

<http://www.phei.com.cn>



# 三菱FX系列 PLC 编程 及应用

■ 初 航 编著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



# 三菱FX系列 PLC 编程 及应用

■ 初 航 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以三菱公司主流的 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 为例，介绍了 FX<sub>2N</sub> 系列产品的工作原理、硬件结构、指令系统、特殊模块、通信知识及手持编程器和 GX Developer 编程软件的使用方法；同时结合工程实例介绍了 PLC 编程的一整套的方法，以便于读者学习。

本书可作为普通高等院校自动化、电气工程、测控技术与仪器、电子科学与技术、机电一体化技术等专业的本科生教材，也可作为相关工程技术人员的学习参考用书。

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

三菱 FX 系列 PLC 编程及应用 / 初航编著. —北京: 电子工业出版社, 2011.1

(职场金钥匙)

ISBN 978-7-121-12579-9

I. ①三… II. ①初… III. ①可编程序控制器 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 247357 号

策划编辑: 张 剑

责任编辑: 李雪梅 文字编辑: 王凌燕

印 刷: 北京京师印务有限公司

装 订:

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: 787×1 092 1/16 印张: 18.75 字数: 480 千字

印 次: 2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 39.90 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。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 前 言

可编程控制器 (PLC) 作为专门应用于工业环境的以计算机技术为核心的自动控制装置, 经过多年的发展, 已经集数据处理、程序控制、参数调节和数据通信等功能于一体, 可以满足工业控制的绝大多数应用场合的需要。

本书是作者在从事教学和科研的基础上编写的, 所介绍的三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 是日本三菱公司小型 PLC 的代表产品之一, 其标准特点在最大范围内涵盖了 FX 其他系列。因此本书以 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 为代表, 按照实际 PLC 控制系统设计的需要, 在广泛吸收先进设计思想的基础上, 全面系统地介绍 PLC 基础知识和指令系统, 通信应用及扩展技术, 便于读者全面、系统、深入地掌握 PLC 的应用技术。编写过程注意遵循由浅入深、循序渐进的认识规律, 便于读者学习和掌握。

本书分为 10 章, 各章的主要内容如下。

第 1 章: 重点介绍了 PLC 的特点、基本组成、编程语言及常见产品。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 常见的编程语言以及编程方式等知识。

第 2 章: 详细介绍了三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 的结构特点、型号分类及不同型号的配置情况。讲解了 PLC 的内部软元件的编号、作用及使用注意事项。使读者可以系统地了解 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 的软、硬件组成, 为后续学习打好基础。

第 3 章: 以三菱 FX<sub>2N</sub> 系列为例详细介绍了 PLC 的基本指令系统、编程元件等软件知识。介绍了 FX 系列 PLC 的 5 种编程语言, 详细讲解了 PLC 的内部软元件的编号、作用及使用注意事项。

第 4 章: 讲解了 PLC 步进指令的基本格式、应用方法, 并结合实例讲述了状态转移图的流程分类及应用方法等知识。

第 5 章: 讲述了 FX<sub>2N</sub> 应用指令的类别、功能定义和书写方式。使读者掌握应用功能指令的使用条件、表示方法与步骤及编程的规则, 能针对一般的工程控制要求应用功能指令编写工程控制程序。

第 6 章: 就三菱公司 FX 系列 PLC 某些特殊功能模块的主要性能、电路连接及编程应用方法进行了简要的说明。

第 7 章: 讲述了有关数字通信的基本知识和基本实现方法。重点让读者了解 FX 系列 PLC 的 N:N 链接与并行链接通信协议、计算机链接通信协议、无协议通信方式及其应用。

第 8 章: 叙述了 PLC 控制系统设计所必须遵循的基本原则, 介绍了 PLC 控制系统的硬件设计方面的问题, 使读者对 PLC 的使用和设计有一个比较全面的了解。

第 9 章: 主要介绍了三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 在实际工业控制中的应用。结合工程实例讲述了进行硬件、软件设计的方法步骤及注意事项。读者通过本章的学习, 掌握 PLC 控制系统的设计方法与应用知识。

第 10 章：结合实例介绍了如何使用手持编程器 FX-20P-E 进行工程开发及 PLC 编程应用软件 GX Developer 的使用方法。

本书部分章节的内容参照了三菱公司最新技术资料 and 同行作者的有关文献，在此对书中所参考和引用的相关教材与资料的作者、译者和单位表示感谢！

本书主要由初航编著，其他参与编写和资料整理的人员有李昊、陈建国、初嫣、王燕、王沂蒙、管殿柱、宋一兵、李文秋、王献红、张轩、付本国等。在此对他们的辛勤工作表示感谢！

