



零基础轻松学会自动化技术丛书

零基础 轻松学会

西门子S7-200PLC

李长军 主编
关开芹 李长城 副主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

零基础轻松学会自动化技术丛书

零基础轻松学会西门子

S7-200 PLC

李长军 主 编
关开芹 李长城 副主编



机械工业出版社

本书是“零基础轻松学会自动化技术丛书”之一。本书共分7章,以西门子S7-200系列PLC为例介绍。主要内容包括PLC的基础知识;S7-200 PLC基本指令;步进顺序控制;S7-200 PLC功能指令;PLC网络通信技术应用;常用扩展模块;常用机床电气的PLC改造实例。附录中给出了S7-200 PLC指令集、特殊存储器(SM)标志位及错误代码。

本书的编写注重实用性,突出应用能力的提高,起点低,内容结构完整,条理清晰,语言通俗,趣味性强,图文结合,易学易懂,结构安排符合认知规律。

本书适合作为从事自动化应用的电气技术人员自学或培训教材,也可作为大中专院校、技校及职业院校电气专业的教材和参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

零基础轻松学会西门子S7-200 PLC/李长军主编. —北京:机械工业出版社, 2014.7

(零基础轻松学会自动化技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 47481 - 4

I. ①零… II. ①李… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第169934号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐明煜 责任编辑:徐明煜

版式设计:赵颖喆 责任校对:肖琳

封面设计:路恩中 责任印制:刘岚

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2014年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.25印张·417千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 47481 - 4

定价:49.90元

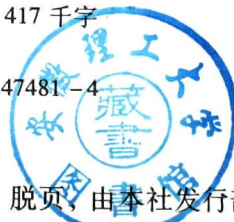
凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版



前 言

随着科技的迅速发展，生产生活中的电气自动化程度越来越高，越来越多的人正在或者将要从事自动控制工作。而 PLC 实现的工业控制应用尤为普遍，为了让大家能跟上新技术发展，迅速掌握 PLC 技术，我们特编写了《零基础轻松学会西门子 S7-200 PLC》一书。

在本书的编写过程中，我们主要贯彻了以下编写原则：

1. 根据职业岗位要求入手，精选教材内容。本书以西门子 S7-200 PLC 为例，主要介绍了 PLC 的基本知识、基本指令、步进顺控指令、功能指令、通信控制和模拟量控制等，并在此基础上，深入浅出地介绍了相关的经典控制程序。

2. 本书突出以“图表”来说明问题。书中通过用不同形式的图片和表格，让读者轻松、快速、直观地学习 PLC 的有关知识，尽快适应电气工作岗位的需求。

3. 本书突出以技能为主，以能力为本位，淡化理论，强化实用性。书中较好地处理了理论与实践技能的关系，在“理论够用”的基础上，突出应用性和职业性的特点，注重对分析实际问题、解决问题能力的培养。

本书突出职业技术教育特色，可作为初、中、高等电气技术人员指导用书和中等职业学校、高职院校电类专业参考用书。

本书由李长军任主编，关开芹、李长城任副主编，沈东辉、卢强、咸晓燕、李宗金、郭庆玲、卢旭辰、肖云也参加了编写工作。

在编写中，由于作者水平有限，书中错误在所难免，恳切希望广大读者对本书提出宝贵的意见和建议，并请发送到邮箱 lydgxh@163.com，以便今后加以修改完善。

目 录

前言

第一章 PLC 的基础知识	1
第一节 PLC 的组成与工作原理	1
一、PLC 的外形	1
二、PLC 的基本结构	5
三、PLC 的工作原理	8
四、PLC 的特点与分类	9
第二节 S7-200 PLC 的编程元件及语言	10
一、基本数据类型与寻址方式	10
二、PLC 的编程元件	13
三、PLC 的编程语言	14
第三节 STEP7-Micro/WIN V4.0 编程软件的安装与操作	16
一、系统安装要求	17
二、软件安装步骤	17
三、认识 STEP7-Micro/WIN V4.0 编程软件主界面	19
四、计算机与 PLC 的通信连接	23
五、一个简单程序的编辑与调试运行	26
第四节 PLC 常用外部设备与接线	32
一、PLC 的输入设备与接线	32
二、PLC 的输出设备与接线	36
第二章 S7-200 PLC 基本指令	39
第一节 位逻辑指令	39
一、指令介绍	39
二、指令练习	40
三、梯形图的编程规则	41
第二节 定时器与计数器	43
一、指令介绍	43
二、指令练习	44
第三节 PLC 基本指令应用实例	47
实例 1 PLC 控制三相异步电动机连续运行	47

