

# PLC项目式教学、 竞赛与工程实践

三菱PLC入门与提高

李志谦○编著

人机界面、变频技术、通信

中职组全国机电一体化设备组装与调试竞赛

PLC工程算法与实践



# PLC 项目式教学、竞赛与 工程实践

李志谦 编著



机械工业出版社

本书围绕三菱 PLC 控制技术展开,除了学习 PLC 的接线、经验法和步进法编程、功能指令的应用外,还融合了变频、人机界面、传感器测量、气压传动、步进、伺服、通信等自动化技术。本书注重理论和实践的统一,所有内容以项目式展开,全书分成 4 章:第 1 章是 PLC 技术的基础使用,是入门者必须掌握的知识和技能;第 2 章结合变频器和工程算法讲述 PLC 系统设计的技巧,其中包括 PLC 的工作原理、常用功能指令的使用、四层电梯控制、变频器的使用;第 3 章面向中职光机电一体化设备组装与调试竞赛,从安装到程序设计再到调试,全面解读当前竞赛技术;第 4 章针对 PLC 工程应用而编写,包括 PLC 与变频器、变频器与触摸屏的通信方法,FX<sub>ON</sub>-3A 模拟量模块的接线与控制,步进与伺服驱动器的使用,水锤效应解决方法。

本书可以作为职业院校机电、电气、自动化类专业学习 PLC 的一体化教材和中职组全国机电一体化设备组装与调试竞赛的指导书,也可以作为机电一体化技术的应用参考书和高级电工、技师的实训教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 项目式教学、竞赛与工程实践/李志谦编著. —北京:机械工业出版社, 2012. 4

ISBN 978-7-111-37750-4

I. ①P… II. ①李… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 046541 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 顾 谦 责任编辑:顾 谦 版式设计:霍永明  
责任校对:肖 琳 封面设计:陈 沛 责任印制:乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 15.5 印张 · 379 千字

0001—3300 册

标准书号: ISBN 978-7-111-37750-4

定价: 39.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

近年来,职业教育从原来以理论为中心的教学进入了理实一体化的变革,行动导向教学法为职业教育的课程改革提供了指引。在行动导向中项目法把焦点放在要解决的问题上,它可以拓展学习者的综合素质,将知识转化为实践。本书是PLC项目式课程改革的产物,它摆脱了强调前后逻辑的学术结构,打乱了传统的知识排序,把完整的知识点分解在各个项目中,所有的项目是一个系统,学完所有项目则掌握了PLC的基础知识和应用方法;同时每一个项目分解为各个由易到难、循序渐进的任务,可以让学习者明确要干什么,怎么去干。

在编写过程中,本书注重以能力为本位、学用结合、由浅入深、面向自动化类工作岗位的技能要求,涉及了PLC、变频、人机界面、传感器测量、气压传动、步进、伺服、通信等自动化技术,在PLC程序中讲解了作者多年来在程序设计上不断总结下来的PLC工程算法和编程技巧。在各个项目的讲解中,着重引导读者发现问题,追根溯源寻找答案;在内容选取上,考虑了全面性,力求在最简单的实训条件下完成学习,只要在PLC的输入/输出端接上几个开关和指示灯就能完成PLC的入门学习并打下扎实的基础;在层次上,前后几个项目的要求相同,但是解决的方法不同,深度不同,从多个角度让学习者领会PLC控制的内涵。

本书分为4章,方便自学,力求兼顾知识、方法、兴趣。第1章从初学者的角度介绍三菱PLC的软硬件组成,包含经验法、步进法两大程序模块,通过此部分的学习可以掌握PLC的接线方法和编程思路,让学习者达到入门水平。第2章针对PLC工作原理、功能指令的使用、变频器的使用、复杂系统的设计思路、编程技巧而编写,通过第2章的加强训练为学习者在机电、电气、自动化类工作岗位施展技能夯实基础。随着“普通教育有高考,职业教育有技能竞赛”国家政策的出台,各省市地区的职业技能竞赛纷纷开展,竞赛面向技能和工作岗位,自2008年参加过此类竞赛或经过此类竞赛训练的学生就业能力明显提高。第3章是作者自2008年指导学生参加机电一体化组装与调试竞赛的总结,编写这一部分的立足点不仅是为了竞赛的开展,更是为了让学习者涉足光机电一体化、电气控制安装与调试、自动化产品技术支持、机械检修、设备改造等工作岗位打下基础。第4章是拓展部分,它围绕当前工业控制的自动化技术潮流而编写,涉及以PLC为中心的综合应用,学习这部分内容可以提高从业人员的工程设计和技术应用能力。

为了凸显程序思维,编写一本适合学生在校能作为起步教材和技能竞赛教材、在社会能作为工程深入应用的技术参考书,作者把梯形图转换为指令的学习放在了附录中,当前给PLC写入程序大多采用计算机通过软件进行,梯形图在软件中直接能转换为指令表,学有余力者掌握梯形图与指令表之间的转换可以提高编程速度。

本书可以作为职业院校机电、电气、自动化类学生学习PLC的入门教材,作为中职组全国机电一体化组装与调试竞赛的指导书,作为从事自动化技术工作的毕业生和工程人员的

技术资料，同时也可作为高级电工、技师的实训教材。

在学习的过程中，一般人会从模仿到举一反三再到无师自通，知识会淡忘，技能会内化，能力会沉淀，我们需要的就是通过锻炼和思考积累下来的能力。希望本书能给读者在学习 PLC 技术中提供参考和帮助，由于作者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正，欢迎通过以下邮箱与作者交流：[xzunion@21cn.com](mailto:xzunion@21cn.com)。

