

PLC

技术实用丛书

三菱PLC

快速入门与实例提高

陈苏波 杨俊辉 陈伟欣 常春藤 等 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

PLC

技术实用丛书

三菱PLC

快速入门与实例提高

陈苏波 杨俊辉 陈伟欣 常春藤 等 编著



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

三菱 PLC 快速入门与实例提高 / 陈苏波等编著. —北京:
人民邮电出版社, 2008.8
(PLC 技术实用丛书)
ISBN 978-7-115-17941-8

I. 三… II. 陈… III. 可程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 048980 号

内 容 提 要

本书以三菱 FX 系列 PLC 为对象, 介绍了 PLC 的各种基础知识与应用实例。在硬件方面, 本书介绍了 FX 系列 PLC 的硬件基础、相关外围部件及其使用方法与应注意的要点; 在编程方面, 介绍了 FX 的常用指令, 梯形图的编程方法, FX 指令集, 同时又介绍了安装使用三菱 GX Developer 软件及其编程实例; 在通信方面, 本书以工控实践为出发点, 在介绍 FX 通信模式的同时又综合了 VC 技术。最后详细讲解了一些工程实例, 这些实例可帮助读者提高实践能力。

本书内容丰富, 通俗易懂, 包含了 FX 可编程控制器的软硬件编程基础和应用实例, 可作为初学者的自学用书, 也可以供工程技术人员参考。

PLC 技术实用丛书

三菱 PLC 快速入门与实例提高

-
- ◆ 编 著 陈苏波 杨俊辉 陈伟欣 常春藤 等
责任编辑 刘 洋
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京楠萍印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 457 千字
印数: 1—4 500 册
- 2008 年 8 月第 1 版
2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17941-8/TN

定价: 35.00 元

读者服务热线: (010)67129258 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言

可编程控制器(PLC)是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的新型工业控制装置。它具有编程方便,现场可修改程序,采用模块化结构便于维修,可靠性高,体积小和抗干扰能力强等特点,特别适合于恶劣环境下运行,是现代工业控制的主要设备。随着我国经济的发展,可编程控制器的应用越来越广泛。目前,PLC在国内外已广泛地应用于钢铁、石油、化工、电力、机械制造、汽车、轻纺以及交通运输等各个行业,其主要作用是实现对相关产品开关量的逻辑控制、模拟量的控制、运动控制、过程控制、数据处理和网络通信。

现在,市面上 PLC 的种类很多,而三菱公司的 PLC 具有类型多、适用范围广、性价比高、使用寿命长以及维护方便等特点,在国内的应用范围越来越广,所占的市场比例也在不断地提高。随着三菱 PLC 市场份额的增加,使用三菱 PLC 的技术人员也越来越多,市场上对关于三菱 PLC 方面的书籍和资料的需求也随之增大。目前,三菱公司推出的 PLC 有 FX 系列、Q 系列、AnS 系列和 QnA&AnA 系列。其中,FX2N 是三菱可编程控制器 FX 系列中最先进的,具有高速处理及可扩展量大的特点,可与多种三菱公司提供的特殊模块连接应用,为工业自动化提供最大的灵活性和控制能力。

为了适应生产实际的要求,电气控制类的人才对 PLC 知识的要求也越来越高,包括编程、调试、维护以及与相关上下行设备的平台构建、硬件的配套、相互通信等。本书以三菱电机的 FX 系列 PLC 为对象介绍了 PLC 的硬件基础、编程指令、编程软件、实用例子以及相关项目的实际经验。由于篇幅有限,许多 FX 的资料读者可以到三菱电机上海自动化公司的网站下载,网址是 www.mitsubishielectric-automation.cn。里面有许多相关的 FX 使用和外围部件的资料,读者在参考本书的同时可查阅网站的相关内容。

本书的主要内容如下。

第 1 章可编程控制器概述。主要介绍了 PLC 的相关概念及发展历程,以及对国内外 PLC 厂家的介绍。

第2章三菱可编程控制器的硬件基础。介绍了三菱可编程控制器的组成部分及其硬件构成和工作原理,同时还介绍了与PLC应用相关的特殊模块等外围部件。

第3章FX系列编程技术基础。这一部分主要介绍了FX系列可编程控制器的常用编程指令及相关编程思想。

第4章FX系列PLC的功能指令。功能指令(也称应用指令)的出现大大拓宽了PLC的应用范围,也给用户编制程序带来了极大的方便,某些功能指令实际上是一些用来完成特定任务的子程序。

