

可编程控制器入门教程

(SIMATIC S7-200)

钟肇新 王 灏 编

PLC 无所不在

华南理工大学出版社

可编程控制器入门教程

(SIMATIC S7-200)

钟肇新 王 灏 编

华南理工大学出版社

·广州·

JSSG6/02

内 容 简 介

可编程控制器(PLC)是当今最重要、最可靠、应用场合最广泛的工业控制装置,除具有必要的算术功能外,还可构成包括逻辑控制、过程控制、数据采集与控制、图形工作站等的综合控制系统。

本书介绍了可编程控制器的由来及发展,并以西门子 S7-200 系列 PLC 为例,介绍可编程控制器的工作原理、结构特点、基本指令及编程方法;着重阐述可实现算术/逻辑运算、程序流控制、高速处理、数据表处理、PID 处理、数据格式转换、通信等极为强大的功能的指令体系,附有这些功能的编程示例;通过介绍高速输出功能及集成模拟量通道的应用、在网络通信方面的应用实例,说明工程设计的方法。

本书可作为自动控制、机电一体化专业的大学本科生教材,本书取材于国外最新技术资料,对于机电行业的广大技术人员也是一本更新知识结构及新技术应用的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器入门教程(SIMATIC S7-200)/钟肇新,王灏编. —广州:华南理工大学出版社,1999.5 (2000.8 重印)

ISBN 7-5623-1420-9

I. 可…

II. ①钟…②王…

III. 控制设备

IV. TP332.3

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮码 510640)

责任编辑 詹志青

各地新华书店经销

广州市新明光印刷有限公司印装

*

2000 年 8 月第 1 版第 2 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 9.75 字数: 234 千

印数: 5001—10000 册

定价: 15.00 元

前 言

可编程控制器(PLC)是工业自动化的主导产品。其可靠性极高、使用极方便的巨大优越性,已广为工程技术人员所熟知。

西门子公司生产的可编程控制器在我国的应用亦相当广泛。早期,西门子公司可编程控制器大多是跟随着欧洲的工业生产设备进入中国的。改革开放以来,在冶金、饮料生产、印刷生产线等领域引进的生产设备中,有许多西门子的可编程控制器。近年来,西门子公司大力扩展在华业务。许多国内同行也大量采用西门子的可编程控制器作为国产机械设备的控制核心。

但是,目前介绍可编程控制器的书,大多以日本生产的可编程控制器为目标机型。介绍西门子可编程控制器的书在书店很难找到。为此,我们参阅西门子公司资料,编写出版本书,以期对希望了解西门子可编程控制器的读者有所帮助。本书的指令部分主要参照“S7-200 Programmable Controller System Manual”。

西门子的 SIMATIC S7 系列 PLC 是 S5 系列的更新换代产品。S7 系列 PLC 包括 S7-200, S7-300, S7-400 三大类。其中 S7-200 是微型到小型的 PLC; S7-300 是小型到中型的 PLC; S7-400 是大型到超大型的 PLC。就技术风格而言,西门子的 PLC 与日本的 PLC 是有很多不同之处的。本书介绍的西门子 SIMATIC S7-200 PLC 是在美国的工厂生产的。其技术风格与在德国生产的 SIMATIC S5 及其更新产品 SIMATIC S7-300/400 不尽相同。本书以 S7-200 为目标机型,是取其简单易学。读者要真正了解西门子 PLC 的特点,应以 S7-300/400 为目标机型,并学习其编程软件 STEP 7 的使用方法,方能达到目的。

本书所介绍的小型 PLC 的基本原理及 S7-200 的指令系统,可以作为 PLC 的入门教材。如果要配以相应实验,则沈阳飞机公司可供应配套的实验装置及实验指导。

本书编写过程中,得到西门子(中国)有限公司的大力支持。该公司培训中心提供了大量原始资料,在此表示衷心感谢。

因水平所限,书中难免有错漏之处。敬请广大读者批评指正。

编 者

1999 年 1 月于广州

目 录

1 概述	(1)
1.1 可编程控制器的由来与发展	(1)
1.2 可编程控制器的定义及特点	(2)
2 可编程控制器的工作原理及结构	(3)
2.1 可编程控制器的工作原理	(3)
2.2 可编程控制器的构成	(4)
2.3 软元件的功能	(12)
3 可编程控制器的基本指令及编程方法	(17)
3.1 基本逻辑指令及其变化	(17)
3.2 较复杂的逻辑关系的处理	(19)
3.3 置位、复位及脉冲生成指令	(21)
3.4 定时器与计数器操作指令	(23)
3.5 NOT、NOP 及 MEND 指令	(26)
3.6 顺序控制指令	(27)
3.7 比较指令	(31)
4 功能指令	(33)
4.1 功能指令通则	(33)
4.2 四则运算及加 1/减 1 指令	(37)
4.3 PID 指令	(42)
4.4 传送、移位、循环移位及填充指令	(47)
4.5 程序流控制指令	(57)
4.6 逻辑堆栈指令	(67)
4.7 逻辑运算指令	(69)
4.8 表处理及表搜索指令	(73)
4.9 转换指令	(78)
4.10 高速计数指令	(83)
4.11 高速输出指令	(95)
4.12 中断指令	(103)
4.13 通信指令	(113)
5 编程实例	(121)
5.1 高速输出功能及集成模拟量通道的应用	(121)
5.2 S7-200 PLC 间的通信	(126)
5.3 PID 指令的使用	(146)

1 概述

1.1 可编程控制器的由来与发展

可编程控制器(Programmable Controller)缩写为 PC。为了与个人计算机(Personal Computer)相区别,就把可编程控制器简写成 PLC。其中的 L 取逻辑(Logic)的意思,因为早期的可编程控制器就是用于逻辑控制场合而取代继电器控制系统的。

