

PLC原理 与编程实例分析

程子华 编著 刘小明 主审



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TP332.3

86

2006

PLC 原理与编程实例分析

程子华 编著

刘小明 主审

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

可编程控制器(PLC)是工业自动化控制中一个非常重要的控制部件,由于其具有极高的可靠性且应用极为方便,因此正在国内外迅速普及并高速发展。本书以三菱 FX_{2N}系列的 PLC 为例,系统地介绍了 PLC 的原理及指令系统,用了大量的实例说明指令的应用,并且还有一定量的习题供读者练习,可以做到边学边练。

本书的重点是强调 PLC 的实际应用,实用性强,通俗易懂,内容全面,可以作为大专院校电气控制、机电一体化或相关专业的教学用书,也可作为 PLC 用户的培训教材及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 原理与编程实例分析/程子华编著. —北京:国防工业出版社,2007.1

ISBN 7-118-04783-X

I. P... II. 程... III. 可编程序控制器—程序设计
IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 113547 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 20 字数 460 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 31.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

可编程控制器(PLC),是采用计算机技术的通用自动化控制装置,经历 30 多年的发展,PLC 的功能也在不断加强和完善,现在已成为一种最重要、最普及、应用场合最广的工业控制器。为了适应社会的需求,方便广大读者的学习,编者查阅了大量有关 PLC 的资料,并结合多年的教学和工程实践经验,选择了功能较为齐全、具有一定代表性的日本三菱 FX_{2N}系列的 PLC 为蓝本,编写了本书。

本书的特色是:

1. 内容全面。本书共有 10 章,从最基本的 PLC 原理、选型,到比较复杂的功能指令应用、特殊功能模块、手持编程器(HPP)及编程软件的应用等都作了详细介绍。第 5 章介绍了数制与编码,主要是为了方便一些没有学过计算机原理的读者,理解数制和编码的概念。第 9 章介绍了 FX 系列 PLC 的特殊功能模块,重点介绍了工程中应用比较多的模块,如数/模(D/A)转换模块、温度控制模块等,方便工程技术人员查阅。第 10 章介绍了 PLC 在电梯控制中的应用,详细介绍了电梯的控制程序。

2. 注重实用,通俗易懂。根据本人多年的教学经验,大部分初学者学习 PLC 指令时,不知该指令在实践中如何应用,因此,本书例举了大量的实例说明编程的方法和指令的应用技巧,特别是功能指令部分,采用边介绍边举例的编写方法。这样可以开阔读者的思路,起到抛砖引玉的作用,使读者能够灵活地应用指令去解决工程中的实际问题。一些重要章节后还有一定量的习题,供读者练习,如果配合三菱的仿真编程软件,广大读者可以在没有 PLC 的情况下进行编程、调试等练习。

3. 本书配有一套 VCD 学习光盘,如有需要可以登录到 WWW.xuexiplc.com 网上查询。也可以在该网站上探讨学习心得,交流学习体会,达到共同进步的目的。

本书可以作为大专院校电气控制、机电一体化或相关专业的教学用书,也可作为 PLC 用户的培训教材及工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中得到了广东白云学院各级领导的支持和帮助,在此表示感谢。同时也感谢刘小明老师,对本书的修改和补充提出了宝贵的意见。

