

Broadview®
www.broadview.com.cn

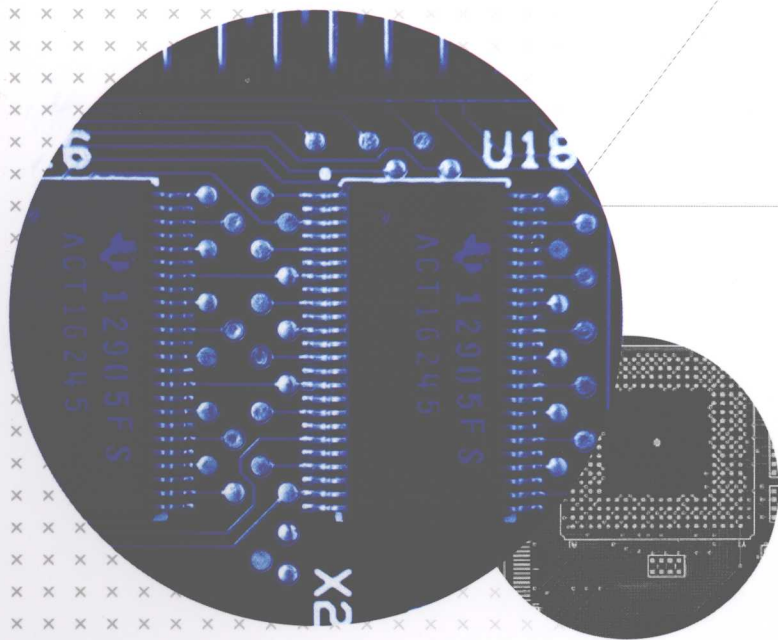
电子工程应用
精讲系列

西门子 PLC

常用模块与工业系统设计

实例精讲

马丁 编著



实例丰富
即学即用



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

电子工程应用
精讲系列

西门子 PLC

常用模块与工业系统设计

实例精讲

马丁 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

全书从工程实用的角度出发,以实例精讲的形式,详细介绍了西门子 PLC 常用模块与工业应用系统设计的方法与技巧。全书分 3 篇共 18 章,第一篇为 PLC 基础知识篇,简要介绍了 PLC 硬件结构、工作原理、PLC 的编程基础、S7-200/300 指令系统、STEP7 开发软件,引导读者入门;第二篇为 PLC 常用模块设计篇,通过 11 个模块设计实例,详细介绍了 PLC 的各种开发技术和使用技巧,这些模块实例基础典型实用,易学易懂,全部调试通过,几乎涵盖了所有的 PLC 开发技术;第三篇通过两个工业系统实例,对前面介绍的 PLC 常用模块进行了综合应用设计,帮助读者巩固所学知识,实现入门到精通的技术飞跃。

本书结构合理、内容翔实,讲解由浅入深、循序渐进,基础知识与大量实例结合叙述,工程实践性强。不但详细介绍了 PLC 的模块化编程思想,以及工业系统设计思路与流程,而且提供了 PLC 编程经验与技巧,帮助读者领悟 PLC 技术精髓,快速提升编程技能,步入高级工程师的行列。

本书配光盘一张,包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码,方便读者学习和使用。本书适合计算机、自动化、电子技术及硬件等相关专业的大学生,以及从事 PLC 开发的科研人员使用。

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

西门子 PLC 常用模块与工业系统设计实例精讲 / 马丁编著. —北京:电子工业出版社, 2009.6
(电子工程应用精讲系列)
ISBN 978-7-121-08710-3

I. 西… II. 马… III. 可程序控制器—程序设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 063556 号

责任编辑:江立

印刷:北京智力达印刷有限公司

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:787×1092 1/16 印张:24.75 字数:556 千字

印次:2009 年 6 月第 1 次印刷

印数:4000 册 定价:55.00 元(含光盘 1 张)