因编者水平及时间有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

编著者

2010 年 8 月

# 目 录

第 1 章 PLC 概述	1
1.1 PLC 的产生与发展	1
1.1.1 PLC 的产生	1
1.1.2 PLC 的定义	2
1.1.3 PLC 的发展	2
1.2 PLC 的特点与工作原理	3
1.2.1 PLC 的基本特点	3
1.2.2 PLC 的基本工作原理	5
1.3 PLC 的分类	6
1.4 PLC 的编程语言	10
1.4.1 梯形图程序设计语言	10
1.4.2 布尔助记符程序设计语言	11
1.4.3 功能模块图程序设计语言	11
1.4.4 功能表图程序设计语言	12
1.4.5 结构化语句描述程序设计语言	13
1.5 继电器控制与 PLC 控制比较	13
思考与练习	14
第 2 章 FX 系列 PLC 的体系结构	15
2.1 FX 系列 PLC 简介	15
2.1.1 FX 系列 PLC 型号命名方式	15
2.1.2 FX 系列 PLC 的技术指标	16
2.1.3 FX 系列 PLC 的性能比较	16
2.2 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 的硬件结构	17
2.2.1 主机面板结构	17
2.2.2 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 的技术特点、技术指标	18
2.2.3 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 的结构模块	20
2.2.4 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 常用单元	24
2.3 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 内部资源	28
2.3.1 输入、输出继电器的编号及其功能	28
2.3.2 辅助继电器的编号及其功能	29
2.3.3 状态继电器的编号及其功能	30
2.3.4 定时器的编号及其功能	30
2.3.5 内部计数器的编号及其功能	31
2.3.6 数据寄存器的编号及其功能	35

2.3.7 指针的编号及其功能 .....	35
思考与练习 .....	36
<b>第 3 章 FX 系列 PLC 基本指令系统 .....</b>	<b>37</b>
3.1 数值基础知识 .....	37
3.1.1 数据类型 .....	37
3.1.2 基本数据结构 .....	38
3.2 基本逻辑指令 .....	39
3.2.1 逻辑取及线圈驱动指令 .....	39
3.2.2 触点串联指令 .....	40
3.2.3 触点并联指令 .....	41
3.2.4 串联电路块并联指令 .....	41
3.2.5 并联电路块串联指令 .....	42
3.2.6 多重输出电路指令 .....	43
3.2.7 主控指令 .....	45
3.2.8 置位与复位指令 .....	46
3.2.9 计数器、定时器指令 .....	48
3.2.10 脉冲指令 .....	49
3.2.11 脉冲输出指令 .....	50
3.2.12 取反指令 .....	51
3.2.13 空操作指令、程序结束指令 .....	51
3.3 梯形图编程规则 .....	52
3.4 基本指令应用 .....	55
3.4.1 定时器应用 .....	55
3.4.2 异步电动机单向运转控制电路设计 .....	56
3.4.3 异步电动机可逆运行控制互锁电路设计 .....	58
3.4.4 3 台电动机分时启动的基本延时电路设计 .....	59
3.4.5 电动机 Y- $\Delta$ 启动控制 .....	61
3.4.6 按钮计数控制 .....	62
3.4.7 单按钮双路交替启/停输出控制 .....	63
3.4.8 报警电路的 PLC 程序设计 .....	64
思考与练习 .....	65
<b>第 4 章 FX 系列 PLC 步进指令 .....</b>	<b>66</b>
4.1 状态转移图 .....	66
4.2 步进指令及编程方法 .....	68
4.2.1 步进指令介绍 .....	68
4.2.2 步进梯形图编程方法 .....	69
4.2.3 编程注意事项 .....	70
4.3 状态转移图常见流程状态 .....	75



