



零基础轻松学会自动化技术丛书

# 零基础轻松学会 松下PLC

王时军 等编著



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



零基础轻松学会自动化技术丛书

# 零基础轻松学会松下 PLC

王时军 等编著



机械工业出版社

本书针对初学者，利用大量实例讲述松下 PLC 的编程与使用技巧，其中包含松下 PLC 的基本及高级编程指令及程序调试、诊断，以及梯形图程序设计的方法和技巧，除此之外还讲述了松下 PLC 的通信技术等。

本书是松下 PLC 入门自学的好帮手，也可作为大专院校相关专业师生、电气设计及调试编程人员的自学参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

零基础轻松学会松下 PLC/王时军等编著. —北京: 机械工业出版社, 2014. 6

(零基础轻松学会自动化技术丛书)

ISBN 978-7-111-46505-8

I. ①零… II. ①王… III. ①plc 技术 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 082787 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: 朱 林 责任编辑: 朱 林 郑 彤 版式设计: 赵颖喆

责任校对: 刘志文 封面设计: 路恩中 责任印制: 刘 岚

涿州市京南印刷厂印刷

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.25 印张 · 396 千字

0001 — 3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-46505-8

定价: 46.00 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

# 前 言

如今工业正进行着深入的变革，产品设计要求更为严格、精确及多变，这一切正是基于 PLC 的普及。PLC 是专门为工业控制应用而设计的一种通用控制器，它是以微处理器为基础，综合了传统的继电器技术、自动控制技术、计算机技术以及通信技术而发展起来的自动控制装置。

PLC 的广泛应用，使学习和掌握其原理及应用变得非常有必要。本书以松下 FP1 系列 PLC 为例，介绍了该产品软件及硬件的使用及指令系统，又为初学者考虑，收纳了时序图及梯形图的识读及编制。目前 PLC 厂家及产品种类繁多，各厂家各系列的产品一般互不兼容，但是在其组成原理、应用设计思想及编程技巧方面则是大同小异，一通百通。

本书在编写时参考了相关同仁的 PLC 论文、教材及相关制造商所编撰的使用手册等资料，力求达到跟着实例学编程、看着图片学设置的目的。本书在编写时，本着由浅入深的原则，语言通俗易懂，适合初学者及相关培训学校使用。

本书由王时军、李可德、李柄权、张舒编写第 1、2、3 章，由郭栋、林俊伟编写第 4、5 章，由杨家维、武鹏程编写第 6、7 章，并由王时军统稿。

由于编者水平有限，书中难免有不足与纰漏之处，还望广大读者包涵、指正！

# 目 录

## 前言

## 第 1 章 松下 PLC 系统概述 ..... 1

- 1.1 PLC 的基础概述 ..... 1
  - 1.1.1 PLC 的概述 ..... 1
  - 1.1.2 PLC 的特点 ..... 2
- 1.2 PLC 的组成及工作原理 ..... 3
  - 1.2.1 PLC 的组成 ..... 3
  - 1.2.2 PLC 的基本工作原理 ..... 6
  - 1.2.3 PLC 的技能指标 ..... 7
- 1.3 松下产品的概述 ..... 7
  - 1.3.1 松下 PLC ..... 8
  - 1.3.2 FPO 系列产品的简述 ..... 8

## 第 2 章 基本指令及应用 ..... 12

- 2.1 基本顺序指令 ..... 12
- 2.2 基本功能指令 ..... 20
- 2.3 基本控制指令 ..... 25
- 2.4 比较指令 ..... 32
- 2.5 程序设计的基本方法 ..... 39
  - 2.5.1 编程内容 ..... 39
  - 2.5.2 程序设计的编程方法 ..... 40
  - 2.5.3 编程原则及技巧 ..... 40
  - 2.5.4 编程应用实例 ..... 41
- 2.6 时序结构设计方法 ..... 45
  - 2.6.1 启动和复位控制结构 ..... 46
  - 2.6.2 优先控制结构 ..... 47
  - 2.6.3 比较控制结构 ..... 47
  - 2.6.4 分频结构 ..... 48
  - 2.6.5 延时结构 ..... 48
  - 2.6.6 顺序控制 ..... 51
- 2.7 顺序控制的编程实例 ..... 51
  - 2.7.1 小车往复程序控制 ..... 51
  - 2.7.2 喷泉控制 ..... 52
  - 2.7.3 交通信号灯控制 ..... 52

## 第 3 章 高级指令及应用 ..... 54

- 3.1 数据传送指令 ..... 54
- 3.2 二进制算术运算指令 ..... 60
- 3.3 BCD 码算术运算指令 ..... 68

- 3.4 数据比较指令 ..... 76
- 3.5 逻辑运算指令 ..... 80
- 3.6 数据转换指令 ..... 82
- 3.7 数据移位指令 ..... 103
- 3.8 可逆计数与左/右移位指令 ..... 107
- 3.9 数据循环指令 ..... 109
- 3.10 位操作指令 ..... 112
- 3.11 特殊指令 ..... 115
- 3.12 高速计数器与脉冲输出控制指令 ..... 123
  - 3.12.1 高速计数器的功能 ..... 123
  - 3.12.2 高速计数器与脉冲输出的相关指令 ..... 125

