

学技能超简单

学PLC技术 超简单

蔡杏山◎主编



全新升级版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

学技能超简单

学 PLC 技术超简单

(全新升级版)

蔡杏山 主编



机械工业出版社

本书是一本介绍 PLC 技术的图书,主要内容有快速了解 PLC、PLC 编程与仿真软件的使用、基本指令及应用、顺序控制指令及应用、功能指令及应用、PLC 通信、S7-300 系列 PLC 的硬件系统、S7-300/400 系列 PLC 编程组态及仿真软件的使用、S7-300/400 系列 PLC 应用系统的开发流程及举例。

本书在第 1 版的基础上,对其中一些内容进行改进,并增加了介绍 S7-300/400 系列 PLC 的内容。

本书基础起点低、语言通俗易懂、内容图文并茂且循序渐进,读者只要有初中文化程度,就能通过阅读本书而轻松掌握 PLC 技术。本书适合作为初学者学习 PLC 技术的自学图书,也适合作为职业院校相关专业的 PLC 课程教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

学 PLC 技术超简单:全新升级版/蔡杏山主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2016. 12

(学技能超简单)

ISBN 978-7-111-55193-5

I. ①学… II. ①蔡… III. ①PLC 技术 - 基本知识 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 254996 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 阎洪庆

责任校对:张薇 封面设计:马精明

责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2017 年 1 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 18.5 印张 · 449 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-55193-5

定价:49.00 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

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com



前言 >>>>>>>>



《学 PLC 技术超简单》一书自推出以来深受读者欢迎,取得了非常不错的销售成绩。在惊喜的同时,我们也发现了书中的一些不足,再加上热心读者为本书提出了一些好的建议,因此我们决定对《学 PLC 技术超简单》一书进行修订。

修订后,本书仍保持第 1 版的主要特点:

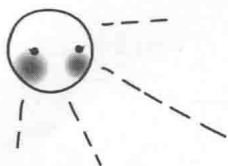
- ◆ **基础起点低。**读者只需具有初中文化程度即可阅读本书。
- ◆ **语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语,遇到较难理解的内容用形象比喻说明,尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导,图书阅读起来会感觉十分顺畅。
- ◆ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容,使阅读变得非常轻松,不易产生阅读疲劳。
- ◆ **内容安排符合人的认识规律。**在图书内容顺序安排上,按照循序渐进、由浅入深的原则进行,读者只需从前往后阅读图书,便会水到渠成。
- ◆ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点,书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点,指示学习重点。
- ◆ **网络免费辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题,可登录易天电学网(www.eTV100.com),观看有关辅导材料或向老师提问进行学习,读者也可以在该网站了解本书的新书信息。

《学 PLC 技术超简单 (全新升级版)》的改进主要有:

- ◆ **删掉一些陈旧或少用的内容,**另外对一些旧符号、旧图形和旧电路进行更新,并对其重新进行描述说明。
- ◆ **为了增强临场感,将一些绘制图换成实物图,**让读者在阅读图书时就有仿佛亲自现场操作的感觉,这样在实践时可以很快上手。
- ◆ **在第 1 版的基础上进行了扩展,**除了让图书内容更完善外,还增加了很多实用的内容,使图书有较高的性价比。

本书由蔡杏山担任主编。在编写过程中得到了许多教师的支持,其中蔡玉山、詹春华、黄勇、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、刘凌云、刘海峰、刘元能、邵永亮、王娟、何丽、万四香、梁云、李清荣、朱球辉、何彬、蔡任英和邵永明等参与了部分章节的编写工作,在此一致表示感谢。由于编者水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



目 录 >>>>>>



前言

第1章 快速了解PLC 1

1.1 概述	1	1.4.1 梯形图	10
1.1.1 PLC 的定义	1	1.4.2 功能块图	10
1.1.2 PLC 的分类	1	1.4.3 指令语句表	11
1.1.3 PLC 的特点	2	1.5 西门子 PLC 介绍	11
1.2 PLC 控制与继电器控制 的比较	3	1.5.1 S7 系列与 S7-200 系列 PLC	11
1.2.1 继电器正转控制电路	3	1.5.2 S7-200 系列 PLC 的编程 元件	14
1.2.2 PLC 正转控制电路	4	1.5.3 S7-200 系列 PLC 的硬件 接线	17
1.2.3 PLC 控制、继电器控制和 单片机控制的比较	5	1.6 PLC 应用系统开发举例	21
1.3 PLC 的组成与工作原理	5	1.6.1 PLC 应用系统开发的一般 流程	21
1.3.1 PLC 的组成框图	5	1.6.2 PLC 控制电动机正、反转的 开发实例	21
1.3.2 PLC 内部组成单元说明	6		
1.3.3 PLC 的工作方式	9		
1.4 PLC 的编程语言	10		

第2章 PLC 编程与仿真软件的使用 25

2.1 S7-200 系列 PLC 编程软件 的使用	25	2.2 S7-200 系列 PLC 仿真软件 的使用	37
2.1.1 软件界面说明	25	2.2.1 软件界面说明	37
2.1.2 通信设置	28	2.2.2 CPU 型号的设置与扩展模块 的安装	38
2.1.3 编写程序	29	2.2.3 程序的仿真	39
2.1.4 下载和上载程序	35		

