

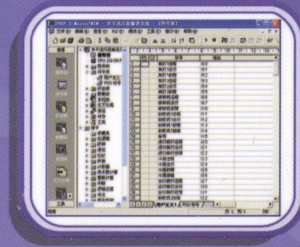
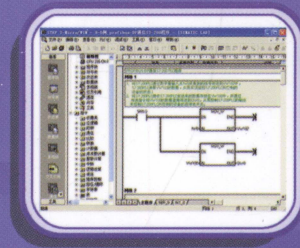
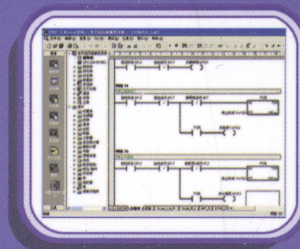
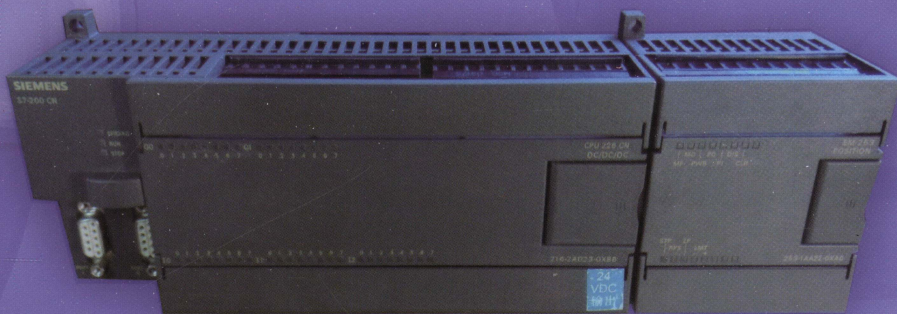


自动化技术轻松入门丛书

西门子S7-200 PLC 基础及典型应用

主 编◎刘摇摇

副主编◎朱耀武



本书附有实例源程序

下载网址: www.cmpbook.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

自动化技术轻松入门丛书

西门子 S7 - 200 PLC

基础及典型应用

主 编 刘摇摇
副主编 朱耀武
主 审 黎雪纷



机械工业出版社

本书以西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为样机,系统地介绍了 PLC 的基本结构、原理、操作和使用方法。

全书共 9 章。第 1、2 章讲解 PLC 的基础知识、结构和编程软件使用,在介绍基本知识的基础上,通过企业的项目来介绍这些功能的实际应用;第 3~5 章讲解了 S7-200 PLC 的指令系统和使用,大多数指令后都配有经典实例和典型应用;第 6 章讲解了模拟量模块和典型应用;第 7 章通过综合实例和典型项目,讲解了 PLC 应用系统的设计;第 8 章讲解了 S7-200 PLC 的通信和网络以及通信的典型应用;第 9 章讲解了 PLC 对变频器的控制和应用。

本书在编写过程中,重点突出实用性和适用性。对指令系统和工业组态控制都以实例的方式进行讲解和介绍,由浅入深、层次清楚,易于理解、掌握。

本书适合作为应用型本科以及高职高专的电气、机电一体化、自动化等专业的教材,也可作为从事 PLC 应用开发的工程技术人员的培训教材或技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

西门子 S7-200 PLC 基础及典型应用/刘摇摇主编. —北京:机械工业出版社,2014. 10

(自动化技术轻松入门丛书)

ISBN 978-7-111-49003-6

I. ① 西… II. ① 刘… III. ① plc 技术-教材 IV. ① TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 304396 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:时 静 责任校对:张艳霞

责任编辑:时 静

责任印制:

三河市宏达印刷有限公司印刷

2015 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·19.25 印张·465 千字

0001-3500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-49003-6

定价:48.00 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

可程序控制器 (PLC) 广泛应用于工业控制。它通过用户存储的应用程序来控制生产过程, 具有可靠性高、稳定性好和实时处理能力强的优点。PLC 是把计算机技术与继电器控制技术有机地结合起来, 为工业自动化提供近乎完美的现代化自动控制的装置。

在 PLC 选型时, 经过反复比较, 编者选中了目前流行的、有较高性价比的西门子 S7-200 系列小型 PLC。该型号的 PLC 指令丰富、功能强大, 其占有率在国内市场正处于上升趋势。而且该机型的指令及编程运作与计算机通用编程语言更加接近, 对学生的知识融合更加有利。

本书全面介绍了 PLC 的配置、编程和控制方面的知识。在编写过程中, 力求做到语言通畅、叙述清楚、讲解细致, 以便于实际应用和以教学为原则选择内容, 并尽可能采用实例对指令知识及应用进行讲解, 由浅入深, 力争做到通俗、简明、易懂。