第5章顺序功能流程图及其编程方法。详细介绍了步进顺控指令的内容以及对实际顺序控制的处理方法。

第6章三菱GX Developer软件编程。主要选取一些常用的操作来介绍,如果读者需要详细了解该编程软件的功能,可以参考三菱公司相关的技术资料。

第7章PLC通信基础。PLC通信的任务就是将地理位置不同的PLC、计算机和各种现场设备等,通过通信介质连接起来,按照规定的通信协议,以某种特定的通信方式高效率地完成数据的传送、交换和处理。本章就通信方式、通信介质、通信协议及常用的通信接口等内容加以介绍。

第8章PLC网络。三菱公司PLC网络继承了传统使用的MELSEC网络,并使其在性能、功能和使用等方面更胜一筹。本章主要介绍了PLC网络的现场总线技术。

第9章PLC系统的设计。PLC控制系统必须经过周密的设计才可以付诸实施,否则将会造成意想不到的浪费,更严重的是可能引发安全事故。可编程控制器的结构和方式与通用微型计算机完全不一样,因此,用可编程控制器设计自动控制系统与微机控制系统的开发过程也不完全相同,需要根据可编程控制器的特点进行系统设计。

第10章设计实例。为了加强对本书内容的理解和掌握,本章讲解了几个PLC在生产实践中的应用实例。通过学习这些例子,读者可以快速提高自己对PLC的理解和运用能力。

由于编者水平有限,错误之处在所难免,还请读者和广大专家批评指正。意见和建议可发电子邮件至 liuyang@ptpress.com.cn。

作 者

2008年3月

Contents

目 录

第1章 可编程控制器概述	1
1.1 可编程控制器产生及现状	2
1.1.1 可编程控制器的产生及发展	2
1.1.2 可编程控制器的发展趋势	5
1.2 可编程控制器的组成结构、特点及主要性能指标	6
1.2.1 组成结构	6
1.2.2 特点	8
1.2.3 主要性能指标	10
1.3 可编程控制器的工作原理	10
1.3.1 可编程控制器的循环扫描工作方式	10
1.3.2 可编程控制器与继电器的区别	13
1.3.3 可编程控制器与微型计算机的区别	14
1.4 国内外 PLC 产品的介绍	15
第2章 三菱可编程控制器的硬件基础	19
2.1 FX 系列 PLC 硬件配置及性能指标	20
2.1.1 FX 系列 PLC 型号的说明	20
2.1.2 FX1S 系列简介	20
2.1.3 FX1N 系列简介	21
2.1.4 FX2N 系列简介	21
2.1.5 FX3U 系列简介	22
2.2 FX 系列的 I/O 扩展单元和扩展模块	23
2.2.1 FX0N 的 I/O 扩展	23
2.2.2 FX2N 的 I/O 扩展	23
2.3 三菱 FX 系列 PLC 特殊功能模块介绍	24
2.3.1 FX 系列模拟量 I/O 模块	24
2.3.2 FX 系列运动控制器模块	30

