

一学就会  
系列丛书

◎李长军 卞锦珍 徐冬 主编

# PLC 技术

# 一学就会



情景导入

学练结合

侧重应用

面向就业



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

一学就会系列丛书

# PLC 技术一学就会

李长军 卞锦珍 徐冬 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书从初学者的接受能力和 PLC 实际应用出发,以三菱 FX2N 系列 PLC 为主线,本着“工学结合”的思想,重点介绍 PLC 的基本指令、步进顺控指令、功能指令,以及 PLC 控制系统的规划、设计流程和设计步骤。每个部分均精心选取生活和生产中的应用实例进行讲解,并且都配有具体的设计步骤和梯形图程序,使读者能够学会编制 PLC 程序的方法和步骤,提高分析和解决实际问题的能力与技巧。

本书实例丰富,实用性强,具有较高的实用和参考价值,可供广大电气技术人员、高职高专院校相关专业的师生使用和参考。

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

PLC 技术一学就会/李长军,卞锦珍,徐冬主编. —北京:电子工业出版社,2012.1

(一学就会系列丛书)

ISBN 978-7-121-15500-0

I. ①P… II. ①李… ②卞… ③徐… III. ①PLC 技术-教材

IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 264396 号

策划编辑:富 军

责任编辑:徐 萍

印 刷:

装 订:北京中新伟业印刷有限公司

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:880×1230 1/32 印张:7.375 字数:212.4 千字

印 次:2012 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:25.00 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。

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。

# 前 言

可编程控制器（简称 PLC）作为一种新型的专门为工业控制设计的通用自动控制装置，将传统的继电器接触器控制技术、计算机技术和通信技术融为一体。其可靠性高、环境适应性强、便于使用等优点深受自动化领域技术人员的普遍欢迎，学习和掌握可编程序控制器技术已成为工业自动化技术人员和中等职业院校相关专业学生的一项迫切任务。

本书从初学者的接受能力和 PLC 实际应用出发，以三菱 FX2N 系列 PLC 为主线，介绍 PLC 的使用和编程方法。本着“工学结合”的思想，本书从企业生产过程中提取典型实例，通过对实例的分析，讲解编制 PLC 程序的方法和步骤，在分析和解决实际问题的过程中，提高读者的编程能力和技巧。

全书共有 6 章。第 1 章为认识 PLC，介绍 PLC 的发展、组成和工作原理；第 2 章为 PLC 的编程与软件使用，介绍 PLC 的编程语言、编程规则和编程软件的使用方法；第 3 章为基本指令及应用实例，在学习基本指令的基础上，介绍常用基本控制程序，通过应用实例，讲解 PLC 编程的具体方法和步骤；第 4 章为步进顺序控制指令及应用实例，在学习步进顺控指令的基础上，介绍步进指令的编程方法，对于不同结构的顺序功能图则通过具体的实例分析讲解；第 5 章为功能指令及应用实例，介绍功能指令的格式和使用规则，并详细讲解三大类功能指令的使用方法；第



## 前言

6 章为 PLC 控制系统的应用设计, 介绍 PLC 控制系统的规划和设计流程, 并以工件传送机械手为例, 讲解 PLC 控制系统的设计步骤和设计方法。

本书的编写注重实用性、突出应用能力的提高, 起点低, 内容结构完整, 条理清晰, 语言通俗、趣味性强, 图文结合, 易学易懂, 结构安排符合认知规律。

本书由李长军、卞锦珍、徐冬主编, 肖斌、关开芹任副主编, 参加编写的还有薛喜香、吴清红、李子超、孙振、郭庆玲等。

由于编写时间仓促, 加之编者水平有限, 书中难免存在错误和不妥之处, 敬请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第1章 认识 PLC .....          | 1  |
| 1.1 PLC 简介 .....          | 1  |
| 1.1.1 PLC 的产生 .....       | 1  |
| 1.1.2 PLC 的特点 .....       | 2  |
| 1.1.3 PLC 的分类 .....       | 3  |
| 1.2 PLC 产品 .....          | 7  |
| 1.2.1 欧洲 PLC 产品 .....     | 7  |
| 1.2.2 美国 PLC 产品 .....     | 9  |
| 1.2.3 日本 PLC 产品 .....     | 9  |
| 1.3 PLC 组成 .....          | 13 |
| 1.3.1 PLC 的面板介绍 .....     | 13 |
| 1.3.2 PLC 的内部结构 .....     | 17 |
| 1.3.3 PLC 常用的软元件 .....    | 21 |
| 1.4 PLC 工作原理 .....        | 27 |
| 1.4.1 PLC 的工作过程 .....     | 27 |
| 1.4.2 PLC 用户程序的执行过程 ..... | 28 |
| 1.4.3 输入输出滞后时间 .....      | 29 |
| 第2章 PLC 的编程与软件使用 .....    | 30 |
| 2.1 编程语言简介 .....          | 30 |