## 第 4 章 编程器与编程软件的使用 ..... 138

- 4.1 编程器的安装及特点 ..... 138
  - 4.1.1 编程器的概述 ..... 138
  - 4.1.2 FPII 编程器的使用 ..... 138
- 4.2 编程软件的安装及使用 ..... 144
  - 4.2.1 编程软件的概述 ..... 144
  - 4.2.2 编程软件的硬、软件安装 ..... 144
  - 4.2.3 编程软件的使用 ..... 146
- 4.3 编程环境的设置 ..... 149
  - 4.3.1 PLC 系统寄存器设置 ..... 149
  - 4.3.2 通信设置 ..... 150
  - 4.3.3 环境设置 ..... 152
- 4.4 基本操作 ..... 153
  - 4.4.1 指令输入 ..... 154
  - 4.4.2 OP 功能 ..... 159
- 4.5 添加注释操作 ..... 162
  - 4.5.1 添加 I/O 注释 ..... 162
  - 4.5.2 添加输出注释 ..... 164
  - 4.5.3 添加“块注释” ..... 164
  - 4.5.4 由文件读取 I/O 注释 ..... 165
  - 4.5.5 由文本文件导入“块注释” ..... 166
- 4.6 程序监控操作 ..... 167
  - 4.6.1 数据监控 ..... 167
  - 4.6.2 触点监控 ..... 169
  - 4.6.3 时序图监控 ..... 170

<b>第 5 章 梯形图、时序图程序设计法</b> ...	178	<b>第 7 章 PLC 的通信及网络功能</b> .....	229
5.1 梯形图设计法 .....	178	7.1 通信的基础概述 .....	229
5.1.1 梯形图的基础概述 .....	178	7.1.1 串、并行通信模式 .....	229
5.1.2 梯形图与继电器控制图的区别 ...	180	7.1.2 异步通信和同步通信 .....	229
5.1.3 梯形图指令和时序输出指令 .....	181	7.1.3 波特率 .....	230
5.1.4 梯形图程序设计 .....	186	7.1.4 单工与双工通信方式 .....	231
5.2 时序图设计法 .....	189	7.1.5 基带传送与频带传送 .....	232
<b>第 6 章 PLC 的应用设计</b> .....	193	7.1.6 传输距离 .....	232
6.1 PLC 控制系统的设计原则 .....	193	7.2 通信接口 .....	233
6.1.1 选用 PLC 控制系统的依据 .....	193	7.2.1 RS-232 通信接口 .....	233
6.1.2 PLC 控制系统的设计步骤 .....	193	7.2.2 RS-422 通信接口 .....	235
6.2 PLC 编程原则 .....	196	7.2.3 RS-485 通信接口 .....	236
6.3 PLC 程序设计方法 .....	197	7.3 通信协议 .....	236
6.3.1 PLC 程序设计的步骤 .....	198	7.3.1 MODBUS 通信协议 .....	237
6.3.2 PLC 程序设计的方法 .....	198	7.3.2 松下专用 MEWTOCOL 协议 .....	239
6.4 PLC 程序设计典型电路 .....	218	7.4 松下 PLC 子网通信形式 .....	242
6.4.1 自锁电路 .....	218	7.4.1 C-NET 网络 .....	242
6.4.2 互锁电路 .....	219	7.4.2 MEWNET-Link 网络 .....	242
6.4.3 分频电路 .....	222	7.4.3 ET-LAN 网络 .....	244
6.4.4 时间控制电路 .....	222	7.5 通信实现的典型应用 .....	247
6.4.5 计数控制电路 .....	224	7.5.1 通信的实现 .....	247
6.4.6 其他电路 .....	226	7.5.2 通信实现的典型应用 .....	251

# 第 1 章

## 松下 PLC 系统概述

### 1.1 PLC 的基础概述

PLC (Programmable Logic Controller, 可编程序控制器), 是一种在传统的电气控制技术和计算机技术的基础上融合了自动化技术、计算机技术和通信技术不断发展完善起来的工业装置。

#### 1.1.1 PLC 的概述

世界上第一台 PLC 问世于 1969 年。由于当时工厂中生产线的控制系统都是继电器控制系统, 虽然简单易懂、操作方便, 价格也较低, 但硬件设备多, 接线复杂, 导致未能很好地普及。

在市场经济的环境下, 产品的品种和型号经常不断地更新换代, 导致产品的生产线及其控制系统需要不断地修改或再设计, 采用继电器控制系统既浪费了许多硬件设备, 又延长了施工周期, 大大增加了产品的成本、企业的负担。于是人们迫切需要研制一种新型的通用控制系统, 以取代原来的继电器控制系统, 要求既保留继电器控制系统的优点, 又能吸收当时的计算机技术, 使得其功能丰富, 控制灵活, 通用性强, 少换设备, 简化接线, 缩短施工周期, 降低生产成本, 可在恶劣的工业环境下运行。根据上述要求, 1968 年, 美国通用汽车公司 (General Motors Corporation, GM) 采用招标的形式向世界各国发包, 在标书中明确提出了如下 10 项指标 (又称 GM10 条):

