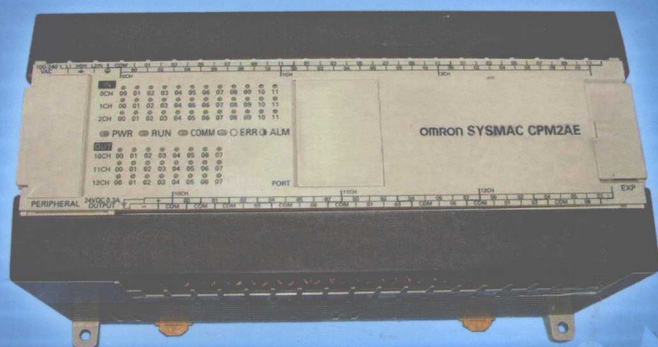





普通高等教育“十一五”国家级规划教材



CPM2A

免费提供电子教案 

21世纪高等院校电气信息类系列教材

PLC 原理及工程应用

孙同景 主编
陈桂友 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等院校电气信息类系列教材

PLC 原理及工程应用

孙同景 主编
陈桂友 副主编



机械工业出版社

林慧快献祖国“五一十”育培等高新普

本书以欧姆龙 CPxx 系列 PLC 为背景机,从工程应用的角度出发,重点介绍了 PLC 的基础知识、组成原理、指令系统、编程方法、通信联网技术以及人机界面等,并结合大量的应用实例介绍了 PLC 控制系统设计的基本方法。

本书内容由浅入深、通俗易懂、理论联系实际,为便于教学和自学,每章附有练习题,可作为高等学校自动化、电气技术、机电一体化专业及其他相关专业的教学用书。还可作为工程技术人员继续教育用教材,以及 PLC 的设计、维护人员的实用参考书。

主 景同景
主 景同景

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 原理及工程应用/孙同景主编. —北京:机械工业出版社, 2008. 5

(21 世纪高等院校电气信息类系列教材)
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 24011 - 2

I. P… II. 孙… III. 可编程序控制器 - 高等学校 - 教材 IV. TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 057556 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:李馨馨 版式设计:张世琴

责任校对:张莉娟 责任印制:邓博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm × 260mm · 25 印张 · 619 千字

0 001—5 000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 24011 - 2

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着科学技术的不断进步，整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展，社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普遍高等学校本科专业目录”中，电气信息类（Electrical and Information Science and Technology）包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时，也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下，只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去，才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的，期间，与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨，旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业材料。

本套教材涵盖多层面专业课程，定位准确，注重理论与实践、教学与教辅的结合，在语言描述上力求准确、清晰，适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

前 言

可编程序逻辑控制器简称 PLC，是专门为工业控制设计的通用自动控制装置。它将计算机技术、自动控制技术和通信技术融为一体，成为实现单机、车间、工厂自动化的核心设备，在各个行业中得到了广泛的应用。

PLC 产品种类较多，硬件和软件系统各具特色。欧姆龙 C 系列中小型 PLC 性能价格比高，在国内已被广泛应用，许多大专院校开设的 PLC 课程也以 C 系列 PLC 为背景机进行课程教学和实验教学。欧姆龙新推出的 CPxx 系列整体型 PLC 和 CJ、CS 系列组合式 PLC 的内部资源和指令功能，在原来 C 系列 PLC 的基础上进行了较大的扩充和提高，性能价格比更高。为适应 PLC 教学内容的更新，同时考虑到和原有教学内容和实验条件的方便衔接和平稳过渡，本书选用了欧姆龙 CPxx 系列 PLC 为背景机，从工程应用的角度出发，重点介绍 PLC 的基础知识、组成原理、指令系统、编程方法、通信联网技术以及人机界面等，并结合大量的应用实例介绍了 PLC 控制系统设计的基本方法。

本书是依据作者多年来从事 PLC 教学的体会和实际工程设计、调试的总结而编写的，内容力求由浅入深、通俗易懂、理论联系实际。书中所选例题，都经过上机调试，可供读者在实际应用中参考。为便于教学和自学，每章附有练习题。

参加本书编写工作的同志还有钟麦英、黄彬、丁然。我的研究生孙波、毕侠飞、王化福、狄振峰等同学协助做了书稿的校对和插图的绘制工作，在此一并向他们表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