全书共分 9 章。第 1 章介绍了 PLC 基础知识和基本原理; 第 2 章概述了西门子公司 S7-200 PLC 的系统结构、功能、模块、寻址方式和编程软件; 第 3 章详细介绍了 S7-200 PLC 的基本控制功能及典型应用; 第 4 章介绍了 S7-200 PLC 数据处理功能及典型应用; 第 5 章详细讲解了 S7-200 PLC 的特殊功能指令, 并以实例的方式介绍了其应用方法; 第 6 章介绍了 S7-200 模拟量模块及典型应用; 第 7 章介绍了 PLC 控制系统的综合设计步骤、方法, 并给出设计实例以供参考; 第 8 章介绍了 S7-200 PLC 的网络通信技术与应用; 第 9 章介绍了变频器控制技术及其应用。

本书由刘摇摇 (无锡雪浪环境科技股份有限公司) 主编, 参加编写的有黎雪芬 (无锡职业技术学院)、王飞飞 (无锡雪浪环境科技股份有限公司)、付东升 (无锡信捷电气股份有限公司) 和朱耀武 (无锡职业技术学院)。其中, 第 1、2 章由黎雪芬编写, 第 3、4 章由朱耀武编写, 第 5、6 章由王飞飞编写, 第 8、9 章由刘摇摇编写, 第 7 章由付东升编写。无锡雪浪环境科技股份有限公司的工程师对教材的修订提出了宝贵意见, 在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 编写时间仓促, 书中难免会有错误和不妥之处, 敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 PLC 基本工作原理	1
1.1 可编程序控制器的产生和定义	1
1.1.1 可编程序控制器的产生	1
1.1.2 可编程序控制器的定义	2
1.2 可编程序控制器的组成与基本结构	2
1.2.1 PLC 的硬件系统	2
1.2.2 输入/输出接口	4
1.3 可编程序控制器的工作原理及主要技术指标	7
1.3.1 PLC 工作过程	7
1.3.2 PLC 内外部电路	7
1.3.3 可编程序控制器主要技术指标	10
1.4 可编程序控制器的分类、特点、应用及发展	10
1.4.1 可编程序控制器的分类	10
1.4.2 可编程序控制器的特点	11
1.4.3 可编程序控制器的功能	12
1.4.4 可编程序控制器的发展	13
第 2 章 西门子 S7-200 PLC 的组成原理及编程软件介绍	15
2.1 S7-200 PLC 的硬件结构	15
2.1.1 基本单元	15
2.1.2 扩展单元	17
2.1.3 电源模块	19
2.2 S7-200 PLC 的外部接线	20
2.2.1 端子排	20
2.2.2 漏型输入和源型输入	21
2.2.3 漏型输出和源型输出	21
2.2.4 外部接线实例	21
2.3 S7-200 PLC 内部元器件	22
2.3.1 数据储存类型	22
2.3.2 编址方式	23
2.3.3 寻址方式	24
2.3.4 元件功能及地址分配	25
2.4 S7-200 PLC 编程软件的使用	28
2.4.1 STEP 7-Micro/WIN 概述	28

2.4.2	STEP 7 – Micro/WIN 主要编程功能	34
2.4.3	符号表操作	36
2.4.4	通信	38
2.4.5	程序的调试与监控	39
第 3 章	西门子 S7 – 200 PLC 基本控制功能及典型应用	43
3.1	可编程序控制器程序设计语言	43
3.1.1	梯形图	43
3.1.2	助记符	44
3.1.3	布尔表达式	45
3.1.4	顺序功能流程图	45
3.1.5	功能块图程序设计	46
3.2	基本位逻辑指令与应用	46
3.2.1	基本位逻辑指令	46
3.2.2	基本位逻辑指令典型实例	50
3.2.3	编程注意事项及编程技巧	55
3.3	定时器指令与应用	57
3.3.1	定时器指令	58
3.3.2	定时器指令典型实例	60
3.4	计数器指令与应用	63
3.4.1	计数器指令	63
3.4.2	计数器指令典型实例	65
3.5	比较指令与应用	67
3.5.1	比较指令格式	67
3.5.2	比较指令应用举例	68
3.6	程序控制类指令与应用	69
3.6.1	暂停指令 (STOP)	69
3.6.2	结束指令 (END/MEND)	70
3.6.3	循环、跳转指令	70
3.6.4	子程序调用及子程序返回指令	73
3.6.5	皮带机运输线 PLC 控制系统设计应用实例	77
第 4 章	西门子 S7 – 200 PLC 数据处理功能及典型应用	84
4.1	数据处理指令	84
4.1.1	数据传送指令及典型应用	84
4.1.2	字节交换、字节立即读写指令及典型应用	86
4.1.3	移位指令及典型应用	87
4.1.4	转换指令及典型应用	93
4.2	算术运算、逻辑运算指令	98
4.2.1	算术运算指令	98
4.2.2	逻辑运算指令	102

