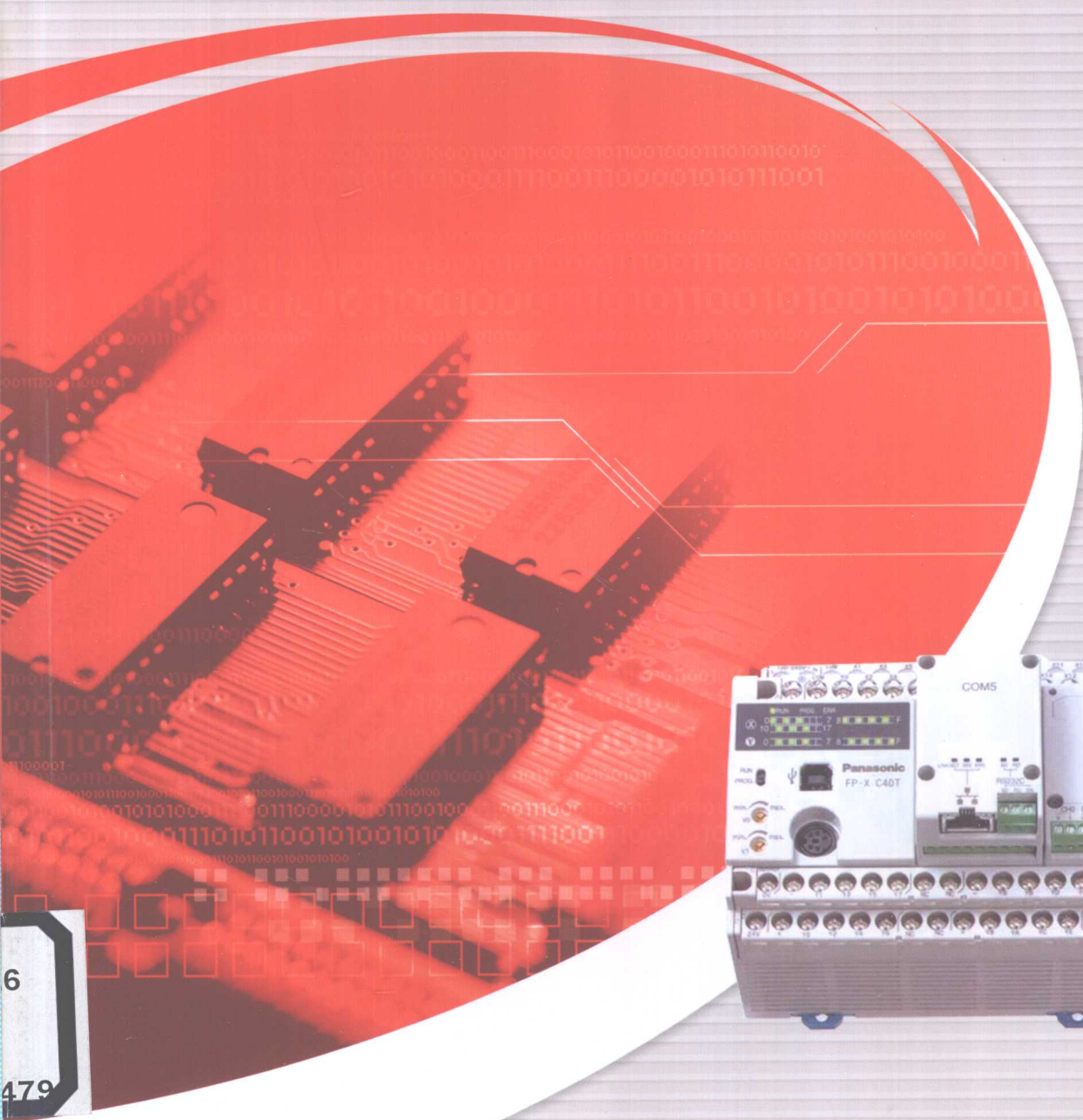


FP

FP系列 PLC技术与应用

侯益坤 主编



6
479

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



FP 系列 PLC 技术与应用

张耀明 主编



机械工业出版社

FP 系列 PLC 技术与应用

主 编 侯益坤
参 编 刘彦鹏 冯 旭
主 审 刘守操



机械工业出版社

本书以 FP—X 系列 PLC 为例,介绍 PLC 技术与应用,共分为 5 章:第 1 章介绍 PLC 的基本结构原理和内部软元件,第 2 章介绍 FP 系列 PLC 的基本指令与编程,第 3 章介绍应用指令与编程,第 4 章介绍 FP—X 系列 PLC 的通信功能,重点介绍 PC-link 通信和 MODBUS RTU 通信,第 5 章介绍 FPWIN GR 编程软件的使用。

本书结构紧凑,叙述清晰,注意以项目带动教学,以任务驱动教学,以较多的例题和习题阐明 PLC 技术的应用,并特别注意培养读者的实践能力和编程能力。

本书可作为高等工科院校、高职高专院校和中等职业学校 PLC 技术课程的教材,也可作为电气工程、机电工程以及应用 PLC 的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

FP 系列 PLC 技术与应用/侯益坤主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 10

ISBN 978-7-111-28567-0

I. F… II. 侯… III. 可编程序控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 193759 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:王保家 责任编辑:徐 凡 版式设计:张世琴

封面设计:王伟光 责任校对:姜 婷 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·396 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-28567-0

