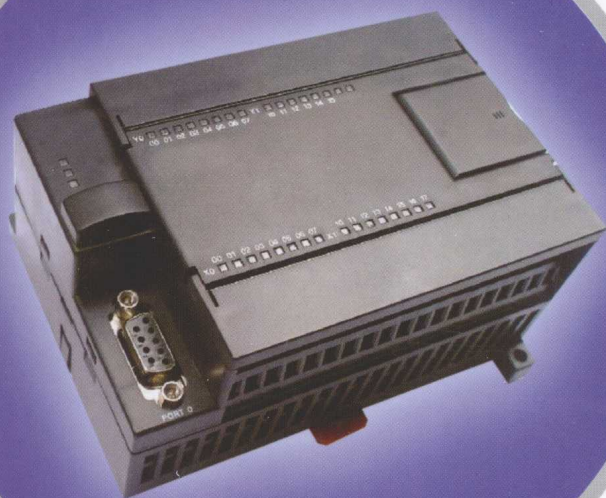


PLC、变频器、触摸屏

综合应用实训

阮友德 主编 张迎辉 主审



- 三菱FX系列PLC应用实训
- 变频器应用实训
- PLC、变频器、触摸屏综合应用实训



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

PLC、变频器、触摸屏 综合应用实训

阮友德 主编 张迎辉 主审



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书遵循“以能力培养为核心，以技能训练为主线，以理论知识为支撑”的编写思想；按照“管用、适用、够用”的原则精选教材内容；以“基于工作过程的教学模式”为编写思路；充分体现教材的科学性、先进性、实用性和可操作性。

本书是一本理论与实训一体化的教材，集理论知识、技术应用、工程设计和创新于一体，以31个实训课题贯穿始终，内容涵盖了PLC的组成、工作原理、编程工具、指令系统、特殊功能模块，变频器及其操作，PLC与变频器的综合应用，触摸屏及其调试软件，PLC、变频器、触摸屏的通信及其工程应用。

本书由浅入深、通俗易懂、注重应用，可作为大中专院校机、电类专业的理论与实训教材，也可作为技能培训教材，还可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC、变频器、触摸屏综合应用实训/阮友德主编. —北京：中国电力出版社，2009

ISBN 978-7-5083-8094-0

I. P… II. 阮… III. ①可编程序控制器-教材②变频器-教材③触摸屏-教材 IV. TM571.6 TN773 TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 172303 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2009年1月第一版 2009年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 19.5印张 547千字

印数 0001—3000册 定价 38.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

编者的话



PLC、变频器、触摸屏综合应用实训

随着计算机技术的迅速发展,以 PLC 控制、变频器调速、触摸屏人机对话为主体的新型控制系统广泛应用于各行各业,为适应现代企业对新型人才既要有较新知识、又要有较强动手能力的要求,高职高专的课程整合乃大势所趋。因此,我们在总结了有关 PLC 技术、变频器技术等课程的基础上,编写了适合高职高专机、电类及相关专业使用的理论与实训一体化的《PLC、变频器、触摸屏综合应用实训》一书。在编写过程中,贯彻了以下原则。

(1) 在编写思想上,遵循“以能力培养为核心,以技能训练为主线,以理论知识为支撑”,较好地处理了理论与实训的关系。PLC、变频器、触摸屏都是应用性很强的实用技术,其理论与实训的结合显得尤为重要,因此,本书按照“基于工作过程的教学模式”编写,每章均从“学习情景引入”,由实际问题入手,通过分析引入相关知识和技能。实训部分以理论为依托,理论部分以实训为目的,理论与实训融为一体,互为依托。

(2) 在选择内容上,按照“管用、适用、够用”的原则精选内容,教材内容实现了学校和企业无缝对接。本书选取在世界小型机市场上约占 70% 份额的三菱 FX 系列 PLC 作为蓝本(即管用);实训项目和工程应用选择了目前企业广泛使用的设备和技术,如恒压供水和 RS-485 通信技术(即适用);在理论内容的安排上只介绍了与实训相关的知识点,避免了内容的广而全、新而奇(即够用)。

(3) 在实训指导上,实行“三级指导”(即全指导、半指导和零指导),使各个层次的学生均有所获。每个实训课题都安排了 3 个任务,第一个为全指导,即按照实训要求、设计思路、软件设计、硬件设计、实训器材、系统调试、实训报告等内容编写;第二个为半指导,即按照实训要求、调试步骤等内容编写;对于软件设计、硬件设计、实训器材等由学生自行完成;零指导就是在实训报告中只给出一个控制要求,其余内容均由学生自行完成。通过全指导、半指导可以使学生举一反三,触类旁通;通过零指导,可以培养和提高学生的设计能力、创新意识和创新能力,从而使各个层次的学生均有所获。

此外,本书在内容阐述上,力求简明扼要、层次清楚、图文并茂、通俗易懂;在结构编排上,遵循循序渐进、由浅入深;在实训项目的安排上,强调实用性、可操作性和可选择性。

本书由阮友德、邓松主编,阮友德编写了第 4、5、7、8 章及 6.4~6.8、9.3 节,邓松编写了第 2、3 章,张迎辉编写了第 1 章及附录,吴峰编写了 6.1~6.3 节,李金强编写了 9.1、9.2 节。在编写过程中,得到了“教育部高职高专 PLC、变频器综合应用技术师资培训班(08 暑假)”成员、三菱电机自动化公司驻深圳办事处及深圳普泰科技公司的大力帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促以及编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,欢迎读者提出批评和建议。

