

西门子S7-200系列

PLC

自学手册

陈忠平 周少华 侯玉宝 李锐敏 编著

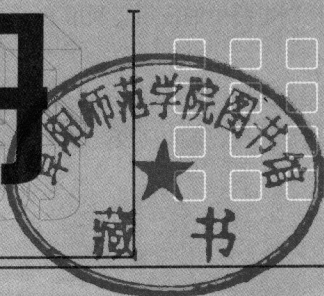


人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

# 西门子S7-200系列

# PLC

# 自学手册



陈忠平 周少华 侯玉宝 李锐敏 编著

人民邮电出版社  
北京



## 图书在版编目 (CIP) 数据

西门子 S7-200 系列 PLC 自学手册 / 陈忠平等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2008.8  
ISBN 978-7-115-18141-1

I. 西… II. 陈… III. 可编程序控制器—技术手册  
IV. TP332.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 071204 号

## 内 容 提 要

本书从实际工程应用出发, 以国内广泛使用的德国西门子 S7-200 系列 PLC 为对象, 讲解 PLC 的基础与实际应用等方面的内容。本书分为基础篇和实践篇。其中基础篇以西门子公司的 S7-200 系列为例, 介绍了 PLC 的结构配置、工作原理、指令系统、编程方法等内容; 并在此基础上介绍了 PLC 控制系统的设计原则、设计步骤、硬件设计、软件设计等。实践篇以工程实践为主线, 通过实例和相关源程序介绍了 PLC 在电动机基本控制电路中的应用、利用 PLC 改造传统机床、PLC 小系统的设计和 PLC 在工程中的设计与应用等内容。

本书语言通俗易懂, 实例的实用性和针对性强。本书既可作为电气控制领域技术人员的自学教材, 也可作为高职高专院校、成人高校、本科院校的电气工程、自动化、机电一体化、计算机应用等专业的参考书。

## 西门子 S7-200 系列 PLC 自学手册

- ◆ 编 著 陈忠平 周少华 侯玉宝 李锐敏  
责任编辑 张 伟
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 20.75  
字数: 515 千字  
印数: 1—4 000 册
- 2008 年 8 月第 1 版  
2008 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18141-1/TN

定价: 36.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223  
反盗版热线: (010) 67171154

# 前 言

随着科学技术的发展,电气控制技术在各领域,特别是在自动控制领域取得了长足的发展,有了越来越多的应用。PLC 以其可靠性高、灵活性强、易于扩展、通用性强、使用方便等优点,在国民经济建设中得到十分广泛的普及应用。近年来由于 PLC 又与现场总线技术结合,使其在各个控制领域中显示出较强的应用潜力和良好的应用前景。

在以往的 PLC 教学与培训过程中,学员经常会提出这样的问题“我知道这门技术很有用,但是我没有什么基础知识,不知道怎样学习这门技术”,还有的学员说“别人以前是怎样学习这门技术的,有没有什么捷径让我们在极短的时间内学懂这门技术”。

对于这些问题,综合起来就是:如何以最快的速度,在最短的时间内学会并掌握 PLC 的编程及维护方法。那么到底应该如何学习这门技术呢?回想起来方法也较简单:看程序→仿程序→编写程序,也就是“实践、实践、再实践”。为使电气控制技术人员在自学过程中少走弯路,能尽快掌握 PLC 的编程及维护方法,编者专门编写了本书。

本书从实际出发,以功能强、性价比高的西门子 S7-200 系列 PLC 为对象,讲述 PLC 的基础与实际应用等方面的内容。在编写过程中编者注重题材的取舍,使本书具有以下特点。

1. 充分考虑初学者的自学特点,讲解细致。如:对于指令的讲解,不是泛泛而谈,而是辅以简单的实例,使读者更易于掌握。

2. 工程实例丰富,由简到繁、循序渐进地引导读者,着重培养读者的动手能力,使读者容易跟上新技术的发展。本书的大部分实例取材于实际工程项目或其中的某个环节,对读者从事 PLC 应用和工程设计具有较大的实践指导意义。

3. 具体讲解了 PLC 在传统的继电控制电路中的应用,使读者充分了解如何改造传统机床的控制线路,然后让读者动手设计控制程序,最后使读者能够动手设计 PLC 控制系统。其他同类书在讲解 PLC 技术应用时,有关继电控制电路及改造机床方面中的应用内容较少,而这正是许多入门者最感兴趣的问题,也是最能让他们深入学习 PLC 的原因之一。

全书共分 8 章,第 1 章讲述了 PLC 的组成、工作原理、PLC 与其他顺序逻辑控制系统的比较、S7-200 系列 PLC 内部结构及寻址方式;第 2 章以软件编程为主,讲述了 S7-200 系列 PLC 编程软件 STEP 7-Micro/WIN 的使用及 S7-200 系列 PLC 的指令系统;第 3 章讲述了 PLC 系统设计基础,如 PLC 系统总体设计、硬件系统设计和软件系统设计;第 4 章讲述了 PLC 的安装与维护;第 5 章详细介绍了 PLC 在电动机基本控制电路中的应用;第 6 章详细讲述了如何使用 PLC 改造机床控制电路;第 7 章讲述了 PLC 在一些小型控制系统中的应用设计;第 8 章详细讲解了 PLC 在工程中的设计与应用。

