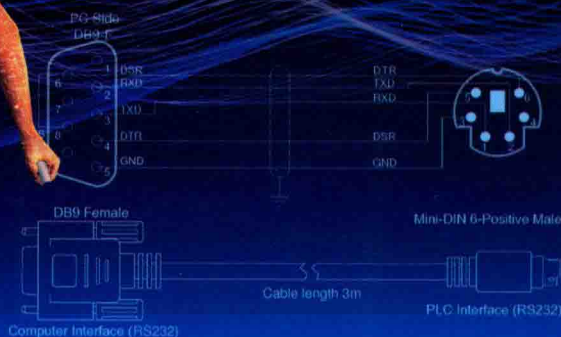


三菱FX
PLC



实例讲解 三菱FX系列PLC 快速入门

◎ 初 航 郭治田 王伦胜 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

实例讲解

三菱 FX 系列 PLC 快速入门

初 航 郭治田 王伦胜 编著

電子工業出版社.

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详细介绍三菱 FX 系列 PLC 的程序设计、基本指令系统、步进指令、应用指令、编程、通信,以及 PLC 控制系统设计与应用等知识。全书通过实例引导读者从学习编制简单程序入手,逐步完善功能,最终结合工程实例介绍开发完整的 PLC 控制系统的方法和技巧。全书重点突出,层次分明,注重知识的系统性、针对性和前瞻性;注重理论与实践的结合,培养工程应用能力。另外,本书还配有完整的电子课件,便于教学。

本书适合从事 PLC 系统设计及应用的工程技术人员阅读使用,也可作为高等学校自动化、电气工程、测控技术与仪器、电子科学与技术、机电一体化技术等相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

实例讲解三菱 FX 系列 PLC 快速入门/初航,郭治田,王伦胜编著. —北京:电子工业出版社,2017.1
ISBN 978-7-121-30565-8

I. ①实… II. ①初… ②郭… ③王… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 294628 号

策划编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

责任编辑:韩玉宏

印 刷:北京季蜂印刷有限公司

装 订:北京季蜂印刷有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:23 字数:589 千字

版 次:2017 年 1 月第 1 版

印 次:2017 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:zhang@phei.com.cn。

前 言

PLC 技术作为一种面向工业生产的应用型技术，与 CAD/CAM 技术、机器人技术并称为现代工业的三大支柱技术，已被越来越多的人所熟悉和应用。PLC 专为在工业环境下的应用而设计，它采用可程序的存储器，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指令，并通过数字式或模拟式的 I/O 接口，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 是计算机技术与传统的继电器 - 接触器控制技术相结合的产物，它克服了继电器 - 接触器控制系统中的机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点，充分利用了微处理器的优点，又照顾到现场电气操作维修人员的技能与习惯；特别是 PLC 的程序编制，不需要专门的计算机编程语言知识，而是采用了一套以继电器梯形图为基础的简单指令形式，使用户程序编制形象、直观、方便易学，调试与查错也很方便。用户在购买到所需的 PLC 后，只需按说明书的提示，做少量的接线和简易的用户程序编制工作，就可以灵活、方便地将 PLC 应用于生产实践中。

市场上有众多公司的 PLC 产品，其中三菱公司的 PLC 产品以性价比高、功能强而著称，得到了广泛的应用。本书以三菱公司主流的 FX 系列 PLC 为主要对象，讲述 PLC 知识。

为了使广大读者既能了解 PLC 的基础知识，又能将 PLC 系统应用于工程开发，本书系统介绍了用 PLC 系统进行工程设计的相关知识。在学习完本书后，相信读者能够掌握 PLC，并可以使用 PLC 系统进行实际项目的开发。

本书主要有以下特点。

1. 循序渐进，由浅入深

为了方便读者学习，本书在介绍传统机床电器控制技术的基础上，介绍了 PLC 的发展历史及其特点、结构组成、开发流程等知识，在后续章节中结合具体的实例，逐步介绍了 PLC 的基本指令系统、步进指令、应用指令的语法规则、应用方法等知识，以及用 PLC 进行工程开发的相关知识等内容。