2.3.3	FX 系列高速计数模块	32	4.4.3	传送指令	70
2.3.4	PID 过程控制模块	33	4.4.4	数据变换指令	72
2.3.5	定位控制模块	33	4.5	算术运算和逻辑运算指令	72
2.3.6	数据通信模块	34	4.5.1	算术运算指令	72
2.4	三菱 FX 系列 PLC 的编程设备及 人机接口	35	4.5.2	加 1 和减 1 指令	74
2.4.1	专用便携式简易编程器	35	4.5.3	字逻辑运算指令	74
2.4.2	计算机编程软件	36	4.6	循环移位与移位指令	75
2.4.3	图形操作终端 GOT-900 简介	36	4.6.1	循环移位指令	76
2.5	FX 系列 PLC 各单元模块的 连接	37	4.6.2	带进位的循环移位指令	76
2.5.1	FX 系列 PLC 的性能指标	37	4.6.3	位右移和位左移指令	77
2.5.2	FX 系列 PLC 的环境指标	37	4.6.4	字右移和字左移指令	78
2.5.3	FX 系列 PLC 的输入技术指标	38	4.6.5	FIFO (先入先出) 写入与读出 指令	79
2.5.4	FX 系列 PLC 的输出技术指标	38	4.7	数据处理指令	79
第 3 章	FX 系列编程技术基础	41	4.7.1	区间复位指令	80
3.1	PLC 编程语言基础	42	4.7.2	解码指令	80
3.2	编程器件	44	4.7.3	编码指令	80
3.3	FX2N 系列的基本逻辑指令	48	4.7.4	求置 ON 位总数指令	81
3.3.1	指令	48	4.7.5	ON 位判断指令	81
3.3.2	编程要领与实例	52	4.7.6	求平均值指令	81
第 4 章	FX 系列 PLC 的功能指令	57	4.7.7	报警器置位指令	82
4.1	FX 系列 PLC 的功能指令概述	58	4.7.8	报警器复位指令	82
4.1.1	功能指令的表示形式	58	4.7.9	二进制平方根指令	82
4.1.2	数据长度及数据格式	58	4.7.10	二进制整数与浮点数的转换 指令	82
4.1.3	变址寄存器	59	4.7.11	高低字节交换指令	82
4.1.4	指令的执行方式	59	4.8	高速处理指令	83
4.2	FX 系列 PLC 的功能指令表	60	4.8.1	输入输出刷新指令	83
4.3	FX 系列 PLC 的程序流程控制 功能指令	65	4.8.2	刷新和滤波时间常数调整指令	83
4.3.1	条件跳转指令	65	4.8.3	矩阵输入指令	84
4.3.2	子程序调用指令	66	4.8.4	高速计数器置位与复位指令	85
4.3.3	中断指令	67	4.8.5	高速计数器的区间比较指令	85
4.3.4	主程序结束指令	68	4.8.6	速度检测指令	86
4.3.5	监控定时器指令	68	4.8.7	脉冲输出指令	87
4.3.6	循环指令	68	4.8.8	脉宽调制指令	88
4.4	传送和比较指令	69	4.8.9	带加减速的脉冲输出指令	88
4.4.1	比较指令	69	4.9	方便指令	89
4.4.2	区间比较指令	69	4.9.1	状态初始化指令	89
			4.9.2	数据搜索指令	89

4.9.3	绝对值式凸轮顺控指令	90	4.13.3	时钟数据读写指令	110
4.9.4	增量式凸轮顺控指令	90	4.13.4	格雷码变换指令	110
4.9.5	示教定时器指令	91	4.14	触点型比较指令	110
4.9.6	特殊定时器指令	92	4.14.1	LD (触点型比较指令)	111
4.9.7	交替输出指令	92	4.14.2	AND (触点型比较指令)	111
4.9.8	斜坡信号输出指令	93	4.14.3	OR (触点型比较指令)	112
4.9.9	旋转工作台控制指令	93	4.15	定位控制功能指令	112
4.9.10	数据排序指令	94	4.15.1	使用定位功能指令的注意	
4.10	外围设备 I/O 设备指令	95		事项	112
4.10.1	10 键输入指令	95	4.15.2	当前值读取指令 ABS	114
4.10.2	16 键输入指令	96	4.15.3	原点回归指令 ZRN	115
4.10.3	数字开关指令	97	4.15.4	可变速脉冲输出指令 PLSV	116
4.10.4	七段译码指令	98	4.15.5	相对位置控制指令 DRVI	117
4.10.5	带锁存器的七段显示指令	98	4.15.6	绝对位置控制指令 DRVA	119
4.10.6	方向开关指令	100	4.16	实例	121
4.10.7	ASCII 码转换指令	101	4.16.1	三菱 FX 系列 PLC 实现对三相	
4.10.8	ASCII 码打印指令	102		异步电动机的点动及连续运转	
4.10.9	特殊功能模块的 BFM 读出			控制	121
	指令	102	4.16.2	三相交流异步电动机 Y/Δ 启动	
4.10.10	特殊功能模块的 BFM 写入			控制	124
	指令	102	4.16.3	生产过程质量控制	126
4.11	外围设备 SER 指令	103	4.16.4	人行横道交通灯控制	128
4.11.1	串行通信指令	103	第 5 章	顺序功能流程图及其编程	
4.11.2	八进制位传送指令	103		方法	131
4.11.3	HEX 与 ASCII 之间的转换		5.1	STL/RET 步进梯形图指令	132
	指令	103	5.1.1	STL/RET 说明	132
4.11.4	校验码指令	104	5.1.2	STL/RET 应用	132
4.11.5	FX-8AV 模拟量功能扩展板		5.2	步进梯形图指令的动作与	
	指令	105		SFC 表示	134
4.11.6	PID 运算指令	105	5.2.1	步进梯形图指令的作用	134
4.12	浮点数运算指令	106	5.2.2	步进梯形图指令动作的实际	
4.12.1	浮点数比较指令	106		表现	135
4.12.2	浮点数转换指令	106	5.2.3	SFC 图编程用设备	136
4.12.3	二进制浮点数的四则运算	107	5.3	顺序功能图的基本结构	137
4.12.4	二进制浮点数的开平方指令与		5.4	状态转移图的基本规则	139
	三角函数运算指令	108	5.5	编程方法	143
4.13	时钟运算与格雷码变换指令	108	5.5.1	初始状态编程	143
4.13.1	时钟运算指令	108	5.5.2	一般程序的编程	143
4.13.2	时钟数据加减法指令	109	5.5.3	复杂程序的编程	144

