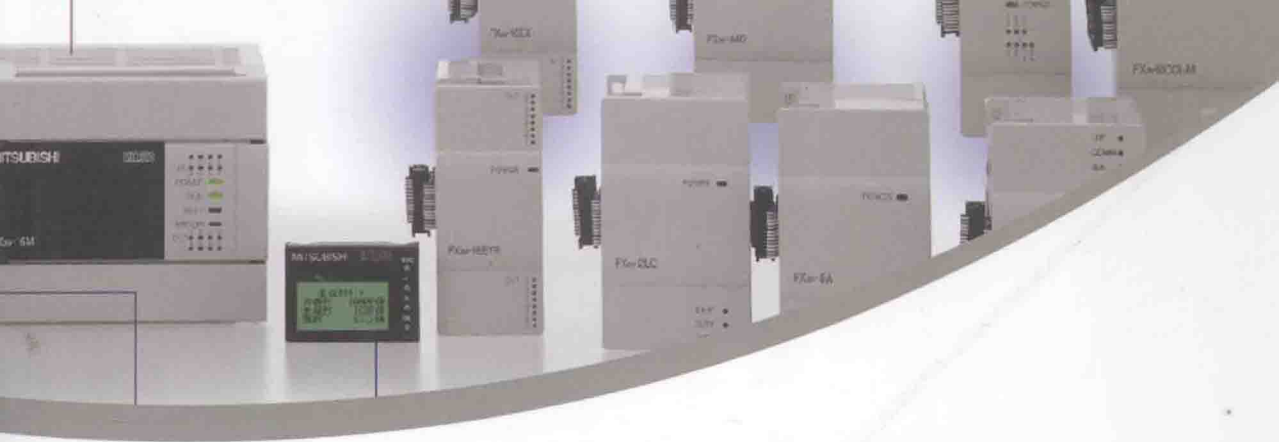




● 三菱电机自动化技术丛书

三菱电机小型 可编程序控制器 应用指南

MITSUBISHI ELECTRIC
MICRO PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
APPLICATION

崔龙成 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

三菱电机自动化技术丛书

三菱电机小型可编程序 控制器应用指南

崔龙成 主编



机械工业出版社

本书以三菱电机自动化最新一代小型可编程序控制器 FX3U/3G 系列产品为核心,同时兼顾 FX2N、FX1N、FX1S 等系列产品,较为系统和完整地介绍了三菱电机小型 PLC 的发展、系统的硬件构成、编程基础、常用指令、编程软件,常用特殊功能模块的使用及网络通信与维护、故障排除。各章节内容讲述详细,并提供编程例程及实际工程应用实例。

本书讲解由浅入深、循序渐进,各章节知识点相对完整独立,因此读者可以按顺序阅读,也可以按照实际的需求,有针对性、选择性地学习某章节。

本书可供自动化控制领域的工程技术人员以及现场电气维护人员、大中专院校师生学习和工作参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

三菱电机小型可编程序控制器应用指南/崔龙成主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 6

(三菱电机自动化技术丛书)

ISBN 978-7-111-38958-3

I. ①三… II. ①崔… III. ①可编程序控制器 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 138168 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:林春泉 责任编辑:张沪光

版式设计:纪敬 责任校对:申春香

封面设计:鞠杨 责任印制:乔宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2012 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·41.5 印张·1026 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-38958-3

定价:99.00 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

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

序

亲爱的读者：

作为全球自动化行业的综合产品生产厂商三菱电机公司，在工业企业全球化的发展过程中，在全球网络技术高速发展的推动下，对现代化企业的产品设计系统化、产品生产的实时控制化、全企业管理数据化等方面接受了一个又一个的挑战，并做出了巨大的贡献。

三菱电机公司的产品在中国市场，对“世界工厂”中国市场的自动化领域发展起到了非常大的推动作用。在 20 世纪 90 年代中期，三菱电机公司完成了从单纯的产品销售到集产品销售与技术推广为一体的重大改变，并成立了以企业为主导的中国第一家自动化行业技术培训中心，并对社会进行公开招生，对当时的电气工程人员，机电一体化等专业的高等、高职院校学生以及工业自动化相关技术人员，从基础理论、操作实践、功能理解等方面详细地介绍了当时自动化产品的先进技术。

随着三菱电机公司在中国市场的业务发展，整体自动化行业的需求增加，依据自动化 OEM (Original Equipment Manufacturer, 原始设备制造商) 企业、最终用户企业、项目合作企业的需求，三菱电机公司的合作院校的建议，三菱电机自动化(中国)有限公司汇集了三菱电机公司的培训部、销售部、技术部的优秀讲师、资深工程师的集体智慧和实践经验，在三菱电机株式会社产品设计与运用工程师的指导下，编写了这套着眼于应用、自动化解决方案的《三菱电机自动化技术丛书》。

本丛书以三菱电机公司 TCOE (Total Cost Ownership Engineering, 客户综合成本) 为理念，对用户的复杂系统从单一产品的简单使用，到各产品间的网络无间隙通信，将整个系统的结构变得简单明了，对系统从设计、采购、调试、维护等各个环节的成本可以进行分别或者综合控制，使得自动化设备的性价比得到不断提高，这也是三菱电机公司的产品得到发展的重要原因。