因编者水平有限,书中难免有错漏之处,敬请广大读者批评指正。

程子华

2006 年 7 月于广州

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 可编程控制器的历史与发展趋势	1
1.1.1 可编程控制器的历史	1
1.1.2 可编程控制器的发展趋势	2
1.2 可编程控制器的基本功能与特点	2
1.2.1 PLC的基本功能	2
1.2.2 PLC的特点	4
1.3 可编程控制器的分类和应用	5
1.3.1 PLC的分类	5
1.3.2 PLC的应用	6
1.4 三菱FX系列PLC概述	6
1.4.1 FX系列PLC型号命名方式	6
1.4.2 FX系列PLC概述	7
1.4.3 FX扩展设备	12
习题	14
第2章 可编程控制器的组成和工作原理	15
2.1 可编程控制器的硬件组成	15
2.2 可编程控制器的软件系统和编程语言	18
2.2.1 系统程序	18
2.2.2 用户程序	18
2.2.3 编程语言	18
2.3 可编程控制器的工作原理	19
2.3.1 PLC编程器件概述	19
2.3.2 FX _{2N} 系列PLC的编程器件	20
2.3.3 PLC的工作方式	30
习题	31
第3章 基本指令	32
3.1 基本指令	32
3.1.1 LD、LDI、OUT指令	32
3.1.2 触点串联指令AND、ANI	33
3.1.3 触点并联指令OR、ORI	33
3.1.4 取脉冲指令LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF	33
3.1.5 串联电路块的并联连接指令ORB	34

3.1.6	并联电路块的串联连接指令 ANB	35
3.1.7	多重输出指令 MPS、MRD、MPP	35
3.1.8	主控指令及主控复位指令 MC、MCR	37
3.1.9	取反指令 INV	38
3.1.10	置位指令 SET 与复位指令 RST	39
3.1.11	微分输出指令 PLS、PLF	39
3.1.12	空操作指令 NOP 与程序结束指令 END	39
3.2	基本指令的应用	41
3.2.1	可编程控制器梯形图编程规则	41
3.2.2	程序举例	42
	习题	46
第 4 章	步进指令	49
4.1	状态转移(SFC)图	49
4.2	步进指令	50
4.2.1	步进指令概述	50
4.2.2	状态转移图与梯形图的转换	51
4.2.3	程序的分支	52
4.3	步进指令的应用	53
	习题	59
第 5 章	数制与编码	63
5.1	计数制	63
5.1.1	十进制	63
5.1.2	二进制	64
5.1.3	八进制	65
5.1.4	十六进制	65
5.2	常用计数制及相互转换	65
5.2.1	任意进制数转换为十进制数	65
5.2.2	十进制数转换为任意进制数	66
5.2.3	二进制数与八进制数之间的转换	66
5.2.4	二进制数与十六进制数之间的转换	67
5.2.5	八进制数与十六进制数之间的转换	67
5.3	编码	68
	习题	70
第 6 章	功能指令	72
6.1	功能指令概述	72
6.2	程序流向控制指令	74
6.2.1	条件跳转指令	74
6.2.2	子程序调用与返回指令	75
6.2.3	中断指令	75

6.2.4	主程序结束指令	77
6.2.5	警戒时钟指令	78
6.2.6	循环开始和结束指令	78
6.3	比较及传送指令	79
6.3.1	比较指令	79
6.3.2	区间比较指令	80
6.3.3	传送指令	81
6.3.4	移位传送指令	81
6.3.5	取反传送指令	82
6.3.6	块传送指令	83
6.3.7	多点传送指令	83
6.3.8	数据交换指令	84
6.3.9	BCD 码转换指令	85
6.3.10	二进制码转换指令	85
6.4	四则运算及逻辑运算指令	87
6.4.1	二进制加法运算指令	87
6.4.2	二进制减法运算指令	88
6.4.3	二进制乘法运算指令	89
6.4.4	二进制除法运算指令	90
6.4.5	二进制加 1 指令	91
6.4.6	二进制减 1 指令	92
6.4.7	逻辑与指令	92
6.4.8	逻辑或指令	93
6.4.9	异或指令	94
6.4.10	求补指令	94
6.5	循环及移位指令	96
6.5.1	循环右移指令	96
6.5.2	循环左移指令	97
6.5.3	带进位循环右移指令	98
6.5.4	带进位循环左移指令	99
6.5.5	位右移指令	100
6.5.6	位左移指令	101
6.5.7	字右移指令	103
6.5.8	字左移指令	103
6.5.9	先入先出(FIFO)写入指令	104
6.5.10	先入先出(FIFO)读出指令	105
6.6	数据处理指令	106
6.6.1	成批复位指令	106
6.6.2	解码指令	107

