

- ◎ 网站免费答疑
- ◎ 图片 + 表格清晰阐述

电工/电子技能实践课堂系列丛书 ⑤

# PLC、变频器入门

## 知识与实践课堂

◎ 蔡杏山 主 编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电工/电子技能实践课堂系列丛书 ⑤

# PLC、变频器入门知识 与实践课堂

蔡杏山 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是一本介绍 PLC、变频器的图书，主要内容有 PLC 简介、PLC 组成与原理、PLC 编程软件的使用与应用系统的开发、基本指令及应用、步进指令及应用、功能指令及应用、变频器的结构与原理、变频器的使用，以及变频器的选用、安装与维护等内容。

为了让初学者通过阅读本书就能轻松快速地掌握 PLC 和变频器，本书在章节内容安排上按照循序渐进的原则，在语言表达上注重通俗易懂，在形式上采用了大量的表格和图片，另外，在书的重点和关键内容上采用了粗体和阴影处理，以让读者能掌握并记住这些内容。

本书适合作为学习 PLC、变频器的自学图书，也适合作为职业院校电类专业的 PLC、变频器教材。

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、变频器入门知识与实践课堂 / 蔡杏山主编. —北京：电子工业出版社，2011.1

(电工/电子技能实践课堂系列丛书)

ISBN 978-7-121-12820-2

I. ①P… II. ①蔡… III. ①可编程序控制器②变频器 IV. ①TM571.6②TN773

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 011099 号

责任编辑：赵丽松 (E-mail: ZLS@phei.com.cn, 电话：010-88254452)

印 刷：北京市天竺颖华印刷厂

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

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：787×1 092 印张：17 字数：435 千字

印 次：2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数：4 000 册 定价：35.00 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 zlt@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

# 前言

PLC、变频器是工业自动化控制领域的两种重要电气设备。PLC 意为可编程控制器，用它来取代早期庞大的继电器控制线路，并能通过编写不同的程序来产生不同的控制。变频器是一种电动机驱动调速设备，通过改变电动机工作电源的频率和幅度的方式来控制交流电动机的转速和力矩。

## 一、本书章节简介

本书为 PLC 和变频器的入门图书，共有 9 章，各章节内容简要说明如下：

| 章 节                       | 内 容 说 明                                                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 第 1 章 PLC 简介              | 本章主要介绍了 PLC 的定义、分类和特点，为了让读者能轻松从继电器控制迈入 PLC 控制，还将两种控制方式进行了比较                                       |
| 第 2 章 PLC 组成与原理           | 本章除了介绍 PLC 的组成结构、组成部分功能和 PLC 的工作原理外，还对三菱 FX 系列 PLC 的型号命名、性能指标等进行了说明                               |
| 第 3 章 PLC 编程软件的使用与应用系统的开发 | 本章主要介绍了 PLC 的编程语言、三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用、梯形图的编程规则与技巧和三菱 FX2N 系列 PLC 的编程器件，还通过一个实例来说明 PLC 应用系统的开发过程 |
| 第 4 章 基本指令及应用             | 基本指令是 PLC 最常用的指令，也是 PLC 编程时必须掌握的指令。本章主要介绍了各种基本指令、PLC 基本控制线路与梯形图和基本指令应用实例                          |
| 第 5 章 步进指令及应用             | 步进指令主要用于顺序控制编程。本章主要介绍了状态转移图、步进指令和步进指令应用实例                                                         |
| 第 6 章 功能指令及应用             | 功能指令使 PLC 具有很强大的数据运算和特殊处理功能。本章主要介绍了功能指令的格式、规则和各种功能指令的应用                                           |
| 第 7 章 变频器的结构与原理           | 变频器是一种电动机驱动控制设备，它主要由主体电路和控制电路组成。本章主要介绍了变频器的组成方框图、主体电路和变频调速控制方式                                    |
| 第 8 章 变频器的使用              | 变频器种类很多，由于结构基本相同，所以使用方法也大同小异。本章以三菱 FR-A540 型变频器为例来介绍变频器的使用                                        |
| 第 9 章 变频器的选用、安装与维护        | 本章主要介绍了变频器的种类、选用、容量计算、外围设备的选用、常用的外围控制电路和变频器的安装、调试和维护                                              |

