



21世纪全国本科院校电气信息类**创新型**应用人才培养规划教材

# PLC原理及应用

主 编 缪志农 郭新年



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材

# PLC 原理及应用

主 编 繆志农 郭新年  
副主编 魏金民 冯明琴  
参 编 陈 洪 周荣富



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 内 容 简 介

本书从实际应用出发,介绍了常用的低压电器、继电器接触器系统的基本电路,以及电气控制系统设计;重点以 PLC 应用为主要目的,系统阐述了 PLC 的工作原理、S7-300 PLC 的结构、接口模块、硬件组态配置、指令系统、编程规则、工业网络及 PLC 通信组态等内容,简单介绍了 S7-200 PLC 的系统配置和指令系统;结合具体工程实例,对工程上常用 PLC 控制系统的设计思想、设计步骤、设计方法及调试维护等进行了详尽的讲述。

本书通过大量由浅入深的 PLC 应用实例,引导读者逐步认识、熟悉和应用 PLC,为 PLC 的开发和深入应用打下坚实的基础。

本书主要为从事控制工程工作的技术人员学习 PLC 知识而编写,可作为电气工程、自动化、机电一体化等专业及其他相关专业的大学本科教材,也可供广大工程技术人员参考使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

PLC 原理及应用/缪志农,郭新年主编. —北京:北京大学出版社,2010.9

(21 世纪全国本科院校电气信息类创新型应用人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-17797-6

I. ①P… II. ①缪…②郭… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181316 号

书 名: PLC 原理及应用

著作责任者: 缪志农 郭新年

责任编辑: 程志强

标准书号: ISBN 978-7-301-17797-6/TP

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: [pup\\_6@163.com](mailto:pup_6@163.com)

印 刷 者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 324 千字

2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

---

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

# 前 言

可编程序逻辑控制器（PLC）是一种新型的具有极高可靠性的通用工业自动化控制装置。它既可以取代传统的继电器接触器控制系统，也可以进行复杂的过程控制，构成分布式自动化控制系统。它具有可靠性高、功能强、编程简单、通用性好、使用方便、体积小、重量轻以及易于扩展等一系列优点。因此，已广泛应用于建材、石油、冶金、电力、化工、机械制造、汽车、轻工及文化娱乐等各行各业，随着 PLC 性能价格比的不断提高，应用领域也将不断扩大。PLC 技术、计算机辅助设计/计算机辅助生产（CAD/CAM）和机器人技术，并称为当代工业生产自动化的三大支柱，学习和掌握 PLC 技术对自动化工作者来说是必不可少的。

近年来，德国 SIEMENS 公司 SIMATIC S7 系列的 PLC，在我国已广泛应用于各行各业生产过程的自动控制中。在我国的大中型企业中，SIEMENS 公司的 S7-200/300 系列的 PLC 有着最广泛的应用和最高的市场占有率。

本书以 SIMATIC S7-200 和 S7-300 系列 PLC 为样机，从工程应用的角度出发，进行相关内容的介绍，力求突出应用性和实践性。本书可作为高等院校、电气工程、自动化、测控、机电一体化、计算机应用等相关专业的教材，也可作为广大电气工程技术人员参考书。

本书由攀枝花学院缪志农和郭新年任主编；攀枝花学院魏金民和冯明琴任副主编；攀枝花学院陈洪和周荣富参加了本书的编写工作。其中第 1 章、第 4.1 节、第 4.2 节由郭新年编写，第 2、3 章由缪志农编写，第 6 章由陈洪编写，第 4.3 节、第 5 章、第 7 章由魏金民编写，冯明琴为本书的编写提出了方向性的指导，并提出了很多宝贵建议。本书由周荣富统稿并审定。

本书在编写过程中得到了攀枝花学院电信工程学院许多老师的大力帮助，同时参考了很多同仁的教材，在此一并表示感谢！

由于时间仓促，加之编者水平所限，书中疏漏和失误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者  
2010 年 6 月