作 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章 绪论 1

1.1 可编程控制器的历史与发展趋势 1

1.1.1 可编程控制器 (Programmable Controller) 1

1.1.2 可编程控制器的历史 1

1.1.3 PLC 的发展趋势 3

1.2 可编程控制器的基本功能与特点 3

1.2.1 PLC 的基本功能 3

1.2.2 PLC 的特点 5

1.3 可编程控制器的分类及应用 6

1.3.1 PLC 的分类 6

1.3.2 PLC 的应用范围 7

第 2 章 PLC 的基础知识 8

2.1 可编程控制器的基本概念 8

2.1.1 存储程序控制 8

2.1.2 PLC 常用术语 9

2.2 可编程控制器的基本组成 10

2.2.1 PLC 的硬件组成 10

2.2.2 PLC 的软件系统 15

2.3 可编程控制器的扩展构成 16

2.3.1 近程扩展方式 17

2.3.2 通信联网方式 17

2.4 可编程控制器的工作方式 18

2.4.1 工作方式 18

2.4.2 扫描工作方式 19

2.4.3 I/O 响应 21

2.5 习题 22

第 3 章 小型整体式 PLC 23

3.1 CPM 系列小型机系统的特点 23

3.1.1 CPM 系列命名 23

3.1.2 CPM 系列 PLC 的分类 23

3.2 CPM 系列机的构成 24

3.2.1 CPU 主机 24

3.2.2 扩展 I/O 单元部件及使用 26

3.3 CPM 系列机的继电器区和数据区 32

3.3.1 内部继电器区 (IR 区) 32

3.3.2 特殊继电器区 (SR 区) 32

3.3.3 暂存继电器区 (TR 区) 33

3.3.4 保持继电器区 (HR 区) 33

3.3.5 辅助继电器区 (AR 区) 33

3.3.6 链接继电器区 (LR 区) 34

3.3.7 定时/计数器区 (TIM/CNT 区) 34

3.3.8 数据存储区 (DM 区) 35

3.4 CPM 系列机的指令系统 35

3.4.1 基本指令 35

3.4.2 定时器计数器指令 52

3.4.3 比较指令 83

3.4.4 传送指令 88

3.4.5 移位指令 95

3.4.6 转换指令 105

3.4.7 十进制运算指令 112

3.4.8 二进制运算指令 119

3.4.9 通道逻辑指令 120

3.4.10 子程序控制指令 122

3.4.11 步指令 124

3.4.12 脉冲输出控制指令 126

3.4.13 中断控制指令 128

3.4.14 特殊指令 130

3.5 CPM2A 与 CPM1A 的比较 133

3.6 CPM1H 多功能小型机 137

3.6.1 CPM1H 概述 137

3.6.2 CPM1H 模拟输入输出功能 140

3.6.3 CPM1H 的中断功能 147

3.6.4 脉冲输出 154

3.7 习题 171

第 4 章 组合式 PLC 174

4.1 CJ 系列 174

4.1.1 基本系统构成	174	5.7.2 中断输入单元 CS1W - INT01	256
4.1.2 PLC 存储器系统	175	5.7.3 MSKS (690) 指令	257
4.1.3 特点	178	5.7.4 I/O 中断的使用步骤	258
4.2 CS 系列	179	5.8 习题	259
4.2.1 CS1 概述	179		
4.2.2 CS1 的 I/O 存储区	180		
4.2.3 CS1-H 的特点	192		
4.3 习题	193		
第 5 章 智能模块	194	第 6 章 PLC 的通信与通信网络	260
5.1 动态 I/O 模块	194	6.1 HOST LINK 通信	260
5.1.1 动态输入模块	194	6.1.1 C 系列 HOST LINK 系统配置	260
5.1.2 动态输出模块	198	6.1.2 通信接口	263
5.1.3 动态输入/输出模块	200	6.1.3 HOST LINK 模块的参数设置	264
5.2 模拟量模块	202	6.1.4 上位机链接参数设置	266
5.2.1 模拟量输入模块	203	6.1.5 通信标准与格式	268
5.2.2 模拟量输出模块	207	6.1.6 通信命令级	271
5.3 温度传感器模块	211	6.1.7 通信程序举例	276
5.3.1 输入设定	211	6.2 无协议通信	279
5.3.2 通道分配与接线方式	211	6.2.1 系统配置	279
5.3.3 运行	214	6.2.2 参数设定	279
5.4 高速计数模块	214	6.2.3 通信步骤	280
5.4.1 工作方式设定与接线方式	215	6.2.4 指令介绍	281
5.4.2 输入选择与数据传送时序	217	6.2.5 应用实例	281
5.4.3 线性计数方式、循环计数方式 下的内存分配与工作	221	6.3 协议宏通信	282
5.4.4 预置方式下的内存分配与 工作	225	6.3.1 系统设置	282
5.4.5 门式、锁式、采样方式下 的内存分配与工作	230	6.3.2 通过程序	283
5.5 PID 模块	233	6.3.3 步设置	286
5.5.1 工作方式设定和接线方式	234	6.4 Controller Link 通信	288
5.5.2 内存分配	235	6.4.1 Controller Link 网的主要技术 指标	289
5.5.3 参数设置与工作	238	6.4.2 控制器网络功能介绍	289
5.6 位置控制模块	245	6.4.3 系统构成	292
5.6.1 模块特点	245	6.4.4 使用 Controller Link 网进行 通信	293
5.6.2 位置控制模块的基本操作	246	6.5 CompoBus/D 通信	294
5.6.3 位置控制模块的功能列表	249	6.5.1 系统构成	295
5.6.4 位置控制模块的性能说明	250	6.5.2 主单元规格	295
5.6.5 系统配置	253	6.5.3 Configurator 配置器	296
5.6.6 使用步骤	253	6.5.4 CompoBus/D 的系统连接与 信息通信	297
5.7 中断输入模块	256	6.6 CompoBus/S 通信	298
5.7.1 中断输入模块功能	256	6.6.1 CompoBus/S 网络的配置	299
		6.6.2 主要通信指标	300
		6.6.3 主单元型号	300
		6.6.4 CompoBus/S 从单元	301
		6.7 以太网通信	302

