

从基础到实践丛书

PLC应用开发 从基础到实践

刘洪涛 黄海 编著

本书提供实例所使用到的**源代码**下载



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

从基础到实践丛书

PLC应用开发

从基础到实践

刘洪涛 黄海 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书从可编程控制器应用的实际需要出发,详细介绍了 PLC 的结构配置、工作原理、指令系统、编程方法和通信等内容,并在此基础上介绍了 PLC 控制系统的设计原则、设计步骤、硬件设计、软件设计等。最后通过具体的实例介绍 PLC 的软件设计方法及应用系统构成,以及常用 PLC 的型号和资源配置,并给出具体的源程序。应用实例包括交通信号灯控制、水处理控制、啤酒发酵控制系统等。

本书以实用为宗旨,系统性强,层次清楚,实例典型,有较强的实用性和参考价值。通过本书的学习,可以让读者了解开发 PLC 系统的全过程,包括总体设计、PLC 的选型及配置和程序设计等。

本书可供电气控制、计算机应用、机电一体化等相关专业工程技术人员参考,也可供大专院校及在职工程技术人员作为继续教育的教材。

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 应用开发从基础到实践 / 刘洪涛, 黄海编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.1

(从基础到实践丛书)

ISBN 7-121-03548-0

I. P… II. ①刘… ②黄… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 141340 号

责任编辑: 葛 娜

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 25.5 字数: 523 千字

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 45.00 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, 联系电话: (010) 68279077; 邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

丛书特色

- 坚持“基础为本源，实践出真知”的写作理念，即首先掌握基本理论和基础技能，然后在实践中锻炼提高。
- 丛书内容“全、精、实用”，只要一本书，初学者就能入门，并能参与实际工作。
- 循序渐进地介绍基本知识，通过穿插的小实例，以深入浅出之法加深读者的理解和应用能力，同时强调重点、技巧和注意点。
- 带领读者亲自完成多个项目开发。项目为实践中常用的、典型的应用问题。书中所有实例均已调试通过。
- 在配书光盘（或网上下载）中，提供所有练习、实例及实践部分的代码和素材，方便读者学习和使用。
- 贴心顾问技术支持 E-mail: jsj@phei.com.cn，及时解答读者在阅读本书中提出的问题。

前言

PLC (Programmable Logical Controller) 通常称为可编程逻辑控制器 (又称为可编程控制器), 它是一种以微处理器为基础, 综合了现代计算机技术、自动化技术和通信技术发展起来的一种通用的工业自动控制装置。由于它拥有体积小、功能强、程序设计简单, 以及维护方便等特点, 特别是 PLC 适应恶劣的工业环境的能力和高可靠性, 使其应用越来越广泛。

与此不相适应的是, 我国的 PLC 技术教育仍然有很大的欠缺, 很多相关专业的高校毕业生对此了解甚少, 许多人到了工作岗位上不得不进一步补充大量的知识。同时, 不少现场工程技术人员对 PLC 的知识也相当缺乏, 所有这些都给现场维护和技术革新带来困难。

本书从 PLC 的应用角度出发, 尽可能深入浅出地讲述 PLC 的基本原理及主要组成, 力求为广大 PLC 使用者提供有效的帮助, 争取在 PLC 的技术发展和推广应用中起到积极的作用。

本书分为 4 篇, 共 10 章。

基础篇

由第 1~4 章组成, 主要介绍 PLC 的基本原理。

第 1 章介绍 PLC 的基本知识。

第 2 章介绍 PLC 的硬件基础知识, 主要以西门子公司的 S7-200/300 的 I/O 卡件为例, 介绍卡件的基本结构和接线方法。

第 3 章主要介绍 PLC 的软件基础知识, 包括西门子 S-200/300、三菱 FX 系列, 以及欧姆龙 C200H 系列 PLC 的基本编程方法。

第 4 章主要介绍 PLC 的通信基础知识。

软件篇

由第 5, 6 章组成, 以介绍西门子 S7-200/300 和三菱公司的 FX 系列 PLC 编程软件为主, 详细讲述这些 PLC 编程软件的使用方法。

模块篇

由第 7 章组成, 主要介绍用户在编写程序时常用的一些基本程序模块。

应用篇

由第 8~10 章组成, 主要以应用为主。

本书编写人员具有多年从事可编程控制器教学与科研的丰富经验，所写内容深入浅出，易读易懂。

本书在编写过程中，得到了部分高校自动化控制学院，以及一些自动化公司的支持和帮助，并参阅了大量的资料，在此对相关人员表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，书中难免存在不当和谬误之处，恳请有关专家和读者批评指正。

