

高职高专电气自动化技术专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN DIANQI ZIDONGHUA JISHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



# PLC技术

---

## 在典型任务中的应用

刘玉娟 周海君 崔 健  
张赛昆 邹 伟 蔡夕忠 编 著



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

高职高专电气自动化技术专业规划教材

GAOZHI GAOZHUAN DIANQI ZIDONGHUA JISHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



# PLC技术 在典型任务中的应用

编 著 刘玉娟 周海君 崔 健  
张赛昆 邹 伟 蔡夕忠  
主 审 董爱华



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

## 内 容 提 要

本书为高职高专电气自动化技术专业规划教材。

本书是以项目训练为主线,结合大量生产和生活实际的应用实例编写而成。全书共有十一个模块,在简要概述 PLC 的用途及发展后,第一模块~第八模块由浅入深、由简到繁地介绍了西门子公司 S7-200 系列小型 PLC 的指令系统在各典型任务中的应用,第九模块介绍 PLC 中模拟量数据处理的方法和技巧,第十模块选用目前企业应用较广泛的通信方式对网络通信技术应用进行了介绍,第十一模块以一个综合应用实例,将指令系统、模拟量数据处理和网络通信技术等内容的应用融为一体,形成一个完整的体系。

本书可作为高职院校电气自动化技术、生产过程自动化技术、机电一体化技术等相关专业的教材,也可作为工程技术人员自学和培训用书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 技术在典型任务中的应用/刘玉娟等编著. —北京:中国电力出版社, 2009

高职高专电气自动化技术专业规划教材

ISBN 978-7-5083-9145-8

I. P… II. 刘… III. 可程序控制器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 120388 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

2009 年 8 月第一版 2009 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 11.75 印张 283 千字

定价 18.80 元

## 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 高职高专电气自动化技术专业规划教材

## 编 委 会

主 任 吕景泉

副主任 狄建雄 凌艺春 谭有广 周乐挺 郝汉琪

秘书长 李兆春

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁学恭 马伯华 王 燕 王 薇 王永红

刘玉娟 刘玉梅 刘保录 孙成普 孙忠献

何 颖 何首贤 张 池 张永飞 张学亮

张跃东 李方园 陆锦军 陈 赵 姚永刚

姚庆文 郭 健 钱金法 常文平 韩 莉

# 前言

---

本书作为高职高专电气自动化技术专业规划教材,是根据高职高专可编程序控制器(PLC)技术应用教育教学基本要求,结合高职高专教育的特点和编者的教学经验,在企业工程师的指导下编写而成的。在编写中贯彻了加强应用性与实用性的原则,强调了以培养职业能力为核心的宗旨,并力求突出以下特点:

(1) 以工程实践为主线,充分体现职业特色。在各个任务的编写中注意结合实际,在企业工程师的指导下,选用典型的工作任务为实例,渗透职业素养,使实例不仅便于实验室完成,而且为实际岗位任务设计和现场操作奠定了基础。

(2) 淡化理论教学与实验教学的界限。编写内容中遴选了一些结合生活生产实际的应用实例,并配有注重培养学生操作技能和创新意识的针对性较强的任务拓展训练。采用这样的编写方式既便于教师课堂教学,又易于学生理解知识要领、提高动手能力,更适于实施“理论、实践一体化”的教学方式。

(3) 突出教材的通用性。为了便于不同学校、不同层次人员根据现有设备选用教材,在每个典型任务的实例中,都详细地进行了分析,特别是在对设备的知识要求较高的实施阶段,详尽给出了具体的接线图或示意图,选用者完全可以临时搭建简易实验台,这样充分体现了“学中做,做中学”、“学以致用”的职业素养,也有利于选用者自学和拓宽知识面。

通过本书的学习,读者可以了解可编程序控制器(PLC)的工作原理,进而编写梯形图程序,完成典型控制任务。

本书由北京电子科技职业学院刘玉娟、周海君、张赛昆、崔健以及北京工业技师学院蔡夕忠和企业工程师邹伟编著,其中周海君编写了绪论和模块十、十一以及附录,刘玉娟编写了模块一~三,张赛昆编写了模块四、五,崔健编写了模块六、七,蔡夕忠编写了模块八,邹伟编写了模块九。本书由河南理工大学董爱华教授主审,提出了宝贵的修改意见,在此表示诚挚的谢意。

本书在编写过程中得到西门子(中国)有限公司工程师的大力支持和帮助,同时得到北京市职业院校教师素质提高工程的经费资助,在此,对上述单位和个人以及所列参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的不足与纰漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2009年2月