6.6.3	编码指令	108
6.6.4	置 1 位总和指令	109
6.6.5	置 1 位判别指令	110
6.6.6	平均值指令	111
6.6.7	信号报警置位指令	111
6.6.8	信号报警复位指令	112
6.6.9	二进制平方根指令	112
6.6.10	二进制整数转换为二进制浮点指令	113
6.7	高速处理指令	115
6.7.1	输入/输出刷新指令	115
6.7.2	输入滤波时间常数调整指令	115
6.7.3	矩阵输入指令	116
6.7.4	高速计数器置位指令	117
6.7.5	高速计数器复位指令	118
6.7.6	高速计数器区间比较指令	118
6.7.7	速度检测指令	119
6.7.8	脉冲输出指令	121
6.7.9	脉宽调制指令	121
6.7.10	可调速脉冲输出指令	122
6.8	方便指令	124
6.8.1	状态初始化指令	124
6.8.2	数据检索指令	126
6.8.3	绝对值式凸轮顺控指令	127
6.8.4	增量式凸轮顺控指令	129
6.8.5	示教定时器指令	130
6.8.6	特殊定时器指令	132
6.8.7	交替输出指令	132
6.8.8	斜波信号输出指令	133
6.8.9	旋转工作台控制指令	135
6.8.10	数据整理排列指令	136
6.9	外部 I/O 设备指令	138
6.9.1	十键输入指令	139
6.9.2	十六键输入指令	139
6.9.3	数字开关指令	141
6.9.4	七段译码指令	142
6.9.5	带锁存的七段码显示指令	143
6.9.6	方向开关指令	145
6.9.7	ASCII 码转换指令	147
6.9.8	ASCII 码打印输出指令	147

6.9.9	读特殊功能模块指令	148
6.9.10	写特殊功能模块指令	149
6.10	外围设备(SER)指令	150
6.10.1	串行数据传送指令	150
6.10.2	并行数据传送指令	152
6.10.3	十六进制数转换为 ASCII 码指令	153
6.10.4	ASCII 码转换为十六进制数指令	154
6.10.5	校验码指令	154
6.10.6	模拟量读出指令	155
6.10.7	模拟量开关设定指令	156
6.10.8	PID 运算指令	157
6.11	浮点运算指令	159
6.11.1	二进制浮点比较指令	159
6.11.2	二进制浮点区间比较指令	160
6.11.3	二进制浮点转换为十进制浮点指令	161
6.11.4	十进制浮点转换为二进制浮点指令	161
6.11.5	二进制浮点加法指令	162
6.11.6	二进制浮点减法指令	163
6.11.7	二进制浮点乘法指令	163
6.11.8	二进制浮点除法指令	164
6.11.9	二进制浮点开方指令	164
6.11.10	二进制浮点转换为二进制整数指令	165
6.11.11	浮点 SIN 运算指令	166
6.11.12	浮点 COS 运算指令	166
6.11.13	浮点 TAN 运算指令	167
6.11.14	高、低位变换指令	168
6.12	时钟运算指令	169
6.12.1	时钟数据比较指令	169
6.12.2	时钟数据区间比较指令	170
6.12.3	时钟数据加法指令	170
6.12.4	时钟数据减法指令	171
6.12.5	时钟数据读出指令	172
6.12.6	时钟数据写入指令	172
6.13	格雷码变换指令	173
6.13.1	格雷码变换指令	173
6.13.2	格雷码逆变换指令	174
6.14	触点比较指令	175
6.14.1	触点比较指令 LD※	175
6.14.2	触点比较指令 AND※	176