本丛书是三菱电机公司工程师和广大用户成功经验的积累，也是成功经验的推广，希望能给您平时的工作带来便利，也希望您能够喜欢。

蔡建国

三菱电机自动化(中国)有限公司
Solution Center 中心长

前 言

三菱电机小型可编程序控制器经过 30 多年的发展及应用,从第一代 F 系列产品和第二代 FX 系列,发展到第三代 FX3 系列产品,FX 系列产品因其优越的性能,丰富的功能和高可靠性,广泛应用在各行各业不同的控制领域,至今已累计销售 1000 多万台,深受世界各地用户的喜爱。

FX3U/3G 系列 PLC 是目前在售的最新一代 PLC,FX3U 系列功能丰富,所对应产品用户手册众多,如何使读者在短时间内更快、更系统、更详细地学习掌握好、应用好该产品,发挥其“小身材、大智慧”作用,是编写此书的初衷。

本书将以 FX3U/3G 为核心,兼顾 FX2N、FXIN、FX1S 等系列产品由浅入深,循序渐进,较为系统和完整地介绍三菱电机小型 PLC 的功能、系统的构成、编程基础、指令、编程软件的使用,各种常用特殊功能模块的使用及网络通信及维护。在每一章不仅对重点内容进行详细阐述,分析其要点、内涵,而且提供编程样例程序,便于读者深刻理解、掌握、借鉴。同时,对本章提供了大量的实际工程应用实例,学以致用是本书的一大特点。

通过本书的学习,读者可以全面地了解三菱电机小型 PLC 产品性能及系统构成;掌握常用指令和常用模块(模数转换模块(A/D)、数模转换模块(D/A),高数计数模块、定位模块)内置高数计数、内置定位的使用,了解三菱电机小型 PLC 网络通信方式,掌握基本的通信方法以及 PLC 的故障维护和诊断以及应用。

全书共分为 10 章,第 1 章介绍了 FX 系列 PLC 的发展、型号、特点及主要应用领域。帮助读者建立三菱电机小型 PLC 的整体概念。第 2 章介绍了 FX 系列 PLC 系统构成及规则,提供了基本的选型原则。第 3 章为 FX 系列 PLC 编程基础,介绍了各种软元件和软元件功能、作用、地址分配、所涉及的编程语言及编程软件的使用。第 4 章介绍了 SFC 和步进梯形图编程方法及注意点。第 5 章介绍了模拟量输入、输出模块及适配器的使用,详细介绍了它的通信方式,缓存的概念,了解其编程的精髓以及 PID 指令在闭环控制中的应用。第 6 章介绍了高速脉冲输入功能的使用,分为内置高速脉冲输入功能、高速输入适配器及高速计数模块及它们的主要区别。第 7 章介绍了高速脉冲输出与定位,分为内置高速脉冲输出功能、高速脉冲输出适配器及定位模块及单元,解决现场高精度定位问题及其应用。第 8 章为 FX 系列 PLC 网络通信及应用,介绍了 FX 各种通信方式,详细讲述了并行链接, N:N 链接通信,串行通信, CC-Link 通信,并提供多个常用应用实例。第 9 章介绍了 FX 系列 PLC 的外围设备,手持编程器、显示模块及三菱电机人机界面 GOT。第 10 章介绍了 FX 系列 PLC 维护,安装环境、维护体制、故障诊断与处理方法。