第一台可编程控制器是 1969 年在美国面世的。经过 30 多年的发展,现在可编程控制器已经成为最重要、最可靠、应用场合最广泛的工业控制微型计算机。在可编程控制器中,充分应用了大规模集成电路技术、微电子技术及通信技术,迅速地 from 早期的逻辑控制发展到进入位置控制、伺服控制、过程控制等领域。用可编程控制器已经可以构成包括逻辑控制、过程控制、数据采集与控制、图形工作站等的综合控制系统。

60 年代末期,由于市场的需要,工业生产开始从大批量、少品种的生产方式转变为小批量、多品种的生产方式。这种生产方式在汽车生产中更得到充分的体现,而当时汽车组装生产线的控制是采用继电器控制系统的。这种控制系统体积大,耗电多,特别是改变生产程序很困难。为了改变这种状况,1968 年,美国通用汽车公司(GM)对外公开招标,要求用新的电气控制装置取代继电器控制系统,以便适应迅速改变生产程序的要求。该公司为新的控制系统提出 10 项指标:

- (1) 编程方便,可现场修改程序;
- (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) 体积小于继电器控制盘;
- (5) 数据可直接送入管理计算机;
- (6) 成本可与继电器控制盘竞争;
- (7) 输入可为市电;
- (8) 输出可为市电,容量要求在 2 A 以上,可直接驱动接触器等;
- (9) 扩展时原系统改变最少;
- (10) 用户存储器大于 4 KB。

这 10 项指标实际上就是现在可编程控制器的最基本的功能。其核心要求可归结为 4 点:

- (1) 用计算机代替继电器控制盘;
- (2) 用程序代替硬接线;
- (3) 输入/输出电平可与外部装置直接相联;

(4) 结构易于扩展。

1969 年美国的数字设备公司(DEC)制成了第一台可编程控制器,在通用汽车公司的生产线上使用,取得极满意的效果,开创了可编程控制器的新纪元。

70 年代开始,日本、欧洲开始制造可编程控制器,经过多年发展,PLC 技术日臻成熟,目前世界上有上百家工厂生产 PLC,型号多达数百种。

1.2 可编程控制器的定义及特点

1.2.1 可编程控制器的定义

尽管可编程控制器仍然在发展中,随时会产生新的功能,但从 1987 年 IEC 对可编程控制器的定义就可以看出可编程控制器是一种什么样的控制装置。

IEC 于 1987 年对可编程控制器下的定义是:

可编程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;它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序,执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作等面向用户的指令;并通过数字式或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备,都按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

由上述定义可见,PLC 是工业专用计算机。这种工业计算机采用面向用户的指令,因而编程方便。它能完成“逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术操作”,它还具有“数字量或模拟量输入/输出控制”的能力。并且容易与“工业控制系统联成一体”,易于扩充。因而可以说 PLC 是近乎理想的工业控制计算机。

1.2.2 可编程控制器的特点

(1) 可靠性高。可靠性是用户的首要要求,因而 PLC 的生产厂家都着力于提高可靠性的指标。目前各生产厂家生产的 PLC,其平均无故障时间都大大超过 IEC 规定的 10 万小时。而且规模较大、要求较高的系统还可以采用多机冗余系统或表决系统,再进一步提高系统的可靠性。

(2) 编程方便,易于使用。PLC 的编程可采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,直观易懂,深受现场电气技术人员的欢迎。近年来又发展了面向对象的顺控流程图语言(Sequential Function Chart),使编程更简单方便。

(3) 控制功能极强。除基本的逻辑控制、定时、计数、算术运算等功能外,配合特殊功能模块还可实现点位控制、PID 运算、过程控制、数字控制等功能,为方便工厂管理又可以与上位机通信,通过远程模块可以控制远方设备。因此,PLC 几乎是全能的工业控制计算机。

(4) 扩展及与外部联接极为方便。

由于具有上述特点,故 PLC 的应用范围极其广泛。可以说只要有工厂,有控制要求,就会应用 PLC。

2 可编程控制器的工作原理及结构

2.1 可编程控制器的工作原理

可编程控制器(PLC)是一种工业控制计算机，其核心是一台微处理器。但由于接口器件及系统软件的包围，其外型不像计算机。其操作使用方法、编程语言、工作原理都与普通计算机有所不同；另一方面，作为继电控制系统的替代物，又由于其核心为计算机芯片，因此与继电控制系统的工作原理也有很大区别。下面以一个电机单向启/停电路为例，说明这个问题。

图 2-1 (a)为电机启/停控制简图。按下启动按钮 SB1，电流流经 SB2—SB1—KM，KM 线圈得电，其主触点闭合令电机启动。其与 SB1 并联的辅助触点也闭合，起自锁作用。

图 2-1 (b)则为用 PLC 实现同样功能的接线示意图。工作时，PLC 先读入 I0.0、I0.1 的 ON/OFF 状态，然后按程序规定的逻辑做运算，若逻辑条件满足，则 Q0.0 的线圈应得电，使其外部触点闭合，外电路形成回路驱动 KM，由 KM 再驱动电机。

