



全国高等职业教育规划教材

三菱FX_{2N}系列 PLC应用技术

主 编 刘建华 张静之

副主编 张 蕊



电子课件下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

三菱 FX_{2N} 系列 PLC 应用技术

主 编 刘建华 张静之

副主编 张 蕊

参 编 卞伟华 张文蔚



机械工业出版社

PLC 应用技术是高职高专机电类专业的一门专业课。本书以三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为典型机型,从实用角度出发介绍 PLC 的硬件、基本指令、步进顺控指令、功能指令及实际程序典型应用。书中引入大量编程实例重点说明指令在实用程序中的应用,以及 PLC 的编程方法。本书可作为高职高专机电类专业的教材,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

三菱 FX_{2N} 系列 PLC 应用技术 / 刘建华, 张静之主编. —北京: 机械工业出版社, 2010.4

(全国高等职业教育规划教材)

ISBN 978-7-111-30053-3

I. ①三… II. ①刘… ②张… III. ①可编程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 041863 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 石陇辉 郭娟

责任印制: 李妍

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010 年 5 月·第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·12.25 印张·296 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30053-3

定价: 22.00 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

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材机电类专业 编委会成员名单

主 任 吴家礼

副 主 任 任建伟 李望云 张 华 梁 栋
盛靖琪

委 员 (排名不分先后)

陈志刚	陈剑鹤	韩满林	李柏青
盛定高	张 伟	李晓宏	刘靖华
陈文杰	程时甘	韩全立	张宪立
胡光耀	苑喜军	李新平	吕 汀
杨华明	刘达有	程 奎	李益民
吴元凯	王国玉	王启洋	杨文龙

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据“教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见”中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位，促进学生技能的培养，以及教材内容要紧密结合生产实际，并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神，机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补，并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师，针对相关专业的课程设置，融合教学中的实践经验，同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的，具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中，本系列教材获得了较高的评价，并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中，除了保持原有特色外，针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中，核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时，增加实训和习题；实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合；涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时，根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来，本系列教材具有以下特点：

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度，强调专业技术应用能力的训练，适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁，多用图表来表达信息；增加相关技术在生产中的应用实例，引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新，及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念，并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合，提高教学服务水平，为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快，加之我们的水平和经验有限，因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息，以利于我们今后不断提高教材的出版质量，为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

PLC 应用技术是高职高专机电类专业的一门专业课程。目前,市面上有关 PLC 的教材及参考书品种繁多,但大多数为本科类教材,并不完全适用于高职高专类教学。本书结合高职高专教育的教学目标和学生的特点,在传统知识体系的基础上,以三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为典型机型,采用理论与实践相结合的形式,引入了工程中的应用实例。这样既可以避免任务驱动型教材的局限性和传统理论教材不注重应用的弊端,又可以让学生对所学内容的实际应用有一个深入完整的了解。

本书第 1 章介绍可编程序控制器的产生与发展、组成与工作原理;第 2 章介绍三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的硬件资源;第 3 章介绍 FX_{2N} 系列 PLC 的基本指令系统,并引入大量工程编程实例;第 4 章介绍步进顺控指令及其编程方法,结合工程实例说明各类流程的编程设计方法;第 5 章介绍典型功能指令在编程中的应用;第 6 章介绍模拟量控制方法和通信方法,并结合实例说明其应用方法;第 7 章介绍 PLC 应用系统设计,并通过列举工程实例来说明。

本书由上海工程技术大学高职学院刘建华、张静之主编。其中,第 1 章与第 2 章的 2.2 节由张文蔚编写;第 2 章的 2.1 节、第 3 章、第 4 章、第 6 章 6.1 节的后两部分、第 7 章的 7.3 节及各章习题由刘建华编写;第 5 章、第 6 章 6.2 节的第二、三部分由张静之编写;第 6 章 6.1 节的前两部分及 6.2 节的第一部分由张蕊编写;第 7 章的 7.1、7.2 节由卞伟华编写;全书由刘建华负责统稿。在编写过程中,编者参考了一些书刊,并引用了相关资料,在此对这些文献资料的作者一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中的错误和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