本书中使用的源代码请读者到博文视点网站 www.broadview.com.cn 下载。

编 者

目 录

基 础 篇

第 1 章 可编程控制器基础知识 2

- 1.1 可编程控制器的由来和发展 2
 - 1.1.1 可编程控制器的产生 2
 - 1.1.2 可编程控制器的发展 4
- 1.2 可编程控制器的特点 5
 - 1.2.1 PLC 的一般特点 5
 - 1.2.2 PLC 与继电器控制系统的比较 6
 - 1.2.3 PLC 与微机的区别 6
- 1.3 PLC 的功能 7
 - 1.3.1 开关量控制 7
 - 1.3.2 定时控制 7
 - 1.3.3 计数控制 7
 - 1.3.4 步进控制 7
 - 1.3.5 数据处理 7
 - 1.3.6 模拟量处理 7
 - 1.3.7 通信及联网 8
- 1.4 可编程控制器的分类和组成 8
 - 1.4.1 按照 PLC 的控制规模分类 8
 - 1.4.2 按照 PLC 的控制性能分类 9
 - 1.4.3 按照 PLC 的结构分类 10

第 2 章 可编程控制器的硬件基础 11

- 2.1 可编程控制器的组成 11

- 2.2 CPU 模块 11
 - 2.2.1 中央处理单元 CPU 11
 - 2.2.2 存储器 12
- 2.3 开关量输入模块 13
 - 2.3.1 典型的开关设备介绍 13
 - 2.3.2 常用的开关量输入模块的内部结构 17
 - 2.3.3 常用 PLC 的开关量输入模块 18
 - 2.3.4 不同形式的直流输入信号连接方法 26
- 2.4 开关量输出模块 27
 - 2.4.1 常用的开关量输出模块的结构 27
 - 2.4.2 常用的 PLC 开关量输出模块 28
- 2.5 模拟量输入模块 35
 - 2.5.1 西门子 S7-200 系列 PLC 模拟量扩展模块 35
 - 2.5.2 OMRON C200H 系列 PLC 模拟量扩展模块 37
 - 2.5.3 常用的模拟量信号发生设备 39
- 2.6 模拟量输出模块 42
 - 2.6.1 西门子 S7-200 系列 PLC 的模拟量输出模块 42

2.6.2 OMRON C200H PLC	
的模拟量输出模块	43

第3章 可编程控制器的软件基础 45

3.1 西门子 S7-200 系列 PLC	45
3.1.1 软件编程	45
3.1.2 S7-200 指令介绍	56
3.2 西门子 S7-300 系列 PLC	62
3.2.1 位逻辑指令	62
3.2.2 比较指令	67
3.2.3 转换指令	69
3.2.4 计数器指令	77
3.2.5 定时器指令	80
3.3 三菱 PLC 的基本指令	89
3.3.1 LD、LDI、OUT 指令	91
3.3.2 AND、ANI 指令	92
3.3.3 OR、ORI 指令	93
3.3.4 串联电路块并联指令 ORB 和 并联电路块串联指令 ANB	94
3.3.5 置位指令 SET 和复位 指令 RST	95
3.3.6 取反指令 INV	96
3.3.7 空操作指令 NOP 和结束 指令 END	97
3.3.8 LDP、LDF、ANDP、ANDF、 ORP、ORF 指令	98
3.4 OMRON C200H PLC	99
3.4.1 C200H PLC 系统简介	99
3.4.2 OMRON C200H PLC 指令系统	99