# 目 录

<b>第 1 章 PLC 概述</b> .....	1	<b>4.2 S7-200 PLC 的基本指令</b> .....	47
1.1 PLC 的发展过程和发展趋势 .....	2	4.2.1 基本逻辑指令 .....	48
1.1.1 PLC 的由来(从继电器控制 系统到 PLC 控制系统) .....	2	4.2.2 立即 I/O 指令(LDI、LDNI、 AI、ANI、OI、ONI、=I、 SI、RI) .....	51
1.1.2 PLC 的发展过程 .....	4	4.2.3 逻辑堆栈指令 .....	53
1.1.3 PLC 的发展趋势 .....	5	4.2.4 取非触点指令和空操作 指令 .....	56
1.2 PLC 的特点及应用 .....	6	4.2.5 正/负跳变触点指令 .....	56
1.2.1 PLC 的特点 .....	6	4.2.6 定时器指令 .....	57
1.2.2 PLC 的应用 .....	7	4.2.7 计数器指令 .....	61
1.3 PLC 的分类 .....	8	4.2.8 比较指令 .....	64
1.3.1 按结构形式分类 .....	8	4.2.9 顺序控制继电器指令 .....	65
1.3.2 按 I/O 点数分类 .....	9	<b>4.3 编程软件 STEP 7-Micro/WIN32</b> 介绍 .....	67
小结 .....	9	4.3.1 编程软件概述 .....	67
习题 .....	10	4.3.2 编程软件的使用 .....	77
<b>第 2 章 PLC 的结构与工作原理</b> .....	11	4.3.3 用编程软件监控和调试 程序 .....	84
2.1 PLC 的硬件组成及各单元的作用 ..	12	小结 .....	90
2.2 PLC 的工作原理 .....	18	习题 .....	90
2.3 PLC 的性能指标 .....	21	<b>第 5 章 S7-300 PLC 编程基础</b> .....	93
2.3.1 基本原则 .....	21	5.1 S7-300 PLC 的指令系统 .....	95
2.3.2 PLC 系统的性能 .....	23	5.1.1 位逻辑指令 .....	96
小结 .....	26	5.1.2 定时器与计数器指令 .....	102
习题 .....	26	5.1.3 数据处理指令 .....	108
<b>第 3 章 S7 系列 PLC 的硬件系统</b> .....	28	5.1.4 控制指令 .....	120
3.1 S7 系列 PLC 概述 .....	29	5.2 STEP 7 编程软件的使用 .....	124
3.2 S7-300 PLC 系统的基本组成 .....	31	5.2.1 STEP 7 简介 .....	124
3.3 S7-300 PLC 的硬件基本组成 .....	33	5.2.2 项目的创建与项目的 结构 .....	125
小结 .....	38	5.2.3 硬件组态 .....	129
习题 .....	38	5.2.4 参数设置 .....	130
<b>第 4 章 S7-200 PLC 编程基础</b> .....	39	5.2.5 符号表 .....	133
4.1 S7-200 PLC 编程概述 .....	40	5.2.6 逻辑块 .....	134
4.1.1 编程语言 .....	40		
4.1.2 S7-200 系列 PLC 的编程 元件 .....	41		
4.1.3 寻址方式 .....	45		
4.1.4 用户程序的结构 .....	47		