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 zllts@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 是工控自动化领域应用最为热门的技术。PLC 全称为 Programmable Logic Controller, 即可编程逻辑控制器, 主要用于代替继电器实现逻辑控制。随着计算机技术的发展, PLC 的功能不断扩展和完善, 远远超出了逻辑控制的范围, 具有了 PID、A/D、D/A、算术运算、数字量智能控制、监控及通信联网等多方面的功能, 逐渐变成了实际意义上的一种工业控制计算机, 现在广泛用于机电控制、电气控制、数据采集、网络通信传输等多个领域。

PLC 系列中西门子应用最为深入, 是大学里计算机硬件、电子、自动化及相关专业的必修课。但目前市场上同类的 PLC 书中, 介绍基础原理的较多, 而对常用模块的开发实例涉及甚少, 从常用模块到工业应用系统的实例提高更是空白。本书的出版弥补了这种不足。

本书内容

全书从工程实用的角度出发, 通过实例精讲的形式, 详细介绍了西门子 PLC 常用模块与工业应用系统设计的方法与技巧。全书分 3 篇共 18 章, 具体内容安排如下:

第一篇为 PLC 基础知识篇, 包括第 1~4 章, 简要介绍了 PLC 硬件结构、工作原理、PLC 的编程基础、S7-200/300 指令系统、STEP7 开发软件, 引导读者入门。已经具备了 PLC 编程基础的读者可以跳过这部分。

第二篇为 PLC 常用模块设计篇, 包括第 5~16 章, 通过 11 个模块设计实例, 详细介绍了 PLC 的各种开发技术和使用技巧。这些模块实例基础典型实用, 易学易懂, 全部调试通过, 几乎涵盖了所有的 PLC 开发技术, 读者通过学习可以理解掌握 PLC 各个模块的编程原理与应用方法。

第三篇为两个工业系统实例, 通过电气控制和机电控制两个系统实例, 对前面的 PLC 用模块进行了综合应用设计, 帮助读者巩固所学知识, 实现举一反三, 完成入门到精通的技术飞跃。

本书配光盘一张, 包含了全书所有实例的硬件原理图和程序源代码, 方便读者学习和使用。本书适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的大学生, 以及从事 PLC 开发的科研人员使用。

本书特色

本书作者长期从事 PLC 方面的编程设计工作，具有丰富的实践经验，从而保证了本书良好的实用性和指导性。归纳本书，具有以下一些特点。

(1) 本书以实战为主，讲解了 11 个 PLC 常用模块设计实例。这些实例实用、基础、典型，易学易懂，全部调试通过，几乎涵盖了所有的 PLC 开发技术。

(2) 两个工业系统实例，对 PLC 的基本知识和常用模块进行了综合应用，有利于读者巩固所学知识，举一反三，设计水平产生质的飞跃。

(3) 书中实例采用梯形图和 STL 语言编程结合的形式，适合各级读者学习。重点介绍 PLC 的模块化编程思想、工业系统设计思路以及编程经验与技巧，帮助读者解决各种设计问题。

(4) 本书盘书结合，光盘中包括实例章节的梯形图文件和程序源代码，读者稍加修改，便可应用于自己的工作中，物超所值。

读者与作者

本书比较适合计算机、自动化、电子及硬件等相关专业的学生进行学习，同时也可供从事 PLC 开发的科研人员参考使用。

本书主要由马丁编写。另外，唐清善、邱宝良、周克足、刘斌、李永怀、李宁宇、刘伟捷、黄小欢、严剑忠、黄小宽、李彦超、付军鹏、张广安、贾素龙、王艳波、金平、徐春林、谢正义、郑贞平、张小红等在资料收集、整理和技术支持方面做了大量的工作，在此一并向他们表示感谢！