6.7.1 网络概述	302	步骤	359
6.7.2 系统构成	303	8.1.1 PLC 控制系统设计的基本 内容	359
6.7.3 软件结构	305	8.1.2 PLC 控制系统设计的一般 步骤	359
6.7.4 以太网的通信功能	305	8.2 PLC 在机械手控制中的应用	360
6.8 习题	310	8.2.1 机械手工作控制要求	360
第7章 人机界面	312	8.2.2 机械手动作过程分析	361
7.1 力控组态软件与 PLC 的通信	312	8.2.3 控制系统功能	361
7.1.1 力控组态软件简介	312	8.2.4 控制系统硬件设计	361
7.1.2 利用力控监控组态软件实现与 OMRON PLC 的通信	316	8.2.5 控制系统软件设计	362
7.2 InTouch 组态软件与 PLC 的通信	329	8.3 PLC 在回路控制中的应用	364
7.2.1 InTouch 组态软件简介	329	8.4 习题	368
7.2.2 利用 InTouch 组态软件实现与 OMRON PLC 的通信	330	第9章 编程工具	369
7.3 触摸屏与 PLC 的连接与配置	341	9.1 编程器简介	369
7.3.1 触摸屏简介	341	9.1.1 编程器面板	369
7.3.2 NS 系列可编程终端 (PT)	341	9.1.2 编程操作	370
7.3.3 PT 与 CX-Designer 连接	343	9.1.3 查询、监视、参数修改操作	374
7.3.4 PT 与 PLC 的串行口连接	343	9.1.4 磁带机操作	375
7.3.5 可编程终端 (PT) 的使用	346	9.2 CX-One 软件系统	376
第8章 PLC 控制系统的设计与 应用	359	9.2.1 CX-One 软件安装	376
8.1 PLC 控制系统设计的基本内容和		9.2.2 程序控制	381
		9.2.3 程序模拟调试	387
		9.2.4 程序在线调试	389

第1章 绪论

1.1 可程序控制器的历史与发展趋势

1.1.1 可程序控制器 (Programmable Controller)

可程序控制器是近年来迅速发展并得到广泛应用的新一代工业自动化控制装置。早期的可程序控制器在功能上只能实现逻辑控制,因此被称为可程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)。随着技术的进步,微处理器 (MPU) 获得了广泛应用,一些 PLC 生产厂家开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元,大大加强了 PLC 的功能,它不仅具有逻辑控制功能,而且具有算术运算功能和对模拟量的控制功能。因此,美国电气制造协会 (National Electrical Manufacturers Association, NEMA) 于 1980 年将它正式命名为可程序控制器 (Programmable Controller, PC)。该名称已在工业界使用多年,但近年来个人计算机 (Personal Computer) 也简称 PC,为了区别,目前可程序控制器常被称为 PLC。

美国电气制造协会和国际电工委员会分别于 1980 年和 1985 年给可程序控制器下了定义,国际电工委员会还在 1982 年和 1985 年颁布了可程序控制器标准草案。国际电工委员会在 1985 年颁布的标准中,对可程序控制器定义为:可程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用可程序的存储器,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,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种生产机械或过程。

近年来,PLC 的发展非常迅速,其功能已远远超出上述定义范围。

1.1.2 可程序控制器的历史

从 20 世纪 20 年代起,人们用导线把各种继电器、定时器、接触器及其触点按一定的逻辑关系连接起来组成控制系统,控制各种生产机械,这就是我们所熟悉的传统的继电接触器控制。由于它结构简单、使用方便、价格低廉,在一定范围内能满足控制要求,因此在工业控制领域中得到了广泛应用并曾占主导地位。

但是,这种继电器控制明显的缺点是:设备体积大、动作速度慢、功能少,只能做简单的控制;特别是采用硬连线逻辑,连线复杂,一旦生产工艺或对象发生变动,原有的连线和控制盘(柜)就需要更换。因此,这种装置的通用性和灵活性较差,不利于产品的更新换代。

20 世纪 60 年代中期,美国通用汽车公司 (GM) 为适应生产工艺不断更新的需要,提出了一种设想:把计算机的功能完善、通用灵活等优点和继电控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来,制成一种通用控制装置,并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化,采用面向控制过程、面向问题的语言编程,使不熟悉计算机的人也能方便地使用。美国数字设备公司 (DEC) 根据这一设想,于 1969 年研制成功了第一台可程序控