参加编写的人员还有杨雅琴、王琦峰、庞书红和王博,他们都是三菱电机自动化(中国)有限公司资深的工程师,多年来从事三菱电机 PLC 的工程实践、技术支持、客

户培训工作，经验丰富。本书中融入了他们在工作中积累的大量经验与心得体会。在此表示衷心的感谢！

欢迎读者在阅读本书时，对书中编写不妥之处，恳请提出批评，加以指正。

三菱电机自动化（中国）有限公司网址：<http://www.meach.cn>。

主编

2012年5月

目 录

序	
前言	
第1章 三菱电机小型 PLC 的概述	1
1.1 PLC 的由来	1
1.2 三菱电机 PLC 简介	1
1.2.1 三菱电机 PLC 的历史	1
1.2.2 三菱电机 PLC 的分类	2
1.3 三菱电机小型 PLC 型号命名及特点	3
1.3.1 FX 系列 PLC 型号说明	3
1.3.2 三菱电机小型 PLC 主流机型的 特点	4
1.4 三菱电机小型 PLC 的应用 领域	6
1.5 FX 系列 PLC 编程工具简介	7
第2章 FX 系列 PLC 系统构成	10
2.1 系统构成	10
2.1.1 整体系统构成	11
2.1.2 构成系统的设备	11
2.2 系统构成的规则	13
2.2.1 关于输入输出点数	13
2.2.2 关于特殊扩展设备的台数及扩展 延长电缆	15
2.2.3 关于电源容量和消耗电流的 计算	16
2.3 输入输出编号 (X, Y), 单元 No. 的分配	22
2.3.1 关于输入输出编号 (X, Y) 的 分配	22
2.3.2 关于特殊功能单元/模块的 单元 No.	23
2.4 关于输入输出的接线	24
2.4.1 输入的接线	24
2.4.2 输出的接线	27
第3章 FX 系列 PLC 编程基础	40
3.1 PLC 运行原理	40
3.2 软元件和软元件的作用	42
3.2.1 软元件的分配	42
3.2.2 软元件的作用	43
3.3 编程语言	69
3.3.1 编程语言的种类	69
3.3.2 程序的互换性	70
3.4 编程指令	70
3.4.1 基本指令的种类	70
3.4.2 基本指令	73
3.4.3 传送、比较	84
3.4.4 四则逻辑运算 - FNC 20 ~ FNC 29	100
3.4.5 触点型比较指令	109
3.4.6 循环、移位 - FNC 30 ~ FNC 39	111
3.5 编程注意事项	117
3.5.1 程序的步骤及执行顺序	117
3.5.2 双线圈对策	118
3.5.3 不能编程的回路及对策	119
3.6 编程工具及软件的使用	120
3.6.1 编程工具的种类	120
3.6.2 软件介绍和使用说明	121
3.6.3 添加注释和声明	129
3.6.4 在线修改程序 (RUN 中写入)	132
3.6.5 双重密码设置	133
3.6.6 监控和诊断	136
3.7 程序应用实例	141
第4章 SFC 和步进梯形图	147
4.1 SFC 概要	147
4.2 SFC 程序的创建步骤	148
4.2.1 创建 SFC 程序	148
4.2.2 工序图的创建	148
4.2.3 软元件的分配	148
4.2.4 在 GX Developer 中输入及显示 程序	150
4.3 初始状态的使用和作用	151
4.4 SFC 程序编辑的注意事项	152

4.5 SFC 流程的形态	156	5.4.3 FX3G-1DA-BD 模拟量输出 扩展板	234
4.5.1 跳转、重复流程	156	5.4.4 FX3U-4DA-ADP 模拟量输出 适配器	239
4.5.2 选择分支和并行分支	158	5.4.5 FX3U-4DA 模拟量输出模块	244
4.5.3 分支、合并状态的程序	158	5.4.6 应用案例(饮料水的变频调速 搅拌)	252
4.6 程序应用实例	161	5.5 FX 系列模拟量输入输出混合产品 种类介绍	253
4.7 步进梯形图	163	5.5.1 FX 系列模拟量输入输出产品	253
4.7.1 步进梯形图指令 [STL]、 [RET]	163	5.5.2 FX 系列模拟量输入输出产品的性能 规格	254
4.7.2 步进梯形图指令动作与 SFC 表示	164	5.5.3 FX3U-3A-ADP 型模拟量输入输出 适配器	259
4.8 步进梯形图的编写 (SFC 程序→ STL 程序)	166	5.5.4 FX2N-5A 模拟量输入输出 模块	263
4.9 程序应用实例	167	5.6 FX 系列温度输入模块及控制产品 种类介绍	272
第5章 FX 系列 PLC 模拟量输入输出 功能	170	5.6.1 FX 系列温度输入模块及控制 产品	272
5.1 特殊功能模块的工作原理	170	5.6.2 FX 系列温度输入模块及控制产品的 性能规格	273
5.1.1 特殊功能模块概述	170	5.6.3 FX3U-4AD-PT-ADP 铂电阻输入 适配器	285
5.1.2 缓冲存储区 (BFM) 的读出、写入 方法	170	5.6.4 FX2N-8AD 模拟量输入(温度传感 器输入)模块简介	291
5.2 FX 系列模拟量控制	175	5.7 应用实例 [闭环控制 (PID 控制)]	302
5.2.1 模拟量的概述	175	5.7.1 PID 控制原理	302
5.2.2 FX 系列模拟量控制概述	175	5.7.2 PID 指令介绍	302
5.2.3 FX 系列的模拟量产品的种类	176	5.7.3 实用程序举例(阶跃响应法)	315
5.3 FX 系列模拟量输入产品种类 介绍	179	5.7.4 错误代码	318
5.3.1 FX 系列模拟量输入产品	179	第6章 FX 系列高速脉冲输入功能的 使用	320
5.3.2 FX 系列模拟量输入产品的性能 规格	181	6.1 FX 系列 PLC 内置高速脉冲输入 功能	320
5.3.3 FX3G-2AD-BD 模拟量输入 扩展板	194	6.1.1 中断功能、脉冲捕捉功能、脉宽/ 周期测量功能	320
5.3.4 FX3U-4AD-ADP 模拟量输入 适配器	199	6.1.2 内置高速计数器	340
5.3.5 FX3U-4AD/FX3UC-4AD 模拟量输入模块	209	6.2 FX3U-4HSX-ADP 高速输入 适配器	367
5.3.6 应用案例(混合原料用量的 测定)	220	6.3 FX2N-1HC 高速计数模块	370
5.4 FX 系列模拟量输出产品种类 介绍	222		
5.4.1 FX 系列模拟量输出产品	222		
5.4.2 FX 系列模拟量输出产品的性能 规格	224		