李志谦

2012 年 5 月

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 PLC 基础项目模块</b> .....	1
1.1 项目一 PLC 结构及其应用观察 .....	1
任务一 拆装 PLC 保护盖、观察扩展口、编程口、通信线、输入输出端子的层叠排列、 后备电池 .....	1
任务二 了解 PLC 的发展、特点和工业应用 .....	1
1.2 项目二 PLC 接线与电气接线对比 .....	4
任务一 用交流接触器实现电动机起保停控制 .....	4
任务二 PLC 编程软件的使用 .....	7
任务三 PLC 编程实现 LED 灯（或电动机）的点动控制 .....	12
1.3 项目三 常用软元件 X、Y、T、C、M、D 的观察 .....	13
任务一 识别 PLC 各类软元件 .....	13
任务二 熟悉梯形图绘图八点规则，编程时避免语法错误 .....	16
任务三 观察有语法错误的梯形图的现象 .....	17
任务四 观察定时器和计数器的工作原理 .....	18
1.4 项目四 按钮 SB、SA 实现灯起保停、延时、互锁控制 .....	19
任务一 分清 SA 与 SB 的区别 .....	19
任务二 设计 PLC 起保停控制梯形图 .....	19
任务三 定时器实现灯（设备）延时 5s 启动和延时 3.5s 停止 .....	23
任务四 编程实现两设备互锁工作 .....	24
1.5 项目五 定时器振荡实现设备轮流工作 .....	26
任务一 编程实现指示灯 1s 闪 1 次 .....	26
任务二 编程实现指示灯 1s 闪 3 次 .....	28
1.6 项目六 计数器实现设备不同工作方式的控制 .....	29
任务一 比较计数器和定时器工作的不同 .....	29
任务二 计数器实现灯闪次数的限制 .....	30
任务三 计数器一分为多实现设备不同的工作方式 .....	31
任务四 定时器 + 计数器实现设备 8h 切换工作 .....	33
1.7 项目七 流水灯设计 .....	34
任务一 学习步进法的使用要素 .....	34
任务二 编程实现 L1 ~ L4 4 个灯隔 1s 亮一个（每次只亮一个） .....	37
任务三 编程实现 L1 ~ L4 4 个灯逐个点亮，再一起熄灭 .....	38
1.8 项目八 步进法实现交通灯控制 .....	40
任务一 写出生活中交通灯的控制流程 .....	40
任务二 划分交通灯的转移状态和转移条件，确定 I/O 接线图 .....	40
任务三 写出交通灯单流程和并行流程结构的 SFC .....	41
1.9 项目九 步进电动机多速选择 .....	44

任务一 根据步进电动机结构原理控制步进电动机 1s 转一个角度 .....	44
任务二 编写一个可以选择步进电动机方向和工作速度的程序 .....	44
本章小结 .....	47
作业 .....	47
<b>第 2 章 PLC 提高项目模块 .....</b>	<b>49</b>
2.1 项目一 标准 I/O 接线图绘制 .....	49
任务一 学习针对 PLC 的电气制图方法 .....	49
任务二 画一个标准的 I/O 接线图 .....	52
2.2 项目二 奇妙的循环扫描 .....	53
任务一 了解 PLC 循环扫描的工作原理 .....	53
任务二 用一个定时器实现灯 Y0 1s 闪一次 .....	54
2.3 项目三 经验法与功能指令实现交通灯 .....	55
任务一 用基本指令实现交通灯 .....	55
任务二 功能指令实现绿灯时间可调 .....	57
任务三 用 MOV 指令和触点比较指令实现交通灯 .....	60
2.4 项目四 五人抢答器设计 .....	62
任务一 抢答任务分析 .....	62
任务二 用七段数码管实现二进制 0~9 的译码显示 .....	63
任务三 抢答器设计 .....	65
2.5 项目五 功能指令实现流水灯控制 .....	68
任务一 学习左移、右移指令的使用 .....	68
任务二 编程实现流水灯的控制要求 .....	68
2.6 项目六 四层电梯控制 .....	70
2.7 项目七 变频器的使用 .....	77
任务一 学习变频器的基本结构与设置 .....	78
任务二 用 PU 模式控制电动机运行 .....	86
任务三 通过变频器外部开关实现电动机起停、正反转、三段速 .....	87
任务四 变频器实现电动机七段速、十五段速控制 .....	88
任务五 PLC 控制变频器自动变速 .....	89
本章小结 .....	90
作业 .....	92
<b>第 3 章 光机电一体化竞赛技术 .....</b>	<b>94</b>
3.1 项目一 光机电一体化设备的安装技术 .....	95
任务一 准备安装工具, 初步检测传感器好坏 .....	95
任务二 阅读安装图, 先易后难, 先粗后精, 逐一安装各部件 .....	97
任务三 把各元件电气线路接入接线端子排 .....	112
任务四 根据气路图连接气管并绑扎 .....	115
任务五 连接 PLC I/O 接线图 .....	117
任务六 熟悉各传感器的使用, 初步检测各部件是否正常工作 .....	119
3.2 项目二 I/O 接线图和气动系统图绘制的技巧 .....	123
任务一 认识电气制图的一般规则 .....	123
任务二 练习 I/O 接线图各元器件的绘制 .....	125
任务三 练习气图各元器件的绘制 .....	128