由于编者水平有限,书中难免有不妥及错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者



# 目 录

## 基 础 篇

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 第1章 PLC 基础知识 .....                     | 2  |
| 1.1 PLC 的组成及工作原理 .....                 | 2  |
| 1.1.1 PLC 的组成 .....                    | 2  |
| 1.1.2 PLC 的工作原理 .....                  | 8  |
| 1.2 PLC 与其他顺序逻辑控制系统的比较 .....           | 9  |
| 1.2.1 PLC 与继电器控制系统的比较 .....            | 9  |
| 1.2.2 PLC 与微型计算机控制系统的比较 .....          | 10 |
| 1.2.3 PLC 与单片机控制系统的比较 .....            | 10 |
| 1.3 西门子 S7-200 PLC 的结构 .....           | 11 |
| 1.3.1 西门子 S7-200 PLC 的外形与端子介绍 .....    | 12 |
| 1.3.2 西门子 S7-200 PLC 的 CPU 模块 .....    | 14 |
| 1.3.3 西门子 S7-200 PLC 的扩展功能模块 .....     | 15 |
| 1.4 西门子 S7-200 PLC 存储器的数据类型与寻址方式 ..... | 16 |
| 1.4.1 数据存储类型 .....                     | 16 |
| 1.4.2 编址方式 .....                       | 17 |
| 1.4.3 内部元件功能及地址分配 .....                | 18 |
| 1.4.4 寻址方式 .....                       | 21 |
| 第2章 PLC 软件知识 .....                     | 23 |
| 2.1 PLC 编程语言 .....                     | 23 |
| 2.1.1 梯形图编程语言 .....                    | 23 |
| 2.1.2 语句表 .....                        | 25 |
| 2.1.3 顺序功能图 .....                      | 26 |
| 2.1.4 功能块图 .....                       | 26 |
| 2.2 西门子 S7-200 PLC 编程与仿真软件的使用 .....    | 27 |
| 2.2.1 西门子 STEP 7-Micro/WIN 的安装 .....   | 27 |
| 2.2.2 西门子 STEP 7-Micro/WIN 的窗口组件 ..... | 28 |
| 2.2.3 西门子 STEP 7-Micro/WIN 软件编程 .....  | 31 |

|              |                             |            |
|--------------|-----------------------------|------------|
| 2.2.4        | 西门子 STEP 7-Micro/WIN 的调试与监控 | 37         |
| 2.2.5        | 西门子 S7-200 仿真软件的使用          | 40         |
| 2.3          | 西门子 S7-200 PLC 基本指令         | 42         |
| 2.3.1        | 位逻辑指令                       | 42         |
| 2.3.2        | 定时器指令                       | 51         |
| 2.3.3        | 计数器指令                       | 54         |
| 2.3.4        | 比较指令                        | 57         |
| 2.3.5        | 程序控制指令                      | 58         |
| 2.4          | 西门子 S7-200 PLC 功能指令         | 65         |
| 2.4.1        | 传送指令                        | 65         |
| 2.4.2        | 字符串指令                       | 68         |
| 2.4.3        | 移位/循环指令                     | 69         |
| 2.4.4        | 转换指令                        | 73         |
| 2.4.5        | 算术运算指令                      | 80         |
| 2.4.6        | 逻辑运算指令                      | 85         |
| 2.4.7        | 表功能指令                       | 87         |
| 2.4.8        | 中断指令                        | 89         |
| 2.4.9        | 高速计数器与高速脉冲输出指令              | 92         |
| <b>第 3 章</b> | <b>PLC 系统设计基础</b>           | <b>105</b> |
| 3.1          | PLC 系统总体设计                  | 105        |
| 3.1.1        | PLC 系统设计的基本原则               | 105        |
| 3.1.2        | PLC 系统设计的基本内容               | 105        |
| 3.1.3        | PLC 系统设计的基本步骤               | 106        |
| 3.2          | PLC 硬件系统设计                  | 107        |
| 3.2.1        | PLC 的型号选择                   | 107        |
| 3.2.2        | 输入/输出模块的选择                  | 109        |
| 3.2.3        | 输入/输出点的选择                   | 110        |
| 3.2.4        | PLC 系统的可靠性设计                | 110        |
| 3.3          | PLC 软件系统设计                  | 111        |
| 3.3.1        | PLC 软件系统设计的方法               | 111        |
| 3.3.2        | PLC 软件系统设计的步骤               | 112        |
| <b>第 4 章</b> | <b>PLC 的安装与维护</b>           | <b>114</b> |
| 4.1          | PLC 的安装和接线                  | 114        |
| 4.1.1        | PLC 的安装注意事项                 | 114        |
| 4.1.2        | PLC 的安装与接线                  | 114        |



|                      |     |
|----------------------|-----|
| 4.2 PLC 的维护和检修 ..... | 116 |
| 4.2.1 维护检查 .....     | 116 |
| 4.2.2 故障排除 .....     | 117 |
| 4.2.3 错误代码 .....     | 118 |

