

中等职业教育电类专业规划教材

可编程序控制器 技术与应用

(西门子系列)

◎ 程 周 丛书主编
◎ 常 辉 主编



内容简介

中等职业教育电类专业规划教材

可编程序控制器技术与应用

(西门子系列)

程周丛书主编

常辉主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是中等职业教育电类专业规划教材之一。

本书主要以西门子 S7-200 PLC 为对象,以 S7-200 PLC 的应用技术为重点。全书共分 6 章,主要内容有 PLC 基础知识,包括 PLC 的特点、应用以及 PLC 的组成和工作原理;S7-200 PLC 基本结构及编程软件的使用;PLC 的内部资源和常用指令的使用及应用实例;PLC 的功能指令及应用;PLC 的顺序控制设计方法以及 PLC 应用系统的设计和实例。每章后均配有相应的习题供学习时使用。

本书可供专业为电气自动化专业、机电控制技术专业、电子技术及应用专业、自动化仪表专业的中等职业学校、技工学校的学生使用,也可作为工程技术人员的参考书。

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

可程序控制器技术与应用:西门子系列/常辉主编. —北京:电子工业出版社,2008.10

中等职业教育电类专业规划教材

ISBN 978-7-121-07358-8

I. 可… II. 常… III. 可程序控制器—专业学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 137629 号

策划编辑:白楠

责任编辑:李影 白楠 特约编辑:王新永

印刷:北京季峰印刷有限公司

装订:三河市万和装订厂

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:11 字数:281.6 千字

印次:2008 年 10 月第 1 次印刷

印数:4 000 册 定价:17.00 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 zlts@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

可编程序控制器（PLC）是一种以计算机为核心，综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术等现代科技而发展起来的一种通用新型工业自动化控制装置。在工业控制领域从单机自动化到生产线自动化乃至生产自动化；从工业机器人、数控设备到柔性制造系统（FMS），PLC 充当了重要的角色，并展现了强劲的发展态势。PLC 以其可靠性高、灵活性强、使用方便的优势，迅速占领了工业控制领域。它与 CAD/CAM 和工业机器人一起被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。近年来可编程序控制器技术受到广大从事自动控制和机电一体化技术人员的重视。

鉴于可编程序控制器技术在工业控制领域的重要性，许多职业院校将其作为机电、电气自动化、数控等专业的专业课程。因此我们组织了相关专业老师，经过认真调研，并结合目前我国工业控制领域中 PLC 的应用情况，选择了有较高性价比和市场份额的西门子公司 S7-200 系列小型 PLC 作为编写对象。在本书的编写过程中，力求体现职业教育的性质、任务和培养目标，坚持以就业为导向、以能力培养为本位的原则，突出教材的实用性、适用性和先进性。

全书共 6 章，第 1 章介绍了 PLC 的基础知识，包括 PLC 的定义、发展、应用以及 PLC 的组成和工作原理。第 2 章介绍了 S7-200PLC 的基本结构以及编程软件和仿真软件的使用。第 3 章是 PLC 程序设计基础，主要介绍了 PLC 的内部资源、编址寻址的方式以及 PLC 的基本指令的功能和应用，并列举了一些工程应用的实例。第 4 章介绍了 PLC 的功能指令及其应用。第 5 章程序设计方法重点介绍了 PLC 的顺序控制的设计方法及其应用。第 6 章介绍了 PLC 控制系统设计方法并以实例来说明实现的方法。在编写过程中，编者力求做到语言流畅、叙述清楚、讲解细致，所有内容都立足便于实际应用和教学，并融进编者的经验和成果。

本教材适用于中等职业学校、技工学校中机电、自动化、数控等专业的学生，在使用中建议采用讲练结合的方式，要特别重视 PLC 在实际控制中的应用。除了适当的理论教学外，有条件的话可以加大实验实训的比例，课时分配建议如下：

章 节	建议理论课时	建议实训课时	小 计
第 1 章	4	4	8
第 2 章	4	4	8
第 3 章	8	8	16
第 4 章	6	6	12
第 5 章	6	8	14
第 6 章	6	6	12
合计	34	36	70

本书由安徽职业技术学院常辉主编，并亲自编写了第1、第3、第5章。安徽职业技术学院的杨林国老师编写了第2章，安徽水利水电职业技术学院的何强老师编写了第4、第6章。本书在编写过程中得到了安徽职业技术学院乔德宝、程周、张栩、洪应、温晓玲等老师的关心和帮助，在此表示衷心的感谢。