任务四 绘制完整的 I/O 接线图和气动系统图 .....	128
3.3 项目三 2008 年竞赛试题编程详解——程序思维的建立 .....	132
任务一 第一次读题, 找出全局性元素 .....	132
任务二 第二次读题, 开始编程 .....	135
任务三 讨论试题可以出现的其他要求和用到的编程技巧 .....	145
3.4 项目四 细数机电一体化竞赛设备工作方式——破解各技术难点 .....	147
任务一 从 2009 年全国竞赛题学习屏蔽算法的应用 .....	147
任务二 用先进先出指令实现万能分拣和连续下料 .....	156
任务三 运行过程中实现任意排列的实时改变 .....	162
3.5 项目五 PLC 故障诊断技术 .....	163
本章小结 .....	166
<b>第 4 章 工程应用模块</b> .....	<b>168</b>
4.1 项目一 用 PU 口实现变频器与触摸屏通信 .....	168
任务一 制作变频器与触摸屏的通信线 .....	168
任务二 设置变频器的通信参数 .....	169
任务三 建立触摸屏组态界面 .....	171
任务四 调试系统, 解决实际问题 and 错漏之处 .....	174
4.2 项目二 变频器与 FX <sub>0N</sub> -3A 在控制中的应用 .....	174
任务一 校准 FX <sub>0N</sub> -3A 的输入输出特性 .....	174
任务二 连接变频器与 PLC .....	178
任务三 编程实现变频器的调速 .....	178
4.3 项目三 用 485BD 实现变频器与 PLC 的通信 .....	179
任务一 制作 485BD 与变频器的通信线 .....	179
任务二 根据 RS-485 的通信格式设置变频器参数和确定 PLC 指令 .....	180
任务三 编写控制程序和使用触摸屏监视运行 .....	186
4.4 项目四 步进与伺服控制 .....	190
任务一 用 PLC 直接控制步进电动机 .....	190
任务二 用步进驱动器控制步进电动机 .....	194
任务三 连接伺服驱动器与伺服电动机 .....	196
任务四 PLC 实现伺服控制 .....	200
4.5 项目五 用程序方法解决恒压供水的技术难题 .....	201
任务一 分析恒压供水的系统结构和硬件需求 .....	202
任务二 实现传统恒压供水的控制 .....	204
任务三 寻求解决水锤效应的方法 .....	211
本章小结 .....	215
<b>附录</b> .....	<b>216</b>
附录 A 基本指令学习 .....	216
附录 B 变频器参数一览表 .....	220
附录 C FX <sub>2N</sub> 功能指令一览表 .....	225
附录 D 2010 年全国机电一体化竞赛题 .....	227
<b>参考文献</b> .....	<b>238</b>



# 第1章 PLC基础项目模块

可编程序控制器（PLC）是基于微处理技术的通用工业自动控制设备，可在工业环境下控制开关量和模拟量，广泛用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业。PLC技术已成为当今世界技术的潮流，作为工业自动化的三大支柱（PLC技术、机器人、计算机辅助设计与制造）之一的PLC技术，将会占据越来越重要的位置。

从本章开始，我们开始进入PLC学习的殿堂，在这里你将享受到PLC项目式课程改革的成果，轻松完成PLC的入门学习任务。

## 1.1 项目一 PLC结构及其应用观察

### 任务一 拆装PLC保护盖、观察扩展口、编程口、通信线、输入输出端子的层叠排列、后备电池

根据图1-1的指示，可以不需拧动螺钉就见到PLC各接口的外形，PLC的主机模块功能是有限的，所以它留有扩展功能的接口来扩充主机模块的功能，例如增加输入/输出的触点数量、处理模拟信号、高速计数等。本书第1章~第3章以FX<sub>2N</sub>-48MR系列PLC为例说明其编程和使用方法。三菱品牌的PLC命名方法如图1-2所示，接线端子是层叠错开的，其中48点的可编程序控制器输入输出点如图1-3所示。

从图1-3可以看到，L、N是接入220V工作电源的接线端，还有一个接地端 $\perp$ ，输入端只有一个公共信号接点COM，PLC集成的24V直流电源是供给传感器使用的，FX<sub>2N</sub>-48MR系列的PLC最大可以输出460mA电流。输出继电器分成5个组：COM1管Y0~Y3；COM2管Y4~Y7；COM3管Y10~Y13；COM4管Y14~Y17；COM5管剩下的输出继电器Y20~Y27。输出继电器触点可以接AC220V电流不超过2A/点的阻性负载。

根据图1-1和图1-3的演示尝试拆开PLC的外壳，对PLC的各接口有一个初步的感性认识。图1-4是PLC编程线的外形，8针的一端连PLC的编程口，9针的一端连计算机的串口。

### 任务二 了解PLC的发展、特点和工业应用

#### 1. PLC的定义

PLC在结构上是一台不折不扣的计算机，不过它不是一台用于办公、游戏、设计的普通计算机，它是一种稳定性、可靠性要求较高的工业计算机。在工业生产中，对于一些长期工作的工业计算机用空调器给其散热，保证其内部元件不会因为温升而工作出错，因为运算出错有可能造成控制故障发生事故。