2. 技术全面，贴近生产

本书在保证实用的前提下，详细介绍了 PLC 各个方面的知识；同时，结合实例介绍了用 PLC 进行工程开发的相关知识，所用实例全部来自于工业实际工程，尽量贴近工厂实际生产，使读者能够找到与自己行业相关的实例作为参考。

3. 分析原理，步骤清晰

PLC 生产厂家较多，开发语言也不尽相同，但是工业控制语言大同小异，掌握一门技术首先需要理解原理。本书注意把握各个知识点的原理，重点讲述实现方法。读者可以根据具体步骤完成书中实例的操作，将理论知识与实践相结合，这样更利于学习。

4. 实例完整，讲解详尽

书中的每个知识点都有相应的实例程序，对程序的关键部分也进行了注释说明，每段程序的后面都有详细的分析。在工程实例部分，从系统需求分析开始讲解，逐步深入到系统硬件、软件设计，详细讲述了如何开发一个完整的工程，以便于读者学习理解。

5. 内容丰富，涉猎广泛

在一些章的最后单元设置了专业案例环节，在此环节中不再局限于 PLC 知识范畴，而是扩展到了工业生产之中，讲述了工业控制中能够用到的一些实用技巧、最新知识等，这有助于读者进一步开阔视野，学习综合知识。

本书由初航、郭治田、王伦胜编著。参加本书编写的还有刘梅、张冬日、初秀荣、王晓慧、杨玉峰、王龙昌、管玥、宋一兵、管殿柱、赵景波、张轩和赵景伟。在此，对他们的辛勤工作表示感谢！

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

编著者

目 录

第1章 PLC 基础知识	1
1.1 PLC 的定义与分类	1
1.2 PLC 的功能及应用领域	5
1.3 PLC 的基本结构和工作原理	6
1.4 PLC 的编程语言	13
第2章 三菱 FX 系列 PLC 概述	17
2.1 FX 系列 PLC 简介	17
2.2 FX 系列 PLC 的系统配置	22
2.3 PLC 的安装	27
第3章 三菱 FX 系列 PLC 程序设计	31
3.1 FX 系列 PLC 的基本数据结构	31
3.2 FX 系列 PLC 的编程元件	31
3.3 实践拓展：如何维护保养 PLC	41
第4章 三菱 FX 系列 PLC 基本指令系统	43
4.1 数值的处理	43
4.2 基本逻辑指令	44
4.3 基本控制指令	48
4.4 基本指令应用专业案例	58
4.4.1 电动机连续运转控制	58
4.4.2 电动机正/反转控制	59
4.4.3 3 台电动机顺序启动控制	61
4.4.4 电动机 Y - Δ 启动控制	62
4.4.5 按钮计数控制	64
4.4.6 时钟电路	64
4.4.7 大型电动机启/停控制	65
4.4.8 构造特殊定时器	67
第5章 三菱 FX 系列 PLC 步进指令	69
5.1 状态转移图	69
5.2 步进指令及编程	72
5.3 状态转移图的常见流程状态	76
5.4 步进指令应用专业案例	81
5.4.1 四级皮带运输系统	81
5.4.2 大、小球分类选择传送控制	81
5.4.3 按钮式人行横道交通灯控制	84
5.4.4 自动运料小车控制	84
5.5 实践拓展：由指示灯判断 PLC 故障	86