## 实 践 篇

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| <b>第 5 章 PLC 在电动机基本控制电路中的应用</b> .....    | 121 |
| 5.1 PLC 在三相异步电动机控制电路中的应用 .....           | 121 |
| 5.1.1 PLC 在三相异步电动机正转控制电路中的应用 .....       | 121 |
| 5.1.2 PLC 在三相异步电动机正反转控制电路中的应用 .....      | 126 |
| 5.1.3 PLC 在三相异步电动机位置与自动循环控制电路中的应用 .....  | 129 |
| 5.1.4 PLC 在三相异步电动机顺序与多地控制电路中的应用 .....    | 133 |
| 5.1.5 PLC 在三相异步电动机降压启动电路中的应用 .....       | 136 |
| 5.1.6 PLC 在绕线转子异步电动机的启动与调速控制电路中的应用 ..... | 140 |
| 5.1.7 PLC 在三相异步电动机制动控制电路中的应用 .....       | 145 |
| 5.1.8 PLC 在多速异步电动机控制电路中的应用 .....         | 154 |
| 5.2 PLC 在三相同步电动机控制电路中的应用 .....           | 159 |
| 5.2.1 PLC 在三相同步电动机启动控制电路中的应用 .....       | 159 |
| 5.2.2 PLC 在三相同步电动机制动控制电路中的应用 .....       | 162 |
| 5.3 PLC 在直流电动机控制电路中的应用 .....             | 162 |
| 5.3.1 PLC 在并励直流电动机控制电路中的应用 .....         | 162 |
| 5.3.2 PLC 在串励直流电动机控制电路中的应用 .....         | 171 |
| <b>第 6 章 PLC 改造机床控制电路的设计</b> .....       | 180 |
| 6.1 PLC 改造车床的设计 .....                    | 180 |
| 6.1.1 PLC 改造 C6140 车床的设计 .....           | 180 |
| 6.1.2 PLC 改造 C650 车床的设计 .....            | 184 |
| 6.2 PLC 改造钻床的设计 .....                    | 189 |
| 6.2.1 PLC 改造 Z37 摇臂钻床的设计 .....           | 189 |
| 6.2.2 PLC 改造 Z3040 摇臂钻床的设计 .....         | 195 |
| 6.3 PLC 改造磨床的设计 .....                    | 200 |
| 6.3.1 PLC 改造 M7120 磨床的设计 .....           | 200 |
| 6.3.2 PLC 改造 M7130 磨床的设计 .....           | 204 |
| 6.3.3 PLC 改造 M1432A 万能外圆磨床的设计 .....      | 208 |
| 6.4 PLC 改造铣床的设计 .....                    | 213 |
| 6.4.1 PLC 改造 X62W 铣床的设计 .....            | 213 |

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| 6.4.2 PLC 改造 X52K 铣床的设计 .....             | 219        |
| 6.5 PLC 改造 T68 镗床的设计 .....                | 222        |
| 6.6 PLC 改造 B690 牛头刨床的设计 .....             | 227        |
| <b>第 7 章 PLC 小系统的设计 .....</b>             | <b>230</b> |
| 7.1 灯光显示类设计 .....                         | 230        |
| 7.1.1 报警闪烁灯设计 .....                       | 230        |
| 7.1.2 流水灯设计 .....                         | 232        |
| 7.1.3 霓虹灯设计 .....                         | 236        |
| 7.1.4 天塔之光设计 .....                        | 239        |
| 7.1.5 艺术彩灯造型设计 .....                      | 244        |
| 7.1.6 交通信号灯模拟控制设计 .....                   | 249        |
| 7.2 LED 显示类设计 .....                       | 252        |
| 7.2.1 LED 数码管显示设计 .....                   | 252        |
| 7.2.2 抢答器设计 .....                         | 259        |
| 7.3 电机控制类设计 .....                         | 263        |
| 7.3.1 三相步进电机控制设计 .....                    | 263        |
| 7.3.2 多台电动机顺序控制设计 .....                   | 266        |
| 7.3.3 小车送料控制设计 .....                      | 269        |
| 7.3.4 轧钢机控制设计 .....                       | 271        |
| 7.3.5 苹果分拣机控制设计 .....                     | 274        |
| 7.3.6 多种液体混合装置控制设计 .....                  | 278        |
| <b>第 8 章 PLC 在工程中的设计与应用 .....</b>         | <b>283</b> |
| 8.1 PLC 在全自动洗衣机控制系统中的应用 .....             | 283        |
| 8.2 PLC 在传送机械手控制系统中的应用 .....              | 288        |
| 8.3 PLC 在 4 层电梯控制系统中的应用 .....             | 292        |
| 8.4 PLC 在水塔水位控制系统中的应用 .....               | 299        |
| 8.5 PLC 在注塑成型生产线控制系统中的应用 .....            | 302        |
| <b>附录 1 S7-200 系列特殊标志寄存器 .....</b>        | <b>308</b> |
| <b>附录 2 S7-200 的 SIMATIC 指令集速查表 .....</b> | <b>316</b> |
| <b>参考文献 .....</b>                         | <b>321</b> |