6.4 应用实例(材料定长切割)	378	示例	467
第7章 FX 系列 PLC 高速脉冲输出与定位功能	381	8.3.5 无协议通信功能	475
7.1 高速脉冲输出功能	381	8.3.6 应用实例与变频器的通信	479
7.1.1 PLC 本体上的高速脉冲输出端口	381	8.3.7 远程维护(RS-232 MODEM)	498
7.1.2 高速脉冲输出适配器	382	8.4 CC-Link 和 CC-Link/LT 通信	507
7.1.3 相关特殊继电器和寄存器	384	8.4.1 CC-Link 总线系统概要	508
7.1.4 脉冲输出指令	384	8.4.2 CC-Link 系统主站设置	511
7.1.5 脉冲输出指令应用实例	389	8.4.3 CC-Link 远程站点的设置	520
7.2 内置定位功能	391	8.4.4 程序应用实例	522
7.2.1 使用本体的输出端子进行定位控制	391	8.4.5 CC-Link/LT 简介	536
7.2.2 使用高速输出适配器进行定位控制	392	第9章 FX 系列 PLC 的外围选件	539
7.2.3 相关特殊继电器和寄存器	392	9.1 概述	539
7.2.4 内置定位功能相关指令	394	9.2 编程用外围设备	539
7.2.5 内置定位指令应用实例	409	9.2.1 FX-20P 手持编程器	540
7.3 定位模块及单元	416	9.2.2 FX-30P 手持编程器	547
7.3.1 定位模块及单元概述	416	9.2.3 FX-USB-AW 转换接口	548
7.3.2 FX2N-1PG 定位模块	418	9.3 FX 系列 PLC 显示模块	552
7.3.3 FX3U-20SSC-H 光纤网络定位模块	428	9.3.1 FX3U-7DM	552
第8章 FX 系列 PLC 网络通信及应用	439	9.3.2 FX3G-5DM	557
8.1 FX 的通信方式	439	9.4 选项功能板	558
8.1.1 串行通信	439	9.4.1 模拟量选项功能板	559
8.1.2 CC-Link 总线通信	445	9.4.2 通信用选项功能板	559
8.1.3 EtherNet 方式通信	446	9.4.3 连接适配器用选项功能板	560
8.1.4 其他方式的网络通信	446	9.5 人机界面	560
8.2 通信选件	447	9.5.1 三菱电机 GOT 概述	561
8.2.1 RS-232C 通信端口	448	9.5.2 GOT 与 FX 通信	561
8.2.2 RS-422 通信端口	450	9.5.3 GOT 方便功能	569
8.2.3 RS-485 通信端口	450	9.6 其他选件	571
8.2.4 USB 通信端口	452	9.6.1 存储器盒	571
8.2.5 网络通信模块	452	9.6.2 电池	572
8.3 通信功能的应用	453	第10章 系统维护和实践	574
8.3.1 PLC 与计算机通信	453	10.1 维护对策设计	574
8.3.2 PLC 串口通信调试软件	465	10.1.1 系统设计阶段需要考虑的事项	574
8.3.3 计算机通过 MC 指令用串口通信调试软件读写 PLC 软元件的示例	466	10.1.2 维护保养的注意事项	575
8.3.4 PLC 与 PLC 的并联链接通信		10.2 预防性维护	577
		10.2.1 日常维护检修	577
		10.2.2 定期维护检修	577
		10.2.3 状态监视维护	578
		10.3 事后维护	579
		10.4 故障检修的基础	580

10.5 硬件系统的确认及日常维护 ...	581	附录	589
10.5.1 PLC 型号的确认	581	附录 1 FX3 系列 PLC 基本、应用	
10.5.2 电池	581	指令表	589
10.5.3 其他的设备	581	附录 2 FX3 系列 PLC 特殊软元件	
10.5.4 维护检查	581	一览	604
10.6 干扰对策	584	附录 3 FX3 系列 PLC 出错代码一览	
10.7 安装与布线	585	及解决方法	644
10.7.1 安装	585	附录 4 ASC II 码表	650
10.7.2 配线	585	参考文献	651
10.8 程序故障排除实例	587		

第1章 三菱电机小型 PLC 的概述

1.1 PLC 的由来

可编程序控制器 (Programmable Controller, PC 或 Programmable Logic Controller, PLC), 目前一般均采用 PLC 这个叫法, 它是以微电子技术和计算机技术以及数字通信技术为基础的工业控制装置。

在 PLC 出现以前, 继电器控制已得到了广泛的应用, 并在工业控制领域中曾占有主导地位。但是继电器控制系统存在着明显的缺点: 可靠性低、查找故障困难, 特别是由于它靠硬连线逻辑构成系统, 所以安装、接线复杂, 难以变更控制内容, 对生产工艺变化的适应性较差。