|       |               |    |
|-------|---------------|----|
| 2.1.1 | 梯形图语言 (LD)    | 30 |
| 2.1.2 | 指令表语言 (IL)    | 31 |
| 2.1.3 | 功能模块图语言 (FBD) | 32 |
| 2.1.4 | 顺序功能图语言 (SFC) | 32 |
| 2.1.5 | 结构化文本语言 (ST)  | 33 |
| 2.2   | 梯形图的编程规则      | 33 |
| 2.2.1 | 梯形图的格式        | 34 |
| 2.2.2 | 编程规则及编程技巧     | 34 |
| 2.3   | 编程软件的使用       | 38 |
| 2.3.1 | 程序文件操作        | 38 |
| 2.3.2 | 编辑程序          | 41 |
| 2.3.3 | 注释            | 45 |
| 2.3.4 | 程序的调试与运行      | 50 |

## 第3章 基本指令及应用实例 59

|       |                               |    |
|-------|-------------------------------|----|
| 3.1   | 基本指令                          | 59 |
| 3.1.1 | 取指令与输出指令 (LD/LDI/LDP/LDF/OUT) | 60 |
| 3.1.2 | 触点串联指令 (AND/ANI/ANDP/ANDF)    | 61 |
| 3.1.3 | 触点并联指令 (OR/ORI/ORP/ORF)       | 62 |
| 3.1.4 | 块操作指令 (ORB/ANB)               | 63 |
| 3.1.5 | 置位与复位指令 (SET/RST)             | 65 |
| 3.1.6 | 微分指令 (PLS/PLF)                | 66 |
| 3.1.7 | 主控指令 (MC/MCR)                 | 67 |
| 3.1.8 | 堆栈指令 (MPS/MRD/MPP)            | 69 |
| 3.1.9 | 逻辑反、空操作与结束指令 (INV/NOP/END)    | 69 |
| 3.2   | 常用基本控制程序及应用实例                 | 71 |
| 3.2.1 | 启停控制程序及应用实例                   | 71 |
| 3.2.2 | 联锁控制程序及应用实例                   | 74 |
| 3.2.3 | 延时通断控制程序及应用实例                 | 76 |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 3.2.4 顺序延时接通控制程序及应用实例 .....    | 80         |
| 3.2.5 顺序循环接通控制程序及应用实例 .....    | 83         |
| 3.2.6 长时间延时控制程序及应用实例 .....     | 87         |
| 3.2.7 脉冲发生器控制程序及应用实例 .....     | 91         |
| 3.2.8 多地控制程序及应用实例 .....        | 97         |
| <b>第4章 步进顺序控制指令及应用实例 .....</b> | <b>101</b> |
| 4.1 顺序控制及顺序功能图 .....           | 101        |
| 4.1.1 顺序控制简介 .....             | 101        |
| 4.1.2 顺序功能图 .....              | 102        |
| 4.2 步进顺控指令及编程规则 .....          | 107        |
| 4.2.1 步进顺控指令 .....             | 107        |
| 4.2.2 状态继电器 .....              | 109        |
| 4.2.3 状态编程的规则 .....            | 110        |
| 4.2.4 顺序控制梯形图的编制方式 .....       | 113        |
| 4.3 用三菱 FXGP 软件设计顺序功能图 .....   | 116        |
| 4.3.1 视图菜单 .....               | 116        |
| 4.3.2 SFC 视窗 .....             | 117        |
| 4.3.3 SFC 编程 .....             | 122        |
| 4.4 顺序功能图的结构及应用实例 .....        | 127        |
| 4.4.1 单流程结构顺序功能图及应用实例 .....    | 127        |
| 4.4.2 选择结构顺序功能图及应用实例 .....     | 133        |
| 4.4.3 并行结构顺序功能图及应用实例 .....     | 139        |
| 4.4.4 复合结构的顺序功能图 .....         | 145        |
| 4.4.5 循环结构的顺序功能图 .....         | 146        |
| 4.4.6 顺序功能图的跳转与重复及应用实例 .....   | 148        |
| <b>第5章 功能指令及应用实例 .....</b>     | <b>155</b> |
| 5.1 功能指令简介 .....               | 155        |