制器——PDP-14，并在汽车自动装配线上试用获得成功。

这项新技术的成功使用，在工业界产生了巨大影响。从此，可编程序控制器在世界各地迅速发展起来。1971年，日本从美国引进了这项新技术，并很快研制成功了日本第一台可编程序控制器 DCS-8。1973~1974年原德意志联邦共和国和法国也研制出了他们的可编程序控制器。我国从1974年开始研制，1977年研制成功了以一位微处理器 MC14500 为核心的可编程序控制器，并开始工业应用。

从1969年出现第一台 PLC，经过30多年的发展，PLC 已经发展到了第五代。其发展过程大致如下：

第一代：从第一台可编程序控制器诞生到20世纪70年代初期。这个时期的产品，CPU 由中小规模集成电路组成，存储器为磁心存储器。其功能也比较单一，仅能实现逻辑运算、定时、计数等功能。典型产品有：美国 DEC 公司的 PDP-14，日本富士公司的 USC-4000，日本立石（OMRON）公司的 SCY-022 等。

第二代：从20世纪70年代初期到70年代末期。这个时期的产品已开始使用微处理器作为 CPU，存储器采用半导体存储器。其功能有所增强，能够实现数字运算、传送、比较等功能，并初步具备自诊断功能，可靠性有了一定提高。典型产品有：美国哥德公司的 MODICON 184、284、384 系列，原德意志联邦共和国西门子的 SYMATIC S3、S4 系列，日本富士的 SC 系列等。

第三代：从20世纪70年代末期到80年代中期。这个时期，PLC 进入了大发展阶段，美国、日本、原德意志联邦共和国各有几十个厂家生产 PLC。这个时期的产品已采用8位和16位微处理器作为 CPU，部分产品还采用了多微处理器结构。其功能显著增强，速度大大提高，并能进行多种复杂的数学运算，具备完善的通信功能和较强的远程 I/O 能力，具有较强的自诊断功能并采用了容错技术。典型产品有：美国哥德公司的 584、684、884 系列，原德意志联邦共和国西门子的 SYMATIC S5 系列，日本三菱公司的 MELPLAC50、550 系列，日本立石公司的 C 系列等。

第四代：从20世纪80年代中期到90年代中期。这个时期的产品除采用16位以上的微处理器作为 CPU 外，内存容量更大，有的已达数兆字节；可以将多台 PLC 链接起来，实现资源共享；可以直接用于一些规模较大的复杂控制系统；编程语言除了可使用传统的梯形图、流程图等以外，还可使用高级语言；外设多样化，可以配置 CRT 和打印机等。典型产品有美国哥德公司的 A5900 等。

第五代：从20世纪90年代中期至今。RISC（精简指令系统 CPU）芯片在计算机行业大量使用，表面贴装技术和工艺已成熟，使 PLC 整机的体积大大缩小，PLC 使用16位和32位的微处理器芯片，有的已使用 RISC 芯片。CPU 芯片也向专用化发展，系统程序中的逻辑运算等标准化功能用超大规模门阵列电路固化；最小的 PLC 只有8个 I/O 点，最大的 PLC 有32K 个以上 I/O 点；PLC 都可以与计算机进行通信联网；最快的 PLC 处理一步程序仅需几十纳秒；软件上使用容错技术，硬件上使用多 CPU 技术；两三百步以上的高级指令，使 PLC 具有强大的数值运算、函数运算和大批量数据处理能力；已开发出各种智能化模块；以 LCD 显示的人机智能接口被普遍使用，高级的已发展到触摸式屏幕；除手持式编程器外，大量使用了功能强大的编程软件。典型产品有：日本立石公司的 CS1 系列。

第一代 PLC 功能太弱，已基本被淘汰；第四代和第五代 PLC 面向复杂大系统，应用还

不广泛。目前,在各行业应用最多的是第二代和第三代产品。在本书中,将以应用较广泛的日本立石(OMRON)公司的 PLC 为背景机,介绍 PLC 的原理与应用。

1.1.3 PLC 的发展趋势

由于工业生产对自动控制系统需求的多样性,PLC 的发展方向有两个:
一是朝着小型、简易、价格低廉方向发展。单片机的出现,促进了 PLC 向紧凑型发展,体积减小,价格降低,可靠性不断提高。这种 PLC 可以广泛取代继电器控制系统,应用于单机控制和规模比较小的自动化控制。

二是朝着大型、高速、多功能方向发展。大型 PLC 一般为多处理器系统,由字处理器、位处理器和浮点处理器等组成,有较大的存储能力和功能很强的输入输出接口。通过丰富的智能外围接口,可以独立完成位置控制、闭环调节等特殊功能;通过网络接口,可以级连不同类型的 PLC 和计算机,从而组成控制范围很大的局部网络,适用于大型自动化控制系统,如霍尼韦尔的 9000 系列等。