1968 年, 美国最大汽车制造商通用汽车公司 (GM) 公开招标, 想制造一种新的工业控制装置, 以适应汽车型号不断更新, 生产线不断升级换代的需要。标书中提出新的控制装置需满足: 控制方式简单、控制逻辑的变更容易、可靠性高易于维护, 可由中央数据处理系统收集、处理、输出数据, 成本低、体积小, 输出装置可以直接驱动电磁阀、电动机起动器等 10 项要求。为此 1969 年美国数字设备公司 (DEC) 根据标书要求, 研制出世界上第一台 PLC, 只是用它来取代继电器控制, 仅具备逻辑控制、定时、计数等功能。

国际电工委员会 (IEC) 于 1985 年 1 月颁布了 PLC 标准, 对 PLC 作了如下的定义: “PLC 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命令, 并通过数字式、模拟式的输入和输出, 控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其有关设备, 都应按易于与工业控制系统联成一个整体, 易于扩充功能的原则而设计”。

随着微电子技术和计算机技术以及通信技术的发展, 使得 PLC 不仅具有逻辑控制的功能, 而且还增加了运算、PID 处理、数据传送和处理、通信等功能, 成为具有计算机功能的工业控制装置。

1.2 三菱电机 PLC 简介

1.2.1 三菱电机 PLC 的历史

自从 1969 年美国研制出世界上第一台 PLC 以后, 日本、德国、法国等国相继研制了各自的 PLC, 受到工业界的重视。20 世纪 70 年代中期, PLC 进入了实用化发展阶段。在 PLC 中全面引入微计算机技术, 使 PLC 产生了飞跃, 功能日趋完善。在逻辑运算功能的基础上, 增加了数值运算、PID 调节等功能, 提高了运算速度。

三菱电机 PLC, 在 20 世纪 70 年代初期也诞生于汽车生产线上, 并在汽车生产线的升级与更新过程中, 经过不断磨合与改进逐渐成熟起来的。三菱电机在 1977 年发布了通用型

PLC, 把应用领域逐步扩展到所有 FA (Factory Automation, 工厂自动化) 控制领域, 确立了 PLC 业界的领先地位。

1.2.2 三菱电机 PLC 的分类

三菱电机 PLC 从结构形式上分模块式 PLC 和整体式 PLC; 从 I/O 点数上分小型 PLC 和中大型 PLC。

1. 模块式

模块式 PLC 结构是将 PLC 各部分分成若干个单独的模块, 如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块、(有的包含在 CPU 模块中) 和各种功能模块。模块式 PLC 由基板和各种模块组成。基板是 PLC 的控制总线, 各模块按一定的顺序安装在基板上。

三菱电机中大型 PLC 采用模块式结构, 其 I/O 控制点数为 256 ~ 4096 点, 通过网络可扩展到 8192 点。此类 PLC 多用于点数要求比较多, 功能需求比较复杂的中大型系统。

三菱电机模块式 PLC, 从 1980 年诞生的 K 系列 PLC 开始经过了 APLC、QnAPLC、QPLC 几代的升级换代, 目前主流产品如图 1-1 所示的 Q 系列 PLC, 它具有运算速度快、控制点数多、程序容量大、编程元件和指令丰富等特点, 支持梯形图、指令码, SFC、FB/FBD、ST 等编程语言, 并具有丰富的网络通信功能。

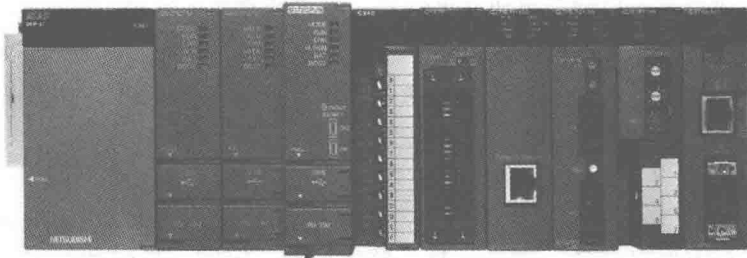


图 1-1 Q 系列 PLC

2. 整体式又称一体式

整体式 PLC 结构是将电源、CPU、内存块、I/O 部件都集中装在一个机箱内。其结构紧凑、体积小、价格低。一般小型 PLC 采用这种结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 和电源。扩展单元内只有 I/O 和电源。基本单元和扩展单元之间用扁平电缆连接。

整体式 PLC 一般配备有特殊功能单元, 如模拟量单元、位置控制单元、通信等, 使 PLC 的功能得以扩展。

三菱电机小型 PLC 采用整体式结构, 配以扩展单元和扩展模块, I/O 控制点数为 10 ~ 256 点, 通过网络可扩展到 384 点。

如图 1-2 所示, 三菱电机的小型 PLC 由 1981 年诞生的 F 系列 PLC 算起, 经历了 F 系列、FX 系列、FX3 系列三代的发展过程, 至今已成为世界范围内高性能、高可靠性的代表。