## 二、本书特点

本书主要有以下特点：

1. **章节安排符合人的认识规律。**读者只需从前往后逐章节阅读本书，便会水到渠成掌握书中内容。
2. **起点低，语言通俗易懂。**读者只需有初中文化程度便可阅读本书，由于语言通俗易懂，阅读时会感觉很顺畅。
3. **采用大量的图片和表格来阐述知识。**
4. **知识要点用加粗文字重点标注。**

**5. 免费网络答疑。**读者在学习过程中遇到疑难问题,可以登录易天教学网([www.eTV100.com](http://www.eTV100.com))进行提问,也可观看网站上与图书有关的辅导材料。

本书在编写过程中得到了易天教学网很多教师的支持,参加编写的还有蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、刘元能等。由于我们水平有限,书中难免存在错误和疏漏,望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者

# 目 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 第 1 章 PLC 简介 .....                 | 1  |
| 1.1 PLC 简介 .....                   | 2  |
| 1.1.1 PLC 的定义 .....                | 2  |
| 1.1.2 PLC 的分类 .....                | 2  |
| 1.1.3 PLC 的特点 .....                | 3  |
| 1.2 PLC 控制与继电器控制比较 .....           | 4  |
| 1.2.1 继电器正转控制线路 .....              | 4  |
| 1.2.2 PLC 正转控制线路 .....             | 4  |
| 1.2.3 PLC 控制、继电器和单片机控制的比较 .....    | 5  |
| 第 2 章 PLC 组成与原理 .....              | 6  |
| 2.1 PLC 的基本组成 .....                | 7  |
| 2.1.1 PLC 的组成方框图 .....             | 7  |
| 2.1.2 PLC 各部分说明 .....              | 7  |
| 2.2 PLC 的工作原理 .....                | 11 |
| 2.2.1 PLC 的工作方式 .....              | 11 |
| 2.2.2 PLC 用户程序的执行过程 .....          | 12 |
| 2.3 三菱 FX 系列 PLC 介绍 .....          | 13 |
| 2.3.1 FX 系列 PLC 型号的命名方法 .....      | 13 |
| 2.3.2 FX 系列 PLC 的性能比较及有关技术指标 ..... | 13 |
| 第 3 章 PLC 编程软件的使用与应用系统的开发 .....    | 16 |
| 3.1 编程语言 .....                     | 17 |
| 3.1.1 梯形图语言 .....                  | 17 |
| 3.1.2 语句表语言 .....                  | 17 |
| 3.1.3 SFC 顺序功能图语言 .....            | 18 |
| 3.2 三菱 FXGP/WIN-C 编程软件的使用 .....    | 18 |
| 3.2.1 软件的安装和启动 .....               | 18 |
| 3.2.2 程序的编写 .....                  | 20 |
| 3.2.3 程序的转换与传送 .....               | 22 |
| 3.3 梯形图的编程规则与技巧 .....              | 23 |
| 3.3.1 梯形图编程的规则 .....               | 23 |
| 3.3.2 梯形图编程技巧 .....                | 23 |
| 3.4 三菱 FX2N 系列 PLC 的编程器件 .....     | 24 |
| 3.4.1 编程器件（软元件）介绍 .....            | 24 |