# 目 录

前言

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 绪论                              | 1   |
| 模块一 认识 S7-200 系列 PLC            | 5   |
| 任务一 了解 S7-200 系列 PLC 基本组成及基本功能  | 5   |
| 任务二 认识西门子 S7-200 系列 PLC 数据的存储结构 | 10  |
| 任务三 STEP7-Micro/WIN 编程软件的使用     | 17  |
| 任务四 S7-200 系列 PLC 外围安装接线        | 27  |
| 模块二 基本逻辑指令应用                    | 28  |
| 任务一 电气控制电路与 PLC 程序的转换           | 30  |
| 任务二 电动机的正反转控制                   | 33  |
| 任务三 电动机顺序启/停控制                  | 38  |
| 模块三 定时器/计数器指令应用                 | 43  |
| 任务一 电动机间歇运行控制                   | 48  |
| 任务二 十字路口交通灯控制                   | 52  |
| 任务三 组合吊灯亮度控制                    | 58  |
| 模块四 置位/复位指令应用                   | 63  |
| 任务一 自动开关门控制                     | 65  |
| 任务二 自动定时搅拌机控制                   | 68  |
| 模块五 跳转/标号指令应用                   | 72  |
| 任务一 电动机启/停的手/自动控制               | 73  |
| 任务二 电动葫芦升降机构                    | 76  |
| 模块六 移位寄存器指令应用                   | 80  |
| 任务一 文字广告牌控制                     | 82  |
| 任务二 运料小车运行自动控制                  | 87  |
| 模块七 顺序控制继电器指令应用                 | 94  |
| 任务一 机床液压动力滑台控制                  | 102 |
| 任务二 冲床的运动控制                     | 107 |
| 模块八 高级编程指令应用                    | 114 |
| 任务一 电动机定位                       | 124 |
| 任务二 步进电动机调速                     | 125 |
| 模块九 模拟量数据处理                     | 128 |
| 任务一 电位计实现电动机调速                  | 130 |
| 任务二 测量值的标度变换                    | 133 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 模块十 网络通信技术应用.....    | 137 |
| 任务一 PLC 的以太网通信 ..... | 140 |
| 任务二 PPI 通信 .....     | 150 |
| 模块十一 自动化生产线综合控制..... | 157 |
| 任务 货物分拣仓储系统控制.....   | 157 |
| 附录一 材料分拣子系统程序.....   | 164 |
| 附录二 仓储子系统程序.....     | 170 |
| 参考文献.....            | 180 |

## 绪 论

### 一、PLC的基本概念与基本结构

#### (一) PLC的基本概念

随着微处理器、计算机和数字通信技术的飞速发展,计算机控制已经扩展到了几乎所有的工业领域。同时,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。为了满足这一要求,生产设备和自动生产线的控制系统必须具有高的灵活性,可编程序控制器(Programmable Logic Controller, PLC)正是顺应这一要求出现的,它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。

PLC的应用面广、功能强大、使用方便,是当代工业自动化的主要设备之一,已经广泛地应用在各种机械设备和生产过程的自动控制系统中,在其他领域(如民用和家庭自动化)中的应用也得到了迅速的发展。

国际电工委员会(IEC)在1985年的PLC标准草案第三稿中,对PLC作了如下定义:“可编程序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。它采用可编程序的存储器,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,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于使工业控制系统形成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”从上述定义可以看出,PLC是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。

#### (二) PLC的基本结构

PLC硬件主要由中央处理器(CPU)、存储器输入单元、输出单元、通信接口、扩展接口、编程装置和电源部件等部分组成,其组成框图如图0-1所示。其中,CPU是PLC的核心,输入单元与输出单元是连接现场输入/输出设备与CPU之间的接口电路,通信接口用于与编程器、上位计算机等外设连接。

##### 1. CPU

同一般微机一样,CPU是PLC的核心。PLC中所配置的CPU随机型不同而不同,小型PLC多采用8位通用微处理器和单片微处理器,中型PLC多采用16位通用微处理器或单片微处理器,大型PLC多采用高速位片式微处理器。在PLC控制系统中,CPU相当于人的大脑和心脏,不断采集输入信号,执行用户程序,刷新系统输出。

##### 2. 存储器

存储器主要有两种:一种是可读/可操作的随机存储器RAM,另一种是只读存储器ROM、PROM、EPROM和EEPROM。在PLC中,存储器主要用于存放程序(系统程序和用户程序)及工作数据。

