

(2) 选择 PLC 机型, 如图 1-8 所示。

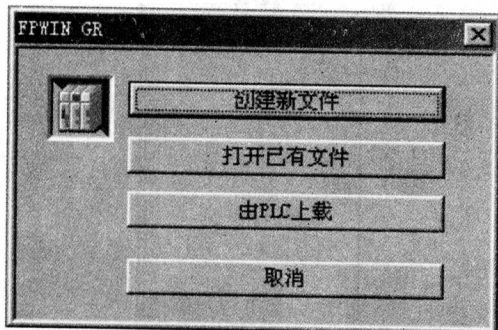


图 1-7 创建新文件

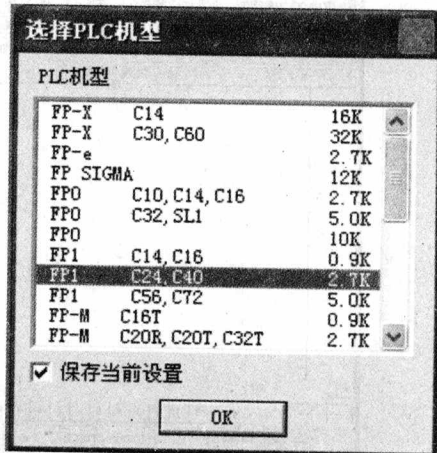


图 1-8 选择 PLC 机型

(3) 进入梯形图绘制界面, 如图 1-9 所示。

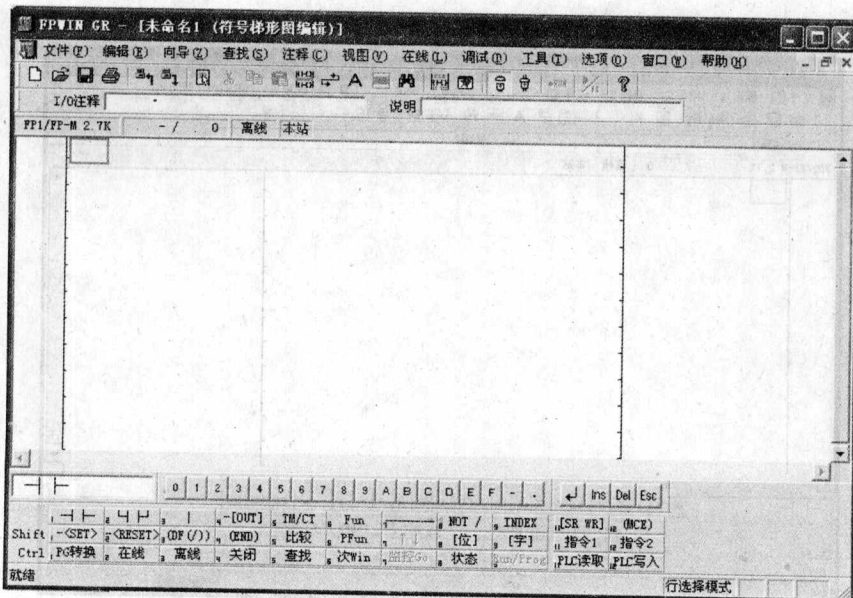


图 1-9 梯形图绘制界面

(4) 输入梯形图, 具体步骤如下所示。

① 点击功能键栏中的“初始加载·与”按钮, 如图 1-10 所示。

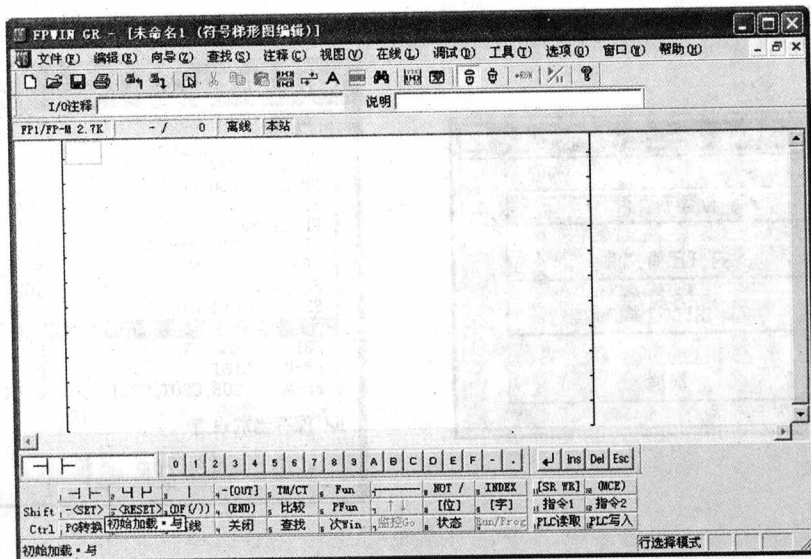