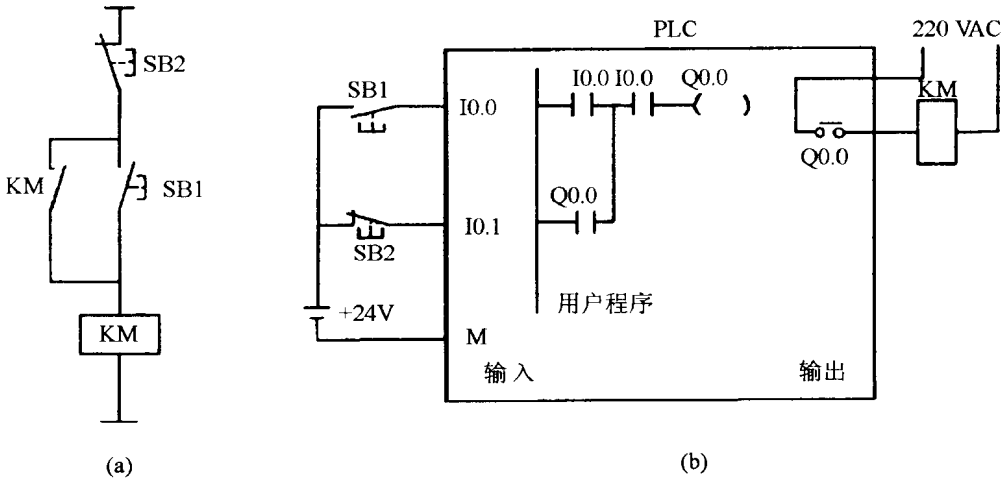


图 2-1 电机启/停控制电路

(a) 控制简图；(b) 用 PLC 实现控制功能的接线示意图

上述工作过程大体上可分为读入开关状态、逻辑运算、输出运算结果三步。PLC 作为计算机，在每一瞬间只能做一件事，因而工作的顺序是读输入→第一步运算→第二步运算……最后一步运算→写输出。这种工作方式就称为扫描工作方式，从读输入到写输出的执

行时间称为扫描周期。

可编程控制器的工作过程如图 2-2 所示。

(1) 输入处理

程序执行前, 可编程控制器将全部输入端子的通/断状态写入输入映像寄存器(PII)。

在程序执行中, 即使输入状态变化, 输入映像寄存器的内容也不变, 直到下一扫描周期的输入处理阶段才写入这变化。另外, 输入触点从通(ON)→断(OFF)[或从断(OFF)→通(ON)]变化到处于确定状态止; 输入滤波器还有一响应延迟时间(约 0.3~10ms)。

(2) 程序处理

对应用户程序存储器所存的指令, 从输入映像寄存器和其他软元件的映像寄存器中将有关软元件的通/断状态读出, 从 0 步开始顺序运算, 每次运算结果都写入有关的映像寄存器, 因此, 各软元件(I 除外)的映像寄存器的内容随着程序的执行在不断变化。

输出继电器的内部触点的动作由输出映像寄存器的内容决定。

(3) 输出处理

全部指令执行完毕, 将输出映像寄存器的通/断状态向输出锁存寄存器传送, 成为可编程控制器的实际输出。

可编程控制器内的外部输出触点对输出软元件的动作有一个响应时间, 即要有一个延迟动作。

以上的方式称为成批输入/输出方式(或刷新方式)。

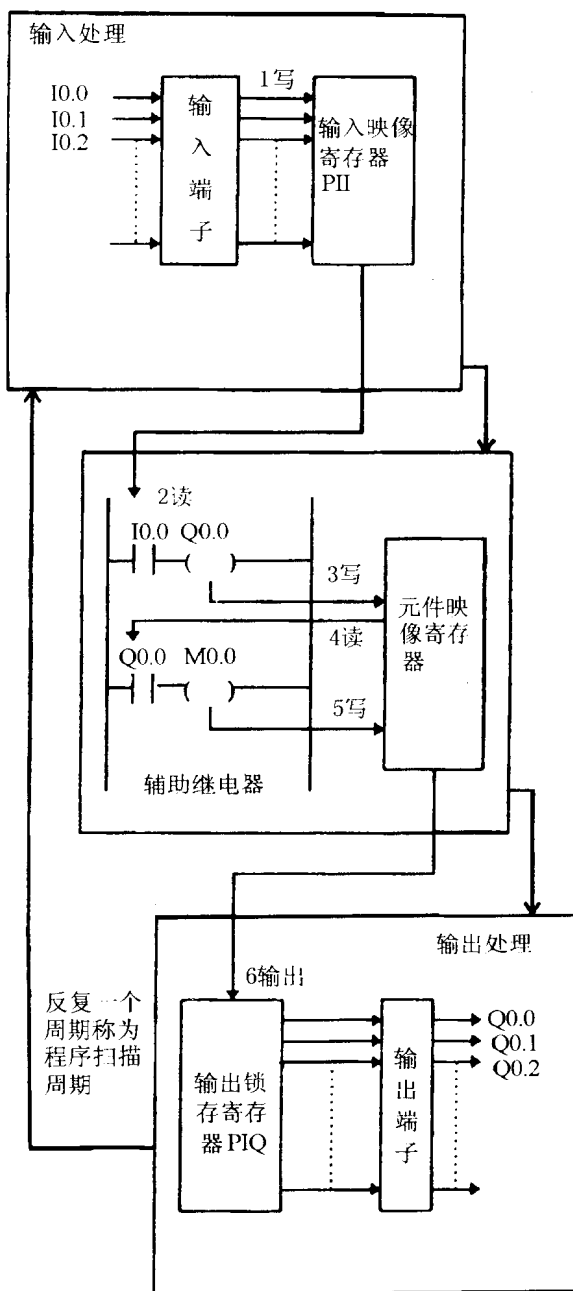


图 2-2 可编程控制器的工作过程

2.2 可编程控制器的构成

一体化的可编程控制器(例如 S7-200 系列)在硬件结构上通常可分为三大部分: CPU 板、I/O 板和电源。当然还要有系统软件及外围接口。下面以 S7-200 PLC 为例, 分别介绍