5.6 SFC 编程实例	149	7.4 计算机通信标准	185
5.6.1 简单流程控制系统	149	7.4.1 开放系统互连模型	185
5.6.2 选择性分支和汇合流程控制系统	154	7.4.2 IEEE 802 通信标准	187
5.6.3 并行分支与汇合流程控制系统	154	7.5 网络拓扑结构	188
第 6 章 三菱 GX Developer 软件编程	159	7.5.1 星形网络	188
6.1 GX Developer 简介	160	7.5.2 环形网络	188
6.1.1 GX Developer 的特点	160	7.5.3 总线形网络	189
6.1.2 FX 系列的编程	161	7.6 三菱 PLC 通信方式	189
6.2 软件的安装	161	7.6.1 PLC 的 N:N 通信方式	189
6.3 梯形图的产生与编辑	163	7.6.2 PLC 双机并联通信方式	190
6.3.1 新建工程	163	7.6.3 计算机链接方式	190
6.3.2 梯形图制作	168	7.6.4 PLC 与计算机无协议通信方式	190
6.4 软元件的查找和替换	170	7.7 PLC 与上位机的通信	191
6.4.1 元件的查找	171	7.7.1 硬件连接	191
6.4.2 软元件的替换	171	7.7.2 FX 系列 PLC 通信协议	192
6.4.3 常开常闭触点互换	172	7.7.3 上位机通信程序的编写	195
6.5 参数设定	173	第 8 章 CC-Link 现场总线技术	199
6.6 在线监视与调试	175	8.1 现场总线技术	200
6.6.1 在线监控	175	8.1.1 现场总线概述	200
6.6.2 在线调试	176	8.1.2 现场总线的特点与优点	202
第 7 章 PLC 通信基础	177	8.2 CC-Link 现场总线	204
7.1 数据通信基本概念	178	8.2.1 CC-Link 系统的构成	204
7.1.1 并行通信与串行通信	178	8.2.2 CC-Link 的通信方式	205
7.1.2 异步通信和同步通信	178	8.2.3 CC-Link 的特点	206
7.1.3 单工通信与双工通信	179	8.3 主站模块 FX2N-16CCL-MCC-Link	208
7.1.4 基带传输与频带传输	180	8.3.1 FX2N-16CCL-MCC-Link 模块的概述	208
7.2 通信网络传输介质	180	8.3.2 主站和远程 I/O 站之间的通信	211
7.2.1 双绞线	180	8.3.3 主站和远程 I/O 站间通信实例	212
7.2.2 同轴电缆	181	第 9 章 PLC 系统的设计	221
7.2.3 光纤	181	9.1 PLC 控制系统设计的基本原则	222
7.3 PLC 常用通信接口	182	9.2 PLC 控制系统设计的一般步骤	223
7.3.1 RS-232C	182	9.3 确定控制对象和控制范围	224
7.3.2 RS-422	183		
7.3.3 RS-485	183		
7.3.4 RS-422 与 RS-485 的接地问题	184		