# 第1章 PLC 基础知识



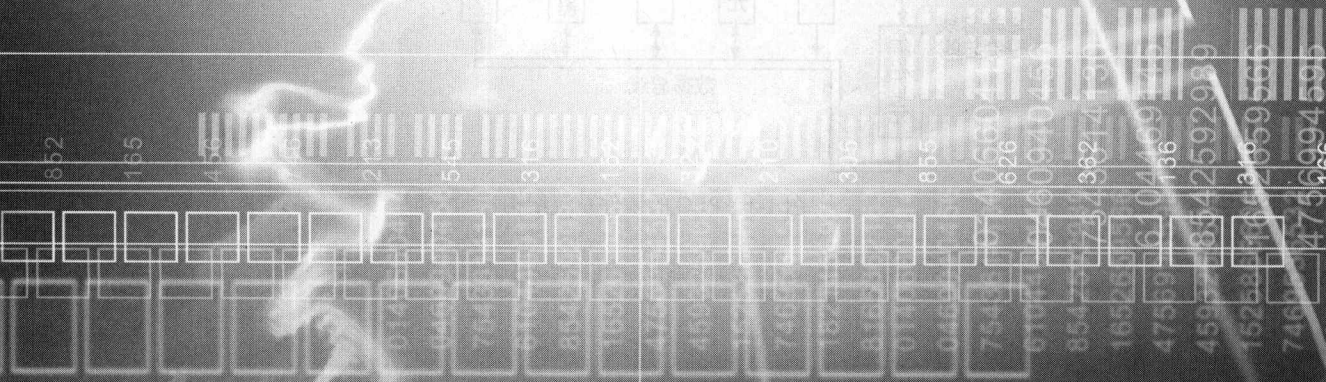
## 基础篇

### 第1章 PLC 基础知识

### 第2章 PLC 软件知识

### 第3章 PLC 系统设计基础

### 第4章 PLC 的安装与维护





# 第 1 章 PLC 基础知识

自 20 世纪 60 年代末期世界第一个可编程逻辑控制器 (PLC) 问世以来, PLC 发展十分迅速, 特别是近些年来, 随着微电子技术和计算机技术的不断发展, PLC 在处理速度、控制功能、通信能力及控制领域等方面都有新的突破。PLC 将传统的继电器—接触器的控制技术和现代计算机信息处理技术的优点有机结合起来, 成为工业自动化领域中最重要、应用最广的控制设备之一, 并已成为现代工业生产自动化的重要支柱。

## 1.1 PLC 的组成及工作原理

### 1.1.1 PLC 的组成

用 PLC 实施控制, 其实质是按一定算法进行输入/输出变换, 并将这个变换予以物理实现。输入/输出变换、物理实现是 PLC 实施控制的两个基本点。而输入/输出变换实际上是信息处理, 信息处理通常采用通用计算机技术。物理实现要求 PLC 的输入应当排除干扰信号, 适应于工业现场。输出应符合工业控制的要求, 能方便地实现对被控对象的控制。而通用计算机只考虑信息本身, 别的无须考虑。因此 PLC 是微型计算机技术与机电控制技术相结合的产物, 是一种以微处理器为核心, 用于电气控制的特殊计算机, 它采用典型计算机结构, 主要由中央处理器 (CPU)、存储器、I/O (输入/输出) 接口、电源单元、通信接口、I/O 扩展接口等单元部件组成, 这些单元部件都是通过内部总线进行连接的, 如图 1-1 和图 1-2 所示。

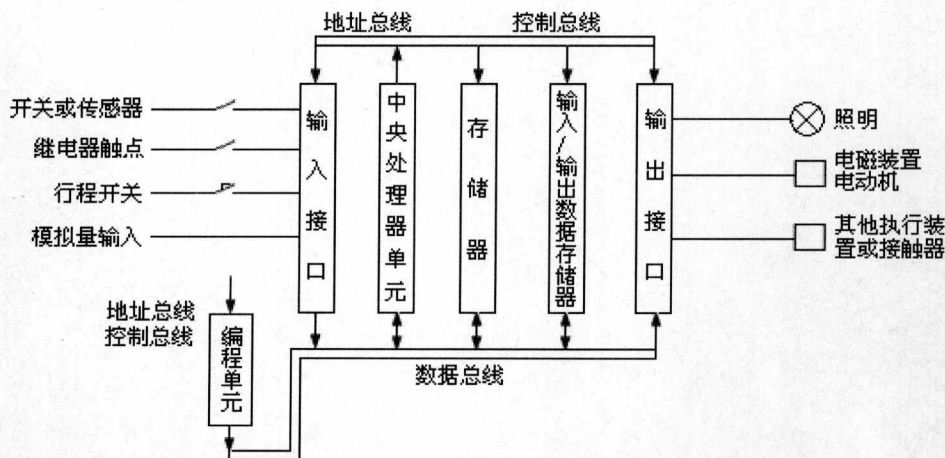


图 1-1 PLC 的硬件系统结构

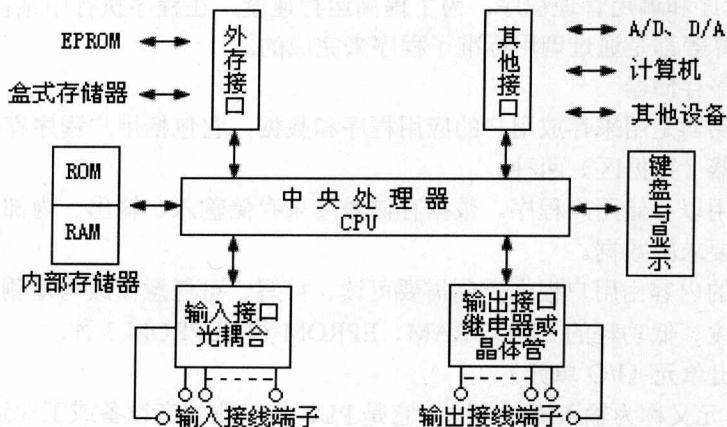


图 1-2 PLC 的逻辑结构

### 1. 中央处理器 CPU

PLC 的中央处理器与一般的计算机控制系统一样，由运算器和控制器构成，是整个系统的核心，类似于人类的大脑和神经中枢。它是 PLC 的运算、控制中心，用来实现逻辑和算术运算，并对全机进行控制，按 PLC 中系统程序赋予的功能，有条不紊地指挥 PLC 进行工作，主要完成以下任务。