为了配合教学,本书为广大读者提供电子教案,读者可以在机械工业出版社教材服务网 <http://www.cmpedu.com> 免费下载。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 可程序控制器	1	应用	48
1.1 PLC 的产生与发展	1	3.3.1 基础知识: 多重输出指令	48
1.1.1 PLC 的产生与特点	1	3.3.2 基础知识: 主控指令	50
1.1.2 PLC 的发展	5	3.3.3 应用实例: 智力抢答器系统	52
1.2 PLC 的组成及工作原理	6	3.3.4 应用实例: 电动机正反转控制	53
1.2.1 PLC 的组成	6	3.3.5 应用实例: Y— Δ 减压起动控制	55
1.2.2 PLC 的工作原理	9	3.4 脉冲指令及其应用	58
1.2.3 可程序控制器与继电-接触器 控制的区别	10	3.4.1 基础知识: 脉冲微分指令	58
习题	11	3.4.2 应用实例: 工业控制手柄	58
第 2 章 三菱 FX _{2N} 系列 PLC 的硬件 资源	13	3.4.3 应用实例: 自动开关门系统	60
2.1 认识三菱 PLC	13	3.5 置位、复位指令及其应用	61
2.1.1 FX _{2N} 系列 PLC 的面板	13	3.5.1 基础知识: 置位、复位指令	61
2.1.2 FX _{2N} 系列 PLC 的输入输出 继电器	17	3.5.2 应用实例: 连续控制电路	61
2.2 编程器及编程软件的应用	20	3.5.3 应用实例: 金属、非金属 分拣系统	63
2.2.1 FX-20P 手持式编程器的使用	20	3.6 应用实例	64
2.2.2 FXGP/WIN 编程软件的应用	32	3.6.1 控制水塔、水池水位	64
习题	36	3.6.2 控制彩灯闪烁	66
第 3 章 基本指令系统及编程	37	3.6.3 控制传送带装置	67
3.1 连接驱动指令及其应用	37	习题	69
3.1.1 基础知识: 连接驱动指令	37	第 4 章 步进顺控指令及编程	71
3.1.2 应用实例: 门铃控制	38	4.1 状态元件与步进顺控指令	71
3.1.3 应用实例: 水池水位控制	39	4.1.1 状态转移图与状态元件	71
3.2 串并联指令及其应用	40	4.1.2 步进顺控指令	72
3.2.1 基础知识: 串联指令	40	4.2 简单流程的程序设计	74
3.2.2 应用实例: 传送带系统	41	4.2.1 基础知识: 单流程的程序设计	74
3.2.3 基础知识: 并联指令	44	4.2.2 应用实例: 控制钻孔动力头	75
3.2.4 应用实例: 自锁电路	45	4.2.3 应用实例: 控制自动送料装置	77
3.2.5 应用实例: PLC 控制自动 检票放行装置	46	4.2.4 应用实例: 控制机械手	79
3.3 多重输出与主控指令及其		4.3 循环与跳转程序设计	84
		4.3.1 基础知识: 循环程序设计	84
		4.3.2 应用实例: 控制红绿灯	84
		4.3.3 基础知识: 跳转程序设计	87

4.3.4 应用实例: 控制自动混料罐	87	5.6 高速处理指令及其应用	138
4.3.5 应用实例: 控制运料小车	91	5.6.1 基础知识: PLC 的高速计数器	138
4.3.6 应用实例: 控制机械滑台	94	5.6.2 基础知识: PLC 高速处理指令	142
4.4 选择性分支与并行分支程序 设计	98	5.6.3 应用实例: 步进电动机出料 控制系统	146
4.4.1 基础知识: 选择性分支	98	习题	148
4.4.2 应用实例: 控制工作方式可选的 运料小车	99	第 6 章 模拟量控制和通信	149
4.4.3 应用实例: 控制机械手分拣 大小球	104	6.1 模拟量控制及其应用	149
4.4.4 基础知识: 并行分支	107	6.1.1 基础知识: FX _{2N} -2AD 模拟量 输入模块	149
4.4.5 应用实例: 控制专用钻孔机床	107	6.1.2 基础知识: FX _{2N} -4AD 模拟量 输入模块	150
习题	110	6.1.3 基础知识: 外围设备 BFM 读出/ 写入指令	155
第 5 章 典型功能指令在编程中的 应用	111	6.1.4 应用实例: 液压折板机压板的 同步控制	156
5.1 功能指令概述	111	6.2 FX _{2N} 联网通信	158
5.1.1 功能指令格式	111	6.2.1 基础知识: 串行通信及接口标准	158
5.1.2 数据寄存器	111	6.2.2 应用实例: FX _{2N} 系列 PLC 的 N:N 网络设置	162
5.1.3 数据表示方法	112	6.2.3 应用实例: FX _{2N} 系列 PLC 的 N:N 联网编程实例	164
5.2 程序流控制指令及其应用	113	习题	167
5.2.1 基础知识: 程序流控制指令	113	第 7 章 PLC 应用系统设计	169
5.2.2 应用实例: 运输带的点动与 连续运行的混合控制	116	7.1 PLC 应用系统的设计方法	169
5.3 比较类指令和传送类指令 及其应用	119	7.1.1 PLC 系统的规划与设计	169
5.3.1 基础知识: 比较类指令	119	7.1.2 PLC 选型与硬件系统设计	171
5.3.2 基础知识: 传送类指令	120	7.1.3 PLC 软件设计与程序调试	172
5.3.3 应用实例: 计件包装系统	124	7.2 节省 I/O 点数的方法	172
5.4 算术运算类指令及其应用	126	7.2.1 节省输入点的方法	172
5.4.1 基础知识: 算术运算指令	126	7.2.2 节省输出点的方法	174
5.4.2 应用实例: 循环次数可设定的 喷漆流水线	127	7.3 综合实例	175
5.5 移位指令与数据处理指令 及其应用	130	7.3.1 污水处理系统	175
5.5.1 基础知识: 移位指令	130	7.3.2 传送、检测与分拣控制系统	178
5.5.2 基础知识: 数据处理指令	134	7.3.3 自动生产线控制系统	181
5.5.3 应用实例: 控制花式喷泉	136	习题	184
		参考文献	185