第4章 可编程控制器的通信基础 120

4.1 通信基本知识（硬件原理篇）	120
4.1.1 串口通信协议	120

4.1.2 网络层次	122
------------	-----

4.1.3 RS-232/RS-422/RS-485 通信技术	126
------------------------------------	-----

4.1.4 以太网通信	132
-------------	-----

4.2 通信基本知识（软件协议篇）	133
-------------------	-----

4.2.1 MODBUS 的通信结构	133
--------------------	-----

4.2.2 MODBUS 的通信方式	134
--------------------	-----

4.2.3 MODBUS 协议的内容	135
--------------------	-----

4.2.4 MODBUS 消息帧	135
------------------	-----

4.3 几种常见的 PLC 的通信方式	136
---------------------	-----

4.3.1 西门子 S7-200 系列	136
---------------------	-----

4.3.2 三菱 FX 系列 PLC	142
--------------------	-----

4.3.3 松下 FP 系列 PLC	150
--------------------	-----

软件篇

第5章 可编程控制器编程软件的使用 158

5.1 西门子 S7-200 可编程控制器 编程软件	158
-------------------------------	-----

5.1.1 STEP7-Micro/WIN 4.0 的 操作界面	158
-------------------------------------	-----

5.1.2 如何输入程序	160
--------------	-----

5.1.3 下载程序的方法	169
---------------	-----

5.1.4 监控和调试程序	171
---------------	-----

5.1.5 S7-200 模拟软件的使用	173
----------------------	-----

5.2 西门子 S7-300 可编程控制器 编程软件	179
-------------------------------	-----

5.2.1 STEP 7 编程软件概述	179
---------------------	-----

5.2.2 软件使用	179
------------	-----

5.2.3 模拟软件的使用方法	199
-----------------	-----

5.3 三菱 FX 系列可编程控制器 编程软件	203
----------------------------	-----

5.3.1 三菱 PLC 编程软件简介	203
---------------------	-----

5.3.2 编程软件的使用	203
---------------	-----

第6章 可编程控制器的系统设计基础.....207

- 6.1 系统硬件.....207
 - 6.1.1 系统硬件设计方法.....207
 - 6.1.2 系统硬件的选择.....209
 - 6.1.3 I/O 模块的选择.....211
 - 6.1.4 系统硬件设计文件.....214
- 6.2 系统供电设计.....215
 - 6.2.1 系统供电电源设计.....216
 - 6.2.2 I/O 模块供电电源设计.....218
- 6.3 系统接地设计.....220
 - 6.3.1 系统接地方法.....220
 - 6.3.2 各种不同接地的处理.....221
- 6.4 电缆设计和敷设.....222
 - 6.4.1 电缆的选择.....222
 - 6.4.2 电缆的敷设施工.....223

模 块 篇

第7章 可编程控制器的常用程序模块.....226

- 7.1 互锁程序.....226
 - 7.1.1 基本正、反转连锁自动控制.....227
 - 7.1.2 早期的正、反转连锁电路.....228
 - 7.1.3 需要注意的一些问题.....229
- 7.2 单按钮输入控制设备启/停的程序.....230
 - 7.2.1 采用上升沿获取指令实现.....230
 - 7.2.2 采用 PLS 和 S/R 指令实现方法.....232
 - 7.2.3 采用计数器实现的方法.....234
- 7.3 累积量的采集方法.....235
 - 7.3.1 流量概念.....235
 - 7.3.2 流量计量的基本概念.....235