|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 5.1.1 功能指令的格式 .....        | 155 |
| 5.1.2 功能指令的规则 .....        | 158 |
| 5.2 程序流向控制指令与应用实例 .....    | 161 |
| 5.2.1 条件跳转指令 .....         | 162 |
| 5.2.2 子程序指令 .....          | 163 |
| 5.2.3 中断指令 .....           | 164 |
| 5.2.4 主程序结束指令 .....        | 166 |
| 5.2.5 警戒时钟指令 .....         | 167 |
| 5.2.6 循环指令 .....           | 168 |
| 5.3 数据比较及传送指令与应用实例 .....   | 171 |
| 5.3.1 比较指令 .....           | 172 |
| 5.3.2 区间比较指令 .....         | 173 |
| 5.3.3 传送指令 .....           | 174 |
| 5.3.4 移位传送指令 .....         | 175 |
| 5.3.5 取反传送指令 .....         | 177 |
| 5.3.6 块传送指令 .....          | 178 |
| 5.3.7 多点传送指令 .....         | 179 |
| 5.3.8 数据交换指令 .....         | 180 |
| 5.3.9 BCD 变换指令 .....       | 181 |
| 5.3.10 BIN 变换指令 .....      | 182 |
| 5.4 四则运算及逻辑运算指令与应用实例 ..... | 185 |
| 5.4.1 二进制加法指令 .....        | 186 |
| 5.4.2 二进制减法指令 .....        | 187 |
| 5.4.3 二进制乘法指令 .....        | 188 |
| 5.4.4 二进制除法指令 .....        | 189 |
| 5.4.5 二进制加 1 指令 .....      | 190 |
| 5.4.6 二进制减 1 指令 .....      | 191 |
| 5.4.7 逻辑“与”指令 .....        | 192 |
| 5.4.8 逻辑“或”指令 .....        | 193 |
| 5.4.9 逻辑“异或”指令 .....       | 194 |



|                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| 5.4.10 求补指令 .....                    | 195        |
| <b>第6章 PLC 控制系统的应用设计 .....</b>       | <b>199</b> |
| 6.1 PLC 控制系统的规划与设计流程 .....           | 199        |
| 6.1.1 PLC 控制系统的规划 .....              | 199        |
| 6.1.2 PLC 控制系统的设计流程 .....            | 200        |
| 6.2 PLC 控制系统的设计步骤 .....              | 203        |
| 6.2.1 确定控制对象和控制范围 .....              | 203        |
| 6.2.2 PLC 机型的选择 .....                | 203        |
| 6.2.3 内存容量估计 .....                   | 205        |
| 6.2.4 I/O 模块的选择 .....                | 206        |
| 6.2.5 PLC 的硬件设计 .....                | 208        |
| 6.2.6 PLC 的软件设计 .....                | 208        |
| 6.2.7 总装统调 .....                     | 209        |
| <b>附录 A FX 系列 PLC 的功能指令一览表 .....</b> | <b>216</b> |

# 第1章 认识PLC

.....

## 1.1 PLC 简介



### 1.1.1 PLC 的产生

20 世纪 60 年代以前，在工业生产中进行自动控制的装置基本上是由继电控制系统所构成的，它的配线复杂，维护检修非常麻烦，有许多固有的缺点，如图 1-1 所示。20 世纪 60 年代以后，为了适应生产工艺不断更新的需要，在工业生产中迫切需要一种新型的自动控制装置。