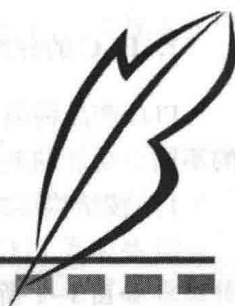
第 6 章 三菱 FX 系列 PLC 应用指令	90
6.1 应用指令的表示与执行方式	90
6.2 常用应用指令说明	95
6.2.1 程序流程控制指令	95
6.2.2 数据比较、传送和转换指令	101
6.2.3 算术与逻辑运算指令	106
6.2.4 循环与移位指令	110
6.2.5 数据处理指令	115
6.2.6 高速处理指令	117
6.2.7 方便指令	120
6.2.8 外围设备 I/O 应用指令	122
6.3 功能指令应用专业案例	125
6.3.1 应用条件跳转指令对分支程序 A 和 B 进行控制	126
6.3.2 分频器控制编程	126
6.3.3 十键输入指令编程	127
6.3.4 BCD 码显示指令编程	128
6.3.5 应用高速计数器指令控制变频电动机	129
6.3.6 数据传送指令编程	131
6.3.7 子程序调用指令编程	132
6.4 其他应用指令	133
6.5 实践拓展：程序安全锁设计	135
第 7 章 三菱 FX 系列 PLC 的编程工具	137
7.1 GX Developer 概述	137
7.2 GX Developer 的界面与功能	139
7.3 GX Developer 的基本应用	140
7.3.1 使用键盘输入创建梯形图	141
7.3.2 使用工具按钮创建梯形图	142
7.3.3 转换已创建的梯形图	143
7.3.4 纠正梯形图	144
7.3.5 剪切和复制梯形图块	144
7.3.6 改变 PLC 类型	145
7.3.7 参数设置	146
7.3.8 在线操作	147
7.3.9 专业案例：使用 GX Developer 开发电动机正/反转控制程序	148
7.4 FX-20P-E 型手持编程器概述	150
7.4.1 FX-20P-E 型手持编程器的功能	150
7.4.2 FX-20P-E 型手持编程器的组成与面板布置	151

7.5	FX-20P-E 型手持编程器的基本应用	152
7.5.1	工作方式选择	153
7.5.2	基本编程操作	155
7.5.3	对 PLC 编程元件与基本指令通/断状态的监视	159
7.5.4	对编程元件的测试	161
7.5.5	专业案例:使用手持编程器开发电动机正/反转控制程序	163
7.6	实践拓展:如何解除 PLC 密码	163
第 8 章	PLC 控制系统设计方法	165
8.1	PLC 控制系统设计的内容和步骤	165
8.2	PLC 控制系统的硬件设计	167
8.3	PLC 控制系统的软件设计	170
8.4	PLC 控制系统设计专业案例	172
8.4.1	用经验法设计小车的左行和右行控制系统	172
8.4.2	用继电器-接触器转换法设计机床刀具主轴运动控制系统	173
8.4.3	用状态流程图法设计搬运机械手控制系统	174
8.5	PLC 控制系统的安装与调试	177
8.5.1	PLC 控制系统的安装	177
8.5.2	PLC 控制系统的调试	178
8.6	实践拓展:如何更换 PLC 的主要部件	180
第 9 章	数字量控制系统梯形图设计	182
9.1	梯形图编程规则	182
9.2	典型单元的梯形图设计	184
9.3	顺序控制设计方法	189
9.3.1	设计步骤	189
9.3.2	编程注意事项	190
9.4	编程专业案例	192
9.4.1	洗车流程控制	192
9.4.2	电镀槽生产线控制	193
9.4.3	行车循环正/反转自动控制	194
9.4.4	纺织用刺针冲刺机控制	195
9.5	实践拓展:如何处理常开、常闭输入信号	197
第 10 章	模拟量控制系统梯形图设计	200
10.1	模拟量控制硬件	200
10.2	模拟量开环控制系统	211
10.3	模拟量闭环控制系统	213
10.4	编程专业案例	215
10.4.1	恒压供水系统	215
10.4.2	工业洗衣机控制系统	218
10.5	实践拓展:如何设置参数	220

第 11 章 三菱 FX 系列 PLC 通信功能	223
11.1 PLC 通信的基础知识	223
11.2 PLC 与 PLC 之间的通信	227
11.3 计算机链接通信与无协议通信	233
11.4 MELSECNET 网络	241
11.5 专业案例: PLC 与变频器的 RS-485 通信	243
11.6 实践拓展: 如何保护程序	247
第 12 章 PLC 系统可靠性、抗干扰设计	248
12.1 PLC 控制系统的可靠性	248
12.1.1 PLC 控制系统可靠性概述	248
12.1.2 系统环境条件及安装设计	250
12.1.3 I/O 配线设计	251
12.1.4 接地系统设计	256
12.1.5 供电系统设计	257
12.1.6 冗余控制	258
12.2 干扰源及抗干扰设计	262
12.2.1 干扰源	263
12.2.2 PLC 控制系统工程应用的抗干扰设计	264
12.3 静电预防	269
12.4 实践拓展: PLC 常见故障处理方法	271
第 13 章 基本控制实例	273
13.1 工业机械手设计	273
13.1.1 系统需求分析	273
13.1.2 系统硬件设计	274
13.1.3 系统软件设计	274
13.2 饮料灌装机设计	282
13.2.1 系统需求分析	282
13.2.2 系统硬件设计	282
13.2.3 系统软件设计	284
13.3 码垛机设计	288
13.3.1 系统需求分析	288
13.3.2 系统硬件设计	289
13.3.3 系统软件设计	291
13.4 某机车厂抬车机控制系统设计	293
13.4.1 系统需求分析	293
13.4.2 系统硬件设计	293
13.4.3 系统软件设计	294
13.5 实践拓展: PNP 信号如何输入 001 系列 PLC	298