PLC 总的发展趋势是:

(1) CPU 处理速度进一步加快

目前 PLC 的 CPU 与计算机的 CPU 相比,还相对落后,最高的也仅仅处在 80486 一级,将来会全部使用 64 位 RISC 芯片,多 CPU 并行处理或分时处理或分任务处理,各种模块智能化,部分系统程序用门阵列电路固化,这样可使速度达到纳秒级。

(2) 控制系统将分散化

根据分散控制、集中管理的原则,PLC 控制系统的 I/O 模块将直接安装在控制现场,通过通信电缆或光缆与主 CPU 进行数据通信。这样使控制更有效,系统更可靠。

(3) 可靠性进一步提高

随着 PLC 进入过程控制领域,对可靠性的要求进一步提高。硬件冗余的容错技术将进一步应用。不仅会有 CPU 单元冗余、通信单元冗余、电源单元冗余、甚至整个系统冗余。

(4) 控制与管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要,PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术,使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。

从 PLC 的发展趋势看,PLC 控制技术将成为今后工业自动化的主要手段。在未来的工业生产中,PLC 技术、机器人技术和 CAD/CAM 技术将成为实现工业自动化化的三大支柱。

1.2 可编程序控制器的基本功能与特点

1.2.1 PLC 的基本功能

1. 逻辑控制功能

逻辑控制功能实际上就是位处理功能,是 PLC 的最基本功能之一。PLC 设置有“与”(AND)、“或”(OR)、“非”(NOT)等逻辑指令,利用这些指令,根据外部现场(开关、按钮或其他传感器)的状态,按照指定的逻辑进行运算处理后,将结果输出到现场的被控

对象（电磁阀、电动机等）。因此，PLC 可代替继电器进行开关控制，完成触点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接。另外，在 PLC 中一个逻辑位的状态可以无限次地使用，逻辑关系的修改十分方便。

2. 定时控制功能

定时控制功能是 PLC 的最基本功能之一。PLC 中有许多可供用户使用的定时器，其功能类似于继电器线路中的时间继电器。定时器的设定值（定时时间）可以在编程时设定，也可以在运行过程中根据需要进行修改，使用方便灵活。程序执行时，PLC 将根据用户用定时器指令指定的定时器对某个操作进行限时或延时控制，以满足生产工艺的要求。

3. 计数控制功能

计数控制功能是 PLC 的最基本功能之一。PLC 为用户提供了许多计数器，计数器计数到某一数值时，产生一个状态信号，利用该状态信号实现对某个操作的计数控制。计数器的设定值可以在编程时设定，也可以在运行过程中根据需要进行修改。程序执行时，PLC 将根据用户用计数器指令指定的计数器对某个控制信号的状态改变次数（如某个开关的闭合次数）进行计数，以完成对某个工作过程的计数控制。

4. 步进控制功能

PLC 为用户提供了若干个移位寄存器，可以实现由时间、计数或其他指定逻辑信号为转步条件的步进控制。即在一道工序完成以后，在转步条件控制下，自动进行下一道工序。有些 PLC 还专门设置了用于步进控制的步进指令和鼓形控制器操作指令，编程和使用都极为方便。

5. 数据处理功能

大部分 PLC 都具有数据处理功能，可以实现算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数制转换、译码编码等操作。中、大型 PLC 数据处理功能更加齐全，可完成开方、PID 运算、浮点运算等操作。还可以和 CRT、打印机相连，实现程序、数据的显示和打印。

6. 回路控制功能

许多 PLC 具有 A/D、D/A 转换功能，可以方便地完成对模拟量的控制和调节。

7. 通信联网功能

许多 PLC 采用通信技术，实现远程 I/O 控制、多台 PLC 之间的同位链接、PLC 与计算机之间的通信等。例如日本立石公司的 C200H α 系列 PLC，利用双绞线或光纤，可以连接多个远程从站，每个从站可达数百个 I/O 点。利用 PLC 同位链接，可以把数十台 PLC 采用同级或分级的方式连成网络，使各台 PLC 的 I/O 状态相互透明。采用 PLC 与计算机之间的通信连接，可以用计算机作为上位机，下面连接数十台 PLC 作为现场控制机，构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统，以完成较大规模的复杂控制。PLC 的联网和通信技术还在迅速发展，目前还没有统一标准。

8. 监控功能

PLC 设置了较强的监控功能。利用编程器或监视器，操作人员可对 PLC 有关部分的运行状态进行监视。利用编程器，可以调整定时器、计数器的设定值和当前值，并可以根据需要改变 PLC 内部逻辑信号的状态及数据区的数据内容，为调试和维护提供了极大的方便。