为了方便教师教学，本书还配有教学指南、电子教案及习题答案（电子版），请有此需要的教师登录华信教育资源网（www.huaxin.edu.cn 或 www.hxedu.com.cn）免费注册后再进行下载，如果有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系（E-mail:hxedu@phei.com.cn）。

由于作者水平所限，书中难免有疏漏和错误之处，欢迎广大读者提出宝贵意见。作者 E-Mail: changhui_70@163.com

编者

2008年6月



章	节	学时	学时	学时
第1章	1.1	4	4	4
第2章	2.1	4	4	4
第3章	3.1	8	8	8
第4章	4.1	8	8	8
第5章	5.1	8	8	8
第6章	6.1	8	8	8
合计		36	36	36

目 录

第 1 章 PLC 基础知识	1
1.1 PLC 的产生、定义与发展	1
1.1.1 PLC 的产生	1
1.1.2 PLC 的定义	2
1.1.3 PLC 的发展	2
1.2 PLC 的特点、应用与分类	4
1.2.1 PLC 的特点	4
1.2.2 PLC 的应用	5
1.2.3 PLC 的分类	6
1.3 PLC 的基本组成和工作原理	7
1.3.1 PLC 的基本组成	7
1.3.2 PLC 的工作原理	12
1.4 PLC 主要性能指标和产品	15
1.4.1 PLC 主要性能指标	15
1.4.2 PLC 主要产品	16
1.5 PLC 与其他控制系统的比较	18
1.5.1 PLC 与继电器控制系统的比较	18
1.5.2 PLC 与微型计算机的比较	19
1.5.3 PLC 与单片机控制系统的比较	20
本章小结	21
习题 1	22
第 2 章 认识 S7-200 PLC	23
2.1 S7-200 系列 PLC 概述	23
2.1.1 初识 S7-200 CPU	23
2.1.2 扩展功能模块	27
2.2 STEP7-Micro/WIN 编程软件简介	28
2.2.1 STEP7-Micro/WIN 编程软件的安装	28
2.2.2 PLC 与计算机通信的建立和设置	28
2.2.3 编程软件的基本使用方法	29
2.3 仿真软件的使用	34
2.3.1 导出 S7-200 的程序代码	34

2.3.2	仿真软件的进入	35
2.3.3	PLC 配置	35
2.3.4	载入程序	36
2.3.5	仿真调试程序	36
2.3.6	监视变量	36
本章小结		37
习题 2		38
第 3 章 PLC 程序设计基础		39
3.1	S7-200 PLC 编程语言和程序结构	39
3.1.1	S7-200 PLC 编程语言简介	39
3.1.2	S7-200 PLC 程序结构	40
3.2	S7-200 系列 PLC 的内部元件及寻址方式	41
3.2.1	S7-200 PLC 的编址方式和内部元件	41
3.2.2	寻址方式	45
3.3	基本逻辑指令及应用	47
3.3.1	梯形图绘制规则	47
3.3.2	基本逻辑指令	48
3.4	定时器指令及应用	57
3.4.1	定时器指令基本概念	57
3.4.2	各种定时器的工作情况	58
3.4.3	定时器应用举例	59
3.5	计数器指令及应用	62
3.5.1	计数器指令基本概念	62
3.5.2	各计数器的工作情况	62
3.5.3	计数器应用举例	64
3.6	基本指令综合应用举例	66
3.6.1	闪烁计数控制	66
3.6.2	仓库货物计数显示	67
3.6.3	仓库门自动开关控制	68
3.6.4	抢答器程序	71
3.6.5	三相异步电动机星—三角启动	72
3.6.6	自动装箱生产线控制程序	73
本章小结		77
习题 3		77
第 4 章 PLC 功能指令及应用		80
4.1	数据传送指令及应用	80