第 1 章 可编程序控制器

1.1 PLC 的产生与发展

1.1.1 PLC 的产生与特点

20 世纪 60 年代末, 现代制造业为适应市场需求、提高竞争力, 生产出小批量、多品种、多规格、低成本、高质量的产品, 要求生产设备的控制系统必须具备更灵活、更可靠、功能更齐全、响应速度更快等特点。随着微处理器技术、计算机技术、现代通信技术的飞速发展, 可编程序控制器 (Programmable Controller) 应运而生。

1. PLC 的由来

早期的自动化生产设备基本上都是采用继电-接触器控制方式, 系统复杂程度不高, 但自动化水平有限。主要存在的问题包括: 机械触点, 系统运行可靠性差; 工艺流程改变时要改变大量的硬件接线, 要耗费许多人力、物力和时间; 功能局限性大; 体积大、耗能多。由此产生的设计开发周期、运行维护成本、产品调整能力等方面的问题, 越来越不能满足工业生产的需求。

由于美国汽车制造工业竞争激烈, 为适应生产工艺不断更新的需要, 1968 年, 美国通用汽车公司公开招标, 要求用新的控制装置取代机电控制盘。公司提出 10 项指标:

- 1) 编程简单, 可在现场修改程序。
- 2) 维护方便, 采用插件式结构。
- 3) 可靠性高于继电-接触器控制系统。
- 4) 体积小于继电-接触器控制系统。
- 5) 数据可以直接送入计算机。
- 6) 成本可与继电-接触器控制系统竞争。
- 7) 输入可为市电 (PLC 主机电源可以是 115V 电压)。
- 8) 输出可为市电 (115V 交流电压, 电流达 2A 以上), 能直接驱动电磁阀、接触器等。
- 9) 通用性强、易于扩展。
- 10) 用户存储器容量大于 4KB。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 研制成功第一台可编程序控制器 PDP-14, 它具有逻辑运算、定时、计算功能, 称为 PLC (Programmable Logic Controller); 接着美国 MODICON 公司开发出可编程序控制器 084; 1971 年, 日本研制出日本第一台可编程序控制器 DSC-8; 1973 年, 西欧等国也研制出他们的第一台可编程序控制器; 我国从 1974 年开始可编程序控制器的研制, 1977 年开始投入工业应用。如今, 可编程序控制器已经实现了国

产化，并大量应用在各种自动化设备中。

早期的可编程序控制器采用存储程序指令完成顺序控制，仅具有逻辑运算、计时、计数等顺序控制功能，用于开关量的控制，通常称为 PLC。20 世纪 70 年代，随着微电子技术的发展，其功能得到增强，不再局限于逻辑运算，因此称为 PC (Programmable Controller)。但与个人计算机 (PC) 相区别，仍称为 PLC。

2. PLC 的定义

国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年 2 月颁布的 PLC 标准草案 (第三稿) 中对 PLC 作了如下定义：可编程序控制器是一种数字运算操作的电子装置，专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器，用来在其内部存储程序，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，并通过数字式或模拟式的输入和输出，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联成一个整体、易于扩展其功能的原则设计。

3. PLC 的特点

可编程序控制器是专为工业环境下的应用而设计的工业计算机，主要有以下特点：

(1) 可靠性高，抗干扰能力强 PLC 本身具有较强的自诊断功能，保证在“硬核”都正常的情况下执行用户的控制程序。以本书使用的日本三菱公司 PLC 为例，F1、F2 系列平均无故障时间长达 30 万小时。