编者

2008 年 11 月



编者的话

上篇 PLC、变频器应用与实训

第1章 FX 系列 PLC 及其编程工具	1
1.1 PLC 概述	1
1.1.1 概况	1
1.1.2 外部结构	2
1.1.3 内部硬件	3
1.1.4 内部结构	5
1.1.5 软件	6
1.1.6 软元件	7
1.1.7 编程语言	8
1.2 编程工具的使用	10
1.2.1 GX Developer 编程软件概述	10
1.2.2 编程软件的安装	10
1.2.3 程序的编制	11
1.2.4 程序的写入、读出	14
实训1 GX Developer 编程软件的基本操作	15
1.2.5 程序的编辑	17
1.2.6 其他功能	18
实训2 GX Developer 编程软件的综合操作	19
思考题	21
第2章 PLC 基本逻辑指令及其应用	22
2.1 基本逻辑指令	22
2.1.1 逻辑取及驱动线圈指令 LD/LDI/OUT	22
2.1.2 触点串、并联指令 AND/ANI/OR/ORI	23
实训3 基本逻辑指令实训(一)	24
2.1.3 电路块连接指令 ORB/ANB	27
2.1.4 多重输出电路指令 MPS/MRD/MPP	28
实训4 基本逻辑指令实训(二)	29
2.1.5 置位与复位指令 SET/RST	30
2.1.6 脉冲输出指令 PLS/PLF	30
2.1.7 运算结果脉冲化指令 MEP/MEF	31
2.1.8 脉冲式触点指令 LDP/LDF/ANDP/ANDF/ORP/ORF	32
2.1.9 主控触点指令 MC/MCR	33

2.1.10 逻辑运算结果取反指令 INV	34
2.1.11 空操作和程序结束指令 NOP/END	34
实训5 基本逻辑指令实训 (三)	35
2.2 程序的执行过程	36
2.2.1 内部处理阶段	36
2.2.2 通信服务阶段	36
2.2.3 输入处理阶段	36
2.2.4 程序处理阶段	37
2.2.5 输出处理阶段	37
2.2.6 扫描周期	37
2.2.7 程序执行过程	37
2.2.8 双线圈输出	39
实训6 程序执行过程的实训	39
2.3 常用基本电路的程序设计	40
2.3.1 起保停程序	40
2.3.2 定时器的应用程序	42
2.3.3 计数器的应用程序	42
2.3.4 振荡程序	43
实训7 基本逻辑指令的应用实训	44
2.4 PLC 程序设计	47
2.4.1 梯形图的基本规则	47
2.4.2 梯形图程序设计的技巧	48
2.4.3 程序设计的方法	49
2.4.4 程序设计举例	50
实训8 基本逻辑指令的复杂应用实训	53
思考题	56
第3章 PLC 步进顺控指令及其应用	58
3.1 状态转移图及步进顺控指令	58
3.1.1 状态转移图	58
3.1.2 步进顺控指令	60
3.1.3 状态转移图的理解	60
3.2 步进顺控的编程方法	60
3.2.1 状态转移图的编程方法	60
3.2.2 编程注意事项	61
3.3 单流程的程序设计	62
3.3.1 设计方法和步骤	62
3.3.2 程序设计实例	62
实训9 单流程程序设计实训	65
3.4 选择性流程的程序设计	67
3.4.1 选择性流程及其程序设计	67
3.4.2 程序设计实例	68
实训10 选择性流程程序设计实训	69

3.5 并行性流程的程序设计	70
3.5.1 并行性流程及其程序设计	70
3.5.2 程序设计实例	72
实训11 并行性流程的程序设计实训	74
思考题	77
●第4章 PLC 功能指令、特殊模块及其应用	79
4.1 功能指令的基本规则	79
4.1.1 功能指令的表达形式	79
4.1.2 数据长度和指令类型	80
4.1.3 操作数的类型	81
4.2 常用功能指令简介	82
4.2.1 程序流程指令	82
4.2.2 传送与比较指令	82
4.2.3 算术与逻辑运算指令	84
4.2.4 循环与移位指令	86
4.2.5 数据处理指令	87
4.2.6 外部设备 I/O 指令	88
4.2.7 触点比较指令	89
4.2.8 编程实例	90
实训12 8 站小车呼叫的 PLC 控制	91
4.3 特殊功能模块	94
4.3.1 温度 A/D 输入模块 FX _{2N} -4AD-PT	94
实训13 FX _{2N} -4AD-PT 的应用实训	97
4.3.2 D/A 输出模块 FX _{2N} -2DA	99
实训14 FX _{2N} -2DA 的应用实训	100
思考题	102
●第5章 PLC 相关知识	103
5.1 PLC 的分类	103
5.1.1 按输入/输出点数分	103
5.1.2 按结构形式分	103
5.1.3 按生产厂家分	104
5.2 FX 系列 PLC 概述	104
5.2.1 概况	104
5.2.2 型号含义	104
5.2.3 FX _{1S} 系列 PLC	104
5.2.4 FX _{1N} 系列 PLC	105
5.2.5 FX _{2N} 系列 PLC	105
5.2.6 FX _{3U} 系列 PLC	105
5.2.7 一般技术指标	106
5.3 PLC 的特点	107
5.4 PLC 的应用领域及发展趋势	108
5.4.1 PLC 的应用领域	108