|              |                                          |           |
|--------------|------------------------------------------|-----------|
| 3.4.2        | 三菱 FX 系列 PLC 编程器件的种类与编号 .....            | 26        |
| 3.5          | PLC 应用系统开发过程 .....                       | 28        |
| 3.5.1        | PLC 应用系统开发流程 .....                       | 28        |
| 3.5.2        | PLC 应用系统开发举例 .....                       | 28        |
| <b>第 4 章</b> | <b>基本指令及应用 .....</b>                     | <b>31</b> |
| 4.1          | 基本指令说明 .....                             | 32        |
| 4.1.1        | 逻辑取及驱动指令 (LD、LDI、OUT) .....              | 32        |
| 4.1.2        | 触点串联指令 (AND、ANI) .....                   | 32        |
| 4.1.3        | 触点并联指令 (OR、ORI) .....                    | 33        |
| 4.1.4        | 串联电路块的并联指令 (ORB) .....                   | 33        |
| 4.1.5        | 并联电路块的串联指令 (ANB) .....                   | 33        |
| 4.1.6        | 边沿检测指令 (LDP、LDF、ANDP、ANDF、ORP、ORF) ..... | 34        |
| 4.1.7        | 多重输出指令 (MPS、MRD、MPP) .....               | 35        |
| 4.1.8        | 主控和主控复位指令 (MC、MCR) .....                 | 37        |
| 4.1.9        | 取反指令 (INV) .....                         | 38        |
| 4.1.10       | 置位与复位指令 (SET、RST) .....                  | 38        |
| 4.1.11       | 脉冲微分输出指令 (PLS、PLF) .....                 | 39        |
| 4.1.12       | 空操作指令 (NOP) .....                        | 39        |
| 4.1.13       | 程序结束指令 (END) .....                       | 40        |
| 4.2          | PLC 基本控制线路与梯形图 .....                     | 40        |
| 4.2.1        | 启动、自锁和停止控制线路与梯形图 .....                   | 40        |
| 4.2.2        | 正、反转联锁控制线路与梯形图 .....                     | 42        |
| 4.2.3        | 多地控制线路与梯形图 .....                         | 42        |
| 4.2.4        | 定时控制线路与梯形图 .....                         | 44        |
| 4.2.5        | 定时器与计数器组合延长定时控制线路与梯形图 .....              | 45        |
| 4.2.6        | 多重输出控制线路与梯形图 .....                       | 46        |
| 4.2.7        | 过载报警控制线路与梯形图 .....                       | 47        |
| 4.2.8        | 闪烁控制线路与梯形图 .....                         | 49        |
| 4.3          | 基本指令应用实例 .....                           | 49        |
| 4.3.1        | 喷泉控制 .....                               | 49        |
| 4.3.2        | 交通信号灯控制 .....                            | 52        |
| <b>第 5 章</b> | <b>步进指令及应用 .....</b>                     | <b>55</b> |
| 5.1          | 状态转移图与步进指令 .....                         | 56        |
| 5.1.1        | 顺序控制与状态转移图 .....                         | 56        |
| 5.1.2        | 步进指令说明 .....                             | 57        |
| 5.1.3        | 状态转移图分支方式 .....                          | 58        |
| 5.2          | 步进指令应用实例 .....                           | 60        |
| 5.2.1        | 液体混合装置的 PLC 控制 (单分支方式) .....             | 60        |

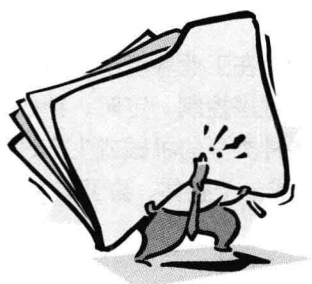
|              |                          |            |
|--------------|--------------------------|------------|
| 5.2.2        | 简易机械手的 PLC 控制（单分支方式）     | 64         |
| 5.2.3        | 大小铁球分拣机的 PLC 控制（选择性分支方式） | 69         |
| 5.2.4        | 交通信号灯的 PLC 控制（并行分支方式）    | 74         |
| <b>第 6 章</b> | <b>功能指令及应用</b>           | <b>81</b>  |
| 6.1          | 功能指令的格式与规则               | 82         |
| 6.1.1        | 功能指令的格式                  | 82         |
| 6.1.2        | 功能指令的规则                  | 82         |
| 6.2          | 功能指令使用说明                 | 85         |
| 6.2.1        | 程序流向控制指令                 | 85         |
| 6.2.2        | 传送与比较指令                  | 90         |
| 6.2.3        | 四则运算与逻辑运算指令              | 96         |
| 6.2.4        | 循环与移位指令                  | 101        |
| 6.2.5        | 数据处理指令                   | 108        |
| 6.2.6        | 高速处理指令                   | 114        |
| 6.2.7        | 方便指令                     | 122        |
| 6.2.8        | 外部 I/O 设备指令              | 133        |
| 6.2.9        | 外部设备（SER）指令              | 144        |
| 6.2.10       | 浮点运算                     | 155        |
| 6.2.11       | 高低位变换指令                  | 156        |
| 6.2.12       | 时钟运算指令                   | 156        |
| 6.2.13       | 格雷码变换指令                  | 162        |
| 6.2.14       | 触点比较指令                   | 163        |
| <b>第 7 章</b> | <b>变频器的结构与原理</b>         | <b>167</b> |
| 7.1          | 变频器与调速方式                 | 168        |
| 7.1.1        | 变频器外形                    | 168        |
| 7.1.2        | 异步电动机的调速方式               | 168        |
| 7.2          | 变频器的组成方框图                | 168        |
| 7.2.1        | 交-直-交型变频器                | 169        |
| 7.2.2        | 交-交型变频器                  | 169        |
| 7.3          | 主体电路                     | 170        |
| 7.3.1        | 整流电路                     | 170        |
| 7.3.2        | 中间电路                     | 171        |
| 7.3.3        | 逆变电路                     | 174        |
| 7.4          | 变频调速控制方式                 | 176        |
| 7.4.1        | 压/频控制方式                  | 176        |
| 7.4.2        | 转差频率控制方式                 | 177        |
| 7.4.3        | 矢量控制方式                   | 179        |
| 7.4.4        | 直接转矩控制方式                 | 181        |