4.1.1	单一数据传送指令	80
4.1.2	字节立即传送指令	80
4.1.3	数据块传送指令	81
4.2	程序控制指令及应用	82
4.2.1	结束指令	82
4.2.2	暂停指令	82
4.2.3	看门狗复位指令	83
4.2.4	跳转指令	83
4.2.5	程序循环指令	84
4.2.6	与 ENO 指令	85
4.3	移位指令及应用	86
4.3.1	左、右移位指令	86
4.3.2	循环移位指令	87
4.3.3	寄存器移位指令	88
4.4	子程序的编写及调用	89
4.4.1	建立子程序	89
4.4.2	子程序的调用和子程序的返回	89
4.4.3	带参数的子程序调用	91
4.5	算术运算、逻辑运算指令	92
4.5.1	算术运算指令	92
4.5.2	逻辑运算指令	96
4.6	功能指令综合应用	98
	本章小结	99
	习题 4	100
第 5 章	顺序控制的程序设计	101
5.1	顺序控制设计基础	101
5.1.1	顺序控制设计概述	101
5.1.2	顺序功能图的基本概念	101
5.1.3	顺序功能图的基本结构	103
5.1.4	绘制功能图应注意的问题	104
5.2	顺序功能图的实现方法	105
5.2.1	利用顺序控制指令实现顺序功能图	105
5.2.2	利用启保停程序实现顺序功能图	107
5.2.3	利用置位复位指令实现顺序功能图	108
5.3	顺序功能图的应用	108
5.3.1	运料小车运动控制	108
5.3.2	某剪板机的控制	112

08	本章小结	115
08	习题 5	115
12	第 6 章 PLC 应用系统设计与实例	117
58	6.1 PLC 应用系统设计概述	117
58	6.1.1 PLC 应用系统设计的基本原则和主要内容	117
58	6.1.2 PLC 应用系统设计与调试的主要步骤	118
58	6.2 PLC 应用系统常用低压电器	120
18	6.2.1 开关电器	120
28	6.2.2 熔断器	121
08	6.2.3 主令电器	121
08	6.2.4 接触器	124
78	6.2.5 继电器	124
88	6.3 PLC 应用中若干问题	126
98	6.3.1 PLC 选型问题	126
98	6.3.2 干扰及抗干扰措施	127
98	6.3.3 节省 I/O 点数的方法	129
10	6.4 PLC 的安装与维护	130
50	6.4.1 PLC 的工作环境	130
50	6.4.2 PLC 的安装	130
00	6.4.3 控制系统的接线	131
80	6.4.4 PLC 的检修与维护	132
90	6.4.5 PLC 的故障诊断	133
001	6.5 PLC 应用举例	133
101	6.5.1 PLC 在液体混合装置控制中的应用	133
101	6.5.2 PLC 在十字路口交通灯控制中的应用	137
101	6.5.3 PLC 在机械手中的应用	139
101	本章小结	144
101	习题 6	145
101	习题参考答案	147
101	参考文献	166

第1章 PLC 基础知识

1.1 PLC 的产生、定义与发展

可编程序控制器是一种以计算机为核心,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术现代科技而发展起来的一种通用新型工业自动化控制装置。它具有结构简单,性能优越,可靠性高等优点,在工业自动化控制领域得到了广泛的应用,被誉为现代工业生产自动化的三大支柱之一。

1.1.1 PLC 的产生

20 世纪 60 年代末,由于市场的需要,工业生产从大批量、少品种的生产方式转变为小批量、多品种的生产方式。但是,当时这种大规模生产线的控制大多是继电器控制系统,这种控制系统体积大、耗电多,改变生产程序非常困难。1968 年美国通用汽车公司(GM),为了满足汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要,实现小批量、多品种生产,希望开发一种新型工业控制器。这种工业控制器能做到尽可能地减少重新设计和更换继电器控制系统及接线,以降低成本,缩短周期。GM 公司针对这种设计目标,对新型工业控制器提出了 10 项指标:

- (1) 编程方便,现场可修改程序;
- (2) 维修方便,采用插件式结构;
- (3) 可靠性高于继电器控制装置;
- (4) 数据可直接输入管理计算机中;
- (5) 输入电源可为市电;
- (6) 输出电源可为市电,负载电流要求 2A 以上,可直接驱动电磁阀和接触器等电气元件;
- (7) 用户存储器容量大于 4KB;
- (8) 体积小于继电器控制装置;
- (9) 扩展时原系统变更最少;
- (10) 成本与继电器控制装置相比,有一定竞争力。

这 10 项指标实际上就是现在可编程序控制器的最基本的功能。核心思想是用计算机代替继电器控制柜;用程序代替继电器控制线路的硬接线;输入/输出信号可与外部装置直接相连。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)按照这 10 项指标制成了世界上第一台可编程序