9.4 可编程控制器的选择	225	10.3 延时断开电路	243
9.4.1 PLC 机型的选择	225	10.4 脉冲电路	244
9.4.2 输入/输出的选择	226	10.5 分频电路	244
9.4.3 PLC 容量的选择	228	10.6 占空比可调的脉冲电路	245
9.4.4 PLC 电源模块及其他外设 选择步骤与原则	230	10.7 顺序脉冲发生器电路	246
9.4.5 响应时间	230	10.8 计数器与定时器的混合 使用	247
9.5 PLC 安装与抗干扰措施	231	10.9 自保持和自消除	248
9.5.1 PLC 系统设计时的抗干扰 措施	231	10.10 步进顺控	249
9.5.2 PLC 系统安装时的抗干扰 措施	232	10.11 交通灯控制	249
9.6 PLC 系统的调试运行与维护	233	10.12 水塔水位的控制	251
9.6.1 PLC 系统的调试	233	10.13 压力控制系统	253
9.6.2 PLC 系统的维护	234	10.14 PID 控制	259
9.7 提高 PLC 系统可靠性的措施	236	10.14.1 PID 控制原理	259
9.7.1 适合的工作环境	236	10.14.2 三菱 PLC PID 功能与设计	260
9.7.2 合理的安装与布线	236	10.15 啤酒瓶包装系统项目的 设计	266
9.7.3 正确的接地	237	10.15.1 包装机械工艺分析	266
9.7.4 必须的安全保护环节	238	10.15.2 控制需求分析	267
9.7.5 必要的软件措施	238	10.15.3 系统构成设计	268
9.7.6 采用冗余系统或热备用系统	240	10.15.4 单元模块设计	273
第 10 章 设计实例	241	10.15.5 变频控制部分	282
10.1 自锁	242	10.15.6 网络连接	283
10.2 互锁	242	10.15.7 软件设计	285
		参考文献	291

Chapter 1

第 1 章 可编程控制器概述

- 可编程控制器的产生及现状
- 可编程控制器的组成结构、特点及主要性能指标
- 可编程控制器的工作原理
- 国内外 PLC 产品的介绍

可编程控制器 (Programmable Controller) 是计算机家族中的一员, 是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC, 主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展, 这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围, 因此, 把这种装置称为可编程控制器, 简称 PC。但是为了避免与个人计算机 (Personal Computer, PC) 混淆, 所以将可编程控制器简称为 PLC。

1.1 可编程控制器产生及现状

1.1.1 可编程控制器的产生及发展

在工业生产过程中, 采用大量的开关量来进行顺序控制, 它按照一定的逻辑条件进行顺序动作, 并按照逻辑关系进行连锁保护动作的控制, 及采集大量离散数据。传统上, 这些功能是通过气动或电气控制系统来实现的。以往的顺序控制器主要是由继电器组成, 由此构成的系统只能按设定好的顺序工作, 如果要改变控制顺序, 必须改变硬件设置, 这样导致在实际生产应用中使用不方便。于是在 1968 年, 美国 GM (通用汽车) 公司提出取代继电器控制装置的要求, 即: ①编程方便, 可在现场进行程序的修改。②维修方便, 采用插件式结构。③可靠性能要高于继电器装置。④体积要比继电器小。⑤可以与管理计算机进行数据交换。⑥成本要低, 可与继电器竞争。⑦可采用市电输入供电。⑧输出可为市电, 能直接驱动接触器。⑨进行扩展时, 要最小地改变原系统结构。⑩用户存储器大于 4kB。1969 年, 美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置, 首次采用程序化的手段应用于电气控制, 这就是第一代可编程控制器 (Programmable Controller, PC)。这台可编程控制器 (PDP-14) 在通用汽车公司的生产线上试用成功, 并获得了满意的效果。

这一新型工业控制装置的出现, 也受到了世界其他国家的高度重视。1971 日本从美国引进了这项新技术, 并研制出了日本第一台 PLC。1973 年, 西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制 PLC, 于 1977 年应用于工业。

后来, 个人计算机 (PC) 蓬勃地发展了起来, 为了方便区分它与可编程控制器, 也为了反映可编程控制器的功能特点, 人们将可编程控制器定名为 Programmable Logic Controller (PLC)。

PLC 的定义有许多种。国际电工技术委员会 (IEC) 对 PLC 的定义是: 可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。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, 并通过数字的、模拟的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备, 都应按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。

随着集成电路与计算机技术的发展, 20 世纪 80 年代至 90 年代中期, 是 PLC 发展最快的时期, 年增长率一直保持在 30%~40%。在这时期, PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力上得到大幅度提高, PLC 逐渐进入过程控制领域, 在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。