(2) 编程简单，设计施工周期短 PLC 常用的编程方法有指令语句表、梯形图、功能图、高级语言等。对于普通操作人员，一般只要几天的训练即可学会编程。使用 PLC 完成一项控制工程，在系统设计完成后，现场施工和 PLC 程序设计可同时进行，施工周期短，而且程序的调试与修改方便。

(3) 控制程序可变，硬件配置方便 在生产工艺流程改变或生产线设备更新的情况下，可通过硬件扩充或少量地改变配置与接线，以及改变内部程序来满足要求，从而避免大量的硬件线路更改与安装工作。

(4) 功能完善 现代 PLC 具有数字模拟量的输入输出、逻辑和算术运算，定时、计数、顺序控制、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录和显示等功能，设备控制水平大大提高。

(5) 体积小、重量轻、功耗低 由于 PLC 采用半导体大规模集成电路，因此，整个产品结构紧凑、体积小、重量轻、功耗低，以三菱 FX_{ON}-24M 型 PLC 为例，其外形尺寸仅为 130mm×90mm×87mm，重量只有 600g，功耗小于 50W。所以，PLC 很容易装入机械设备内部，是实现机电一体化的理想的控制设备。

综上所述，PLC 的优越性能使其在工业控制设备中得到迅速普及。目前，PLC 在建筑、电力、交通、商业等众多领域都得到了广泛的应用。

4. PLC 的分类和常见品牌

通常，PLC 可根据 I/O 点数、结构形式、功能等进行分类。

按 I/O 点数，PLC 可分为小型、中型和大型。I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC，其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。I/O 点数为 256 点以上、2048 点以下的

为中型 PLC。I/O 点数为 2048 以上的为大型 PLC，其中 I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

按结构形式，PLC 可分为整体式、模块式和紧凑式，如图 1-1~图 1-3 所示。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，具有结构紧凑、体积小、价格低等特点。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。紧凑式 PLC 则是各种单元、CPU 自成模块，但不安装基板，各单元一层一层地叠装，它结合了整体式结构紧凑和模块式结构独立灵活的特点。

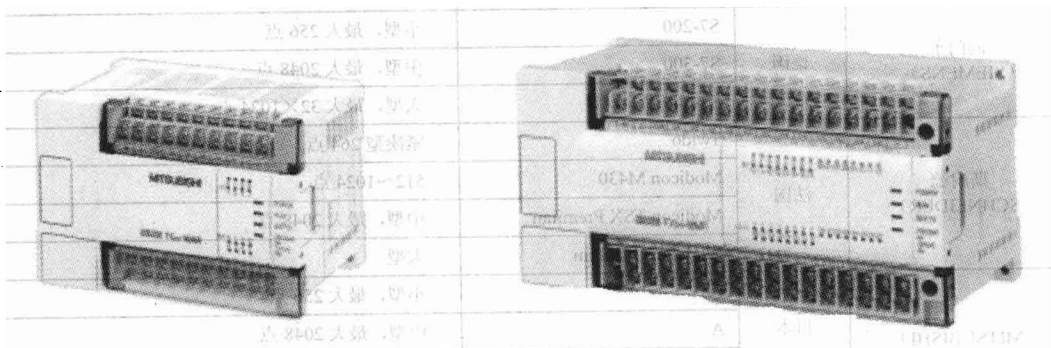


图 1-1 整体式 PLC 结构形式

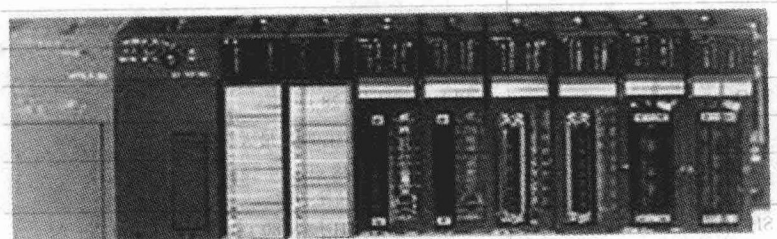


图 1-2 模块式 PLC 结构形式

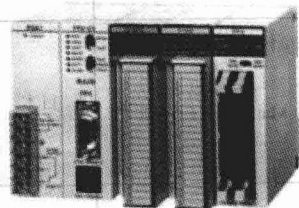


图 1-3 紧凑式 PLC 结构形式

按功能，PLC 可分为低档、中档、高档等。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。中档 PLC 除具有低档 PLC 的基本功能外，还增加了模拟量输入输出、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。有些还增设了中断、PID 控制等功能。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运算、制表及表格传送等。高档 PLC 具有更强的通信联网功能。