实例 2	PLC 控制三相异步电动机正反转运行	49
实例 3	PLC 控制三相异步电动机 Y- Δ 减压启动	52
实例 4	PLC 控制三台电动机顺序起停	54
实例 5	电动机位置自动往返控制	55
实例 6	长定时的 PLC 控制	58
实例 7	闪光灯的 PLC 控制	59
实例 8	单按钮 PLC 控制电动机起停	60
第三章	步进顺序控制	62
第一节	顺序控制及顺序功能图	62
一、	顺序控制概述	62
二、	顺序功能图	62
三、	步进顺控指令	65
第二节	单流程结构步进顺序控制	66
一、	单流程结构顺序功能图	66
二、	单流程结构的编程	66
第三节	选择结构步进顺序控制	67
一、	选择结构顺序功能图	67
二、	选择结构的编程	67
第四节	并行结构步进顺序控制	69
一、	并行结构顺序功能图	69
二、	并行结构的编程	69
第五节	步进顺序控制的综合应用实例	70
实例 1	简易红绿灯控制系统	70
实例 2	两种液体混合装置控制系统	71
实例 3	简易洗车控制系统	75
实例 4	机械臂大小球分选系统	80
实例 5	十字路口交通灯控制系统	81
实例 6	三层电梯的 PLC 控制	86
第四章	S7-200 PLC 功能指令	107
第一节	数据传送指令	107
一、	指令介绍	107
二、	指令练习	109
第二节	比较操作指令	110
一、	指令介绍	110
二、	指令练习	113
第三节	循环指令	115
一、	指令介绍	115
二、	指令练习	116

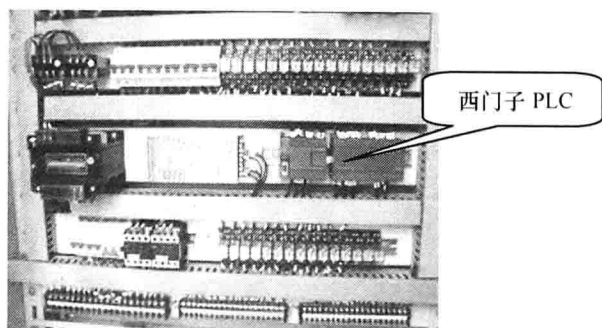
第四节 移位指令	116
一、指令介绍	116
二、指令练习	119
第五节 四则运算指令	122
一、指令介绍	122
二、指令练习	125
第六节 跳转指令	126
一、指令介绍	126
二、指令练习	127
第七节 转换指令	127
一、指令介绍	128
二、指令练习	130
第八节 子程序与中断指令	133
一、指令介绍	133
二、指令练习	138
第九节 逻辑运算指令	140
一、指令介绍	140
二、指令练习	142
第十节 高速计数器指令	143
一、指令介绍	143
二、指令练习	151
第十一节 高速脉冲输出指令	153
一、指令介绍	153
二、指令练习	160
第十二节 功能指令综合应用实例	166
实例 1 彩灯的闪烁控制	166
实例 2 四路抢答器控制	167
实例 3 花样喷泉控制	168
实例 4 PLC 与步进电动机的运动控制	174
第五章 PLC 网络通信技术应用	181
实例 1 两台 S7-200 PLC 的 PPI 通信	181
实例 2 S7-200 PLC 指令向导编程的 PPI 通信	186
实例 3 两台 S7-200 PLC 的 Modbus 通信	191
实例 4 S7-200 PLC 的以太网通信	197
第六章 常用扩展模块	209
第一节 扩展模块介绍	209
一、S7-200 CPU 数字量扩展模块	209
二、S7-200 主机的模拟量扩展模块	209

三、特殊功能模块·····	212
第二节 扩展模块的应用·····	212
一、I/O 点数扩展和编址·····	212
二、模拟量扩展模块的应用·····	213
第七章 常用机床电气的 PLC 改造实例·····	220
实例 1 CA6140 卧式车床的 PLC 控制·····	220
实例 2 X62W 万能铣床的 PLC 控制·····	225
实例 3 Z3040 摇臂钻床的 PLC 控制·····	234
实例 4 M7120 平面磨床的 PLC 控制·····	240
附录·····	247
附录 A S7-200 的 SIMATIC 指令集·····	247
附录 B S7-200 的特殊存储器 (SM) 标志位·····	252
附录 C S7-200 的错误代码·····	264

第一章

PLC 的基础知识

1969 年美国数字设备公司 (DEC) 研制出了世界上第一台 PLC, 并在美国通用汽车 (GM) 公司的汽车生产线上首次应用成功, 实现了工业生产的自动化。随着电子技术和计算机技术的发展, PLC 也在不断完善中。近年来, PLC 集电控、电仪、电传为一体, 性能更加优越, 已成为自动化工程的核心设备, 如右图所示。



PLC 在工业生产设备中的应用图

1987 年, 国际电工委员会 (IEC) 颁布了可编程序控制器 (PLC) 标准草案第三稿, 在草案中对 PLC 进行了如下定义:

可编程序控制器 (PLC) 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, 并通过数字的、模拟的输入和输出, 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, 都应按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩充其功能的原则设计。

第一节 PLC 的组成与工作原理

一、PLC 的外形

德国西门子公司是世界上生产 PLC 的主要厂商之一, 其生产的电子产品以性能精良而久负盛名, 其产品涵盖了微型、小型、中型和大型等各种类型的 PLC。目前主要流行 SIMATIC S7-200/200CN、SIMATIC S7-300/300C 和 SIMATIC S7-400 三大系列 PLC 产品, 如图 1.1-1 所示。西门子公司产品不断推陈出新, 1995 年底推出的 S7 系列 PLC 产品取代



图 1.1-1 西门子公司可编程序控制器

了原来的 S5 系列 PLC，1998 年 S7-200 PLC 升级为第二代产品，2004 年又升级为第三代产品，在 2005 年底又推出了面向中国市场的 SIMATIC S7-200CN 系列产品。