控制器（PLC）PDP-14，在美国通用汽车公司生产线上应用并取得了成功，从此开创了可编程序控制器的时代。

这一新型工业控制装置的出现，也得到了世界其他国家的高度重视。1971 日本从美国引进了这项新技术，很快就研制出了日本第一台 PLC。1973 年，西欧国家也研制出他们的第一台 PLC。我国的 PLC 从 1974 年开始研制，于 1977 年开始工业应用。

从 20 世纪 70 年代初开始，不到 30 年时间里，PLC 生产发展成了一个巨大的产业。据不完全统计，现在世界上生产 PLC 及其网络的厂家有 200 多家，生产 400 多个品种的 PLC 产品。

1.1.2 PLC 的定义

可编程序控制器是计算机家族中的一员，是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程序控制器称做可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称 PLC，它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展，这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围，因此，今天这种装置称作可编程序控制器，简称 PC（Programmable Controller）。但是为了避免与个人计算机（Personal Computer）的简称混淆，所以仍然将可编程序控制器简称为 PLC。

为了使 PLC 生产和发展标准化，在 1987 年由国际电工委员会（International Electrical Committee）颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 做了如下定义。

PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作电子装置。它采用可以编制程序的存储器，用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入/输出，控制各种类型机械或电器的生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。

总之，可编程序控制器是一台计算机，它是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入/输出接口，并且具有较强的驱动能力。可编程序控制器产品并不针对某一具体工业应用，在实际应用时，其硬件需根据实际需要进行选用配置，其软件需根据控制要求进行设计编制。

1.1.3 PLC 的发展

1. PLC 的发展过程

PLC 问世时间虽然不长，但是随着微处理器的出现，大规模，超大规模集成电路技术的迅速发展和数据通信技术的不断进步，PLC 也迅速发展，其发展过程大致可分三个阶段。

第一阶段，在 20 世纪 60 年代末至 70 年代中期，PLC 一般称为可编程逻辑控制器。这时的 PLC 主要是执行原先由继电器完成的顺序控制，定时、计数等功能。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。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。在软件编程上，采

用和继电器电路图类似的梯形图作为主要编程语言,并将参加运算及处理的计算机存储元件都以继电器命名。此时的 PLC 为计算机技术和继电器常规控制概念相结合的产物。

第二阶段,20 世纪 70 年代中末期,PLC 进入实用化发展阶段,计算机技术已全面引入可编程序控制器中,使其功能发生了飞跃。它以更高的运算速度、超小型体积、更可靠的工业抗干扰设计、模拟量运算、PID 功能及极高的性价比奠定了在现代工业中的地位。20 世纪 80 年代初,可编程序控制器在先进工业国家中已获得广泛应用。这个时期可编程序控制器发展的特点是大规模、高速度、高性能、产品系列化。这个阶段的另一个特点是世界上生产可编程序控制器的国家日益增多,产量日益上升。这标志着可编程序控制器已步入成熟阶段。

第三阶段,20 世纪 80 年代中后期以后,可编程序控制器的发展特点是更加适应于现代工业的需要。从控制规模上来说,发展了大型机和超小型机;从控制能力上来说,诞生了各种各样的特殊功能单元,可以用于压力、温度、转速、位移等各式各样的控制场合;从产品的配套能力来说,生产了各种人机界面单元、通信单元,使应用可编程序控制器的工业控制设备的配套更加容易。目前,可编程序控制器在机械制造、石油化工、冶金钢铁、汽车、轻工业等领域的应用都得到了长足的发展。

2. 西门子 PLC 的发展概况

西门子公司的 PLC 产品最早是 1975 年投放市场的 SIMATIC S3,它实际上是带有简单操作接口的二进制控制器。1979 年 S3 被 SIMATIC S5 所取代,该系统广泛地使用了微处理器。20 世纪 80 年代初,S5 系统进一步升级为 U 系列 PLC,较常用机型有:S5-90U、95U、100U、115U、135U、155U。1994 年 4 月,S7 系列诞生,它具有更国际化、更高性能等级、更小安装空间、更良好的 Windows 用户界面等优势,其机型为:S7-200、300、400。

发展至今,S3、S5 系列 PLC 已逐步退出市场,停止生产,而 S7 系列 PLC 发展成为西门子自动化系统的控制核心。TDC 系统沿用 SIMADYN D 技术内核,是对 S7 系列产品的进一步升级,它是西门子自动化系统最尖端,功能最强的可编程序控制器。