1. PLC 的分类

随着 PLC 的发展, PLC 的大小形状与功能也有了相应的变化,下面对 PLC 的分类进行一下说明,关于 PLC 的分类,通常根据其结构形式的不同、功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

(1) 按结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

① 整体式 PLC

也称为箱体式,是将 PLC 的基本部件,如电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,形成一个整体的基本单元或扩展单元。具有结构紧凑、体积小、价格低等特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 和电源等器件,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。整体式 PLC 一般还可配备特殊功能单元,如模拟量单元、位置控制单元等,使其功能得以扩展。如三菱电机的 FX 系列 PLC,它把 CPU、电源、基本 I/O 等都集成封装在一个箱体内,形成一个系统。

② 模块式 PLC

模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分,分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块装在框架或基板的插座上。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据实际需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。如三菱电机的 Q 系列 PLC 就采用这种结构,它具有电源模块、CPU 模块、A/D 模块、D/A 模块、基本 I/O 模块等。可以根据现场要求,把所需的模块插在基板上,形成控制系统。

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块,但它们之间是靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得体积小巧。

(2) 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档、高档 3 类。

① 低档 PLC

具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

② 中档 PLC

除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。如三菱电机的 FX2N 系列。

③ 高档 PLC

除具有中档机的功能外,还增加了带符号的算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根

运算、其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。如三菱电机的 Q 系列 PLC。

(3) 按 I/O 点数分类

① 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下,其特点是体积小、结构紧凑,整个硬件融为一体。除了开关量 I/O 以外,还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

② 中型 PLC

中型 PLC 一般采用模块化结构,其 I/O 点数为 256~1 024 点。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式,即在扫描用户程序的过程中,直接读输入,刷新输出。它能连接各种特殊功能模块,通信联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

③ 大型 PLC

一般 I/O 点数在 1 024 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强。具有极强的自诊断功能。通信联网功能强,有各种通信联网的模块,可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化。

由于 PLC 具有通用性强、使用方便、适应面广、可靠性高、抗干扰能力强、编程简单等特点。PLC 在工业自动化控制,特别在顺序控制系统中的应用将日益广泛。

2. PLC 的发展过程

虽然 PLC 问世时间不长,但是随着微处理器的出现,大规模、超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步,PLC 也在迅速发展,其发展过程大致可分为 3 个阶段。

(1) 早期的 PLC (20 世纪 60 年代末期至 70 年代中期)

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。人们一般把它看作是继电器控制装置的替代物,其主要的功能只是替代继电器能够完成顺序控制、定时等功能。它在硬件上以准计算机的形式出现,其 I/O 接口是电路上做了改进,以适应工业控制现场的要求。硬件装置主要采用分立元件和中小规模集成电路,存储器采用磁芯式存储器。另外为了满足现场恶劣的工作环境的要求,还采取了一些措施,以提高其抗干扰的能力。在软件编程上,采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图,这样能便于原来在这一领域的工作人员学习和使用可编程控制器,同时有利于可编程控制器在电气应用方面的推广。因此,早期的 PLC 的性能优于继电器控制装置,其优点包括:简单易懂,便于安装,编程方便,体积小,能耗低,故障率低,可重复使用等。由于梯形图简单易用,一直是可编程控制器最常用的编程方式。

(2) 中期的 PLC (20 世纪 70 年代中期至 80 年代中后期)

在 20 世纪 70 年代,微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元(CPU)。这样 PLC 的功能大大增强。在软件方面,除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能,还增加了算术运算数据处理和传送、通信、自诊断等功能。在硬件方面,除了保持其原有的开关模块以外,还增加了模

拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块。并扩大了存储器的容量,使得各种逻辑线圈的数量增加,还提供了一定数量的数据寄存器,使 PLC 的应用范围得以扩大。

(3) 近期的 PLC (20 世纪 80 年代中后期至今)

进入 20 世纪 80 年代中后期,由于超大规模集成电路技术的发展,微处理器的价格越来越便宜,而相应的功能大幅地增强,使各种类型的 PLC 所采用的微处理器的性能得以提高。而且,为了进一步提高 PLC 的处理速度,能适应不同场合的应用,不同的 PLC 制造厂家还纷纷研制开发了相关的专用逻辑处理芯片。这样,使得 PLC 软硬件功能发生了巨大的变化。