1987年国际电工委员会（IEC）对PLC作出了以下定义：PLC是一种专门在工业环境

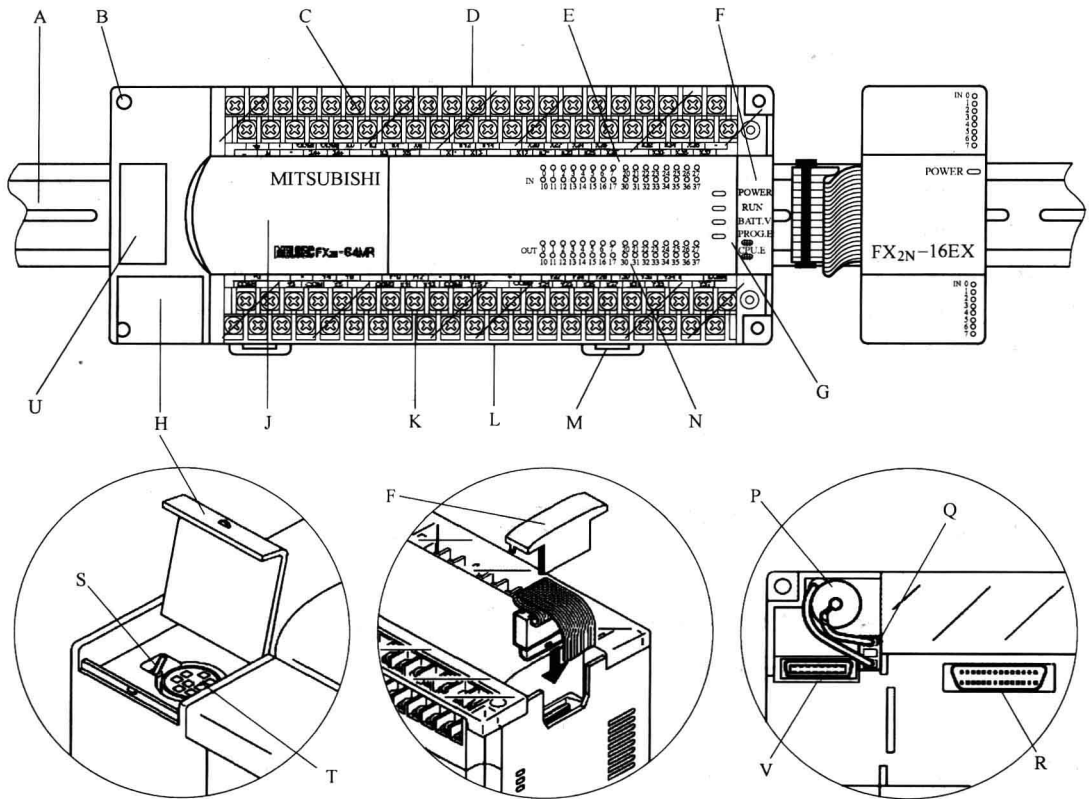


图 1-1 PLC 外部拆解图

A—安装导轨 B—安装孔 C、K—输入输出接线端子 D、L—接线端子盖板 E—输入指示灯  
 F—扩展单元、扩展模块、特殊单元、特殊模块接线座盖板 G—电源指示 Power、运行指示 Run、  
 电池电压指示 Battv、出错 Error 指示灯 H—编程口盖板 J—面盖 M—导轨卡子 N—输出指示灯  
 P—锂电池 Q—锂电池连接底座 R—另选存储滤波器安装插座 S—RUN/STOP 开关  
 T—编程器、触摸屏等通信接口 U—外围设备插座 V—功能扩展插座

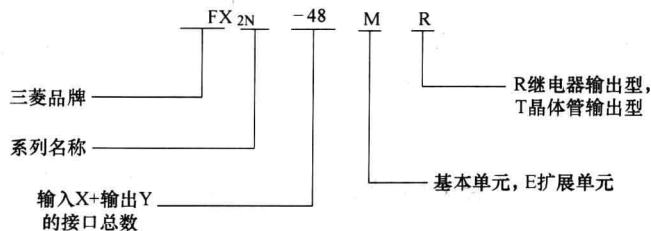


图 1-2 三菱 PLC 命名规则

下应用而设计的数字运算操作的电子装置，它采用编制程序的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、定时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关指令的外围设备都应按照易于与工业控制系统形成一个整体、易于扩展其功能的原则而设计。

				COM	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	X20	X22	X24	X26	●
L	N	●	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	X21	X23	X25	X27		
FX <sub>2N</sub> -48MR																	
	Y0	Y2	●	Y4	Y6	●	Y10	Y12	●	Y14	Y16	Y20	Y22	Y24	Y26	COM5	
COM1	Y1	Y3	COM2	Y5	Y7	COM3	Y11	Y13	COM4	Y15	Y17	Y21	Y23	Y25	Y27		

图 1-3 PLC 接线端子

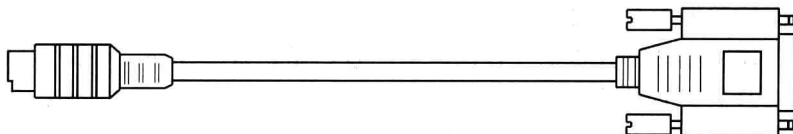


图 1-4 三菱 PLC 编程通信线

## 2. PLC 的发展

从 1969 年美国数字设备公司生产第一台 PLC 至今，PLC 技术不断更新和发展，表 1-1 列出了 PLC 的发展历程。

表 1-1 PLC 的发展历程

时 间	进 程
1969 年	美国数字设备公司研制出具有逻辑控制、定时、计数的首个 PLC
20 世纪 70 年代	将微处理器嵌入到 PLC 中,使其具有运算、数据传输等功能
20 世纪 70 年代中后期	PLC 向高速度、超小型、高可靠性发展,拓展了模拟运算、PID 运算功能
20 世纪 80 年代	在先进工业广泛应用,我国开始研制并应用自主设计的 PLC
20 世纪 90 年代以来	随着 PLC 应用的普及,PLC 教学开始在大中专学校推广

## 3. PLC 的主要特点

### (1) 可靠性高

PLC 采用大规模集成电路技术生产后，抗干扰能力得到大大增强。如果在工业控制中计算机出现“死机”、信号错乱等故障，对生产是很危险的。三菱 PLC 平均无故障时间达到了 30 万 h 以上。