4.3.1	单流程状态编程	75
4.3.2	跳转与重复状态	75
4.3.3	选择性分支与汇合状态编程	76
4.3.4	并行分支与汇合状态	77
4.3.5	分支与汇合的组合	79
4.4	应用举例	80
4.4.1	四皮带输送机系统	80
4.4.2	大、小球分类选择传送的机械	81
4.4.3	按钮式人行横道交通灯的控制	83
4.4.4	气压式冲孔加工机控制系统	84
4.4.5	洗车流程控制	87
4.4.6	电镀槽生产线控制程序	88
	思考与练习	89
<b>第 5 章</b>	<b>PLC 应用指令</b>	<b>92</b>
5.1	应用指令的表示与执行方式	92
5.1.1	指令与操作数	92
5.1.2	指令的数据长度与执行形式	93
5.2	常用应用指令说明	97
5.2.1	程序流程控制指令	97
5.2.2	数据传送和比较指令	103
5.2.3	算术运算和逻辑运算指令	109
5.2.4	循环与移位指令	113
5.2.5	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 数据处理指令	118
5.2.6	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 高速处理应用指令	121
5.2.7	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 方便指令	124
5.2.8	三菱 FX <sub>2N</sub> 系列 PLC 外围设备 I/O 应用指令	127
5.3	其他应用指令	131
	思考与练习	133
<b>第 6 章</b>	<b>三菱 FX 系列 PLC 特殊功能模块</b>	<b>134</b>
6.1	模拟量 I/O 特殊模块	134
6.1.1	FX <sub>2N</sub> -4AD 输入模块	134
6.1.2	温度 A/D 输入模块	137
6.1.3	FX <sub>2N</sub> -2DA 输出模块	139
6.1.4	增益、偏移量设定	141
6.2	高速计数模块	142
6.3	可编程凸轮控制器模块	146
6.3.1	缓冲寄存器及设置	146
6.3.2	应用实例	148

6.4	通信模块	148
6.4.1	FX <sub>2N</sub> -232-BD	148
6.4.2	FX <sub>2N</sub> -485-BD	150
	思考与练习	151
<b>第7章</b>	<b>PLC的通信与计算机通信网络</b>	<b>152</b>
7.1	通信基本知识	152
7.1.1	数据通信系统构成	152
7.1.2	数据通信方式及传输速率	153
7.1.3	串行通信接口标准	155
7.2	计算机通信的国际标准	156
7.2.1	开放系统互联模型	156
7.2.2	IEEE 802 通信标准	158
7.2.3	局域网的介质访问控制	160
7.3	PLC 与 PLC 之间的通信	162
7.3.1	N : N 链接通信	162
7.3.2	双机并行链接通信	167
7.4	计算机链接与无协议数据传输	169
7.4.1	串行通信协议的格式	169
7.4.2	计算机链接通信协议	171
7.4.3	无协议数据传输	173
7.5	MELSEC NET 网络	176
	思考与练习	179
<b>第8章</b>	<b>可编程控制器的应用</b>	<b>180</b>
8.1	PLC 控制系统设计的内容和步骤	180
8.1.1	系统设计的主要原则和内容	180
8.1.2	PLC 控制系统设计步骤	181
8.2	PLC 控制系统的硬件设计	183
8.2.1	PLC 机型的选择	183
8.2.2	I/O 模块的选择	185
8.3	PLC 控制系统软件设计	186
8.3.1	软件系统设计的步骤	186
8.3.2	PLC 软件系统设计的方法	188
8.3.3	用经验法设计小车的左右行控制系统	189
8.3.4	用梯形图法设计机床刀具主轴运动控制系统	189
8.3.5	用步进顺控法设计搬运机械手控制程序	190
8.3.6	控制系统的调试	193
8.4	PLC 控制系统的可靠性措施	195
8.4.1	系统安装及环境条件设计	196