系统程序是由PLC的制造厂家编写的,和PLC的硬件组成有关,完成系统诊断、命令解释、功能子程序调用管理、逻辑运算、通信及各种参数设定等功能,提供PLC运行的平

台。系统程序关系到 PLC 的性能，而且在 PLC 使用过程中不会变动，由厂家直接固化在只读存储器 ROM、PROM 或 EPROM 中，用户不能访问和修改。

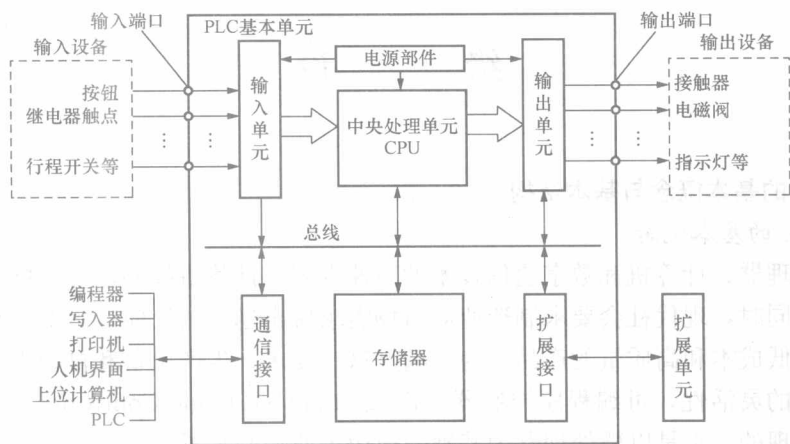


图 0-1 PLC 组成框图

用户程序随 PLC 的控制对象而定，由用户根据对象生产工艺的控制要求而编制的应用程序。为了便于读出、检查和修改，用户程序一般存于由 CMOS 三极管组成的静态 RAM 中。

工作数据是 PLC 运行过程中经常变化、经常存取的一些数据，存放在 RAM 中，以适应随机存取的要求。

### 3. 输入/输出单元

输入 (Input, I) 单元和输出 (Output, O) 单元通常也称 I/O 单元或 I/O 模块，是 PLC 与工业生产现场之间的连接部件。PLC 通过输入接口可以检测被控对象的各种数据，并以这些数据作为对被控制对象进行控制的依据；同时 PLC 又通过输出接口将处理结果送给被控制对象，以实现控制目的。

### 4. 通信接口

PLC 配有各种通信接口，PLC 通过这些通信接口与编程器、打印机、其他 PLC、计算机等设备实现通信。远程 I/O 系统必须配备相应的通信接口模块。

### 5. 编程装置

编程装置的作用是编辑、调试、输入用户程序，也可在线监控 PLC 内部状态和参数，与 PLC 进行人机对话。编程装置可以是专用编程器，也可以是配有专用编程软件包的通用计算机系统。

### 6. 电源

PLC 一般使用 AC 220V 电源或 DC 24V 电源。内部的开关电源为各模块提供不同电压等级的直流电源，如小型 PLC 可以为输入电路和外部的电子传感器（例如接近开关）提供 DC 24V 电源。驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。与普通电源相比，PLC 电源的稳定性好、抗干扰能力强。

## 二、PLC 的特点、应用领域与发展方向

### 1. PLC 的特点

为适应工业环境，与一般控制装置相比较，PLC 有以下特点：

(1) 编程简单、易于掌握。PLC 的设计者充分考虑到现场技术人员的技能和习惯,常采用的是梯形图编程语言,它与继电器控制原理图相似,具有直观、清晰、修改方便、易掌握等优点,即便未掌握专门计算机的人也能很快熟悉,因而受到了广大现场技术人员的欢迎。

(2) 可靠性高、抗干扰能力强。传统的继电器控制系统使用了大量的中间继电器、时间继电器。由于这些继电器触点常接触不良,容易出现故障。PLC 用软件代替大量的中间继电器和时间继电器,仅剩下与输入和输出有关的少量硬件元件,接线可减少到继电器控制系统的  $1/10 \sim 1/100$ ,因触点接触不良造成的故障大大减少。

PLC 采取了一系列硬件和软件抗干扰措施,使之在恶劣的工业环境下仍能保证很高的可靠性,一般平均无故障时间可达到 4 万~5 万 h,远远超过以往的继电器控制系统和计算机控制系统,是被广大用户公认的最可靠的工业控制设备之一。

(3) 功能强、适应面广。PLC 运用了计算机、电子技术和集成工艺的最新技术,在硬件和软件两方面不断发展,使其具备了很强的信息处理能力:不仅有逻辑运算、定时、计数和顺序控制等功能,还具有数字和模拟量的输入/输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。它既可控制一台生产机械、一条生产线,又可控制一个生产过程。

(4) 通用性强、控制程序可修改、使用方便。PLC 品种齐全的各种硬件装置,可以组成能满足各种要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件确定以后,在生产工艺流程改变或生产设备更新的情况下,不必改变 PLC 的硬件设备,只需改编程序就可以满足要求。因此,PLC 除应用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用。

(5) 系统的设计、安装、调试工作量少。PLC 采用了软件来取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计安装接线工作量大为减少。同时,PLC 的用户程序可以在实验室模拟调试,也减少了现场的调试工作量。并且,由于 PLC 的低故障率、很强的监视功能和模块化结构等,使维修也变得极为方便。

(6) 体积小、质量轻、功耗低、维护方便。PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品,其结构紧凑、坚固、体积小、质量轻、功耗低。PLC 编程简单,自诊断能力强,能判断和显示自身故障,使操作人员检查判断故障方便迅速,而且接线少,维修时只需更换插入式模块,维护方便,修改程序和监视运行状态也容易。