- 1) 编程简单, 可在现场修改和调试程序。
- 2) 维护方便, 各部件最好采用插件方式。
- 3) 可靠性高于继电器控制系统。
- 4) 设备体积要小于继电器控制柜。
- 5) 数据可以直接送入管理计算机。
- 6) 成本可与继电器控制系统相竞争。
- 7) 输入量是 115V 交流电压。
- 8) 输出量为 115V 交流电压, 输出电流 2A 以上, 能直接驱动电磁阀。
- 9) 系统扩展时, 原系统只需进行很小的改动。
- 10) 用户程序存储器容量能扩展到 4KB。

结果美国数字设备公司 (Digital Equipment Corporation, DEC) 中标, 并于 1969 年研制

出世界上第一台 PLC，在 GM 公司首先成功使用。初期的 PLC 主要用于顺序控制，只能进行逻辑运算。随着电子技术和计算机技术的迅速发展，PLC 不仅能实现继电器控制系统所具有的逻辑判断、计时、计数等顺序功能，同时还增加了数据传送、算术运算、对模拟量进行控制等功能，真正成为了一种电子计算机工业控制装置，并且体积做到了超小型化。这种采用微型计算机技术的工业控制装置，其功能远远超出了逻辑控制、顺序控制的范围，故称为可编程序控制器（Programmable Controller, PC）。但由于广为人知的个人计算机（Personal Computer, PC）也简称 PC，为免混淆，所以世界各国都习惯将可编程序控制器统称为 PLC。

PLC 的出现，立即引起了各国的注意。日本于 1971 年引进了 PLC 技术，德国也于 1973 年引进了该技术，我国于 1973 年开始研制 PLC，于 1977 年将其应用到工业生产线上。

随着生产 PLC 的国家越来越多，国际上需要对 PLC 这种装置下一个统一的定义。1985 年 1 月国际电工委员会（International Electrotechnical Commission, IEC）给 PLC 下了定义：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的。它采用可编程的存储器，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，并通过数字式和模拟式的输入和输出，控制各种类型的机械或生产过程。PLC 及其相关设备，都应易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能为原则进行设计。

### 1.1.2 PLC 的特点

和传统的继电器控制系统相比，PLC 主要具有如下优点。

#### 1. 编程简单，维护方便

IEC 在規定 PLC 的编程语言时认为，主要的程序组织语言是顺序执行功能表，该功能表的每个动作和转换条件可以运用梯形图编程。PLC 采用面向用户的梯形图编程语言，这是一种以继电器梯形图为基础的形象编程语言，其中的梯形图符号与定义和常见的继电器控制系统中的继电器图符号类似，电气工程技术人员很容易掌握，用起来得心应手，这种轻而易举的编程风格是 PLC 能迅速推广应用的一个重要因素。由于 PLC 采用软件编程来完成控制任务，所以随着要求的变化对程序的维护也显得十分方便。

#### 2. 接线简单，成本降低

PLC 实现了硬件设备软件化，在需要大量中间继电器，时间继电器和计数器的场合，PLC 无需增加硬件设备，利用微处理器及存储器的功能，就可以很容易地完成，并大大减少了复杂的接线，从而降低了控制成本，使产品具有很强的竞争力。

#### 3. 可靠性高，抗干扰能力强

由于采用了大规模集成电路和计算机技术，因此可靠性高，抗干扰能力强，坚固耐用和密封性好，平均无故障时间约为 5 万小时，可经受  $1000\text{V}/\mu\text{s}$  矩形脉冲的干扰，所以 PLC 特别适合在恶劣的工业环境下运行。

#### 4. 模块化组合，灵活方便

现在的 PLC 多采用模块化组合，而且多种多样，这使得用户可以针对不同的控制对象灵活组合和扩展，以满足不同的工业控制需要。

#### 5. 维修便利，诊断周期缩短

PLC 具有完善的监控诊断功能，内部工作状态、通信状态、I/O 点的状态及异常状态均有醒目的显示，维修人员可以及时准确地发现和排除故障，大大缩短了维修时间。



## 6. 通信功能强，高度网络化

采用适配器、RS-232/RS-422/RS-485 等多种通信接口、C-NET 网络，并采用多种功能的编程语言和先进指令系统，如 Basic 等高级语言，能轻松实现 PLC 之间以及 PLC 与管理计算机之间的通信，形成多层分布控制系统或整个工厂的自动化网络，使通信更方便快捷。