|              |                           |            |
|--------------|---------------------------|------------|
| 7.4.5        | 控制方式比较 .....              | 181        |
| <b>第 8 章</b> | <b>变频器的使用 .....</b>       | <b>182</b> |
| 8.1          | 外形与结构 .....               | 183        |
| 8.1.1        | 外形 .....                  | 183        |
| 8.1.2        | 结构 .....                  | 183        |
| 8.1.3        | 面板的拆卸 .....               | 184        |
| 8.2          | 端子功能与接线 .....             | 184        |
| 8.2.1        | 总接线图及端子功能说明 .....         | 185        |
| 8.2.2        | 主回路接线 .....               | 188        |
| 8.2.3        | 控制回路接线 .....              | 191        |
| 8.2.4        | PU 接口的连接 .....            | 194        |
| 8.3          | 操作面板的使用 .....             | 196        |
| 8.3.1        | 操作面板介绍 .....              | 196        |
| 8.3.2        | 操作面板的使用 .....             | 197        |
| 8.4          | 操作运行 .....                | 200        |
| 8.4.1        | 外部操作运行 .....              | 201        |
| 8.4.2        | PU 操作运行 .....             | 203        |
| 8.4.3        | 组合操作运行 .....              | 204        |
| 8.5          | 常用控制功能与参数设置 .....         | 205        |
| 8.5.1        | 操作模式选择功能与参数 .....         | 205        |
| 8.5.2        | 频率相关功能与参数 .....           | 206        |
| 8.5.3        | 启动、加减速控制功能与参数 .....       | 208        |
| 8.5.4        | 点动控制功能与参数 .....           | 210        |
| 8.5.5        | 转矩提升功能与参数 .....           | 210        |
| 8.5.6        | 制动控制功能与参数 .....           | 211        |
| 8.5.7        | 工频与变频的切换功能与参数 .....       | 212        |
| 8.5.8        | 瞬时停电再启动功能与参数 .....        | 215        |
| 8.5.9        | 多挡转速控制功能与参数 .....         | 215        |
| 8.5.10       | 程序控制功能与参数 .....           | 218        |
| 8.5.11       | PID 控制功能与参数 .....         | 221        |
| 8.5.12       | 控制方式功能与参数 .....           | 224        |
| 8.5.13       | 电子过电流保护功能与参数 (Pr.9) ..... | 225        |
| 8.5.14       | 负载类型选择功能与参数 .....         | 225        |
| 8.5.15       | MRS 端子输入选择功能与参数 .....     | 226        |
| 8.5.16       | 禁止写入和逆转防止功能与参数 .....      | 226        |
| <b>第 9 章</b> | <b>变频器的选用、安装与维护 .....</b> | <b>228</b> |
| 9.1          | 变频器的种类 .....              | 229        |
| 9.2          | 变频器的选用与容量计算 .....         | 230        |