图 1.1-2 为 S7-200 CPU226 模块实物图。下面介绍西门子 S7-200 CPU226 模块。

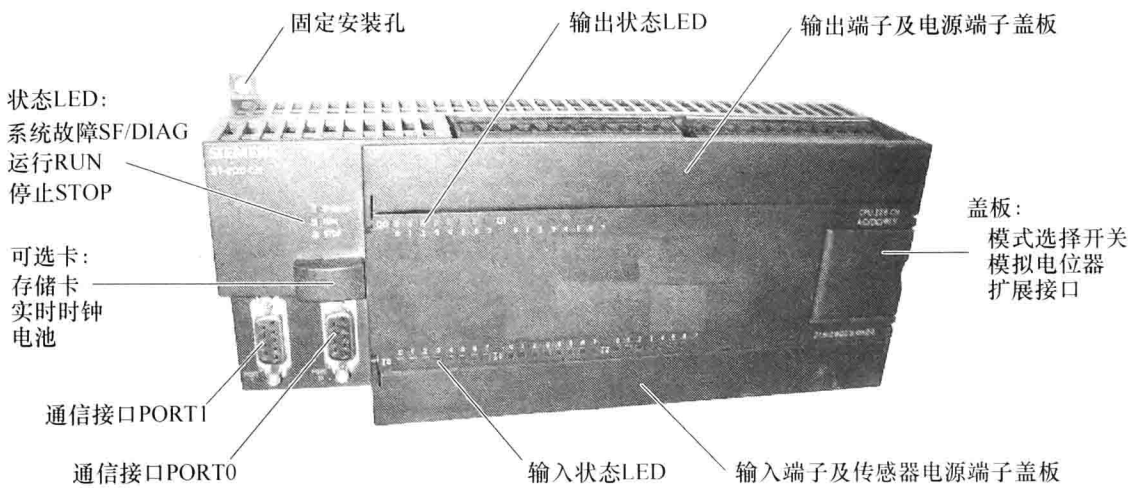


图 1.1-2 CPU226 模块实物

1. CPU 模块的型号

CPU 模块的型号如图 1.1-3 所示。

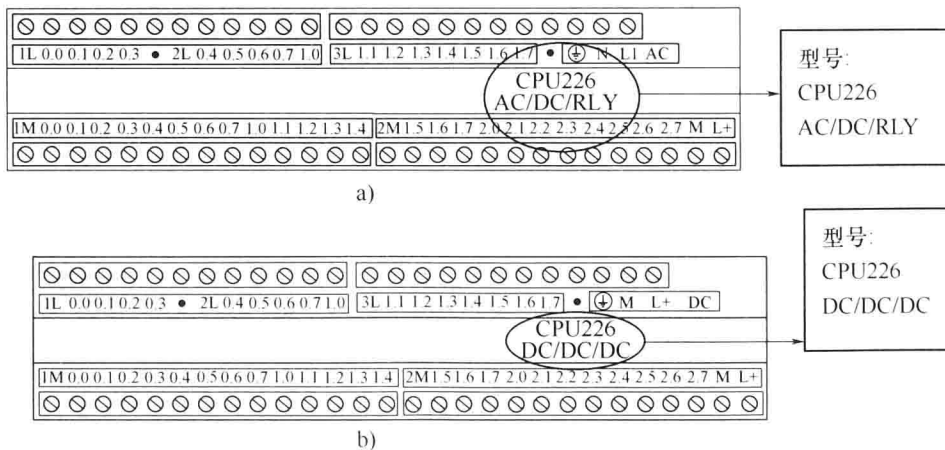


图 1.1-3 CPU 模块的型号

【型号解读】

每一种型号的 CPU 模块都有 DC24V 和 AC120 ~ 220V 两种电源供电的类型。例如，CPU226 有 CPU226 DC/DC/DC 和 CPU226 AC/DC/RLY 两种。图 1.1-3 中 AC/DC/RLY 的含义：AC 表示供电电源电压为交流 220V，DC 表示输入端的电源电压为直流 24V，RLY 表示继电器输出；DC/DC/DC 说明是 24V 直流电源供电、直流数字量输入、晶体管直流数字量输出。

2. 输入与输出 (I/O) 接线端子

在 CPU 模块的面板底部、顶部都有一排接线端子。底部一排接线端子是输入信号的接入端子及传感器电源端子。顶部一排接线端子是输出信号的输出端子及 PLC 的供电电源端子。