定价:28.00 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

读者服务部:(010)68993821

封面防伪标均为盗版

前 言

随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,可编程控制器(PLC)技术的发展也相当迅速,PLC及其网络已被公认为现代工业自动化的三大支柱(PLC、机器人、CAD/CAM)之一,它的应用越来越广泛,社会对PLC技术人才的需求也越来越迫切。广大的高等工科院校、高职高专院校、中等职业学校和技术培训机构都开设了PLC课程,选择一种他们认为应用比较广泛、概念比较清晰的机型作为PLC教学的机型,讲述它的结构特点、指令应用和编程。

日本松下(Panasonic)公司的FP1系列PLC曾经由于结构简明、指令清晰、编程易懂、性价比高的特点被广泛应用于中小型机床和中小型控制系统之中,也被一些院校定义为教学的主要机型。随着PLC技术的迅速发展,FP1的结构系统以及指令系统显然落后了,最终被停产,取代它的是FP—X系列PLC。FP—X系列PLC的指令和功能都比FP1系列强大得多,它的I/O输入点数最多可达382点;它的程序容量最大可达到32k步;它具有较快的运算速度,达到 $0.32\mu\text{s}$ /基本指令;它的高速计数器、脉冲输出、模拟量控制可以通过插卡的功能完成;它的通信插卡具有计算机链接、通用串行通信、PC-link通信和MODBUS RTU通信等4种功能。它还具有USB通信端口,便于与计算机直接连接。它的控制概念清晰,性能上能满足一般工业企业工业控制和各类院校PLC课程教学的需要。

本书按最新型号的FP—X PLC编写,内容上包括FP—X PLC的结构和内部软元件,基本指令、应用指令以及编程软件FPWIN GR的使用。本书注意以项目带动教学,以任务驱动教学,加强应用。程序中每条指令都有该指令意义的解释和实际应用的编程,并都在FP—X PLC上运行通过。对于一些难于理解的论题,例如中断程序的编程、子程序的调用、模拟量控制、高速计数器的使用、PC-link和MODBUS RTU通信的实现和编程等,本书都作为一个项目,作了详细的说明。

本书的例题和习题丰富,可以满足不同层次的读者使用。

本书在很多地方都分析比较了FP—X和FP1两个系列PLC的异同。本书的大部分指令都适用于FP1系列PLC,大部分程序都可以在FP1 PLC上通过,只不过在应用FPWIN GR编程软件时,注意在“选择PLC机型”对话框中选择“FP1”作为工作机型。因此,本书也适合以FP1 PLC作为教学机型的院校选用。

本书第1章、第2章和第4章由广东工业大学刘彦鹞编写,第3章的3.1~3.9节由广东工贸职业技术学院侯益坤编写,第3章的3.10~3.12节和第5章由广东工贸职业技术学院冯旭编写。全书由侯益坤担任主编,广东工业大学刘守操担任主审。