5.2.7 S7-PLCSIM 仿真软件在程序调试中的应用 .....	136	6.4.2 带点动功能的电动机启动、停止控制程序 .....	162
5.2.8 用变量表调试程序 .....	137	6.4.3 电动机正、反转控制程序 .....	163
5.2.9 故障诊断 .....	140	6.4.4 电动机星-三角启动控制程序 .....	165
小结 .....	142	6.4.5 通电禁止输出程序 .....	166
习题 .....	143	6.4.6 闪烁控制程序 .....	166
<b>第6章 PLC 应用系统设计 .....</b>	<b>147</b>	<b>6.5 减少 PLC 输入/输出点的方法 .....</b>	<b>167</b>
6.1 PLC 应用系统设计的内容和步骤 .....	148	6.5.1 减少 PLC 输入/输出点的意义 .....	167
6.1.1 PLC 应用系统设计的内容 .....	148	6.5.2 减少 PLC 输入/输出点的方法 .....	167
6.1.2 PLC 应用系统设计的步骤 .....	149	6.6 PLC 在工业控制中的应用 .....	170
6.2 PLC 应用系统的硬件配置 .....	150	小结 .....	173
6.2.1 PLC 机型的选择 .....	150	习题 .....	173
6.2.2 开关量 I/O 模块的选择 .....	152	<b>第7章 PLC 的通信及网络 .....</b>	<b>175</b>
6.2.3 模拟量 I/O 模块的选择 .....	153	7.1 工厂自动化通信及网络概述 .....	176
6.2.4 智能 I/O 模块的选择 .....	153	7.1.1 工厂自动化网络结构 .....	177
6.3 PLC 应用系统的程序设计 .....	154	7.1.2 通信的基本知识 .....	178
6.3.1 程序设计的内容及步骤 .....	154	7.1.3 S7 系列 PLC 的通信网络 .....	181
6.3.2 用户应用程序的设计方法 .....	156	7.2 S7-300 网络及应用 .....	182
6.3.3 梯形图程序的编写规则 .....	159	7.2.1 S7-300 通信部件介绍 .....	182
6.3.4 设计用户应用程序过程中应注意的问题 .....	160	7.2.2 S7-300 PLC 的通信 .....	187
6.4 PLC 应用程序的常用基本环节编程 .....	161	小结 .....	212
6.4.1 电动机启动、停止控制程序 .....	161	习题 .....	213
		<b>附录 A 特殊存储器 SM 标志位 .....</b>	<b>214</b>
		<b>参考文献 .....</b>	<b>215</b>



# 第1章

# PLC 概述



## 本章介绍

可编程序逻辑控制器(Programmable Logical Controller, PLC)是以微处理器为基础,有机地综合了计算机技术、自动化控制技术、通信技术发展起来的一种通用自动控制装置,是当代工业生产自动化的重要支柱。本章主要讲述 PLC 的产生、定义、发展过程和发展趋势以及 PLC 的特点、应用及其分类。