4.2.3	递增、递减指令	103
4.3	表功能指令及典型应用	105
4.3.1	填表指令	106
4.3.2	表取数指令	107
4.3.3	表查找指令	108
4.3.4	字填充指令	109
4.4	西门子 S7-200 PLC 数据处理功能及典型应用	110
4.4.1	数据类型转换指令应用举例	110
4.4.2	上下限位报警控制	110
4.4.3	BCC 校验	111
第 5 章	西门子 S7-200 PLC 特殊功能指令及典型应用	112
5.1	立即类指令	112
5.2	中断指令	113
5.2.1	中断源	113
5.2.2	中断指令	116
5.2.3	中断程序	117
5.2.4	中断指令典型应用	117
5.3	高速计数器与高速脉冲输出	118
5.3.1	高速计数器指令	118
5.3.2	高速脉冲输出	124
5.4	时钟指令	132
第 6 章	西门子 S7-200 PLC 模拟量模块介绍及典型应用	134
6.1	西门子 S7-200 PLC 的模拟量输入模块及其应用	134
6.1.1	CPU 224 XP 本体模拟量	134
6.1.2	S7-200 PLC 的模拟量输入扩展模块	135
6.1.3	S7-200 PLC 的模拟量输入扩展模块使用	140
6.2	西门子 S7-200 PLC 的模拟量输出模块及其应用	145
6.3	西门子 S7-200 PLC 的模拟量输入/输出模块	146
6.3.1	模拟量输入/输出扩展模块	146
6.3.2	S7-200 CPU 的集成 I/O 与扩展模块 I/O 的寻址	147
6.4	西门子 S7-200 PLC 在 PID 中的应用	148
6.4.1	PID 控制原理简介	148
6.4.2	利用 S7-200 PLC 进行电炉的温度控制	150
第 7 章	西门子 S7-200 PLC 控制系统设计	160
7.1	PLC 应用系统的设计	160
7.1.1	应用系统设计概述	160
7.1.2	PLC 控制系统的设计内容及设计步骤	161
7.1.3	PLC 的硬件设计和软件设计及调试	162
7.1.4	PLC 程序设计常用的方法	163

7.1.5	S7-200 PLC 的顺序控制指令	166
7.1.6	顺序控制设计法	171
7.2	典型实例	181
7.2.1	送料小车自动往返运动的控制实例	181
7.2.2	三级皮带输送机的控制实例	185
7.3	S7-200 PLC 的装配、检测和维护	188
7.3.1	PLC 的安装与配线	188
7.3.2	PLC 的自动检测功能及故障诊断	190
7.3.3	PLC 的维护与检修	191
7.3.4	PLC 应用中若干问题的处理	191
第 8 章	西门子 S7-200 PLC 的通信与网络	193
8.1	西门子 S7-200 PLC 基本通信与网络简介	193
8.1.1	通信方式	193
8.1.2	S7-200 PLC CPU 之间的通信	195
8.1.3	S7-200 PLC 与 S7-300/400 PLC 之间的通信	195
8.1.4	S7-200 PLC 与西门子驱动装置之间的通信	196
8.1.5	S7-200 PLC 与第三方 HMI/SCADA 软件之间的通信	196
8.1.6	S7-200 PLC 与第三方 PLC 之间的通信	197
8.1.7	S7-200 PLC 与第三方 HMI (操作面板) 之间的通信	197
8.1.8	S7-200 PLC 与第三方变频器之间的通信	197
8.1.9	S7-200 PLC 与其他串行通信设备之间的通信	197
8.2	西门子 S7-200 PLC 的自由口通信应用基础	197
8.2.1	S7-200 PLC 的自由口通信简介	197
8.2.2	S7-200 PLC 自由口通信口硬件	198
8.2.3	S7-200 PLC 自由口通信口特殊字节与指令	199
8.2.4	S7-200 PLC 与自由口通信相关的中断	202
8.2.5	S7-200 PLC 的自由口通信要点	202
8.2.6	S7-200 PLC 自由口通信实现步骤	203
8.3	西门子 S7-200 PLC 的自由口通信应用实例	203
8.4	西门子 S7-200 PLC 的 PPI 通信的应用	208
8.4.1	S7-200 PLC 的 PPI 主站的定义	209
8.4.2	S7-200 PLC 的 PPI 之间的 PPI 通信	210
8.5	西门子 S7-200 PLC Modbus 通信	215
8.5.1	S7-200 PLC Modbus 通信概述与使用注意事项	215
8.5.2	S7-200 PLC Modbus 协议使用	217
8.5.3	S7-200 PLC Modbus 通信实例	224
8.6	西门子 S7-200 PLC 以太网通信	227
8.6.1	S7-200 PLC 以太网通信概述与使用注意事项	227
8.6.2	S7-200 PLC CP 243-1 模块	229