本书在编写过程中得到广东工业大学和广东工贸职业技术学院的老师和同事的大力

帮助和支持,也得到松下(中国)有限公司广州分公司李明工程师的技术支持,在此表示深深的谢意。

由于编者的水平有限,不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前言

绪论 1

第 1 章 PLC 的基本组成与内部

软元件 3

1.1 PLC 的基本概念与组成 3

1.1.1 中央微处理器 3

1.1.2 存储器 3

1.1.3 输入接口电路 3

1.1.4 输出接口电路 4

1.1.5 电源 5

1.1.6 FP—X 系列 PLC 的控制单元 5

1.1.7 FP—X 系列 PLC 的扩展单元 7

1.2 PLC 的工作方式 7

1.2.1 PLC 的基本图形符号 7

1.2.2 PLC 的工作方式 8

1.3 PLC 的内部软元件 9

1.3.1 外部输入/输出继电器
(X/Y, WX/WY) 9

1.3.2 内部继电器(R, WR) 11

1.3.3 链接继电器(L) 12

1.3.4 定时器(T) 13

1.3.5 计数器(T) 14

1.3.6 数据寄存器(DT) 15

1.3.7 链接数据寄存器(LD) 16

1.3.8 变址寄存器(I) 16

1.3.9 PLC 中的数 17

习题 1 18

第 2 章 FP 系列 PLC 的基本指令

及其编程 20

2.1 基本顺序指令 20

2.1.1 初始加载和输出指令
(ST, ST/, OT, /) 20

2.1.2 触点串联、并联指令
(AN, AN/, OR, OR/) 21

2.1.3 逻辑块串联、并联指令
(ANS, ORS) 21

2.1.4 堆栈指令(PSHS, RDS, POPS) 23

2.1.5 上升沿/下降沿微分指令
(DF, DF/) 24

2.1.6 置位/复位指令(SET, RST) 26

2.1.7 保持指令(KP) 26

2.1.8 空操作指令(NOP) 27

2.1.9 编写简单的 PLC 程序 27

2.2 基本功能指令 29

2.2.1 定时器指令(TMR, TMX, TMY) 29

2.2.2 计数器指令(CT) 31

2.2.3 寄存器移位指令(SR) 34

2.2.4 加/减计数器指令
[UDC(F118)] 36

2.2.5 左/右移位寄存器指令
[LRSR(F119)] 37

2.3 控制指令 38

2.3.1 主控指令(MC, MCE) 39

2.3.2 跳转指令(JP, LBL) 39

2.3.3 循环指令(LOOP, LBL) 41

2.3.4 结束/条件结束指令
(ED/CNDE) 43

2.3.5 步进指令(SSTP, NSTL,
NSTP, CSTP, STPE) 45

2.3.6 子程序调用指令
(CALL, SUB, RET) 53

2.3.7 中断程序指令
(ICTL, INT, IRET) 57

2.4 数值比较指令 63

2.4.1 数值比较初始加载指令(ST = 、
ST <> 、ST > 、ST > = 、
ST < 、ST < =) 63

2.4.2 数值比较逻辑与指令(AN = 、
AN <> 、AN > 、
AN > = 、AN < 、AN < =) 64

2.4.3 数值比较逻辑或指令(OR = 、
OR <> 、OR > 、
OR > = 、OR < 、OR < =) 64

习题 2	66	3.6.4 二进制数与 ASCII 码的相互 转换指令(BINA, ABIN)	103
第 3 章 FP 系列 PLC 的高级指令 及其编程	70	3.6.5 二进制数与 BCD 码的相互 转换指令(BCD, BIN)	105
3.1 数据传输、复制和交换指令	70	3.6.6 二进制数求反/求补指令 (INV, NEG)	107
3.1.1 数据传输指令(MV, DMV;MV/,DMV/)	70	3.6.7 二进制数取绝对值指令 (ABS, DABS)	108
3.1.2 位数据传输指令(BTM, DGT)	73	3.6.8 16 位数据位数扩展指令(EXT)	108
3.1.3 数据块传输指令(BKMOV)	74	3.6.9 解码和编码指令(DECO, ENCO)	110
3.1.4 数据块复制指令(COPY)	75	3.6.10 七段码显示指令(SEGT)	112
3.1.5 数据交换指令 (XCH, DXCH, SWAP)	76	3.6.11 16 位数据组合与分离 指令(UNIT, DIST)	114
3.2 二进制数算术运算指令	77	3.6.12 字符转换为 ASCII 码指令 (ASC)	115
3.2.1 二进制加法运算指令(+, D+)	77	3.6.13 数据查找指令(SRC, DSRC)	116
3.2.2 二进制减法运算指令(-, D-)	79	3.7 数据移位指令	118
3.2.3 二进制乘法运算指令(*, D*)	80	3.7.1 数据右/左移 n 位指令 (SHR, SHL)	118
3.2.4 二进制除法运算指令(% , D%)	81	3.7.2 数据右/左移 1 个十六进制 位指令(BSR, BSL)	119
3.2.5 二进制数据加 1/减 1 指令(+1, -1)	83	3.7.3 数据区右/左移 1 个 字指令(WSHR, WSHL)	121
3.3 BCD 数算术运算指令	84	3.7.4 数据区右/左移 1 个十六 进制位指令(WBSR, WBSL)	123
3.3.1 BCD 数加法运算指令 (B+, DB+)	84	3.7.5 FIFO 缓冲区定义指令(FIFT)	124
3.3.2 BCD 数减法运算指令 (B-, DB-)	86	3.7.6 FIFO 缓冲区数据写入/读出 指令(FIFW, FIFR)	125
3.3.3 BCD 数乘/除法运算 指令(B*, DB*, B%, DB%)	86	3.7.7 数据右/左循环移位指令 (ROR, ROL)	127
3.3.4 BCD 数加 1/减 1 指令 (B+1, DB+1, B-1, DB-1)	88	3.7.8 数据右/左带进位循环移 位指令(RCR, RCL)	131
3.4 数据比较指令	90	3.8 位操作指令	132
3.4.1 数据比较指令(CMP, DCMP)	90	3.8.1 数据位置位/复位指令 (BTS, BTR)	132
3.4.2 数据区段比较指令(WIN, DWIN)	91	3.8.2 数据位求反指令(BTI)	134
3.4.3 数据块比较指令(BCMP)	93	3.8.3 数据位 ON/OFF 测试指令 (BTT)	135
3.5 逻辑运算指令	94	3.8.4 数据 ON 位统计指令 (BCU, DBCU)	136
3.5.1 逻辑与/或运算指令 (WAN, WOR)	94	3.9 特殊指令	137
3.5.2 逻辑异或/异或非指令 (XOR, XNR)	95	3.9.1 16 位辅助定时器(STMR)	138
3.6 数据转换指令	96		
3.6.1 区块校验码计算指令(BCC)	96		
3.6.2 十六进制数据与 ASCII 码的 转换指令(HEXA, AHEx)	98		
3.6.3 BCD 码与 ASCII 码的相互 转换指令(BCDA, ABCD)	101		