生产 PLC 的厂家很多，每个厂家的 PLC 都自成系列，可根据点数、容量、功能上的需求作出不同选择。目前，PLC 的常见品牌及其典型系列如表 1-1 所示。

表 1-1 PLC 的常见品牌及其典型系列

品 牌	国 家	系 列	主要特点
A-B (Allen&Bradley)	美国	MicroLogix	微型控制器, 最大 250 点
		ControlLogix	集成顺序、过程、运动控制等高级功能
		PLC5	模块式, 最大 3072 点
		SLC500	小型模块式, 最大 4096 点
通用电气 (GE-Fanuc)	美国	Versamax Micro、Nano	小型, 176 点
		Versamax PLC	256~4096 点
		90-30	4096 点基于 Intel 386EX 的处理器
		90-70	基于 Intel 的处理器
西门子 (SIEMENS)	德国	S7-200	小型, 最大 256 点
		S7-300	中型, 最大 2048 点
		S7-400	大型, 最大 32×1024 点
斯耐德 (SCHNEIDER)	法国	Twido	紧凑型 264 点
		Modicon M430	512~1024 点
		Modicon TSX Premium	中型, 最大 2048 点
		Modicon Quantum	大型
三菱 (MITSUBISHI)	日本	FX	小型, 最大 256 点
		A	中型, 最大 2048 点
		Q	有基本型、高性能型、过程型、冗余型等
欧姆龙 (OMRON)	日本	CPM	小型, 最大 362 点
		C200H SYSMAC a	中型, 最大 640 点
		CV、CS	大型, CS 最大 5120 点
松下电工 (Matsushita Electric)	日本	FP-X	内置 4 轴高速脉冲输出, 最大 300 点
		FPO	超小型, 最大 128 点
		FPΣ	超小型, 带定位控制, 最大 384 点
		FP、FP2SH	中型, 最大 2048 点, FP2SH 具有超高速功能
光洋电子 (KOYO)	日本	SH/SH1、SN	整体型, SH/SH1 最大 80 点, SN 最大 160 点
		SZ、SR/DL	超小型, SZ 最大 256 点, SR/DL 最大 368 点
		SU	中小型, 最大 2048 点
LS 产电 (LS Industrial)	韩国	Master-K	最大 1024 点
		XGB、XGT	XGB 为超小型模块式, 最大 256 点, 采用自研芯片 NGP1000; XGT 本地最大 3072 点, 远程最大 32768 点
		GLOFA	最大 16000 点
台达 (DELTA)	中国 台湾	DVP-E	紧凑型, 最大 512 点
		DVP-S	模块型, 最大 238 点
永宏 (FATEK)	中国 台湾	FBS-MA	经济型, 采用自研芯片 SoC 开发
		FBS-MC	高功能型, 最大 512DIO, 128AIO
		FBS-MN NC	定位控制型

我国也有不少厂家研制和生产 PLC, 如深圳的艾默生、德维森, 北京的和利时等, 但目

前的市场占有率比较有限。

1.1.2 PLC 的发展

PLC 从产生到现在已经经历了几十年的发展, 实现了从初始的简单逻辑控制到现在的运动控制、过程控制、数据处理和联网通信, 随着科学技术的进步, 面对不同的应用领域、不同的控制需求, PLC 还将有更大的发展。目前, PLC 的发展趋势主要体现在规模化、高性能、多功能、模块智能化、网络化、标准化等方面。

1. 产品规模向大、小两个方向发展

大型化是指大中型 PLC 向大容量、智能化和网络化发展, 使之能与计算机组成集成控制系统, 对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。现已有 I/O 点数达 14336 点的超大型 PLC, 使用 32 位微处理器, 多 CPU 并行工作和大容量存储器。小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展, 使配置更加灵活。为适应市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC, 最小配置的 I/O 点数为 8~16 点, 以适应单机及小型自动控制的需要。

2. 高性能、高速度、大容量

PLC 的扫描速度是衡量 PLC 性能的一个重要指标。为了提高 PLC 的处理能力, 要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前, 有些 PLC 的扫描速度可达每千步 0.1ms 左右。在存储容量方面, 有些 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量, 有的公司已使用了磁泡存储器或硬盘。

3. 模块智能化

分级控制、分布控制是增强 PLC 控制功能、提高处理速度的有效手段。智能 I/O 模块是以微处理器和存储器为基础的功能部件, 它们可独立于主机 CPU 工作, 分担主机 CPU 的处理任务。主机 CPU 可随时访问智能模块, 修改控制参数, 这样有利于提高 PLC 的控制速度和效率, 简化设计、编程工作量, 提高动作可靠性、实时性, 满足复杂控制的要求。为满足各种控制系统的要求, 目前已开发出许多功能模块, 如高速计数模块、模拟量调节 (PID 控制) 模块、运动控制 (步进、伺服、凸轮控制等) 模块、远程 I/O 模块、通信模块和人机接口模块等。