## 2. PLC 的应用领域

最初,PLC 主要用于开关量的逻辑控制。随着 PLC 技术的进步,它的应用领域不断扩大。如今,PLC 不仅用于开关量控制,还用于模拟量及数字量的控制,可采集与存储数据,对控制系统进行监控,联网、通信,实现大范围、跨地域的控制与管理。

(1) 开关量控制。PLC 控制开关量的能力是很强的。由于它能联网,点数几乎不受限制。PLC 具有逻辑运算功能,设置有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,能够描述继电器触点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接,因此它可以代替继电器进行组合逻辑与顺序逻辑控制,可应用于冶金、机械、轻工、化工、纺织等行业。

(2) 模拟量控制。模拟量如电流、电压、温度、压力等的大小是连续变化的。工业生产,特别是连续型生产过程,常要对这些物理量进行控制。PLC 配置有模拟量与数字量进行相互转换的 I/O 单元——A/D、D/A 单元。A/D 单元把外部电路的模拟量转换成数字量,然后送入 PLC;D/A 单元把 PLC 的数字量转换成模拟量,再送给外部电路。PLC 还可用 PID 或模糊控制算法实现控制,可得到很高的控制质量,用于控制精度要求较高的场合。

(3) 数字量控制。PLC 可接收脉冲, 频率可高达几千或几十千赫。可用多种方式接收这些脉冲, 还可多路接收。有的 PLC 还具有脉冲输出功能, 脉冲频率也可达几十千赫。有了这两种功能, 加上 PLC 具有数据处理及运算能力, 则可以实现对机床部件位移、装配机械、金属切削机床等的数字量控制。

(4) 数据采集。PLC 可以通过计数器累计记录采集到的脉冲数, 并定时转存到 DM 区中去打印。电力部门将用以实时记录用户用电情况, 以实现不同用电时间、不同计价的收费方法, 鼓励用户在用电低谷时多用电, 达到合理用电与节约用电的目的。

(5) 监控控制。PLC 具有较强的监控功能。在控制系统中, 操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态, 调整定时或计数设定值, 因而调试、使用和维护都很方便。

(6) 通信联网。PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备 (例如计算机、变频器、数控装置) 之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起, 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

### 3. PLC 的发展趋势

(1) 国外 PLC 发展概况。PLC 自问世以来, 经过 40 多年的发展, 在美、德、日等工业发达国家已成为重要的产业之一。世界 PLC 总销售额不断上升、生产厂家不断涌现、品种不断翻新, 产量产值大幅度上升而价格则不断下降。目前, 世界上有 200 多个厂家生产 PLC, 较著名的有美国的通用电气、莫迪康公司, 日本的三菱、富士、欧姆龙、松下电工等, 德国的西门子公司, 法国的施耐德公司, 韩国的三星、LG 公司等。

随着计算机控制技术的发展, 国外近几年兴起自动化网络系统, PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位机之间联成网络, 通过光缆传送信息, 构成大型的多级分布式控制系统 (集散控制系统)。

(2) PLC 发展方向如下:

1) 产品规模向大、小两个方向发展。大型化表现为 I/O 点数增多、多 CPU 并行、大容量存储器、高速化; 小型化表现为由整体结构向小型模块化结构发展, 增加配置的灵活性, 降低成本。

2) PLC 在闭环过程控制中应用日益广泛。

3) 不断加强通信功能。

4) 新器件和模块不断推出, 如智能 I/O 模块、高速计数模块、远程 I/O 模块等专用化模块。

5) 编程工具丰富多样, 功能不断提高, 编程语言趋向标准化。

6) 发展容错技术, 如采用热备用或并行工作、多数表决的工作方式。

7) 追求软硬件的标准化。

(3) 国内发展及应用概况。我国的 PLC 产品的研制和生产经历了三个阶段: 顺序控制器 (1973~1979 年)、一位处理器为主的工业控制器 (1979~1985 年)、八位微处理器为主的可编程序控制器 (1985 年以后)。在对外开放政策的推动下, 国外 PLC 产品大量进入我国市场。

随着应用领域日益扩大, PLC 技术及其产品在继续发展。主要朝着高速化、大容量化、智能化、网络化、标准化、系列化、小型化、廉价化方向发展, 使 PLC 的功能更强, 可靠性更高, 使用更方便, 适用面更广。

## 认识 S7-200 系列 PLC

### 【模块概述】

目前 PLC 技术主要是朝着高速化、大容量化、智能化、网络化、标准化、系列化、小型化、廉价化的方向发展,这使得 PLC 功能更强,可靠性更高。西门子 S7 系列 PLC 充分体现了这一技术发展方向,本书就以 S7-200 系列 PLC 为对象学习 PLC 的应用技术。