## 1.2 PLC 的组成及工作原理

PLC 采用了典型的计算机结构，主要是由 CPU、RAM、ROM 和专门设计的输入/输出接口电路及电源部分等组成。

### 1.2.1 PLC 的组成

#### 1. 中央处理器（CPU）

CPU 是 PLC 的核心部件，它由大规模或超大规模集成电路微处理器构成。早期低档的 PLC 一般采用 Z80A 芯片，现在绝大多数的 PLC 一般采用 MCS5L/96 系列芯片，也有一些公司的 PLC 采用位片式微处理器作 CPU。

PLC 的内部结构如图 1-1 所示，逻辑结构如图 1-2 所示。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储单元、输入/输出（I/O）接口电路相连接，发挥其大脑指挥的作用。

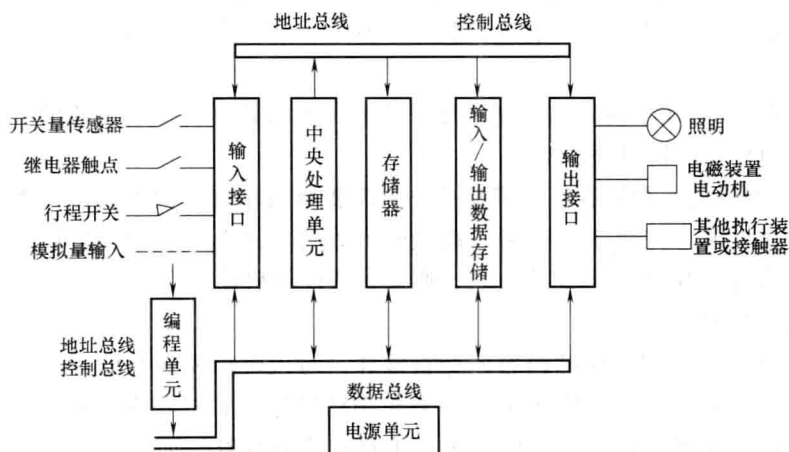


图 1-1 PLC 内部结构图

CPU 的主要功能如下：

- 1) 进入现场状态。
- 2) 控制存储和解读用户逻辑。
- 3) 执行各种运算程度。
- 4) 输出运算结果。
- 5) 执行系统诊断程序。
- 6) 与外部设备或计算机通信等。

#### 2. 存储器

存储器具有存储记忆功能，主要用于存储系统程序、应用程序、逻辑变量和其他一些信

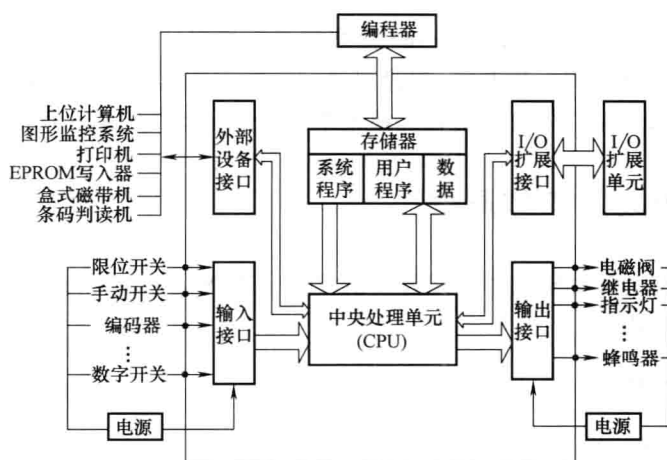


图 1-2 PLC 逻辑结构图

息，它一般有 ROM 和 RAM 两种类型。

#### (1) 只读存储器 (ROM)

ROM 具有一旦写入便不可修改的特点，这种特点使得厂家常用 ROM 来存放非常重要的 PLC 系统程序，系统程序一般包含检查程序、翻译程序、监控程序 3 个部分。

1) 检查程序。PLC 加电后，首先由程序检查 PLC 各部件操作是否正常，并将检查结果显示给操作人员。

2) 翻译程序。将用户键入的控制程序变换成由微型计算机指令组成的程序，然后再执行，还可以对用户程序进行语法检查。

3) 监控程序。用于总控程序。根据用户的需要调用相应的内部程序，例如用编程器选择程序工作方式，则总控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户键入的程序送到 RAM 中。若用编程器选择 RUN 运行工作方式，则总控程序将启动程序。

#### (2) 随机存储器 (RAM)

RAM 的特点是读出时其中的内容不会被破坏，写入时原先保存的信息会被冲掉。一般用户的程序保存在 RAM 中，当用户在将计算机中已编好的 PLC 程序下载到 PLC 中时，原有的程序就会被现在下载的程序所替代，所以用户应注意保存，而如果不再写入，则下载到 PLC 中的程序可以随意读出而不被破坏。表 1-1 列出了 ROM 和 RAM 的作用区别。