6.14.3 触点比较指令 OR※	177
6.15 点位控制指令	178
6.15.1 当前绝对位置读取指令	178
6.15.2 回原点指令	180
6.15.3 变速脉冲输出指令	181
6.15.4 增量驱动指令	182
6.15.5 绝对位置驱动指令	185
6.15.6 使用点位控制指令注意事项	187
习题	189
第7章 简易编程器及其应用	193
7.1 概述	193
7.2 HPP 的组成与操作面板	193
7.2.1 HPP 的组成	193
7.2.2 HPP 的操作面板	193
7.3 HPP 的联机操作	194
7.3.1 操作过程	194
7.3.2 编程操作	195
7.3.3 监视和测试操作	200
7.4 HPP 的其他功能	202
7.4.1 联机方式	202
7.4.2 脱机方式	205
第8章 PLC 编程软件的应用	208
8.1 软件的安装	208
8.2 程序输入和编辑	208
8.3 程序仿真运行	213
第9章 特殊功能模块的应用	219
9.1 模拟量输入/输出模块	219
9.1.1 FX _{1N} -2AD-BD 模拟量输入板	219
9.1.2 FX _{1N} -1DA-BD 模拟量输出板	220
9.1.3 模拟量调整器	220
9.1.4 FX _{0N} -3A 模拟量输入/输出模块	221
9.1.5 FX _{2N} -2AD 模拟量输入模块	224
9.1.6 FX _{2N} -4AD 模拟量输入模块	228
9.1.7 FX _{2N} -8AD 模拟量输入和温度传感器输入模块	233
9.1.8 FX _{2N} -2DA 模拟量输出模块	234
9.1.9 FX _{2N} -4DA 模拟量输出模块	238
9.1.10 与 Pt100 型温度传感器匹配的 FX _{2N} -4AD-PT 模拟量输入模块	238
9.1.11 与热电偶型温度传感器匹配的 FX _{2N} -4AD-TC 模拟量 输入模块	241

9.1.12	FX _{2N} -2LC 温度调节模块	244
9.2	高速计数模块	246
9.3	FX 定位控制	247
9.3.1	FX _{2N} -1PG-E 脉冲输出模块	247
9.3.2	FX _{2N} -10PG 脉冲输出模块	248
9.3.3	FX _{2N} -10GM 定位控制器	249
9.3.4	FX _{2N} -20GM 定位控制器	250
9.3.5	FX _{2N} -1RM-E-SET 可编程凸轮开关	252
9.4	FX 通信解决方案	254
9.4.1	FX _{2N} -16CCL-M CC-Link 系统主站模块	254
9.4.2	FX _{2N} -32CCL CC-Link 接口模块	256
9.4.3	FX _{2N} -16LNK-M MELSEC I/O Link 远程 I/O 连接系统 主站模块	257
9.4.4	FX _{2N} -2ASI-M AS 接口主站模块	259
9.4.5	FX _{2N} -64DNET DeviceNet 接口模块	260
9.4.6	FX _{0N} -32NT-DP Profibus 接口模块	261
9.4.7	FX _{2N} -32DP-IF Profibus 接口模块	262
9.4.8	FX _{1N} -232-BD/FX _{2N} -232-BD RS-232C 通信板	263
9.4.9	FX _{0N} -232ADP RS-232C 适配器	264
9.4.10	FX _{2N} -2321F RS-232C 通信接口模块	265
9.4.11	FX-232AWC/FX-232AW 系列接口	266
9.4.12	FX _{1N} -485-BD/FX _{2N} -485-BD RS-232C 通信板	267
9.4.13	FX _{0N} -485-ADP RS-485C 通信板适配器	268
9.4.14	FX-485PC-IF RS-232C/RS-485 转换接口	269
9.4.15	FX _{1N} -422-BD/FX _{2N} -422-BD RS-422 通信板	270
9.4.16	N:N 网络连接	271
9.4.17	并联连接	272
9.4.18	计算机连接	273
第 10 章	PLC 在电梯控制中的应用	275
10.1	交流双速电梯的基本工作原理	275
10.2	输入/输出电路的设计	278
10.3	梯形图的设计	280
10.4	梯形图的汇总及总结	291
附录一	FX 系列 PLC 特殊元件	301
附录二	FX 系列 PLC 的指令系统	305
参考文献		310