7.3.3 流量测量仪表的分类.....235

7.3.4 流量的累积方法.....236

7.4 使用高速计数模块.....238

7.4.1 S7-200 系列 PLC.....238

7.4.2 S7-300 系列 PLC.....247

7.5 定时器的一些用法.....258

7.5.1 脉冲发生器.....258

7.5.2 电动机顺序启动控制程序.....259

7.6 红绿灯的控制方法.....261

7.6.1 控制要求.....261

7.6.2 PLC 接线.....262

7.6.3 变量定义.....262

7.6.4 梯形图程序.....263

7.7 优先程序.....266

应 用 篇

第8章 可编程控制器与人机界面.....270

8.1 PLC 与监控软件的连接.....270

8.1.1 组态王 I/O 设备的管理.....270

8.1.2 组态王串口设备的配置.....271

8.1.3 组态王 I/O 变量的定义.....275

8.1.4 组态王与 PLC 设备的连接.....280

8.2 PLC 与显示屏的连接.....280

8.2.1 eView 公司的小型可编程文本显示器.....280

8.2.2 eView 公司的 MT500 系列触摸屏.....293

第9章 可编程控制器应用举例.....306

9.1 啤酒发酵自控系统.....306

9.1.1 啤酒发酵自控系统总体设计.....306

9.1.2 啤酒发酵自控系统工艺流程.....307

9.1.3 啤酒发酵自控系统 PLC	
选型和资源配置	308
9.1.4 啤酒发酵自控系统 PLC	
程序设计	310
9.1.5 系统程序模块	311
9.2 水处理系统	333
9.2.1 水处理控制系统总体设计	333
9.2.2 水处理自控系统工艺流程	334
9.2.3 水处理自控系统 PLC	
选型和资源配置	334
9.2.4 水处理自控系统 PLC	
程序设计	338
9.2.5 系统程序模块	339

第 10 章 PLC 通信高级应用 363

10.1 概述	363
10.2 PLC 与 PLC 通信程序设计 ...	363
10.2.1 由 PLC 组成的小型控制	
系统概述	363
10.2.2 系统设计	363
10.2.3 系统通信程序设计	367
10.3 PLC 与计算机通信程序设计 ...	382
10.3.1 PLC 与计算机通信系统	
概述	382
10.3.2 系统设计	382

附录 A 389



基础篇

- ▶ 第1章 可编程控制器基础知识
- ▶ 第2章 可编程控制器的硬件基础
- ▶ 第3章 可编程控制器的软件基础
- ▶ 第4章 可编程控制器的通信基础

第 1 章 可编程控制器基础知识

现代社会要求制造业对市场需求做出迅速的反应，生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品，为了满足这一需要，生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性。可编程控制器正是顺应这一潮流而出现的，它是以微处理器为基础的新型工业控制装置，已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

为了使读者能够对可编程控制器有个基本的了解和认识，本章将从以下 3 个方面来讲述可编程控制器的基本知识。

- (1) 可编程控制器的由来和发展；
- (2) 可编程控制器的基本特点；
- (3) 可编程控制器的基本功能。

1.1 可编程控制器的由来和发展

1.1.1 可编程控制器的产生

在现代化生产过程中，许多自动控制设备、自动化生产线都需要配备电气控制装置。比如电动机的启动与停止、液压系统的控制、运输机械的自动化控制、机床的自动控制及机器人的自动控制等。

电气控制装置的输入信号有按钮、开关、时间继电器、压力继电器、温度继电器、过电流继电器；电气控制装置的输出信号有接触器、继电器、电磁阀等。这些信号只有闭合与断开两种工作状态，也可以用数字量 0 或者 1 来表示元件的工作状态。这些物理量被称为开关量或者数字量信号。

与数字量信号相对应的还有另外一种信号，其输入信号是压力传感器、温度传感器、湿度传感器等信号，输出信号是伺服电机、电动阀、速度等控制信号。这类物理量是一种连续变化量，我们称之为模拟量或者模拟信号。

图 1-1 中显示的是最简单的一个开关量的示意图，当按钮没有被按下时，整个电路没有导通，此时白炽灯是不发光的；当按钮被按下时，电路回路导通，此时白炽灯被点亮发光。

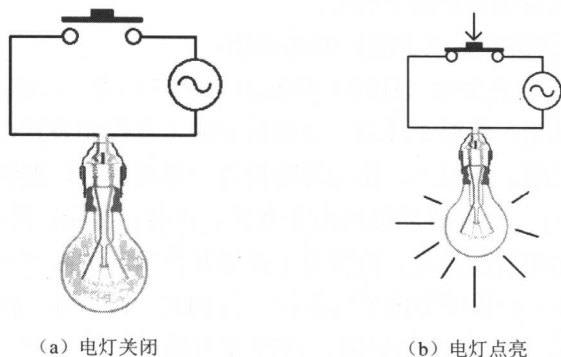


图 1-1 开关量举例

如图 1-2 所示, 这是一个阀门的关闭过程, 在这个过程中可以反映两个模拟量的调节过程: 一个是阀门的开度由最大值逐渐减小到 0; 另外一个液体的流量由最大减小到 0。这个实例在生活中是很常见的, 读者可以很容易理解。