8.4.2	布线注意事项	197
8.4.3	接地系统设计	202
8.4.4	供电系统设计	203
8.4.5	冗余系统与热备用系统	205
8.4.6	PLC 控制系统工程应用的抗干扰设计	209
8.5	节省输入、输出点数的方法	212
8.5.1	节省输入点数的方法	213
8.5.2	节省输出点数的方法	213
	思考与练习	214
<b>第 9 章</b>	<b>三菱 FX<sub>2N</sub> 系列 PLC 可编程控制器应用实例</b>	<b>215</b>
9.1	FX <sub>2N</sub> PLC 在立式车床 C5116A 控制系统中的应用	215
9.1.1	系统需求分析	215
9.1.2	系统硬件设计	216
9.1.3	系统软件设计	219
9.2	FX <sub>2N</sub> PLC 在给煤机输煤系统中的应用	221
9.2.1	系统需求分析	221
9.2.2	系统硬件设计	222
9.2.3	系统软件设计	227
9.3	FX <sub>2N</sub> PLC 在气动机械手中的应用	234
9.3.1	系统需求分析	234
9.3.2	系统硬件设计	235
9.3.3	系统软件设计	236
9.4	FX <sub>2N</sub> PLC 在饮料灌装机中的应用	241
9.4.1	系统需求分析	241
9.4.2	系统硬件设计	242
9.4.3	系统软件设计	243
9.5	FX <sub>2N</sub> PLC 在电梯控制系统中的应用	246
9.5.1	系统需求分析	246
9.5.2	系统硬件设计	248
9.5.3	系统软件设计	251
	思考与练习	257
<b>第 10 章</b>	<b>三菱可编程控制器的编程工具简介</b>	<b>259</b>
10.1	手持编程器简介	259
10.2	手持式编程器操作方法	262
10.2.1	工作方式选择	262
10.2.2	基本编程操作	264
10.2.3	对 PLC 编程元件和基本指令通 / 断状态的监视	268
10.2.4	对编程元件的测试	270

10.3	编程软件简介	272
10.3.1	软件安装	272
10.3.2	软件卸载	274
10.3.3	GX Developer 界面简介	274
10.4	GX Developer 的基本应用	276
10.4.1	创建梯形图程序	276
10.4.2	用工具按钮创建梯形图程序	278
10.4.3	转换已创建的梯形图程序	280
10.4.4	修改梯形图程序部件	280
10.4.5	剪切和复制梯形图块	281
10.4.6	改变 PLC 类型	282
10.4.7	参数设定	283
10.4.8	在线操作	285
	思考与练习	287
	参考文献	288

# 第 1 章 PLC 概述

可编程控制器（Programmable Logic Controller, 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，在工业生产中获得了极其广泛的应用。

本章重点介绍了 PLC 的特点、基本组成、编程语言及常见产品。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 常见的编程语言以及编程方式等知识。



## 1.1 PLC 的产生与发展

可编程控制器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。

可编程控制器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。

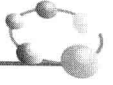
### 1.1.1 PLC 的产生

在 PLC 出现之前，继电器、接触器控制在工业领域中占有主导地位。以继电器、接触器为核心元件的自动控制系统有许多固有的缺陷。

- (1) 系统利用布线逻辑来实现各种控制，需要使用大量的机械触点，系统运行的可靠性差；
- (2) 当生产的工艺流程改变时要改变大量的硬件接线，为此要耗费许多人力、物力和时间；
- (3) 功能局限性大；
- (4) 体积大、功耗多。

为了解决这些问题，早在 1968 年美国最大的汽车制造商通用公司（GM），为了适应汽车型号不断翻新，以求在竞争日益激烈的汽车市场中占有优势，提出了要用一种新型的控制装置取代继电器、接触器控制装置，并对未来的新型控制装置做出了具体设想，要把计算机的完备功能及灵活性、通用性好等优点和继电器、接触器的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点融入新的控制装置中，并要求新的控制装置编程简单。为此，特制定了以下 10 项公开招标的技术要求。

- (1) 编程简单方便，可在现场修改程序；



- (2) 硬件维护方便, 采用插件式结构;
- (3) 可靠性高于继电器、接触器控制装置;
- (4) 体积小于继电器、接触器装置;
- (5) 可将数据直接送入计算机;
- (6) 用户程序数据存储器的容量至少可以扩展到 4KB;
- (7) 输入可以使 115AC;
- (8) 输出可以使 115AC, 可直接驱动电磁阀、接触器;
- (9) 通用性强, 扩展方便;
- (10) 成本上可与继电器、接触器控制系统竞争。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC 公司) 首先研制成功第一台可编程控制器 PDP—14, 并且在 GM 公司汽车自动装配线上试用, 获得成功, 从而开创了工业控制的新局面。接着, 美国 MODICON 公司也开发出可编程控制器 084。1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 很快研制成功了日本第一台可编程控制器 DSC—8; 1973 年, 西欧国家也研制出他们的第一台可编程控制器; 中国从 1974 年也开始研制可编程控制器, 1977 年开始工业应用。

### 1.1.2 PLC 的定义

在 20 世纪 70 年代初期、中期, 可编程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。所以人们将可编程控制器称为 PLC (Programmable Logic Controller)。