5.4.2 PLC的发展趋势	109
思考题	109
●第6章 通用变频器基础知识	110
6.1 三相交流异步电动机的调速	110
6.1.1 调速的原理	110
6.1.2 调速的基本方法	110
6.2 通用变频器的结构	112
6.2.1 外部结构	112
6.2.2 内部结构	115
6.3 变频器的工作原理	119
6.3.1 基本控制方式	119
6.3.2 逆变的基本原理	120
6.3.3 逆变器	122
6.3.4 智能功率模块 IPM	125
6.3.5 脉宽调制 (PWM) 型变频器	125
6.4 变频器的功能及参数	126
6.4.1 频率给定功能	126
6.4.2 频率控制功能	127
6.4.3 运行控制功能	128
6.4.4 其他功能	130
6.5 变频器的 PU 操作	131
6.5.1 主接线	131
6.5.2 操作面板	132
6.5.3 PU 单元的操作	132
实训15 PU 单元控制变频器的运行	136
6.6 变频器的 EXT 运行操作	138
6.6.1 外部端子	138
6.6.2 外部运行操作	142
实训16 外部信号控制变频器的运行	143
6.7 变频器的组合操作	144
6.7.1 组合运行方式	144
6.7.2 参数设置	144
实训17 PU 与外部组合方式控制变频器的运行	145
6.8 变频器的相关知识	147
6.8.1 变频器的主要用途	147
6.8.2 变频器的发展趋势	147
6.8.3 变频器的分类	148
6.8.4 变频器的容量选择	149
思考题	150

下篇 PLC、变频器、触摸屏综合应用与实训

●第7章 PLC 与变频器的综合应用	151
--------------------------	-----

7.1 变频器的多段调速及应用	151
7.1.1 变频器的多段调速	151
7.1.2 注意事项	152
实训18 电梯轿厢开关门控制系统	152
7.2 变频器的程序运行及应用	155
7.2.1 参数设置	156
7.2.2 控制端子	156
7.2.3 程序运行方式	157
7.2.4 应用实例	158
实训19 工业洗衣机控制系统	160
7.3 变频—工频的切换及应用	163
7.3.1 控制原理图	163
7.3.2 相关参数及端子	164
7.3.3 动作过程	165
实训20 变频—工频互切换的恒压供水系统	167
7.4 变频器的 PID 控制及应用	172
7.4.1 PID 控制概述	172
7.4.2 变频器的 PID 功能	174
7.4.3 PID 控制实例	177
实训21 变频器 PID 控制的恒压供水系统	178
7.5 PLC 的 PID 控制及其应用	181
7.5.1 PLC 的 PID 指令	181
7.5.2 模拟输入/输出模块 FX _{0N} -3A	182
实训22 PLC 的 PID 控制的恒压供水系统	183
第8章 PLC、变频器、触摸屏的通信及其应用	188
8.1 PLC 与 PLC 通信及应用	188
8.1.1 FX _{2N} -485-BD 通信板	188
8.1.2 PLC 的并行通信	189
实训23 PLC 的 1:1 网络通信	191
8.1.3 PLC 的 N:N 通信	193
实训24 3 台 PLC 的 N:N 网络通信	196
8.2 PLC 与触摸屏通信及应用	200
8.2.1 触摸屏概述	200
8.2.2 运行原理	202
8.2.3 调试软件	202
实训25 触摸屏与 PLC 控制的电动机正反转	209
8.3 变频器与触摸屏通信及应用	213
8.3.1 变频器通信参数	213
8.3.2 触摸屏通信设定	214
实训26 触摸屏直接监控变频器的运行	216
8.4 PLC 与变频器通信及应用	221
8.4.1 PLC 的相关功能指令	221

8.4.2 变频器的 RS-485 通信	224
实训27 通过 RS-485 通信实现单台电动机的变频运行	228
实训28 通过 RS-485 通信控制多台电动机的变频运行	232
第9章 PLC、变频器、触摸屏的工程应用	238
9.1 PLC、变频器在机床控制系统中的应用	238
9.1.1 龙门刨床概述	238
9.1.2 龙门刨床拖动系统存在的问题	241
9.1.3 龙门刨床拖动系统变频调速的可行性分析	241
9.1.4 变频调速方案分析	242
9.1.5 变频改造后的效果	242
实训29 PLC、变频器在刨床控制系统中的综合应用	242
9.2 PLC、变频器在电梯中的应用	247
9.2.1 电梯的结构	248
9.2.2 电梯系统存在的问题	249
9.2.3 改造的可行性分析	250
9.2.4 变频调速方案分析	250
实训30 PLC、变频器在三层电梯综合控制中的应用	250
9.3 PLC、变频器、触摸屏在中央空调系统中的应用	257
9.3.1 中央空调系统的组成	257
9.3.2 中央空调系统存在的问题	258
9.3.3 节能改造的可行性分析	258
9.3.4 变频调速方案分析	259
9.3.5 循环水系统的变频调速	260
9.3.6 变频改造后的效果	261
实训31 中央空调循环水节能系统的综合控制	261
附录 A 可编程控制器实训装置简介	270
附录 B FX _{2N} 的性能规格	273
附录 C FX 系列 PLC 的软元件	274
附录 D FX 系列 PLC 功能指令一览表	275
附录 E FX-20P-E 型手持式编程器	281
附录 F FR-A540 变频器参数表	287
附录 G 变频器出错(报警)定义	294
参考文献	301

上篇 PLC、变频器应用与实训

第 1 章 FX 系列 PLC 及其编程工具



学习情景引入:

PLC 是什么? 用于何处? 对今后专业课的学习和职业生涯有何影响? 等等, 这些是 PLC 初学者都很关心的问题。

PLC 是由计算机技术、控制技术和通信技术发展起来的新一代工业自动化控制装置。如今, PLC 的应用几乎覆盖了所有控制领域, 已成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。PLC 技术是一门实践性很强的专业基础课, 对日后专业课的学习和职业生涯将产生重大影响, 因此, 机电类专业的学生必须掌握这一技术。