由于时间仓促，加之作者的水平有限，书中难免存在一些不足之处，欢迎广大读者批评和指正。

目 录

第一部分 PLC 基础知识篇

第 1 章 PLC 入门概述	2	2.1.5 结构文本 ST	19
1.1 PLC 的定义与发展趋势	2	2.1.6 顺序功能图 SFC	19
1.2 PLC 特点、分类与应用	4	2.2 指令原理与执行格式	20
1.2.1 PLC 的特点	4	2.2.1 指令执行原理	20
1.2.2 PLC 的分类	5	2.2.2 PLC 指令格式	23
1.2.3 PLC 的应用范围	6	2.3 PLC 存储器的划分	24
1.3 PLC 的硬件结构	7	2.3.1 S7-200/300 CPU 存储器	25
1.3.1 PLC 的一般组成	7	2.3.2 S7-200/300 中的系统存储区	26
1.3.2 S7-200 的结构特点	9	2.4 PLC 程序组织	27
1.4 PLC 的工作原理	10	2.5 用户程序结构	29
1.4.1 循环扫描	10	2.5.1 结构化程序	29
1.4.2 I/O 响应时间	12	2.5.2 块的种类	29
1.5 S7 产品特点与性能指标	13	2.6 数制与二进制逻辑	31
1.5.1 S7-200 新一代产品	13	2.6.1 数制	31
1.5.2 S7-300 产品简介	14	2.6.2 带点分隔符的十进制记数法	34
1.5.3 PLC 的性能指标	15	2.6.3 二进制逻辑函数	34
1.6 本章小结	16	2.7 数据类型及寻址方式	36
第 2 章 PLC 编程基础	17	2.7.1 数据类型	36
2.1 PLC 的编程语言	17	2.7.2 寻址方式	39
2.1.1 PLC 编程语言的国际标准	17	2.8 本章小结	41
2.1.2 梯形图 LAD	18	第 3 章 S7-200/300 指令系统	42
2.1.3 语句表 STL	18	3.1 位逻辑指令	42
2.1.4 功能块图 FBD	19	3.2 比较指令	50
		3.3 转换指令	53
		3.4 计数器指令	63
		3.5 数据块指令	70
		3.6 逻辑控制指令	70

3.7	整数算术运算指令	73
3.8	浮点算术运算指令	81
3.8.1	浮点算术运算指令概述	81
3.8.2	判断浮点算术运算指令后 状态字的位	82
3.8.3	基本指令	82
3.8.4	扩展指令	86
3.9	赋值指令	90
3.10	程序控制指令	91
3.11	移位和循环指令	100
3.11.1	移位指令	100
3.11.2	循环指令	106
3.12	状态位指令	107
3.13	定时器指令	111
3.14	字逻辑指令	124
3.15	本章总结	129
第4章	STEP 7 编程软件	130
4.1	STEP 7 概述	130
4.1.1	STEP 7 的功能	130
4.1.2	STEP 7 的安装提示	131
4.1.3	STEP 7 的授权使用	131
4.1.4	SIMATIC 管理器	131
4.1.5	使用帮助	132
4.2	项目结构	133
4.2.1	新项目的创建	133
4.2.2	项目结构	134
4.3	硬件组态	134
4.3.1	硬件组态窗口	135
4.3.2	主机架的配置	136
4.3.3	CPU 参数设置	137
4.3.4	I/O 模块参数设置	139
4.3.5	机架扩展	141
4.4	STEP 7 编程	142
4.4.1	程序结构	142
4.4.2	程序语言	143
4.4.3	程序编辑器	144

4.4.4	符号编程	145
4.4.5	用 LAD 编写程序逻辑块	147
4.5	下载与测试	148
4.5.1	建立在线连接	148
4.5.2	下载	149
4.5.3	上传	149
4.5.4	测试程序	150
4.6	本章小结	150

第二部分 常用模块设计 实例篇

第5章	PLC 接口模块设计简介	152
5.1	西门子 PLC 接口模块介绍	152
5.2	PLC 程序设计的常用方法	153
5.3	PLC 程序设计的一般步骤	153
5.4	PLC 程序设计技巧与经验	154
5.5	本章小结	158
第6章	PLC 电源模块设计	159
6.1	实例说明	159
6.2	硬件基础介绍	159
6.3	硬件电路结构图	162
6.4	软件设计	163
6.4.1	S7-300 系列	164
6.4.2	S7-400 系列	170
6.5	实例总结	173
第7章	PLC 数字量接口：输入模块 设计	174
7.1	实例说明	174
7.2	设计方法分析	174
7.3	实现方法与步骤	177
7.3.1	硬件设计	177
7.3.2	软件设计	179
7.4	运行结果与总结	190