第 14 章 运动控制实例	300
14.1 电梯控制系统设计	300
14.1.1 系统需求分析	300
14.1.2 系统硬件设计	303
14.1.3 系统软件设计	305
14.2 电镀流水线控制系统设计	311
14.2.1 系统需求分析	311
14.2.2 系统硬件设计	314
14.2.3 系统软件设计	317
14.3 某黄酒厂搅拌冷却设备运动控制设计	326
14.3.1 系统需求分析	326
14.3.2 系统硬件设计	328
14.3.3 系统软件设计	328
14.4 实践拓展：三菱变频器常见故障及处理方法	331
第 15 章 工业控制实例	334
15.1 给煤机系统设计	334
15.1.1 系统需求分析	334
15.1.2 系统硬件设计	335
15.1.3 系统软件设计	340
15.2 中央控制滚砂机系统设计	347
15.2.1 系统需求分析	347
15.2.2 系统硬件设计	348
15.2.3 系统软件设计	349
15.3 实践拓展：如何节省 I/O 点数	355

第1章 PLC 基础知识



可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC) 又称可编程序控制器, 是以微处理器为核心, 综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型工业自动控制装置。随着大规模、超大规模集成电路技术和数字通信技术的进步和发展, PLC 技术不断提高, 在工业生产中获得极其广泛的应用。

本章重点介绍 PLC 的特点、基本组成及常见产品, 通过讲解使读者对 PLC 有一个基本的认识, 了解 PLC 的产生演化过程, 掌握常见 PLC 的型号及其基本组成部分, 了解 PLC 常见的编程语言及编程方式。

1.1 PLC 的定义与分类

PLC 是以微处理器为基础, 综合计算机技术、自动控制技术和通信技术, 用面向控制过程、面向用户的“自然语言”编程, 适应工业环境, 简单易懂, 操作方便, 可靠性高的新一代通用工业控制装置。

PLC 是在继电器顺序控制基础上发展起来的以微处理器为核心的通用自动控制装置。

1. PLC 的定义

在 20 世纪 70 年代初期、中期, 可编程序控制器虽然引入了计算机的优点, 但实际上只能完成顺序控制, 仅有逻辑运算、定时、计数等功能, 所以人们将可编程序控制器称为 PLC。

随着微处理器技术的发展, 20 世纪 70 年代末至 80 年代初, 可编程序控制器的处理速度大大提高, 增加了许多特殊功能, 使得可编程序控制器不仅可以进行逻辑控制, 而且可以对模拟量进行控制。因此, 美国电器制造协会 (NEMA) 将可编程序控制器命名为 PC (Programmable Controller), 但是人们习惯上还是称之为 PLC, 以便与个人计算机 (Personal Computer, PC) 区别。20 世纪 80 年代以来, 随着大规模和超大规模集成电路技术的迅猛发展, 以 16 位和 32 位微处理器为核心的可编程序控制器得到了迅猛的发展, 这时的 PLC 具有高速计数、中断、PID 调节和数据通信功能, 从而使 PLC 的应用范围和应用领域不断扩大。

为使这一新兴的工业控制装置的生产和发展规范化, 国际电工委员会 (IEC) 于 1985 年 1 月制定了 PLC 的标准, 并给它作了如下定义: 可编程序控制器是一种数字运算操作电子系统, 专为在工业环境下的应用而设计, 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。可编程序控制器及其有关的外围设备, 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。