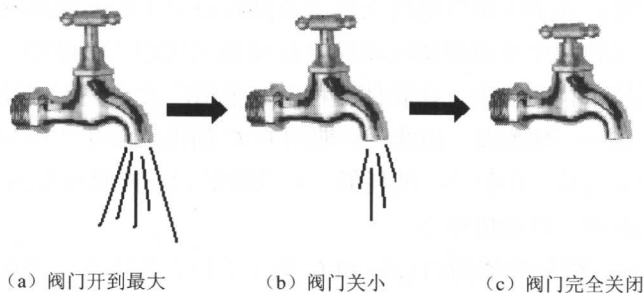


图 1-2 阀门开度调节过程

在 20 世纪 60 年代, 汽车生产流水线的自动控制系统基本上都是由继电器控制装置构成的。当时汽车的每一次改型都直接导致继电器控制装置的重新设计和安装。随着生产的发展, 汽车型号更新的周期愈来愈短, 这样, 继电器控制装置就需要经常地重新设计和安装, 十分费时、费工、费料, 甚至阻碍了更新周期的缩短。为了改变这一现状, 美国通用汽车公司在 1969 年公开招标, 要求用新的控制装置取代继电器控制装置, 并提出了 10 项招标指标, 即:

- (1) 编程方便, 现场可修改程序;
- (2) 维修方便, 采用模块化结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制装置;
- (4) 体积小于继电器控制装置;
- (5) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制装置竞争;
- (7) 输入可以是交流 115V;
- (8) 输出为交流 115V, 2A 以上, 能直接驱动电磁阀、接触器等;

(9) 在扩展时, 原系统只要很小变更;

(10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4KB。

1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 研制出第一台 PLC (可编程控制器), 在美国通用汽车自动装配线上试用, 获得了成功。这种新型的工业控制装置以其简单易懂、操作方便、可靠性高、通用灵活、体积小、使用寿命长等一系列优点, 很快地在美国其他工业领域推广应用。到 1971 年, 已经成功地应用于食品、饮料、冶金、造纸等工业。

这一新型工业控制装置的出现, 也受到了世界其他国家的高度重视。1971 年, 日本从美国引进了这项新技术, 很快研制出了日本第一台 PLC。1973 年, 西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。我国从 1974 年开始研制, 1977 年开始应用于工业。

1.1.2 可编程控制器的发展

早期的 PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 多少有点继电器控制装置的替代物的含义, 其主要功能只是执行原先由继电器完成的顺序控制、定时等。它在硬件上以准计算机的形式出现, 在 I/O 接口电路上做了改进以适应工业控制现场的要求。装置中的器件主要采用分立元件和中小规模集成电路, 存储器采用磁芯存储器。另外, 还采取了一些措施, 以提高其抗干扰的能力。在软件编程上, 采用广大电气工程技术人员所熟悉的继电器控制线路的方式——梯形图。因此, 早期的 PLC 的性能要优于继电器控制装置, 其优点是简单易懂、便于安装、体积小、能耗低、有故障显示、能重复使用等。其中 PLC 特有的编程语言——梯形图一直沿用至今。

20 世纪 70 年代, 微处理器的出现使 PLC 发生了巨大的变化。美国、日本、德国等一些厂家先后开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元 (CPU), 这样使 PLC 的功能大大增强。在软件方面, 除了保持其原有的逻辑运算、计时、计数等功能以外, 还增加了算术运算、数据处理和传送、通信、自诊断等功能。在硬件方面, 除了保持其原有的开关模块以外, 还增加了模拟量模块、远程 I/O 模块、各种特殊功能模块并扩大了存储器的容量, 使各种逻辑线圈的数量增加。除此以外, 还提供了一定数量的数据寄存器。