3.9.2 时/分/秒数据与秒数据之间的 转换指令(HMSS,SHMS)	138	3.11.12 浮点型实数比较指令 (FCMP)	197
3.9.3 进位标志置位/复位指令 (STC,CLC)	142	3.11.13 浮点型实数带域的比较 指令(FWIN)	198
3.9.4 部分 I/O 刷新指令(IORF)	142	3.12 PID 控制	200
3.9.5 数据发送指令(SEND)	143	3.12.1 PID 控制基本知识	200
3.9.6 数据接收指令(RECV)	144	3.12.2 PID 控制指令	201
3.9.7 读取数据指令(READ)	147	3.12.3 PID 控制的实例	203
3.9.8 写入数据指令(WRT)	149	习题3	205
3.9.9 时间加法/减法指令(CADD)	151	第4章 FP 系列 PLC 通信与网络	207
3.9.10 串行数据通信指令(MTRN)	153	4.1 数据通信的基本概念	207
3.10 高速计数器和脉冲输出 控制指令	157	4.1.1 数据传送的方向	207
3.10.1 FP—X PLC 的高速计数器	157	4.1.2 通信格式	207
3.10.2 目标值一致 ON 指令 [HC1S(F166)]	159	4.1.3 通信协议	207
3.10.3 目标值一致 OFF 指令 [HC1R(F167)]	162	4.1.4 数据传输速率	208
3.10.4 脉冲输出	162	4.1.5 并行通信和串行通信	208
3.10.5 脉冲输出(带通道指定) 指令[SPDH(F171)]	169	4.2 FP—X PLC 的通信插卡	208
3.11 浮点型实数运算指令	183	4.3 FP—X 通信插卡的通信功能	210
3.11.1 浮点数传输指令 [FMV(F309)]	183	4.3.1 计算机链接	210
3.11.2 浮点数运算指令 (F+、F-、F*、F%)	184	4.3.2 通用串行通信	211
3.11.3 浮点三角函数指令 (SIN、COS、TAN)	186	4.4 PC(PLC) 链接功能	211
3.11.4 浮点反三角函数指令 (ASIN、ACOS、ATAN)	187	4.4.1 PC-link 通信模式的设定	212
3.11.5 浮点数角度弧度转换 指令(RAD、DEG)	188	4.4.2 PC-link 通信模式的实例	213
3.11.6 实数型对数和指数 运算指令(LN、EXP、LOG)	189	4.5 MODBUS RTU 通信功能	216
3.11.7 实数型数据乘幂指令(PMR)	190	4.5.1 主站功能和从站功能	216
3.11.8 实数型平方根指令(FSQR)	191	4.5.2 MODBUS RTU 通信的实例	218
3.11.9 整数转换为浮点型实数 指令(FLT、DFLT)	193	习题4	219
3.11.10 浮点型实数转换为整数 指令(INT、FIX、ROFF)	194	第5章 FPWIN GR 软件的使用	220
3.11.11 浮点型实数取整指令 (FINT、FRINT)	196	5.1 FPWIN GR 软件要求的 计算机配置	220
		5.2 FPWIN GR 软件的安装	220
		5.3 创建 FP PLC 程序	222
		5.3.1 输入触点和线圈	222
		5.3.2 输入定时器	224
		5.3.3 输入计数器	225
		5.3.4 输入置位指令(SET)和复位指令 (RST)	226
		5.3.5 输入比较指令(<、>、=)	226
		5.3.6 输入保持(KEEP)等指令	227
		5.3.7 输入上升沿微分和下降沿 微分指令	227

5.3.8 输入高级指令	228	5.8.2 I/O 注释一并编辑	232
5.3.9 转换程序	228	5.8.3 输入块注释	232
5.4 梯形图和指令表之间的转换	229	5.9 连接 PLC 运行和监控	234
5.4.1 梯形图转换为指令表	229	5.9.1 PLC 与电脑的连接	234
5.4.2 指令表转换为梯形图	229	5.9.2 COM 口的确认	234
5.5 程序语句的删除和修改	229	5.9.3 进行通信设置	235
5.5.1 插入空行	229	5.9.4 程序调试	237
5.5.2 删除空行	229	5.9.5 下载程序	237
5.5.3 删除一触点(线圈或其他 图形符号)	230	5.9.6 程序的运行和监控	238
5.5.4 添加一触点(线圈或其他 图形)	230	5.9.7 在线触点监控	238
5.6 文件的保存和打开	230	5.9.8 在线数据监控	241
5.6.1 文件的保存	230	5.9.9 程序的上载	241
5.6.2 文件的打开	230	习题 5	242
5.7 程序行的复制和删除	231	附录	243
5.7.1 程序行的复制	231	附录 A FP1 继电器和存储区	243
5.7.2 程序行的删除	231	附录 B FP—X 继电器和存储区	244
5.8 文件的注释	232	附录 C FP1 特殊内部继电器	245
5.8.1 输入 I/O 注释	232	附录 D FP—X 特殊内部继电器	246
		参考文献	248

绪 论

1. PLC 的意义

可编程控制器，又称可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller)，简称 PLC，是一种专为工业应用而设计的数字式电子控制装置，它的研制始于 1968 年。

随着微电子技术和计算机技术的发展，PLC 已发展为集计算机技术、自动控制技术、通信技术、过程控制于一体的电子装置。它具有编程简单(可利用梯形图、指令表、逻辑块等编程)，功能性强，可靠性高等特点，许多工业控制系统都使用了 PLC。从 PLC 研制成功至今，虽然只经过了短短几十年，但已走过了从大型向小型化、从低速到高速、从单机到网络的发展阶段。目前世界上有一、二百家 PLC 生产厂，几百个 PLC 品种。这些 PLC 品种大致可以分为三个流派：美国流派、欧洲流派和日本流派。各厂家生产的 PLC 都在不断更新换代，其控制容量不断增大，指令运行速度不断提高，功能更趋齐全，应用领域不仅包括开关量的控制、顺序控制、模拟量控制、中断控制、定位控制、过程控制，而且具有强大的网络功能。PLC 及其网络被公认为是现代工业自动化三大支柱(PLC, 机器人, CAD/CAM)之一，其应用越来越普及。

2. PLC 的特点

PLC 具有如下特点：

1) 可靠性高 PLC 采取了多项抗干扰、提高可靠性的措施。例如采用开关电源、输入端采用光电耦合和 RC 滤波器电路、内部采用电磁屏蔽、无触点开关、断电保持继电器，有的还采用双 CPU 冗余系统等。这些措施使得 PLC 在恶劣条件下都能正常工作。

2) 编程简单 各 PLC 生产厂家都有自己的编程软件。这些编程软件大多能按梯形图、指令表、逻辑块方式进行编程。尽管各种 PLC 的指令和编程方式各不相同，但都具有简单易学的特点。