图 1.1-4 为 CPU226 模块的 I/O 及电源接线端子示意图。

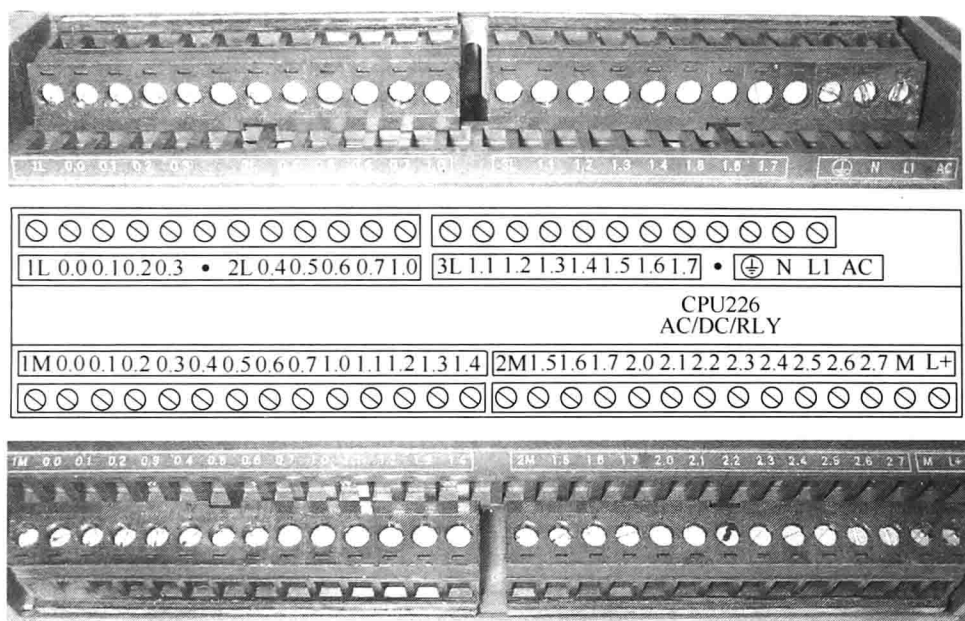


图 1.1-4 CPU226 模块的电源及 I/O 接线端子

CPU226 模块 I/O 端子共 40 点，24 个输入点（I0.0 ~ I0.7、I1.0 ~ I1.7 及 I2.0 ~ I2.7）和 16 个输出点（Q0.0 ~ Q0.7 和 Q1.0 ~ Q1.7）。在编写端子代码时采用八进制，没有 0.8、0.9、1.8、1.9 等。



解读

1. 输入端子

- 1) I0.0 ~ I1.4：第一组输入继电器端子。
- 2) I1.5 ~ I2.7：第二组输入继电器端子。
- 3) 1M、2M：第一、二组输入继电器的公共端口。

2. 传感器电源接线

- 1) M：内部 DC 24V 电源负极，接外部传感器负极或输入继电器公共端。
- 2) L+：内部 DC 24V 电源正极，为外部传感器或输入继电器供电。

3. 输出端子

- 1) Q0.0 ~ Q0.3：第一组输出继电器端子。
- 2) Q0.4 ~ Q1.0：第二组输出继电器端子。
- 3) Q1.1 ~ Q1.7：第三组输出继电器端子。

4) 1L、2L、3L：第一、二、三组输出继电器的公共端口。各组输出之间是互相独立的，这样负载可以使用多个电压系列（如 AC 220V、DC 24V 等）。

5) ●：带黑点的端子上不要外接导线，以免损坏 PLC。

4. PLC 电源接线

⊕：接地线；N：中线；L1：电源相线，交流电压为 85 ~ 265V。

3. I/O 状态指示灯与运行状态指示灯

1) 在 CPU 模块的面板下方和上方分别有一排状态指示灯 (LED)，分别指示输入和输出的逻辑状态。当输入或输出为高电平时，LED 亮，否则不亮。

2) 在 CPU 模块的左侧有三个运行状态指示灯 (LED)，分别指示系统故障/诊断 (SF/DIAG) 状态、运行 (RUN) 状态和停止 (STOP) 状态。

4. S7-200 CPU 的工作模式

S7-200 CPU 的工作模式有停止 (STOP) 模式和运行 (RUN) 模式两种，要改变工作模式有以下三种方法。

1) 使用 CPU 模块上的模式开关。揭开 CPU 模块的前盖，模式开关有三个转换位置：RUN、TERM (终端) 和 STOP。开关拨到 RUN 时，CPU 模块运行程序，即 PLC 按照扫描周期循环执行用户程序，但此时不能向 PLC 写入程序；开关拨到 STOP 时，CPU 模块停止运行程序，即 PLC 停止执行用户程序，但此时可以利用编程设备向 PLC 写入程序，也可以利用编程设备检查用户存储器内容、改变存储器内容、改变 PLC 的各种设置；开关拨到 TERM 时，不改变当前操作模式，此模式多数用于联网的 PLC 网络或现场调试。如果需要 CPU 模块上电时自动运行程序，模式开关必须在 RUN 位置。

2) 将模式开关拨到 RUN 或 TERM 时，可以由 STEP7-Micro/WIN V4.0 编程软件控制 CPU 模块的运行和停止。

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

5. 通信端口和扩展 I/O 端口

在 CPU 模块左侧的通信端口是连接编程器或其他外部设备的接口，S7-200 PLC 的通信端口为 RS485 端口。扩展 I/O 端口位于 CPU 模块右侧的前盖下面，如图 1.1-5 所示，它是连接各种扩展模块的接口。