1.1 PLC 概述

1.1.1 概况

1. PLC 的由来

1969 年, 美国的数字设备公司 (DEC) 研制出了第一台可编程控制器, 1971 年, 日本、德国、英国、法国等相继研发了适应本国的可编程控制器, 1974 年, 我国也开始研制并生产可编程控制器。早期的可编程控制器是为取代继电控制系统而设计的, 用于开关量控制, 进行逻辑运算, 故称之为可编程逻辑控制器 (Programmable Logical Controller, 简称 PLC)。

20 世纪 70 年代后期, 可编程逻辑控制器从开关量控制发展到计算机数字控制领域, 更多地具有了计算机的功能。因此, 国际电工委员会 (IEC) 将可编程逻辑控制器称为可编程控制器 (Programmable Controller, 简称 PC), 后来为了与个人计算机 (Personal Computer, PC) 相区别, 人们又用 PLC 作为可编程控制器的简称。

2. PLC 系统的组成

PLC 系统通常由基本单元、扩展单元、扩展模块及特殊功能模块组成, 如图 1-1 所示。基本单元 (即主单元) 是 PLC 控制的核心; 扩展单元是扩展 I/O 点数的装置, 内部有电源; 扩展模块

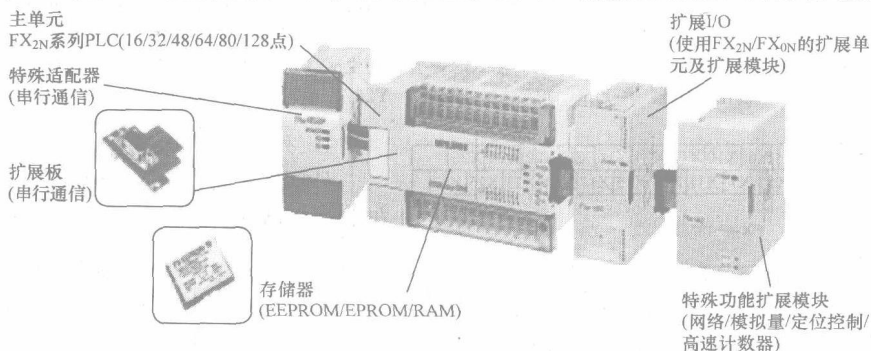


图 1-1 PLC 系统组成

用于增加 I/O 点数和改变 I/O 点数的比例, 内部无电源, 由基本单元或扩展单元供电, 扩展单元和扩展模块均无 CPU, 必须与基本单元一起使用; 特殊功能模块是一些具有特殊用途的装置。

1.1.2 外部结构

本书所涉及的 FX 系列 PLC 包括了 FX_{1S}、FX_{1N}、FX_{2N} 和 FX_{3U} 四种基本类型, 这四种类型在外观、结构、性能上大同小异, 所以, 本书选用目前应用最广的 FX_{2N} 系列 PLC 作为实训用机进行学习。