表 1-1 ROM 和 RAM 的作用比较

PLC 程序分类	提供对象	存储地方
系统程序	厂家提供	固化到 ROM 中,只能读
应用(用户)程序	用户编写	写入到 RAM 中,可修改

### 3. 输入/输出接口电路

输入/输出接口电路是 PLC 与控制设备联系的交通要道，用户设备需输入 PLC 的各种控制信号，如操作按钮、限位开关、选择开关、传感器输出的模拟量或开关量等，通过输入接口电路将这些信号转换成 PLC 的 CPU 能够接收和处理的信号。输出接口电路将 PLC 中的 CPU 送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动电磁阀、接触器、电动

机等被控设备的执行元件。

### (1) 输入接口电路

1) 光耦合电路。光耦合电路的关键器件是光耦合器，一般由发光二极管和光敏晶体管组成。采用耦合电路与现场输入信号相连是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。当在光耦合电路的输入端加上变化的电信号时，发光二极管会产生与输入信号变化规律相同的光信号，光敏晶体管在光信号的照射下导通，导通程度与光信号的强弱有关。

2) 微型计算机的输入接口电路。微型计算机的输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路、中断请求逻辑电路构成，这些电路集成在一个芯片上，现场的输入信号通过光耦合电路送到输入数据寄存器，然后通过数据总线送给 CPU。

### (2) 输出接口电路

一般采用光耦合电路，将 CPU 处理过的信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动接触器、电磁阀等外部设备的通断电。常见有以下 3 种类型。

1) 继电器输出型：为有触点输出方式，用于接通或断开开关频率较低的直流负载或交流负载回路，见图 1-3a。

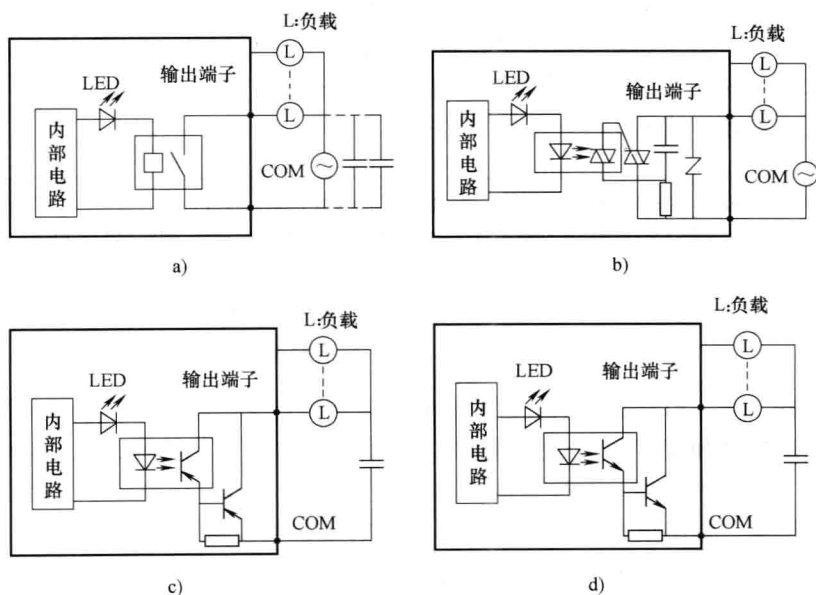


图 1-3 PLC 的输出接口电路

a) 继电器输出型 b) 晶闸管输出型 c) 晶体管输出型  
(PNP 集电极开路) d) 晶体管输出型 (NPN 集电极开路)

2) 晶闸管输出型：为无触点输出方式，用于接通或断开开关频率较高的交流电源负载，见图 1-3b。

3) 晶体管输出型：为无触点输出方式，用于接通或断开开关频率较高的直流电源负载。这其中又分为 PNP 型集电极开路和 NPN 型集电极开路两种类型，见图 1-3c 和图 1-3d。

## 4. 电源部分

电源是 PLC 的能源供给中心，电源的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性，电源部件通

常将交流电转换成供 PLC 需要的直流电。目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电，PLC 的供电可分为 220V 或 24V 交流电，部分机型也提供 24V 直流电源。

### 1.2.2 PLC 的基本工作原理

#### PLC 的工作过程

在 PLC 中，用户程序按先后顺序存放，在没有中断或跳转指令时，PLC 从第一条指令开始顺序执行，直到程序结束符后又返回到第一条指令，如此周而复始地不断循环执行程序。PLC 在工作时采用循环扫描的工作方式。循环扫描的工作方式简单直观，不仅简化了程序设计，并为 PLC 的可靠运行提供保障。有些情况下也插入中断方式，允许中断正在扫描运行的程序，以便处理一些紧急任务。

PLC 扫描工作的第一步是采样阶段，通过输入接口把所有输入端的信号状态读入缓冲区，即刷新输入信号的原有状态。第二步扫描用户程序，根据本周期输入信号的状态和上周期输出信号的状态，对用户程序逐条进行运算处理，并将结果送到输出缓冲区。第三步进行输出刷新，将输出缓冲区各输出点的状态通过输出接口电路全部送到 PLC 的输出端。PLC 周期性地循环执行上述三个步骤，这种工作方式称为循环扫描的工作方式。每一个循环称为一个扫描周期。一个扫描周期中除了执行指令外，还有 I/O 刷新、故障诊断和通信等操作，如图 1-4 所示。扫描周期是 PLC 的重要参数之一，它反映 PLC 对输入信号的灵敏度或滞后程度。通常工业控制要求 PLC 的扫描周期在 6~30ms。