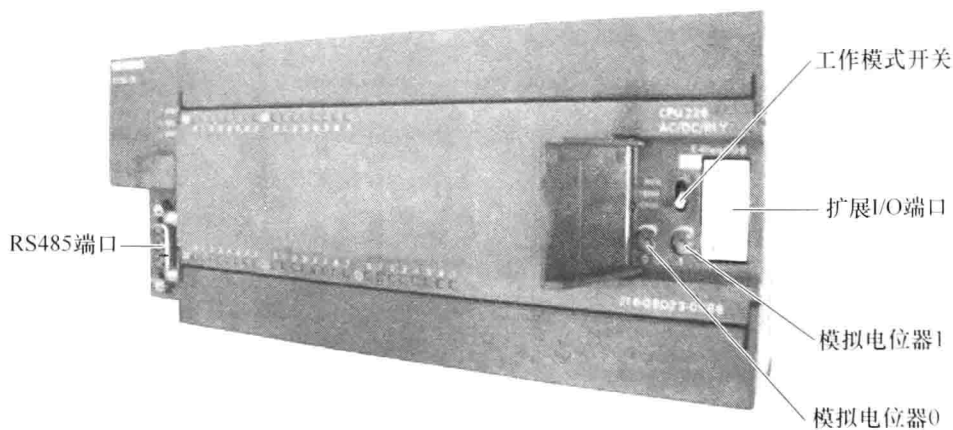


图 1.1-5 CPU226 模块的前盖下的布局

6. 模拟电位器

揭开 CPU 模块右侧的前盖就会看到一个或两个模拟电位器，如图 1.1-5 所示。调节这些电位器就会改变特殊存储器 SMB28 和 SMB29 这两个字节中的值，以改变程序运行时的参数，如定时器和计数器的预置值、过程量的控制参数。

7. 可选卡插槽与可选卡

在 CPU 模块的左侧有一个可选卡插槽。根据需要，可选卡插槽可以插入下述三种卡中

的一种：存储卡、电池卡、日期/时钟电池卡。

存储卡 MC291 提供 EEPROM 存储单元。在 CPU 模块上插入存储卡后，就可使用编程软件 STEP7-Micro/WIN V4.0 将 CPU 模块中的存储内容（系统块、程序块和数据块等）复制到卡上；或将存储卡插到其他 CPU 模块上，通电时存储卡中的内容会自动复制到 CPU 模块中。用存储卡传递程序时，被写入的 CPU 模块必须与提供程序来源的 CPU 模块相同或更高型号。

电池卡 BC293 为所有型号的 CPU 模块提供数据保持的后备电池，该电池在内置的超级电容放电完毕后起作用。

日期/时钟电池卡 CC292 用于 CPU221 和 CPU222 两种不具备内置时钟功能的 CPU 模块，以提供日期/时钟功能，同时提供后备电池。电池卡能够保持数据和内置时钟长达 200 天。

二、PLC 的基本结构

PLC 实质上是一种工业控制计算机，有着与通用计算机相类似的结构，PLC 也是由硬件和软件两大部分组成的。

1. PLC 硬件结构

PLC 硬件结构主要由中央处理器（CPU）、存储器、输入/输出单元（I/O 接口）、I/O 扩展接口、通信及编程接口、电源变换器等组成，见图 1.1-6 所示的点画线框内。

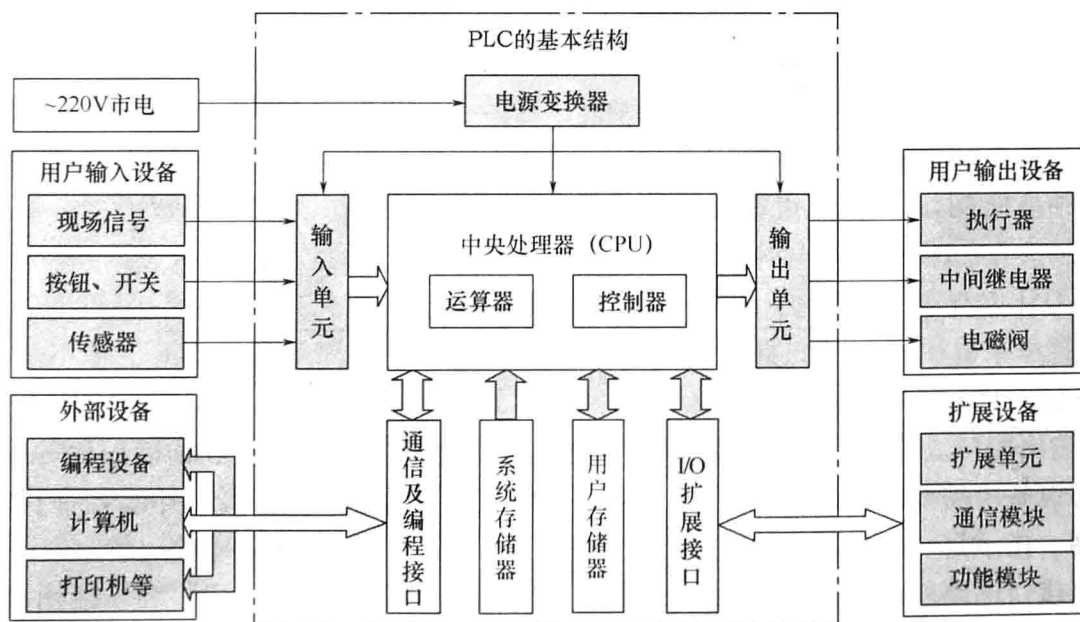


图 1.1-6 PLC 基本结构组成

(1) 中央处理器 (CPU) CPU 是 PLC 的核心部件，由运算器和控制器组成。CPU 可以是通用微处理器、单片机或位片式微处理器。它通过控制总线、地址总线和数据总线与存储器、输入/输出单元和通信接口等建立联系。其主要用于接收并存储从编程器输入的用户程序，检查编程过程是否出错，进行系统诊断，解释并执行用户程序，完成通信及外设的某些功能。