2. PLC 的分类

PLC 产品种类繁多，其规格和性能也各不相同。对 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。

1) 按结构形式分类 根据 PLC 结构形式的不同，可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

⑤ 整体式 PLC：整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内，如图 1-1 所示。它具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。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，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。

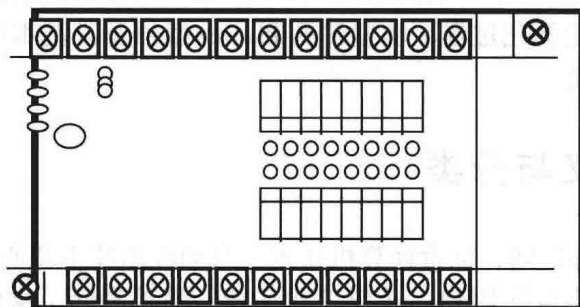


图 1-1 整体式 PLC

⑤ 模块式 PLC：如图 1-2 所示，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）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。

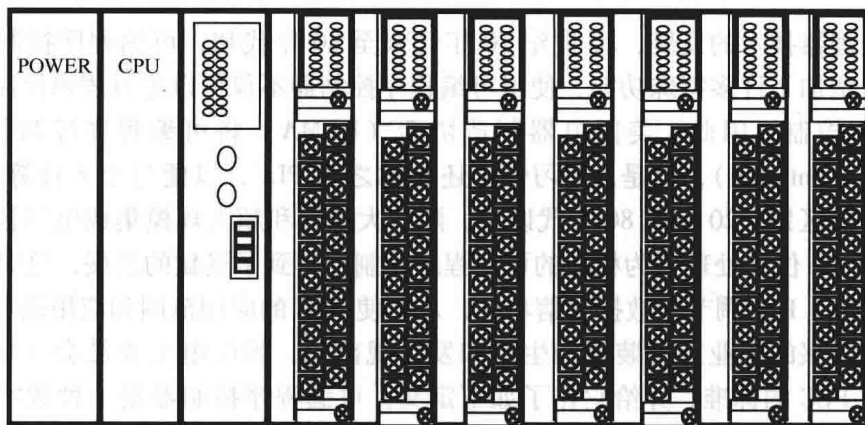


图 1-2 模块式 PLC

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓的叠装式 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 功能的不同，可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

③ 低档 PLC：具有逻辑运算、定时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能，还可有少量模拟量 I/O、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。

④ 中档 PLC：除具有低档 PLC 的功能外，还具有较强的模拟量 I/O、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。

⑤ 高档 PLC：除具有中档 PLC 的功能外，还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等，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。

3) 按 I/O 点数分类 根据 PLC I/O 点数的多少，可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

③ 小型 PLC：I/O 点数小于 256 个，单 CPU，8 位或 16 位处理器，用户存储器的容量在 4KB 以下，如三菱 FX0S 系列。

④ 中型 PLC：I/O 点数为 256 ~ 2048 个，双 CPU，用户存储器的容量为 2 ~ 8KB。

⑤ 大型 PLC：I/O 点数大于 2048 个，多 CPU，16 位、32 位处理器，用户存储器的容量为 8 ~ 16KB。

我国有不少厂家研制和生产过 PLC，但是还没有出现有较大影响力和较大市场占有率的品牌，目前我国使用的 PLC 基本上是国外品牌的产品。

世界上 PLC 产品可按地域分成三大流派：一个流派是美国产品，一个流派是欧洲产品，一个流派是日本产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离的情况下独立研究开发的，因此美国和欧洲的 PLC 产品有明显的差异性。而日本的 PLC 技术是由美国引进的，对美国的 PLC 产品有一定的继承性，但日本的主推产品定位在小型 PLC 上。美国和欧洲以大中型 PLC 而闻名，而日本则以小型 PLC 著称。

常见 PLC 如表 1-1 所示。

表 1-1 常见 PLC

PLC 厂家	典型产品	产品特点
西门子 (SIEMENS) 公司	S5-100U	小型模块式 PLC，最多可配置到 256 个 I/O 点
	S5-115U	中型 PLC，最多可配置到 1024 个 I/O 点
	S5-115UH	中型 PLC，它是由两台 S5-115U 组成的双机冗余系统
	S5-155U	大型 PLC，最多可配置到 4096 个 I/O 点，模拟量可达 300 多路
	S5-155H	大型 PLC，它是由两台 S5-155U 组成的双机冗余系统
	S7-200	属于微型 PLC
	S7-300	属于中小型 PLC
	S7-400	属于中高性能的大型 PLC
	S7-1200	最新小型 PLC，集成 PROFINET 接口，具有卓越的灵活性和可扩展性，同时集成高级功能

