



全国高等职业教育规划教材

S7-200 PLC 原理及应用

第2版

主编 田淑珍

- 讲练结合，突出实训，便于教学；
- 通俗易懂，入门容易，便于自学；
- 实用性强，精选PLC实用的指令及功能，详细介绍PLC编程方法，结合PLC生产中的实际应用，列举大量应用实例；
- 强化PLC的PID控制、高速计数器指令及高速脉冲输出指令及指令向导的应用，PLC对变频器的控制。



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

S7 - 200 PLC 原理及应用

第 2 版

主编 田淑珍
参编 孙建东 王延忠 蒋兴加
主审 李 丽



机械工业出版社

本书作为高等职业教育的可编程序控制器的教材,充分体现了高等职业教育培养技能型人才的教学特色。

全书共分为9章,第1章~第3章介绍了PLC的基本知识、结构和编程软件的使用及实训,第4章~第5章介绍了PLC的基本指令及应用,第6章介绍了PLC的功能指令及指令向导的应用,常用指令后都配有例题、实训,由浅入深,培养兴趣,第7章通过综合实例和实训介绍了PLC应用系统的设计,提高技能,第8章介绍了S7-200系列的通信与网络,并重点介绍了PPI通信及NETR/NETW指令及向导的应用并配有实训,第9章介绍了PLC对变频器的控制及实训。每章后都配有习题,既可作为课堂教学及书面练习,也可供上机实际操作。

本书可供高职高专自动化、机电一体化、计算机控制等相关专业的教学使用,也可供S7-200系列PLC用户参考,同时还可作为从事相关专业的技术人员自学用书。

本书配套授课电子教案,需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册、审核通过后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369,电话: 010-88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

S7-200 PLC 原理及应用/田淑珍主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2014.4

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-46076-3

I. ①S… II. ①田… III. ①plc技术-高等教育-教材

IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第043722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:王颖

责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014年4月第2版·第1次

184mm×260mm·15印张·371千字

0001-3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-46076-3

定价:32.00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

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294

销售二部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203

网络服务

教材网: <http://www.cmpedu.com>

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

PLC 应用技术是从事自动控制及机电一体化工作的技术人员不可缺少的重要技能。几乎所有的高职院校已将其作为一门重要的、实用性很强的专业课程。西门子公司的可编程序控制器在我国的 PLC 应用市场中占有一定的份额,特别是 S7-200 系列的 CPU21X 和 CPU22X 系列有着广泛的应用,因其具有结构紧凑、功能强、易于扩展、性价比高等方面的优势,被许多高职院校作为教学用机。

本书是一本以培养综合性技能型兼顾应用型人才为目标的“讲、练、用”结合的教材,在理论够用的条件下,突出实训教学环节,力图做到便于教学、突出职业教育的特点。本书在第 1 版的基础上,强化了 PID、高速计数器、高速脉冲输出及通信指令和指令向导的应用及实训,并结合高等职业院校的学生考高级电工证及参加全国“自动化生产线装配与调试”技能大赛的需要,增加了 PLC 的位置控制、PLC 对变频器的控制等相关内容。

本书重点介绍了 S7-200 系列 PLC 的组成、原理、指令和应用,详细介绍了 PLC 的编程方法,并列举了大量应用实例。常用指令后都配有例题、实训,并通过综合实例和实训,介绍 PLC 应用系统的设计,提高学生的技能。全书编写体现了讲练结合、工学结合,淡化了理论和实践的界限。在内容安排上,精练理论,突出实用技能,基本概念准确,基本原理简单易懂,并以有趣、实用的例子和“看得见、摸得着”的实训介绍了可编程序控制器的编程和调试等应用的方法,简单、实际,培养兴趣,进一步通过综合实训和应用,让学生学会应用 PLC 实现一定的控制任务,提高学生的应用技能。

本书既可供少学时(如 40~50 学时)教学使用,也可供多学时(如 70~80 学时)教学使用。少学时教学可以将 1~5 章作为重点详细介绍,有条件的话可多安排一些实训,而 6、8、9 章则可做简单介绍,第 7 章则可有选择地重点讲解并安排实训,让学生实现一定的控制任务。第 3 章关于 STEP-7 编程软件的内容,可以根据教学和实训的需要合理安排,最好是“现用现讲,用多少讲多少”,特别是要和实训内容结合在一起讲,通过上机练习,教学效果会更好。