(2) 存储器 PLC 中的存储器主要有系统程序存储器、用户程序存储器以及工作数据存储器三种。

1) 系统程序存储器。其用于存放系统程序，这些程序在 PLC 出厂前就已经固化到只读存储器 (ROM) 中了。第一部分为系统管理程序，第二部分为用户指令解释程序，第三部

分为标准程序模块与系统调用程序。

2) 用户程序存储器。其用于存储 PLC 用户的应用程序，在调试阶段，用户程序存放在读写存储器 (RAM) 中，可由备用电池 (一般为锂电池) 保存 2~3 年。

3) 工作数据存储器。工作数据存储器用来存储工作数据，即用户程序中使用的 ON/OFF 状态、数值数据等。

(3) 输入/输出单元 (I/O 接口) 输入/输出单元通常也称为输入/输出接口 (I/O 接口)，是 PLC 与工业生产现场设备之间的连接部件。

1) 输入接口。输入接口用来接收和采集用户输入设备产生的信号。输入信号主要有两种类型：一类是由按钮、选择开关、行程开关、继电器触点、接近开关、光电开关、数字拨码开关等来的开关量输入信号；另一类是由电位器、测速发电机和各种变送器等来的模拟量输入信号。这些信号经过光电隔离、滤波和电平转换等处理，变成 CPU 能够接收和处理的信号，并送给输入映像寄存器。

PLC 输入接口电路有直流输入、交流输入和交流/直流混合输入三种。输入接口的电源可以由外部提供，也可以由 PLC 内部提供。

图 1.1-7 所示为西门子 S7-200 系列 PLC 的直流输入接口电路，图中只画出了对应于一个点的输入电路，各个输入点所对应的输入电路均相同。其中直流电源由外接提供，极性可以为任意极性。

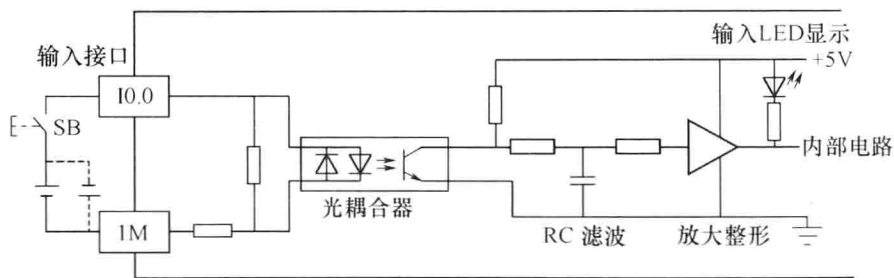


图 1.1-7 S7-200 PLC 直流输入接口电路

2) 输出接口。输出接口是将经过 CPU 处理的信号通过光电隔离和功率放大等处理，转换成外部设备所需要的驱动信号 (数字量输出或模拟量输出)，以驱动外部各种执行设备，如接触器、指示灯、报警器、电磁阀、电磁铁、调节阀、调速装置等设备。

输出接口电路就是 PLC 的负载驱动回路。为适应实际设备控制的需要，输出接口的形式有继电器输出型、场效应晶体管输出型及双向晶闸管输出型三种，如图 1.1-8 所示。为提高 PLC 抗干扰能力，每种输出电路都采用了光电或电气隔离技术。

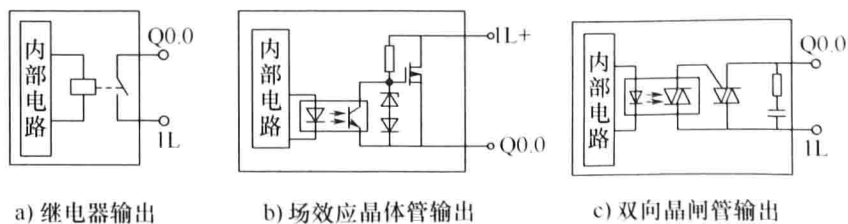


图 1.1-8 输出接口的形式

图 1.1-8a 所示继电器输出型为有触点的输出方式，既可以驱动直流负载，又可以驱动

交流负载，驱动负载的能力为 2A 左右。其优点是适用电压范围比较宽、导通压降小、承受瞬时过电压和过电流的能力强，缺点是动作速度较慢、响应时间长、动作频率低，建议在输出量变化不频繁时优先选用，不能用于高速脉冲的输出。其电路工作原理是：当内部电路的状态为“1”时，使继电器线圈通电，产生电磁吸力，触点闭合，则负载得电，同时点亮输出指示灯 LED（图 1.1-8a 中负载、输出指示灯 LED 未画出），表示该路输出点有输出；当内部电路的状态为“0”时，使继电器的线圈无电流，触点断开，则负载断电，同时 LED 熄灭，表示该路输出点无输出。