为方便起见, 通常把这 3 个系列 PLC 统称为 FX 系列 PLC。

读者在阅读三菱电机 PLC 资料时, 经常会看见 “MELSEC” 这个词, 其实 “MELSEC” 是三菱电机 PLC 的统称, 又是 “三菱电机顺序控制器” 的英文缩写。因此, 在三菱电机的 PLC 样本和说明书上有时把 FX 系列 PLC 统称为 MELSEC - F。

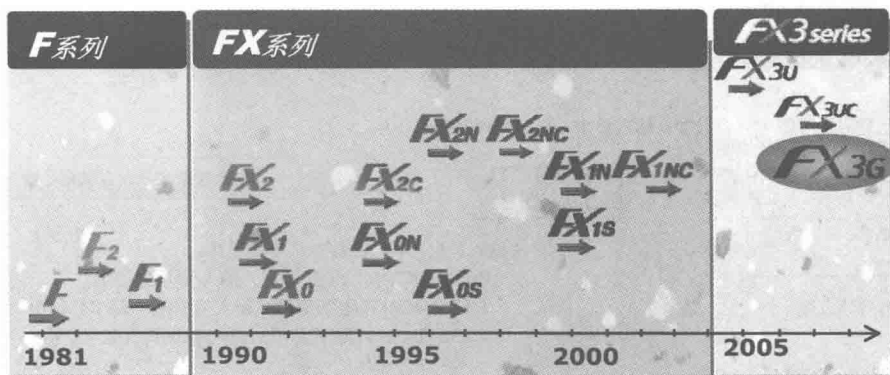


图 1-2 三菱电机小型 PLC 的发展过程

随着 PLC 技术的不断进步和客户的控制要求的多元化，第一代 F 系列产品和第 2 代 FX 系列中的多数产品早已完成了它的历史使命，先后停止生产。目前，在中国市场上的主推产品如图 1-3 所示的 FX3U、FX3G 等第三代产品和第二代产品中的主流型号 FX2N、FXIN、FX1S 等系列产品，因其优越的性价比和高可靠性，广泛应用在在各行各业不同控制领域中，广受世界各国客户的喜爱。到 2010 年 9 月，FX 系列 PLC 的销售量已突破 1000 万台。

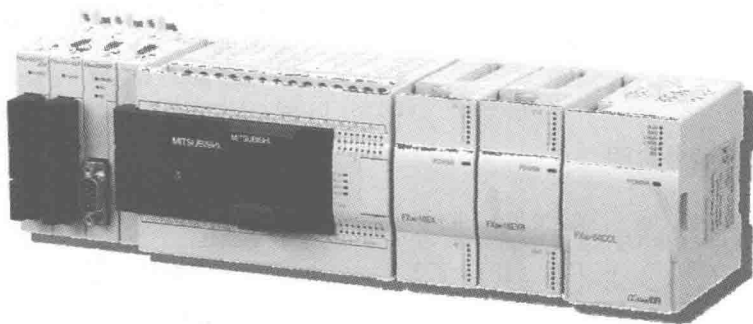


图 1-3 FX3G 系列 PLC

1.3 三菱电机小型 PLC 型号命名及特点

本节主要以 FX3U 为例说明 FX 系列 PLC 的型号命名，介绍目前中国市场上广泛使用的第二代主流产品以及最新的第三代产品的各型号命名的特点以及其应用领域。

1.3.1 FX 系列 PLC 型号说明

FX 系列 PLC 除基本单元外，可通过扩展单元和扩展模块扩展 I/O 点数，也可以根据设备和现场工艺需求，选择不同的特殊功能模块、扩展功能板卡及适配器等选件来实现模拟量、定位、网络通信等不同的控制要求。

本单元以三菱电机第三代小型 PLC 的 FX3U PLC 为例，说明 FX 系列 PLC 的基本单元、扩展单元和扩展模块的型号命名规则及阅读方法。

特殊功能模块、扩展功能板卡及适配器及其他相关选件的型号说明，将在本书其他相关

章节中分别进行说明。

1. 基本单元型号说明

基本单元是内置了CPU、存储器、输入输出、电源的产品。
讨论系统方案的时候必须使用1台。



2. 扩展单元型号说明

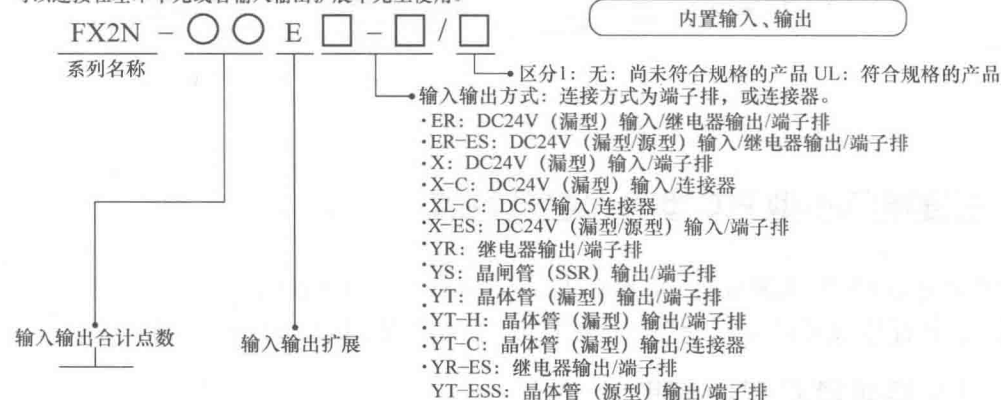
FX3U PLC 作为 FX2N 的升级产品，沿用了 FX2N PLC 的扩展单元和扩展模块。