目前西门子公司又提出 TIA (Totally Integrated Automation) 概念,即全集成自动化系统,将 PLC 技术溶于全部自动化领域。

3. PLC 的发展展望

进入 21 世纪后,PLC 会有更大的发展。

从技术上看,计算机技术的新成果会更多地应用于可编程序控制器的设计和制造上,将有运算速度更快、存储容量更大、智能更强的 PLC 出现。

从产品规模上看,将进一步向超小型及超大型方向发展。从产品的配套性上看,产品的品种会更丰富、规格更齐全,完美的人机界面、完备的通信设备会更好地适应各种工业控制场合的要求。

从市场上看,各国各自生产不同品种产品的情况会随着国际竞争的加剧而打破,会出现少数几个品牌垄断国际市场的局面,将会使用国际通用的编程语言。



从网络的发展情况来看,可编程序控制器和其他工业控制计算机组网构成大型的控制系统是可编程序控制器技术的发展方向。目前的计算机集散控制系统(DCS Distributed Control System)中已有大量的可编程序控制器应用。伴随着计算机网络的发展,可编程序控制器作为自动化控制网络和国际通用网络的重要组成部分,将在工业及工业以外的众多领域发挥越来越大的作用。

1.2 PLC 的特点、应用与分类

1.2.1 PLC 的特点

PLC 之所以能成为当今增长速度最快的工业自动控制设备,是由于它具备了许多独特的优点,较好地解决了工业控制领域普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。PLC 的主要特点如下。

1. 可靠性高, 抗干扰能力强

可靠性高、抗干扰能力强是 PLC 最重要的特点之一。由于工业生产过程往往是连续的,而工业现场环境恶劣,各种电磁干扰特别严重,因此 PLC 采用了一系列的硬件和软件的抗干扰措施,使得 PLC 的平均无故障时间可达几十万小时。

(1) 硬件方面 I/O 通道采用光电隔离,有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响;对供电电源及线路采用多种形式的滤波,从而抑制或消除了高频干扰;对 CPU 等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽,以减小空间电磁干扰;对有些模块设置了联锁保护、自诊断电路等。

(2) 软件方面 PLC 采用扫描工作方式,减少了由于外界环境干扰引起的故障;在 PLC 系统程序中设有故障检测和自诊断程序,能对系统硬件电路的故障实现检测和判断;当由外界干扰引起故障时,能立即将当前重要信息加以封存,禁止任何不稳定的读写操作,一旦外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的工作。

2. 编程简单易学

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式,对使用者来说,不需要具备计算机的专门知识,因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

3. 配套齐全, 功能完善, 适用性强

PLC 发展到今天,已经形成了大、中、小各种规模的系列化产品,可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外,现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力,可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能单元大量涌现,使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展,使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

4. 控制系统的设计、安装工作量小, 维护方便, 容易改造

PLC 用存储逻辑代替接线逻辑, 大大减少了控制设备外部的接线, 使控制系统设计及安装的周期大为缩短, 同时维护也变得容易起来。更重要的是使同一设备通过改变程序来改变生产过程成为可能, 这很适合多品种、小批量的生产场合。

5. 体积小, 重量轻, 能耗低

以超小型 PLC 为例, 新近出产的品种底部尺寸小于 100mm, 重量小于 150g, 功耗仅数瓦。由于体积小, 很容易装入机械内部, 是实现机电一体化的理想控制设备。

1.2.2 PLC 的应用

目前, PLC 已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保等行业。其应用范围大致可归纳为以下几种。

1. 逻辑控制

逻辑控制是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器控制系统, 实现逻辑控制、顺序控制, 如机床电气控制、各种电动机的控制等。PLC 的逻辑控制功能非常完善, 可用于单机控制, 也可用于多机群控和自动生产线的控制等, 其应用领域已经遍及各行各业。

2. 运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块, 可以对直线运动、圆周运动的位置、速度和加速度进行控制, 实现步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制, 使顺序控制和运动控制有机地结合。PLC 的运动控制可以用于机床、机器人、电梯等机械设备的自动控制。

3. 闭环过程控制

闭环过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量的 I/O 模块实现模拟量与数字量的 A/D、D/A 转换, 可实现对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的 PID 控制。现代的大中型 PLC 一般都具有 PID 控制功能, 可以利用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现, 可用于锅炉、化学反应装置、输油系统等设备自动控制。