硬件及软件的构成及作用。

2.2.1 硬件

一体化可编程控制器硬件框图如图 2-3 所示。

2.2.1.1 CPU 板

CPU 板上有一台基本计算机必需的部件：中央处理器 CPU，存储器 RAM、EPROM，并行接口 PIO，串行接口 SIO，时钟 CTC。其作用是对整个可编程控制器的工作进行控制。它的工作可分为两部分：一部分是对系统进行管理，如自诊断、查错、信息传送、时钟/计数刷新等；另一部分是根据用户程序执行输入/输出操作、程序解释操作等。

不同型号的可编程控制器的 CPU 芯片是不同的。有采用通用 CPU 芯片的，如 8031、80286 等，也有采用厂家自行设计的专用芯片的。越是大型的可编程控制器，其控制的系统越大，系统处理的信息量越大，则要求 CPU 的位数越高，运算速度越快。随着芯片技术的不断发展，可编程控制器所用的 CPU 芯片也越来越高档。

CPU 板中的存储器主要用于存储系统软件及用户环境。其容量的大小，应与可编程控制器所控系统的规模相适应。

串行接口和并行接口是 CPU 与外围设备交换信息的通道，可为用户提供极大的方便。

CPU 板上的定时器、计数器是用作产生系统时钟及用户时基信号的。

可编程控制器的用户存储器有 RAM 和 EPROM 两种。RAM 的耗电极微，在可编程控制器中通常用锂电池或超级电容作后备，保证在失电时保存程序和必要的参数。为求保险还可采用 EPROM。EPROM 可以在机内，也可以做成卡盒形式从外部插入。

2.2.1.2 输入接口电路

输入/输出信号分为开关量、模拟量。本节只讲述开关量的输入/输出。

可编程控制器的一个重要特点就是所有输入/输出信号与内部电路之间都隔离。输入/输出方式会有变化，但必须经光电耦合或继电器将信号传入/送出。

输入分直流输入和交流输入两种，区别在于光电耦合隔离元件。S7-200 PLC 输入/输出电路见图 2-4~2-6。

(1) 输入端子

当电流通过输入端子时，即输入信号为 1。公共端为〔+〕的是源型，可配合 PNP 型传感器。公共端为〔-〕的是漏型，可配合 NPN 型传感器。

(2) 输入电路

输入电路的一次和二次电路用光电耦合器隔离。电路中设有 RC 滤波器，以防止颤振噪声的引入。输入的响应时间一般在 0.1~15 ms 之间，S7-200 直流输入响应时间最大为 0.3 ms，而交流输入的典型响应时间为 10 ms。