|       |                                    |     |
|-------|------------------------------------|-----|
| 9.2.1 | 额定值                                | 230 |
| 9.2.2 | 选用                                 | 230 |
| 9.2.3 | 容量计算                               | 231 |
| 9.3   | 变频器外围设备的选用                         | 234 |
| 9.3.1 | 主电路外围设备的接线                         | 234 |
| 9.3.2 | 熔断器的选用                             | 235 |
| 9.3.3 | 断路器的选用                             | 235 |
| 9.3.4 | 交流接触器的选用                           | 236 |
| 9.3.5 | 交流电抗器的选用                           | 236 |
| 9.3.6 | 直流电抗器的选用                           | 237 |
| 9.3.7 | 制动电阻的选用                            | 237 |
| 9.3.8 | 热继电器的选用                            | 239 |
| 9.3.9 | 噪声滤波器的选用                           | 239 |
| 9.4   | 变频器常用的外围控制电路                       | 239 |
| 9.4.1 | 正转控制电路                             | 240 |
| 9.4.2 | 正、反转控制电路                           | 241 |
| 9.5   | 变频器的安装、调试与维护                       | 243 |
| 9.5.1 | 安装与接线                              | 243 |
| 9.5.2 | 调试                                 | 246 |
| 9.5.3 | 维护                                 | 248 |
| 9.5.4 | 常见故障及原因                            | 249 |
| 附录 A  | FX 系列 PLC 的特殊用途元件（辅助继电器 M、数据寄存器 D） | 251 |
| 附录 B  | FX 系列 PLC 指令系统                     | 258 |

# 第 1 章

## PLC 简介



**问：**老师，什么是 PLC？

**答：**PLC 是英文 Programmable Logic Controller 的缩写，意为可编程序逻辑控制器，是一种专为工业应用而设计的控制器。早期的 PLC 主要用来取代继电器来实现较简单的逻辑控制，现在的 PLC 功能已大大增强。





## 1.1

## PLC 简介

## 1.1.1 PLC 的定义

PLC 是英文 **Programmable Logic Controller** 的缩写,意为**可编程序逻辑控制器**。世界上第一台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 研制成功,随着技术的发展,PLC 的功能大大增强,不仅限于逻辑控制,因此美国电气制造协会 NEMA 于 1980 年对它进行重命名,称为**可编程控制器 (Programmable Controller)**,简称 PC,但由于 PC 容易和个人计算机 PC (Personal Computer) 混淆,故人们仍习惯将 PLC 当作可编程控制器的缩写。

由于可编程序控制器一直在发展中,至今尚未对其下最后的定义。**国际电工学会 (IEC)** 对 PLC 最新的说明为:

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。

## 1.1.2 PLC 的分类

PLC 的种类很多,下面按结构形式、控制规模和实现功能对 PLC 进行分类。

## 1. 按结构形式分类

按硬件的结构形式不同,PLC 可分为**整体式和组合式**。

整体式 PLC 又称箱式 PLC,图 1-1 是一种常见的整体式 PLC,其外形像一个长方形的箱体,这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等都安装在一个箱体内。整体式 PLC 的结构简单、体积小、价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。

组合式 PLC 又称模块式 PLC,其外形如图 1-2 所示,它有一个总线基板,基板上有很多总线插槽,其中由 CPU、存储器和电源构成的一个模块通常固定安装在某个插槽中,其他功能模块可随意安装在不同的其他插槽内。组合式 PLC 配置灵活,可通过增减模块而组成不同规模的系统,安装维修方便,但价格较贵。大、中型 PLC 一般采用组合式结构。