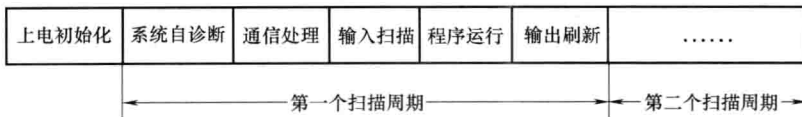


图 1-4 PLC 的工作流程图

在进入扫描之前，PLC 首先执行自检操作，以检查自身是否存在问题。自检过程的主要任务是消除各继电器和寄存器状态的随机性，进行复位和初始化处理，检查 I/O 模块的端子连接是否正常，再对内存单元进行测试。如正常则可认为 PLC 自身完好，否则出错指示灯 (ERROR) 亮报警，并停止所有任务的执行。最后复位系统的监视定时器，允许 PLC 进入循环扫描周期。在每次扫描期间，PLC 也做系统诊断，以便及时发现故障。

#### (1) PLC 控制系统与微机控制系统的区别

PLC 的工作原理与微机不同，微机一般采用等待命令的工作方式，如常见的键盘扫描方式或 I/O 扫描方式，当有键按下或有 I/O 变化，则转去执行相应的子程序，若无则继续扫描等待。而 PLC 则是采用循环扫描的工作方式，从第一条指令开始逐条顺序执行用户程序，直至遇到结束符后又返回第一条指令，如此周而复始不断循环如图 1-5 所示，每一个循环称为一个扫描周期。

#### (2) PLC 控制系统与继电器控制系统的区别

继电器是并行工作的，也就是说按同时执行的方式工作，只要形成电流通路，就可能有几个电器同时动作。而 PLC 是以反复扫描的方式工作，它是循环地连续逐条执行

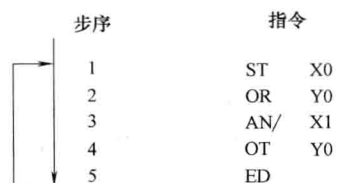


图 1-5 PLC 的循环扫描

程序，任一时刻它只能执行一条指令，这就是说，PLC 是串行工作的，这种串行工作方式可以避免继电器控制系统的触点竞争和时序失配问题。

总之，PLC 的基本工作原理可以概括成循环扫描，串行工作，这是 PLC 区别于微机、继电器控制系统的最大特点之一，在使用时应引起特别的注意。

### 1.2.3 PLC 的技能指标

虽然市场上各厂家 PLC 产品的技术性能不同，而且各有特色，但其主要性能通常是由以下几种指标进行综合描述的。

#### 1. 输入/输出点数 (I/O 点数)

输入/输出点数指 PLC 外部输入、输出端子数，这是 PLC 最重要的一项技术指标。选用 PLC 作为工控设备时，要考虑的一个因素就是 I/O 点数，一般点数越多，价钱越贵，但同时也要考虑到可扩展性。

#### 2. 扫描速度

PLC 的扫描速度一般以执行 1000 步指令所需的时间来衡量，单位为 ms/千步，如以执行一步指令的时间计，则为  $\mu\text{s}/\text{步}$ ，扫描速度越快，扫描周期越短。

#### 3. 内存容量

在 PLC 中，程序指令是按步而论，一步占一个地址单元，一个地址单元占用 2B，一个 1000 步的程序，占内存为 200B（本书中，表示程序容量的“步”即为 2B）。以松下的 FPLC24 来说，最短的指令只有 1 步，最长的指令则有 15 步。

#### 4. 指令条数

这是衡量 PLC 软件功能强弱的主要指标，PLC 具有的指令种类及条数越多，则其软件功能越强，编程越灵活，越方便。如 FPI 的指令有 192 条，除能进行一般的逻辑运算、算术运算、计时、计数外，还可进行 8 位、16 位、32 位数据的传输和变换。控制指令包括：中断控制指令、子程序调用指令、跳转指令等等，此外还有许多特殊功能指令，如脉冲输出、高速计数、输入延时滤波、脉冲捕获、凸轮控制、步进控制等指令。FP0，FP-M 机型的指令更丰富，丰富的指令可以为用户提供极大的方便。

#### 5. 内部寄存器

PLC 中有许多通用寄存器、专用寄存器、索引寄存器、辅助寄存器等内部寄存器，用以存放变量状态、中间结果、定时计数、索引等数据，它可给用户提供了许多特殊功能，并简化整个系统的程序设计，因此，内部寄存器的多少也是衡量 PLC 的指标。