(3) 输入灵敏度

ON 状态下输入电流额定值为 7 mA。确保输入启动的最小电流为 4 mA。确保输入为 OFF 状态的最大电流为 1 mA。

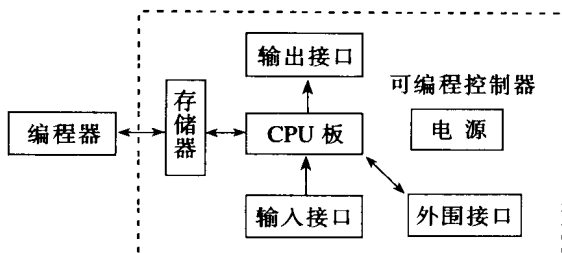


图 2-3 可编程控制器硬件框图

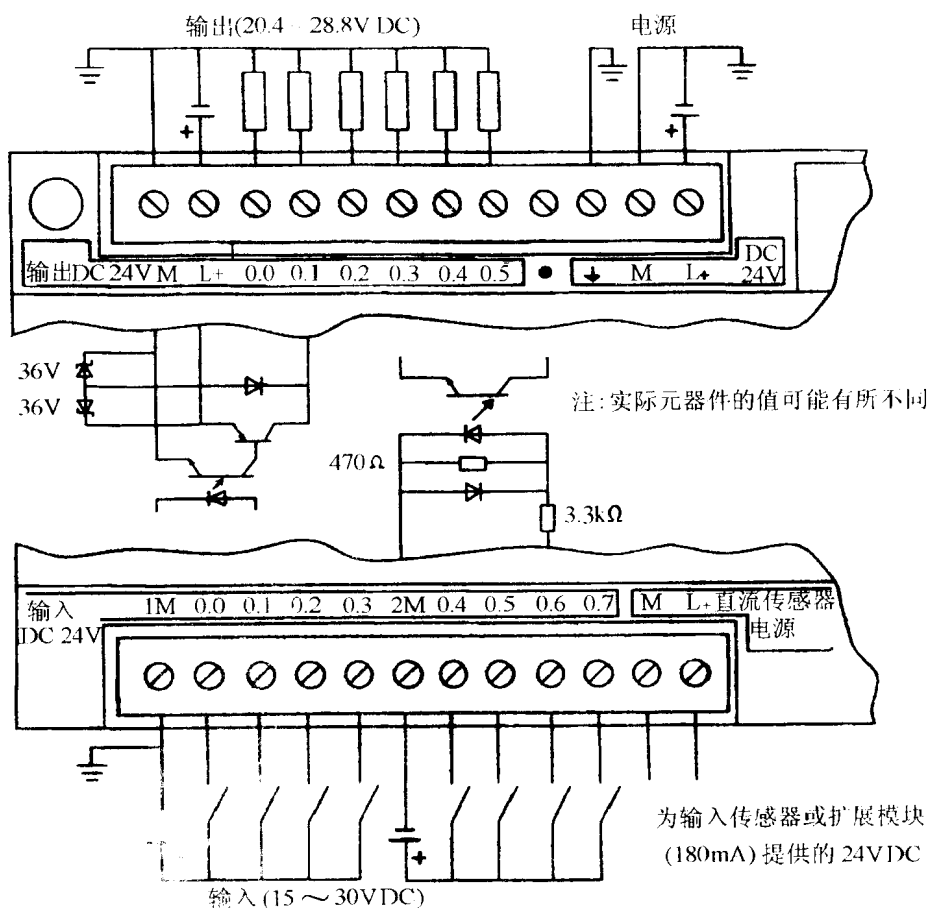


图 2-4 CPU 212 DC/DC/DC 的输入/输出端子

(4) 24V DC 电源

PLC 输入电流可由外部电源提供, 也可由 PLC 自身的 24V DC 电源(直流输入型)提供。PLC 的内部电源还可作为外部传感器的工作电源。直流电源的输出能力取决于 CPU 型号, 如 CPU 212 的直流电源输出电流能力为 180 mA, CPU 214 电源则可提供 280 mA 的直流电流, CPU 215 及 CPU 216 的直流输出为 400 mA。

2.2.1.3 输出接口电路

输出通常有三种形式: 第一种是继电器输出型, CPU 驱动继电器线圈, 令触点闭合, 而外部电源通过闭合的触点驱动外部负载 (如图 2-5 所示); 第二种是晶体管输出型, CPU 通过光耦使晶体管通断, 以控制外部直流负载 (如图 2-4 所示); 第三种是可控硅输出型, CPU 通过光耦使三端双向可控硅通断, 以控制外部交流负载 (如图 2-6 所示)。

(1) 公共点

由图 2-4~2-6 中可以看出, S7-200 PLC 的输出端子有全部输出只有一个公共点的, 也有每二、三、四个输出以一个公共点为一组的。前者用于输出点数较少的机型。公共点分

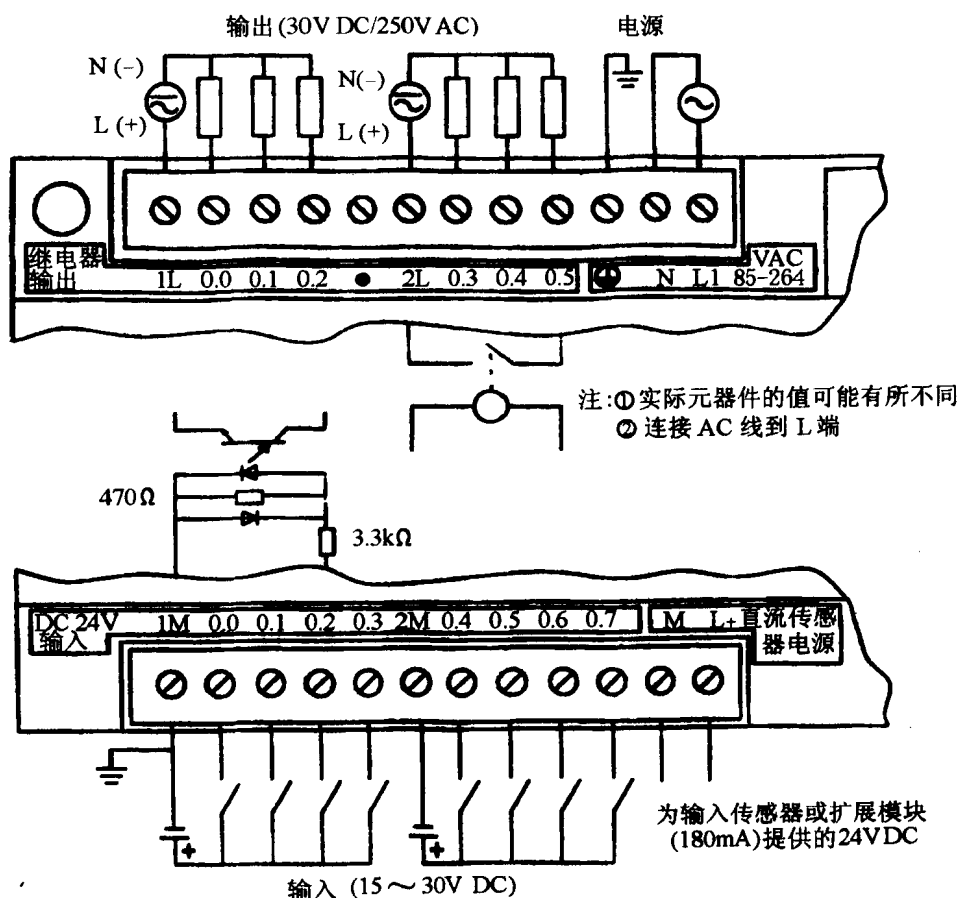


图 2-5 CPU 214 AC/DC/AC 的输入/输出端子

组后, 由于公共点间是隔离的, 因此不同组的负载可以有不同的驱动电源。

(2) 电路隔离

由图 2-4~2-6 中还可以清楚看出, 外部电源及负载与 PLC 内部电路是充分隔离的。内外绝缘要求为 1500V AC 一分钟。

(3) 响应时间

继电器型的响应时间最长, 开关延时最大为 10 ms。晶体管输出型的响应时间最短, 约为 25 μs (通) 和 120 μs (断)。

(4) 输出电流

继电器型在 5~30V DC/250V AC 电压下的最大负载电流为 2 A/点。但要注意, 驱动电感性负载时, 要降低额定值使用, 以免烧坏触点。尤其是直流感性负载, 要并联浪涌吸收器, 以延长触点寿命。但并联浪涌吸收电路后, 整个开/关延时会加长。