第 8 章 PLC 数字量接口：输出	
模块设计	191
8.1 实例说明.....	191
8.2 设计方法分析.....	191
8.3 实现方法与步骤.....	193
8.3.1 硬件设计.....	193
8.3.2 软件设计.....	193
8.4 运行结果与总结.....	205
第 9 章 PLC 模拟量接口：输入	
模块设计	206
9.1 实例说明.....	206
9.2 设计方法分析.....	206
9.3 实现方法与步骤.....	212
9.3.1 硬件设计.....	212
9.3.2 软件设计.....	212
9.4 运行结果与总结.....	226
第 10 章 PLC 模拟量接口：输出	
模块设计	227
10.1 实例说明.....	227
10.2 设计方法分析.....	227
10.3 实现方法与步骤.....	231
10.3.1 硬件设计.....	231
10.3.2 软件设计.....	232
10.4 运行结果与总结.....	252
第 11 章 PLC 计数器模块设计	253
11.1 实例说明.....	253
11.2 设计方法分析.....	253
11.3 实现方法与步骤.....	254
11.3.1 硬件设计.....	254
11.3.2 软件设计.....	255
11.4 运行结果与总结.....	268
第 12 章 PLC 称重模块设计	269
12.1 实例说明.....	269
12.2 设计方法分析.....	269
12.3 实现方法和步骤.....	276
12.4 运行结果与总结.....	279
第 13 章 PLC 位置控制模块设计	280
13.1 位置控制模块概述.....	280
13.2 PLC 控制异步电机实例.....	280
13.2.1 实例说明.....	280
13.2.2 设计方法分析.....	280
13.2.3 实现方法和步骤.....	283
13.2.4 运行结果与总结.....	286
13.3 PLC 控制步进电动机设计	
实例.....	286
13.3.1 实例说明.....	286
13.3.2 设计方法分析.....	286
13.3.3 实现方法和步骤.....	297
13.3.4 运行结果与总结.....	302
第 14 章 PLC 闭环控制模块设计	303
14.1 闭环控制模块概述.....	303
14.2 PID 控制器说明.....	305
14.3 脉冲发生器的应用实例.....	306
14.3.1 实例说明.....	306
14.3.2 设计方法分析.....	306
14.3.3 程序代码说明.....	308
14.3.4 运行结果与总结.....	310
14.4 连续控制器的应用实例.....	311
14.4.1 实例说明.....	311
14.4.2 设计方法分析.....	311
14.4.3 实现方法与步骤.....	313
14.4.4 运行结果与总结.....	313
第 15 章 PLC 显示与人机界面	
模块设计	314
15.1 PLC 系统的人机界面概述.....	314

第三部分 综合系统设计 实例篇

15.1.1 人机界面设计的方法和 步骤	314
15.1.2 人机界面设计的设计过程 以及原则	314
15.2 人机界面模块应用实例	315
15.2.1 实例内容和说明	315
15.2.2 设计方法分析	315
15.2.3 实现方法与步骤	317
15.2.4 运行结果与总结	327
第 16 章 PLC 通信网络模块设计	328
16.1 PLC 通信功能介绍	328
16.2 S7 的通信网络及分类	328
16.3 通信模块应用实例	331
16.3.1 实例说明	331
16.3.2 设计方法分析	331
16.3.3 实现方法与步骤	334
16.3.4 运行结果与总结	341
第 17 章 PLC 电气控制设计实例	344
17.1 实例说明	344
17.2 设计方法分析	345
17.3 硬件电路设计	346
17.4 软件程序设计	348
17.5 运行结果与总结	371
第 18 章 PLC 机电控制系统设计 实例	372
18.1 实例说明	372
18.2 设计思路分析	373
18.3 硬件电路设计	373
18.4 软件程序设计	373
18.5 运行结果与总结	385

第一部分

PLC 基础知识篇

- ◆ 第 1 章 PLC 入门概述
- ◆ 第 2 章 PLC 编程基础
- ◆ 第 3 章 S7-200/300 指令系统
- ◆ 第 4 章 STEP 7 编程软件