本书由田淑珍主编并编写了第 4、5、6、7、9 章,孙建东编写了第 1、8 章,王延忠编写了第 3 章和附录,并作了图文处理工作,蒋兴加编写了第 2 章。全书由田淑珍整理定稿。本书由李丽主审,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	2.4.1 数据存储类型	17
第1章 PLC 概述	2.4.2 编址方式	18
1.1 PLC 的产生	2.4.3 寻址方式	19
1.2 PLC 的定义	2.4.4 元件功能及地址分配	20
1.3 PLC 的基本组成	2.5 习题	23
1.3.1 控制组件	第3章 STEP7 V4.0 编程软件介绍	24
1.3.2 输入、输出接口电路	3.1 STEP7 V4.0 编程软件概述	24
1.3.3 编程器	3.1.1 通信设置	24
1.4 PLC 的工作原理及主要技术	3.1.2 STEP7 - Micro/WIN V4.0 SP9 窗口	28
指标	组件	28
1.4.1 PLC 的工作原理	3.1.3 编程准备	33
1.4.2 PLC 的主要技术指标	3.2 STEP7 - Micro/WIN 主要编程	34
1.5 PLC 的分类、特点、应用及发展	功能	34
1.5.1 PLC 的分类	3.2.1 梯形图程序的输入	34
1.5.2 PLC 的应用	3.2.2 数据块编辑	35
1.6 习题	3.2.3 符号表操作	36
第2章 西门子 S7-200 系列 PLC	3.3 程序的下载、上载	37
介绍	3.4 程序的调试与监控	38
2.1 S7-200 系列 PLC 概述	3.4.1 选择工作方式	38
2.2 S7-200 系列 CPU224 型 PLC	3.4.2 程序状态显示	38
的结构	3.4.3 状态表显示	39
2.2.1 CPU224 型 PLC 的外形及端子	3.5 编程软件使用实训	41
介绍	3.6 习题	43
2.2.2 CPU224 型 PLC 的结构及性能	第4章 S7-200 系列 PLC 基本指令	44
指标	及实训	44
2.2.3 PLC 的 CPU 的工作方式	4.1 PLC 程序设计语言	44
2.3 扩展功能模块	4.2 基本位逻辑指令与应用	46
2.3.1 扩展单元	4.2.1 基本位操作指令介绍	46
2.3.2 常用扩展模块介绍	4.2.2 基本位逻辑指令应用举例	54
2.4 S7-200 系列 PLC 内部元器件	4.2.3 编程注意事项及编程技巧	58

4.2.4 电动机控制实训	60	第6章 特殊功能指令	118
4.3 定时器指令	62	6.1 中断指令	118
4.3.1 定时器指令介绍	62	6.1.1 中断源	118
4.3.2 定时器指令应用举例	65	6.1.2 中断指令	120
4.3.3 正次品分拣机编程实训	67	6.1.3 中断程序	120
4.3.4 传送带的控制编程实训	68	6.1.4 程序举例	121
4.4 计数器指令	70	6.1.5 中断程序编程实训	122
4.4.1 计数器指令介绍	70	6.2 高速计数器与高速脉冲输出	124
4.4.2 计数器指令应用举例	71	6.2.1 占用输入/输出端子	124
4.4.3 轧钢机的控制实训	73	6.2.2 高速计数器的工作模式	124
4.5 比较指令及应用	74	6.2.3 高速计数器的控制字和 状态字	127
4.5.1 比较指令介绍	74	6.2.4 高速计数器指令及举例	128
4.5.2 用比较指令和定时器指令 编写带延时的循环类程序	75	6.2.5 高速计数器指令向导的应用	131
4.5.3 交通灯的控制编程实训	77	6.2.6 高速脉冲输出	134
4.6 程序控制类指令	78	6.2.7 高速脉冲输出指令向导 的应用	142
4.6.1 跳转指令及标号	78	6.2.8 高速输入、高速输出指令 编程实训	149
4.6.2 子程序调用及子程序返回指令	80	6.3 模拟量处理及PID控制	152
4.6.3 步进顺序控制指令	84	6.3.1 模拟量的处理	152
4.6.4 送料车控制实训	87	6.3.2 PID控制及PID指令	155
4.7 习题	91	6.3.3 PID控制功能的应用	158
第5章 数据处理、运算指令及应用	94	6.3.4 PID指令向导的应用	160
5.1 数据处理指令	94	6.3.5 PID参数的调整方法与PID 调节控制面板	165
5.1.1 数据传送指令	94	6.3.6 温度检测的PID控制与PID调节 控制面板使用实训	167
5.1.2 移位指令及应用举例	95	6.4 时钟指令	170
5.1.3 转换指令	101	6.5 习题	172
5.1.4 天塔之光的模拟控制实训	105	第7章 PLC应用系统设计及实例	174
5.2 算术运算、逻辑运算指令	107	7.1 PLC应用系统设计概述	174
5.2.1 算术运算指令	107	7.2 PLC应用系统的设计	174
5.2.2 逻辑运算指令	110	7.3 应用举例	184
5.2.3 递增、递减指令	112	7.3.1 机械手的模拟控制	184
5.2.4 运算单位转换实训	113		
5.2.5 控制小车的运行方向实训	114		
5.3 字填充指令	116		
5.4 习题	117		