第3章 基本指令及应用 42

3.1 位逻辑指令	42	3.1.2 线圈指令	43
3.1.1 触点指令	42	3.1.3 立即指令	44

3.1.4 RS 触发器指令	46	梯形图	56
3.1.5 空操作指令	46	3.4.3 多地控制电路与梯形图	58
3.2 定时器	47	3.4.4 定时控制电路与梯形图	59
3.2.1 通电延时型定时器	48	3.4.5 长定时控制电路与 梯形图	61
3.2.2 断电延时型定时器	49	3.4.6 多重输出控制电路与 梯形图	62
3.2.3 记忆型通电延时定时器	50	3.4.7 过载报警控制电路与 梯形图	63
3.3 计数器	51	3.4.8 闪烁控制电路与梯形图	64
3.3.1 加计数器	52	3.5 基本指令应用实例	65
3.3.2 减计数器	53	3.5.1 喷泉控制	65
3.3.3 加减计数器	54	3.5.2 交通信号灯控制	68
3.4 常用的基本控制电路及 梯形图	55	3.5.3 多级传送带控制	71
3.4.1 起动、自锁和停止控制电路 与梯形图	55	3.5.4 车库自动门控制	74
3.4.2 正、反转联锁控制电路与 梯形图	55		
第4章 顺序控制指令及应用	78		
4.1 顺序控制与状态转移图	78	4.3.2 并行分支方式	81
4.2 顺序控制指令	79	4.4 顺序控制指令应用实例	86
4.2.1 指令名称及功能	79	4.4.1 液体混合装置的 PLC 控制	86
4.2.2 指令使用举例	79	4.4.2 简易机械手的 PLC 控制 ...	91
4.2.3 指令使用注意事项	81	4.4.3 大小铁球分拣机的 PLC 控制	95
4.3 顺序控制的几种方式	81		
4.3.1 选择性分支方式	81		
第5章 功能指令及应用	101		
5.1 功能指令使用基础	101	5.3.5 字符串触点比较指令	112
5.1.1 数据类型	101	5.3.6 比较指令应用举例	113
5.1.2 寻址方式	102	5.4 数学运算指令	113
5.2 传送指令	105	5.4.1 加减乘除运算指令	113
5.2.1 单一数据传送指令	105	5.4.2 浮点数函数运算指令	120
5.2.2 字节立即传送指令	106	5.5 逻辑运算指令	121
5.2.3 数据块传送指令	107	5.5.1 取反指令	121
5.2.4 字节交换指令	108	5.5.2 与指令	122
5.3 比较指令	109	5.5.3 或指令	123
5.3.1 字节触点比较指令	109	5.5.4 异或指令	124
5.3.2 整数触点比较指令	110	5.6 移位与循环指令	125
5.3.3 双字整数触点比较指令 ...	111	5.6.1 左移位与右移位指令	125
5.3.4 实数触点比较指令	111	5.6.2 循环左移位与右移位	



指令	127	5.12.1 指令说明	163
5.6.3 移位寄存器指令	129	5.12.2 高速计数器的计数 模式	164
5.7 转换指令	130	5.12.3 高速计数器的工 作模式	166
5.7.1 标准转换指令	130	5.12.4 高速计数器的控 制字节	167
5.7.2 ASCII 码转换指令	135	5.12.5 高速计数器计数 值的读取与预 设	168
5.7.3 字符串转换指令	141	5.12.6 高速计数器的 状态字节	170
5.7.4 编码与解码指令	144	5.12.7 高速计数器指 令的使用	170
5.8 时钟指令	145	5.13 高速脉冲输出指 令	172
5.8.1 时钟指令说明	146	5.13.1 指令说明	173
5.8.2 时钟指令使用举 例	147	5.13.2 高速脉冲输出 的控制字节、 参数设置和状 态位	173
5.9 程序控制指令	149	5.13.3 PTO 脉冲的产 生与使用	174
5.9.1 跳转与标签指令	149	5.13.4 PWM 脉冲的产 生与使用	179
5.9.2 循环指令	149	5.14 PID 指令及使 用	183
5.9.3 结束、停止和监 视定时器复位 指令	151	5.14.1 PID 控制	183
5.10 子程序指令	152	5.14.2 PID 指令介 绍	184
5.10.1 子程序	152	5.14.3 PID 指令的应 用举例	187
5.10.2 子程序指令	153		
5.10.3 带参数的子程 序调用指令	154		
5.11 中断与中断指令	158		
5.11.1 中断事件与中 断优先级	158		
5.11.2 中断指令	160		
5.12 高速计数器指令	163		
第6章 PLC 通信	190		
6.1 通信基础知识	190		
6.1.1 通信方式	190		
6.1.2 通信传输介质	193		
6.2 S7-200 系列 PLC 通 信硬件	194		
6.2.1 PLC 通信接口 标准	194		
6.2.2 通信端口	195		
6.2.3 通信连接电缆	196		
6.2.4 网络连接器的 使用	197		
6.3 S7-200 网络通信 协议	198		
6.3.1 PPI 协议 (点 对点接口协议)	198		
6.3.2 MPI 协议 (多 点接口协议)	199		
6.3.3 PROFIBUS 协 议	199		
6.3.4 TCP/IP 协议	200		
6.3.5 用户定义的协 议 (自由端口 模式)	200		
6.4 通信指令及应 用	201		
6.4.1 网络读写指 令	201		
6.4.2 两台 PLC 的 PPI 通信	203		
6.4.3 发送和接收指 令	212		
6.4.4 获取和设置端 口地址指令	215		
6.4.5 PLC 与打印 机之间的通信			