S7-200 系列 PLC 是超小型化的 PLC,适用于各行各业、各种场合中的自动检测、监测及控制等。S7-200 系列 PLC 功能强大,可单机独立运行,也可联网实现复杂控制功能。

本模块主要学习 S7-200 系列 PLC 的软、硬件组成、基本功能,STEP7-Micro/WIN32 软件使用,数据的存储方式,接线方法等。

### 【学习目标】

- (1) 认识西门子 S7-200 系列 PLC 软、硬件组成及基本功能。
- (2) 认识 S7-200 系列 PLC 的数据存储结构。
- (3) 熟悉 STEP7-Micro/WIN32 软件环境。
- (4) 学会 S7-200 系列 PLC 的外围接线方法。

## 任务一 了解 S7-200 系列 PLC 基本组成及基本功能

### 一、S7-200 系列 PLC 硬件系统

#### 1. CPU 外形

SIMATIC S7-200 系列 PLC 的 22X 系列 CPU 模块的外形如图 1-1 所示。

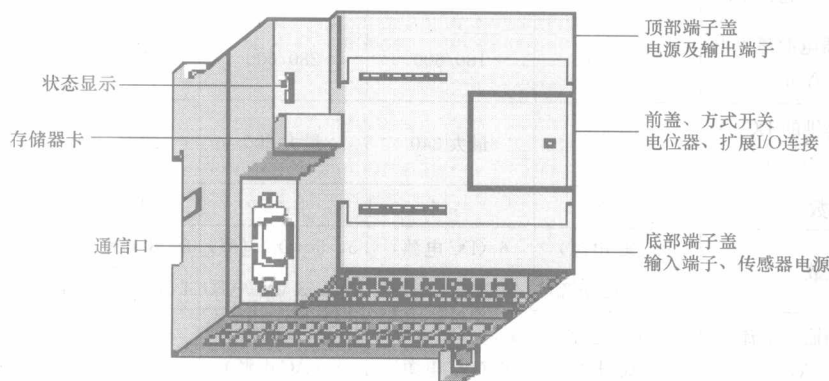


图 1-1 S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块外形

#### 2. CPU 模块

S7-200 系列 PLC 可提供五种 CPU 模块,其主要技术性能指标见表 1-1。

表 1-1

S7-200 系列 PLC 的 CPU 模块主要技术性能指标

| 特 性                               | CPU 221                   | CPU 222                   | CPU 224                         | CPU 226                        | CPU 226XM                      |
|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 外形尺寸 (mm×mm×mm)                   | 90×80×62                  | 90×80×62                  | 120.5×80×62                     | 190×80×62                      | 190×80×62                      |
| 本机数字量 I/O                         | 6/4                       | 8/6                       | 14/10                           | 24/16                          | 24/16                          |
| 最大数字量 I/O                         | 6/4                       | 40/38                     | 94/74                           | 256/256                        | 256/256                        |
| 最大模拟量 I/O                         | —                         | 16/16                     | 28/7 或 14                       | 32/32                          | 32/32                          |
| 程序空间 (永久保存) (字)                   | 2048                      | 2048                      | 4096                            | 4096                           | 8192                           |
| 用户数据存储器 (字)                       | 1024                      | 1024                      | 2560                            | 2560                           | 5120                           |
| 扩展模块 (个)                          | —                         | 2                         | 7                               | 7                              | 7                              |
| 数字量 I/O 映像区                       | 10                        | 256                       | 256                             | 256                            | 256                            |
| 模拟量 I/O 映像区                       | 无                         | 16/16                     | 32/32                           | 32/32                          | 32/32                          |
| 超级电容数据后备典型时间 (h)                  | 50                        | 50                        | 190                             | 190                            | 190                            |
| 内置高速计数器个数 (频率 30kHz)              | 4                         | 4                         | 6                               | 6                              | 6                              |
| 高速脉冲输出个数 (频率为 20kHz)              | 2                         | 2                         | 2                               | 2                              | 2                              |
| 模拟量调节电位器个数 (8 位分频)                | 1                         | 1                         | 2                               | 2                              | 2                              |
| 脉冲捕捉个数                            | 6                         | 8                         | 14                              | 14                             | 14                             |
| 实时时钟                              | 有 (时钟卡)                   | 有 (时钟卡)                   | 有                               | 有                              | 有                              |
| RS-485 通信接口                       | 1                         | 1                         | 1                               | 2                              | 2                              |
| DC24V 电源 CPU 输入电流/最大负载电流 (mA/mA)  | 70/600                    | 70/600                    | 120/900                         | 150/1050                       | 150/1050                       |
| AC240V 电源 CPU 输入电流/最大负载电流 (mA/mA) | 25/180                    | 25/180                    | 35/220                          | 40/160                         | 40/160                         |
| DC24V 传感器电源最大电流/电流限制 (mA/mA)      | 180/600                   | 180/600                   | 280/600                         | 400/约 1500                     | 400/1500                       |
| 为扩展模块提供的 DC 5V 电源的输出电流 (mA)       | —                         | 最大 340                    | 最大 600                          | 最大 1000                        | 最大 1000                        |
| 各组输入的点数                           | 4, 2                      | 4, 4                      | 8, 6                            | 13, 11                         | 13, 11                         |
| 各组输出的点数                           | 4 (DC 电源)<br>3, 1 (AC 电源) | 6 (DC 电源)<br>3, 3 (AC 电源) | 5, 5 (DC 电源)<br>4, 3, 3 (AC 电源) | 8, 8 (DC 电源)<br>4.5, 7 (AC 电源) | 8, 8 (DC 电源)<br>4.5, 7 (AC 电源) |
| 55℃时公共端输出电流总和 (水平安装) (A)          | 3 (DC 电源)<br>6 (AC 电源)    | 4.5 (DC 电源)<br>6 (AC 电源)  | 3.75 (DC 电源)<br>8 (AC 电源)       |                                |                                |