- ① 控制从编程器、上位计算机和其他外部设备键入的用户程序数据的接收和存储。
- ② 用扫描方式通过输入单元接收现场输入信号，并存入指定的映像寄存器或数据寄存器。
- ③ 诊断电源和 PLC 内部电路的工作故障和编程中的语法错误等。
- ④ PLC 进入运行状态后，执行相应工作：从存储器逐条读取用户指令，经过命令解释后，按指令规定的任务产生相应的控制信号去启闭相关控制电路，通俗地讲就是执行用户程序，产生相应的控制信号；进行数据处理，分时、分渠道执行数据存取、传送、组合、比较、变换等动作，完成用户程序中规定的逻辑运算或算术运算等任务；根据运算结果，更新有关标志位的状态和输出寄存器的内容，再由输入映像寄存器或数据寄存器的内容，实现输出控制、制表、打印、数据通信等。

### 2. 存储器

PLC 中的存储器与普通微机系统的存储器结构类似，它由系统程序存储器和用户程序存储器等部分构成。

#### (1) 系统程序存储器

系统程序存储器是用 EPROM 或 EEPROM 来存储厂家编写的系统程序，系统程序是指控制和完成 PLC 各种功能的程序，相当于单片机的监控程序或微机的操作系统，在很大程度上它决定该系列 PLC 的性能与质量，用户无法更改或调用。系统程序有系统管理程序、用户程序编辑和指令解释程序、标准子程序和调用管理程序这 3 种类型。

① 系统管理程序：由它决定系统的工作节拍，包括 PLC 运行管理（各种操作的时间分配安排）、存储空间管理（生成用户数据区）和系统自诊断管理（如电源、系统出错，程序语法、句法检验等）。

② 用户程序编辑和指令解释程序：编辑程序能将用户程序变为内码形式，以便于程序的修改、调试。解释程序能将编程语言变为机器语言，便于 CPU 操作运行。

③ 标准子程序和调用管理程序：为了提高运行速度，在程序执行中某些信息处理（I/O 处理）或特殊运算等都是通过调用标准子程序来完成的。

## (2) 用户程序存储器

用户程序存储器是用来存放用户的应用程序和数据，它包括用户程序存储器（程序区）和用户数据存储器（数据区）两种。

程序存储器用以存储用户程序。数据存储器用来存储输入、输出、内部接点和线圈的状态以及特殊功能要求的数据。

用户存储器的内容由用户根据控制需要可读、可写、可任意修改与增删。常用的用户存储器形式有高密度、低功耗的 CMOS RAM、EPROM 和 EEPROM 3 种。

## 3. 输入/输出单元（I/O 单元）

输入/输出单元又称为输入/输出模块，它是 PLC 与工业生产设备或工业过程连接的接口。现场的输入信号，如按钮开关、行程开关、限位开关以及各传感器输出的开关量或模拟量等，都要通过输入模块送到 PLC 中。由于这些信号电平各式各样，而 PLC 的 CPU 所处理的信息只能是标准电平，所以输入模块还需要将这些信号转换成 CPU 能够接受和处理的数字信号。输出模块的作用是接收 CPU 处理过的数字信号，并把它转换成现场的执行部件所能接受的控制信号，以驱动负载，如电磁阀、电动机、灯光显示等。

PLC 的输入/输出单元上通常都有接线端子，PLC 的类型不同，其输入/输出单元的接线方式也不同，通常分为汇点式、分组式和隔离式这 3 种接线方式，如图 1-3 所示。

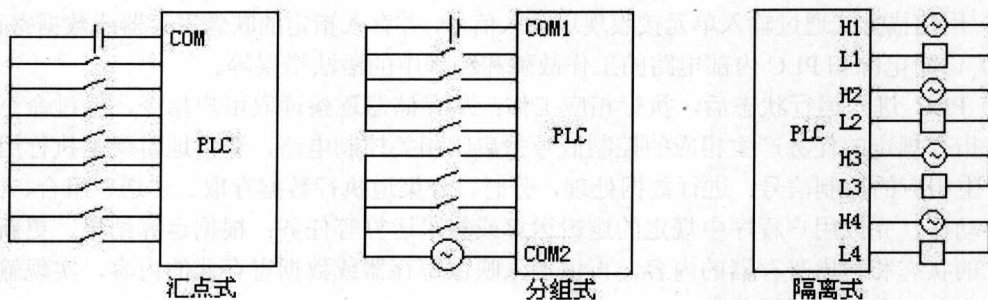


图 1-3 输入/输出单元的 3 种接线方式

输入/输出单元分别只有一个公共端 COM 的接线方式称为汇点式，其输入或输出点共用一个电源；分组式接线方式是指将输入/输出端子分为若干组，每组的 I/O 电路有一个公共点并共用一个电源，组与组之间的电路隔开；隔离式接线方式是指具有公共端子的各组输入/输出点之间互相隔离，可各自使用独立的电源。

PLC 提供了各种操作电平和驱动能力的输入/输出模块供用户选择，如数字量输入/输出模块、模拟量输入/输出模块。这些模块又分为直流与交流、电压与电流等类型。

## (1) 数字量输入模块

数字量输入模块又称为开关量输入模块，它是将工业现场的开关量信号转换为标准信号传送给 CPU，并保证信息的正确和控制器不受其干扰。它一般是采用光电耦合电路与现场输入信号相连，这样可以防止使用环境中的强电干扰进入 PLC。光电耦合电路的核心是光电耦合器，其结构由发光二极管和光电三极管构成。现场输入信号的电源可由用户提供，直流输入信号的电源也可由 PLC 自身提供。数字量输入模块根据使用电源的不同分为直流输入模块