### (2) 功能强大，扩展性好

除主机模块外还可以根据功能需要扩接其他功能模块，使 PLC 的应用场合更加广泛，对于复杂的数据处理算法、通信、高速控制，PLC 均能实现。

### (3) 程序设计、改造容易

PLC 的程序设计采用了电气线路的逻辑思想，容易入门，让编程者快速掌握其编程方法。如果要对 PLC 控制的系统进行改造，不会对原来的程序造成很大的修改。

## 4. PLC 的工业应用

对一般自动控制的场合，例如电梯、印刷、流水线的开关信号较多，从一个数字计算机的角度 PLC 对开关量的处理是最基本的功能。在处理工业四大参数（温度、压力、流量、

液位) 以及速度等模拟量控制中, PLC 通过功能扩展可以有效应用于模拟信号的处理。值得一提的是, 现场总线技术的推广使得 PLC 控制中心的位置更为凸显, PLC 也将不断增强通信、数据处理等功能。

## 1.2 项目二 PLC 接线与电气接线对比

### 任务一 用交流接触器实现电动机起保停控制

在电力拖动的课程中我们学过各种电动机控制, 现在我们先复习一下电动机起保停的控制原理。请大家按照图 1-5 接线并调试电动机控制电路。

起保停电气控制原理: 分析电气控制电路的技巧是把各个动作元件的顺序标在图上, 根据顺序来理解电路的原理。在图 1-5 中①打上总开关 QF→②按下起动按钮 SB1→③线圈 KM1 得电→④交流接触器的常开主触头闭合让电动机 M1 得电工作→常开辅助触头 KM1 闭合, 在 SB1 松开后线圈 KM1 依然自锁得电→⑤当按下停止按钮时电动机因为 KM1 断电而停止。

在实际的电气控制接线中, 标号相同 (KM1) 但符号不同表示同一个元件不同的部分, 初学者最难理解的是图 1-5 中 3 个 KM1 代表什么意思, 接线对应的是交流接触器的哪个位置。

PLC 开发初期是用于电气控制电路的改造的, 图 1-5 的电气控制电路如果要用 PLC 来改造可以改成图 1-6 的接线方式, 但是 PLC 只能代替控制电路, 不能代替主电路, 电气控制系统主电路都是比较简单的, 复杂部分在于控制电路, 故障也往往发生在控制电路中, 用 PLC 程序代替控制电路后, 不会出现控制电路的硬件故障。所以图 1-5 中点画线左边的主电

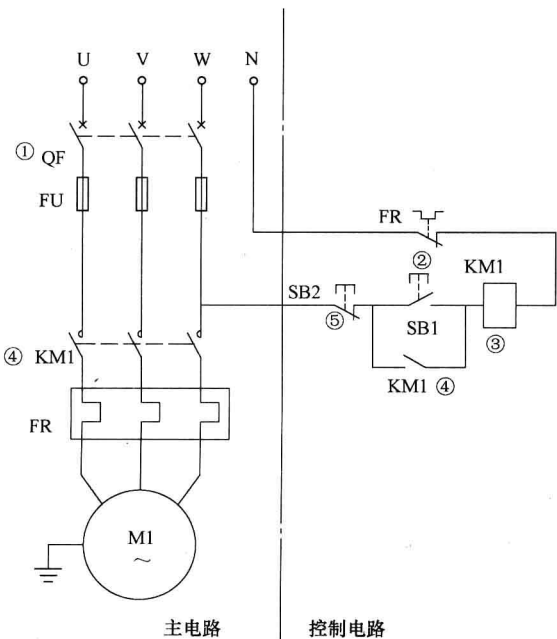


图 1-5 起保停电气控制电路

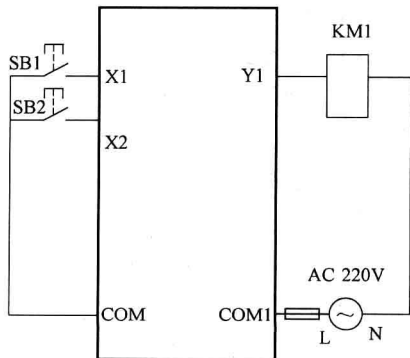


图 1-6 起保停 PLC 改造接线

路在 PLC 改造中是依然保留的。

PLC 代替控制电路后，控制电路的工作就交给 PLC 内部的程序来完成了，图 1-6 的起保停控制程序如图 1-7 所示。读者现在不需理解图 1-7 的原理，在后续章节中会学习到，有了改造的接线还需要 PLC 的程序来实现起动、自锁、停止等控制功能，也就是说 PLC 的硬件控制电路用软件程序来代替了。

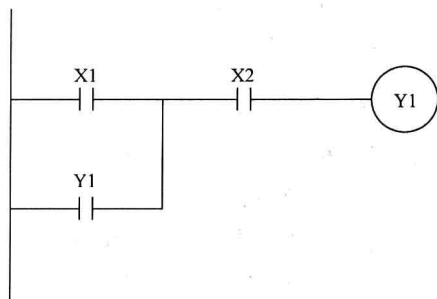


图 1-7 起保停的 PLC 控制程序

PLC 的输入端子可以用于接收外部命令，例如按钮、开关、传感器等信号，开关、按钮属于无源器件，只要接到 X-COM 间就可以获得信号，接线例子如图 1-8 所示。但对于光电传感等三线有源器件必须给其供电，光电传感器与 PLC 的接法如图 1-9 所示，给传感器供电的电源可以使用 PLC 输出的 24V 电压，也可以另加稳压电源给传感器供电，但是要像图 1-9b 那样注意共地（稳压电源输出的负极与 PLC 的 COM 连在一起）。