CPU 221 无扩展功能, 价格低廉, 能满足多种集成功能的需要; CPU 222 通过连接扩展模块, 即可处理模拟量; CPU 224 具有更多的输入/输出点及更大的存储量; CPU 226, CPU 226XM 是功能最强的单元, 完全可满足一些中小型复杂控制系统的要求。

对于每个型号,西门子公司提供直流(24V)和交流(120~240V)两种电源供电的 CPU。图 1-2 所示为部分 S7-200 系列 PLC 的 CPU 及扩展模块。

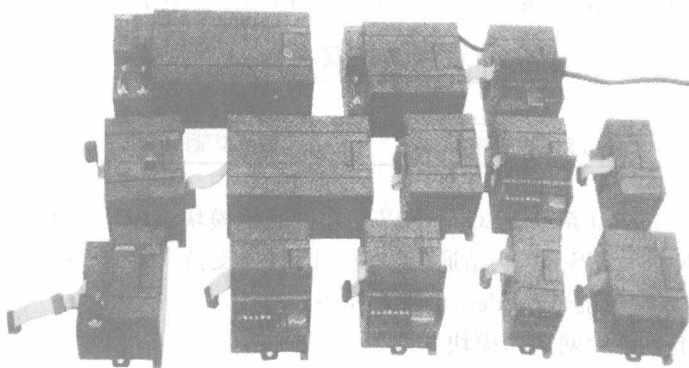


图 1-2 部分 S7-200 系列 PLC 的 CPU 及扩展模块

### 3. 扩展模块

除 CPU 221 外,其他 CPU 模块为了扩展 I/O 点数和完成特殊功能,均可配接多个扩展模块。扩展模块主要有如下几类:

(1) 数字量扩展模块。可选用的数字量扩展模块见表 1-2。连接时 CPU 模块放在最左侧,扩展模块用扁平电缆与左侧的模块相连。数字量扩展模块专门用于扩展 S7-200 系列 PLC 的数字量 I/O 数量,用户通过选用具有不同 I/O 点数的数字量扩展模块,可以满足不同的控制需要,节约投资费用。

表 1-2 数字量扩展模块

| 型 号                   | 各组输入点数  | 各组输出点数     |
|-----------------------|---------|------------|
| EM221 24V DC 输入       | 4, 4    | —          |
| EM221 240V AC 输入      | 8 组相互独立 | —          |
| EM222 24V DC 输入       | —       | 4, 4       |
| EM222 继电器输出           | —       | 4, 4       |
| EM222 240V AC 双向晶闸管输出 | 8 组相互独立 | —          |
| EM223 24V DC 输入/继电器输出 | 4       | 4          |
| EM223 24V DC 输入/DC 输出 | 4       | 4          |
| EM223 24V DC 输入/继电器输出 | 4, 4    | 4, 4       |
| EM223 24V DC 输入/DC 输出 | 4, 4    | 4, 4       |
| EM223 24V DC 输入/DC 输出 | 8, 8    | 4, 4, 8    |
| EM223 24V DC 输入/继电器输出 | 8, 8    | 4, 4, 4, 4 |

(2) 模拟量扩展模块。在工业控制中,某些输入量(如压力、温度、流量、转速等)为模拟量,某些执行机构(如电动调节阀、变频器等)要求可编程控制器输出模拟信号。

可编程控制器的 CPU 不能直接处理模拟量,输入的模拟量首先被传感器和变送器转换为标准的电流或电压,如 4~20mA 电流或 1~5V、0~10V 电压,可编程控制器用 A/D

转换器将它们转换成数字量。D/A 转换器将可编程序控制器处理过的数字量转化为模拟电压或电流，再去控制执行机构。模拟量 I/O 扩展模块的主要任务就是实现 A/D 转换（模拟量输入）和 D/A 转换（模拟量输出）。S7-200 系列 PLC 的三种模拟量扩展模块见表 1-3。