1.1.2 可编程控制器的发展趋势

现今主流的可编程控制器生产厂商有:美国的 A-B (Allen-Bradley) 公司, GE-Fanuc 公司, 莫迪康 (Modicon) 公司; 德国西门子 (Siemens) 公司; 法国的 TE 电器公司, 施耐德电气公司; 日本欧姆龙 (OMRON) 公司, 三菱电机株式会社 (MITSUBISHI), 富士电机株式会社 (Fuji Electric), 东芝公司 (TOSHIBA), 松下电工株式会社 (Matsushita Electric Works Ltd, MEW)。销量较大的 PLC 制造商有西门子公司, A-B 公司, 三菱电机等。随着科技的发展和工业生产的需要, 现在可编程控制器向以下几个趋势发展。

1. 向网络化方向发展

一个或若干 PLC 与 PC 机联成系统, PC 机起到编程器及人机界面操作站的作用, 我们在 PC 机上安装相关的编程软件和人机界面, 用来对可编程控制器进行编程和软件仿真, 这样可以大大缩短工程的开发周期, 降低成本。同时使得编程软件和人机界面软件 (监控软件或称组态软件) 及软件接口 (或称驱动软件) 也得到了发展。

近年来, PLC 厂家在原来 CPU 模板上提供的物理层 RS-232/422/485 总线接口的基础上, 逐渐增加了各种通信接口, 而且提供完整的通信网络, 这样就构成了网络化发展的基础。不同的厂商从自身利益出发, 提出并实现了不同类型的现场总线技术, 如: FoundationFieldbus (FF)、LonWorks、Profibus、HART、CAN、Dupline 等。它们具有各自的特色, 在不同应用领域形成了自己的优势。一般而言, 现场总线具有以下几个特点。

(1) 系统的开放性。开放系统是指通信协议公开, 各不同厂家的设备之间可进行互连并实现信息交换, 现场总线开发者就是要致力于建立统一的工厂底层网络的开放系统。这里的开放是指相关标准的公开性, 强调对标准的共识与遵从。一个开放系统, 它可以与任何遵守相同标准的其他设备或系统相连。一个具有总线功能的现场总线网络系统必须是开放的, 开放系统把系统集成的权利交给了用户。用户可按自己的需要和对象把来自不同供应商的产品组成任意大小的系统。

(2) 互可操作性与互用性。这里的互可操作性, 是指实现互连设备间、系统间的信息传送与沟通, 可实行点对点, 一对多点的数字通信。而互用性则意味着不同生产厂家的性能类似的设备可进行互换而实现互用。

(3) 现场设备的智能化与功能自治性。它将传感测量、补偿计算、工程量处理与控制等功能分散到现场设备中完成, 仅靠现场设备即可完成自动控制的基本功能, 并可随时诊断设

备的运行状态。

(4) 系统结构的高度分散性。由于现场设备本身已可完成自动控制的基本功能,使得现场总线已构成一种新的全分布式控制系统的体系结构。从根本上改变了现有 DCS 集中与分散相结合的集散控制系统体系,简化了系统结构,提高了可靠性。

(5) 对现场环境的适应性。工作在现场设备前端,作为工厂网络底层的现场总线,是专为在现场环境中工作而设计的,它可支持双绞线、同轴电缆、光缆、射频、红外线、电力线等,具有较强的抗干扰能力,能采用两线制实现送电与通信,并可满足本质安全防爆要求等。

2. 向两极化发展

当今的 PLC 发展的一个基本趋势就是小型化和超小型化。小型化、系列化、低成本是 PLC 的一大优势。超小型机几乎占了 PLC 市场的 1/4,具有广阔的市场。一些超小型 PLC 不但体积小,功能也更强。如 OMRON CPM1A DC 10 点的机种几乎与 PC 卡同样大小,但它具有中断输入、脉冲锁存输入、高速计数、间隔定时中断、模拟量输入、与计算机或 PT 链接等功能。