4. 网络化

加强 PLC 的联网能力可实现分布式控制, 适应工业自动化控制和计算机集成制造系统发展的需要。PLC 的联网与通信主要包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与计算机之间, 以及 PLC 与远程 I/O 之间的信息交换。随着 PLC 和其他工业控制计算机组网构成大型控制系统以及现场总线的发展, PLC 将向网络化和通信的简便化方向发展。

5. 标准化

生产过程自动化要求在不断提高, PLC 的能力也在不断增强, 过去那种不开放的、各品牌自成一体的结构显然不适合, 为提高兼容性, 在通信协议、总线结构、编程语言等方面需要一个统一的标准。国际电工委员会为此制定了国际标准 IEC61131。该标准由总则、设备性能和测试、编程语言、用户手册、通信、模糊控制的编程、可编程序控制器的应用和实施指导八部分和两个技术报告组成。

几乎所有的 PLC 生产厂家都表示支持 IEC61131, 并开始向该标准靠拢。

1.2 PLC 的组成及工作原理

1.2.1 PLC 的组成

可编程序控制器是专为工业环境下的应用而设计的工业计算机，其基本结构与一般计算机相似，为了便于操作、维护、扩充功能，提高系统的抗干扰能力，其结构组成又与一般计算机有所区别。

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 1-4 所示。

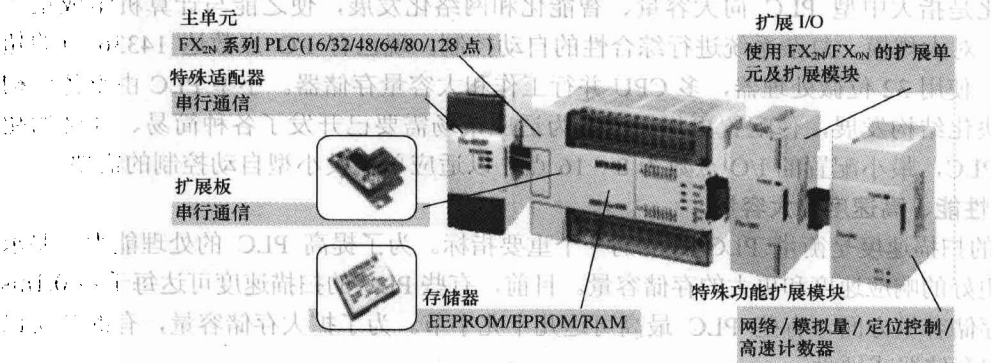


图 1-4 PLC 系统组成

基本单元内设 CPU、存储器、I/O 和电源等，是 PLC 的主要部分，可独立工作。扩展单元内设电源，用于扩展 I/O 点数。扩展模块用于增加 I/O 点数和 I/O 点数比例，内无电源，由基本单元和扩展单元供电。扩展单元、扩展模块内无 CPU，需要和基本单元一起才能工作。特殊功能单元是一些特殊用途的装置。

1. PLC 的硬件

可编程序控制器的品种和类型很多，但其基本组成相同，主要由中央处理器（CPU）、存储器、输入输出接口、电源及编程器等外围设备组成，如图 1-5 所示。

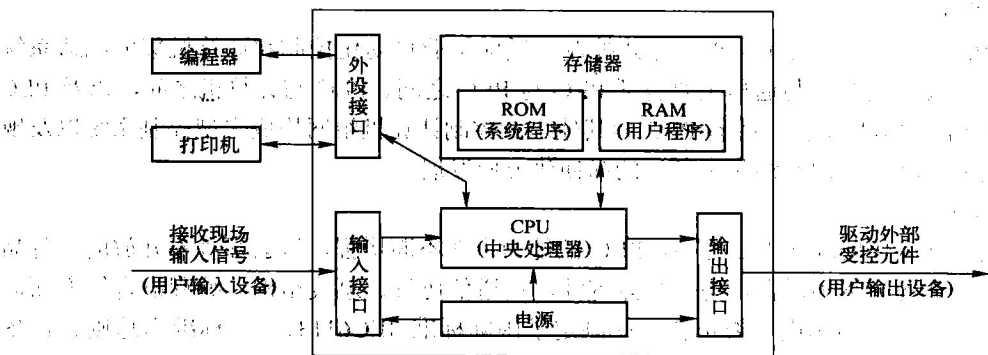


图 1-5 可编程序控制器的基本组成

(1) CPU CPU 一般由控制器、运算器和寄存器组成，这些电路集成在一块芯片内。CPU 通过数据总线、地址总线和控制总线与存储单元、输入输出接口电路相连。CPU 是