续表

PLC 厂家	典型产品	产品特点
AB 公司	PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25	中型 PLC，I/O 点配置范围为 256~1024 个
	PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L	大型 PLC，I/O 点最多可配置到 3072 个。该系列中，PLC-5/250 功能最强，最多可配置到 4096 个 I/O 点，具有强大的控制和信息管理功能
GE 公司	GE-I、GE-I/J、GE-I/P	除 GE-I/J 外，均采用模块式结构。GE-I 用于开关量控制系统，最多可配置到 112 个 I/O 点。GE-I/J 是更小型化的产品，其 I/O 点最多可配置到 96 个。GE-I/P 是 GE-I 的增强型产品，增加了部分功能指令（数据操作指令）、功能模块（A/D 转换、D/A 转换等）、远程 I/O 功能等，其 I/O 点最多可配置到 168 个
	GE-III	比 GE-I/P 增加了中断、故障诊断等功能，最多可配置到 400 个 I/O 点
	GE-V	比 GE-III 增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能，并具有较强的通信功能，最多可配置到 2048 个 I/O 点。GE-VI/P 最多可配置到 4000 个 I/O 点
三菱公司	F1/F2 系列	是 F 系列的升级产品，早期在我国的销量也不小。F1/F2 系列加强了指令系统，增加了特殊功能单元和通信功能，比 F 系列有了更强的控制能力
	FX 系列	在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX2 系列是在 20 世纪 90 年代开发的整体式高功能小型机，它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX2N 系列是近几年推出的高功能整体式小型机，它是 FX2 系列的换代产品，各种功能都有了全面的提升。近年来不断推出满足不同要求的微型 PLC，如 FX0S、FX1S、FX0N、FX1N、FX2N、FX3U 及 α 系列等产品
	A 系列、QnA 系列、Q 系列	具有丰富的网络功能，I/O 点数可达 8192 个。其中，Q 系列具有超小的体积、丰富的机型、灵活的安装方式、双 CPU 协同处理、多存储器、远程口令等特点，是三菱公司现有 PLC 中最高性能的 PLC
欧姆龙 (OMRON) 公司	SP 系列	体积极小，速度极快
	P 型、H 型、CPM1A 系列、CPM2A 系列、CPM2C 系列、CQM1 系列等	P 型机现已被性价比更高的 CPM1A 系列所取代。CPM2A/2C、CQM1 系列内置 RS-232C 接口和实时时钟，并具有软 PID 功能。CQM1H 系列是 CQM1 系列的升级产品
	C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE、CS1 系列	C200H 是前些年畅销的高性能中型机，配置齐全的 I/O 模块和高功能模块，具有较强的通信和网络功能。C200HS 是 C200H 的升级产品，指令系统更丰富，网络功能更强。C200HX/HG/HE 是 C200HS 的升级产品，有 1148 个 I/O 点，其容量是 C200HS 的 2 倍，速度是 C200HS 的 3.75 倍，有品种齐全的通信模块，是适应信息化的 PLC 产品。CS1 系列具有中型机的规模、大型机的功能，是一种极具推广价值的新机型
	C1000H、C2000H、CV (CV500/CV1000/CV2000/CVM1) 系列等	C1000H、C2000H 可单机或双机热备运行，安装带电插拔模块，C2000H 可在线更换 I/O 模块。CV 系列中除 CVM1 外，均可采用结构化编程，易读、易调试，并具有更强大的通信功能
松下公司	FP0 为微型机，FP1 为整体式小型机，FP3 为中型机，FP5/FP10、FP10S (FP10 的改进型)、FP20 为大型机，其中 FP20 是最新产品	指令系统功能强，有的机型还提供可以用 FP-BASIC 语言编程的 CPU 及多种智能模块，为复杂系统的开发提供了软件手段。FP 系列各种 PLC 都配置通信机制，由于它们使用的应用层通信协议具有一致性，这给构成多级 PLC 网络和开发 PLC 网络应用程序带来方便