(自由端口模式)	215
----------------	-----

第7章 S7-300 系列 PLC 的硬件系统 220

7.1 S7-300 系列 PLC 的硬件组成、 安装与地址分配	220	7.3 数字量 I/O 模块	230
7.1.1 S7-300 系列 PLC 硬件 组成	220	7.3.1 SM321 数字量输入模块 ..	230
7.1.2 S7-300 系列 PLC 硬件安装与 接线	221	7.3.2 SM322 数字量输出模块 ..	232
7.1.3 单机架与多机架 S7-300 系列 PLC 硬件系统	223	7.3.3 SM323/SM327 数字量输入 输出模块	235
7.1.4 S7-300 系列 PLC I/O 模块的 地址分配	224	7.4 电源模块	237
7.2 CPU 模块	226	7.4.1 面板与接线	237
7.2.1 分类	226	7.4.2 技术指标	239
7.2.2 操作面板说明	228	7.5 其他模块	240
		7.5.1 模拟量模块	240
		7.5.2 通信模块	240
		7.5.3 功能模块	243
		7.5.4 特殊模块	245

第8章 S7-300/400 系列 PLC 编程组态及仿真软件的使用 246

8.1 STEP 7 快速入门	246	8.1.6 程序的下载与上传	265
8.1.1 STEP 7 的安装与卸载	246	8.2 S7-PLCSIM 仿真组件的使用 ..	268
8.1.2 STEP 7 的启动与新建 项目	250	8.2.1 S7-PLCSIM 的安装	269
8.1.3 组态(配置)硬件	250	8.2.2 S7-PLCSIM 的启动及常用 对象	272
8.1.4 编写程序	257	8.2.3 仿真程序	272
8.1.5 定义符号地址	262	8.2.4 在线监视程序	278

第9章 S7-300/400 系列 PLC 应用系统的开发流程及举例 282

9.1 S7-300/400 系列 PLC 应用系统的 一般开发流程	282	9.2.4 在 STEP 7 中组态机架并编写 控制程序	283
9.2 S7-300/400 系列 PLC 应用系统的 开发举例	282	9.2.5 选择安装硬件模块并 接线	285
9.2.1 明确系统的控制要求	283	9.2.6 连接 PC 与 PLC 并下载 程序	286
9.2.2 确定输入/输出设备, 并为其 分配合适的 I/O 端子	283	9.2.7 系统调试运行	287
9.2.3 绘制系统控制电路图	283		

快速了解PLC



1.1 概述

1.1.1 PLC 的定义

PLC 是英文 **Programmable Logic Controller** 的缩写，意为可编程序逻辑控制器。世界上第一台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司（DEC）研制成功，随着技术的发展，PLC 的功能大大增强，不仅限于逻辑控制，因此美国电气制造协会（NEMA）于 1980 年对它进行重命名，称为可编程序控制器（**Programmable Controller**），简称 PC，但由于 PC 容易与个人计算机（**Personal Computer**，PC）混淆，故人们仍习惯将 PLC 当作可编程序控制器的缩写。

由于 PLC 一直在发展中，至今尚未对其下最后的定义。国际电工委员会（**IEC**）对 PLC 最新定义如下：

PLC 是一种数字运算操作电子系统，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，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个整体、易于扩充其功能的原则设计。

1.1.2 PLC 的分类

PLC 的种类很多，下面按结构形式、控制规模和实现功能对 PLC 进行分类。

1. 按结构形式分类

按硬件的结构形式不同，PLC 可分为整体式和模块式。

整体式 PLC 又称箱式 PLC，图 1-1 是一种常见的整体式 PLC，其外形像一个长方形的箱体，这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等都安装在一个箱体内。整体式 PLC 的结构简单、体积小、价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。

模块式 PLC 又称组合式 PLC，其外形如图 1-2 所示，它有一个总线基板，基板上有很多总线插槽，其中由 CPU、存储器和电源构成的一个模块通常固定安装在某个插槽中，其他功能模块可随意安装在其他不同的插槽内。模块式 PLC 配置灵活，可通过增减模块来组成不同规模的系统，安装维修方便，但价格较高。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

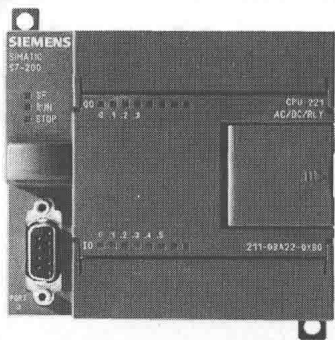


图 1-1 整体式 PLC

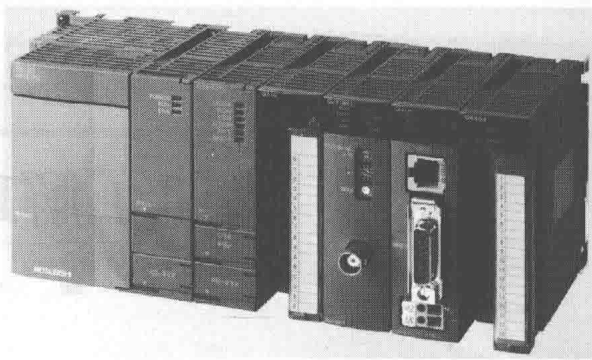


图 1-2 模块式 PLC (组合式 PLC)