第 1 章

PLC 入门概述

PLC 从诞生至今，虽然只有短短 30 年的历史，但是得到了异常迅猛的发展，并与 CAD/CAM、机器人技术一起，被誉为当代工业自动化的三大支柱，现在广泛应用在机电控制、电气控制、数据采集、网络通信运输等多个领域。本章将介绍 PLC 产品特点、分类、硬件结构以及工作原理。

1.1 PLC 的定义与发展趋势

早期的可编程控制器称为可编程逻辑控制器，简称 PLC，主要用于代替继电器实现逻辑控制。随着计算机技术的发展，可编程逻辑控制器的功能不断扩展和完善，已远远超出了逻辑控制的范围，具有了 PID、A/D、D/A、算术运算、数字量智能控制、监控及通信联网等多方面的功能，且已变成了实际意义上的一种工业控制计算机。于是，美国电器制造商协会（NEMA）将其正式命名为 Programmable Controller（可编程控制器），简称 PC。由于它与个人计算机（Personal Computer）的简称 PC 相同，所以人们仍习惯将其称为 PLC。

1987 年 2 月，国际电工委员会（IEC）对可编程控制器的定义是：可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，是专为在工业环境下的应用而设计的。它采用一类可程序的存储器，用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令，并通过数字式或模拟式输入/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连成一个整体、易于扩充功能的原则设计。

随着 PLC 迅速发展，PLC 的功能越来越强大，应用范围也越来越广泛，遍及国民经济的各个领域，形成了能够满足各种需要的 PLC 应用系统。PLC 的发展逐渐体现出以下趋势。

1. 向小型化、微型化和大型化、多功能两个方向发展

PLC 的主要应用领域是自动化,不同的企业对自动化的要求、规模及投资数额都不相同,存在着不同层次的需求。因此,PLC 将朝两个方向发展,一是向小型化、微型化的方向发展,以适应小型企业技术改造的需求,提供性能价格比更高的小型 PLC 控制系统;二是向大型化、多功能方向发展,为大、中型企业提供高水准的 PLC 控制系统。其共同特点是,现代 PLC 的结构和功能不断改进,产品更新换代周期越来越短,并不断地向高性能、高速度、高性能价格比方向发展。

2. 过程控制功能不断增强

在 PLC 发展的初期,它只能完成开关量逻辑控制。随着 PLC 技术的发展,出现了模拟量 I/O 模块和专门用于模拟量闭环控制(过程控制)的智能 PID 模块。现代 PLC 的模拟量控制功能日益强大,除了专门用于模拟量闭环控制的 PID 指令和智能 PID 模块外,一些 PLC 还具有了模糊控制、自适应控制和参数自指定功能,使调试时间减少,控制精度提高。在过程控制方面,已经很难分清 PLC 与工业控制计算机、分散控制系统之间的界限。

3. 大力开发智能 I/O 模块

智能 I/O 模块是以微处理器和存储器为基础的功能部件,它们的 CPU 与 PLC 的主 CPU 并行工作,占用主 CPU 的时间很少,有利于提高 PLC 的扫描速度。主要包括模拟量 I/O 高速计数输入、中断输入、运动控制、热电偶输入、条形码阅读器、多路 BCD 码输入/输出、模糊控制器、PID 回路控制、通信等模块。

智能 I/O 模块本身就是一个小的微型计算机系统,具有很强的信息处理能力和控制功能,有的模块甚至可以自成系统,单独工作。它们可以完成 PLC 的主 CPU 难以兼顾的功能,简化某些控制领域的系统设计和编程,提高 PLC 的适应性和可靠性。

4. 与个人计算机日益紧密结合

个人计算机价格便宜,有很强的数据运算、处理和分析能力。目前,个人计算机主要用做 PLC 的编程器、操作站或人/机接口终端等。在工业控制现场,可以将 PLC 与加固型的工业计算机连接在同一网络上,这种网络价格低、用途广,已经得到了广泛使用。