(直流 12V 或 24V) 和交流输入 (交流 100~120V 或 200~240V) 模块两种。

### ① 直流输入模块

当外部检测开关接点接入的是直流电压时, 需使用直流输入模块对信号进行检测。下面以某一输入点的直流输入模块为例进行讲解。

直流输入模块的原理电路如图 1-4 所示。外部检测开关 S 的一端接外部直流电源 (直流 12V 或 24V), S 的另一端与 PLC 输入模块的一个信号输入端子相连, 外部直流电源的另一端接 PLC 输入模块的公共端 COM。图中虚线框内是 PLC 内部输入电路, R1 为限流电阻; R2 和 C 构成滤波电路, 抑制输入信号中的高频干扰; LED 为发光二极管。当 S 闭合后, 直流电源经 R1、R2、C 的分压并滤波后形成 3V 左右的稳定电压供给光电隔离耦合器 VLC, LED 显示某一输入点是否有信号输入。光电隔离耦合器 VLC 另一侧的光电三极管接通, 此时 A 点为高电平, 内部+5V 电压经 R3 和滤波器形成适合 CPU 所需的标准信号送入内部电路中。

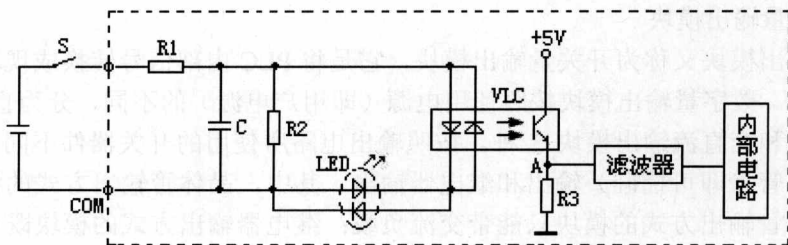


图 1-4 直流输入模块的原理电路

内部电路中的锁存器将送入的信号暂存, CPU 执行相应的指令后, 通过地址信号和控制信号对锁存器中的信号进行读取。

当输入电源由 PLC 内部提供时, 外部电源断开, 将现场检测开关的公共接点直接与 PLC 输入模块的公共输入点 COM 相连即可。

### ② 交流输入模块

当外部检测开关接点加入的是交流电压时, 需使用交流输入模块进行信号的检测。

交流输入模块的原理电路如图 1-5 所示。外部检测开关 S 的一端接外部交流电源 (交流 100~120V 或 200~240V), S 的另一端与 PLC 输入模块的一个信号输入端子相连, 外部交流电源的另一端接 PLC 输入模块的公共端 COM。图中虚线框内是 PLC 内部输入电路, R1 和 R2 构成分压电路, C 为隔直电容, 用来滤掉输入电路中的直流成分, 对交流相当于短路; LED 为发光二极管。当 S 闭合时, PLC 可输入交流电源, 其工作原理与直流输入电路类似。

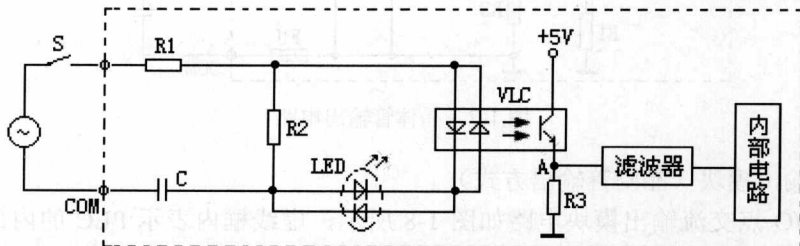


图 1-5 交流输入模块的原理电路

### ③ 交直流输入模块

当外部检测开关接点加入的是交流或直流电压时，需使用交直流输入模块进行信号的检测，如图 1-6 所示。从图中可以看出，其内部电路与直流输入电路类似，只不过交直流输入电路的外接电源除直流电源外，还可用 12~24V 的交流电源。

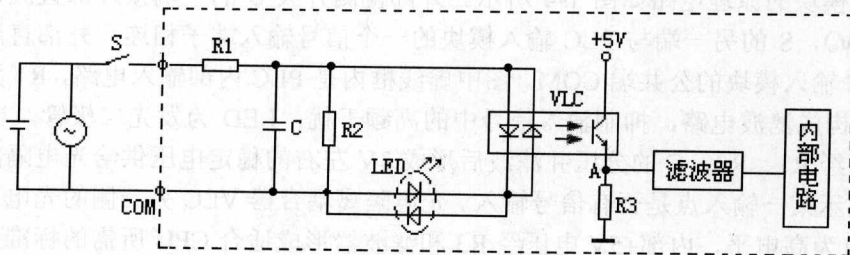


图 1-6 交直流输入模块的原理电路

### (2) 数字量输出模块

数字量输出模块又称为开关量输出模块，它是将 PLC 内部信号转换成现场执行机构的各种开关信号。数字量输出模块按照使用电源（即用户电源）的不同，分为直流输出模块、交流输出模块和交直流输出模块 3 种。按照输出电路所使用的开关器件不同，又分为晶体管输出、晶闸管（即可控硅）输出和继电器输出。其中，晶体管输出方式的模块只能带直流负载；晶闸管输出方式的模块只能带交流负载；继电器输出方式的模块既可带交流也可带直流的负载。

#### ① 直流输出模块（晶体管输出方式）

PLC 某 I/O 点直流输出模块电路如图 1-7 所示，虚线框内表示 PLC 的内部结构。它由光电隔离耦合器 VLC、发光二极管 LED、输出电路 VT、稳压管 VD、熔断器 FU 等组成。当某端需输出时，CPU 控制锁存器的对应位为 1，通过内部电路控制 VLC 输出，晶体管 VT 导通输出，相应的负载接通，同时输出指示灯 LED 亮，表示该输出端有输出。当某端不输出时，锁存器相应位为 0，光电隔离耦合器 VLC 没有输出，晶体管 VT 截止，使负载失电，此时指示灯 LED 不亮，负载所需直流电源由用户提供。