PLC 的另一个基本特征是向高速度、高性能、高可靠的中大型方向发展。当今的 PLC 已经走出了原来设备逻辑控制应用领域,逐渐向 DCS 应用领域进行渗透。

3. 开放的图形软件

过去的 PLC 提供的显示功能极其简单,多数采用数值列表方式或者简单的线图显示。随着个人计算机的普及,现在一大批专业监控(SCADA)软件商在 Windows 系统平台上开发了许多功能非常强的监控软件。这些软件一般支持与多种 PLC 连接,具有丰富的图形显示功能,PLC 图形组态功能等,能提供良好的用户开发界面和简便的使用方法,可以非常容易地实现和完成监控层的各项功能,并能支持不同厂家的硬件设备与高可靠性的工控计算机和网络系统相结合。

无论是大型、中型、小型的还是超小型的 PLC,都可能向以下几个方向发展。(1) 除去 DCS,让自己保持 PLC 特色的同时,具备进行连续过程控制的功能。借用 PC 网络的成果,加大自己的系统规模、控制范围,增强信息传输能力。(2) 引入 32 位至 64 位 RISC 技术的 MMX-CPU,让 PLC 变成能直接处理声音和图像的多媒体 PLC。也有可能就是完全抛弃 PLC 现行的操作系统,设计出全新的操作系统或者干脆借用 PC 现成的操作系统,以便使用 PC 现成的软件资源。

1.2 可编程控制器的组成结构、特点及主要性能指标

1.2.1 组成结构

一般来讲,PLC 是由一些基本单元和扩展单元组成。其中基本单元为:中央处理单元

(CPU), 存储器, 输入/输出 (I/O) 接口, 电源等。PLC 的基本结构框图如图 1-1 所示。

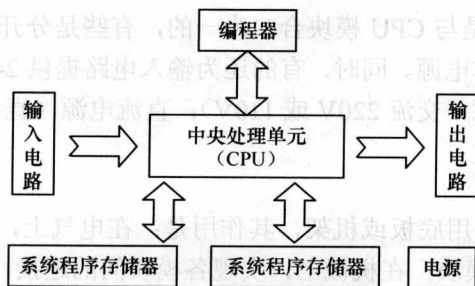


图 1-1 可编程控制器的组成结构

1. CPU 的构成

CPU 是 PLC 的核心, 负责进行数据处理和运算。每台 PLC 至少有一个 CPU, 它按 PLC 的系统程序赋予的功能接收并存储用户程序和数据。先用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据, 并存入规定的寄存器中。同时, 诊断电源和 PLC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等。进入到运行状态后, 从用户程序存储器中逐条读取指令, 经译码后再按指令功能产生相应的控制信号, 进行数据传输、逻辑和算术运算、存储相关结果。根据结果产生控制信号来控制相关的设备。

与通用计算机一样, 中央处理器主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线构成, 还有外围芯片、总线接口及有关电路。它确定了进行控制的规模、工作速度、内存容量等。其中运算器负责逻辑和算术运算; 控制器负责指令读取、指令译码、时序控制等; 内存主要用于存储程序和数据。

不同厂商、不同型号的 PLC 的 CPU 芯片都是不同的, 有的采用通用性的 CPU 芯片, 如 8051、8086、80386 等; 有的采用自行研制的特殊专用芯片。随着集成电路的迅速发展, PLC 的数据处理能力与速度也在迅猛提高, 从以前的 8 位发展到现在的 32 位甚至 64 位。

CPU 模块的外部表现就是它的工作状态的显示、接口及设定或控制开关。一般来讲, CPU 模块总要有相应的状态指示灯, 如电源显示、运行显示、故障显示等。箱体式 PLC 的主箱体也有这些显示。它用于接 I/O 模板或底板的总线接口; 用于安装内存的内存接口; 用于接外部设备的外设口; 还有用于通信的通信口。CPU 模块上还有许多对 PLC 进行设定的开关, 用于设定起始工作方式、内存区等。

2. I/O 模块

PLC 处理外部信息的功能, 主要是通过各种 I/O 接口模块与外界联系的。按 I/O 点数确定模块规格及数量, I/O 模块可多可少, 但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置能力的限制, 即受最大的底板或机槽数目的限制。I/O 模块集成了 PLC 的 I/O 电路, 其输入暂存器反映输入信号状态, 输出点反映输出锁存器状态。输入接口用来接收和采集两类不同的输入信号。一类是由按钮、选择开关、继电器触点、行程开关、光电开关、拔码开关等送来的开关输入信号。一类是由变送器、传感器、电位器等送来的模拟信号。输出接口用来连接被控对象的执行元件, 如: 接触器、指示灯、电磁阀等。