将可编程控制器计算机化,使大型可编程控制器具备个人计算机的功能,是 PLC 的另一发展趋势。这类 PLC 采用功能强大的微处理器和大容量的存储器,将逻辑控制、模拟量控制、数学运算和通信功能紧密结合在一起。可编程控制器与个人计算机、工业控制计算机、分散控制系统在功能和应用方面互相渗透,互相融合,使控制系统的性价比不断提高。

5. 编程语言趋向标准化

与个人计算机相比,以前可编程控制器的硬件、软件的体系结构是封闭的,而不是开放的。在硬件方面,各厂家的 CPU 模块和 I/O 模块互不通用,通信网络和通信协议往往也不是专用的。各厂家 PLC 的编程语言和指令系统的功能和表达方式也不一致,有的甚至有

相当大的差异，因此各厂家的可编程控制器互不兼容。为了解决这一问题，IEC 制定了可编程控制器标准 IEC1131，其中 IEC1131-3 中制定了编程语言的标准。

目前，已有越来越多的工控产品厂商推出了符合 IEC1131-3 标准的 PLC 指令系统或在个人计算机上运行的软件包，并提供多种编程语言供用户选择使用。一些公司已做出规划，准备以个人计算机为基础，在 Windows 平台上开发符合 IEC1131-3 标准的全新一代开放体系结构的可编程控制器。

6. 通信与联网能力不断增强

可编程控制器的通信和联网功能可以使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与个人计算机等其他智能设备之间能够进行数字信息交换，形成一个统一的整体，实现分散控制或集中控制。现在，几乎所有的 PLC 产品都有通信联网功能，通过双绞线、同轴电缆或光纤，信息可以传送到几十公里远的地方；通过 Modem 和互联网，可以使 PLC 与世界上其他地方的计算机装置进行通信。

目前，有的 PLC 使用专用的通信协议进行通信，或使用较多厂商支持的通信协议和通信标准，如现场总线。为了尽量减少用户在通信编程方面的负担，PLC 的通信功能日趋完善，使设备之间的通信能够自动周期性地自动进行，不需要用户为通信编程，用户的工作只是在组成系统时做一些硬件或软件上的初始化设置。

1.2 PLC 特点、分类与应用

1.2.1 PLC 的特点

作为一种新型的工业自动控制装置，PLC 具有以下一些特点。

1. 高可靠性和强抗干扰能力

高可靠性和强抗干扰能力是 PLC 最突出的特点之一，主要表现在以下方面。

- 用软件代替传统继电器控制系统中大量的中间继电器和时间继电器，只剩下与输入和输出有关的少量硬件，接线大大减少，因触点接触不良造成的故障大为减少。
- 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。
- 各输入端均采用 RC 滤波器，并采取屏蔽措施。
- 采用性能优良的开关电源。
- 对采用的器件进行严格的筛选。
- 良好的自诊断功能，一旦电源或其他软、硬件发生异常情况，CPU 立即采用有效措施，以防止故障扩大。
- 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三个 CPU 构成的表决系统，使可

靠性更进一步增强。

因此, PLC 具有很高的可靠性和很强的抗干扰能力, 平均无故障工作时间可达数万小时, 可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场并持续工作。

2. 丰富的 I/O 接口模块

为了实现与工业生产过程控制中的各种工业现场设备的相互连接, PLC 除具有普通计算机的基本部分(如 CPU、存储器等)外, 还有丰富的 I/O 接口模块。对不同的工业现场信号(交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等), 设计有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备(按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、控制阀等)直接连接。

另外, 为了提高系统的操作灵活性, 许多 PLC 还有多种人-机对话的接口模块, 为了组成工业局部网络, 还有多种通信联网的接口模块等。

3. 灵活性好

为了适应各种工业控制需要, 除了一些小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件, 包括 CPU、电源、I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