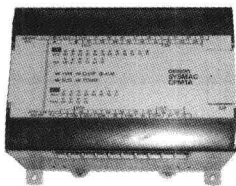


图 1-1 整体式 PLC

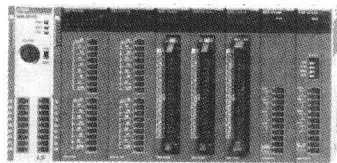


图 1-2 组合式 PLC 外形

## 2. 按控制规模分类

I/O 点数 (输入/输出点数) 是衡量 PLC 控制规模的重要参数,根据 I/O 点数多少,可将



### PLC 分为小型、中型和大型三类。

- ① 小型 PLC。其 I/O 点数小于 256 点, 采用 8 位或 16 位单 CPU, 用户存储器容量 4K 字以下。
- ② 中型 PLC。其 I/O 点数在 256~2048 点之间, 采用双 CPU, 用户存储器容量 2~8K。
- ③ 大型 PLC。其 I/O 点数大于 2048 点, 采用 16 位、32 位多 CPU, 用户存储器容量 8~16K。

### 3. 按功能分类

**根据 PLC 具有的功能不同, 可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。**

① 低档 PLC。它具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能, 有些还有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 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。它除具有低档 PLC 的基本功能外, 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, 有些还增设中断控制、PID 控制等功能。中档 PLC 适用于比较复杂控制系统。

③ 高档 PLC。它除了具有中档 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的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有很强的通信联网功能, 一般用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统, 实现工厂控制自动化。

### 1.1.3 PLC 的特点

PLC 是一种专为工业应用而设计的控制器, 它主要有以下特点。

#### (1) 可靠性高, 抗干扰能力强

为了适应工业应用要求, PLC 从硬件和软件方面采用了大量的技术措施, 以便能在恶劣环境下长时间可靠运行。现在大多数 PLC 的平均无故障运行时间已达到几十万小时, 如三菱公司的 F1、F2 系列 PLC 平均无故障运行时间可达 30 万小时。

#### (2) 通用性强, 控制程序可变, 使用方便

PLC 可利用齐全的各种硬件装置来组成各种控制系统, 用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后, 在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下, 无需大量改变 PLC 的硬件设备, 只需更改程序就可以满足要求。

#### (3) 功能强, 适应范围广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能, 还具有数字和模拟量的输入/输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能, 既可控制一台生产机械、一条生产线, 又可控制一个生产过程。

#### (4) 编程简单, 易用易学

目前, 大多数 PLC 采用梯形图编程方式, 梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近, 这样使大多数工厂企业电气技术人员非常容易接受和掌握。

#### (5) 系统设计、调试和维修方便

PLC 用软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件, 使控制柜的设计安装接线工作量大为减少。另外, PLC 的用户程序可以通过电脑在实验室仿真调试, 减少了现场的调试工作量。此外, 由于 PLC 的结构模块化及很强的自我诊断能力, 使得对它的维修也极为方便。



## 1.2

## PLC 控制与继电器控制比较

PLC 控制是在继电器控制基础上发展起来的,为了让读者能初步了解 PLC 控制方式,本节以电动机正转控制为例对两种控制系统进行比较。

### 1.2.1 继电器正转控制线路

图 1-3 是一种常见的继电器正转控制线路,可以对电动机进行正转和停转控制,右图为主电路,左图为控制电路。

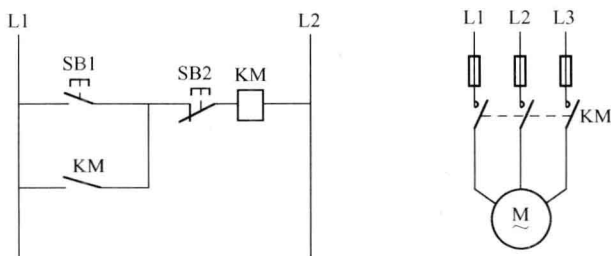


图 1-3 继电器正转控制线路

电路原理说明如下:

按下启动按钮 SB1,接触器 KM 线圈得电,主电路中的 KM 主触点闭合,电动机得电运转,与此同时,控制电路中的 KM 常开自锁触点也闭合,锁定 KM 线圈得电(即 SB1 断开后 KM 线圈仍可得电)。

按下停止按钮 SB2,接触器 KM 线圈失电, KM 主触点断开,电动机失电停转,同时 KM 常开自锁触点也断开,解除自锁(即 SB2 闭合后 KM 线圈无法得电)。