PLC 的核心部件，整个 PLC 的工作过程都是在 CPU 的统一指挥和协调下进行的。它在生产厂家预先编制的系统程序控制下，通过输入装置读入现场输入信号并按照用户程序进行处理。CPU 的性能直接影响 PLC 的性能。

CPU 的主要作用包括：接收并存储用户程序和数据；诊断电源、PLC 工作状态及编程的语法错误；接收输入信号，送入数据寄存器并保存；运行时顺序读取、解释、执行用户程序，完成用户程序的各种操作；将用户程序的执行结果送至输出端。

(2) 存储器 PLC 的存储器是存放程序和数据的地方。可编程序控制器的存储器分为系统程序存储器和用户存储器。系统程序存储器用于存放系统工作程序、模块化应用功能子程序、命令解释、功能子程序调用管理等程序及各种系统参数，一般采用只读存储器 ROM (PROM)。用户存储器用于存放用户编制的控制程序，分为随机存储器 (CMOSRAM)、光可擦写只读存储器 (EPROM) 以及电可擦写只读存储器 (EEPROM) 等。

(3) 输入输出接口 输入输出接口是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。输入部件包括开关、按钮、传感器等。输出部件包括电磁阀、接触器、继电器。由于现场信号的类别不同，为适应控制的需要，输入输出接口有开关量输入输出接口和模拟量输入输出接口。

(4) 外围设备 PLC 可配有编程器、外部存储器、打印机、EPROM 写入器、高分辨率屏幕彩色图形监控系统等外围设备。

编程器用于用户程序的编制、编辑、调试检查和监视，以及调用和显示 PLC 内部状态和系统参数。编程器分为简易型和智能型两大类。简易型只能联机编程；智能型既能联机编程，又能脱机编程。简易型只能输入指令语句表编程；智能型既可输入指令语句表编程，又可输入梯形图编程。

外部存储器是指磁带和磁盘，工作时可将用户程序和数据存储在盒式录音机的磁带上或磁盘驱动器的磁盘中，作为程序备份。当 PLC 内存中的程序被破坏或丢失时，可将外部存储器中的程序重新装入。

打印机用来打印带注释的梯形图程序、语句表程序，以及各种报表。系统实时运行过程中，打印机用来提供运行过程中发生事件的记录。

(5) 电源 PLC 内部配有一个专用开关式稳压电源，可将 PLC 外部连接的电源电压转化为 CPU、存储器、输入输出接口等电路工作所需的直流电源，并为外部输入元件提供 24V 直流电源。需要注意的是，PLC 负载的电源是由用户另外提供的。

2. PLC 的软件

(1) 软件组成 PLC 的软件包括系统监控程序和用户程序两大部分。

系统监控程序是由 PLC 的生产厂家编制的，用于控制 PLC 的运行，包括管理程序、用户指令解释程序、标准程序模块和系统调用三个部分。其中，管理程序主要实现的功能包括运行管理、生成用户元件、系统内部自检等。

用户程序又称用户软件、应用软件等，是 PLC 的使用者编制的针对控制问题的程序，可用梯形图、指令表、高级语言、汇编语言等编制，包括自动化系统控制程序及数据表格等。

(2) 应用软件常用的编程语言 目前，PLC 常用的编程语言包括梯形图、指令语句表、功能图、功能块图、高级编程语言等。

1) 梯形图：梯形图是用图形符号在图中的互相关系来表示控制逻辑的编程语言。梯形图通过连线，可将许多功能强大的 PLC 指令的图形符号连在一起，以表达所调用的 PLC 指令及其前后顺序关系，是目前最为常用的可编程序控制器程序设计语言。

梯形图的优点是简单、直观。它是从继电器控制电路图变化过来的，因此，梯形图在形式上与继电器控制电路图相似，读图方法和习惯也相同。对从事电气专业的人员来说，易学、易懂。