9. 停电记忆功能

PLC 内部的部分存储器所使用的 RAM 设置了停电保持器件（如备用电池等），以保证

断电后这部分存储器中的信息能够长期保存。利用某些记忆指令,可以对工作状态进行记忆,以保持 PLC 断电后的数据内容不变。PLC 电源恢复后,可以在原工作基础上继续工作。

10. 故障诊断功能

PLC 可以对系统构成、某些硬件状态、指令的合法性等进行自诊断,发现异常情况,发出报警并显示错误类型,如属严重错误则自动停止运行。PLC 的故障自诊断功能,大大提高了 PLC 控制系统的安全性和可维护性。

1.2.2 PLC 的特点

1. 灵活通用

在实现一个控制任务时,PLC 具有很高的灵活性。首先,PLC 产品已系列化,结构形式多种多样,在机型上具有很大的选择余地。其次,同一机型的 PLC,其硬件构成具有很大的灵活性,用户可根据不同任务的要求,选择不同类型的输入输出模块或特殊模块,组成不同硬件结构的控制装置。再者,PLC 是利用软件实现控制的,在软件编制上具备较大的灵活性。在实现不同的控制任务时,PLC 具有良好的通用性。相同硬件构成的 PLC,利用不同的软件可以实现不同的控制任务。在被控对象的控制逻辑需要改变时,通过修改 PLC 程序可以很方便地实现新的控制要求,而利用一般继电器控制线路则很难实现。

2. 安全可靠

为满足工业生产对控制设备安全可靠性的要求,PLC 采用微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成,选用的电子器件一般是工业级的,有的甚至是军用级的,PLC 的平均无故障时间在两万小时以上。PLC 完善的自诊断功能,能及时诊断出 PLC 系统的软、硬件故障,并能保护故障现场,保证了 PLC 控制系统的工作安全性。

3. 环境适应性好

PLC 具有良好的环境适应性,可应用于较恶劣的工业现场。例如,有的 PLC 在电源电压 AC 220 (1 ± 15%) V、电源瞬间断电 10ms 的情况下,仍可正常工作,具有很强的抗空间电磁干扰的能力,可以抗峰值 1000V、脉宽 10μs 的矩形波空间电磁干扰;具有良好的抗振能力和抗冲击能力;对环境温度湿度要求不高,在环境温度 -20 ~ 65℃、相对湿度 35% ~ 85% 情况下可正常工作。

4. 使用方便、维护简单

PLC 的用户界面十分友好,给使用者带来了很大的方便。PLC 提供标准通信接口,可以很方便地构成 PLC 网络或计算机-PLC 网络。PLC 控制信号的输入输出非常方便,对于逻辑信号来说,输入输出均采用开关方式,不需要进行电平转换和驱动放大;对于模拟信号来说,输入输出均采用传感器、仪表的标准信号。PLC 程序的编制和调试非常方便,PLC 的编程语言一般采用梯形图语言,与继电器控制线路图很相似,即使没有计算机知识的人也很容易掌握;PLC 具有监控功能,利用编程器或监视器可以对 PLC 的运行状态、内部数据进行修改或监视,增加了调试工作的透明度。PLC 控制系统的维护非常简单,利用 PLC 的自诊断功能和监控功能,可以迅速查找到故障点,及时予以排除。

5. 速度较慢、价格较高

PLC 的速度与单片机等计算机相比相对较低,单片机两次执行程序的时间间隔可以是毫秒级,一般的 PLC 两次执行程序的时间间隔是 10ms 级。PLC 的一般输入点在输入信号频率

超过十几赫后就很难正常工作，为此，有的 PLC 设有高速输入点，可输入频率数千赫的开关信号。PLC 的价格也较高，是单片机系统的 2~3 倍。但是，从整体上说，PLC 的性能价格比是令人满意的。

1.3 可编程控制器的分类及应用

1.3.1 PLC 的分类

PLC 的种类很多，其实现的功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大的差异。PLC 的分类没有一个严格的统一标准，可以按照结构形式、控制规模、实现的功能进行大致分类。

1. 按结构形式分类

PLC 按照硬件的结构形式可以分为整体式和组合式。整体式 PLC 外观上是一个长方形的箱体，又称为箱式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性，其模块可以像拼积木似的进行组合，构成具有不同控制规模和功能的 PLC，因此这种 PLC 又称为积木式 PLC。

(1) 整体式 PLC

整体式 PLC 的 CPU、存储器、输入输出安装在同一个机箱内。这种结构的特点是：结构简单，体积小，价格低，输入输出路数固定，实现的功能和控制规模固定，灵活性较低。

(2) 组合式 PLC

组合式 PLC 为总线结构。其总线做成总线板，上面有若干个总线槽，每个总线槽上可安装一个 PLC 模块，不同的模块实现不同的功能。PLC 的 CPU、存储器和电源等做成一个模块，该模块在总线板上的安装位置一般来说是固定的，而且该模块也是构成组合式 PLC 所必需的。其他的模块可根据 PLC 的控制规模和实现的功能选取，安装在总线板的其他任一总线槽上。组合式 PLC 安装完成后，需进行组态，使 PLC 对安装在各总线槽上的模块进行识别。组合式 PLC 的总线板又称为基板。组合式 PLC 的特点是：系统构成灵活性较高，可构成具有不同控制规模和功能的 PLC；价格较高。