7.3.2 除尘室 PLC 控制	187	9.1.1 MM420 系列变频器的配线	209
7.3.3 水塔水位的模拟控制实训	189	9.1.2 MM420 变频器的调试及 参数简介	211
7.4 S7-200 系列 PLC 的装配、检测 和维护	190	9.1.3 变频器的调试实训	216
7.5 习题	192	9.1.4 用变频器的输入端子实现电动机 的正、反转控制实训	218
第 8 章 S7-200 PLC 的通信 与网络	194	9.1.5 变频器的模拟信号操作 控制实训	220
8.1 S7-200 PLC 通信部件介绍	194	9.1.6 变频器的多段速频率 控制实训	221
8.1.1 通信端口	194	9.2 PLC 和变频器的联机控制	223
8.1.2 PC/PPI 电缆	194	9.2.1 PLC 与变频器的联机方式 和要求	223
8.1.3 网络连接器的	196	9.2.2 PLC 和变频器的联机正、反转控制 实例及训练	224
8.1.4 PROFIBUS 网络电缆	196	9.2.3 PLC 联机多段速频率控制实例 及训练	225
8.1.5 网络中继器	197	9.2.4 利用 PLC 的模拟量模块实现变频器 的无级调速(模拟量控制) 操作实训	227
8.1.6 EM277 PROFIBUS-DP 模块	197	9.3 习题	228
8.2 S7-200 PLC 的通信	198	附录 特殊存储器位	229
8.2.1 概述	198	参考文献	234
8.2.2 利用 PPI 协议进行网络通信	200		
8.3 S7-200 PLC 的通信实训	203		
8.4 习题	208		
第 9 章 S7-200 PLC 的变频器 控制技术	209		
9.1 MICROMASTER420 变频器 简介	209		

第1章 PLC 概述

本章要点

- PLC 的产生及分类
- PLC 的定义
- PLC 的基本组成及各部分的作用
- PLC 的工作原理
- PLC 的技术指标

1.1 PLC 的产生

PLC 在工业中的应用非常广泛,已成为自动化技术的重要组成部分。1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台 PLC,当时称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),目的是用来取代继电器,以执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能。

随着半导体技术,尤其是微处理器和微型计算机技术的发展,PLC 已广泛地使用 16 位甚至 32 位微处理器作为中央处理器,输入/输出模块和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路,使 PLC 在概念、设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破。这时的 PLC 已不仅仅是逻辑判断功能,还同时具有数据处理、PID 调节和数据通信功能,所以称为可编程序控制器(Programmable Controller)更为合适,简称为 PC,但为了与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相区别,一般仍将它简称为 PLC。

1.2 PLC 的定义

国际电工委员会(IEC)在 1987 年 2 月颁发的可编程序控制器标准草案第三稿中对可编程序控制器作了如下的定义:“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。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,并通过数字式和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外围设备,都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

该定义强调了可编程序控制器是“数字运算操作的电子系统”,是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的工业计算机,是一种用程序来改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种各样的控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。

这种工业计算机采用“面向用户的指令”,因此编程方便。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“数字量和模拟量输入与输出控制”的能力,并且非常容易与

“工业控制系统联成一体”，易于“扩充”。

该定义还强调了可程序控制器可直接应用于工业环境，它须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微型计算机控制系统的一个重要特征。

PLC 引入了微处理机及半导体存储器等新一代电子器件，并用规定的指令进行编程，能灵活地修改，即用软件方式来实现“可程序”的目的。

PLC 是应用面非常广、功能强大、使用方便的通用工业控制装置，已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

1.3 PLC 的基本组成

1.3.1 控制组件

PLC 主要由 CPU、存储器、基本 I/O 接口电路、外设接口、编程装置和电源等组成。

PLC 的结构多种多样，但其组成的一般原理基本相同，都是以微处理器为核心的结构，如图 1-1 所示。编程装置将用户程序送入 PLC，在 PLC 运行状态下，输入单元接收到外部元件发出的输入信号，PLC 执行程序，并根据程序运行后的结果，由输出单元驱动外部设备。