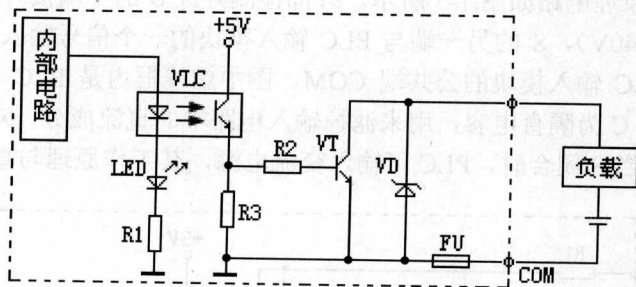


图 1-7 晶体管输出电路

#### ② 交流输出模块（晶闸管输出方式）

PLC 某 I/O 点交流输出模块电路如图 1-8 所示，虚线框内表示 PLC 的内部结构。图中双向晶闸管为输出开关器件，由它组成的固态继电器 K 具有光电隔离作用；电阻 R2 和 C 构成了高频滤波电路，减少高频信号的干扰；浪涌吸收器起限幅作用，将晶闸管上的电压

限制在 600V 以下；负载所需交流电源由用户提供。当某端需输出时，CPU 控制锁存器的对应位为 1，通过内部电路控制 K 导通，相应的负载接通，同时输出指示灯 LED 亮，表示该输出端有输出。

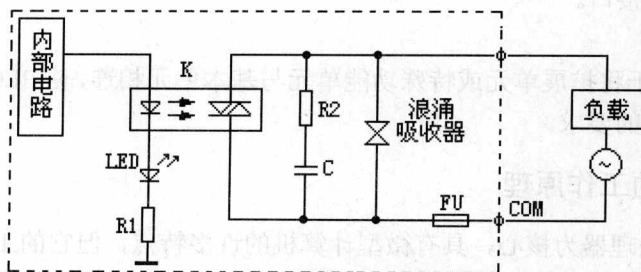


图 1-8 晶闸管输出电路

### ③ 交直流输出模块（继电器输出方式）

PLC 某 I/O 点交直流输出模块电路如图 1-9 所示，它的输出驱动是继电器 K。K 既是输出开关，又是隔离器件；R2 和 C 构成灭弧电路。当某端需输出时，CPU 控制锁存器的对应位为 1，通过内部电路控制 K 吸合，相应的负载接通，同时输出指示灯 LED 亮，表示该输出端有输出。负载所需交直流电源由用户提供。

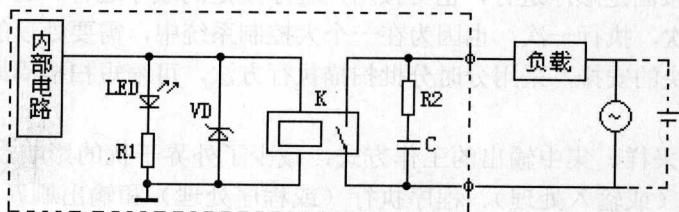


图 1-9 继电器输出电路

通过上述分析可知，为防止干扰和保证 PLC 不受外界强电的侵袭，I/O 单元都采用了电气隔离技术。晶体管只能用于直流输出模块，它具有动作频率高、响应速度快、驱动负载能力小的特点；晶闸管只能用于交流输出模块，它具有响应速度快、驱动负载能力不大的特点；继电器既能用于直流输出模块，也能用于交流输出模块，它的驱动负载能力强，但动作频率和响应速度慢。

### （3）模拟量输入模块

模拟量输入模块是将输入的模拟量（如电流、电压、温度、压力等）转换成 PLC 的 CPU 可接收的数字量。在 PLC 中将模拟量转换成数字量的模块又称为 A/D 模块。

### （4）模拟量输出模块

模拟量输出模块是将输出的数字量转换成外部设备可接收的模拟量，这样的模块在 PLC 中又称为 D/A 模块。

## 4. 电源单元

PLC 的电源单元通常是将 220V 的单相交流电源转换成 CPU、存储器等电路工作所需的直流电，它是整个 PLC 系统的能源供给中心，电源的好坏直接影响到 PLC 的稳定性和可靠性。对于小型整体式 PLC，其内部有一个高质量的开关稳压电源，对 CPU、存储器、I/O 单



元提供 5V 直流电源, 还可为外部输入单元提供 24V 的直流电源。

### 5. 通信接口

为了实现微机与 PLC、PLC 与 PLC 间的对话, PLC 配有多种通信接口, 如打印机、上位计算机、编程器等接口。

### 6. I/O 扩展接口

I/O 扩展接口用于将扩展单元或特殊功能单元与基本单元相连, 使 PLC 的配置更加灵活, 以满足不同控制系统的要求。

## 1.1.2 PLC 的工作原理

PLC 虽然以微处理器为核心, 具有微型计算机的许多特点, 但它的工作方式却与微型计算机有很大不同。微型计算机一般采用等待命令或中断的工作方式, 如常见的键盘扫描方式或 I/O 扫描方式, 若有键按下或 I/O 动作, 则转入相应的子程序或中断服务程序; 若无键按下, 则继续扫描等待。而 PLC 采用循环扫描的工作方式, 即顺序扫描、不断循环。