8.6.3	S7-200 PLC 以太网通信实例·····	230
8.7	西门子 S7-200 PLC 与 S7-300 PLC 的 PROFIBUS 通信应用及实例·····	243
8.7.1	PROFIBUS 通信概述·····	243
8.7.2	S7-200 CPU 通过 EM 277 作为 DP 从站连接到 PROFIBUS 网络·····	245
8.7.3	S7-200 与 S7-300 PROFIBUS-DP 通信实例·····	249
第 9 章	西门子变频器控制技术及其应用 ·····	262
9.1	变频器的工作原理·····	262
9.1.1	调速原理与调速方法·····	262
9.1.2	交直交通用变频器工作原理与基本结构·····	263
9.1.3	变频器分类·····	264
9.2	西门子 MM440 变频器应用·····	264
9.2.1	西门子 MM440 变频器结构和参数设置·····	264
9.2.2	西门子 MM440 变频器的外部运行控制·····	271
9.2.3	西门子 MM440 变频器的模拟量调速控制·····	274
9.2.4	西门子 MM440 变频器的多段调速控制·····	277
9.2.5	西门子 MM440 变频器的 PID 控制·····	281
9.3	西门子 S7-200 PLC 与 MM440 变频器的 USS 通信·····	287
9.3.1	USS 通信·····	287
9.3.2	USS 指令·····	289
9.3.3	S7-200 PLC 与 MM440 的 USS 通信接线 (MM440 的参数设置)·····	294
9.3.4	S7-200 PLC 与 MM440 变频器 USS 通信实例·····	296
参考文献	·····	299

PLC 基本工作原理

本章知识要点：

- (1) 可编程序控制器的定义
- (2) 可编程序控制器的组成与基本结构
- (3) 可编程序控制器的工作原理及主要技术指标
- (4) 可编程序控制器的分类

1.1 可编程序控制器的产生和定义

PLC 是一种集计算机技术、自动控制技术和通信技术于一体的新型自动控制装置，并得到了广泛应用，被誉为当代工业自动化的三大支柱（PLC、工业机器人、CAD/CAM）之一。

1.1.1 可编程序控制器的产生

自 20 世纪 60 年代第一台 PLC（可编程序控制器）问世以来，经历了近 40 年的发展，PLC 的种类在不断地更新，应用领域也在不断地扩大。目前，PLC 的应用已经成为现代化设备的象征，并且 PLC 已经成为工业控制的主要手段和重要的基础控制设备之一。

1969 年，美国数字设备公司（GEC）首先研制成功第一台可编程序控制器，并在通用汽车公司的自动装配线上试用成功，从而开创了工业控制的新局面。

1971 年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制出了日本第一台可编程序控制器 DSC-8。1973 年，西欧国家也研制出了他们的第一台可编程序控制器。我国从 1974 年开始研制，1977 年开始工业应用。早期的可编程序控制器是为取代继电器控制线路、存储程序指令并完成顺序控制而设计的。主要用于逻辑运算，以及计时、计数等顺序控制，均属开关量控制。所以，通常称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。进入 20 世纪 70 年代，随着微电子技术的发展，PLC 采用了通用微处理器，这种控制器就不再局限于当初的逻辑运算了，功能不断增强。因此，实际上应称之为 PC，即可编程序控制器。但个人计算机（Personal Computer）常简称为 PC（机），为了避免混淆，在大多数期刊书籍上，仍把可编程序控制器简称为 PLC。

至 20 世纪 80 年代，随大规模和超大规模集成电路等微电子技术的发展，以 16 位和



32 位微处理器构成的微机化 PLC 得到了惊人的发展。使 PLC 在概念、设计、性能、价格以及应用等方面都有了新的突破。不仅控制功能增强，功耗和体积减小，成本下降，可靠性提高，编程和故障检测更为灵活方便，而且随着远程 I/O 和通信网络、数据处理以及图像显示的发展，使 PLC 向用于连续生产过程控制的方向发展，成为实现工业自动化的一大支柱。