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) 将可编程控制器命名为 PC (Programmable Controller), 但是人们习惯上还是将其称为 PLC, 以便区别于个人计算机 PC (Personal Computer)。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 PLC 得到了迅猛的发展。这时的 PLC 具有了高速计数、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, 并给它做了如下定义:

可编程控制器是一种数字运算操作电子系统, 专为在工业环境下应用而设计。它采用了可编程序的存储器, 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。

### 1.1.3 PLC 的发展

为了适应市场各方面的需求, 各生产厂家对 PLC 不断地进行改进, 推出功能更强、结构更完善的新产品。这些新产品总体来说, 朝两个方向发展: 一个是向超小型、专用化和低价格的方向发展, 以进行单机控制; 另一个是向大型、高速、多功能和分布式全自动网络化方



向发展，以适应现代化的大型工厂、企业自动化的需要。

## 1.2 PLC 的特点与工作原理

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比拟的特点。

### 1.2.1 PLC 的基本特点

#### 1. 可靠性高，抗干扰能力强

由 PLC 的定义我们知道，PLC 是专门为工业环境下应用而设计的，因此人们在设计 PLC 时，从硬件和软件上都采取了抗干扰的措施，提高了其可靠性。可靠性高的 PLC 的平均无故障时间一般在 40 000~50 000h，三菱、西门子、ABB、松下等微小型 PLC 可达 10 万小时以上，而且均有完善的自诊断功能，判断故障迅速，便于维护。

##### (1) 硬件措施。

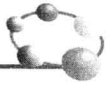
- 屏蔽：对 PLC 的电源变压器、内部 CPU、编程器等主要部件采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽，以防外界的电磁干扰。
- 滤波：对 PLC 的输入 / 输出线路采用了多种形式的滤波，以消除或抑制高频干扰。
- 隔离：在 PLC 内部的微处理器和输入 / 输出电路之间，采用了光电隔离措施，有效地隔离了输入与输出间电的联系，减少了故障和误动作。
- 采用模块式结构：这种结构有助于在故障情况下短时修复。因为一旦查出某一模块出现故障，就能迅速更换，使系统恢复正常工作。

##### (2) 软件措施。

- 故障检测：设计了故障检测软件定期地检测外界环境，如掉电、欠电压、强干扰信号等，以便及时进行处理。
- 信息保护和恢复：信息保护和恢复软件使 PLC 偶发性故障条件出现时，将 PLC 内部信息进行保护，不遭破坏。一旦故障条件消失，恢复原来的信息，使之正常工作。
- 设置了警戒时钟 WDT：如果 PLC 程序每次循环执行时间超过了 WDT 规定的时间，预示程序进入死循环，立即报警。
- 对程序进行检查和检验：一旦程序有错，立即报警，并停止执行。由于采取了以上抗干扰的措施，一般 PLC 的平均无故障时间可达几万小时以上。

#### 2. 通用性强，使用方便

PLC 产品已系列化和模块化，PLC 的开发制造商为用户提供了品种齐全的 I/O 模块和配套部件。用户在进行控制系统的设计时，不需要自己设计和制作硬件装置，只需根据控制要求进行模块的配置。用户所做的工作只是设计满足控制对象的控制要求的应用程序。对于一个控制系统，当控制要求改变时，只需修改程序，就能变更控制功能。



### 3. 功能强

PLC 应用微电子技术和微计算机，简单形式都具有逻辑、定时、计数等顺序控制功能；基本形式再加上模拟 I/O、基本算术运算、通信能力等；复杂形式除了具有基本型式的功能外，还具有扩展的计算能力、多级终端机制、智能 I/O、PID 调节、过程监视、网络通信能力、远程 I/O、多处理器和高速数据处理能力。

### 4. 采用模块化结构，使系统组合灵活方便

PLC 的各个部件，均采用模块化设计，各模块之间可由机架和电缆连接。系统的功能和规模可根据用户的实际需求自行组合，使系统的性能价格更容易趋于合理。

### 5. 编程语言简单、易学，便于掌握

PLC 是由继电器、接触器控制系统发展而来的一种新型的工业自动化控制装置。其主要的使用对象是广大的电气技术人员。工业控制的梯形图、功能块图、指令表和顺序功能表图 (SFC) 编程，不需要太多的计算机编程知识。新的编程工作站配有综合的软件工具包，并可在任何兼容的个人计算机上编程。采取了与继电器、接触器控制原理相似的梯形图语言，易学、易懂。