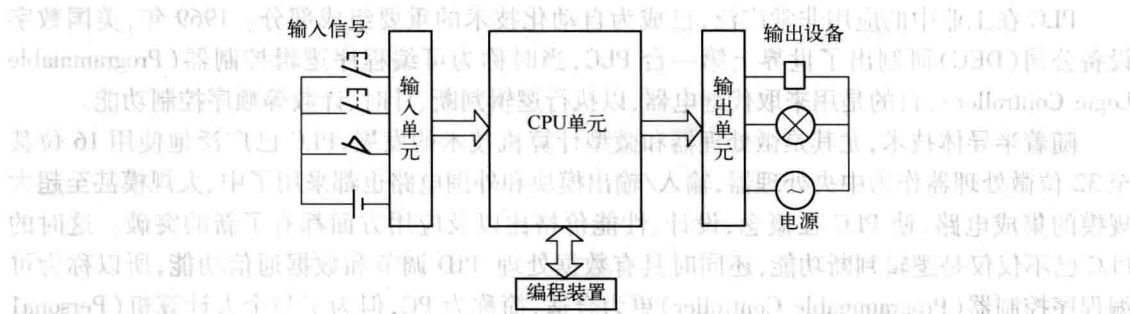


图 1-1 PLC 系统结构

1. CPU 单元

CPU 是 PLC 的控制中枢。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成。这些电路通常都被封装在一个集成的芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储单元、输入/输出接口电路连接。CPU 在系统监控程序的控制下工作，通过扫描方式，将外部输入信号的状态写入输入映像寄存区域，PLC 进入运行状态后，从存储器逐条读取用户指令，按指令规定的任务进行数据的传送、逻辑运算、算术运算等，然后将结果送到输出映像寄存区域。简单地说，CPU 的功能就是读输入、执行程序、写输出。

CPU 常用的微处理器有通用型微处理器、单片机和位片式计算机等。通用型微处理器常见的如 Intel 公司的 8086、80186 和 Pentium 系列芯片，单片机型的微处理器如 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机，位片式微处理器如 AMD 2900 系列的微处理器。小型 PLC 的 CPU 多采用单片机或专用 CPU，中型 PLC 的 CPU 大多采用 16 位微处理器或单片机，大型 PLC 的 CPU 多用高速位片式处理器，具有高速处理能力。

2. 存储器

PLC 的存储器由只读存储器 ROM、随机存储器 RAM 和可电擦写的存储器 E²PROM 三大部分构成,主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。

只读存储器 ROM 用以存放系统程序,PLC 在生产过程中将系统程序固化在 ROM 中,用户是不可改变的。用户程序和中间运算数据存放在随机存储器 RAM 中,RAM 存储器是一种高密度、低功耗和价格便宜的半导体存储器,可用锂电池作备用电源。它存储的内容是易失的,掉电后内容丢失;当系统掉电时,用户程序可以保存在只读存储器 E²PROM 或由高能电池支持的 RAM 中。E²PROM 兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点,用来存放需要长期保存的重要数据。

3. I/O 单元及 I/O 扩展接口

1) I/O 单元(输入/输出接口电路)。PLC 内部输入电路的作用是将 PLC 外部电路(如行程开关、按钮、传感器等)提供的符合 PLC 输入电路要求的电压信号,通过光耦合电路送至 PLC 内部电路。输入电路通常以光电隔离和阻容滤波的方式提高抗干扰能力,输入响应时间一般在 0.1 ~ 15 ms。根据输入信号形式的不同,可分为模拟量 I/O 单元、数字量 I/O 单元两大类。根据输入单元形式的不同,可分为基本 I/O 单元、扩展 I/O 单元两大类。PLC 内部输出电路的作用是将输出映像寄存器的结果通过输出接口电路驱动外部的负载(如接触器线圈、电磁阀和指示灯等)。

2) I/O 扩展接口。PLC 利用 I/O 扩展接口使 I/O 扩展单元与 PLC 的基本单元实现连接,当基本 I/O 单元的输入或输出点数不够使用时,可以用 I/O 扩展单元来扩充开关量 I/O 点数和增加模拟量的 I/O 端子。

4. 外设接口

外设接口电路用于连接编程器或其他图形编程器、文本显示器、触摸屏及变频器等,并能通过外设接口组成 PLC 的控制网络。PLC 通过 PC/PPI 电缆或使用 MPI 卡通过 RS-485 接口与计算机连接,可以实现编程、监控和连网等功能。

5. 电源

电源单元的作用是把外部电源(220 V 的交流电源)转换成内部工作电源。外部连接的电源,通过 PLC 内部配有的一个专用开关式稳压电源,将交流/直流供电电源转化为 PLC 内部电路需要的工作电源(直流 5 V、±12 V、24 V),并为外部输入元件(如接近开关)提供 24 V 直流电源(仅供输入端点使用),而驱动 PLC 负载的电源由用户提供。

1.3.2 输入、输出接口电路

输入、输出接口电路实际上是 PLC 与被控对象间传递输入、输出信号的接口部件。输入、输出接口电路要有良好的电隔离和滤波作用。

1. 输入接口电路

由于生产过程中使用的各种开关、按钮和传感器等输入器件直接接到 PLC 输入接口电路上,为防止由于触点抖动或干扰脉冲引起错误的输入信号,输入接口电路必须有很强的抗干扰能力。PLC 的输入接口电路如图 1-2 所示。提高输入接口电路抗干扰能力的方法主要有:

1) 利用光耦合器提高抗干扰能力。光耦合器的工作原理是:发光二极管有驱动电流流过时,导通发光,光敏晶体管接收到光线,由截止变为导通,将输入信号送入 PLC 内部。光耦合