3) 通用性强 各种型号的 PLC 都已经系列化和模块化，除了有主控制单元外，还有 I/O 扩展模块、模拟量模块、通信模块、高速计数器模块等，可以根据控制系统的大小和控制量的多寡进行优化组合，通用性强。

4) 安装简单 控制系统的所有控制逻辑都可以通过编写程序下载到 PLC，实现其控制功能和控制逻辑的要求。现场所要做的工作只是连接好输入端的各类控制开关，连接好输出端的继电器、接触器、电磁阀线圈以及指示灯等，接线简单，错误率低。

正是由于 PLC 具有以上的特点，所以它被广泛地应用于各类工业控制系统、各类机床和楼宇自动化系统中。

3. PLC 的分类

PLC 一般可以按输入/输出(I/O)点数的多少或按结构形式来分类。

(1) 按输入/输出(I/O)点数分类

1) 超小型 PLC 超小型 PLC I/O 总点数一般少于 64 点，程序容量少于 2k 步。

2) 小型 PLC 小型 PLC I/O 总点数一般在 64 ~ 128 点之间，程序容量在 2 ~ 8k 步之间。

- 3) 中型 PLC 中型 PLC I/O 总点数在 128 ~ 512 点之间, 程序容量在 8 ~ 16k 步之间。
- 4) 大型 PLC 大型 PLC I/O 总点数在 512 点以上, 程序容量在 16k 步以上。

(2) 按结构形式分类

1) 整体式 PLC 整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 端子部件等都集装在一个盒子内的 PLC, 如 FP—X 系列 PLC。这种 PLC 结构紧凑, 体积小, 便于灵活运用。

2) 框架式 PLC 框架式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口、扩展单元、各种智能单元都做成模块, 插装在底板上。这种 PLC 大多是大中型 PLC, 可以灵活选择各种模块, 组成各种规模的控制系统。

4. 如何学习 PLC

在 PLC 的发展过程中, 由于历史的原因, 各 PLC 厂家生产的 PLC, 其结构、指令和编程都各不相同, 没有互通性。我们不能说学懂了一种系列的 PLC, 就能懂得另一种系列的 PLC。因此在学习 PLC 的时候, 我们总是先选择一种应用比较广泛、概念比较清晰的 PLC, 学懂它之后再旁及其他型号的 PLC。

在本书中我们选择日本松下公司的 FP—X 系列 PLC 作为教学的机型, 因为它是一种小型机, 却具有大中型机的特点。它的 I/O 输入点数最大达到 382 点; 它的程序容量大, 最大可达到 32k 步; 它具有较快的运算速度, 达到 $0.32\mu\text{s}$ /基本指令; 它具有高速计数器、脉冲输出、模拟量控制、通信插卡等功能; 它还具有 USB 通信端口, 便于与计算机直接连接。它的控制概念清晰, 性能上能满足一般工业企业的工业控制需要。

学习 PLC 时, 首先要了解它的输入/输出(I/O)端子, 它的内部软元件(包括内部继电器、特殊内部继电器、链接继电器、定时器、计数器、数据寄存器、链接寄存器等)的符号、意义和点数范围; 其次, 要学习好基本指令和应用指令。基本指令是指在编程中经常使用的指令。应用指令是指具有某些特殊用途或功能的指令。要注意这些指令的符号、意义、操作数和编程方式; 再次, 要熟练掌握编程软件的使用。自己一边学习指令的意义, 一边编程。在学习中编程, 在编程中学习。通过编程, 你会发现指令的真正意义和内涵, 你会做到将命题的逻辑变成程序的执行逻辑。某一天, 当你解决了一个思考了很长时间的程序问题, 你会兴奋不已。坚持这种训练, 最终你会将程序的可读性和程序的长短有机地结合起来, 编写出令人叹为观止的实用性程序。

第 1 章 PLC 的基本组成与内部软元件

1.1 PLC 的基本概念与组成

PLC 是一种在工业环境下使用，集计算机技术、自动控制技术、通信技术、过程控制于一体的电子装置，它的基本结构与普通微机的结构相似，主要由中央微处理器(CPU)、存储器、输入/输出接口电路、电源等部分组成，如图 1-1 所示。

1.1.1 中央微处理器

中央微处理器，又称中央处理器 (Central Processing Unit, CPU) 是 PLC 的控制中心，它由运算器、寄存器和控制电路组成，将它们集成在一个芯片中。它从输入接口电路读入输入信号，按用户程序对输入信息进行数字逻辑运算，并把运算的结果通过输出接口电路送到输出设备，控制输出设备的运行。

CPU 的一个重要的技术指标是它的运算速度。随着计数器技术的发展，PLC 的 CPU 运算速度已从原来的执行一个指令需要十几到几十微秒减少到零点几微秒。

1.1.2 存储器

存储器 (Memory) 是 PLC 用来存放系统程序、用户程序和数据的器件，包括只读存储器 ROM (Read Only Memory) 和随机读写存储器 RAM (Random Access Memory) 两类。

只读存储器 ROM 存储制造商编写的系统程序，具有开机自检、工作方法选择、信息传递和对用户程序的解释功能。

读写存储器 RAM 用来存放用户程序和数据，读出时 RAM 的存储器内容不变，写入时新写入的信息覆盖原信息，“以新换旧”。

一般来说存储器容量的大小，决定了 PLC 的性能。容量越大，能容纳用户程序越多。例如某 PLC 的容量是 33k 步，即表示该 PLC 能容纳用户编写 33k 步的程序。