#### 6. 高级模块

除主控模块外，PLC 还可以配接各种高级模块，主控模块主要实现基本控制功能，而高级模块则主要实现一些特殊的专门功能，如 A-D 和 D-A 转换模块、高速计数模块、位置控制模块、PID 控制模块、远程通信模块等。高级模块的配置反映了 PLC 功能的强弱，是衡量 PLC 产品档次高低的一个重要标志。

## 1.3 松下产品的概述

松下公司从 1982 年开始研制 PLC 产品，属于可编程序控制器市场的后起之秀。主要有

FP1、FP-M 和 FP0 等数十个系列的机型。其中 FP-M 是板式结构的 PLC，可镶嵌在控制机箱内，其指令系统与硬件配置均与 FP1 兼容；FP0 是超小型 PLC，是近几年开发的新产品。

### 1.3.1 松下 PLC

松下的产品进入我国市场较晚，但由于其设计上有不少独到之处，所以一经推出就备受用户关注。其产品特点可归纳为以下几点。

#### 1. 丰富的指令系统

在 FP 系列 PLC 中，即使是小型机，也具有近 200 条指令。除能实现一般逻辑控制外，还可进行运动控制、复杂数据处理，甚至可通过直接控制变频器实现电动机调速控制。中、大型机还加入了过程控制和模糊控制指令。而且其各种类型的 PLC 产品的指令系统都具有向上兼容性，便于应用程序的移植。

#### 2. 快速的 CPU 处理速度

FP 系列 PLC 各种机型的 CPU 速度均优于同类产品，小型机尤为突出。如 FP1 型 PLC 的 CPU 处理速度为 1.6ms/千步，超小型机 FP0 的处理速度为 0.9ms/千步。而其大型机中由于使用了采用 RISC 结构设计的 CPU 芯片，其处理速度更快。

#### 3. 大程序容量

FP 系列 PLC 的用户程序容量与同类机型相比较较大，其小型机一般都可达 3 千步左右，最高可达到 5 千步，而其大型机则最高可达 60 千步。

#### 4. 功能强大的编程工具

FP 系列 PLC 无论采用的是手持编程器还是编程工具软件，其编程及监控功能都很强。除手持编程器外，松下电工已陆续汉化推出若干版本的编程软件，目前基于 Windows 操作系统的新版编程软件 FPWINGR 也已广泛应用。这些工具都为用户的软件开发提供了方便的环境。

#### 5. 强大的网络通信功能

FP 系列 PLC 的各种机型都提供了通信功能，而且它们所采用的应用层通信协议又具有一致性，这为构成多级 PLC 网络，开发 PLC 网络应用程序提供了方便。松下提供了多种 PLC 网络产品，在同一子网中集成了几种通信方式，用户可根据需要选用。尽管这些网络产品的数据链路层与物理层各不相同，但都保持了应用层的一致性。特别值得一提的是，在其最高层的管理网络中采用了包含 TCP/IP 技术的 Ethernet 网，可通过它连接到计算机互联网上，这反映了工业局域网标准化的另一种趋势，也使它的产品具有更广阔的应用前景。

### 1.3.2 FP0 系列产品的简述

与其他同型 PLC 相比，FP0 产品体积小巧但功能十分强大，它增加了许多大型机的功能和指令，例如 PID 指令和 PWM（脉宽调制）输出功能：PID 指令可以进行过程控制，PWM 脉冲可直接控制变频器。它的编程口为 RS-232C 口，可以直接和 PC 相连，无需适配器。其 CPU 速度也比 FP1 快了近一倍。

#### 1. FP0 的主控单元外形结构

FP0 机型小巧精致，其主机外形结构如图 1-6 所示。

外形尺寸高 90mm，长 60mm，一个控制单元宽 25mm，I/O 可扩充至 128 点，总宽度为

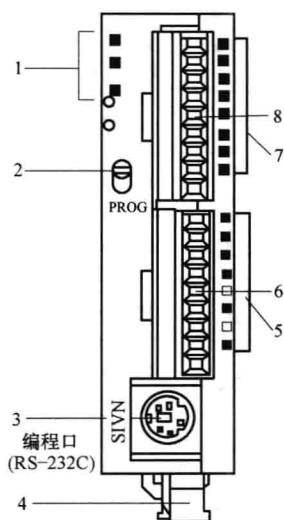


图 1-6 FPO 主机外形结构图

1—状态指示发光二极管 2—模式开关 3—编程口 4—电源连接器 5—输出指示发光二极管 6—输出端子 7—输入指示发光二极管 8—输入端子

105mm。其安装面积在同类产品中是最小的，所以 FPO 可安装在小型机器、设备及体积越来越小的控制板上。图 1-6 中所示各部分的用途如下所述。

1) 状态指示发光二极管：用于对 PLC 的运行状态进行监视。运行程序时，“RUN”指示灯亮；当中止执行程序（如在编程）时，“PROG”指示灯亮；当发生自诊断错误时，“ERROR/A-LARM”指示灯闪。