现在所说的可编程序控制器（PLC）是 1980 年以来，美、日、德等国由先前的可编程序逻辑控制器 PLC 进一步发展而来。

1.1.2 可编程序控制器的定义

1982 年，国际电工委员会（International Electrical Committee, IEC）颁布了 PLC 标准草案第一稿，1985 年提交了第 2 稿，并在 1987 年的第 3 稿中对 PLC 作了如下的定义：PLC 是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置，是带有存储器、可以编制程序的控制器。它能够存储和执行指令，进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术等操作，并通过数字式和模拟式的输入输出，控制各种类型的机械和生产过程。PLC 及其有关的外围设备，都应按易于与工业控制系统形成一体、易于扩展其功能的原则设计。

上述的定义表明，PLC 是一种能直接应用于工业环境的数字电子装置，是以微处理器为基础，结合计算机技术、自动控制技术和通信技术，用面向控制过程、面向用户的“自然语言”编程的一种简单易懂、操作方便、可靠性高的新一代通用工业控制装置。

1.2 可编程序控制器的组成与基本结构

PLC 是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物，从广义上讲，PLC 也是一种计算机系统，只不过它比一般计算机具有更强的与工业过程相连接的输入/输出接口，具有更适用于控制要求的编程语言，具有更适应于工业环境的抗干扰性能。因此，PLC 是一种工业控制用的专用计算机，它的实际组成与一般微型计算机系统基本相同，也是由硬件系统和软件系统两大部分组成。

1.2.1 PLC 的硬件系统

PLC 的类型繁多，功能和指令系统也不尽相同，但结构与工作原理则大同小异，通常由 CPU、存储器、基本 I/O 接口电路、外设接口、编程装置、电源等组成。

可编程序控制器的结构多种多样，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，其硬件系统如图 1-1 所示。编程装置将用户程序送入可编程序控制器，在可编程序控制器运行状态下，输入单元接收到外部元件发出的输入信号，可编程序控制器执行程序，并根据程序运行后的结果，由输出单元驱动外部设备。

1. CPU 单元

CPU 是可编程序控制器的控制中枢，相当于人的大脑。CPU 一般由控制电路、运算器和寄存器组成。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。它用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处

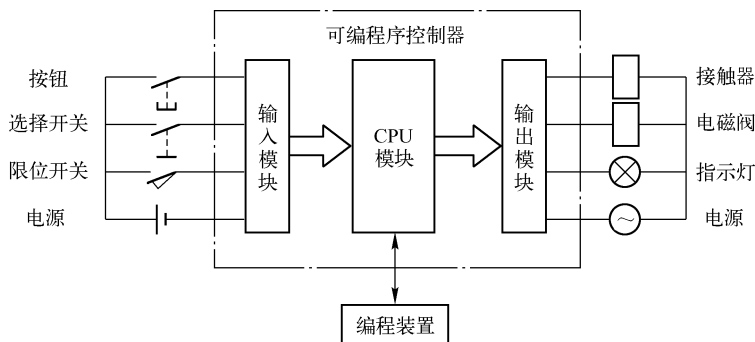


图 1-1 PLC 的硬件系统

理，即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作、将结果送到输出端并响应外部设备（如编程器、计算机、打印机等）的请求以及进行各种内部判断等。

2. 存储器

存储器主要用于存放系统程序、用户程序及工作数据。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器；存放应用软件的存储器称为用户程序存储器；存放工作数据的存储器称为数据存储器。

可编程序控制器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（EEPROM）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，可编程序控制器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、价格便宜的半导体存储器，可用锂电池做备用电源。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（ROM）或由高能电池支持的 RAM 中。EEPROM 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. 输入/输出模块单元

PLC 内部输入电路的作用是将 PLC 外部电路（如行程开关、按钮或传感器等）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 之间。根据输入信号形式的不同，可分为模拟量 I/O 单元和数字量 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 单元和扩展 I/O 单元两大类。

4. I/O 扩展接口

可编程序控制器利用 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。

5. 外部设备接口

PLC 的外部设备主要有编程设备、操作面板、文本显示器和打印机等。PLC 通过编程电缆或使用通信卡与计算机连接，可以实现编程、监控、联网等功能。

操作面板和文本显示器不仅是用于显示系统信息的显示器，还是操作控制单元，它们可以在执行程序的过程中修改某个量的数值，也可直接设置输入或输出量，以



便立即启动或停止一台外部设备的运行。打印机可以把过程参数和运行结果以文字形式输出。

外部设备接口可以把上述外部设备与 CPU 连接，以完成相应的操作。

除上述的一些外部设备接口以外，PLC 还设置了存储器接口和通信接口。存储器接口是为扩展存储区而设置的，用于扩展用户程序存储区和用户数据参数存储区，可以根据使用的需要扩展存储器。通信接口是为在微机与 PLC、PLC 与 PLC 之间建立通信网络而设立的接口。