4. 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算 (包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算), 数据传递、排序和查表、位操作等功能; 可以完成数据的采集、分析和处理。数据处理一般用在大中型控制系统中, 如机械、造纸、冶金、化工行业中的柔性制造系统或过程系统的控制。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位计算机之间和它的智能设备之间的通信。PLC 和计算机之间具有 RS-232 接口, 用双绞线、同轴电缆将它们连成网络, 以实现



信息的交换。还可以构成“集中管理，分散控制”的分布控制系统。I/O 模块按功能各自放置在生产现场分散控制，然后利用网络连接构成集中管理信息的分布式网络系统。

不过并不是所有的 PLC 都具有上述的全部功能，有的小型 PLC 只具上述部分功能，但价格比较便宜。

1.2.3 PLC 的分类

目前，PLC 的种类很多，性能和规格都有很大差别。对于 PLC 通常根据它的结构形式、控制规模和功能来进行分类。

1. 按结构形式分

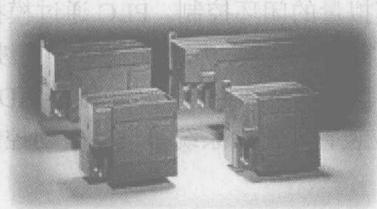
根据结构形式的不同 PLC 可分为整体式和模块式两种，如图 1-1 所示。

(1) 整体式 PLC。

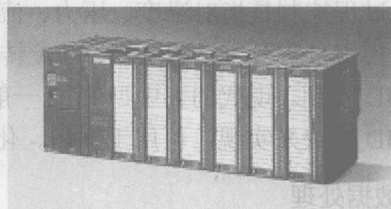
这种结构的 PLC 将各组成部分（I/O 接口电路、CPU、存储器等）安装在一块或少数几块印刷电路板上，并连同电源一起装在机壳内，通常称为主机。其输入、输出接线端子及电源进线分别在机箱的上、下两侧，并有相应的发光二极管指示输入/输出的状态。面板上通常有编程器的插座、扩展单元的接口插座等。其特点是结构紧凑、体积小、重量轻，价格较低。通常小型或超小型 PLC 常采用这种结构，适用于简单控制的场合。如西门子的 S7-200 系列产品、松下电上的 FP1 型产品、OMRON 公司的 CPM1A 型产品、三菱公司的 FX 系列产品。

(2) 模块式 PLC。

模块式 PLC 也称为积木式 PLC。PLC 的各个组成部分以模块的形式存在，如电源模块、CPU 模块、输入/输出模块等，通常把这些模块插在底板上，安装在机架上。这种 PLC 具有装配方便、配置灵活、便于扩展、结构复杂、价格较高等特点。大型的 PLC 通常采用这种结构，一般用于比较复杂的控制场合。此类 PLC 如西门子公司 S7-300、S7-400 的 PLC，OMRON 公司的 C200H、C2000H 系列产品、三菱公司的 QnA/AnA 等系列产品。



(a) 整体式



(b) 模块式

图 1-1 PLC 按结构形式分类

2. 按控制规模分

(1) 小型 PLC。

小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下，其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。其特点是体积小、结构紧凑，整个硬件融为一体，除了开关量 I/O 以外，还可以连

接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理和传送、通信联网以及各种应用指令。

(2) 中型 PLC。

中型 PLC 采用模块化结构,其 I/O 点数一般在 256~2048 点之间。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外,还能采用直接处理方式,即在扫描用户程序的过程中,直接读输入,刷新输出。它能连接各种特殊功能模块,通信联网功能更强,指令系统更丰富,内存容量更大,扫描速度更快。

(3) 大型 PLC。

一般 I/O 点数在 2048 点以上的称为大型 PLC。大型 PLC 的软、硬件功能极强。具有极强的自诊断功能。通信联网功能强,有各种通信联网的模块,可以构成三级通信网,实现工厂生产管理自动化。I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC。

3. 按功能分

(1) 低档 PLC。

具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。

(2) 中档 PLC。

除了具有低档 PLC 的功能外,增加了模拟量输入/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、PID 控制等功能。

(3) 高档 PLC。

除了具有中档机的功能外,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运算、制表及表格传送等。高档 PLC 机具有更强的通信联网功能。