FX 系列 PLC 的外部特征基本相似, 如图 1-2 所示, 通常都有外部端子部分、指示部分及接口部分, 其各部分的组成及功能如下。

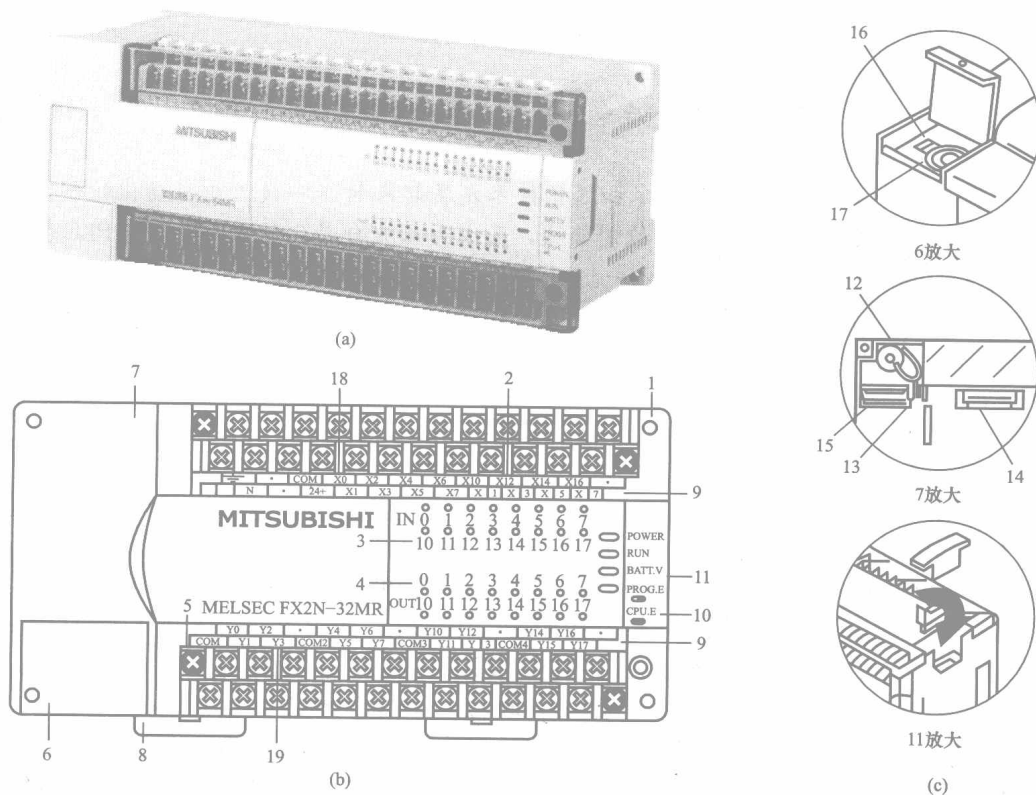


图 1-2 FX_{2N} 系列 PLC 外形图

(a) 外部轮廓图; (b) 正面俯视图; (c) 局部放大图

1—安装孔 4 个; 2—电源、辅助电源、输入信号用的可装卸式端子; 3—输入状态指示灯; 4—输出状态指示灯; 5—输出用的可装卸式端子; 6—外围设备接线插座、盖板; 7—面盖板; 8—DIN 导轨装卸用卡子; 9—I/O 端子标记; 10—状态工作指示灯, POWER: 电源指示灯, RUN: 运行指示灯, BATT. V: 电池电压下降指示灯, PROG. E: 指示灯闪烁时表示程序语法出错, CPU. E: 指示灯亮时表示 CPU 出错; 11—扩展单元、扩展模块、特殊单元、特殊模块的接线插座盖板; 12—锂电池; 13—锂电池连接插座; 14—另选存储器滤波器安装插座; 15—功能扩展板安装插座; 16—内置 RUN/STOP 开关; 17—编程设备、数据存储单元接线插座; 18—输入继电器习惯写成 X0~X7、…、X260~X267, 但通过 PLC 的编程软件或编程器输入时, 会自动生成 3 位八进制的编号, 如 X000~X007、…、X260~X267; 19—输出继电器 Y000~Y007、…、Y260~Y267, 也习惯写成 Y0~Y7、…、Y260~Y267

	·	COM	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	X20	X22	X24	X26	·
L	N	·	24+	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	X21	X23	X25	X27
FX _{2N} -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 FX_{2N}-48MR 的端子分布图

注: 输出端子共分为五组, 组间用黑实线分开。

1. 外部端子部分

外部端子包括 PLC 电源端子 (L、N、 $\perp$)、供外部传感器用的 DC 24V 电源端子 (24+、COM)、输入端子 (X)、输出端子 (Y) 等, 如图 1-3 所示。外部端子主要完成输入/输出 (即 I/O) 信号的连接, 是 PLC 与外部设备 (输入设备、输出设备) 连接的桥梁。

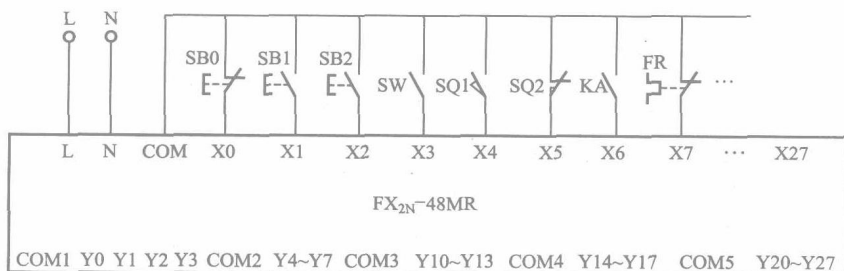


图 1-4 输入信号连接示意图

输入端子与输入信号相连，PLC 的输入电路通过其输入端子可随时检测 PLC 的输入信息，即通过输入元件（如按钮、转换开关、行程开关、继电器的触点、传感器等）连接到对应的输入端子上，通过输入电路将信息送到 PLC 内部进行处理，一旦某个输入元件的状态发生变化，则对应输入点（软元件）的状态也随之变化，其连接示意图如图 1-4 所示。

输出电路就是 PLC 的负载驱动回路，通过输出点将负载和负载电源连接成一个回路，这样，负载就由 PLC 的输出点来进行控制，其连接示意图如图 1-5 所示。负载电源的规格应根据负载的需要和输出点的技术规格来选择。

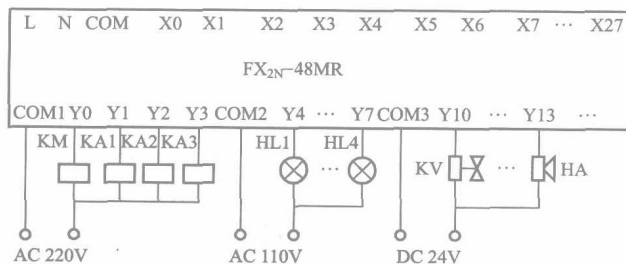


图 1-5 输出信号连接示意图

2. 指示部分

指示部分包括各 I/O 点的状态指示、PLC 电源（POWER）指示、PLC 运行（RUN）指示、用户程序存储器后备电池（BATT）状态指示及程序出错（PROG. E）、CPU 出错（CPU. E）指示等，用于反映 I/O 点及 PLC 机器的状态。

3. 接口部分

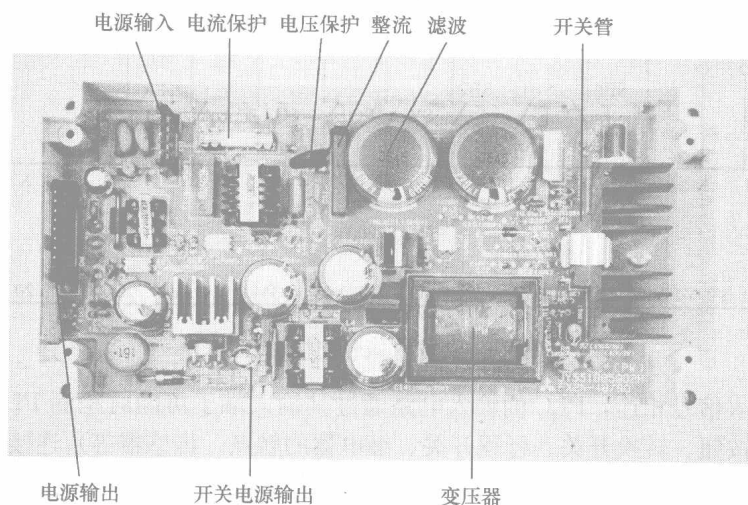
接口部分主要包括编程器、扩展单元、扩展模块、特殊模块及存储卡盒等外部设备的接口，其作用是完成基本单元同上述外部设备的连接。在编程器接口旁边，还设置了一个 PLC 运行模式转换开关，它有 RUN 和 STOP 两个运行模式，RUN 模式表示 PLC 处于运行状态（RUN 指示灯亮），STOP 模式表示 PLC 处于停止即编程状态（RUN 指示灯灭），此时，PLC 可进行用户程序的写入、编辑和修改。