器中的发光二极管是电流驱动元件,要有足够的能量才能驱动。而干扰信号虽然有的电压值很高,但能量较小,不能使发光二极管导通发光,所以不能进入 PLC 内,实现了电隔离。

2) 利用滤波电路提高抗干扰能力。最常用的滤波电路是电阻电容滤波电路,见图 1-2 中的 R_1 、 C 。

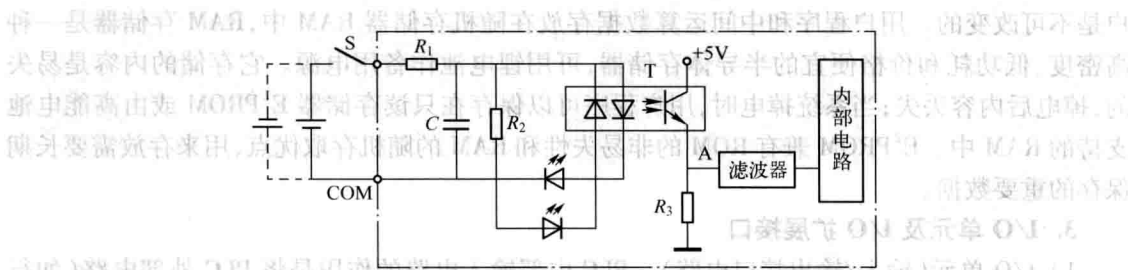


图 1-2 PLC 的输入接口电路

图 1-2 中, S 为输入开关, 当 S 闭合时, LED 点亮, 显示输入开关 S 处于接通状态。光耦合器导通, 将高电平经滤波器送到 PLC 内部电路中。当 CPU 在循环的输入阶段锁入该信号时, 将该输入点对应的输入映像寄存器状态置 1; 当 S 断开时, 则对应的输入映像寄存器状态置 0。

根据常用输入电路电压类型及电路形式不同, 可以分为干接点式、直流输入式和交流输入式。输入电路的电源可由外部提供, 有的也可由 PLC 内部提供。

2. 输出接口电路

根据驱动负载元件的不同可将输出接口电路分为 3 种:

1) 小型继电器输出形式, 如图 1-3 所示。这种输出形式既可驱动交流负载, 又可驱动直流负载。驱动负载的能力在 2 A 左右。它的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, 动作次数(寿命)有一定的限制。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。

图 1-3 所示电路的工作原理是: 当内部电路的状态为 1 时, 使继电器 KM 的线圈通电, 产生电磁吸力, 触点闭合, 则负载得电, 同时点亮 LED, 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 KM 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。

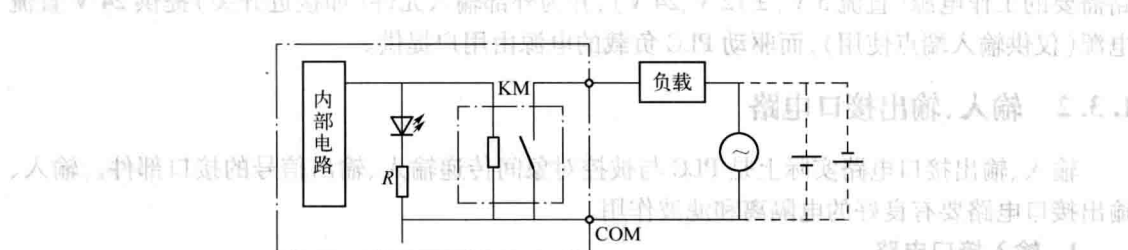


图 1-3 小型继电器输出形式电路

2) 大功率晶体管或场效应晶体管输出形式, 如图 1-4 所示。这种输出形式只可驱动直流负载。驱动负载的能力: 每一个输出点为零点几安[培]。它的优点是可靠性强, 执行速度快, 寿命长。缺点是过载能力差。适合在直流供电、输出量变化快的场合选用。

图 1-4 所示电路的工作原理是:当内部电路的状态为 1 时,光耦合器 T_1 导通,使大功率晶体管 VT 饱和导通,则负载得电,同时点亮 LED,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 T_1 断开,大功率晶体管 VT 截止,则负载失电,LED 熄灭,表示该路输出点无输出。VD 为保护二极管,可防止负载电压极性接反或高电压、交流电压损坏晶体管。FU 的作用是防止负载短路时损坏 PLC。当负载为电感性负载时,VT 关断时会产生较高的反电动势,所以必须给负载并联续流二极管,为其提供放电回路,避免 VT 承受过电压。

3) 双向晶闸管输出形式,如图 1-5 所示。这种输出形式适合驱动交流负载。由于双向晶闸管和大功率晶体管同属于半导体材料元件,所以优缺点与大功率晶体管或场效应晶体管输出形式的相似,适合在交流供电、输出量变化快的场合选用。