2. 按控制规模分类

I/O 点数 (输入/输出端子数量) 是衡量 PLC 控制规模的重要参数, 根据 I/O 点数多少, 可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

1) 小型 PLC: 其 I/O 点数小于 256 点, 采用 8 位或 16 位单 CPU, 用户存储器容量在 4KB 以下。

2) 中型 PLC: 其 I/O 点数在 256 ~ 2048 点之间, 采用双 CPU, 用户存储器容量为 2 ~ 8KB。

3) 大型 PLC: 其 I/O 点数大于 2048 点, 采用 16 位、32 位多 CPU, 用户存储器容量为 8 ~ 16KB。

3. 按功能分类

根据 PLC 的功能强弱不同, 可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

1) 低档 PLC。它具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能, 有些还有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

2) 中档 PLC。它除了具有低档 PLC 的功能外, 还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能, 有些还增设了中断控制、PID (比例-积分-微分) 控制等功能。中档 PLC 适用于比较复杂的控制系统。

3) 高档 PLC。它除了具有中档 PLC 的功能外, 还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有很强的通信联网功能, 一般用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统, 实现工厂控制自动化。

1.1.3 PLC 的特点

PLC 是一种专为工业应用而设计的控制器, 它主要有以下特点:

(1) 可靠性高, 抗干扰能力强

为了适应工业应用要求, PLC 从硬件和软件方面采用了大量的技术措施, 以便能在恶劣环境下长时间可靠运行, 现在大多数 PLC 的平均无故障运行时间可达几十万小时。

(2) 通用性强, 控制程序可变, 使用方便

PLC 可利用齐全的各种硬件装置来组成各种控制系统, 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,无需大量改变 PLC 的硬件设备,只需更改程序就可以满足要求。

(3) 功能强,适应范围广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、计时、计数、顺序控制等功能,还具有数字量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,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) 编程简单,易用易学

目前大多数 PLC 采用梯形图编程方式,梯形图语言的编程元件符号和表达方式与继电器控制电路原理图非常接近,这样使大多数工厂企业电气技术人员非常容易接受和掌握。

(5) 系统设计、调试和维修方便

PLC 用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,使控制柜的设计安装接线工作量大为减少。另外,PLC 的用户程序可以通过计算机在实验室仿真调试,减少了现场的调试工作量。此外,由于 PLC 结构模块化及很强的自我诊断能力,维修也极为方便。



1.2 PLC 控制与继电器控制的比较

PLC 控制是在继电器控制基础上发展起来的,为了让读者能初步了解 PLC 控制方式,本节以电动机正转控制为例对两种控制系统进行比较。

1.2.1 继电器正转控制电路

图 1-3 是一种常见的继电器正转控制电路,可以对电动机进行正转和停转控制,图 a 为主电路,图 b 为控制电路。

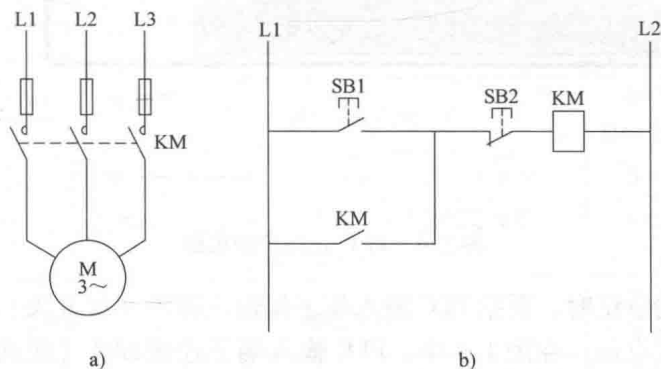


图 1-3 继电器正转控制电路

电路原理说明如下:

按下起动按钮 SB1,接触器 KM 线圈得电,主电路中的 KM 主触点闭合,电动机得电运转,与此同时,控制电路中的 KM 常开自锁触点也闭合,锁定 KM 线圈得电(即 SB1 断开后 KM 线圈仍可得电)。

按下停止按钮 SB2,接触器 KM 线圈失电,KM 主触点断开,电动机失电停转,同时 KM

常开自锁触点也断开, 解除自锁 (即 SB2 闭合后 KM 线圈无法得电)。

1.2.2 PLC 正转控制电路

图 1-4 是一种 S7-200 PLC 正转控制电路, PLC 的型号为 CPU222, 它可以实现图 1-3 所示的继电器-接触器正转控制电路相同的功能。PLC 正转控制电路也可分成主电路和控制电路两部分, PLC 与外接的输入、输出部件构成控制电路, 主电路与继电器正转控制主电路相同。