2) 输入/输出端子：图示主机有 8 个输入端，编号分别为 X0 ~ X7，共用一个公共端 (COM)；8 个输出端，编号分别为 Y0 ~ Y7，共用一个公共端 (COM)。

3) 输入/输出指示发光二极管：各个 I/O 端子均有 LED 指示其（通、断）状态。

4) 模式开关：该开关有两挡，“RUN”挡为运行挡，“PROG”挡为编程挡，可通过该开关改变 PLC 的运行状态，也可通过编程工具改变 PLC 运行状态。

5) 编程口：用于连接编程工具（如使用编程软件的计算机）。

6) 电源连接器：用于为 PLC 提供电源支持。

## 2. FPO 的特点

### (1) 品种规格

FPO 系列的产品型号及其含义如图 1-7 所示。

FPO 主控单元有 C10、C32 等多种规格，扩展模块也有 E8、E32 等多种规格。表 1-2 列出了 FPO 的主要产品规格类型。其型号中后缀为 R、T、P 三种，它们的含义是：R 是继电器输出型，T 是 NPN 型晶体管输出型，P 是 PNP 型晶体管输出型。

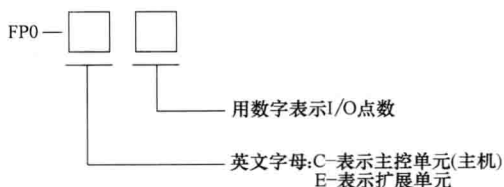


图 1-7 FPO 系列的产品型号及其含义

表 1-2 FP0 的产品规格类型

系列	规格						部件号
	程序容量	I/O 点	连接方法	操作电压	输入类型	输出类型	
1. 控制单元							
FP0-C10	2.7 千步	10 输入:6 输出:4	端子型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	EPO-C10RS
			MOLEX 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-C10RM
FP0-C14	2.7 千步	14 输入:8 输出:6	端子型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-C14RS
			MOLEX 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-C14RM
FP0-C16	2.7 千步	16 输入:8 输出:8	MIL 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	晶体管 (NPN 型)	FP0-C16T
			MIL 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	晶体管 (PNP 型)	FP0-C16P
FP0-C32	5 千步	32 输入:16 输出:16	MIL 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	晶体管 (NPN 型)	FP0-C32T
			MIL 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	晶体管 (PNP 型)	FP0-C32P
系列	规格					部件号	
	I/O 点	连接方法	操作电压	输入类型	输出类型		
2. 扩展单元							
FP0-E8	8 输入:4 输出:4	端子型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-E8RS	
		MOLEX 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-E8RM	
FP0-E16	16 输入:8 输出:8	端子型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-E16RS	
		MOLEX 连接器型	DC 24V	DC 24V Sink/Source	继电器	FP0-E16RM	
		MIL 连接器型	—	DC 24V Sink/Source	晶体管 (NPN 型)	FP0-E16T	
		MIL 连接器型	—	DC 24V Sink/Source	晶体管 (PNP 型)	FP0-E16P	
FP0-E32	32 输入:16 输出:16	MIL 连接器型	—	DC 24V Sink/Source	晶体管 (NPN 型)	FP0-E32T	
		MIL 连接器型	—	DC 24V Sink/Source	晶体管 (PNP 型)	FP0-E32P	

FP0 可单台使用,也可多模块组合,最多可增加 3 个扩展模块。I/O 点从最小 10 点至最大 128 点,用户可根据自己的需要选取适合的组合。FP0 机型可实现轻松扩展,扩展单元不需任何电缆即可直接连接到主控单元上。

### (2) 运行速度

FP0 的运行速度在同类产品中是最快的,每条基本指令执行速度为  $0.9\mu\text{s}$ 。500 步的程序只需  $0.5\text{ms}$  的扫描时间。FP0 具有的脉冲捕捉功能还可读取短至  $50\mu\text{s}$  的窄脉冲。

### (3) 程序容量

FP0 具有 5000 步的大容量内存及大容量的数据寄存器,可用于复杂控制及大数据量处理。



#### (4) 特殊功能

FPO 具备两路脉冲输出功能，可单独进行运动位置控制，互不干扰。具备双相、双通道高速计数功能。此外，FPO 具备 PWM（脉宽调制）输出功能，利用它可以很容易地实现温度控制，而且该 PWM 脉冲还可用来直接驱动松下微型变频器 VFO，构成小功率变频调速系统。

#### (5) 通信功能

FPO 可经 RS-232 口直接连接调制解调器，通信时若选用调制解调器通信方式，则 FPO 可使用 AT 命令自动拨号，实现远程通信。如果使用 CNET 通信单元，还可将多个 FPO 单元连接在一起构成分布式控制网络。松下的各种编程工具软件适用于任何 FP 系列可编程控制器。而且，由于 FPO 的编程工具接口是 RS-232C，所以连接 PC 仅需一根电缆，不需适配器。

#### (6) 其他性能

FPO 维护简单，程序内存使用 EEPROM，无需备用电池；此外，FPO 还增加了程序运行过程中的重写功能。