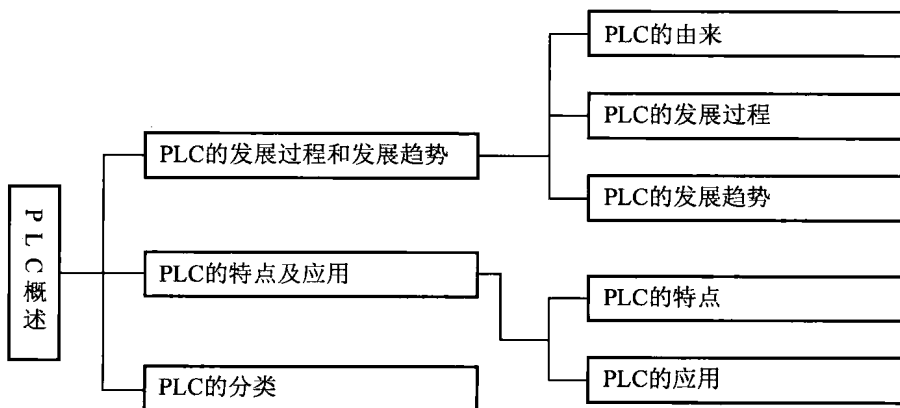


## 学习目标

- 了解 PLC 发展过程和发展趋势。
- 理解 PLC 的特点及应用。
- 理解 PLC 的分类。
- 掌握 PLC 与继电器控制系统的异同。



## 本章知识结构





## 1.1 PLC 的发展过程和发展趋势

### 1.1.1 PLC 的由来(从继电器控制系统到 PLC 控制系统)

#### 1. 继电器控制系统

【例 1.1】三相异步电动机启动控制的继电器电路如图 1.1 所示。

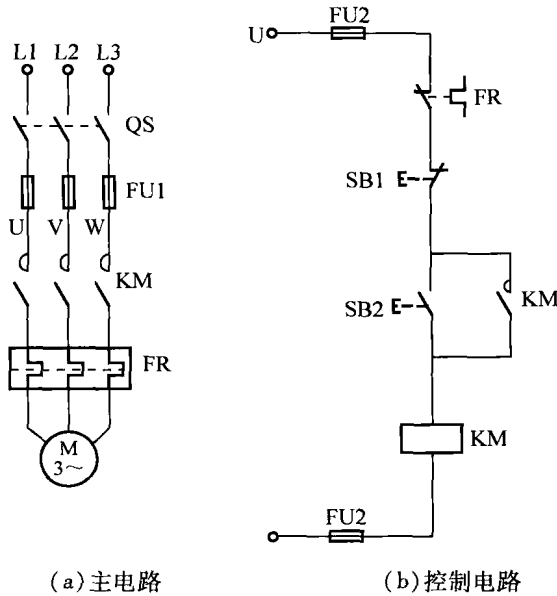


图 1.1 电动机启动控制的继电器电路

工作原理:

(1) 合上电源开关(手动开关)。

(2) 启动。按下启动按钮 SB2→交流接触器 KM 线圈得电:

① KM 常开主触点闭合→电动机接通电源启动并运行;

② KM 辅助触点闭合(自锁)。

(3) 停止。按下停止按钮 SB1→接触器 KM 线圈失电:

① KM 常开主触点断开→电动机断电停转;

② KM 自锁触点断开。

(4) 保护作用:当电动机过载时,热继电器动作,FR 的常闭触点断开,KM 线圈失电,电动机停转。

该控制系统中的输入设备有启动按钮 SB2、停止按钮 SB1 和热继电器触点,其输入信号是通过按钮 SB1、SB2 和热继电器 FR 的常闭触点发出的;输出设备为交流接触器 KM,其输出信号是由 KM 线圈发出的,KM 线圈得电,电动机旋转,KM 线圈失电,电动机停转;其控制电路是输入和输出信号之间的逻辑关系,由导线把各元件连接起来;被控对象是三相异步电动机。







20 世纪以来,继电器控制系统被广泛地应用到工业生产的各个领域,其控制系统结构图可以抽象为如图 1.2 所示。由该图可知,继电器控制系统是由输入电路、继电器控制电路、输出电路和生产现场共 4 部分组成的。其输入电路是由按钮、行程开关、传感器等组成,用来向系统送入控制信号;输出电路是由接触器、电磁阀、指示灯等执行元件构成,用来控制各种被控对象,如电动机等;继电器控制电路是指通过导线将分立的继电器、元器件等连接起来所构成的电路,对工业现场实施控制;生产现场是指被控制的对象或生产过程。

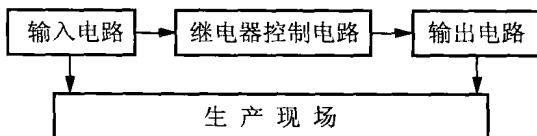


图 1.2 继电器控制系统结构图

## 2. PLC 控制系统

在 PLC 问世之前,传统的生产机械采用的是继电器控制系统。继电器控制系统存在着体积大、耗电多、在复杂的系统中可靠性低、维修和改变控制逻辑困难等缺点,越来越不适应现代工业发展的需要,迫切需要一种新型的自动控制装置替代传统的继电器控制系统来实现工业自动控制。

1968 年美国通用汽车公司(GE)为了适应生产工艺的不断更新和汽机产品不断变化的需要,以求在激烈竞争中占有优势,对外公开招标,需要一种新型的控制装置来取代继电器控制系统,这种装置要满足 10 个要求,即:

- (1) 编程简单方便,可在现场修改程序;
- (2) 硬件维护方便,最好是插件式结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制系统;
- (4) 体积小于继电器控制系统;
- (5) 可将数据直接送入管理计算机;
- (6) 在成本上可与继电器控制设备竞争;
- (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;
- (9) 在扩展时,原有系统只需很小改动;
- (10) 用户程序存储器容量至少可扩展到 4KB。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了能满足上述 10 项要求的世界上第一台 PLC(PDP-14 型),安装在通用汽车公司的汽车装配线上,并获得了成功,它既具有继电器控制系统的外部特性,又具有计算机的可编程性以及灵活性,开创了工业控制新纪元。从此,可编程控制器迅速发展起来。