### 1.2.2 PLC 正转控制线路

图 1-4 是 PLC 正转控制线路,它可以实现图 1-3 所示的继电器正转控制线路相同的功能。PLC 正转控制线路也可分作主电路和控制电路两部分, PLC 与外接的输入、输出部件构成控制电路,主电路与继电器正转控制主线路相同。

在组建 PLC 控制系统时,先要进行硬件连接,再编写控制程序。PLC 正转控制线路的硬件接线如图 1-4 所示, PLC 输入端子连接 SB1(启动)、SB2(停止)和电源,输出端子连接接触器线圈 KM 和电源。PLC 硬件连接完成后,再使用电脑中的 PLC 编程软件编写图示的梯形图程序,然后通过电脑与 PLC 之间的连接线将程序写入 PLC。

PLC 软、硬件准备好后就可以操作运行。操作运行过程说明如下:

按下启动按钮 SB1, PLC 端子 X0、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB1 构成回路,有电流流过 X0、COM 端子间的内部电路, PLC 内部程序运行,运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端



子之间的内部电路导通,接触器线圈 KM 得电,主电路中的 KM 主触点闭合,电动机运转,松开 SB1 后,内部程序维持 Y0、COM 端子之间的内部电路导通,让 KM 线圈继续得电(自锁)。

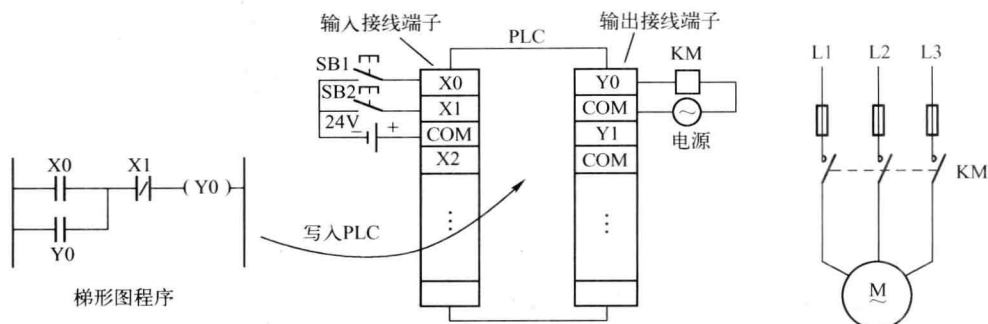


图 1-4 PLC 正转控制线路

按下停止按钮 SB2, PLC 端子 X1、COM 之间的内部电路与 24V 电源、SB2 构成回路,有电流流过 X1、COM 端子间的内部电路,PLC 内部程序运行,运行结果使 PLC 的 Y0、COM 端子之间的内部电路断开,接触器线圈 KM 失电,主电路中的 KM 主触点断开,电动机停转,松开 SB2 后,内部程序让 Y0、COM 端子之间的内部电路维持断开状态。

### 1.2.3 PLC 控制、继电器和单片机控制的比较

PLC 控制与继电器控制相比,具有改变程序就能变换控制功能的优点,但在简单控制时成本较高,另外,利用单片机也可以实现控制。PLC、继电器和单片机控制系统的比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器和单片机控制系统的比较

| 比较内容   | PLC 控制系统        | 继电器控制系统            | 单片机控制系统                    |
|--------|-----------------|--------------------|----------------------------|
| 功能     | 用程序可以实现各种复杂控制   | 用大量继电器布线逻辑实现循序控制   | 用程序实现各种复杂控制,功能最强           |
| 改变控制内容 | 修改程序较简单容易       | 改变硬件接线、工作量大        | 修改程序,技术难度大                 |
| 可靠性    | 平均无故障工作时间长      | 受机械触点寿命限制          | 一般比 PLC 差                  |
| 工作方式   | 顺序扫描            | 顺序控制               | 中断处理,响应最快                  |
| 接口     | 直接与生产设备相连       | 直接与生产设备相连          | 要设计专门的接口                   |
| 环境适应性  | 可适应一般工业生产现场环境   | 环境差,会降低可靠性和寿命      | 要求有较好的环境,如机房、实验室、办公室       |
| 抗干扰    | 一般不用专门考虑抗干扰问题   | 能抗一般电磁干扰           | 要专门设计抗干扰措施;否则易受干扰影响        |
| 维护     | 现场检查,维修方便       | 定期更换继电器,维修费时       | 技术难度较高                     |
| 系统开发   | 设计容易、安装简单、调试周期短 | 图样多、安装接线工作量大、调试周期长 | 系统设计复杂,调试技术难度大,需要有系统的计算机知识 |
| 通用性    | 较好,适应面广         | 一般是专用              | 要进行软、硬件技术改造才能作其他用          |
| 硬件成本   | 比单片机控制系统高       | 少于 30 个继电器时成本较低    | 一般比 PLC 低                  |