用户程序通过编程器或其他输入设备输入存放在 PLC 的用户存储器中。当 PLC 开始运行时, CPU 根据系统监控程序的规定顺序, 通过扫描, 可完成各输入点状态采集或输入数据采集、用户程序的执行、各输出点状态的更新、编程器键入响应和显示器更新及 CPU 自检等功能。

PLC 的扫描可按固定顺序进行, 也可按用户程序规定的顺序进行。这不仅仅因为有的程序不需要每扫描一次, 执行一次, 也因为在一个大控制系统中, 需要处理的 I/O 点数较多。通过不同的组织模块的安排, 采用分时分批扫描执行方法, 可缩短扫描周期和提高控制的实时相应性。

PLC 采用集中采样、集中输出的工作方式, 减少了外界干扰的影响。PLC 的循环扫描过程分为输入采样(或输入处理)、程序执行(或程序处理)和输出刷新(或输出处理)3 个阶段。

### 1. 输入采样阶段

在输入采样阶段, PLC 以扫描方式按顺序将所有输入端的输入状态进行采样, 并将采样结果分别存入相应的输入映像寄存器中, 此时输入映像寄存器被刷新。接着进入程序执行阶段, 在程序执行期间即使输入状态变化, 输入映像寄存器的内容也不会改变, 输入状态的变化只在下一个工作周期的输入采样阶段才被重新采样到。

### 2. 程序执行阶段

在程序执行阶段, PLC 是按顺序对程序进行扫描执行, 如果程序用梯形图表示, 则总是按先上后下、先左后右的顺序进行。若遇到程序跳转指令时, 则根据跳转条件是否满足来决定程序的跳转地址。当指令中涉及输入、输出状态时, PLC 从输入映像寄存器中将上一阶段采样的输入端子状态读出, 从元件映像寄存器中读出对应元件的当前状态, 并根据用户程序进行相应运算, 然后将运算结果再存入元件映像寄存器中。对于元件映像寄存器来说, 其内容随着程序的执行而发生改变。

### 3. 输出刷新阶段

当所有指令执行完后, 进入输出刷新阶段。此时, PLC 将输出映像寄存器中所有与输出有关的输出继电器的状态转存到输出锁存器中, 并通过一定的方式输出, 驱动外部负载。

PLC 工作过程除了包括上述 3 个主要阶段外, 还要完成内部处理、通信处理等工作。在

内部处理阶段, PLC 检查 CPU 模块内部的硬件是否正常, 将监控定时器复位, 以及完成一些别的内部工作。在通信服务阶段, PLC 与其他带微处理器的智能装置实现通信。

## 1.2 PLC 与其他顺序逻辑控制系统的比较

### 1.2.1 PLC 与继电器控制系统的比较

PLC 控制系统与电器控制系统相比, 有许多相似之处, 也有许多不同。现将两控制系统进行比较。

#### 1. 从控制逻辑上进行比较

继电器控制系统控制逻辑采用硬件接线, 利用继电器机械触点的串联或并联等组合成控制逻辑, 其连线多且复杂、体积大、功耗大, 系统构成后, 想再改变或增加功能较为困难。另外, 继电器的触点数量有限, 所以继电器控制系统的灵活性和可扩展性受到很大限制。而 PLC 采用了计算机技术, 其控制逻辑是以程序的方式存放在存储器中, 要改变控制逻辑只需改变程序, 因而很容易改变或增加系统功能。PLC 控制系统连线少、体积小、功耗小, 而且 PLC 中每只软继电器的触点数理论上是不受限制的, 因此其灵活性和可扩展性很好。

#### 2. 从工作方式上进行比较

在继电器控制电路中, 当电源接通时, 电路中所有继电器都处于受制约状态, 即该吸合的继电器都同时吸合, 不该吸合的继电器受某种条件限制而不能吸合, 这种工作方式称为并行工作方式。而 PLC 的用户程序是按一定顺序循环执行, 所以各软继电器都处于周期性循环扫描接通中, 受同一条件制约的各个继电器的动作次序决定于程序扫描顺序, 同它们在梯形图中的位置有关, 这种工作方式称为串行工作方式。

#### 3. 从控制速度上进行比较

继电器控制系统依靠机械触点的动作以实现控制, 工作频率低, 触点的开关动作一般在几十毫秒数量级, 且机械触点还会出现抖动问题。而 PLC 是通过程序指令控制半导体电路来实现控制的, 一般一条用户指令的执行时间在微秒数量级, 因此速度较快, PLC 内部还有严格的同步控制, 不会出现触点抖动问题。

#### 4. 从定时和计数控制上进行比较

继电器控制系统采用时间继电器的延时动作进行时间控制, 时间继电器的延时时间易受环境湿度和温度变化的影响, 定时精度不高且调整时间困难。而 PLC 采用半导体集成电路作定时器, 时钟脉冲由晶体振荡器产生, 精度高, 定时范围一般从 0.1s 到数十分钟甚至更长, 用户可根据需要在程序中设定定时值, 修改方便, 不受环境的影响。PLC 具有计数功能, 而继电器控制系统一般不具备计数功能。

#### 5. 从可靠性和可维护性上进行比较

由于继电器控制系统使用了大量的机械触点, 连线多, 触点开闭时存在机械磨损、电弧烧伤等现象, 触点寿命短, 所以可靠性和可维护性较差。而 PLC 采用半导体技术, 大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成, 其寿命长、可靠性高。PLC 还具有自诊断功能, 能查出自身的故障, 随时显示给操作人员, 并能动态地监视控制程序的执行情况, 为现场调试和维护提供了方便。