用可编程序逻辑控制器来代替继电器控制电路,就构成了 PLC 控制系统,集中型 PLC 控制系统结构图如图 1.3 所示。



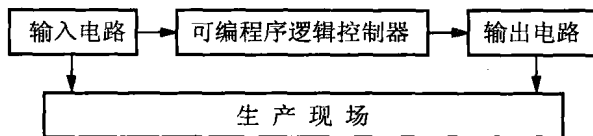


图 1.3 集中型 PLC 控制系统结构图

PLC 控制系统与继电器控制系统相比，两者的相同之处：输入、输出部分基本相同，输入电路都是由按钮、开关、传感器构成，输出电路也都是由接触器、电磁阀、指示灯构成。不同之处：继电器控制系统中的控制线路被 PLC 中的程序代替了。

### 3. PLC 的定义

可编程序逻辑控制器是在继电器控制技术和计算机控制技术的基础上开发出来的，并逐渐发展成为以微处理器为核心，把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业自动控制装置，目前已被广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中。

由于可编程序逻辑控制器一直在发展变化之中，到目前为止，还没有一个统一的定义。国际电工委员会(IEC)在 1987 年对可编程序逻辑控制器的定义如下：可编程序逻辑控制器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。它采用可编程序的存储器，在其内部存储和执行逻辑运算、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。

### 1.1.2 PLC 的发展过程

从第一台可编程序逻辑控制器问世到目前，PLC 的发展过程可分为 4 个阶段。

#### 1. 第一阶段(1969—1972 年)

这一阶段可编程序逻辑控制器的特点为：功能简单，主要是逻辑运算、定时、计数；机种单一，没有形成系列；与继电器控制装置相比，可靠性有一定提高；CPU 由中、小规模集成电路组成。

#### 2. 第二阶段(1973—1978 年)

该阶段可编程序逻辑控制器的特点为：增加了数字运算、传递、比较等功能，能完成模拟量控制；初步形成系列；可靠性进一步提高，开始具备自诊断功能；存储器采用 EPROM。

#### 3. 第三阶段(1979—1984 年)

该阶段可编程序逻辑控制器的特点为：PLC 的功能和处理速度大大增加，向多微处理器发展；具有通信功能和远程 I/O 能力；增加了多种特殊功能，如浮点数运算、平方、三角函数等自诊断功能，容错技术迅速发展。

#### 4. 第四阶段(1984 年以后)

该阶段可编程序逻辑控制器的特点为：能完成对整个车间(或整个工厂)的监控，可在



CRT 上显示多种多样的现场图像, CRT 的画面可代替仪表盘的控制, 可做各种控制和管理工作, 十分灵活方便; 可将多台 PLC 连接起来与大系统连成一体, 网络资源可以共享; 编程语言除了传统的梯形图、流程图、语句表以外, 还有用于机床控制的数控语言等。

### 1.1.3 PLC 的发展趋势

虽然 PLC 发展至今只有四十多年的历史, 但随着微处理器技术的发展, 可编程序逻辑控制器也得到了迅猛发展, 并以其良好的性能满足了生产的需要。为了适应不同场合和不同要求的控制需要, PLC 还将朝着以下几个方向发展。

#### 1. CPU 处理速度进一步加快、容量进一步扩大

为了提高 PLC 的处理能力, 要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。大型 PLC 都采用多微处理器系统, 可以进行多任务操作, 这样 PLC 执行指令的速度将达到纳秒级, 处理速度得到提高; 在存储容量方面, 有的 PLC 厂家已使用了磁盘存储器或硬盘, 使得存储容量大大增加, 从而满足了复杂控制系统的需要。

#### 2. 向超大型方向发展

为了满足大规模控制系统的需要, PLC 的 I/O 点数、微处理器的位数都将增加, 也将采取多 CPU 并行工作和增加存储器容量来提升 PLC 的功能。

#### 3. 小型化、高性能、低成本、简单实用

PLC 正由整体结构向小型模块化结构发展。小型 PLC 配置更加灵活, 功能不断增强, 并将以前大、中型 PLC 才有的功能部分移植到其上, 如模拟量处理等。目前已开发出了各种简易、经济的小型 PLC, 最小配置的 I/O 点数为 8~16 点, 来适应单机及小型自动控制的需要, 如西门子公司 S7-200 系列 PLC。