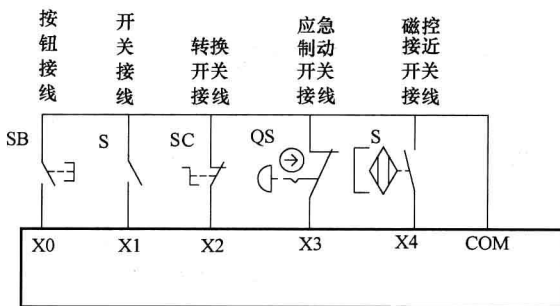


图 1-8 无源器件接线

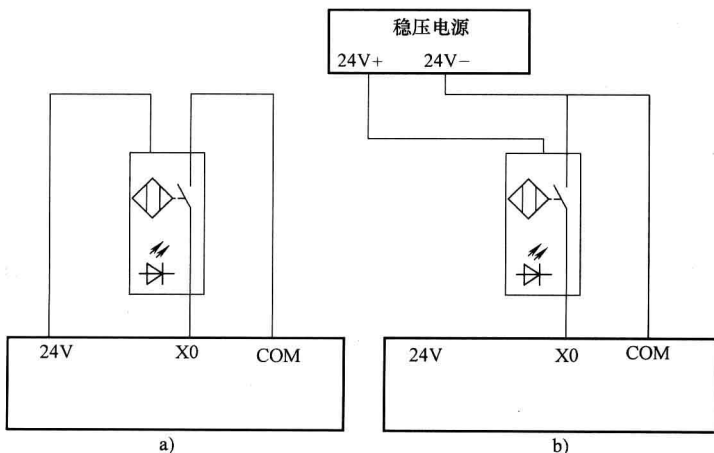


图 1-9 传感器接线

a) PLC 内部供电 b) PLC 外部供电

PLC 的输出端子接线要根据负载的工作电压来确定，图 1-6 的交流接触器使用的是 220V 电源，但对于 MT 型（晶体管输出）PLC 就不能接受 220V 电压了，对 MT 型或 MR 型 PLC 接 24V 负载的接线方式如图 1-10 所示。

**思考：**为何图 1-10 中 24V 电源正极要接到 PLC 的 COM 端子，接负极不行吗？

在图 1-6 中，把相线接到 COM 端而不是把零线接到 COM 端，是基于安全原则考虑：在电源中，人一般碰到相线会触电，碰到零线是安全的，把相线接入 PLC 接线端子再用端子盖板把线头盖住，人不容易接触到相线；因为交流负载没有正负极之分，因此把相线、零线调换，图 1-6 的线圈 KM1 也能正常工作。PLC 的输出端 Y 端有输出，只相当于一个开关闭合，这个“开关”没有足够的能量让 PLC 的外部负载工作，而且 PLC 也不应该直接控制大功率负载，根据弱电控制强电的思路，PLC 可以通过控制继电器的线圈让其触点闭合，再用触点接通大功率的负载。在图 1-10 中，由于负载是一个 LED（发光二极管），它是有正负极之分的，像把正极接到 COM 端，电流才能按以下路径从电源的正极流回负极：24V 正极 → 熔断器 → COM1 → Y1 → LED + → LED - → 24V 负极。如果把 LED 换成没有正负极之分的灯泡，24V 电源正负极调换接灯泡是能正常工作的。

因此，除了要根据负载的特性来选择电源功率外，还要注意一些有正负极之分的负载对电源接法的要求。

**思考：**工程人员是如何根据 PLC 的 I/O 接线图施工的？

PLC 看图施工的过程是以 PLC 为中心，从 PLC 出发接起，最终又回到 PLC，只要看一条线接一条线就不会出现漏接情况。图 1-11 的箭头清楚地指出了接线思路。例如，接输入部分时：从 X1 出发接一条线到按钮 SB1 的入线端 → 从 SB1 的出线端接一条线回 PLC 的 COM 端；接输出部分时：从 Y1 出发接一条线到灯泡 → 灯泡的另一端接到电源的负极 → 电源的正极接到熔断器 → 熔断器的另一端接回 PLC 的公共端 COM1 端。

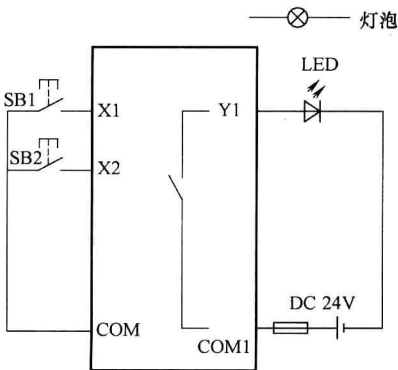


图 1-10 输出端子接线

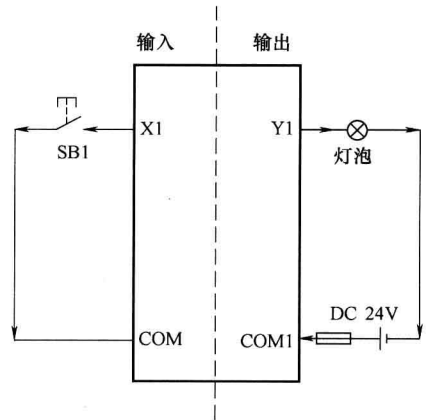


图 1-11 看图接线的方法


对于不同电压等级的负载，要分开接到 PLC 不同组的输出继电器，例如 COM1 端接了 220V 的负载，则 24V 型的负载不能接到 COM1 管的 Y0 ~ Y3 上，要接到另外的输出继电器组。