相对于传统的电气控制线路, PLC 为改进和修改原设备提供了极其方便的手段, 通过修改或重新编写应用程序, 就可以用一台 PLC 实现不同的控制功能。

4. 编程简单易学

PLC 大多采用梯形图作为主要的编程语言。梯形图是一种面向用户的编程语言, 它的表达方式类似于继电器控制系统电路图, 具有形象直观、易学易懂的特点。

对于熟悉继电器控制电路图的电气技术人员来说, 很快就可以学会梯形图语言, 并用来编制用户所需程序。

5. 系统安装简单, 维修方便

PLC 不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接, 即可投入运行。

PLC 的各种模块上大多都有运行和故障指示装置, 便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构, 因此一旦某模块发生故障, 用户可以通过更换模块的方法, 使系统迅速恢复运行。

1.2.2 PLC 的分类

目前, PLC 的种类很多, 规格性能不一。通常可根据它的结构形式、容量或功能进行分类。

1. 按结构形式的分类

按照硬件的结构形式, PLC 可分为如下几类。

(1) 整体式 PLC: 这种结构的 PLC 将电源、CPU、输入输出部件等集中配置在一起, 装在一个箱体内, 通常称为主机。整体式结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格较低等特点, 但主机的 I/O 点数固定, 使用起来不太灵活。小型的 PLC 通常使用这种结构, 适用于比较简单的控制场合。

(2) 模块式 PLC: 也称为积木式结构, 即把 PLC 的各组成部分以模块的形式分开, 如电源模块、CPU 模块、输入模块、输出模块等, 把这些模块插在底板上, 组装在一个机架内。这种结构的 PLC 配置灵活、装配方便、便于扩展, 但结构较复杂, 价格较高。大型的 PLC 通常采用这种结构, 适用于比较复杂的控制场合。

(3) 叠装式 PLC: 这是一种新的结构形式, 它吸收了整体式和模块式 PLC 的优点, 如三菱公司的 FX2 系列 PLC, 它的基本单元、扩展单元和扩展模块等高窄, 但是长度不同。它们不用基板, 仅用扁平电缆, 紧密拼装后组成一个整齐的长方体, 输入、输出点数的配置也相当灵活。

2. 按容量的分类

PLC 的容量主要是指其输入/输出点数。按容量大小, 可将 PLC 分为如下几类。

(1) 小型 PLC: I/O 点数一般在 256 点以下;

(2) 中型 PLC: I/O 点数一般在 256~1024 点之间;

(3) 大型 PLC: I/O 点数在 1024 点以上。

3. 按功能的分类

按 PLC 功能强弱, 可分为如下几类。

(1) 低档机: 具有逻辑运算、计时、计数等功能, 有的有一定的算术运算、数据处理和传送等功能, 可实现逻辑、顺序、计时计数等控制功能。

(2) 中档机: 除具有低档机的功能外, 还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送等功能, 可完成既有开关量又有模拟量的控制任务。

(3) 高档机: 除具有中档机的功能外, 还具有带符号运算、矩阵运算等功能, 使得运算能力更强, 还具有模拟量调节、强大的联网通信等功能, 能进行智能控制、远程控制、大规模控制, 可构成分布式控制系统, 实现工厂自动化管理。

当然, 上述分类的标准不是固定的, 而是随 PLC 整体性能的提高在不断变化。

1.2.3 PLC 的应用范围

由于 PLC 自身的特点和优势, 在工业控制中 PLC 得到了广泛应用, 包括机械、冶金、化工、电力、运输、建筑等众多领域, 应用范围也在不断扩大。PLC 主要的应用领域包括以下几个方面。

1. 开关逻辑和顺序控制

这是 PLC 应用最广泛、最基本的场合。它的主要功能是完成开关逻辑运算和进行顺序逻辑控制，从而可以实现各种简单或十分复杂的控制要求。

2. 模拟控制

在工业生产过程中，由于许多连续变化的物理量需要进行控制，如温度、压力、流量、液位等，这些都属于模拟量。为了实现工业领域对模拟量控制的广泛要求，目前大部分 PLC 产品都具备处理这类模拟量的功能。特别是在系统中模拟量控制点数不多，同时混有较多的开关量时，PLC 具有其他控制装置所无法比拟的优势。另外某些 PLC 产品还提供了典型控制策略模块，如 PID 模块，从而可实现对系统的 PID 等反馈或其他模拟量的控制运算。