1.1.3 输入接口电路

输入接口电路是 PLC 与外部输入设备 (如按钮、开关、行程开关等) 之间的连接部件。通过输入接口电路，将从外部输入设备来的信号送到 PLC。输入接口电路有将外部输入电压 (例如 DC 24V) 转换为 PLC 的工作电压 (DC 5V) 的作用，也有防止外界干扰的作用，其示意

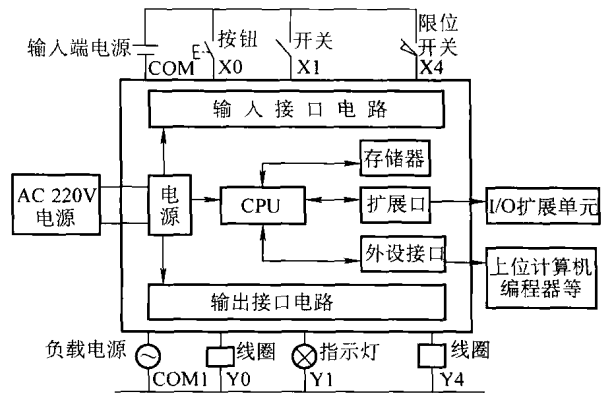


图 1-1 PLC 结构示意图

如图 1-2 所示。

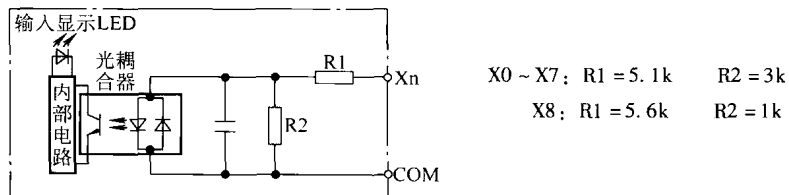


图 1-2 输入接口电路示意图

图中 COM 为公共端， X_n 为第 n 个输入端接线柱。当 COM 端与 X_n 端连接上电源及按钮，按钮闭合，则光耦合器的二极管有电流通过，光敏晶体管导通， X_n 接通的信号被送入 PLC 内部电路，而且表示 X_n 接通的发光二极管发亮。这种光电耦合电路能有效地防止外界干扰。

1.1.4 输出接口电路

输出接口电路是 PLC 与驱动对象（如接触器线圈、电磁阀线圈、指示灯等）的连接部件。由于驱动对象不同，PLC 的输出接口电路一般可分为继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出等三种形式。日本松下公司的 FP 系列 PLC 有继电器输出、晶体管输出两种形式，如图 1-3 所示。

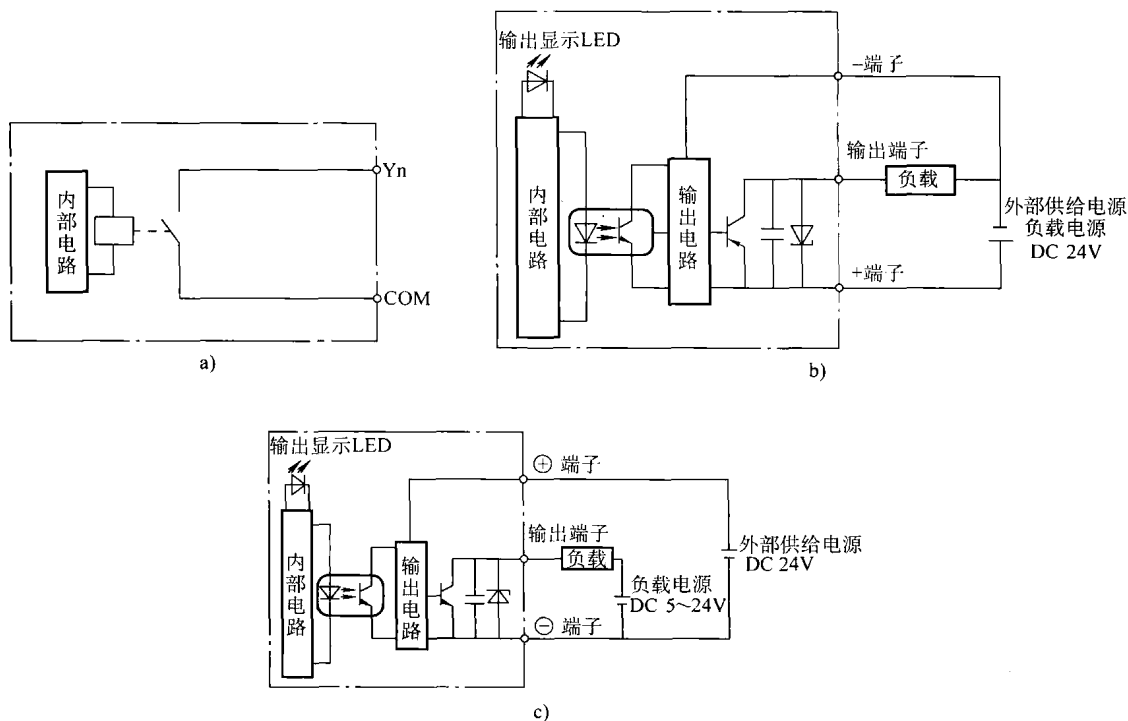


图 1-3 输出接口电路示意图

- a) 继电器输出 b) 晶体管输出(PNP 型)
 c) 晶体管输出(NPN 型)

图 1-3a 为继电器输出等效电路图。在公共端 COM 与输出端 Y_n 之间接上负载电源及驱动线圈，则当内部继电器 Y_n 得电，其对应触点闭合，使公共端 COM、负载电源、驱动线圈与输出端 Y_n 形成一条通路，使线圈得电，从而驱动负载。继电器输出适用于交流或直流负载情况，额定控制容量为 AC 250V/2A 或 DC 30V/2A。