图 1-5 所示电路的工作原理是:当内部电路的状态为 1 时,发光二极管导通发光,相当于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 T 均导通,负载得电,同时输出指示灯 LED 点亮,表示该输出点接通;当对应 T 的内部继电器的状态为 0 时,双向晶闸管无触发信号,双向晶闸管关断,此时 LED 不亮,负载失电。这种输出接口电路驱动负载的能力为 1 A 左右。

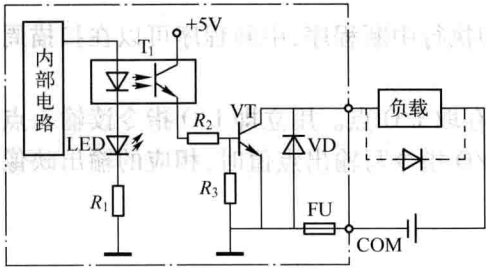


图 1-4 大功率晶体管或场效应晶体管输出形式电路

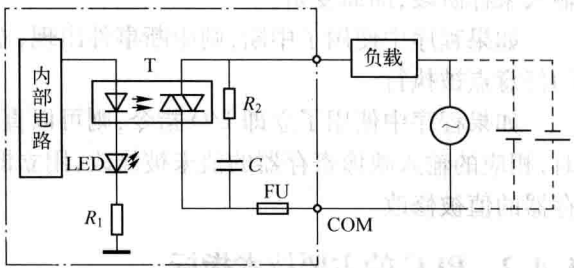


图 1-5 双向晶闸管输出形式电路

1.3.3 编程器

编程器是 PLC 的重要外围设备。利用编程器可将用户程序送入 PLC 的存储器,还可以用编程器检查程序,修改程序,监视 PLC 的工作状态。

PLC 厂商或经销商向用户提供编程软件,在个人计算机上添加适当的硬件接口和软件包,即可用个人计算机对 PLC 编程。利用微型计算机作为编程器,可以直接编制并显示梯形图,程序可以存盘、打印、调试,对于查找故障非常有利。

1.4 PLC 的工作原理及主要技术指标

1.4.1 PLC 的工作原理

结合 PLC 的组成和结构分析 PLC 的工作原理更容易理解。PLC 是采用周期循环扫描的工作方式,CPU 连续执行用户程序和任务的循环序列称为扫描。CPU 对用户程序的执行过程是通过 CPU 的循环扫描,并用周期性地集中采样、集中输出的方式来完成的一个扫描周期主要可分为:

1) 读输入阶段。每次扫描周期的开始,先读取输入点的当前值,然后写到输入映像寄存

器区域。在之后的用户程序执行的过程中,CPU 访问输入映像寄存器区域,而并非读取输入端口的状态,输入信号的变化并不会影响到输入映像寄存器的状态,通常要求输入信号有足够的脉冲宽度,才能被响应。

2) 执行程序阶段。用户程序执行阶段,PLC 按照梯形图的顺序,自左向右、自上而下地逐行扫描。在这一阶段,CPU 从用户程序的第一条指令开始执行直到最后一条指令结束,程序运行结果放入输出映像寄存器区域。在此阶段,允许对数字量 I/O 指令和不设置数字滤波的模拟量 I/O 指令进行处理,在扫描周期的各个部分,均可对中断事件进行响应。

3) 处理通信请求阶段。即扫描周期的信息处理阶段,CPU 处理从通信端口接收到的信息。

4) 执行 CPU 自诊断测试阶段。在此阶段,CPU 检查其硬件、用户程序存储器 and 所有 I/O 模块的状态。

5) 写输出阶段。每个扫描周期的结尾,CPU 把存在输出映像寄存器中的数据输出给数字量输出端点(写入输出锁存器中),更新输出状态。然后 PLC 进入下一个循环周期,重新执行输入采样阶段,周而复始。

如果程序中使用了中断,则中断事件出现,立即执行中断程序,中断程序可以在扫描周期的任意点被执行。

如果程序中使用了立即 I/O 指令,则可以直接存取 I/O 点。用立即 I/O 指令读输入点值时,相应的输入映像寄存器的值未被修改,用立即 I/O 指令写输出点值时,相应的输出映像寄存器的值被修改。

1.4.2 PLC 的主要技术指标

PLC 的种类很多,用户可以根据控制系统的具体要求选择不同技术性能指标的 PLC。PLC 的技术性能指标主要有以下几项:

1. 输入/输出点数

PLC 的 I/O 点数是指外部输入、输出端子数量的总和,它是描述 PLC 大小的一个重要的参数。

2. 存储容量

PLC 的存储器由系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器 3 部分组成。PLC 存储容量通常指用户程序存储器和数据存储器容量之和,表征系统提供给用户的可用资源,是系统性能的一项重要技术指标。

3. 扫描速度

PLC 采用循环扫描方式工作,完成一次扫描所需的时间称为扫描周期。影响扫描速度的主要因素有用户程序的长度和 PLC 产品的类型。PLC 中 CPU 的类型、机器字长等直接影响 PLC 的运算精度和运行速度。