6. 电源

电源单元是 PLC 的电源供给部分。电源单元的作用是把外部电源转换成内部工作电压。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（DC 5 V、 ± 12 V、24 V），并为外部输入元件（如传感器）提供 DC 24 V 电源（仅供输入端点使用），而驱动 PLC 负载的电源由用户提供。

1.2.2 输入/输出接口

输入/输出接口是 PLC 与工业现场控制或检测元件和执行元件连接的接口电路。PLC 的输入接口有直流输入、交流输入和交直流输入等类型；输出接口有晶体管输出、晶闸管输出和继电器输出等类型，其中晶体管和晶闸管输出为无触点输出型电路，分别用于高频大功率交流负载和高频小功率交流负载，继电器输出为有触点输出型电路，可用于直流或低频交流负载。

现场控制或检测元件输入给 PLC 各种控制信号，如限位开关、操作按钮、选择开关以及其他一些传感器输出的开关量或模拟量等，通过输入接口电路将这些信号转换成 CPU 能够接收和处理的信号。输出接口电路将 CPU 送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出，以驱动电磁阀、接触器等被控设备的执行元件。

1. 输入接口

输入接口用于接收和采集两种类型的输入信号，一类是由按钮、转换开关、行程开关、继电器触头等开关量输入信号；另一类是由电位器、测速发电机和各种变换器提供的连续变化的模拟量输入信号。

现场输入接口电路一般由滤波电路、光耦合电路和微电脑输入接口电路组成，以图 1-2 所示的直流输入接口电路为例，R1 是限流与分压电阻，R2 与 C 构成滤波电路，滤波后的输入信号经光耦合器 T 与内部电路耦合。当输入端的按钮 SB 接通时，光耦合器 T 导通，直流输入信号被转换成 PLC 能处理的 5V 标准信号电平（简称 TTL），同时 LED 输入指示灯亮，表示信号接通。微电脑输入接口电路一般由寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路组成，这些电路集成在一个芯片上。交流输入、交直流输入接口电路的组成，与直流输入接口电路组成类似。

滤波电路用以消除输入触点的抖动，光耦合电路可防止现场的强电干扰进入 PLC。由于输入电信号与 PLC 内部电路之间采用光信号耦合，所以两者在电气上完全隔离，使输入接口具有抗干扰能力。现场的输入信号通过光耦合后转换为 5V 的 TTL 送入输入数据寄存器，再经数据总线传送给 CPU。

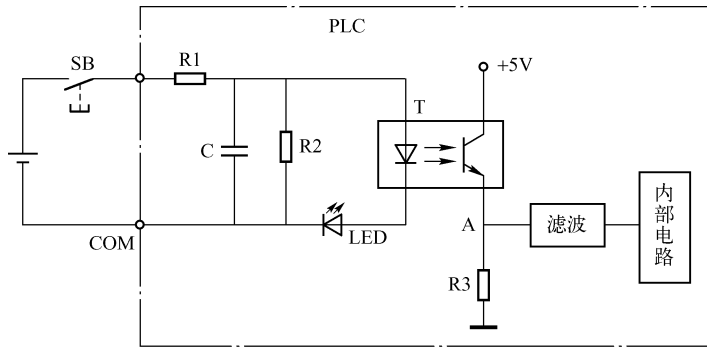


图 1-2 直流输入接口电路

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。

2. 输出接口

输出接口电路向被控对象的各种执行元件输出控制信号。常用执行元件有接触器、电磁阀、调节阀（模拟量）、调速装置（模拟量）、指示灯、数字显示装置和报警装置等。输出接口电路一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成，与输入接口电路类似，内部电路与输出接口电路之间采用光耦合器进行抗干扰电隔离。

微电脑输出接口电路一般由输出数据寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路集成在芯片上，CPU 通过数据总线将输出信号送到输出数据寄存器中，功率放大电路是为了适应工业控制要求，将微电脑的输出信号放大。

根据驱动负载元件的不同可将输出接口电路分为三种：

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。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。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 K 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 K 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。

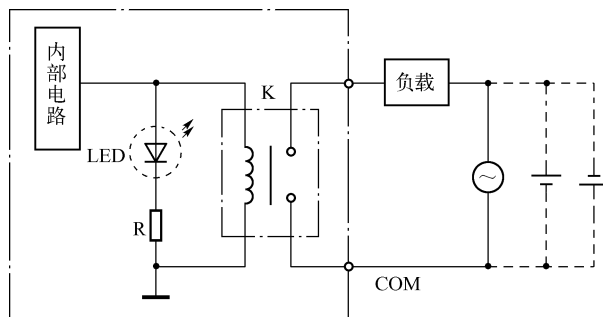


图 1-3 小型继电器输出形式电路



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。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 T1 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 T1 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。当负载为电感性负载, VT 关断时会产生较高的反电势, VD 的作用是为其提供放电回路, 避免 VT 承受过电压。