进入 20 世纪 80 年代中、后期, 由于超大规模集成电路技术的迅速发展, 微处理器的市场价格大幅度下跌, 使得各种类型的 PLC 所采用的微处理器的档次普遍提高。而且, 为了进一步提高 PLC 的处理速度, 各制造厂商还纷纷研制开发出专用逻辑处理芯片, 这样使得 PLC 软、硬件功能发生了巨大变化。

1985 年, 国际电工委员会 (IEC) 对 PLC 作出了定义: “可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为在工业环境应用而设计。它采用一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令, 并通过数字或模拟式输入/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外部设备, 都按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

在世界上众多的可编程控制器生产厂商中, 有几家举足轻重的公司, 它们是美国的 Rockwell 公司、GE 公司, 德国的西门子 (Siemens) 公司和法国的施耐德 (Schneider) 公

司, 日本的三菱公司和欧姆龙 (Omron) 公司。这几家公司控制着全世界 80% 以上的可编程控制器市场, 他们的系列产品从微型可编程控制器到有上万个 I/O (输入/输出) 点的大型可编程控制器应有尽有。

1.2 可编程控制器的特点

1.2.1 PLC 的一般特点

PLC 的种类虽然千差万别, 但它们都有许多共同的特点。

(1) 编制程序简单

PLC 一般采用易于理解和掌握的梯形图语言及面向工业控制的简单指令编制程序, 非常形象直观。对于小型 PLC 而言, 几乎不需要任何专门的计算机知识, 特别适合现场工程技术人员使用。

(2) 控制系统构成简单、通用性强

虽然 PLC 种类繁多, 但由于其产品的系列化和模块化, 且软件包齐全, 用户可灵活组成各种规模和要求不同的控制系统。用户在硬件设计方面, 只需确定 PLC 的硬件配置和 I/O 的外部接线, 不需要诸如继电器之类的固体电子器件和大量繁杂的硬接线电路。当控制要求改变, 需要变更控制系统的功能时, 只要改变存储器中的控制程序即可。PLC 的输入、输出可直接与交流 220V、直流 24V 等强电相连, 并有较强的带载能力。

(3) 抗干扰能力强、可靠性高

PLC 是专为工业控制设计的, 能适应工业现场的恶劣环境。在 PLC 的设计和制造过程中, 采取了多层次抗干扰及精选元器件等措施, 使 PLC 的平均无故障时间通常在 20000 小时以上, 这是一般的其他电气设备做不到的。

绝大多数用户都将可靠性作为选取控制装置的首要条件, 因此, PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。在硬件方面, PLC 采取的抗干扰措施主要是隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般都用光电耦合器传递信号, 使 CPU 与外部电路完全切断电的联系, 有效地抑制外部干扰源对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中, 还设置了多种滤波电路, 以抑制高频干扰信号。在软件方面, PLC 设置了故障检测及自诊断程序用来检测系统硬件是否正常, 用户程序是否正确, 便于自动地做出相应的处理, 如报警、封锁输出、保护数据等。

(4) 易于操作及维护

PLC 的控制程序可通过其专用的编程器输入到 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改等操作, 还能对 PLC 的工作进行监控, 使得 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力, 能随时检查出自身的故障, 并显示给操作人员, 使操作人员能迅速检查、判断故障原因。由于 PLC 的故障率很低, 并且有完善的诊断和显示能力, 当 PLC 或外部的输入装置及执行机构发生故障时, 如

果是 PLC 本身的原因,在维修时只需要更换插入式模块及其他易损坏部件即可,既方便又减少影响生产的时间。

(5) 设计、施工、调试周期短

用 PLC 完成一项控制工程时,由于其硬、软件齐全,设计和施工可同时进行。由于用软件编程取代了继电器硬接线,实现控制功能,使得控制柜的设计及安装接线工作量大为减少,缩短了施工周期。同时,由于用户程序大都可以在实验室模拟调试,调好后再将 PLC 控制系统在生产现场进行联机调试,使得调试方便、快速、安全,因此大大缩短了设计和投运周期。