2. 按控制规模分类

输入输出的总路数，又称为 I/O 点数，是表征 PLC 控制规模的重要参数。因此按控制规模对 PLC 分类时，可根据 I/O 点数的不同大致分为小型、中型和大型 PLC。

(1) 小型 PLC

I/O 点数较少，一般指 256 点以下的 PLC。

(2) 中型 PLC

I/O 点数较多，一般指 256 点以上、2048 点以下的 PLC。

(3) 大型 PLC

I/O 点数较多，一般指 2048 点以上的 PLC。

3. 按实现的功能分类

按照 PLC 所能实现的功能不同，可以把 PLC 大致地分为低档机、中档机和高档机三类。

(1) 低档机

具有逻辑运算、计时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能，还具有一定的算术运

算、数据传送和比较、通信、远程和模拟量处理功能。

(2) 中档机

除具有低档机的功能外，还具有较强的算术运算、数据传送和比较、数据转换、远程、通信、子程序、中断处理和回路控制功能。

(3) 高档机

除具有中档机的功能外，还具有带符号数的算术运算、矩阵运算、函数、表格、CRT 显示、打印机打印等功能。

一般，低档机多为小型 PLC，采用整体式结构；中档机可为大、中、小型 PLC，其中小型 PLC 多采用整体式结构，中型和大型 PLC 采用组合式结构；高档机多为大型 PLC，采用组合式结构。目前，在国内工业控制中应用最广泛的是中、低档机。

1.3.2 PLC 的应用范围

目前，PLC 已广泛地应用于冶金、化工、机械、电子、电力、轻工、建筑建材、交通等几乎所有的工业控制领域。但是，不同档次的 PLC 又有其不同的应用范围。低档小型 PLC 可广泛地代替继电器控制线路，进行逻辑控制，适用于开关量较多、没有或只有很少几路模拟量的场合，如起重机的自动控制等。中档 PLC 可广泛应用于具有较多开关量、少量模拟量的场合，如自动加工机床等。高档 PLC 适用于具有大量开关量和模拟量的场合，如化工生产过程等。

一个很重要，中档 PLC 的应用范围较广，主要用在工业控制领域，如起重机的自动控制等。中档 PLC 可广泛应用于具有较多开关量、少量模拟量的场合，如自动加工机床等。高档 PLC 适用于具有大量开关量和模拟量的场合，如化工生产过程等。

点动等高档 PLC，主要用在工业控制领域，如起重机的自动控制等。中档 PLC 可广泛应用于具有较多开关量、少量模拟量的场合，如自动加工机床等。高档 PLC 适用于具有大量开关量和模拟量的场合，如化工生产过程等。

点动等高档 PLC，主要用在工业控制领域，如起重机的自动控制等。中档 PLC 可广泛应用于具有较多开关量、少量模拟量的场合，如自动加工机床等。高档 PLC 适用于具有大量开关量和模拟量的场合，如化工生产过程等。



图 1-1 常用 PLC 逻辑符号

第2章 PLC 的基础知识

2.1 可编程序控制器的基本概念

2.1.1 存储程序控制

继电器线路控制系统，又称为接线程序控制系统，是将电器元器件用接线固定连接起来实现控制逻辑，完成控制任务的。在接线程序控制系统中，要实现一个控制任务，首先要针对具体的被控对象，分析对控制系统的要求，设计出相应的电器控制线路，然后制作出针对该控制任务的专用电器控制装置。若被控对象对控制系统的要求比较复杂，那么控制线路的设计将非常困难，设计出的控制线路也比较复杂，因而电器控制装置的制造周期较长，造价相应较高，维修也不方便。控制系统完成后，若控制任务发生变化，如某些生产工艺流程的变动，则必须通过改变接线才能实现。另外，由于接线程序控制系统中的器件和接线较多，所以其平均无故障时间较短。总之，接线程序控制系统的灵活性和通用性较低，故障率较高。

可编程序控制器是一种存储程序控制器，支配控制系统工作的程序存放在存储器中，利用程序来实现控制逻辑，完成控制任务。在可编程序控制器构成的控制系统中，要实现一个控制任务，首先要针对具体的被控对象，分析对控制系统的要求，然后编制出相应的控制程序，利用编程器将控制程序写入可编程序控制器的程序存储器中。系统运行时，可编程序控制器依次读取程序存储器中的程序语句，对其内容解释并加以执行。根据输入设备的状态或其他条件，可编程序控制器将其程序执行结果输出给相应的输出设备，控制被控对象工作。可编程序控制器是利用软件来实现控制逻辑的，能够适应不同控制任务的需要，具有通用、灵活、可靠性高等特点。