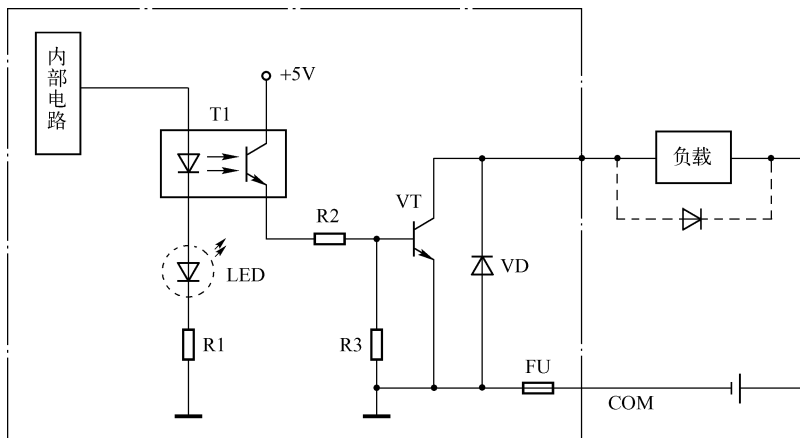


图 1-4 大功率晶体管输出形式电路

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, 双向晶闸管施加了触发信号, 双向晶闸管关断, 此时 LED 不亮, 负载失电。

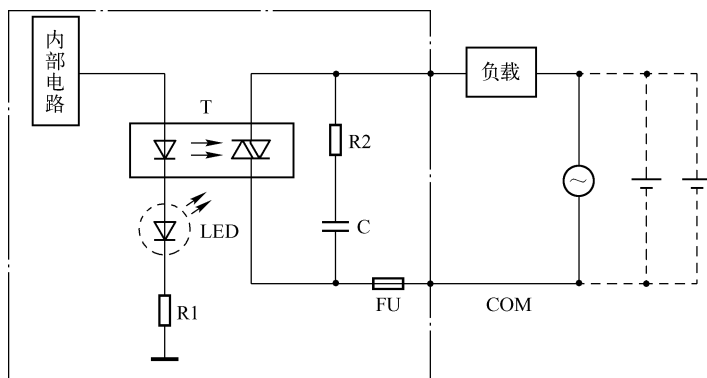


图 1-5 双向晶闸管输出形式电路



1.3 可编程序控制器的工作原理及主要技术指标

1.3.1 PLC 工作过程

可编程序控制器是一种专用的工业控制计算机，其工作原理与计算机控制系统的工作原理基本相同。但工作方式与计算机差别很大。编程语言和工作原理都与个人计算机有所不同。

PLC 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 CPU 的循环扫描，并用周期性地集中采样、集中输出的方式完成的。一个扫描周期（工作周期）主要分为以下几个阶段：

1. 输入采样扫描阶段

输入采样扫描阶段是第一个集中批处理过程，在这个阶段中，PLC 按顺序逐个采集所有输入端子上的信号，不论输入端子上是否接线，CPU 顺序读取全部输入端，将所有采集到的一批输入信号写到输入映像寄存器中，在当前的扫描周期内，用户程序用到的输入信号的状态（ON 或 OFF）均从输入映像寄存器中去读取，不管此时外部输入信号的状态是否变化。即使此时外部输入信号的状态发生了变化，也只能在下一个扫描周期的输入采样扫描阶段去读取，对于这种采集输入信号的批处理，虽然严格上说每个信号被采集的时间有先有后，但由于 PLC 的扫描周期很短，这个差异对一般工程应用可忽略，所以，可以认为这些采集到的输入信息是同时的。

2. 执行用户程序扫描阶段

用户程序执行阶段，如果程序用梯形图表示，则总是按先上后下、从左至右的顺序进行扫描，每扫描到一条指令，所需要的输入信息的状态均从输入映像寄存器中去读取，而不是直接使用现场的立即输入信号。对其他信息，则是从 PLC 的元件映像寄存器中去读取，在执行用户程序中，每一次运算的中间结果都立即写入元件映像寄存器中，对输出继电器的扫描结果，也不是马上去驱动外部负载，而是将其结果写入到输出映像寄存器中。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。