输入输出扩展单元是内置了电源回路和输入输出，用于扩展输入输出的产品。
可以给连接在其后的扩展设备供电。



3. 扩展模块的型号说明

输入输出扩展模块是内置了输入，或是输出的，用于扩展输入输出的产品。
可以连接在基本单元或者输入输出扩展单元上使用。



1.3.2 三菱电机小型 PLC 主流机型的特点

本单元主要介绍三菱电机小型 PLC 目前在中国市场上的主流型号的特点及主要性能。

1. FX1S 特点

FX1S 系列 PLC 适用于小规模控制的基本型机器，不能连接扩展单元、扩展模块和特殊功能模块，但是可以选择串行通信板卡、模拟量输入/输出板卡、扩展 I/O 输入/输出板卡。

FX1S 系列 PLC 基本单元的控制规模为 10~30 点 (可选 10/14/20/30 点)，有继电器和

晶体管两种输出方式，最大程序容量为 2K 步，运行速度高达 $0.55 \sim 0.7\mu\text{s}$ /基本指令。

晶体管输出类型的机型内置了两轴独立定位控制功能，脉冲串输出频率可达 100kbit/s。

2. FX1N 特点

FX1N 系列 PLC 为可以扩展输入、输出的标准机型。基本单元的控制规模为 24 ~ 60 点 (24/40/60 点)，可通过扩展单元/模块或网络方式扩展到 128 点。基本单元提供继电器或晶体管两种输出方式。

FX1N 系列 PLC 可扩展模拟量等特殊功能模块或扩展功能板卡以及通信模块或通信功能板卡。

支持串行通信，CC - LINK、CC - LINK/LT、MELSEC I/Q - LINK 以及 AS - I 等通信方式。

FX1N 系列 PLC 的最大程序容量为 8K 步，运算速度高达 $0.55 \sim 0.7\mu\text{s}$ /基本指令。

晶体管输出类型的机型内置了两轴独立定位控制功能，脉冲串输出频率可达 100kbit/s。

3. FX2N 特点

FX2N 系列 PLC 为三菱电机小型 PLC 的第二代产品中性能最强的机型 (见图 1-4)。因其高速、高性价比的特性，适用于从普通顺控开始到定位、网络通信等广泛用途。

其控制规模可达 16 ~ 256 点，基本单元分为 16/32/48/64/80/128 点的机型，可通过扩展单元/模块或网络方式扩展到 256 点。基本单元提供继电器、晶体管和晶闸管 3 种类型的输出方式。

FX2N 系列 PLC 的程序容量可达 8K，运算速度高达 $0.08\mu\text{s}$ /基本指令。

FX2N 系列 PLC 提供丰富的指令，可选择多种功能板卡和特殊功能模块。

4. FX3G 特点

FX3G 系列 PLC 与 FX3U 一样，属于三菱电机的第三代微型 PLC，与 FX1N 系列兼容。具备高性能、高灵活性的特点。

FX3G 系列 PLC 控制规模为 14 ~ 256 点，基本单元提供 14/24/40/60 点机型，通过扩展单元及扩展模块可达 128 点控制规模，通过网络扩展，最多可以达到 256 点。基本单元有继电器、晶体管两种输出方式。

FX3G 系列 PLC 内置 32K 步 EEPROM 存储器，运算速度达 $0.21 \sim 0.42\mu\text{s}$ /基本指令。

5. FX3U 特点

FX3U 系列 PLC 为三菱电机的第三代小型 PLC (见图 1-5)。具有业内最高处理速度、高性能、大容量的新型 PLC，大大强化了高速处理，定位等内置功能。

FX3U 系列 PLC 控制规模为 16 ~ 384 点，基本单元有 16/32/48/64/80/128 点机型，提供继电器、晶体管两种类型的输出方式。通过扩展单元及扩展模块可达 256 点控制规模，

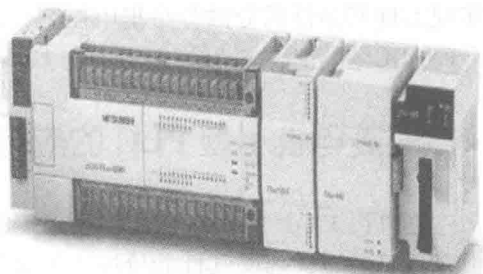


图 1-4 FX2N 系列 PLC



图 1-5 FX3U 系列 PLC

通过网络扩展,最多可以达到 384 点。

内置 64K 步 RAM,运算速度高达 $0.065\mu\text{s}/\text{基本指令}$ 。

FX3U 系列 PLC 兼容 FX2N PLC 的扩展单元、扩展模块以及多数特殊功能模块,又在 FX2N 的基础上丰富了应用指令和特殊功能模块及扩展功能单元,增强了系统配置的灵活性,并大大提升了小型 PLC 的性能。