表 1-3

模拟量扩展模块

| 模 块 | EM231    | EM232    | EM235       |
|-----|----------|----------|-------------|
| 点 数 | 4 路模拟量输入 | 2 路模拟量输出 | 4 路输入，1 路输出 |

(3) 通信模块。S7-200 系列 PLC 提供以下几种通信模块，以适应不同的通信方式。

- 1) EM277: PROFIBUS-DP 从站通信模块，同时也支持 MPI 从站通信。
- 2) EM241: 调制解调器 (Modem) 通信模块。
- 3) CP243-1: 工业以太网通信模块。
- 4) CP243-1 IT: 工业以太网通信模块，同时支持 Web/E-mail 等 IT 应用功能。
- 5) CP243-2: AS-Interface 主站模块，可连接最多 62 个 AS-Interface 从站。

(4) 特殊功能模块。S7-200 系列 PLC 还提供了一些特殊功能模块，用以完成特定的任务。例如：定位控制模块 EM253，能产生脉冲串，通过驱动装置带动步进电动机或伺服电动机进行速度和位置的开环控制。每个模块可以控制一台电动机。

## 二、S7-200 系列 PLC 的软件系统

PLC 的软件系统由系统程序 and 用户程序组成。

### 1. 系统程序

系统程序由 PLC 制造商编制，固化在 EPROM 或 PROM 中，它包括以下三个部分：

(1) 系统管理程序：系统管理程序决定系统的工作节拍，包括 PLC 运行管理（各种操作的时间分配安排）、存储空间管理（生成用户数据区）和系统自诊断管理（如电源、系统出错、程序语法、句法检验等）。

(2) 用户程序编辑和指令解释程序：编辑程序将用户程序变为内码形式以便于程序的修改、调试，解释程序将编程语言变为机器语句以便 CPU 操作运行。

(3) 标准子程序与管理程序：为提高运行速度，在程序执行中某些信息处理（如 I/O 处理）或特殊运算通过调用标准子程序与管理程序来完成。

由于通过改善系统程序可以在不改变 PLC 硬件系统的情况下改善其性能，因此各大厂商对 PLC 系统程序的编制十分重视。西门子公司 S7-200 系列 PLC 的系统程序经过不断完善，产品的功能也越来越强。

### 2. 用户程序

根据系统配置和控制要求编制的用户程序，是 PLC 应用于工业控制的一个重要环节。PLC 支持多种编程语言，常用的编程语言有梯形图 (LAD)、语句表 (STL)、逻辑符号图、功能表图 (FBD) 和高级语言。下面以 S7-200 系列 PLC 为例介绍这几种编程语言。

(1) 梯形图。这是目前 PLC 应用最广、最受电气技术人员欢迎的一种编程语言。梯形图与继电器控制电路图相似，具有形象、直观、实用的特点，与继电器控制图的设计思路基本一致，很容易由继电器控制电路转化而来，如图 1-3 (a)、(b) 所示。

(2) 语句表。这是一种与汇编语言类似的编程语言，它采用助记符指令，并以程序执行顺序逐句编写成语句表，如图 1-3 (c) 所示。梯形图和语句表完成同样控制功能，两者之

间存在一定对应关系。不同的 PLC 厂家使用的助记符不尽相同,所以同一梯形图对应的语句表也不尽相同。

(3) 逻辑符号图。逻辑符号图包括与 (AND)、或 (OR)、非 (NOT) 以及定时器、计数器、触发器等,如图 1-3 (d) 所示。

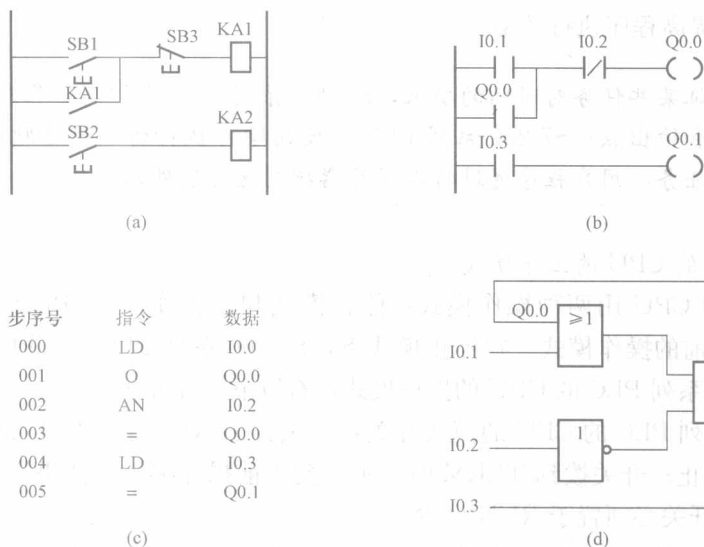


图 1-3 继电器控制电路与 PLC 编程语言

(a) 继电器控制电路; (b) 梯形图; (c) 语句表; (d) 逻辑符号图

(4) 功能表图,又称为状态转换图。它将一个完整的控制过程分成若干个状态,各状态具有不同动作,状态间有一定的转换条件,满足条件则状态转换,表达一个完整的顺序控制过程。