#### 4. PLC 控制系统将与智能控制系统进一步的相互渗透和结合

为了满足特殊功能的需要, 近年来出现了很多智能模块, 如通信模块、快速响应模块、模拟量 I/O 模块、高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等, 这些带 CPU 和存储器的智能模块, 可以完成 PLC 的主 CPU 难以兼顾的功能, 简化了某些控制系统的系统设计, 扩展了 PLC 功能, 提高了 PLC 的适应性和可靠性, 扩大了 PLC 应用范围。

#### 5. 加强网络通信能力

加强 PLC 网络通信的能力, 是 PLC 的一个重要发展趋势。多个 PLC 之间以及 PLC 与计算机之间的联网和通信能力的不断增强, 构成整个工厂的自动化控制系统, 可以有效地节省资源, 降低成本, 提高系统的可靠性和灵活性。为了加强网络和通信能力, PLC 生产厂家之间也在协商制订通用的通信标准, 来构成更大的网络系统。PLC 已成为集散控制系统(DCS)不可缺少的重要组成部分。



## 6. 实现软硬件的标准化

生产 PLC 的厂家很多,在硬件方面,各厂家的 CPU 和 I/O 模块互不通用;在软件方面,各厂家的 PLC 的编程语言和指令系统的功能和表达方式也不一样,因此,各厂家的 PLC 互不兼容,为了消除这种弊端,制定 PLC 的国际标准也是今后发展的趋势。

# 1.2 PLC 的特点及应用

## 1.2.1 PLC 的特点

PLC 是为适应工业环境使用的计算机,它具有以下几个特点。

### 1. 可靠性高,抗干扰能力强

在硬件方面,PLC 采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成,另外还采取了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施;在软件方面,PLC 采用了故障检测、自动恢复等措施,所以 PLC 能在一个具有很强的电磁干扰、电噪声、极端温度、过电压、欠电压、振动和湿度很大的工业环境中可靠地工作,因此其平均无故障时间可达几十万小时。

### 2. 编程简单,使用方便

PLC 没有采用计算机控制中所使用的汇编语言来编程,而是采用“梯形图”语言来进行编程。这种梯形图语言与继电器控制电路图相类似,形式简练,容易掌握,不需要专业的计算机知识。广大电气工程人员都可以在比较短的时间内学会用梯形图编制控制程序。PLC 还提供了功能表图、语句表等编程语言,梯形图、功能表图、语句表之间还可以相互转换,使用起来非常灵活方便。

### 3. 通用性好

PLC 是通过程序来实现控制的,所以相同的硬件配置可以控制不同的被控对象,同一台 PLC 可用于不同的控制对象,只要改变软件就可以实现不同的控制要求。目前,PLC 品种齐全的各种硬件装置,可以方便灵活地组成能满足各种要求的控制系统,通用性好。在组成控制系统以后,即使生产工艺流程改变或生产设备更新,也不必更新 PLC 硬件,只需改编程序就可以满足新的控制要求。因此,在工厂自动化中广泛采用 PLC。

### 4. 功能强

PLC 的功能非常强,不仅具有逻辑运算、算术运算、计时、计数、步进控制等功能,还可实现模拟量的输入/输出、功率驱动、通信联网、人机对话、自检、记录显示、生产过程监控、打印及报表生成等功能,既可单独构成控制系统,又可以和其他计算机系统、控制设备一起组成分布式控制系统,来实现控制一台生产机械、一条生产线,或控制一个生产过程。





### 5. 接线简单

PLC 的接线相当简单,只需把输入信号的设备(如按钮、开关等)与 PLC 输入端子相连,接收输出信号的执行元件(如交流接触器、电磁阀等)与 PLC 输出端子相连就可以了。