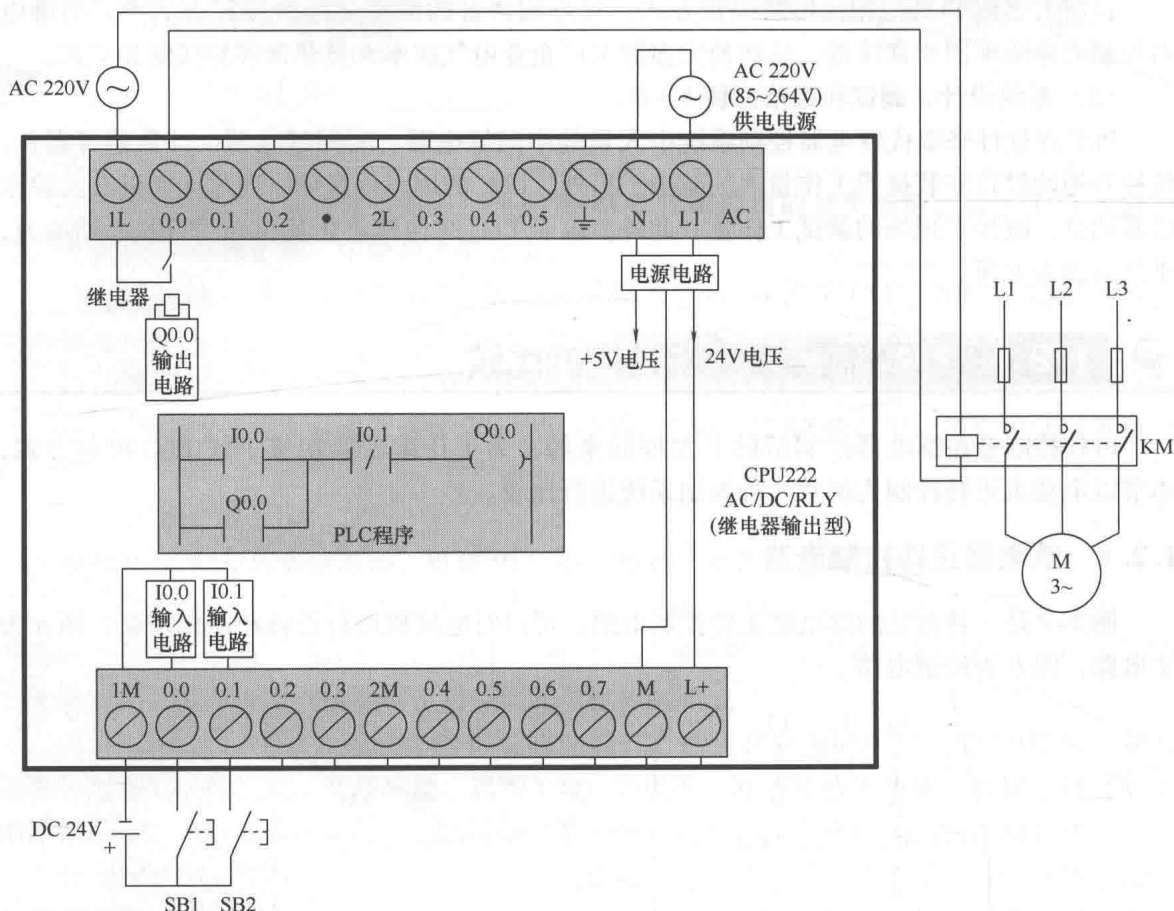


图 1-4 PLC 正转控制电路

在组建 PLC 控制系统时, 要给 PLC 输入端子接输入部件 (如开关)、给输出端子接输出部件, 并给 PLC 提供电源。在图 1-4 中, PLC 输入端子连接 SB1 (起动)、SB2 (停止) 按钮和 24V 直流电源 (DC 24V), 输出端子连接接触器 KM 线圈和 220V 交流电源 (AC 220V), 电源端子连接 220V 交流电源供电, 在内部由电源电路转换成 5V 和 24V, 5V 供给内部电路使用, 24V 会送到 L+、M 端子, 可以提供给输入端子使用。PLC 硬件连接完成后, 在计算机中使用 PLC 编程软件编写图示的梯形图程序, 并用专用的编程电缆将计算机与 PLC 连接起来, 再将程序写入 PLC。

图 1-4 所示的 PLC 正转控制电路的硬、软件工作过程说明如下:

当按下起动按钮 SB1 时, 24V 电源、SB1 与 PLC 的 I0.0、1M 端子内部的 I0.0 输入电路



构成回路，有电流流过 I0.0 输入电路（电流途径是，24V + → SB1 → I0.0 端子 → I0.0 输入电路 → 1M 端子 → 24V -），I0.0 输入电路有电流流过，马上使程序中的 I0.0 常开触点闭合，程序中左母线的模拟电流（也称能流）经闭合的 I0.0 常开触点、I0.1 常闭触点流经 Q0.0 线圈到达右母线，程序中的 Q0.0 线圈得电，一方面会使程序中的 Q0.0 常开自锁触点闭合，还会控制 Q0.0 输出电路，使之输出电流流过继电器的线圈，继电器触点被吸合，于是有电流流过主电路中的接触器 KM 线圈，KM 主触点闭合；电动机得电运转。