晶体管输出型, 在环境温度 40℃ 以下时, 最大负载电流为 0.75 A/点; 若环境温度上升, 则应减低负载电流。注意安排输出触点, 尽量避免相邻触点同时为 ON。由于散热的问题, 还规定了 PLC 相邻两触点的输出电流之和不超过 1A。

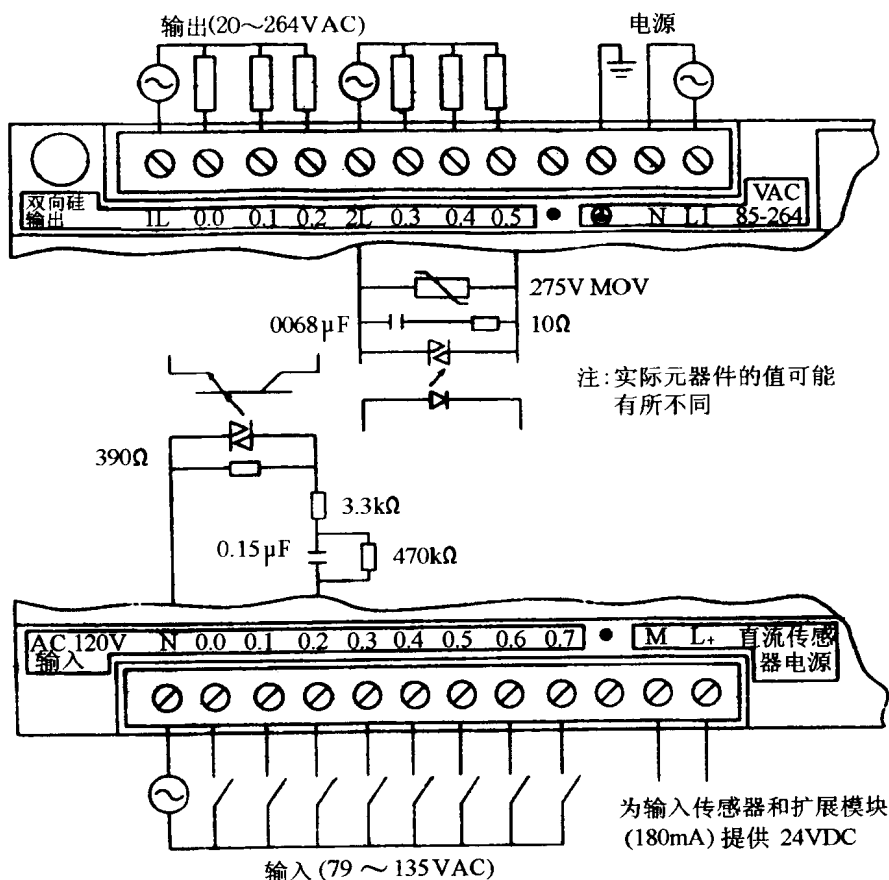


图 2-6 CPU 212 AC/AC/继电器的输入/输出端子

可控硅输出型, 在环境温度 40°C 以下时, 最大负载电流为 1.20 A/点 。相邻两触点的最大电流之和为 1.50 A 。注意问题与晶体管输出型相同。

(5) 开路漏电流

继电器型在继电器 OFF 时, 没有漏电流。晶体管输出型的关断漏电流也很小, 在 $100\text{ }\mu\text{A}$ 以下。值得注意的是, 可控硅输出型的开路漏电流在 240 V AC 下可达 2.0 mA , 可能引起微小电流负载的误动作。

输入/输出的搭配方式很多, 用户应根据自己的需要选择合适的搭配。就输入来说, 由于输入信号为干接点, 故多选用直流输入方式以充分利用 PLC 本身的电源。要注意系统中使用的光电开关是 NPN 输出型还是 PNP 输出型。就输出来说, 若要求驱动电流较大, 则选用继电器型。一般机电设备的控制, 动作频率不太高, 选用继电器型简单可靠。若控制对象动作频繁, 则可选用晶体管型(对于直流负载)或可控硅型(对于交流负载)。

2.2.1.4 电源

小型一体化可编程控制器内部有一个开关式稳压电源。这电源一方面是为 CPU 板、I/O 及扩展单元提供工作电源(5 V DC); 另一方面也为外部输入元件提供 24 V DC 电源。电

源容量取决于 CPU 型号。

2.2.1.5 扩展接口

扩展接口用于连接扩展 I/O 单元，它使可编程控制器的点数规模配置更灵活。S7-200 PLC 的扩展接口是总线形式的，可以配接开关量 I/O 单元，也可配接模拟量单元。扩展接口位于 CPU 单元的右侧端面的蔽落孔内，如图 2-7 所示。