第 1 章 绪 论

1.1 可编程控制器的历史与发展趋势

1.1.1 可编程控制器的历史

可编程控制器(Programmable Controller, PC)是近几年迅速发展并得到广泛应用的新一代工业自动化控制装置。早年的可编程控制器在功能上只能实现逻辑控制,因此被称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。随着技术的进步和微处理器的广泛应用,一些 PLC 生产厂家开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理器,大大加强了 PLC 的功能,它不仅具有逻辑控制功能,而且具有算术运算和对模拟量的控制功能。因此,美国电气制造协会(National Electrical Manufacturers Association, NEMA)于 1980 年将它正式命名为可编程控制器(PC)。该名称已在工业界使用多年,但近年来个人计算机也简称 PC,为了区别,目前可编程控制器常称为 PLC。

国际电工委员会(IEC)于 1985 年在颁布的可编程控制器标准草案第二稿中,给 PLC 做了如下定义:“可编程控制器是一种数字运算器,是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境应用而设计。它采用可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种机械或生产过程。”

近年来,PLC 的发展非常迅速,除了具有逻辑(Logic)判断等功能,还同时具有数据处理、PID 调节和数据通信功能,因此其功能已远远超出了上述定义范围。

世界上第一台 PLC 是 1969 年美国数字设备公司(DEC)研制成功的。最初,美国通用汽车公司(GM)根据生产需要提出如下设想:能否把计算机完善、灵活、通用的优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,做成一个通用控制装置,并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程,使不熟悉计算机的人也能方便使用。这一设想的提出,美国 DEC 公司首先响应,于 1969 年首先研制成功第一台 PLC,型号为 PDP-14。用它代替传统的继电器控制系统,在美国 GM 公司的汽车自动化配置上试用并获得成功。以后,这一项新技术就迅速发展起来了。

这一项新技术的成功使用,在工业界产生了巨大的影响。从此,可编程控制器在世界各地迅速发展起来。1971 年,日本从美国引进这项技术,并很快研制成功了日本第一台可编程控制器 DCS-8。1973 年—1974 年西德和法国也研制出了他们的可编程控制器。我国从 1974 年开始研制,1977 年研制成功了以微处理器 MC14500 为核心的可编程控制器,并开始工业应用。

1.1.2 可编程控制器的发展趋势

由于工业生产对自动控制系统的多样性,今后几年的 PLC 技术将围绕如下几个方面发展。

(1) 进一步加快 CPU 的处理速度。可以采用的方法有:全面使用高速 CPU 芯片和 24 位、32 位、64 位 RISC 芯片,采用多 CPU 并行处理或分时处理或分任务处理;采用新型体系结构(即有别于现有 PLC 的扫描式体系结构的中断驱动式体系结构),工作方式使扫描和中断并存;各种模块智能化,部分系统程序用门阵列电路固化,这样可以使速度达到 ns 级。

(2) 变革操作控制方式。由于处理速度的加快和多 CPU 的使用,操作控制不再采用单一的循环扫描方式,将大量使用中断驱动方式,以增加对输入/输出(I/O)的快速反应能力。

(3) 发展智能化模块。智能化模块主要有:通信模块、位置控制模块、数据处理与控制模块、数/模(D/A)转换模块、PID 控制模块及一些智能化 I/O 模块。

(4) 进一步提高可靠性。有些场合对 PLC 的可靠性要求特别高,根据不同需要可采用相应的技术,除提高半导体的可靠性外,PLC 将在硬件上采用多 CPU 的容错系统,软件上开发出更加高级的诊断程序,以及发展软件的容错技术,增强 PLC 的自诊断和外部故障检测功能等。

(5) 提供更方便灵活的编程方法,PLC 的使用更加方便。

(6) PLC 的结构和规模将更加两极分化,即大型化和小型化。大型 PLC 着眼于完善其处理能力,向分散型、多层分布式工厂自动化网络化方向发展。小型 PLC 则强调简易、经济,采用平板薄型一体化结构,以适应单机控制和机电一体化的需要。同时适当增加一些特殊 I/O 模块和简单的联网功能,扩大其应用范围。