当按下停止按钮 SB2 时，有电流流过 I0.1 端子内部的 I0.1 输入电路，会使程序中的 I0.1 常闭触点断开，程序中的 Q0.0 线圈失电，一方面会使程序中的 Q0.0 常开自锁触点断开，还会控制 Q0.0 输出电路，使之停止输出电流，继电器线圈无电流流过，其触点断开，主电路中的接触器 KM 线圈失电，KM 主触点断开，电动机停转。

1.2.3 PLC 控制、继电器控制和单片机控制的比较

PLC 控制与继电器控制相比，具有改变程序就能变换控制功能的优点，但在简单控制时成本较高，另外，利用单片机也可以实现控制。PLC、继电器和单片机控制系统的比较见表 1-1。

表 1-1 PLC、继电器和单片机控制系统的比较

比 较 内 容	PLC 控制系统	继电器控制系统	单片机控制系统
功能	用程序可以实现各种复杂控制	用大量继电器布线逻辑实现循序控制	用程序实现各种复杂控制，功能强
改变控制内容	修改程序较简单容易	改变硬件接线、工作量大	修改程序，技术难度大
可靠性	平均无故障工作时间长	受机械触点寿命限制	一般比 PLC 差
工作方式	顺序扫描	顺序控制	中断处理，响应最快
接口	直接与生产设备相连	直接与生产设备相连	要设计专门的接口
环境适应性	可适应一般工业生产现场环境	环境差，会降低可靠性和寿命	要求有较好的环境，如机房、实验室、办公室
抗干扰	一般不用专门考虑抗干扰问题	能抗一般电磁干扰	要专门设计抗干扰措施，否则易受干扰影响
维护	现场检查，维修方便	定期更换继电器，维修费时	技术难度较高
系统开发	设计容易、安装简单、调试周期短	图样多，安装接线工作量大，调试周期长	系统设计复杂，调试技术难度大，需要有系统的计算机知识
通用性	较好，适应面广	一般是专用	要进行软、硬件技术改造才能作其他用
硬件成本	比单片机控制系统高	少于 30 个继电器时成本较低	一般比 PLC 低

 1.3 PLC 的组成与工作原理

1.3.1 PLC 的组成框图

PLC 种类很多，但结构大同小异，典型的 PLC 控制系统组成框图如图 1-5 所示。在组建

PLC 控制系统时，需要给 PLC 的输入端子连接有关的输入设备（如按钮、触点和行程开关等），给输出端子接有关的输出设备（如指示灯、电磁线圈和电磁阀等），如果需要 PLC 与其他设备通信，可在 PLC 的通信接口连接其他设备，如果希望增强 PLC 的功能，可给 PLC 的扩展接口接上扩展单元。

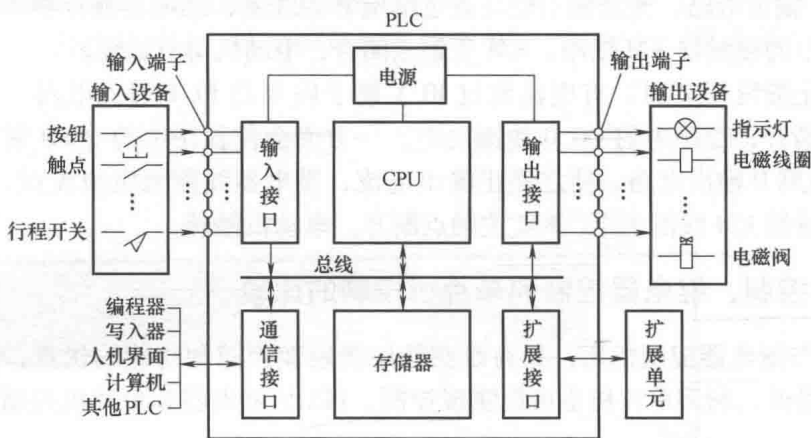


图 1-5 典型的 PLC 控制系统组成框图

1.3.2 PLC 内部组成单元说明

从图 1-5 中可以看出，PLC 内部主要由 CPU、存储器、输入接口、输出接口、通信接口和扩展接口等组成。

1. CPU

CPU 又称中央处理器，它是 PLC 的控制中心，它通过总线（包括数据总线、地址总线和控制总线）与存储器和各种接口连接，以控制它们有条不紊地工作。CPU 的性能对 PLC 工作速度和效率有很大的影响，故大型 PLC 通常采用高性能的 CPU。

CPU 的主要功能如下：

- 1) 接收通信接口送来的程序和信息，并将它们存入存储器。
- 2) 采用循环检测（即扫描检测）方式不断检测输入接口送来的状态信息，以判断输入设备的输入状态。
- 3) 逐条运行存储器中的程序，并进行各种运算，再将运算结果存储下来，然后通过输出接口输出，以对输出设备进行有关控制。
- 4) 监测和诊断内部各电路的工作状态。

2. 存储器

存储器的功能是存储程序和数据。PLC 通常配有 ROM（只读存储器）和 RAM（随机存储器）两种存储器，ROM 用来存储系统程序，RAM 用来存储用户程序和程序运行时产生的数据。