4. 指令系统

指令系统是指 PLC 所有指令的总和。PLC 的编程指令越多,软件功能就越强,但掌握应用也相对较复杂。用户应根据实际控制要求选择合适指令功能的 PLC。

5. 通信功能

通信包括 PLC 之间的通信和 PLC 与其他设备之间的通信。通信主要涉及通信模块、通信

接口、通信协议和通信指令等内容。PLC 的组网和通信能力已成为衡量 PLC 产品水平的重要指标之一。

厂家的产品手册上还提供 PLC 的负载能力、外形尺寸、重量、保护等级、安装和使用环境(如温度、湿度)等性能指标,供用户参考。

1.5 PLC 的分类、特点、应用及发展

1.5.1 PLC 的分类

1. 按 I/O 点数和功能分类

PLC 用于对外部设备的控制,外部信号的输入、PLC 的运算结果的输出都要通过 PLC 的输入/输出端子来进行接线。输入/输出端子的数目之和被称做 PLC 的输入/输出点数,简称为 I/O 点数。

由 I/O 点数的多少可将 PLC 分成小型、中型和大型。

小型 PLC 的 I/O 点数小于 256 点,以开关量控制为主,具有体积小、价格低的优点。可用于开关量的控制、定时/计数的控制、顺序控制及少量模拟量的控制场合,代替继电器-接触器控制在单机或小规模生产过程中使用。

中型 PLC 的 I/O 点数在 256 ~ 1024,功能比较丰富,兼有开关量和模拟量的控制能力,适用于较复杂系统的逻辑控制和闭环过程的控制。

大型 PLC 的 I/O 点数在 1024 点以上,用于大规模过程控制、集散式控制和工厂自动化网络。

2. 按结构形式分类

PLC 可分为整体式结构和模块式结构两大类。

整体式 PLC 是将 CPU、存储器和 I/O 部件等组成部分集中于一体,安装在印制电路板上,并连同电源一起装在一个机壳内,形成一个整体,通常称为主机或基本单元。整体式结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低的优点。一般小型或超小型 PLC 多采用这种结构。

模块式 PLC 是把各个组成部分做成独立的模块,如 CPU 模块、输入模块、输出模块和电源模块等。各模块做成插件式,组装在一个具有标准尺寸并带有若干插槽的机架内。模块式结构的 PLC 配置灵活,装配和维修方便,易于扩展。一般大、中型的 PLC 都采用这种结构。

1.5.2 PLC 的应用

目前,PLC 已经广泛地应用在各个工业部门。随着其性能价格比的不断提高,应用范围还在不断扩大,主要有以下几个方面:

1. 逻辑控制

PLC 具有“与”、“或”、“非”等逻辑运算的能力,可以实现逻辑运算,用触点和电路的串、并联代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。数字量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动化生产线,包括微电子、家用电器行业也有广泛的应用。

2. 运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块,或灵活运用指令,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。随着变频器、电动机起动器的普遍使用,PLC 可以与变频器结合,运动控制功能更为强大,并广泛地用于各种机械,如金属切削机床、装配机械、机器人和电梯等场合。

3. 过程控制

PLC 可以接收温度、压力以及流量等连续变化的模拟量,通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量和数字量之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对被控模拟量实行闭环 PID(比例 - 积分 - 微分)控制。现代的大、中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能,此功能已经广泛地应用于工业生产、加热炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力和建材等行业。

4. 数据处理

PLC 具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表和位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以是运算的中间参考值,也可以通过通信功能传送到别的智能装置,或者将它们保存、打印。数据处理一般用于大型控制系统,如无人柔性制造系统,也可以用于过程控制系统,如造纸、冶金和食品工业中的一些大型控制系统。

5. 构建网络控制

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 和其他智能控制设备(如计算机、变频器)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。

当然,并非所有的 PLC 都具有上述功能,用户应根据系统的需要选择 PLC,这样既能完成控制任务,又可节省资金。

1.6 习题

1. 简述 PLC 的定义。
2. PLC 的基本组成有哪些?
3. 输入接口电路有哪几种形式? 输出接口电路有哪几种形式? 各有何特点?
4. PLC 的工作原理是什么? 工作过程分哪几个阶段?