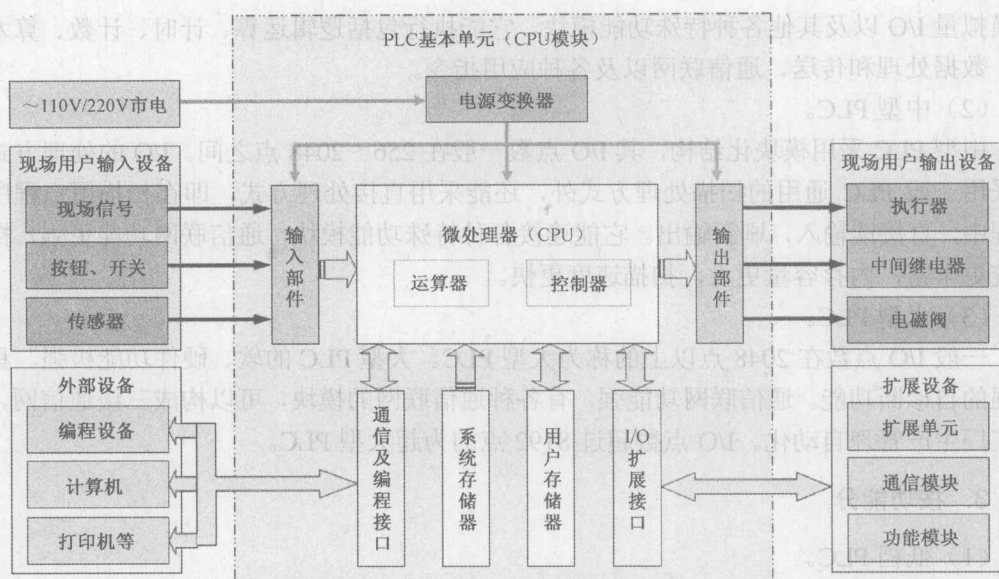
1.3 PLC 的基本组成和工作原理

1.3.1 PLC 的基本组成

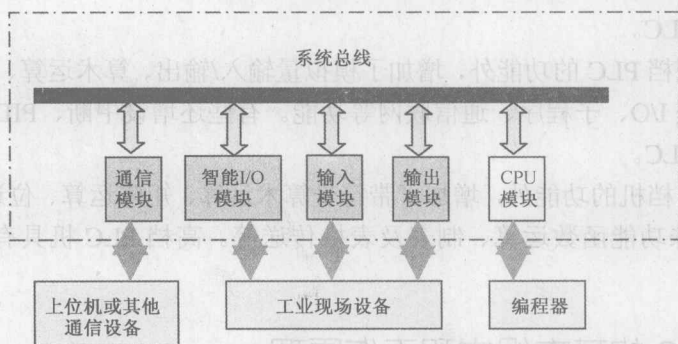
PLC 是一种工业控制用的专用计算机。它的实际组成与一般微型计算机系统基本相同,也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。PLC 是专为工业环境应用而设计的。为便于接线、扩充功能,便于操作与维护,以及提高系统的抗干扰能力,PLC 的组成又与一般计算机有所区别。

1. PLC 的硬件组成

PLC 从结构上可分为整体式和模块式两种,但其内部组成基本相似的。PLC 的硬件系统由 CPU 模块(主机系统)、输入/输出(I/O)扩展环节及外部设备组成。其中 CPU 模块主要包括 CPU、存储器、输入/输出(I/O)接口、电源等,如图 1-2 所示。



(a) 整体式PLC组成



(b) 模块式PLC组成

图 1-2 PLC 系统结构

(1) CPU。

CPU 是 PLC 的核心部分，它包括微处理器和控制接口电路。微处理器是 PLC 的运算控制中心，由它实现逻辑运算，协调控制系统内部各部分的工作。它的运行是按照系统程序所赋予的任务进行的。PLC 在 CPU 的控制下使整机有条不紊地协调工作，实现对现场各个设备的控制。

在 PLC 中 CPU 主要完成下列工作：PLC 本身的自检，以扫描方式接收来自输入单元的数据和状态信息，并存入相应的数据存储区；执行监控程序和用户程序，进行数据和信息处理；输出控制信号，完成用户指令规定的各种操作；响应外部设备（如编程器、可编程终端）的请求。

(2) 存储器。

PLC 中的存储器主要用于存放系统程序、用户程序和工作状态数据。常用的存储器