系统程序由厂商编写并固化在 ROM 中，用户无法访问和修改系统程序。系统程序主要包括系统管理程序和指令解释程序。系统管理程序的功能是管理整个 PLC，让内部各个电路能有条不紊地工作。指令解释程序的功能是将用户编写的程序翻译成 CPU 可以识别和执行

的程序。

用户程序是由用户编写并输入存储器的程序，为了方便调试和修改，用户程序通常存放在 RAM 中，由于断电后 RAM 中的程序会丢失，所以 RAM 专门配有后备电池供电。有些 PLC 采用 EEPROM（电可擦写只读存储器）来存储用户程序，由于 EEPROM 中的信息可使用电信号擦写，并且掉电后内容不会丢失，因此采用这种存储器后可不要备用电池。

3. 输入/输出接口

输入/输出接口（即输入/输出电路）又称 I/O 接口或 I/O 模块，是 PLC 与外围设备之间的连接部件。PLC 通过输入接口检测输入设备的状态，以此作为对输出设备控制的依据，同时 PLC 又通过输出接口对输出设备进行控制。

PLC 的 I/O 接口能接收的输入和输出信号个数称为 PLC 的 I/O 点数。I/O 点数是选择 PLC 的重要依据之一。

PLC 外围设备提供或需要的信号电平是多种多样的，而 PLC 内部 CPU 只能处理标准电平信号，所以 I/O 接口要能进行电平转换；另外，为了提高 PLC 的抗干扰能力，I/O 接口一般采用光电隔离和滤波功能；此外，为了便于了解 I/O 接口的工作状态，I/O 接口还带有状态指示灯。

(1) 输入接口

PLC 的输入接口分为数字量输入接口和模拟量输入接口，数字量输入接口用于接收“1、0”数字信号或开关通断信号，又称开关量输入接口；模拟量输入接口用于接收模拟量信号。模拟量输入接口通常采用 A-D 转换电路，将模拟量信号转换成数字信号。数字量输入接口如图 1-6 所示。

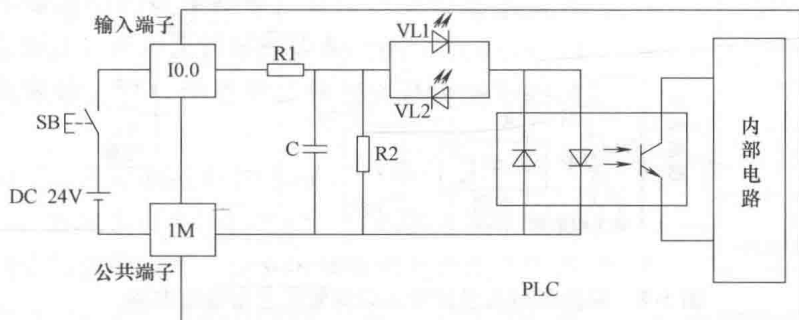


图 1-6 数字量输入接口

当闭合按钮 SB 后，24V 直流电源产生的电流流过指示灯 VL1 和光耦合器中的一个发光二极管，光耦合器中的光敏晶体管导通，将按钮的状态送给内部电路，由于光耦合器内部是通过光线传递，故可以将外部电路与内部电路有效隔离开来。

输入指示灯 VL1、VL2 用于指示输入端子是否有输入。R2、C 为滤波电路，用于滤除输入端子窜入的干扰信号，R1 为限流电阻。1M 端为同一组数字量（如 I0.0 ~ I0.7）的公共端。从图中不难看出，DC24V 电源的极性可以改变。

(2) 输出接口

PLC 的输出接口也分为数字量输出接口和模拟量输出接口。模拟量输出接口通常采用 D-A 转换电路，将数字量信号转换成模拟量信号。数字量输出接口采用的电路形式较多，

根据使用的输出开关器件不同可分为继电器输出接口、晶体管（场效应晶体管或普通晶体管）输出接口和双向晶闸管输出接口。

图 1-7 为继电器输出型接口电路。当 PLC 内部电路产生电流流经继电器 KA 线圈时，继电器常开触点 KA 闭合，负载有电流通过。R2、C 和压敏电阻 RV 用来吸收继电器触点断开时负载线圈产生的瞬间反峰电压。

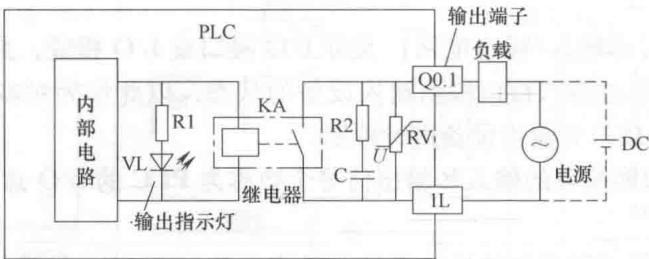


图 1-7 继电器输出型接口电路

继电器输出接口的特点是可驱动交流或直流负载，允许通过的电流大，但其响应时间长，通断变化频率低。

图 1-8 为采用场效应晶体管的晶体管输出型接口电路，它采用光耦合器与场效应晶体管配合使用。当 PLC 内部电路输出的电流流过光耦合器的发光二极管使之发光时，光敏晶体管受光导通，场效应晶体管 VF 的 G 极电压下降，由于 VF 为耗尽型 P 沟道场效应晶体管，当 G 极为高电压时截止，为低电压时导通，因此光耦合器导通时 VF 也导通，相当于 IL+、Q0.2 端子内部接通。