图 1-6 所示为三菱 FX_{2N} 系列 PLC 的简单梯形图实例。梯形图由左母线、右母线、逻辑行组成，逻辑行由各元件的触点和线圈组成。右母线可省略不画。

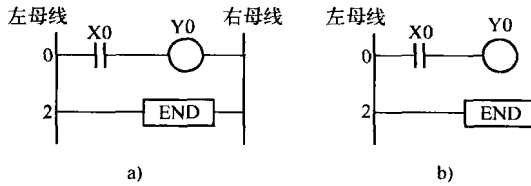


图 1-6 梯形图

a) 左、右母线和逻辑行 b) 右母线省略

PLC 梯形图与继电器控制电气原理图元器件符号有一定的对应关系，如图 1-7 所示。图 1-8 为继电器控制电气原理图与相应的梯形图的比较示例。

系统名称	常开触点	常闭触点	线圈
继电器控制电路图			
PLC 梯形图			

图 1-7 PLC 梯形图与继电器控制电气原理图元器件符号

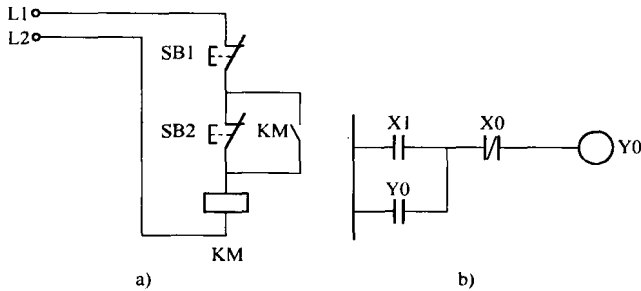


图 1-8 继电器控制电气原理图与相应的梯形图的比较示例

a) 继电器控制电气原理图 b) 梯形图

2) 指令语句表：指令语句规定可编程序控制器中 CPU 如何动作。每个控制功能由一个或多个语句组成的程序来执行，语句是指令语句表的基本单元。PLC 的指令是一种与微型计算机的汇编语言指令类似的助记符表达式。基本指令语句的基本格式包括地址（或步序）、

助记符、操作元件等部分，图 1-6 对应的指令语句如图 1-9 所示。其中，助记符常用 2~4 个英文字母组成，表示操作功能。操作元件为执行该指令所用的元件、设定值等。某些基本指令仅有助记符，无操作元件，而有些则有两个或更多操作元件。

3) 功能图：功能图又称状态流程图，是用状态来描述控制过程的流程图。如图 1-10 所示，它包含状态、转移条件、动作三要素。功能图的特点是逻辑功能清晰，输入、输出关系明确，适用于顺序控制系统的程序编制（详见第 4 章）。

地址（或步序）	助记符	操作元件
0	LD	X0
1	OUT	Y0
2	END	

图 1-9 指令语句表

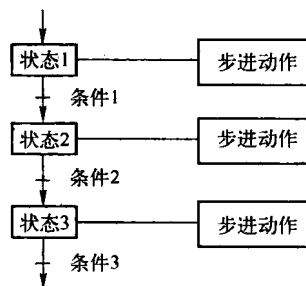


图 1-10 功能图

4) 功能块图：功能块图是一种类似数字逻辑门电路的编程语言。该语言用类似与门、或门的方框表示逻辑运算关系，方框左侧为逻辑运算的输入变量，右侧为逻辑运算的输出变量，输入、输出端的小圆圈表示“非”运算。用“导线”把方框连接起来，信号从左向右流动，如图 1-11 所示。

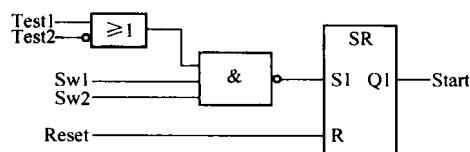


图 1-11 功能块图的实例

5) 高级编程语言：随着 PLC 技术的发展，大型、高档的 PLC 具有很强的运算与数据处理等功能，为方便用户编程，增加程序的可移植性，许多高档 PLC 都配备了 BASIC、C 等高级编程语言。

1.2.2 PLC 的工作原理

PLC 程序执行工作原理图，如图 1-12 所示。PLC 通过循环扫描输入端口的状态，执行用户程序，实现控制任务。CPU 在每个扫描周期的开始扫描输入模块的信号状态，并将其状态送入输入映像寄存器区域。然后，根据用户程序中的程序指令来处理传感器信号，并将处理结果送到输出映像寄存器区域，在每个扫描周期结束时，送入输出模块。

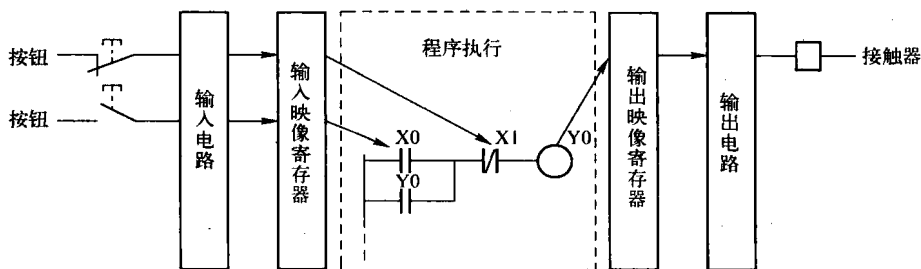


图 1-12 PLC 程序执行工作原理图