## 任务二 PLC 编程软件的使用

在完成 PLC 的接线后，负载丰富多样的工作方式就可以通过 PLC 的程序来改变了。例如：当起动按钮 SB1 有信号输入，PLC 可以控制 Y1 所接的交流接触器工作，从而让电动机 M1 马上进入运行；也可以在 SB1 起动信号有效后延时起动；还可以用一个按钮 SB1 来控制电动机 M1 的起动和停止。这些工作方式的改变不需修改接线，只要对 PLC 程序进行修改即可，因此掌握 PLC 的编程是掌握可编程序控制技术的关键。过去，当个人计算机比较贵的时候，人们是用手写编程器来对 PLC 进行编程的，随着计算机的普及各 PLC 厂家均开发了属于自己的编程语言和编程软件，至今还没有一种通用的 PLC 编程语言，但无论哪一个厂家其编程语言大都采用梯形图形式。梯形图是由电气控制图的逻辑转换而来的，它也含有线圈、触点、自锁、互锁、定时等电气控制的环节，由于梯形图左右母线之间的程序行像梯子的梯级，因此人们形象地称其为“梯形图”。除了梯形图外，指令表、功能块图也是 PLC 常用的编程语言。

本任务介绍三菱 PLC 编程软件的使用，考虑到指令表不能形象地体现逻辑和排查程序故障，本书着重讨论梯形图的编写让读者深入了解 PLC 的内涵，指令表可以提高修改程序的速度，PLC 指令的学习请读者参考附录 A 基本指令学习。

当前三菱 PLC 的编程软件有 FX-PCS/WIN 和 GX Developer 两款，其中 FX-PCS/WIN 操作简单，响应速度快，步进指令结构清晰，当读者学完 FX-PCS/WIN 再自学 GX Developer 是很容易的，两款软件的快捷键操作是相同的，GX Developer 还嵌入了仿真功能以及批量监视工作元件的功能。本书只详细介绍 FX-PCS/WIN 的使用方法。FX-PCS/WIN 使用步骤如下：

第一步，双击电脑桌面图标，弹出图 1-12 所示的界面，把鼠标移到虚线框位置显示“新文件”的提示，点击鼠标左键在图 1-13 中选择使用的 PLC 类型。

新建文件的方法也可以通过文件菜单的“新建”功能实现，PLC 的类型要设置正确，否则程序送进 PLC 执行时 PLC 会警告或出错。我们选用的是 FX<sub>2N</sub> 系列的 PLC，因此保持图 1-13 的默认值，点击“确认”进入梯形图编程界面。