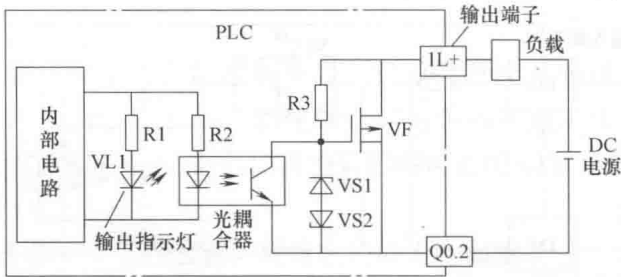


图 1-8 采用场效应晶体管的晶体管输出型接口电路

晶体管（场效应晶体管或普通晶体管）输出接口反应速度快，通断频率高（可达 20 ~ 100kHz），但只能用于驱动直流负载，且过电流能力差。

图 1-9 为晶闸管输出型接口电路，它采用双向晶闸管型光耦合器。当光耦合器内部的发

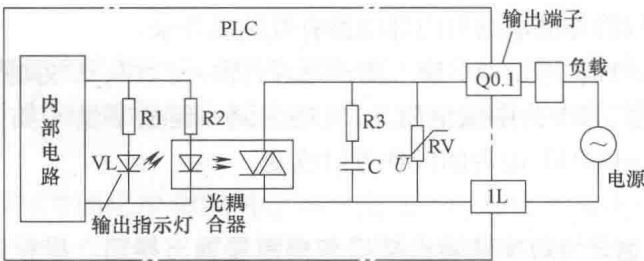


图 1-9 晶闸管输出型接口电路

光二极管发光时,内部的双向晶闸管可以双向导通。双向晶闸管输出接口的响应速度快,动作频率高,通常用于驱动交流负载。

4. 通信接口

PLC 配有通信接口,PLC 可通过通信接口与编程器、打印机、其他 PLC、计算机等设备实现通信。PLC 与编程器或写入器连接,可以接收编程器或写入器输入的程序;PLC 与打印机连接,可将过程信息、系统参数等打印出来;PLC 与人机界面(如触摸屏)连接,可以在人机界面直接操作 PLC 或监视 PLC 工作状态;PLC 与其他 PLC 连接,可组成多机系统或连成网络,实现更大规模的控制;与计算机连接,可组成多级分布式控制系统,实现控制与管理相结合。

5. 扩展接口

为了提升 PLC 的性能,增强 PLC 的控制功能,可以通过扩展接口给 PLC 增接一些专用功能模块,如高速计数模块、闭环控制模块、运动控制模块、中断控制模块等。

6. 电源

PLC 一般采用开关电源供电,与普通电源相比,PLC 电源的稳定性好、抗干扰能力强。PLC 的电源对电网提供的电源稳定度要求不高,一般允许电源电压在其额定值 $\pm 15\%$ 的范围内波动。有些 PLC 还可以通过端子往外提供直流 24V 稳压电源。

1.3.3 PLC 的工作方式

PLC 是一种由程序控制运行的设备,其工作方式与微型计算机不同,微型计算机运行到结束指令时,程序运行结束。PLC 运行程序时,会按顺序依次逐条执行存储器中的程序指令,当执行完最后的指令后,并不会马上停止,而是又重新开始再次执行存储器中的程序,如此周而复始,PLC 的这种工作方式称为循环扫描方式。

PLC 的一般工作过程如图 1-10 所示。

PLC 通电后,首先进行系统初始化,将内部电路恢复到起始状态,然后进行自我诊断,检测内部电路是否正常,以确保系统能正常运行,诊断结束后对通信接口进行扫描,若接有外部设备则与之通信。通信接口无外设或通信完成后,系统开始进行输入采样,检测输入设备(开关、按钮等)的状态,然后根据输入采样结果依次执行用户程序,程序运行结束后对输出进行刷新,即输出程序运行时产生的控制信号。以上过程完成后,系统又返回,重新开始自我诊断,以后不断重新上述过程。

PLC 有两个工作状态:RUN(运行)状态和 STOP(停止)状态。当 PLC 工作在 RUN 状态时,系统会完整地执行图 1-10 过程,当 PLC 工作在 STOP 状态时,系统不执行用户程序。PLC 正常工作时应处于 RUN 状态,而在编制和修改程序时,应让 PLC 处于 STOP 状态。PLC 的两种工作状态可通过面板上的开关切换。

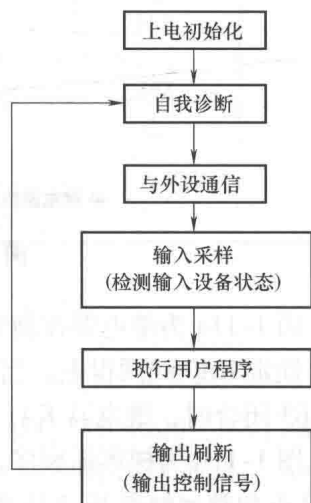


图 1-10 PLC 的一般工作过程