3. 定时控制

PLC 具有很强的定时、计数功能，它可以为用户提供数十甚至上百个定时与计数器。其定时时间间隔可以由用户设定。对于计数器，如果需要对于频率较高的信号进行计数，可以选择高速计数器。

4. 数据处理

新型 PLC 都具有数据处理的能力，它不仅能进行算术运算、数据传送，还有数据比较、数据转换、数据显示打印等功能，有些 PLC 还可以进行浮点运算、函数运算。

5. 信号连锁系统

信号连锁是安全生产所需的。在信号连锁系统中，采用高可靠性的 PLC 是安全生产的要求。对安全要求高的系统还可采用多重的检出元件和连锁系统，而对其中的逻辑运算等，可采用冗余的 PLC 实现。

6. 通信

可以把 PLC 作为下位机，与上位机或同级的可编程序控制器进行通信，完成数据的处理和信息的交换，实现对整个生产过程的信息控制和管理，因此 PLC 是实现工厂自动化的理想工具。

1.3 PLC 的硬件结构

1.3.1 PLC 的一般组成

工业自动化控制中使用的 PLC 种类很多，不同类型的产品各有特点，但 PLC 在组成、工作原理及编程方法等许多方面是基本相同的。下面主要介绍其一般组成。

PLC 是以微处理器为基础，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来

的一种新型、通用的自动控制装置，其硬件组成与微型计算机相似。一般地，PLC 主要由中央处理单元（CPU）、存储器、I/O 接口、电源及其他可选组件构成。前三大部分是 PLC 完成各种控制任务所必需的，一般称为 PLC 的基本组成部分，如图 1-1 所示。其他可选组件包括编程器、外存储器、I/O 模块及通信接口等。

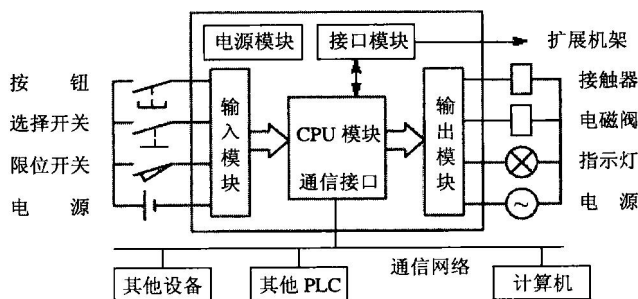


图 1-1 PLC 的基本组成

1. 中央处理单元（简称 CPU）

中央处理单元是 PLC 的控制中枢，其性能决定了 PLC 的性能。CPU 由控制器、运算器和寄存器组成。这些电路都集成在一块芯片上。PLC 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储器和输入/输出接口电路相连。CPU 主要具有以下作用。

- 接收并存储用户程序和数据，用扫描方式通过输入/输出部件接收现场信号信息，并将输入状态或数据存入输入映像区或数据寄存器中。
- 检查电源、存储器及 PLC 内部电路的工作状态，并诊断用户程序中的语法错误。
- PLC 进入运行状态后，从存储器逐条读取用户指令，经过命令解释后，按指令规定的任务进行数据传送，完成用户程序中规定的逻辑或算术运算，产生相应的控制信号去启动或关闭有关的控制电路以完成规定的操作。
- 根据运算结果，更新状态标志位和数据寄存器的内容，经输出部件实现输出控制。

2. 存储器

存储器是具有记忆功能的半导体电路，主要用于存放系统程序、用户程序和工作数据等。存储器由存储体、地址译码电路、读/写控制电路及数据寄存器组成。PLC 中使用的存储器由只读存储器 ROM、随机存储器 RAM 及可擦除的只读存储器 EPROM 组成。存储器容量是衡量 PLC 性能的一个重要指标。

3. 输入/输出模块

PLC 的输入/输出信号分为开关量、模拟量和数字量三种。输入/输出模块是 PLC 与工业生产现场设备相连的桥梁。

输入接口模块接收来自现场检测部件或其他部件传来的各种状态控制信号，由接口电