(7) PLC 产品更加规范化、标准化。标准化将有利于 PLC 的设计、生产、使用和维修。用户将迫使生产厂家把 PLC 做成兼容产品,至少 PLC 的基本部件的技术规格、I/O 模块、接线端子以及通信协议、编程工具和语言要规范化、标准化,能相互兼容。主要的标准有:工作环境、物理和电气接口、功能板和插座特性、PLC 总线、通信协议和编程语言等。

(8) 加强 PLC 的联网功能。加强 PLC 与 PLC 之间,PLC 与计算机的联网能力,为实现工厂自动化提供必要的条件。

(9) PLC 存储容量及存储特性。从发展角度来看,单机的存储容量达到 1MB 就能满足通常的要求,对于特殊需要可采用外部存储方式。为增加外部存储的容量和存储的速度,将采用激光光盘取代普通的磁盘和磁带等。为满足对存储器芯片的存取速度、RAM 的可重写性和 ROM 的非易失性等要求,必须研制和采用新型存储器芯片。

1.2 可编程控制器的基本功能与特点

1.2.1 PLC 的基本功能

1) 逻辑控制功能

逻辑控制功能实际上就是位处理功能,是可编程控制器的最基本的功能之一。PLC

设置有“与”、“或”、“非”等逻辑指令。利用这些指令,根据外部现场(开关、按钮或其他传感器)的状态,按照制定的逻辑进行运算处理后,将结果输出到现场的被控对象(电磁阀、接触器、继电器、指示灯等)。因此 PLC 可以代替继电器进行开关控制,完成触点的串联、并联等各种连接。另外,在 PLC 中一个逻辑位的状态可以无限次地使用,逻辑关系的修改变更也十分方便。

2) 定时控制功能

PLC 中有许多可供用户使用的定时器,功能类似于继电器线路中的时间继电器。定时器的设定值(定时时间)可以在编程时设定,也可以在运行过程中根据需要进行修改,使用方便灵活。程序执行时,PLC 将根据用户指定的定时器指令对某个操作进行限制或延时控制,以满足生产工艺的要求。

3) 计数控制功能

PLC 为用户提供了很多计数器。计数器计到某一定值时(设定值),产生一个状态信号,利用该状态信号实现对某个操作的计数控制。计数器的设定值可以在编程时设定,也可以在运行过程中根据需要进行修改。程序执行时,PLC 将根据用户用计数器指令指定的计数器对某个控制信号的状态改变次数(如某个开关的闭合次数)进行计数,以完成对某个工作过程的计数控制。

4) 步进控制功能

PLC 为用户提供了若干个状态器,可以实现由时间、计数或其他指定逻辑信号为转移条件的步进控制,即在一道工序完成以后,在转移条件满足时,自动进行下一道工序。大部分 PLC 都有专用的步进控制指令,应用步进指令编程十分方便。

5) 数据处理功能

大部分 PLC 都有数据处理功能,可实现算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数制转换、译码编码等操作。现在一些新型的 PLC 数据处理功能更加齐全,可以完成开方、PID 运算、浮点运算等操作,还可以和 CRT、打印机连接,实现程序、数据的显示和打印。

6) 过程控制功能

有些 PLC 具有 A/D、D/A 转换功能,可以方便地完成对模拟量的控制和调节。

7) 通信联网功能

有些 PLC 采用通信技术,可以多台 PLC 之间的同位链接、PLC 与计算机之间的通信等。利用 PLC 之间的同位链接,可以把数十台 PLC 用同级或分级的方式链成网络,使各台 PLC 的 I/O 状态相互透明。采用 PLC 和计算机之间的通信连接,可用计算机为上位机,下面连接数十台 PLC 作为现场控制。目前 PLC 的联网和通信技术正趋于完善并迅速发展。