4. 通电观察

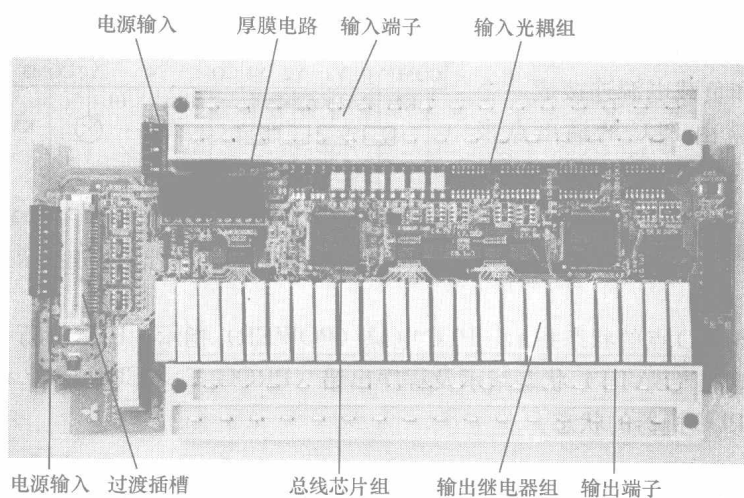
- (1) 了解 PLC 的外部结构及各部分的功能。
- (2) 按图 1-4 所示连接好各种输入设备。
- (3) 接通 PLC 的电源，观察 PLC 的相关指示是否正常。
- (4) 分别接通各个输入信号，观察 PLC 的输入指示灯是否发亮。
- (5) 将 PLC 的运行模式转换开关置于 RUN 状态，观察 PLC 的输出指示灯是否发亮。

1.1.3 内部硬件

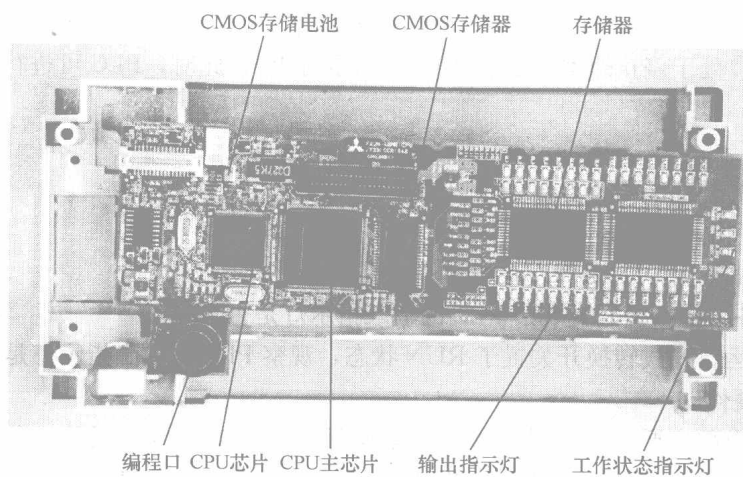
PLC 基本单元内部主要有 3 块线路板，即电源板、输入输出接口板及 CPU 板。电源板主要为 PLC 各部件提供高质量的开关电源，如图 1-6（a）所示。输入输出接口板主要完成输入、输出信号的处理，如图 1-6（b）所示。CPU 板主要完成 PLC 的运算和存储功能，如图 1-6（c）所示。



(a)



(b)



(c)

图 1-6 内部硬件

(a) PLC 的电源板; (b) PLC 的输入输出接口板; (c) PLC 的 CPU 板

1.1.4 内部结构

PLC 基本单元主要由中央处理单元 (CPU)、存储器、输入单元、输出单元、电源单元、扩展接口、存储器接口、编程器接口和编程器组成, 其结构框图如图 1-7 所示。

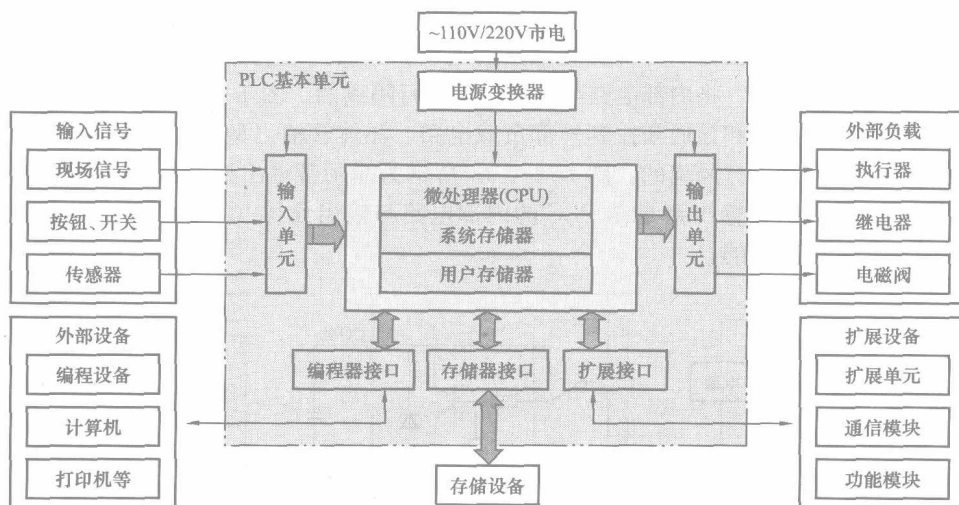


图 1-7 PLC 的结构框图

1. 中央处理单元

中央处理单元是整个 PLC 的运算和控制中心, 在系统程序的控制下, 通过运行用户程序完成各种控制、处理、通信以及其他功能, 控制整个系统并协调系统内部各部分的工作。