1.2.2 PLC 与继电器控制系统的比较

在 PLC 出现以前,继电器硬接线电路是逻辑、顺序控制的唯一执行者,它结构简单、价格低廉,一直被广泛应用。PLC 出现后,在几乎所有方面都大大超过了继电器控制,两者的性能比较如表 1-1 所示。

表 1-1 PLC 与继电器控制系统的比较

比较项目	继电器控制	可编程控制器
控制逻辑	硬件接线多,体积大,连线复杂	软件逻辑,体积小,接线少,控制灵活
控制速度	通过触点开关实现控制,动作速度受继电器硬件限制,一般十几毫秒	由半导体电路实现控制,指令执行时间短,一般为微秒级
定时控制	由时间继电器控制,精度差	由集成电路实现,精度高
设计与施工	设计、施工、调试必须按照顺序进行,周期长	系统设计完成后,施工与程序设计同时进行,周期短
可靠性和维护性	继电器触点寿命短,可靠性与维护性差	无触点,寿命长,可靠性高,有自诊断功能
价格	使用继电器、接触器等元件,价格低	使用大规模集成电路,价格高

1.2.3 PLC 与微机的区别

采用微电子技术制造的可编程控制器与微机一样,也由 CPU、ROM (或者 FLASH)、RAM、I/O 接口等组成,但又不同于一般的微机。可编程控制器特别采用了特殊的抗干扰技术,更适合于工业控制。

PLC 与微机各自的特点如表 1-2 所示。

表 1-2 PLC 与微机的特点比较

比较项目	可编程控制器	微 机
应用范围	工业控制	科学计算、数据处理、计算机通信等
使用环境	工业现场	具有一定温度、湿度的机房
输出/输出	控制强电设备,需要隔离	与主机采用弱电联系,不隔离
程序设计	一般使用梯形图语言,易于学习和掌握	编程语言丰富,如 C、C++等
系统功能	自诊断、监控	使用操作系统
工作方式	循环扫描方式和中断方式	中断方式

1.3 PLC 的功能

PLC 是采用微电子技术来完成顺序控制功能的自动化设备,可以在现场的输入信号作用下,按照预先输入的程序来控制现场的执行机构按照一定规律进行动作。其主要功能如下。

1.3.1 开关量控制

这是 PLC 基本的最广泛的应用领域,用来取代继电器控制系统,实现逻辑控制和顺序控制。它既可用于单机控制或多机控制,又可用于自动化生产线的控制。PLC 可根据操作按钮、限位开关及其他现场给出的指令信号或检测信号,控制机械运动部件进行相应的动作。

1.3.2 定时控制

PLC 为用户提供了一定数量的定时器,并设置了计时指令,一般可实现 $0.1\sim 999.9\text{s}$ 及 $0.01\sim 99.99\text{s}$ 的定时控制,也可以按照一定的方式进行定时时间的扩展。PLC 的定时控制精度高,定时时间设定方便、灵活,同时,PLC 还提供了高精度的时钟脉冲,用于准确地实时控制。

1.3.3 计数控制

PLC 为用户提供的计数器分为普通计数器、可逆计数器、高速计数器等,以完成不同用途的计数控制。当计数器的当前计数值变为 0(或设定值)或在某一数值范围时,发出控制命令。计数器的计数值可以在运行中被读出,也可以在运行中进行修改。

1.3.4 步进控制

PLC 能通过移位寄存器方便地完成步进控制功能。有些 PLC 专门设有步进控制指令,使得编程更为方便。此功能在进行顺序控制时非常有效。

1.3.5 数据处理

大部分 PLC 都具有不同程度的数据处理功能,如 F2 系列、C 系列、S7 系列等均能完成数据运算,如加、减、乘、除、乘方、开方等,逻辑运算如与、或、异或、求反等,以及数据的移位、比较、传递和数值的转换等操作。

1.3.6 模拟量处理

目前,很多 PLC 甚至小型机(如 P 型机、F 系列、S7 系列等)都具有模拟量处理功