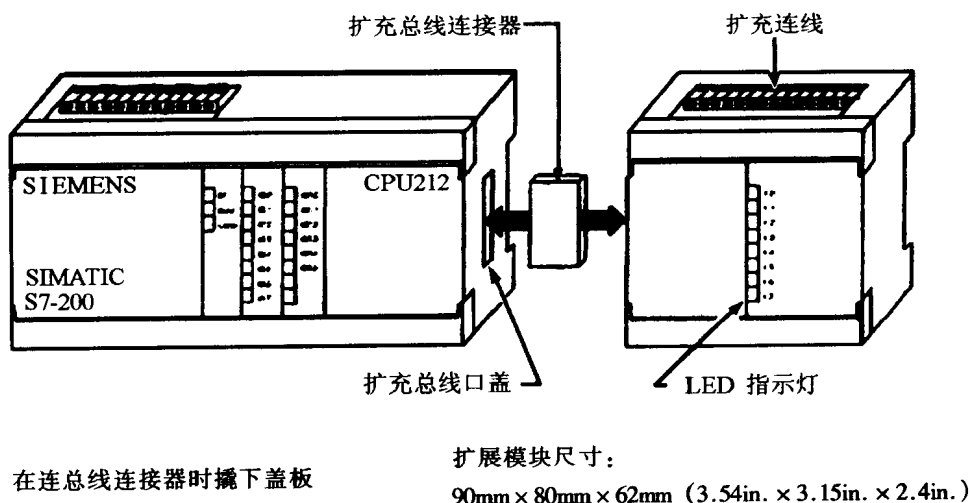


图 2-7 可编程控制器的扩展接口

2.2.1.6 通信接口

通信接口如图 2-8 所示，用于连接编程器、人机接口设备或其他 PLC。通过通信方式，实现编程、监控、联网等功能。S7-200 PLC 的通信接口是 9 针 RS-485 信号接口，通过 PC/PPI 电缆与计算机联接，通过 SINEC-L2 接口可与其他 PLC 联成网络。

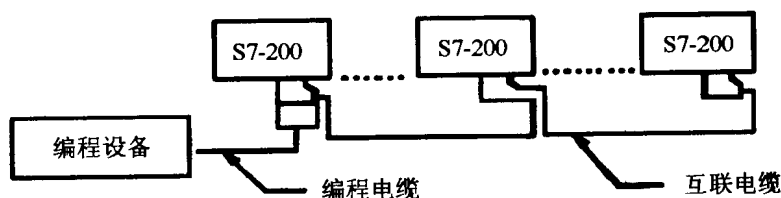


图 2-8 可编程控制器的通信接口

2.2.1.7 存储器接口

为了程序及重要参数的安全性，一般小型可编程控制器设有外接 EPROM 卡盒接口。通过该接口可以将卡盒的内容写入 PLC 内，也可将 PLC 内的程序及重要参数传到外部 EPROM 卡盒作备份。S7-200 系列 PLC，CPU 214 以上单元即备有这种接口。

2.2.1.8 编程器

可编程控制器在正式运行时，不需要编程器。编程器用作用户程序编制、存储、管理，并把用户程序送入可编程控制器中。在可编程控制器调试时，编程器还可用作监控及故障检测。

专用的编程器分简易型及全功能型两种。简易型编程器是袖珍型的，只有简单的操作键及小面积的液晶显示屏；但仍然具有用户程序输入、编辑、检索的功能；也可在线作系统监控及故障检测；简单实用，价格低廉，不失为现场技术人员的好工具。但毕竟其显示功能较差，只能用语句表方式输入，所以使用不够方便。

全功能的编程器，实际上是装有全部所需软件的工业现场用便携式计算机。其程序编辑、管理的功能极强。可以把它挂在可编程控制器网络上，对网上各站进行监控、调试和管理。这种编程器价格较高，有些用户，尤其是小型可编程控制器的用户不一定愿意负担其费用。

解决的办法是把专用的编程软件装入通用的计算机内，把个人计算机作为全功能的编程器来使用。S7-200 PLC 的专用编程软件有 STEP 7-Micro/DOS 和 STEP 7-Micro/WIN。编程器外形见图 2-9。

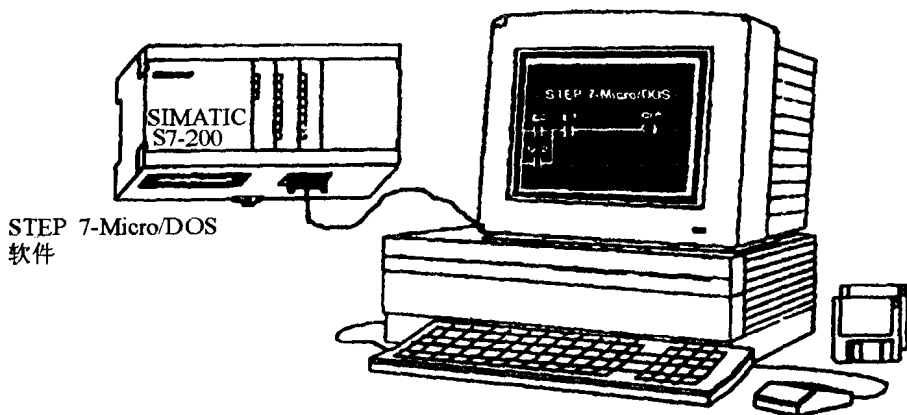


图 2-9 编程器外形

2.2.2 软件

没有软件的裸机是什么事情也干不成的。可编程控制器实质上是一台工业用计算机，因而也装有软件。可编程控制器的软件分为两大部分：系统软件与用户程序。系统软件由 PLC 制造商固化在机内，用以控制可编程控制器本身的运作。用户程序由可编程控制器的使用者编制并输入，用于控制外部被控对象的运行。

2.2.2.1 系统软件

系统软件又可分为系统管理程序、用户指令解释程序及标准程序模块和系统调用。

(1) 系统管理程序

系统管理程序是系统软件中最重要的部分，主管控制可编程控制器的运作。其作用包括三个方面：一方面是运行管理，对控制可编程控制器何时输入、何时输出、何时计算、何时自检、何时通信等作时间上的分配管理。另一方面是存储空间管理。即生成用户环境，由它规定各种参数、程序的存放地址。将用户使用的数据参数、存储地址转化为实际的数据格式及物理存放地址，将有限的资源变为用户可很方便地直接使用的元件。例如它可将有限个数的 CTC 扩展为上百个用户时钟和计数器。通过这部分程序，用户看到的就

不是实际机器存储地址和 CTC 的地址了,而是按照用户数据结构排列的元件空间和程序存储空间。再一方面是系统自检程序。它包括各种系统出错检验,用户程序语法检验,句法检验,警戒时钟运行等。