图 1-3b 和图 1-3c 为晶体管输出，适用于直流、小功率高速负载。对 PNP 晶体管输出，额定负载电压 DC 24V、最大负载电流 0.5A。对 NPN 晶体管输出，额定负载电压 DC 5 ~ 24V、最大负载电流 0.5A。

1.1.5 电源

PLC 的电源部件一般采用开关稳压电源，是一个将 AC 220V 交流电变成可供 PLC 各部分所需电压的装置。为了防止及消除工业环境下的空间电磁干扰，PLC 电源采用了较多的滤波环节，具有过电压和欠电压保护，抗干扰能力强。

1.1.6 FP—X 系列 PLC 的控制单元

小型的 PLC 一般都是整体封装，将 CPU、存储器、输入/输出(I/O)接口电路和电源部件等集合在一个机壳内，如图 1-4a 所示。中型以上的 PLC，一般是模块式结构，将电源模块、CPU 模块、输入/输出模块、功能模块等安装在机架上，如图 1-4b 所示。

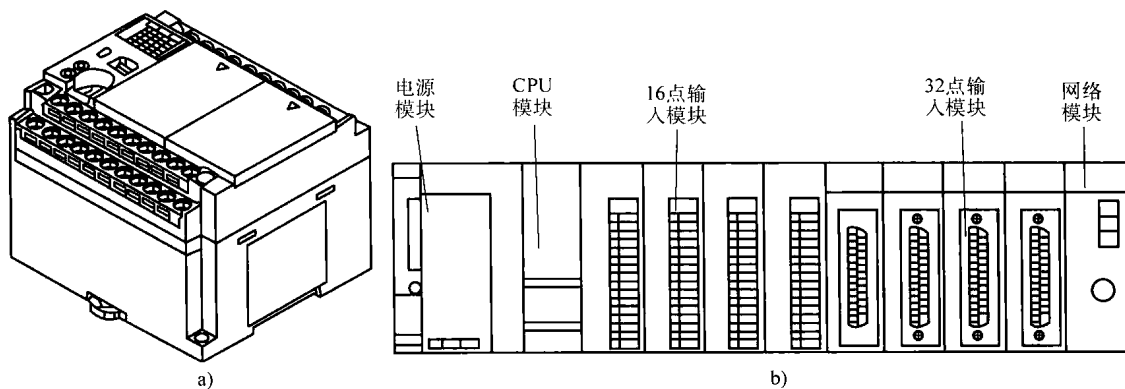


图 1-4 整体和模块式结构的 PLC

a) 松下 FP—X 系列 PLC(整体式结构) b) 三菱 Q 系列 PLC(模块式结构)

日本松下公司的 FP 系列 PLC 是整体封装的 PLC，其中 FP—X 系列是近几年开发的小型 PLC，运算速度快，功能比较强大。

FP—X 系列 PLC 的型号命名规则为：

AFPX—□ □ □ □
① ② ③ ④

- ① 单元名称：C——控制单元；E——扩展单元
- ② 输入/输出(I/O)总点数
- ③ 输出类型：R——继电器输出；T——NPN 型晶体管输出；P——PNP 型晶体管输出
- ④ PLC 供电方式：缺省——AC 供电；D——DC 供电

例如，型号 AFPX—30R，为 FP—X 控制单元，I/O 总点数 30，继电器输出，AC 220V 供电；型号 AFPX—60TD，为 FP—X 控制单元，I/O 总点数 60，NPN 晶体管输出，DC