### 6. 其他方面

PLC 具有体积小、重量轻、功耗低的特点。

## 1.2.2 PLC 的应用

PLC 把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体,在国内外已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工及文化娱乐等各行各业,随着 PLC 性能价格比的不断提高,应用领域也不断扩大。从应用角度来看,PLC 的应用大致可以分为以下几个方面。

### 1. 开关量逻辑控制

PLC 设置了与(AND)、或(OR)、非(NOT)等逻辑指令,能处理继电器触点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接。可以利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能来实现逻辑控制,用以取代传统的继电器控制。例如,机合机床、印刷机械、装配生产线及电梯的控制等。开关量逻辑控制是 PLC 最基本的应用,也是 PLC 最广泛的应用领域。

### 2. 定时控制

PLC 为用户提供了若干个计时器(定时器),并设置了计时指令,计时器的计时值可以由用户在编程时设定。程序投入运行以后,PLC 将根据用户设定的计时值对某个操作进行限时控制和延时控制,以满足生产工艺的要求。

### 3. 计数控制

PLC 为用户提供了若干个计数器,并设置了计数指令,计数器的计数值可以由用户在编程时设定,程序投入运行以后,PLC 将根据用户设定的计数值对某个输入信号计数,并对某个操作进行计数控制,以满足生产工艺的要求。

### 4. 闭环过程控制

PLC 能对大量的过程参数(例如:温度、压力、流量、液位等)进行控制。大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能,有的小型 PLC 也具有模拟量输入/输出,所以 PLC 可实现模拟量控制,而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制,用于过程控制,当过程控制中某个变量出现偏差时,PID 控制算法能计算出正确的输出,把变量保持在设定值上。其 PID 闭环控制功能已广泛应用于冶金、锅炉、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。



## 5. 数据处理

现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、数据转换、数据排序和查表等功能，可对数据进行采集、分析和处理，在机械加工中，PLC 已作为主要的控制和管理系统用于 CNC 系统中，来完成大量的数据处理工作。

## 6. 通信联网

PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间、多台 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间、PLC 和其他智能设备之间的通信，来实现信息的交换，从而可组成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，满足工厂自动化系统发展的需要。

## 7. 具有监控功能

PLC 能记忆某些异常情况或发生异常情况时自动中止运行。利用 PLC 组成监控系统可进行数据采集与处理，监控生产过程。

# 1.3 PLC 的分类

PLC 发展至今，其产品种类繁多，其功能也不尽相同。分类时，通常根据其结构形式的不同和 I/O 点数的多少来进行考虑。

### 1.3.1 按结构形式分类

根据 PLC 结构形式的不同，可以把 PLC 分为整体式、模块式以及叠装式 3 种类型。

#### 1. 整体式 PLC

整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 模块等紧凑地集中装在一个标准机箱内，构成一个整体。它具有结构紧凑、体积小、性价比较高的特点。微型、小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元（称为主机）和扩展单元组成。基本单元内有 CPU 模块、I/O 模块、电源以及扩展端口等。扩展单元内没有 CPU，只有 I/O 和电源。整体式 PLC 一般还配有特殊功能单元，如模拟量单元、位置控制单元等。基本单元和扩展单元通过扩展电缆相连，来构成 PLC 不同的配置。

#### 2. 模块式 PLC

模块式 PLC 是把 PLC 的各个组成部分，划分为若干个单独的模块，并将这些模块独立地进行物理封装，如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块和各种功能模块。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成，由于各模块的功能相互是独立的，外形尺寸是统一的，所以安装时将模块装在框架或基板上即可。这种模块式 PLC 的特点是组成灵活，可根据需要进行配置来实现不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。大、中型 PLC 多采用这种模块式结构形式。





### 3. 叠装式 PLC

把整体式和模块式的特点结合起来,构成了叠装式 PLC。叠装式 PLC 由基本单元、扩展模块和特殊功能模块组成,它们之间通过总线进行连接,由基本单元统一管理。这种类型 PLC 的特点是扩充性能好,模块丰富,配置灵活、安装方便,扩大了 PLC 的应用范围,改善了 PLC 的控制性能,能够适用于各种复杂、恶劣的分布式或集中环境,所以叠装式 PLC 得到迅速发展。