### 6. 系统设计周期短

由于系统硬件的设计任务仅仅是根据对象的控制要求配置适当的模块，而不用去设计具体的接口电路，这样大大缩短了整个设计所花费的时间，加快了整个工程的进度。

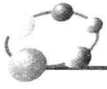
### 7. 对生产工艺改变适应性强

PLC 的核心部件是微处理器，它实质上是一种工业控制计算机，其控制功能是通过软件编程来实现的。当生产工艺发生变化时，不必改变 PLC 硬件设备，只需改变 PLC 中的程序。这对现代化的小批量、多品种产品的生产尤其适合。

### 8. 安装简单、调试方便、维护工作量小

与计算机系统相比，PLC 安装不需要特殊机房和严格的屏蔽。使用时只要各种器件连接无误，系统便可工作，各个模块上设有运行和故障指示装置，便于查找故障，大多数模块可以带电插拔，模块可更换，使用户可以在最短的时间内查出故障，并排除，最大限度地压缩故障停机时间，使生产迅速恢复。然后再对故障模块进行修复。这对大规模生产场合尤为适宜。一些 PLC 外壳由可在不良工作环境下工作的合金组成，结构简单，上面带有散热槽，在高温下，该外壳不像塑料制品那样易变形，还可抗无线电频率 (RF 高频) 电磁干扰、防火等。PLC 控制系统的安装接线工作量比继电器接触器控制系统少得多，只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连。PLC 软件设计和调试大多可在实验室里进行，用模拟实验开关代替输入信号，其输出状态可以观察 PLC 上的相应发光二极管，也可以另接输出模拟实验板。模拟调试好后，再将 PLC 控制系统安装到现场，进行联机调试，这样既省时间又很方便，提高了维护的工作效率。





## 1.2.2 PLC 的基本工作原理

PLC 运行程序的方式与微型计算机相比有较大的不同,微型计算机运行程序时,一旦执行到 END 指令,程序运行结束。而 PLC 从 0000 号存储地址所存放的第一条用户程序开始,在无中断或跳转的情况下,按存储地址号递增的方向顺序逐条执行用户程序,直到 END 指令结束。然后再从头开始执行,并周而复始地重复,直到停机或从运行 (RUN) 切换到停止 (STOP) 工作状态。我们把 PLC 这种执行程序的方式称为扫描工作方式。每扫描完一次程序就构成一个扫描周期。另外,PLC 对输入、输出信号的处理与微型计算机不同。微型计算机对输入、输出信号进行实时处理,而 PLC 对输入、输出信号是集中批处理。下面具体介绍 PLC 的扫描工作过程。

PLC 扫描工作方式主要分 3 个阶段:输入采样、用户程序执行、输出刷新,如图 1-1 所示。

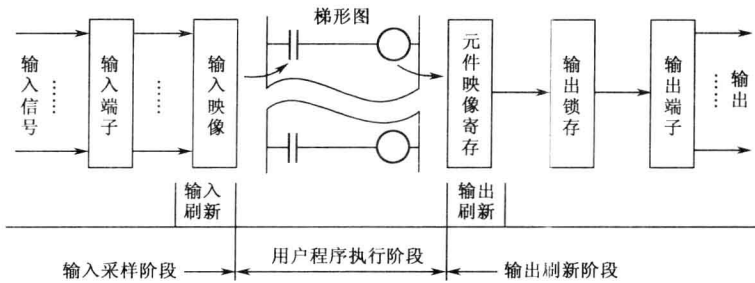


图 1-1 PLC 工作原理示意图

### 1. 输入采样阶段

在输入采样阶段,PLC 以扫描方式依次地读入所有输入状态和数据,并将它们存入 I/O 映像区中的相应单元内。输入采样结束后,转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中,即使输入状态和数据发生变化,I/O 映像区中的相应单元的状态和数据也不会改变。因此,如果输入是脉冲信号,则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期,才能保证在任何情况下,该输入均能被读入。

### 2. 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段,PLC 总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序(梯形图)。在扫描每一条梯形图时,又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路,并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算,然后根据逻辑运算的结果,刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态;或者刷新该输出线圈在 I/O 映像区中对应位的状态;或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。即在用户程序执行过程中,只有输入点在 I/O 映像区内的状态和数据不会发生变化,而其他输出点和软设备在 I/O 映像区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化,而且排在上面的梯形图,其程序执行结果会对排在下面的凡是用到这些线圈或数据的梯形图起作用;相反,排在下面的梯形图,其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。