8) 监控功能

PLC 设置了较强的监控功能。操作人员利用编程器或监视器可对 PLC 的运行状态进行监视。利用编程器可以调整定时器、计数器的设定值和当前值,并根据需要改变 PLC 内部逻辑信号的状态及数据区的数据内容,为调试和维护提供了极大的方便。

9) 停电记忆功能

PLC 内部的部分存储器所使用的 RAM 设置了停电保持器件(如备用电池等),以保证断电后这部分存储器中的信息不会丢失。

10) 故障诊断功能

PLC 可对系统组成、某些硬件状态及指令的合法性等进行自诊断,发现异常情况,发出报警并显示错误类型,如属于严重错误则自动终止运行。它的故障自诊断功能大大提高了 PLC 控制系统的安全性和可维护性。

1.2.2 PLC 的特点

可编程控制器是面向用户的专用控制计算机,具有许多明显的特点。

1) 可靠性高,抗干扰能力强

PLC 是专为工业控制而设计的,选用的电子器件一般是工业级,有的甚至是军用级,在硬件和软件两个方面还采用了屏蔽、滤波、光电隔离、故障诊断和自动恢复等措施,使可编程控制器具有很强的抗干扰能力,其平均无故障时间已达到 2 万 h 以上。

2) 编程简单、直观

PLC 是采用了一种面向控制过程的梯形图语言。梯形图语言与继电器原理图类似,形象直观,易学易懂。具有一定电工知识的人员都可以在短时间内学会,使用起来得心应手,计算机技术和传统继电器控制技术之间的隔阂在 PLC 上完全不存在。

3) 适应性好,维护简单

PLC 是通过程序实现控制的。当控制要求发生改变时,只要修改程序即可。由于可编程控制器产品已系列化、模块化,因此能灵活方便组成系统配置,组成规模不同、功能不同的控制系统,适应能力非常强。PLC 控制系统的维护非常简单,利用 PLC 的自诊断功能和监控功能,可以迅速地查找故障点,及时予以排除。

4) 速度较慢,价格较高

PLC 的速度与单片机等计算机相比相对较慢,单片机两次执行程序的时间间隔可以是 ms 级甚至 μs 级,一般 PLC 两次执行程序的时间间隔是 10ms 级。PLC 的一般输入点在输入信号频率超过十几赫后就很难正常工作,为此,PLC 设有高速输入点,可以输入数千赫的开关信号。PLC 的价格也较高,是单片机系统的 2 倍 ~ 3 倍。但是,从整体上看,PLC 的性价比是令人满意的。PLC、继电器控制系统、单片机控制系统性能比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器控制系统、单片机控制系统性能比较表

项 目	PLC	继电器控制系统	单片机控制系统
功 能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现循序控制	用程序实现各种复杂控制,功能最强
改变控制内容	修改程序较简单容易	改变硬件接线、工作量大	修改程序,技术难度大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理,响应最快
接 口	直接与生产设备相连	直接与生产设备相连	要设计专门的接口
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境差,会降低可靠性和寿命	要求有较好的环境,如机房、实验室、办公室

(续)

项 目	PLC	继电器控制系统	单片机控制系统
抗干扰	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施;否则易受干扰影响
维 护	现场检查,维修方便	定期更换继电器,维修费时	技术难度较高
系统开发	设计容易、安装简单、调试周期短	图样多,安装接线工作量大,调试周期长	系统设计复杂,调试技术难度大,需要有系统的计算机知识
通用性	较好,适应面广	一般是专用	要进行软、硬件技术改造才能作其他用
硬件成本	比单片机控制系统高	少于 30 个继电器时成本较低	一般比 PLC 低

1.3 可编程控制器的分类和应用

1.3.1 PLC 的分类

PLC 的种类很多,其实现的功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大的差异。因此,PLC 的分类并没有一个严格的统一标准,而是按结构形式、控制规模、实现的功能大致地分类。