1.2 PLC 的功能及应用领域

PLC 是综合继电器接触器控制的优点及计算机灵活、方便的优点而设计制造和发展的,这就使 PLC 具有许多其他控制器所无法相比的特点。

1. PLC 的功能

PLC 是以微处理器为核心,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置,它具有可靠性高、体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等一系列的优点,因而在冶金、能源、化工、交通、电力等领域中有着广泛的应用,成为现代工业控制的三大支柱技术(PLC、机器人和 CAD/CAM)之一。根据 PLC 的特点,可以将其功能形式归纳为以下 7 种类型。

- ⑤ 开关量逻辑控制: PLC 具有强大的逻辑运算能力,可以实现各种简单和复杂的逻辑控制。这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域,它取代了传统的继电器、接触器的控制。
- ⑥ 模拟量控制: PLC 中配置有 A/D 和 D/A 转换模块,其中的 A/D 转换模块能将现场的温度、压力、流量、速度等这些模拟量转换变为数字量,再经 PLC 中的微处理器进行处理(微处理器处理的只能是数字量)去进行控制,或者经 D/A 转换模块转换后,变成模拟量去控制被控对象,这样就可实现 PLC 对模拟量的控制。
- ⑦ 过程控制: 现代大中型 PLC 一般都配备了 PID 控制模块,可进行闭环过程控制。当控制过程中某一个变量出现偏差时,PLC 能按照 PID 算法计算出正确的输出去控制调整生产过程,把变量保持在整定值上。目前,许多小型 PLC 也具有 PID 功能。
- ⑧ 定时和计数控制: PLC 具有很强的定时和计数功能,它可以为用户提供几十甚至上百个、上千个定时器和计数器。其定时的时间和计数值可以由用户在编写用户程序时任意设定,也可以由操作人员在工业现场通过编程器进行设定,实现定时和计数的控制。如果用户需要对频率较高的信号进行计数,则可以选择高速计数模块。
- ⑨ 顺序控制: 在工业控制中,可采用 PLC 步进指令编程或用移位寄存器编程来实现顺序控制。
- ⑩ 数据处理: 现代 PLC 不仅能进行算术运算、数据传送、排序、查表等,而且还能进行数据比较、数据转换、数据通信、数据显示和打印等,它具有很强的数据处理能力。
- ⑪ 通信和联网功能: 现代 PLC 大多数都采用了通信、网络技术,有 RS-232 或 RS-485 接口,可进行远程 I/O 控制,多台 PLC 可彼此间联网、通信,外部器件与一台或多台 PLC 的信号处理单元之间,实现程序和数据交换,如程序转移、数据文档转移、监视和诊断。通信接口或通信处理器按标准的硬件接口或专有的通信协议完成程序 and 数据的转移。

在系统构成时,可由一台计算机与多台 PLC 构成集中管理、分散控制的分布式控制网络,以便完成较大规模的复杂控制。通常所说的 SCADA 系统,现场端和远程端也可以采用 PLC 作为现场机。

2. PLC 的应用领域

目前, PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、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, 使用情况大致可归纳为如下 6 类。

- ⑤ 开关量逻辑控制: 这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域, 它取代传统的继电器电路, 实现逻辑控制、顺序控制, 既可用于单台设备的控制, 也可用于多机群控及自动化流水线, 如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线, 电镀流水线等。
- ⑥ 模拟量控制: 在工业生产过程当中, 有许多连续变化的量, 温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量, 为了使 PLC 处理模拟量, 必须实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换及 D/A 转换, PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块, 使 PLC 用于模拟量控制。
- ⑦ 运动控制: PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说, 早期直接用开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构, 现在一般使用专用的运动控制模块, 如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能, 广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。
- ⑧ 过程控制: 过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制计算机, PLC 能编制各种各样的控制算法程序, 完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 控制模块, 目前许多小型 PLC 也具有此模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。
- ⑨ 数据处理: 现代 PLC 具有数学运算 (含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能, 可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较, 完成一定的控制操作, 也可以利用通信功能传送到别的智能装置, 或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统, 如无人控制的柔性制造系统; 也可用于过程控制系统, 如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。
- ⑩ 通信及联网: PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信, 随着计算机控制的发展, 工厂自动化网络发展得很快, 各 PLC 厂家都十分重视 PLC 的通信功能, 纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口, 通信非常方便。