可编程控制器正是在系统管理程序的控制下,按部就班地工作的。

(2) 用户指令程序

众所周知,任何计算机最终都是执行机器语言指令的。但用机器语言编程却是非常麻烦的事情。可编程控制器可用梯形图语言编程。把使用者直观易懂的梯形图变成机器懂得的机器语言,这就是解释程序的任务。解释程序将梯形图逐条解释,翻译成相应的机器语言指令,由 CPU 执行这些指令。

(3) 标准程序模块和系统调用

这部分由许多独立的程序块组成,各程序块完成不同的功能,有些完成输入、输出处理,有些完成特殊运算等。可编程控制器的各种具体工作都是由这部分程序来完成的。这部分程序的多少,就决定了可编程控制器性能的强弱。

整个系统软件是一个整体,其质量的好坏很大程度上影响可编程控制器的性能。很多情况下,通过改进系统软件就可在不增加任何设备的条件下大大改善可编程控制器的性能,因此可编程控制器的生产厂家对可编程控制器的系统软件都非常重视,例如 S7-200 系列 PLC 在推出后,西门子公司不断地将其系统软件进行改进完善,使其功能越来越强。

2.2.2.2 用户程序

用户程序是可控编程控制器的使用者编制的针对具体控制对象的程序。在小型可编程控制器中,用户程序有三种形式——指令表(STL)、梯形图(LAD)和顺序流程图(SFC)。用户程序的三种形式见图 2-10。

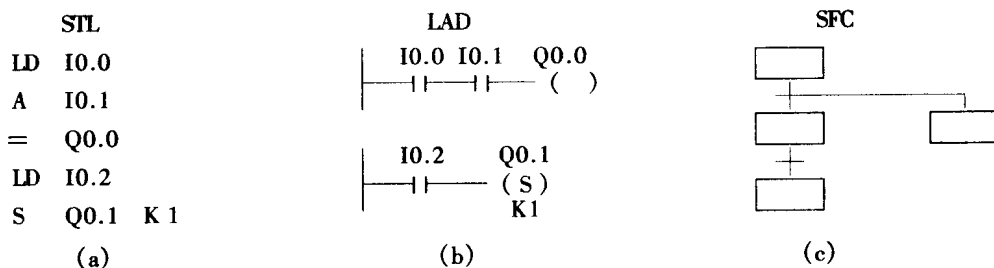


图 2-10 用户程序的三种形式

(a) 指令表; (b) 梯形图; (c) 顺序流程图

不同牌号的可编程控制器,其梯形图的符号、表示方式或指令表中的助记符会略有不同,但不会有很大的差别。所以,学会一种牌号的可编程控制器的编程方法后,再学其他牌号的可编程控制器的编程时就可以触类旁通。用户程序存放在系统管理程序指定的存储区内,其容量的大小也为系统管理程序所限制。程序容量的大小通常与可编程控制器可组态规模的大小相对应。

2.2.2.3 用户环境

用户环境是由系统监控程序生成的。它包括用户数据结构、用户元件区分配、用户程序存储区、用户系统参数等。

(1) 用户数据结构

用户数据结构可分为三类:

第一类是 bit 数据。这是一类开关逻辑量,其值为“1”或“0”,表示触点的通或断,线圈的得电或失电,标志的 ON 或 OFF 等。与传统继电器控制系统相对应的开关量逻辑处理主要就用到这种数据。可编程控制器的基本功能是通过处理这类数据而获得的。

第二类为字数据。字数据的位长可以是:字节 B (8 bit)、字 W (16 bit)和双字 DW (32 bit)。存放在其中的数可以是 BCD 码也可以是 BIN 码。常数可以为十进制也可为十六进制。可编程控制器提供各种变换指令,使用户方便地进行数据变换。

第三类为字与 bit 的结合。即同一元件既有 bit 响应也有字响应,例如定时器(T)和计数器(C)。S7-200 中的每个定时器都有一个 16 bit 的当前值寄存器,又有一对应其触点状态的 T-bit。计数器的情况相类似。

(2) 元件

系统软件为用户提供编程时可用的元件。不同的元件有不同的功能。每个元件有其固定的地址,用户可根据地址去访问元件。元件的种类及各类元件的数目(地址范围)是由系统程序规定的,从元件种类及数目的多少往往可以确定可编程控制器的控制规模及数据处理能力。S7-200 系列 PLC 的元件数目取决于 CPU 型号,各型号 CPU 可用的元件数目见第 4 章表 4-1。

2.3 软元件的功能

2.3.1 输入/输出继电器(I/Q)

PLC 的输入端子是从外部接收信号的窗口。输入端子与输入映像寄存器 PII 的相应 bit 即构成输入继电器,其常开(NO)和常闭(NC)触点使用次数不限。

输入点的状态,在每次扫描周期开始时采样,采样结果以“1”或“0”的方式写入输入映像寄存器,作为程序处理时输入点状态“通”或“断”的根据。

PLC 的输出端子是 PLC 向外部负载发出控制命令的窗口。输出继电器的外部输出触点(继电器触点,晶体管或双向可控硅元件)接到输出端子,以控制外部负载。其内部的软触点使用次数不限。

在每次扫描周期的最后,CPU 才以批处理方式将输出映像寄存器 PIQ 的内容传送到输出点。

CPU 212 及 CPU 214 的 I/Q 映像寄存器如图 2-11 所示。

S7-200 的指令集还支持直接访问实际 I/Q。使用立即输入指令时,绕过输入映像寄存器 PII 直接读取输入端子上的通、断状态,且不影响 PII 表的状态。使用立即输出指令时,除影响输出映像寄存器相应 bit 的状态外,还立即将其内容传送到实际输出点。