供电。

AFPX—30R 型 PLC 的面板示意图如图 1-5 所示。

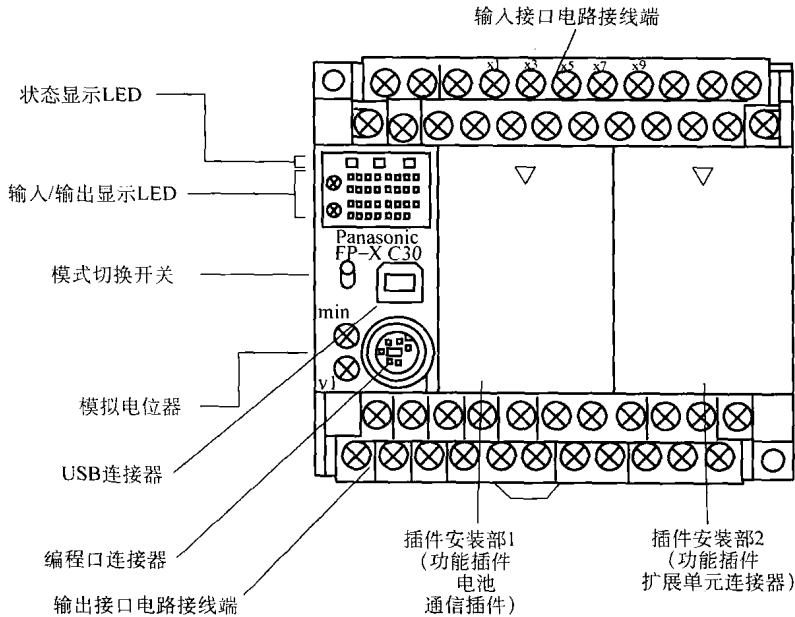


图 1-5 AFPX—30R 型 PLC 的面板示意图

图中：

1) 状态显示 LED 显示 PLC 的运行/停止、错误/报警等动作状态：

RUN 灯亮——运行模式；

PROG 灯亮——编程模式(运行停止)；

ERR 灯闪烁——自诊断查出错误；灯亮——硬件异常或程序运算停滞、监控动作中。

2) 输入/输出显示 LED 某位输入/输出接通，对应的 LED 亮。

3) 模式切换开关 置 RUN 位置——执行程序，开始运行；置 PROG 位置——编程模式，停止运行。

4) USB 连接器 用于连接编程工具。

5) 模拟电位器 转动可调电位器，使特殊数据寄存器 DT90040 ~ DT90043 的值在 K0 ~ K1000 范围内变化。

6) 编程口连接器 用于连接编程工具。

7) 输入接口电路接线端 电源以及输入接线端子。

8) 输出接口电路接线端 负载电源以及输出接线端子。

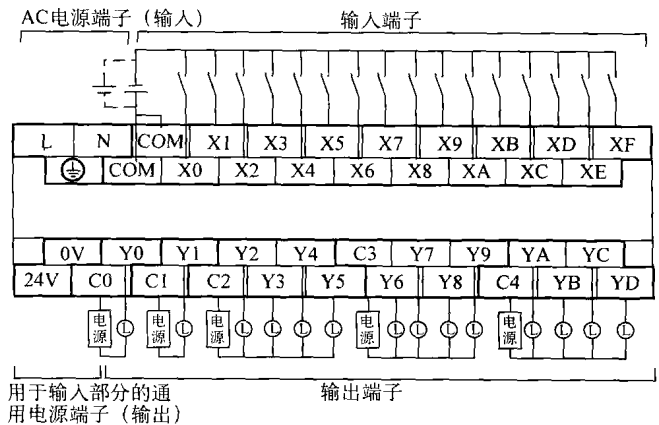


图 1-6 AFPX—C30R 的输入/输出接线端子

9) 插件安装部 用于连接扩展插卡和扩展 I/O 单元。

AFPX—C30R 的输入/输出接线端子排列如图 1-6 所示。

由图 1-6 可见, 输出端 Y0 用公共端 C0(即 COM0, 下同), Y1 用公共端 C1 等, 这是为了适应不同的负载, 其电源电压可能不同的缘故。

1.1.7 FP—X 系列 PLC 的扩展单元

当输入/输出点数不够时, 可以使用 I/O 扩展单元, 扩充 I/O 点数。扩展单元有 16 点、30 点、继电器输出、晶体管输出等多种, 其输入/输出接线端子排列与图 1-6 相似, 也需要输入端电源和输出端电源。扩展单元一般通过专用的扩展电缆连接在控制单元的右方, 可以连接 7 台, 最后还可以通过扩展 FP0 适配器再连接一台, 如图 1-7 所示。

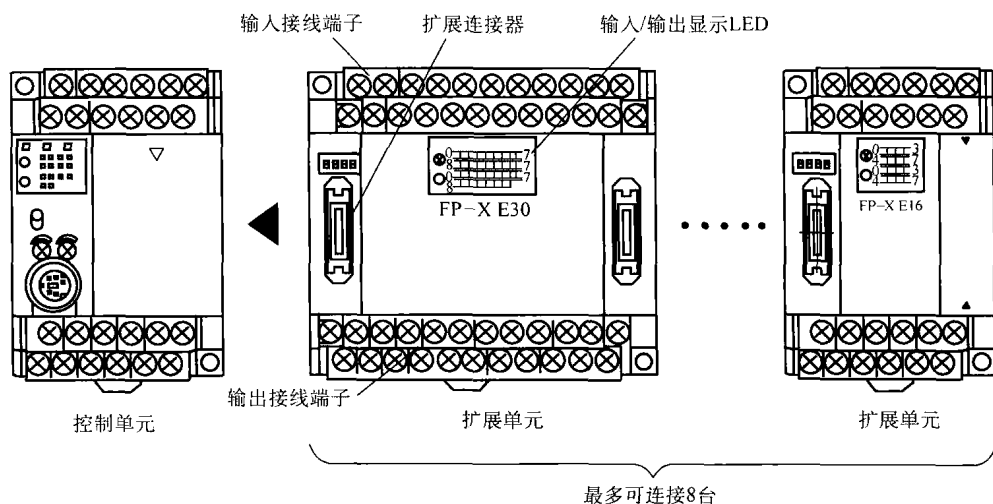


图 1-7 控制单元和扩展单元的连接

1.2 PLC 的工作方式

1.2.1 PLC 的基本图形符号

PLC 运行时是以执行程序来实现对工业过程的控制的。PLC 程序由指令或图形符号组成。其中的图形符号与电工技术的触点、继电器、接触器的图形符号很相似, 如图 1-8 所示。

将这些图形符号连接起来并表示一定的逻辑关系的图形, 称为梯形图, 如图 1-9 中间部分所示。

图 1-9 的梯形图中 X1、X2 是对应于输入接线端子 X1、X2 的常开触点。Y1、Y2 对应于 PLC 内部输出继电器。输入接线端子 X1、X2 分别与按钮 SB1、SB2 连接, 再与输入部分 24V 电源连接。因此, 接线端子 X1、SB1、24V 电源、公共端 COM、输入接口电路就构成了一个闭合回路。X1 的接口等效电路相当于一个线圈(但线圈不表现在编程上、其对应的触点表现在程序中)。当 SB1 接通时, X1 的等效线圈得电, 其对应的触点动作。

常开触点: —|—
 常闭触点: —|/—
 线圈: —[]—

图 1-8 PLC 的基本图形符号