由可编程序控制器（PLC）构成的存储程序控制系统，一般由三部分组成：

输入部分：直接接受来自操作台上的操作命令，或来自被控对象上的各种状态信息，如按钮、开关、传感器等发出的操作命令或状态信息。

输出部分：用来接受程序执行结果的状态，以操作各种被控对象，如电动机、电磁阀、状态指示部件等。

控制部分：采用微处理器和存储器，执行按照被控对象的实际要求编制并存入程序存储器的程序，来完成控制任务。

对于使用者来说，在编制应用程序时，可以不考虑微处理器和存储器的复杂构成及其使用的计算机语言，而把 PLC 看成是内部由许多“软继电器”组成的控制器，用提供给使用者的类似于继电器控制线路图的编程语言进行编程。这些“软继电器”的线圈、常开触点、常闭触点一般用图 2-1 中所示的符号表示。PLC 控制系统的组

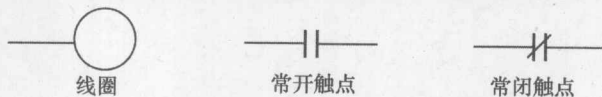


图 2-1 “软继电器”的线圈与触点

成示意图如图 2-2 所示。应当注意，PLC 内部的继电器并不是实际的物理继电器，它实质上是存储器中的某些触发器，当该位触发器状态为“1”时，相当于继电器接通；当该位触发器状态为“0”时，相当于继电器断开。

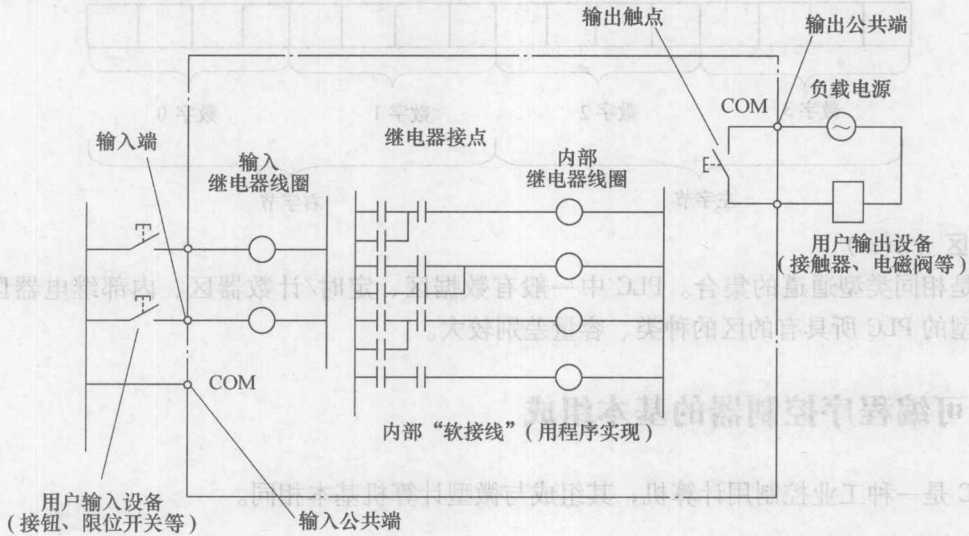


图 2-2 PLC 控制系统的组成

PLC 为用户提供的继电器一般是：输入继电器、输出继电器、辅助继电器、特殊功能继电器、移位寄存器、计时/计数器等。其中输入输出继电器一般与外部输入输出设备相连接，而其他继电器与外部设备没有直接联系，因此可统称为内部继电器。

不同机型 PLC 中各类继电器的数量及使用方法不尽相同，实际应用中需要注意。

2.1.2 PLC 常用术语

PLC 是在继电器控制系统和计算机的基础上发展起来的，因此 PLC 控制系统中使用了一些继电器控制系统术语和计算机术语，但其含义又不完全相同。为便于叙述和理解，对 PLC 中的一些常用术语简述如下：

1. 位 (bit)

位是 PLC 中逻辑运算的基本元素，通常也称为内部继电器。位实际上是 PLC 存储器中的一个触发器，有两个状态，即“0”和“1”，有时也称为 OFF 和 ON。位可以作为条件参与逻辑运算，相当于继电器的触点，但可以无限次地使用。位也可以作为输出，存放逻辑运算的结果，相当于继电器的线圈。在程序中一个位只能进行一次输出操作。

2. I/O 点 (I/O Point)

PLC 中可以直接和输入设备相连接的触点（位）称为输入点，可以直接和输出设备相连接的触点（位）称为输出点，输入点和输出点统称为 PLC 的 I/O 点。PLC 的 I/O 点数越多，控制规模越大。有时也常用 I/O 点数来表征 PLC 的规模。

3. 通道 (Channel)

4 个二进制位构成一个数字。这个数字可以是 0~9（用于十进制数的表示），也可以是