#### 1.3.2 按 I/O 点数分类

根据 PLC 的输入/输出点数的多少可以把 PLC 分为小型、中型和大型 3 种类型。

##### 1. 小型 PLC

小型 PLC 的 I/O 点数通常在 256 点以下,用户存储器容量在 4KB 以下,其主要实现开关量控制,常用于单机控制、小型控制场合或开发机电一体化产品。这种机型的特点是体积小、价格低。例如,美国通用电气(GE)公司生产的 GE-I 型 PLC,美国得州仪器公司生产的 TI100 型 PLC,日本三菱电气公司生产的 F、F1、F2 型 PLC,日本立石公司(欧姆龙)生产的 C20、C40 型 PLC,德国西门子公司生产的 S7-200 型 PLC,日本东芝公司生产的 EX20、EX40 型 PLC,中外合资无锡华光电子工业有限公司生产的 SR-20/21 型 PLC。

##### 2. 中型 PLC

中型 PLC 的 I/O 点数通常为 256 ~ 2048 点,用户程序存储器容量为(2 ~ 8)KB,其功能不仅可以实现开关量控制和模拟量控制,还具有很强的数字计算能力,其通信功能和模拟量处理能力也很强。常用于中型控制场合,如复杂和逻辑控制系统和连续生产过程控制场合等。例如,德国西门子公司生产 S7-300 型 PLC,中外合资无锡华光电子工业有限公司生产 SR-400 型 PLC,德国西门子公司生产的 SU-5、SU-6 型 PLC,日本立石公司生产的 C-500 型 PLC,GE 公司生产的 GE-III 型 PLC。

##### 3. 大型 PLC

大型 PLC 的 I/O 点数通常大于 2048 点,用户存储器容量达到(8 ~ 16)KB,这种机型具有计算、控制和调节的功能,有很强大的通信联网能力。它由 CRT 来监视过程的动态流程,常用于大型控制场合,如过程自动化控制和过程监控系统。例如,德国西门子公司生产的 S7-400 型 PLC、GE 公司生产的 GE-IV 型 PLC、立石公司生产的 C-2000 型 PLC、三菱公司生产的 K3 型 PLC。

## 小 结

可编程序逻辑控制器是“专为在工业环境下应用而设计”的工业控制专用计算机,它集控制、计算机、通信技术于一体,功能强、可靠性高、编程简单、维护方便、应用广泛。





(1) PLC 是计算机技术与继电接触式控制技术相结合的产物, 是技术进步的必然结果。

(2) PLC 从结构上可分为整体式、模块式和叠装式; 从容量上可以分为小型、中型和大型。

(3) PLC 是为取代继电器控制系统而产生的, 因而两者之间存在一定的联系。PLC 与继电器控制系统具有相同的逻辑关系, 但 PLC 使用的是计算机技术, 用程序来实现逻辑关系, 而不是由实际电路来实现逻辑关系。

(4) PLC 的功能不断增强, 使 PLC 的应用领域不断扩大, 应用方式更加丰富。

(5) PLC 总的发展趋势是: 高性能、高速度、高集成度、容量大、体积小、成本低、联网通信能力强。

## 习 题

1. PLC 有哪些主要特点?
2. 简述 PLC 的发展过程与发展趋势。
3. PLC 控制系统与继电器控制系统相比有哪些异同?
4. 简述 PLC 的主要功能。





# 第2章

## PLC 的结构与工作原理



### 本章介绍

PLC 是一种固态电子装置，主要利用输入/输出装置的回授信号及储存程序，控制机械或程序的操作。在工厂自动化(FA)系统中，PLC 因为具备价格便宜、系统稳定及环境适应性佳的特点，故一直为自动化业界所采用。

本章主要介绍 PLC 的基本结构、各组成部分的基本原理及构成、分析 PLC 工作过程及对工业控制极为重要的响应时间等，帮助了解 PLC 的使用与选型。



### 学习目标

- 了解 PLC 基本结构。
- 理解 PLC 的工作原理。
- 了解 PLC 端口扫描对系统响应时间的影响。
- 了解 PLC 的性能指标。



### 本章知识结构