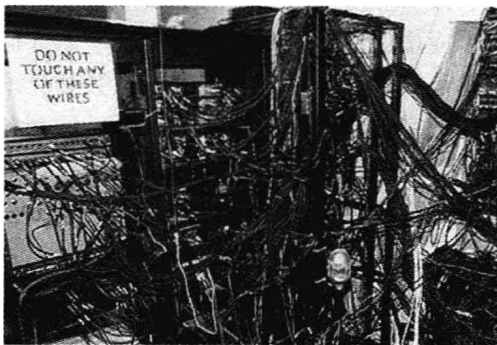


图 1-1 继电控制系统

1969 年美国数字设备公司（DEC）研制出了世界上第一台 PLC，并在美国通用汽车公司（GM）的汽车生产线上首次应用成功，实现了工业生产的自动化。

随着电子技术和计算机技术的发展，PLC 也在不断完善中。近年来，PLC 集电控、电仪、电传为一体，性能更加优越，已成为自动化工程的核心设备，如图 1-2 所示。

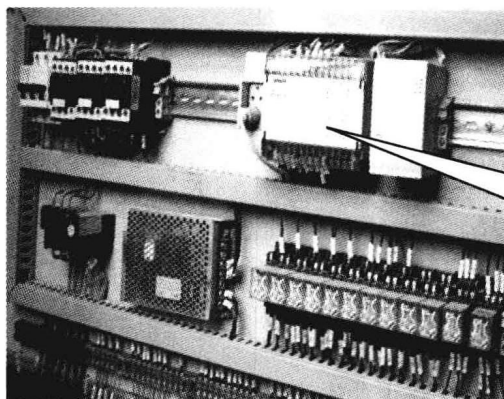


图 1-2 PLC 控制系统

1987 年，国际电工委员会（IEC）颁布了可编程控制器（PLC）标准草案第三稿，在草案中对 PLC 进行了如下定义。

可编程控制器（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，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。



### 1.1.2 PLC 的特点

现在 PLC 的功能已经远远超过了它的定义范围，PLC 的应

用领域也在不断拓宽。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，如图 1-3 所示。

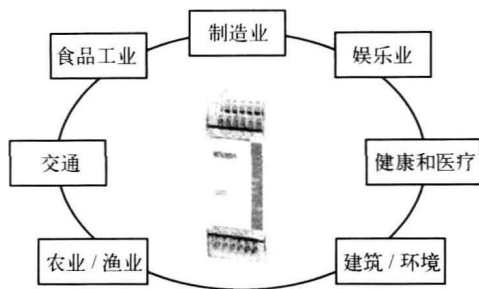


图 1-3 PLC 的应用

为适应各种场合的使用，与一般控制装置相比较，PLC 有以下特点：

- 可靠性高，抗干扰能力强；
- 通用性强，控制程序可变，使用方便；
- 功能强，适应面广；
- 编程简单，容易掌握；
- 减少了控制系统的设计及施工的工作量；
- 体积小、质量轻、功耗低、维护方便。



### 1.1.3 PLC 的分类

PLC 产品的种类非常繁多，其规格和性能也有很大差异，对于 PLC 的分类，通常有下面几种方法。

#### 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。小型 PLC 一般采用整体式结构，而大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

(1) 整体式 PLC 整体式 PLC 将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内，如图 1-4 所示。它具有结构紧凑、体积小、价格低等特点。

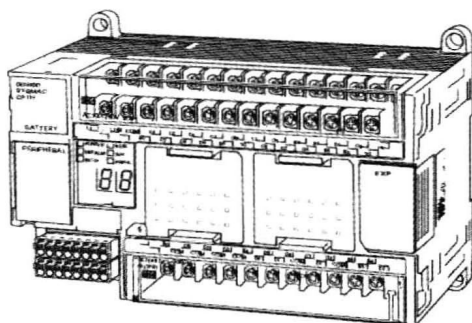


图 1-4 整体式 PLC

(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，如图 1-5 所示。

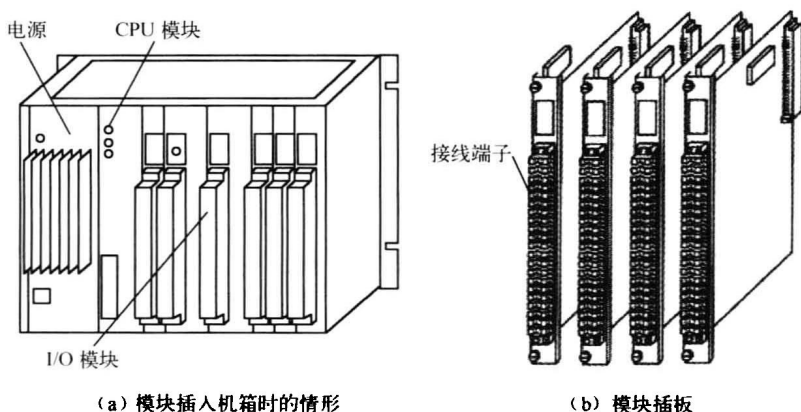


图 1-5 模块式 PLC

(3) 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连接的，并且各个模块可以一层一层地叠装起来，如图 1-6 所示。