图 1.1-8b 所示的场效应晶体管输出形式，只可以驱动直流负载，驱动负载的能力是每一个输出点的最大允许控制电流为 750mA。其优点是可靠性强、执行速度快、寿命长，缺点是过载能力差，适用于高速（可达 20kHz）、小功率直流负载。其电路工作原理是：当内部电路的状态为“1”时，光耦合器导通，使晶体管饱和导通，场效应晶体管也饱和导通，则负载得电，同时点亮 LED（图 1.1-8b 中负载、LED 未画出），表示该路输出点有输出；当内部电路的状态为“0”时，光耦合器断开，晶体管截止，场效应晶体管也截止，则负载失电，LED 熄灭，表示该路输出点无输出。图 1.1-8b 中的稳压管用来抑制关断过电压和外部的浪涌电压，以保护场效应晶体管。

图 1-1-8c 所示的双向晶闸管输出形式，适合驱动交流负载，驱动负载的能力为 1A 左右。由于双向晶闸管和晶体管同属于半导体器件，所以优缺点与晶体管输出形式相似。双向晶闸管输出形式适用于高速、大功率交流负载。其电路工作原理是：当内部电路的状态为“1”时，发光二极管导通发光，双向二极管导通，给双向晶闸管施加了触发信号，无论外接电源极性如何，双向晶闸管均导通，负载得电，同时输出指示灯 LED 点亮（图 1.1-8c 中负载、输出指示灯 LED 未画出），表示该路输出点有输出；当内部电路的状态为“0”时，双向晶闸管无触发信号，双向晶闸管关断，此时负载失电，LED 熄灭，表示该路输出点无输出。

(4) 扩展接口 扩展接口用来扩展 PLC 的 I/O 端子数。当用户所需要的 I/O 端子数超过 PLC 基本单元（即主机，带 CPU）的 I/O 端子数时，可通过此接口用扁平电缆线将 I/O 扩展接口（不带有 CPU）与 PLC 基本单元相连接，以增加 PLC 的 I/O 端子数，从而适应控制系统的要求。其他很多的智能单元也通过该接口与 PLC 基本单元相连。

(5) 通信接口 通信接口是专用于数据通信的，主要实现人-机对话。PLC 通过通信接口可与打印机、监视器以及其他的 PLC 或计算机等设备实现通信。

(6) 电源 PLC 的电源（见图 1.1-9）是指将外部输入的电源处理后转换成满足 PLC 的 CPU、存储器、输入/输出接口等内部电路工作需要的直流 5V 电源电路或电源模块。

另一方面可为外部输入元件提供 DC 24V 标准电源，而驱动 PLC 负载的电源由用户提供。

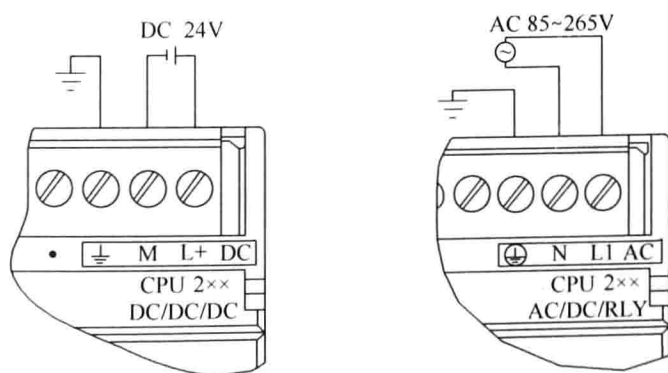


图 1.1-9 PLC 供电形式

2. PLC 软件

PLC 软件由系统程序和用户程序组成。

(1) 系统程序 系统程序是由 PLC 制造厂商采用汇编语言设计编写的，固化于 ROM 型系统程序存储器中，用于控制 PLC 本身的运行，用户不能直接读写与更改。系统程序分为系统管理程序、用户指令解释程序、标准程序模块和系统调用程序。

(2) 用户程序 用户程序是用户为完成某一控制任务而利用 PLC 的编程语言编制的程序。由于 PLC 是专门为工业控制而开发的装置，其主要使用者是广大电气技术人员，为了满足他们的传统习惯和掌握能力，PLC 的编程语言采用比计算机语言相对简单、易懂、形象的专用语言。PLC 的主要编程语言有梯形图和语句表等。

三、PLC 的工作原理

1. PLC 的工作过程

PLC 在本质上虽然是一台微型计算机，其工作原理与普通计算机类似，但是 PLC 的工作方式却与计算机有很大的不同。计算机一般采用等待输入—响应（运算和处理）—输出的工作方式，如果没有输入，就一直处于等待状态；而 PLC 采用的是周期性循环扫描的工作方式，每一个周期要按部就班做完全相同的工作，与是否有输入或输入是否变化无关。

PLC 的工作过程一般包括内部处理、通信操作、输入处理、程序执行、输出处理五个阶段，如图 1.1-10 所示。

(1) 内部处理 PLC 检查 CPU 模块内部的硬件是否正常，进行监控、定时器复位等工作。在运行模式下，还要检查用户程序存储器，如果发现异常，则停止并显示错误；若自诊断正常，继续向下扫描。

(2) 通信操作 在通信操作阶段，CPU 自检并处理各通信端口接收到的任何信息，完成数据通信服务，即检查是否有计算机、编程器的通信请求，若有则进行相应处理。

(3) 输入处理 输入处理阶段又称输入采样阶段。在此阶段，按顺序扫描输入端子，把所有外部输入电路的接通/断开状态读入到输入映像寄存器，输入映像寄存器被刷新。

(4) 程序执行 用户程序在 PLC 中是顺序存放的。在程序执行阶段，在无中断或跳转指令的情况下，CPU 根据用户程序从第一条指令开始按自上而下、从左至右的顺序逐条扫描执行。