第2章 西门子 S7-200 系列 PLC 介绍

本章要点

- 西门子 S7-200 CPU224 PLC 的结构、性能指标
- 西门子 S7-200 CPU224 PLC 的工作方式

• 扩展模块介绍

• S7-200 系列 PLC 的编址、寻址方式

• PLC 元件功能及地址分配

2.1 S7-200 系列 PLC 概述

西门子 S7 系列 PLC 分为 S7-400、S7-300 和 S7-200 三个系列,分别为 S7 系列的大、中、小型 PLC 系统。S7-200 系列 PLC 有 CPU21X 系列和 CPU22X 系列,其中 CPU22X 型 PLC 提供了 4 个不同的基本型号,常见的有 CPU221、CPU222、CPU224 和 CPU226 4 种基本型号。

小型 PLC 中,CPU221 的价格低廉,能满足多种集成功能的需要。CPU 222 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。CPU 224 具有更多的输入输出点及更大的存储器。CPU 226 和 226XM 是功能最强的单元,可完全满足一些中小型复杂控制系统的要求。4 种型号的 PLC 具有下列特点:

1) 集成的 24 V 电源。可直接连接到传感器和变送器执行器,CPU 221 和 CPU222 具有 180 mA 输出。CPU224 输出 280 mA,CPU 226、CPU 226XM 输出 400 mA,可用做负载电源。

2) 高速脉冲输出。具有两路高速脉冲输出端,输出脉冲频率可达 20 kHz,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。CPU 221、CPU222 和 CPU224 具有 1 个 RS-485 通信口。CPU 226、CPU 226XM 具有 2 个 RS-485 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 1 个模拟电位器,CPU224/226/226XM 有两个模拟电位器。模拟电位器用来改变特殊寄存器(SMB28、SMB29)中的数值,以改变程序运行时的参数。如定时器、计数器的预置值,过程量的控制参数。

5) 中断输入允许以极快的速度对过程信号的上升沿作出响应。

6) E²PROM 存储器模块(选件)。可作为修改与复制程序的快速工具,无需编程器,并可进行辅助软件归档工作。

7) 电池模块。用户数据(如标志位状态、数据块、定时器和计数器)可通过内部的超级电容存储大约 5 天。选用电池模块能延长存储时间到 200 天(10 年寿命)。电池模块插在存储器模块的卡槽中。

8) 不同的设备类型。CPU 221~226 各有两种类型 CPU,具有不同的电源电压和控制

电压。

9) 数字量输入/输出点。CPU 221 具有 6 个输入点和 4 个输出点;CPU 222 具有 8 个输入点和 6 个输出点;CPU 224 具有 14 个输入点和 10 个输出点;CPU226/226XM 具有 24 个输入点和 16 个输出点。CPU22X 主机的输入点为 24V 直流双向光耦合输入电路,输出有继电器和直流(MOS 型)两种类型。

10) 高速计数器。CPU 221/222 有 4 个 30 kHz 高速计数器,CPU224/226/226XM 有 6 个 30 kHz 的高速计数器,用于捕捉比 CPU 扫描频率更快的脉冲信号。

各型号 PLC 的功能见表 2-1。

表 2-1 CPU22X 模块的主要技术指标

型 号	CPU221	CPU222	CPU224	CPU226	CPU226MX
用户数据存储类型	E ² PROM	E ² PROM	E ² PROM	E ² PROM	E ² PROM
程序空间(永久保存)	2048 字	2048 字	4096	4096 字	8192 字
用户数据存储	1024 字	1024 字	2560 字	2560 字	5120 字
数据后备(超级电容)典型值/H	50	50	190	190	190
主机 I/O 点数	6/4	8/6	14/10	24/16	24/16
可扩展模块	无	2	7	7	7
24 V 传感器电源最大电流/电流限制(mA)	180/600	180/600	280/600	400/约 1500	400/约 1500
最大模拟量输入/输出	无	16/16	28/7 或 14	32/32	32/32
240 V AC 电源 CPU 输入电流/最大负载电流(mA)	25/180	25/180	35/220	40/160	40/160
24 V DC 电源 CPU 输入电流/最大负载(mA)	70/600	70/600	120/900	150/1050	150/1050
为扩展模块提供的 DC 5 V 电源的输出电流	—	最大 340 mA	最大 660 mA	最大 1000 mA	最大 1000 mA
内置高速计数器	4(30 kHz)	4(30 kHz)	6(30 kHz)	6(30 kHz)	6(30 kHz)
高速脉冲输出	2(20 kHz)	2(20 kHz)	2(20 kHz)	2(20 kHz)	2(20 kHz)
模拟量调节电位器	1 个	1 个	2 个	2 个	2 个
实时时钟	有(时钟卡)	有(时钟卡)	有(内置)	有(内置)	有(内置)
RS-485 通信口	1	1	1	1	1
各组输入点数	4,2	4,4	8,6	13,11	13,11
各组输出点数	4(DC 电源) 1,3(AC 电源)	6(DC 电源) 3,3(AC 电源)	5,5(DC 电源) 4,3,3(AC 电源)	8,8(DC 电源) 4,5,7(AC 电源)	8,8(DC 电源) 4,5,7(AC 电源)

2.2 S7-200 系列 CPU224 型 PLC 的结构

2.2.1 CPU224 型 PLC 的外形及端子介绍

1. CPU224 型 PLC 的外形

CPU224 型 PLC 的外形如图 2-1 所示,其输入、输出、CPU 和电源模块均装设在一个基本