(5) 高级语言。随着软件技术的发展,为了增加 PLC 的运算功能和数据处理能力以方便用户,许多大中型 PLC 已采用高级语言来编程,如 BASIC、C 语言等。

上述几种编程语言中,最常用的是梯形图和语句表。

### 三、S7-200 系列 PLC 的基本功能

#### 1. S7-200 系列 PLC 的 CPU 工作过程

S7-200 系列 PLC 的 CPU 的基本功能就是监视现场的输入信号,根据用户程序中编制的控制逻辑进行运算,把运算结果作为输出信号去控制现场设备的运行。

在 S7-200 系列 PLC 中,控制逻辑由用户编程实现。用户程序要下载到 S7-200 系列 PLC 的 CPU 中执行。S7-200 系列 PLC 的 CPU 按照循环扫描的方式,完成包括执行用户程序在内的各项任务。

S7-200 系列 PLC 的 CPU 周而复始地执行一系列任务,这些任务每次自始至终地执行一遍,CPU 就经历一个扫描周期。通常在一个扫描周期内,CPU 顺序执行如下操作:

(1) 读输入。S7-200 系列 PLC 的 CPU 读取物理输入点上的状态并复制到输入过程映像寄存器中。

(2) 执行用户控制逻辑。从头至尾地执行用户程序。一般情况下,用户程序从输入映像寄存器获得外部控制和状态信号,把运算的结果写到输出映像寄存器中,或者存入到不同的数据保存区中。

(3) 处理通信任务。

(4) 执行自诊断。S7-200 系列 PLC 的 CPU 检查整个系统是否工作正常。

(5) 写输入。复制输出过程映像寄存器中的特殊存储区，专门用于存放从物理输入/输出点到读取或写到物理输入/输出点的状态。用户程序通过过程映像寄存器访问实际物理输入和输出点，可以大大提高程序执行效率。



**提示：**为保证某些任务对时间的要求，S7-200 系列 PLC 允许用户程序直接访问物理输入和输出点；S7-200 系列 PLC 也使用硬件执行诸如高速脉冲处理、通信处理等任务，用户程序通过特殊寄存器控制这些硬件的工作。

## 2. S7-200 系列 PLC 的 CPU 的工作模式

S7-200 系列 PLC 的 CPU 用两种操作模式：停止模式和运行模式。CPU 前面板上的 LED 状态指示灯显示当前的操作模式。在停止模式下，S7-200 系列 PLC 的 CPU 不执行用户程序。要改变 S7-200 系列 PLC 的 CPU 的操作模式，有以下三种方法：

(1) 使用 S7-200 系列 PLC 的 CPU 的模式开关：开关拨到 RUN 时，CPU 运行；开关拨到 STOP 时，CPU 停止；开关拨到 TERM 时，不改变当前操作模式。如果需要 CPU 在上电时自动运行，模式开关必须置于 RUN 位置。

(2) CPU 上的模式开关在 RUN 或 TERM 位置时，可以使用 STEP7-Micro/WIN 编程软件控制 CPU 的运行和停止。

(3) 在程序中插入 STOP 指令，可以在条件满足时将 CPU 设置为停止模式。

## 任务二 认识西门子 S7-200 系列 PLC 数据的存储结构

### 一、数据格式

S7-200 系列 PLC 的 CPU 将信息存储在不同的存储器单元中，每个单元都有地址。S7-200 CPU 使用数据地址访问所有的数据，称为寻址。数字量和模拟量输入/输出点、中间运算数据等各种数据具有各自的地址定义方式，S7-200 系列 PLC 的大部分指令都需要指定数据地址。

S7-200 系列 PLC 的 CPU 以不同的数据格式保存和处理信息。S7-200 系列 PLC 支持的数据格式完全符合通用的相关标准，它们占用的存储单元不同，内部的表示格式也不同。S7-200 系列 PLC 的 SIMATIC 指令系统针对不同的数据格式提供了不同的编程命令。数据格式和取值范围见表 1-4。

表 1-4

数据格式和取值范围

| 寻址格式      | 数据长度 (二进制位数) | 数据类型       | 取值范围                           |
|-----------|--------------|------------|--------------------------------|
| BOOL (位)  | 1            | 布尔数 (二进制数) | 真 (1); 假 (0)                   |
| BYTE (字节) | 8            | 无符号整数      | 0~255; 0~FF (H)                |
| INT (整数)  | 16           | 有符号整数      | -32768~32767;<br>8000~7FFF (H) |
| WORD (字)  |              | 无符号整数      | 0~65535;<br>0~FFFF (H)         |