在这个阶段，除了输入映像寄存器外，各个元件映像寄存器的内容是随着程序的执行而不断变化的。

3. 输出刷新扫描阶段

输出刷新扫描阶段是扫描周期的信息处理阶段，当 CPU 对全部用户程序扫描结束后，将元件映像寄存器中各输出继电器的状态同时送到输出锁存器中，再由输出锁存器经输出端子去驱动各输出继电器所带的负载。

在输出刷新阶段结束后，CPU 进入下一个扫描周期，重新执行输入采样，周而复始。

1.3.2 PLC 内外部电路

1. 外部电路接线

如图 1-6 所示是电动机全压起动控制的接触器电气控制线路，控制逻辑由交流接触



器 KM 线圈、指示灯 HL1、热继电器常闭触头 FR、停止按钮 SB2、起动按钮 SB1 及接触器常开辅助触头 KM 通过导线连接实现。

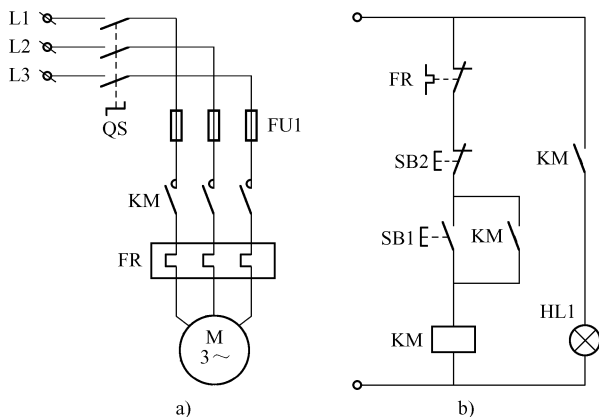


图 1-6 电动机全压起动电气控制线路
a) 主电路 b) 控制线路

合上 QS 后按下起动按钮 SB1，则线圈 KM 通电并自锁，接通指示灯 HL1 所在支路的辅助触头 KM 及主电路中的主触头，HL1 亮、电动机 M 起动；按下停止按钮 SB2，则线圈 KM 断电，指示灯 HL1 灭，M 停转。

采用西门子公司的一款 S7-200 系列 PLC，实现电动机全压起动控制的外部接线图如图 1-7 所示。主电路保持不变，热继电器常闭触头 FR、停止按钮 SB2、起动按钮 SB1 等

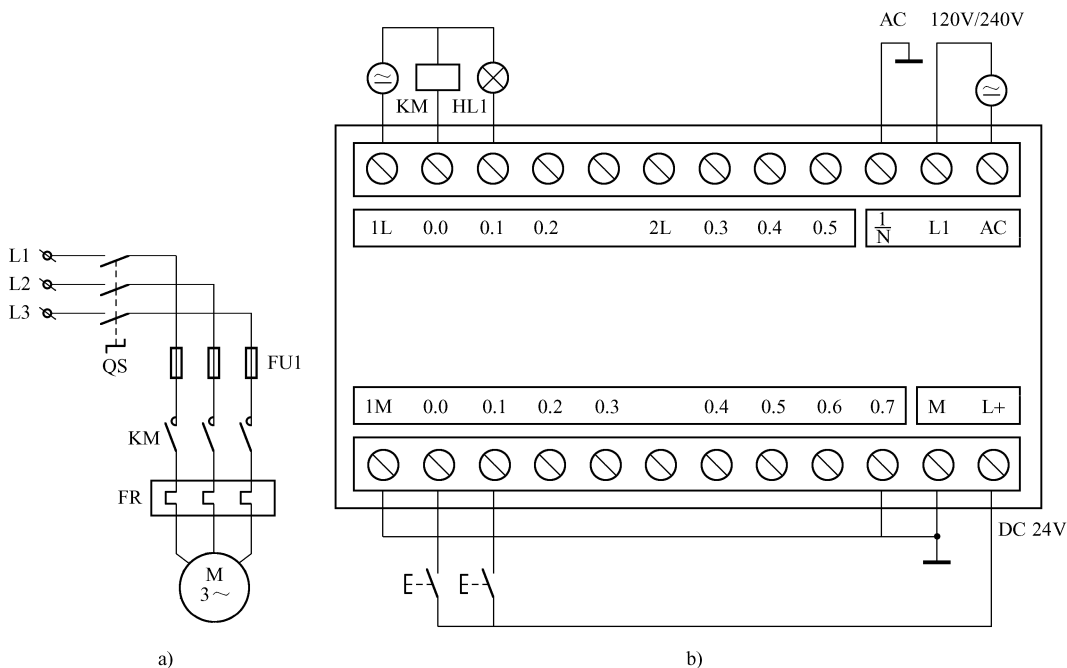


图 1-7 电动机全压起动 PLC 控制接线图
a) 主电路 b) I/O 实际接线图