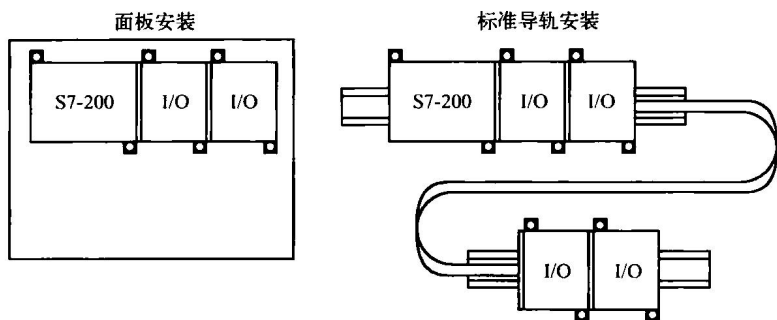


图 1-6 叠装式 PLC

## 2. 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同，可将 PLC 分为低档、中档和高档三类。

(1) 低档 PLC 低档 PLC 具有逻辑运算、定时、计数、移位及自诊断、监控等基本功能，还具有少量模拟量输入/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 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。

(3) 高档 PLC 高档 PLC 除具有中档机的功能外，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、制表和表格传送功能等。高档 PLC 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 的 I/O 点数的多少, 可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型 PLC 小型 PLC 的 I/O 点数小于 256 点; 单 CPU, 8 位或 16 位处理器, 用户存储器容量为 4KB 以下。图 1-7 所示为小型 PLC。

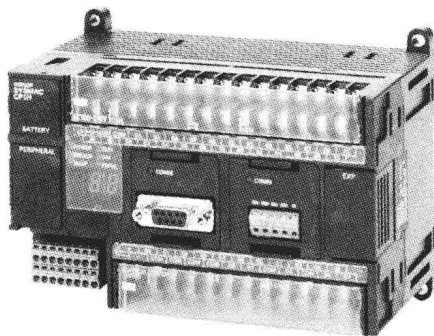


图 1-7 小型 PLC

(2) 中型 PLC 中型 PLC 的 I/O 点数范围为 256 ~ 2 048 点; 双 CPU, 用户存储器容量为 2 ~ 8KB。图 1-8 所示为中型 PLC。

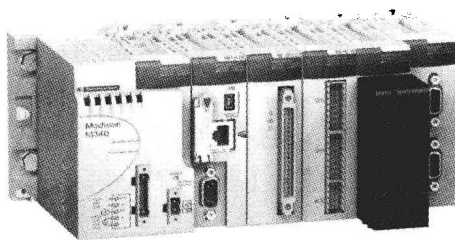


图 1-8 中型 PLC

(3) 大型 PLC 大型 PLC 的 I/O 点数一般大于 2 048 点; 多 CPU, 16 位、32 位处理器, 用户存储器容量为 8 ~ 16KB。

图 1-9 所示为大型 PLC。

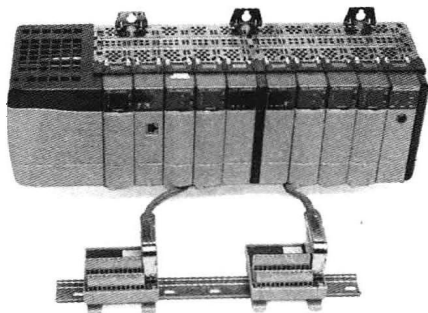


图 1-9 大型 PLC

## 1.2 PLC 产品

全球范围内的 PLC 产品可按地域分为三大流派：美国产品、欧洲产品和日本产品。美国和欧洲以大、中型 PLC 而闻名，日本则以小型 PLC 著称。国内市场上出现了系列化的国产 PLC，其价格相对低廉，性价比较高。



### 1.2.1 欧洲 PLC 产品

德国的西门子（SIEMENS）公司和 AEG 公司、法国的 TE 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。西门子公司电子产品以性能精良而久负盛名，在中、大型 PLC 产品领域与美国的 A-B 公司齐名。

**西门子公司** 西门子公司 PLC 的主要产品是 S5、S7 系列。S7 系列是在 S5 系列 PLC 基础上推出的新产品，其性价比很高。