2. 存储器

存储器用于存放程序和数据。PLC 配有系统存储器和用户存储器, 前者用于存放系统的各种管理、监控程序; 后者用于存放用户编制的程序。

3. I/O 单元

I/O 单元是 PLC 与外部设备连接的接口。CPU 所能处理的信号只能是标准电平, 因此现场的输入信号, 如按钮开关、行程开关、限位开关以及传感器输出的开关信号, 需要通过输入单元的转换和处理才可以传送给 CPU。CPU 的输出信号, 也只有通过输出单元的转换和处理, 才能够驱动电磁阀、接触器、继电器等执行机构。

(1) 输入电路。PLC 的输入电路基本相同, 通常分为 3 种类型: 直流输入方式、交流输入方式和交直流输入方式。外部输入元件可以是无源触点或有源传感器。输入电路包括光电隔离和 RC 滤波器, 用于消除输入触点抖动和外部噪声干扰。图 1-8 所示为直流输入方式的电路图, 其中 LED 为相应输入端在面板上的指示灯, 用于表示外部输入信号的 ON/OFF 状态 (LED 亮表示 ON)。

从图 1-8 可知, 输入信号接于输入端子 (如 X000、X001) 和输入公共端 COM 之间, 当有输入信号 (即传感器接通或开关闭合) 时, 则输入信号通过光电耦合电路耦合到 PLC 内部电路, 并使发光二极管 (LED) 亮, 指示有输入信号。因此, 输入电路由输入公共端 COM、输入信号、输入端子与等效输入

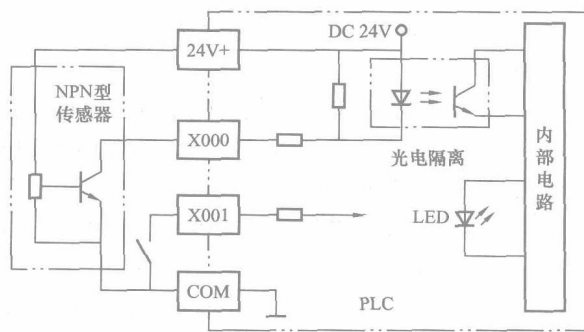


图 1-8 直流输入方式的电路图

线圈等组成,当输入信号 ON 时,等效输入线圈得电,对应的输入触点动作,但此等效输入线圈在梯形图中不能出现。

(2) 输出电路。PLC 的输出电路有 3 种形式:继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出,如图 1-9 所示。图 1-9 (a) 所示为继电器输出型,CPU 控制继电器线圈的通电或失电,其触点相应闭合或断开,再利用触点去控制外部负载电路的通断。显然,继电器输出型 PLC 是利用继电器线圈和触点之间的电气隔离,将内部电路与外部电路进行隔离的。图 1-9 (b) 所示为晶体管输出型,通过使晶体管截止或饱和导通来控制外部负载电路。晶体管输出型是在 PLC 的内部电路与输出晶体管之间用光耦合器进行隔离的。图 1-9 (c) 所示为晶闸管输出型,通过使晶闸管导通或关断来控制外部电路。晶闸管输出型是在 PLC 的内部电路与输出元件(三端双向晶闸管开关元件)之间用光电晶闸管进行隔离的。

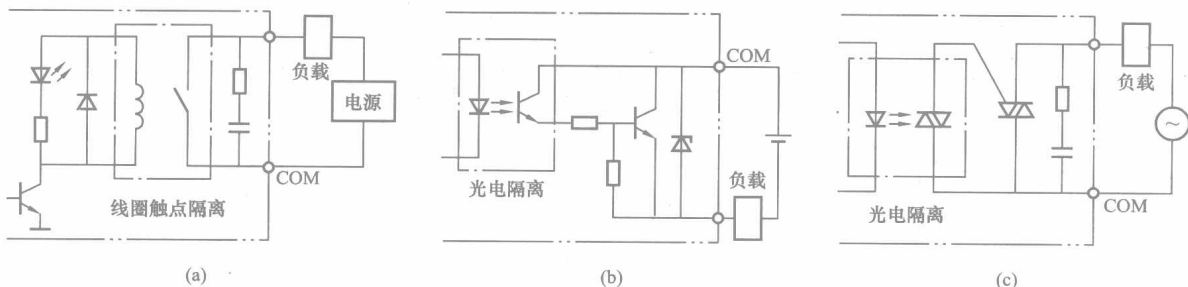


图 1-9 PLC 的输出电路图

(a) 继电器输出型; (b) 晶体管输出型; (c) 晶闸管输出型

4. 电源单元

PLC 的供电电源一般是市电,有的也用 DC 24V 电源供电。PLC 对电源稳定性要求不高,一般允许电源电压在 $-15\% \sim +10\%$ 波动。PLC 内部含有一个稳压电源,用于对 CPU 和 I/O 单元供电。有些 PLC 还有 DC 24V 输出,用于对外部传感器供电,但输出电流往往只是毫安级。