1.3 PLC 的基本结构和工作原理

PLC 作为一种工业控制的计算机, 和普通计算机有着相似的结构, 但是由于使用场合、目的不同, 在结构上又有一些差别。

1. PLC 的硬件组成

目前, PLC 产品很多, 不同厂家生产的 PLC 及同一厂家生产的不同型号的 PLC, 其结构



各不相同，但就其基本结构和基本工作原理而言，是大致相同的。它们都是以微处理器为核心的结构，其功能的实现不仅基于硬件的作用，更要靠软件的支持。实际上 PLC 就是一种新型的工业控制计算机。

PLC 硬件系统结构框图如图 1-3 所示。在图 1-3 中，PLC 的主机由中央处理单元（CPU）、存储器（EPROM、RAM）、I/O 单元（也称 I/O 模块）、外设 I/O 接口、通信接口及电源单元组成。对于整体式 PLC，这些部件都在同一个机壳内。而对于模块式 PLC，各部件独立封装，称为模块，各模块通过机架和电缆连接在一起。主机内的各个部分均通过电源总线、控制总线、地址总线和数据总线连接。根据实际控制对象的需要配备一定的外部设备，可构成不同的 PLC 控制系统。常用的外部设备有编程器、打印机、EPROM 写入器等。PLC 可以配置通信模块与上位机及其他的 PLC 进行通信，构成 PLC 的分布式控制系统。

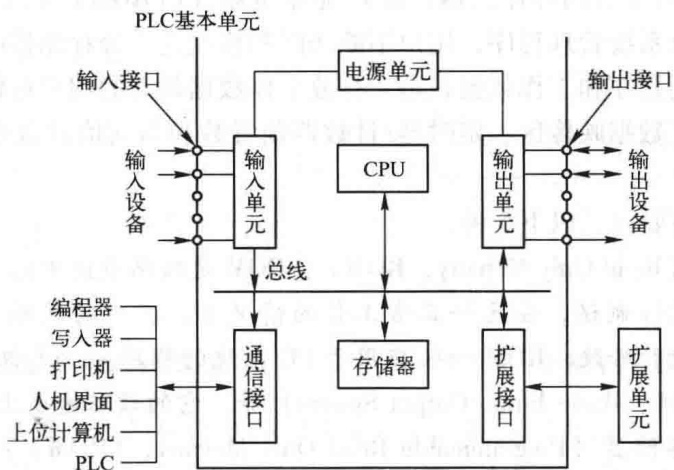


图 1-3 PLC 硬件系统结构框图

下面分别介绍 PLC 各组成部分及其作用，以使用户进一步了解 PLC 的控制原理和工作过程。

1) 中央处理单元（CPU） PLC 中所采用的 CPU 随机型不同而不同，通常有三种，即通用微处理器（如 8086、80286、80386 等）、单片机、位片式微处理器。小型 PLC 大多采用 8 位、16 位微处理器或单片机作为 CPU，如 Z80A、8031、M6800 等，这些芯片具有价格低、通用性好等优点。对于中型 PLC，大多采用 16 位、32 位微处理器或单片机作为 CPU，如 8086、96 系列单片机，具有集成度高、运算速度快、可靠性高等优点。对于大型 PLC，大多采用高速芯片式微处理器，具有灵活性强、速度快、效率高等优点。

CPU 是 PLC 的控制中枢，PLC 在 CPU 的控制下有条不紊地协调工作，从而实现对现场的各个设备进行控制。CPU 由微处理器和控制器组成，它可以实现逻辑运算和数学运算，协调控制系统内部各部分的工作。控制器的作用是控制整个微处理器的各个部件有条不紊地进行工作，它的基本功能就是从内存中读取指令和执行指令。

CPU 的具体作用如下所述。

- ☺ 采集由现场输入装置送来的状态或数据，通过输入接口存入输入映像寄存器或数据寄存器，用扫描方式接收输入设备的状态信号，并存入相应的数据区（输入映像寄存器）。