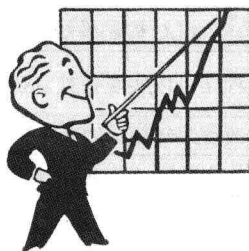
# 第2章

## PLC 组成与原理



**问：**老师，PLC 内部有哪些电路，又是如何工作的呢？

**答：**PLC 内部主要由 CPU、存储器、输入接口、输出接口、通信接口和扩展接口等组成，PLC 采用循环扫描方式逐条运行用户程序，然后根据程序运行结果输出相应的控制。





## 2.1

## PLC 的基本组成

## 2.1.1 PLC 的组成方框图

PLC 种类很多,但结构大同小异,典型的 PLC 控制系统组成方框图如图 2-1 所示。在组建 PLC 控制系统时,需要给 PLC 的输入端子接有关的输入设备(如按钮、触点和行程开关等),给输出端子接有关的输出设备(如指示灯、电磁线圈和电磁阀等),另外,还需要将编好的程序通过通信接口输入 PLC 内部存储器,如果希望增强 PLC 的功能,可以将扩展单元通过扩展接口与 PLC 连接。

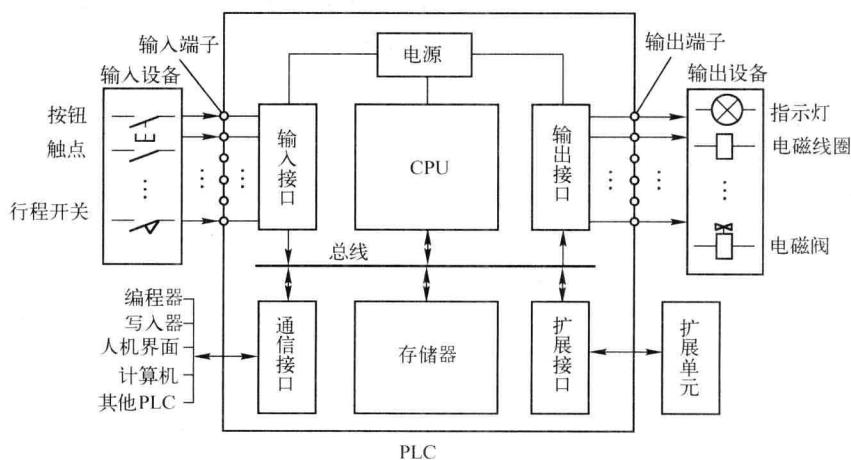


图 2-1 典型的 PLC 控制系统组成方框图

## 2.1.2 PLC 各部分说明

从图 2-1 可以看出, PLC 内部主要由 CPU、存储器、输入接口、输出接口、通信接口、扩展接口和电源等组成。

## 1. CPU

CPU 又称中央处理器,它是 PLC 的控制中心,它通过总线(包括数据总线、地址总线和控制总线)与存储器和各种接口连接,以控制它们有条不紊地工作。CPU 的性能对 PLC 工作速度和效率有较大的影响,故大型 PLC 通常采用高性能的 CPU。

CPU 的主要功能有:

- ① 接收通信接口送来的程序和信息,并将它们存入存储器;
- ② 采用循环检测(即扫描检测)方式不断检测输入接口送来的状态信息,以判断输入设备的状态;