5. 扩展接口

扩展接口实际上为总线形式,可以连接输入/输出扩展单元或模块(使 PLC 的点数规模配置更为灵活),也可连接模拟量处理模块、位置控制模块以及通信模块等。

6. 存储器接口

为了存储用户程序以及扩展用户程序存储区、数据参数存储区,PLC 上还设有存储器扩展口,可以根据使用的需要扩展存储器,其内部也是接到总线上的。

7. 编程器接口

PLC 基本单元通常不带编程器,为了能对 PLC 进行现场编程及监控,PLC 基本单元上专门设置有编程器接口,通过这个接口可以接各种类型的编程装置,还可以利用此接口做一些监控的工作。

8. 编程器

常用的编程器类型有:①便携式编程器,也叫手持式编程器,用按键输入指令,大多采用数码管显示,具有体积小、易携带的特点,适合小型 PLC 的编程要求;②图形编程器,又称智能编程器,可在调试程序时显示各种信号状态和出错提示等,对于习惯用梯形图编程的人员来说,这种编程器尤为适合;③安装专用编程软件的计算机,可以编制梯形图、语句等形式的用户程序。

1.1.5 软件

PLC 是一种工业计算机,不光要有硬件,软件也必不可少。PLC 的软件包括监控程序和用户程序两大部分。监控程序是由 PLC 厂家编制的,用于控制 PLC 本身的运行。监控程序包含系统管理程序、用户指令解释程序、标准程序模块和系统调用三大部分,其功能的强弱直接决定一台 PLC 的性

能。用户程序是 PLC 的使用者通过 PLC 的编程语言来编制的，用于实现对具体生产过程的控制。

1.1.6 软元件

PLC 内部有许多功能不同的元件，这些元件实际上就是由电子电路和存储器组成的，由于只注重其功能，因此按元件的功能命名，例如，输入继电器 X，输出继电器 Y 等。为了把它们与通常的硬元件区分开，通常把这些元件称为软元件，是等效概念抽象模拟的元件，并非实际的物理元件。

1. 输入继电器 X

输入继电器是 PLC 接收外部开关信号的窗口，PLC 的每个输入端子均对应一个输入继电器，每个输入继电器即对应一个输入映像寄存器，当 PLC 外接的输入信号接通时，其对应的输入映像寄存器为 1 状态，断开时为 0 状态，如图 1-10 所示。FX 系列 PLC 的输入继电器采用八进制编号，其数量随型号不同而不同，其编号为 X000~X007、X010~X017、…（习惯写成 X0~X7、X10~X17、…，输出继电器 Y 也与此相似）。在梯形图中，每一个输入继电器的动合触点和动断触点可以多次使用。

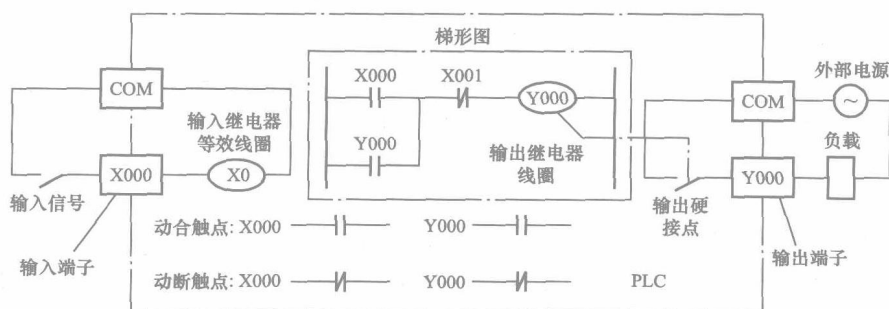


图 1-10 PLC 控制系统示意图

2. 输出继电器 Y

输出继电器与 PLC 的输出端子相连，是 PLC 向外部负载发送信号的窗口。输出继电器用来将 PLC 的输出信号传送给输出单元，再由后者驱动外部负载，如图 1-10 所示。FX 系列 PLC 的输出继电器采用八进制编号，其数量随型号不同而不同，其编号为 Y000~Y007、Y010~Y017、…。在梯形图中，每一个输出继电器的动合触点和动断触点可以多次使用。

3. 辅助继电器 M

FX 系列 PLC 的辅助继电器如表 1-1 所示，它相当于继电控制系统中的中间继电器，它的动合、动断触点在 PLC 的梯形图内可以无限次地自由使用，但是这些触点不能直接驱动外部负载，外部负载必须由输出继电器的外部硬触点来驱动。在 FX 系列 PLC 中，除了输入继电器和输出继电器的元件号采用八进制编号外，其他软元件的元件号均采用十进制编号。

表 1-1 FX 系列 PLC 的辅助继电器

PLC	FX _{1S}	FX _{1N}	FX _{2N}	FX _{3U}
通用型辅助继电器	384 (M0~M383)	384 (M0~M383)	500 (M0~M499)	
保持型辅助继电器	128 (M384~M511)	1152 (M384~M1535)	2572 (M500~M3071)	7180 (M500~M7679)
特殊型辅助继电器	256 (M8000~M8255)			512 (M8000~M8511)

(1) 通用型辅助继电器。FX 系列 PLC 的通用型辅助继电器没有断电保持功能，如果在 PLC 运行时电源突然中断，输出继电器和通用型辅助继电器将全部变为 OFF；若电源再次接通，除了 PLC 运行时即为 ON 的以外，其余的均为 OFF 状态。

(2) 电池后备/锁存型辅助继电器。某些控制系统要求记忆电源中断瞬时的状态，重新通电后