图 1-10 点击“初始加载·与”按钮

② 再点击“X”按钮, 如图 1-11 所示。

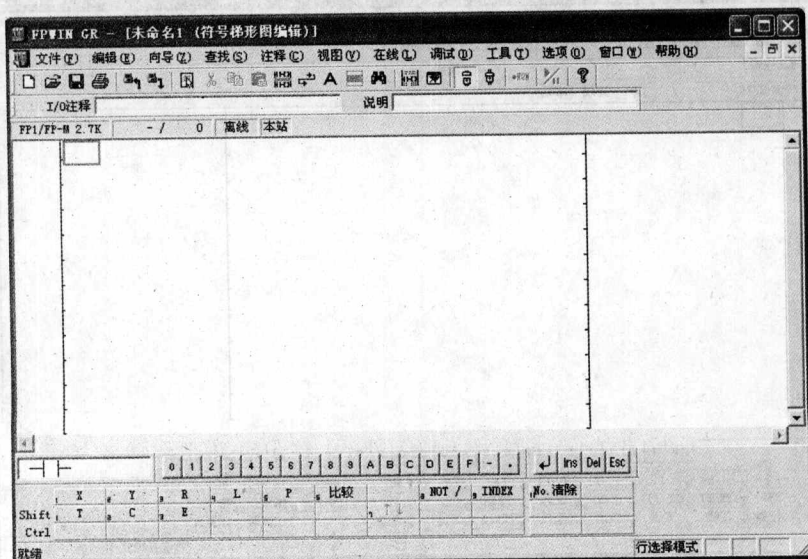


图 1-11 点击“X”按钮

③依次点击数字“2”按钮和输入键栏的“写入”按钮,如图 1-12 所示。

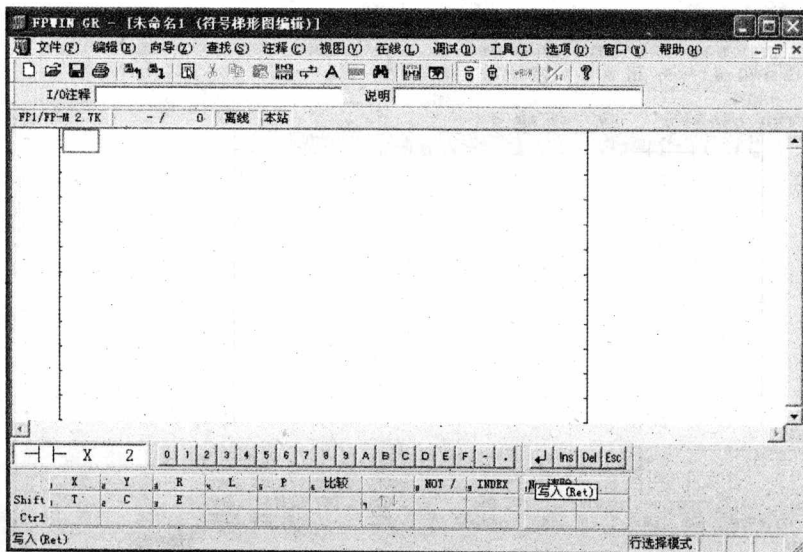


图 1-12 点击数字按钮输入

④至此完成一个 X2 常开触点的输入,如图 1-13 所示。

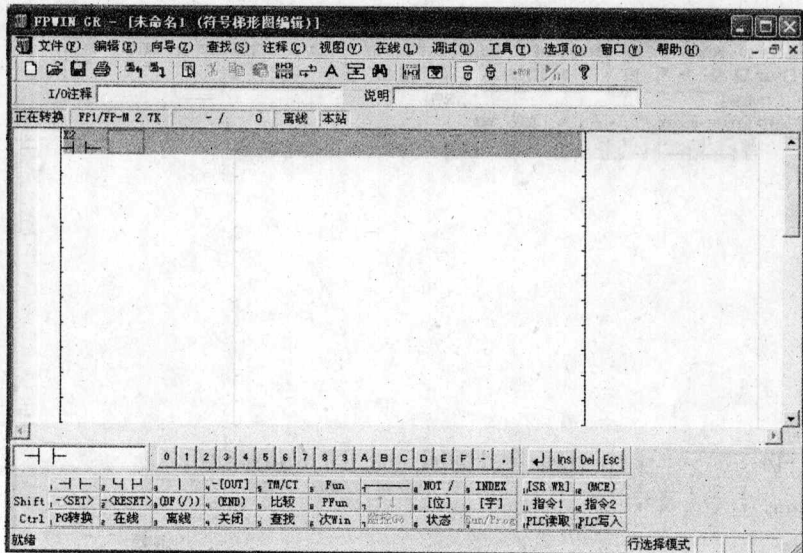


图 1-13 X2 常开触点输入完成