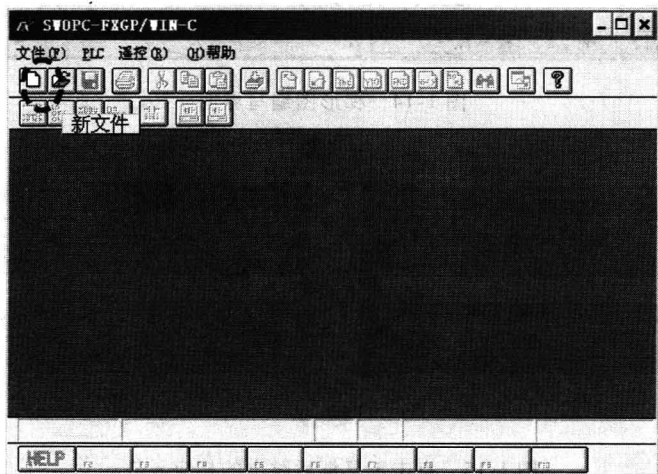


图 1-12 新建文件界面

第二步，在图 1-14 所示的梯形图编辑界面中编写梯形图。

梯形图的编写可以通过工具箱把元件调出来放在梯形图绘图区上，例如图 1-7 的程序模样，梯形图制图中要画成一样的格式才能在执行“转换”时让软件审核通过。

如果要选用 X1 元件，则在图 1-15a 中间的空白输入处打入“X1”点击“确认”即可。编程软件

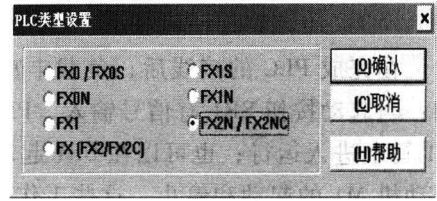


图 1-13 PLC 类型选择

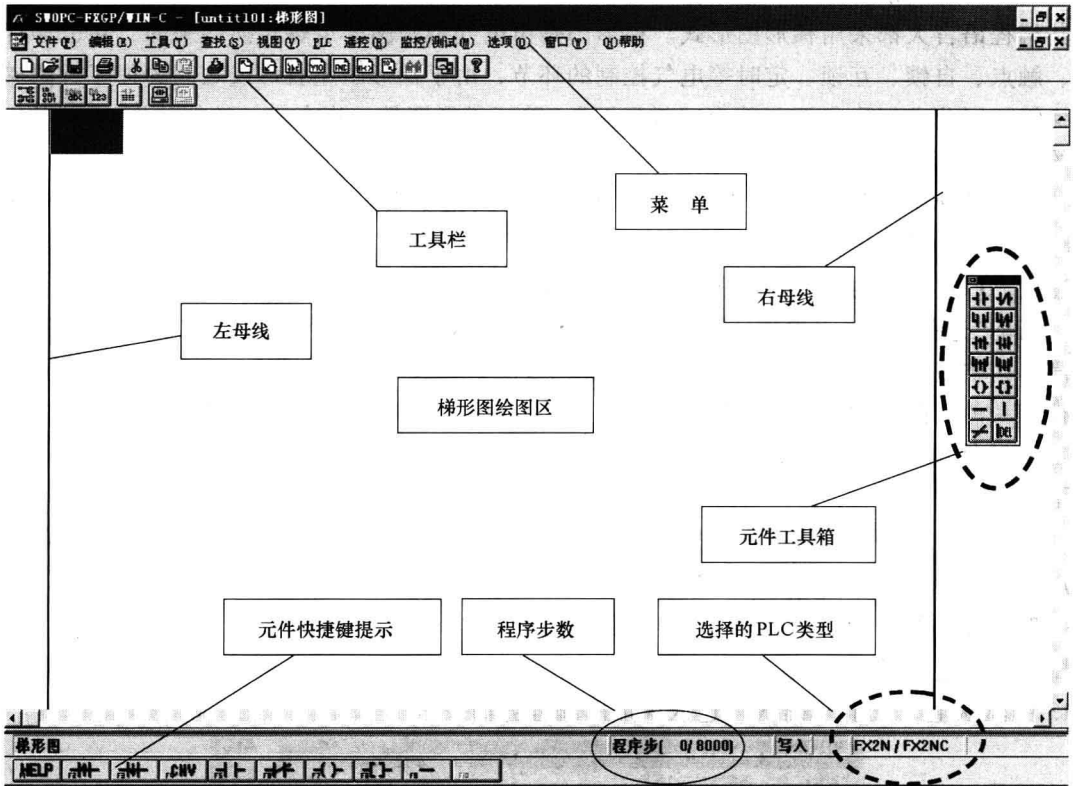
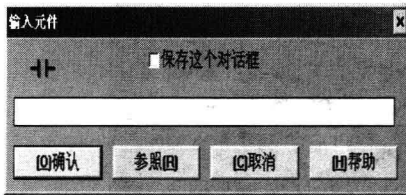
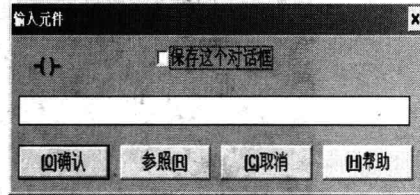


图 1-14 梯形图编写界面



a)



b)

图 1-15 点击工具箱后跳出的相应元件

a) 常开触点输入框 b) 线圈输入框



对大小写不敏感，写成“x1”也是可以的。在标准的制图中，线圈用一个圆圈表示，如图 1-7 中的 Y1 所示，但这个软件把线圈用“( )”来表示。每一次编程结束后需要打一个“END”标记表示编程结束，“END”的写入通过工件箱的“功能框”写入或者直接贴近左母线后用键盘打“‘END’→回车”即可。

如果进入软件时找不到图 1-14 所示的界面，可以通过把鼠标移到图 1-16 的工具栏，当显示“梯形图视图”时点击该按钮即可。

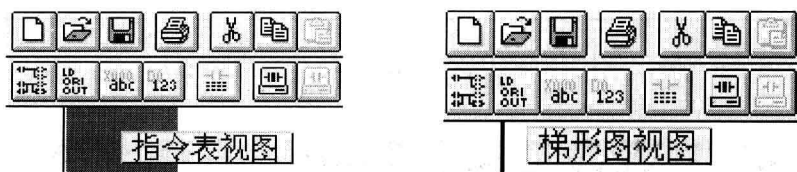


图 1-16 两视图间的切换

第三步，把编好的程序执行转换。

图 1-7 所示的程序在软件中编写如图 1-17 所示，接着执行菜单操作“工具→转换”后，图 1-17 灰色的梯形图区域就会变成图 1-18 的白色，这表示梯形图符合了制图规则，软件检测通过了。转换功能还可以通过工具栏的“转换”快捷键或键盘 F4 键来实现。转换的目的是把梯形图转换为指令，PLC 执行的是指令而不是梯形图，梯形图只是我们命令 PLC 工作的语言，因此转换是必需的。指令表视图在转换前每一行均显示 NOP，但转换后会出现图 1-19 所示的程序，这说明梯形图转换成功了。如果学习了附录 A 的指令使用方法后，在指令表直接修改程序时梯形图会生成相应的触点和线圈图形。梯形图和指令表是统一的，用哪一种编程都可以，只不过梯形图要经过转换才能得出指令表，而指令表的编写软件自动转换为梯形图。

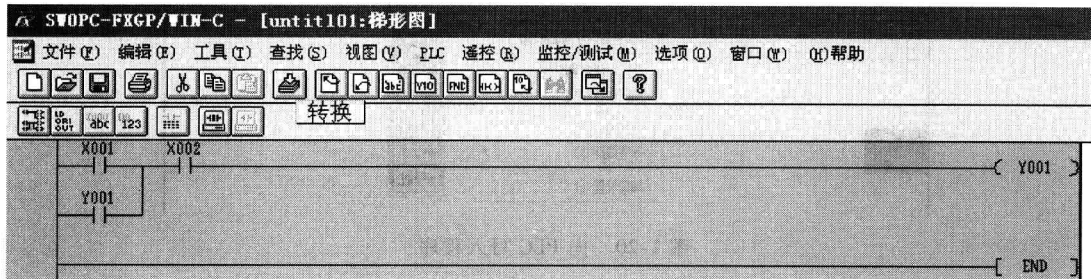


图 1-17 转换前程序

第四步，把写好的程序送入 PLC 执行。

如图 1-20 所示，通过执行菜单“PLC→传送→写出”调出图 1-21 所示的对话框，确定终止步后点击“确认”。起始步和终止步是整个梯形图的行数，在图 1-20 左母线处有显示，送少了程序行 PLC 执行将出错，少送了 END 这一行，PLC 的错误指示灯 Error 将闪烁。另外如果不知道送入的终止步是多少，可以看图 1-14 下方的“0/8000”，若显示“3/8000”则终止步写成 3 即可。在“3/8000”中“3”表示转换后程序占用 PLC 内存的行数，“8000”表示 PLC 最多可以写 8000 行程序。