6. FX1NC/FX2NC/FX3UC 特点

FX1NC/FX2NC/FX3UC 是三菱电机小型 PLC 第二、三代产品中的特殊品种,其主要特点为,输入输出部分采用连接器连接形式,属于紧凑型结构,体积小,能够大幅节省控制柜的空间。

FX1NC/FX2NC 除了 I/O 接线形式不同之外,在控制点数、性能方面与同一级别的 FX1N/FX2N 完全相同。

FX3UC 与 FX3U 相比,除了接线方式不同之外,还内置了 CC-Link/LT 主站功能,可以实现 I/O 及器件的分散分布集中控制,节省配线。

FX3UC 在控制点数和性能方面与 FX3U 完全相同。

1.4 三菱电机小型 PLC 的应用领域

三菱电机 FX 系列 PLC 在我国已经广泛地应用在几乎所有的工业控制领域以及楼宇、物流、食品等领域,随着其性能价格比的不断提高,应用范围也在不断扩大。三菱电机 FX 系列 PLC 的应用领域主要有以下方面:

1. 开关量逻辑控制

PLC 具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,可以实现触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。开关量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,以至深入到家庭。

2. 运动控制

三菱电机 FX 系列 PLC 使用专用的指令或运动控制模块,对直线运动或曲线运动的位置、速度和加速度进行控制,可以实现单轴、双轴、三轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制有机地结合在一起。三菱电机 FX 系列 PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械场合,例如切削机床、成形机械、装配机械、印刷、包装机械、电梯等。

3. 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。三菱电机 FX 系列 PLC 通过模拟量模块,实现模拟量 (Analog) 和数字量 (Digital) 之间的 A/D 转换与 D/A 转换,并对模拟量进行闭环 PID (比例-积分-微分) 控制。PID 闭环控制可以用 PID 指令来实现, PID 闭环控制已经广泛地应用于塑料挤压成型机、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

4. 数据处理

三菱电机 FX 系列 PLC 具有数学运算 (包括整数运算、浮点数运算、函数运算、字逻辑运算、求反、循环、移位和浮点数运算等)、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较,也

可以用通信功能传送到别的智能装置，或打印制表。

5. 通信联网

三菱电机 FX 系列 PLC 的通信包括 PLC 与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备（例如计算机、变频器、智能仪表）之间的通信。FX 系列 PLC 与其他智能控制设备一起，可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

1.5 FX 系列 PLC 编程工具简介

三菱电机的编程软件从专用的编程器，发展到计算机上的应用软件；从最初的 DOS 版本，后来发展成 Windows 平台下的应用软件。

三菱电机目前流行的 MELSOT 软件架构有，GX、MX、GT、FX 系列 PLC 还有其专用软件 FX。

- 1) GX 代表的是 PLC 相关的编程软件，见表 1-1。
- 2) MX 代表的是与上位机监控相关的软件，是三菱电机提供的用于上位机进行监控或者开发监控画面用的软件，见表 1-1。
- 3) GT 代表的是与人机界面（HMI）相关的软件，本书不做详细说明。
- 4) FX 代表的是 FX 系列 PLC 专用的软件，见表 1-1

具体的编程软件和支持的 PLC 请参考表 1-1。支持的 PLC 型号以本书籍编写时的情况为准，随着软件的升级更新可能会有变化，敬请谅解。

表 1-1 相关的编程软件

软件名称	适用的 PLC 系列	说 明
FX - 10P - SET0 FX - 20P - SET0 FX - 30P	F/FX 系列	专用手持式编程器，附带专用编程电缆 现已经很少使用
MEDOC	F/FX 系列 A 系列	这是比较早的一款在个人计算机上运行的编程软件，需要纯 DOS 的运行环境 现已经很少使用
MEDOC Plus	F/FX 系列 A 系列	这是比较早的一款在个人计算机上运行的编程软件，需要纯 DOS 的运行环境 该软件由三菱电机的欧洲研发中心开发，主要针对欧洲市场的用户 现已经很少使用
FX - PC/WIN	FX 系列	这是一款在个人计算机上运行的编程软件，支持 Windows 的运行平台 只支持 FX 系列 PLC，具有参数设定、编程、监控等功能 目前已很少使用
GX Developer	FX 系列（不包括 F） A 系列（不包括 A0J2） QnA 系列 Q 系列 L 系列	这是一款在个人计算机上运行的编程软件，支持 Windows 的运行平台 它也有另一种称呼为 SW□D5C - GPPW。方框部分为版本的数字。 这是目前最流行的编程软件，支持从微型到中大型等各种主流的 PLC 产品 中文版本的 GX Developer（SW8D5C - GPPW - C）当前最新版本为 8.86Q，不支持 L 系列