(5) 输出处理 当所有指令执行完毕后，进入输出处理阶段，又称输出刷新阶段。CPU 将输出映像寄存器中的内容集中转存到输出锁存器，然后传送到各相应的输出端子，最后再驱动外部负载。



图 1.1-10 PLC 的工作过程

【工作模式解读】

PLC 有两种工作模式，即运行（RUN）模式和停止（STOP）模式。运行模式是执行应用程序的过程，停止模式一般用于程序的编制与修改。

当 PLC 工作方式开关置于 RUN 时，执行所有阶段；当 PLC 工作方式开关置于 STOP 时，不执行后三个阶段，此时可进行通信操作、对 PLC 编程等。

2. PLC 用户程序的执行过程

在运行模式下，PLC 对用户程序重复地执行输入处理、程序执行、输出处理三个阶段，如图 1.1-11 所示，图中的序号表示梯形图程序的执行顺序。

在用户程序执行过程中，输入映像寄存器的内容，由上一个输入采样期间输入端子的状态决定。输出映像寄存器的状态，由程序执行期间的执行结果所决定，随程序执行过程而变化。输出锁存器的状态，由程序执行期间输出映像寄存器的最后状态来确定。各输出端子的状态，由输出锁存器确定。程序如何执行，取决于输入、输出映像寄存器的状态。

在每次扫描中，PLC 只对输入采样一次，输出刷新一次，这可以确保在程序执行阶段，同一个扫描周期的输入映像寄存器和输出锁存器中的内容保持不变。每重复一次的时间就是一个扫描周期，其典型值为 1 ~ 100ms。扫描周期与用户程序的长短、指令的种类和 CPU 执行指令的速度有很大的关系。

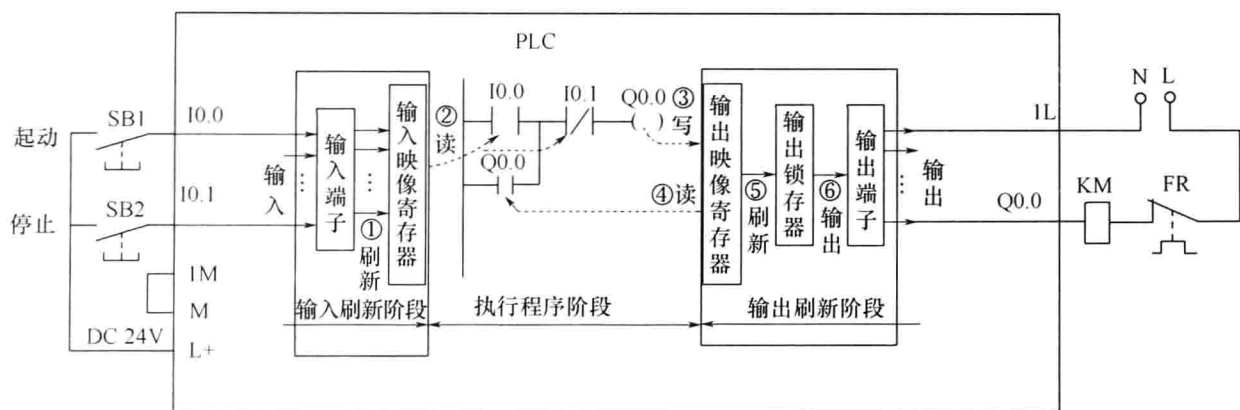


图 1.1-11 PLC 用户程序的执行过程

四、PLC 的特点与分类

西门子 S7 系列 PLC 分为 S7-400、S7-300、S7-200 三个系列，分别为 S7 系列的大、中、小型 PLC。S7-200 系列 PLC 包括 CPU21X 型以及 CPU22X 型。其中 CPU22X 型 PLC 提供了四个不同的基本型号，即 CPU221、CPU222、CPU224 和 CPU226。下面重点介绍 S7-200 小型机。

小型 PLC 中，CPU221 价格低廉且能满足多种集成功能的需要。CPU222 是 S7-200 家族中低成本的单元，通过可连接的扩展模块即可处理模拟量。CPU224 具有更多的输入/输出点及更大的存储器。CPU226 和 CPU226XM 是该系列中功能最强的单元，可完全满足一些中小型复杂控制系统的要求。四种型号的 PLC 具有下列特点。

(1) 集成的 24V 电源 其可直接连接到传感器、变送器和执行器。CPU221 和 CPU222 具有 180mA 输出，CPU224 输出 280mA，CPU226、CPU226XM 输出 400mA 可用作负载电源。

(2) 高速脉冲输出 PLC 具有两路高速脉冲输出端，输出脉冲频率可达 20kHz，用于控制步进电动机或伺服电动机，实现定位任务。

(3) 通信口 CPU221、CPU222 和 CPU224 具有一个 RS485 通信口，CPU226、CPU226XM 具有两个 RS485 通信口。支持 PPI、MPI 通信协议，有自由口通信能力。

(4) 模拟电位器 CPU221/222 有一个模拟电位器，CPU224/226/226XM 有两个模拟电