1) 按结构形式分类

PLC 按照硬件的结构形式可以分整体式和组合式。整体式 PLC 外观是一个长方形的箱体,又称为箱式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性,其模块可以像积木似的进行组合,构成具有不同控制规模和功能的 PLC,因此这种 PLC 又称为积木式 PLC。

(1) 整体式 PLC 整体式 PLC 的 CPU、存储器、I/O 安装在同一机体内(如三菱的 FX 系列),如图 1-1 所示。这种结构的特点是:结构简单,体积小,价格低。

(2) 组合式 PLC 组合式 PLC 为总线结构。其总线做成总线板,上面有若干个总线槽,每个总线槽上可安装一个 PLC 模块,不同的模块实现不同的功能,如图 1-2 所示。PLC 的 CPU、存储器和电源等做成一个模块,该模块在总线板上的位置一般来说是固定

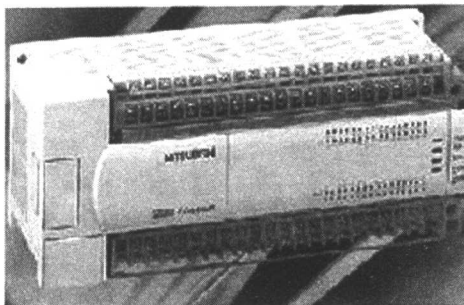


图 1-1 整体式 PLC

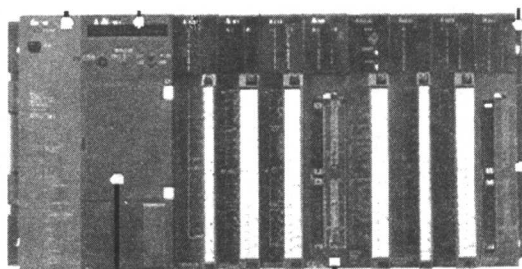


图 1-2 组合式 PLC

的,而且该模块也是构成组合式 PLC 所必需的。其他模块可根据 PLC 的控制规模、实现的功能进行选取,安装在总线的其他任一总线槽上。组合式 PLC 安装完成后,需要进行登记,使 PLC 对安装在总线上的模块进行确认。组合式 PLC 的总线板又称为基板。组合式 PLC 的特点是:系统构成灵活性较高,可构成具有不同控制规模和功能的 PLC;价格较高。

2) 按控制规模分类

I/O 的点数(又称 I/O 点数)是衡量 PLC 控制规模的重要参数。因此,按控制规模可分为小型 PLC、中型 PLC 和大型 PLC。

- (1) 小型 PLC I/O 点数在 256 点以下。
- (2) 中型 PLC I/O 点数在 256 点 ~ 2048 点之间。
- (3) 大型 PLC I/O 点数在 2048 点以上。

3) 按实现的功能分类

按照 PLC 所能实现的功能不同,可以把 PLC 大致地分为低档 PLC、中档 PLC 和高档 PLC 三类。

- (1) 低档 PLC 具有逻辑运算、计时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能,还具有一定的算术运算、数据传送和比较、通信、远程和模拟量处理功能。
- (2) 中档 PLC 除了具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的算术运算、数据传送和比较、数据转换、远程、通信、子程序、中断处理和回路控制功能。
- (3) 高档 PLC 除了具有中档 PLC 的功能外,还具有带符号的算术运算、矩阵运算、函数、表格、CRT 显示、打印机打印等功能。

1.3.2 PLC 的应用

目前,在冶金、化工、机械、印刷、电子、电力、建筑建材、交通等几乎所有的工业控制过程均可用 PLC 实现。但是,不同档次的 PLC 又有其不同的应用范围。低档 PLC 主要用于进行逻辑控制、没有或只有很少几路模拟量的场合。中档 PLC 主要应用于要求进行数据处理或有几路模拟量的场合。高档 PLC 主要应用于有大量数据处理或模拟量控制的场合,如化工生产过程等。

1.4 三菱 FX 系列 PLC 概述

1.4.1 FX 系列 PLC 型号命名方式

FX 系列 PLC 型号命名的基本格式为

