

例说 西门子

S7-300/400系列PLC

■ 郑凤翼 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

例说西门子 S7-300/400 系列 PLC

郑凤翼 等编著



机械工业出版社

本书通过实例详细讲述了 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统、指令系统及应用, STEP7 编程软件的使用方法以及 S7-300/400 系列 PLC 的程序结构、程序设计及其实际应用。

本书文字精炼,通俗易懂,内容丰富,分析详细、清晰。读者通过本书的学习,可以尽快地、全面地掌握 S7-300/400 系列 PLC 的工作原理和应用技术。

本书适合广大初、中级电工阅读,也可供技术培训及在职人员使用,还可供大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

例说西门子 S7-300/400 系列 PLC/郑凤翼等编著. —北京:
机械工业出版社, 2011. 3
ISBN 978 - 7 - 111 - 33103 - 2

I. ①例… II. ①郑… III. ①可编程序控制器 IV. ①TP332. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 009119 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: 任 鑫

版式设计: 霍永明 责任校对: 胡艳萍

封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2011 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·21.75 印张·443 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 33103 - 2

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

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

可编程序控制器 (PLC) 是近年发展迅速的工业控制装置。PLC 是以微处理器为基础, 综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型的通用工业自动控制装置, 其具有功能强大、可靠性高、编程简单、使用灵活方便、适合工业环境下应用等一系列优点, 在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面应用越来越广泛。

在我国, 西门子公司的 S7-300/400 系列 PLC 有着广泛的应用和较高的市场占有率。为了帮助广大电气技术人员、电工尽快掌握 S7-300/400 系列 PLC 的应用技术, 我们特编写了本书。

全书共分 5 章。第 1 章介绍 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统, 第 2 章介绍 S7-300/400 系列 PLC 的指令系统及应用, 第 3 章介绍 STEP 7 的使用, 第 4 章介绍 S7-300/400 系列 PLC 的程序结构与程序设计, 第 5 章介绍 S7-300/400 系列 PLC 的应用。

本书在写法上, 尽量运用图解的方法, 图文相辅相成。本书文字精炼, 通俗易懂, 内容丰富, 分析详细、清晰。

本书主要由郑凤翼编写, 参加编写工作的还有李艳、孟庆涛、徐占国、郑丹丹、温永库、王晓琳、冯建辉、杨洪升、郑晞晖、李红霞、耿立文、刘新善等。

在本书写作过程中, 作者参考了一些文献, 并引用了其中的一些资料, 难以一一列举, 在此一并向这些文献的作者表示衷心的感谢。

作 者

目 录

前言

第1章 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统	1
1.1 西门子 S7-300 系列 PLC 硬件系统的组成	1
1.1.1 S7-300 系列 PLC 的硬件组成	1
1.1.2 S7-300 系列 PLC 的系统结构	2
1.2 S7-300 系列 PLC 的 CPU 模块	4
1.2.1 S7-300 系列 PLC CPU 模块的元件面板	4
1.2.2 S7-300 系列 PLC CPU 模块简介	6
1.3 S7-300 系列 PLC 的信号模块	7
1.3.1 数字量模块	7
1.3.2 模拟量信号模块	8
1.3.3 电源模块	9
1.3.4 接口模块	10
1.4 S7-300 系列 PLC 系统的 I/O 地址分配	10
1.5 S7-400 系列 PLC 的硬件系统	13
1.5.1 S7-400 系列 PLC 的硬件组成	13
1.5.2 S7-400 系列 PLC 的特点	15
1.5.3 模块诊断与过程中断	15
1.6 S7-400 系列 PLC 的 CPU 模块	15
1.6.1 CPU 模块的性能概述	15
1.6.2 CPU 模块的面板	16
1.6.3 CPU 模块的通信接口	17
1.7 S7-400 系列 PLC 的信号模块	18
1.7.1 数字量输入/输出模块	18
1.7.2 模拟量模块	20
1.8 S7-400 系列 PLC 的功能模块、通信模块、接口模块和电源模块	21
1.8.1 功能模块	21
1.8.2 通信模块	21
1.8.3 接口模块	22
1.8.4 电源模块	22
1.9 S7-400 系列 PLC 的扩展和模块地址的确定	22
1.9.1 机架	22
1.9.2 S7-400 系列 PLC 的扩展	23
1.9.3 S7-400 系列 PLC 信号模块的地址	25

第2章 S7-300/400 系列 PLC 的指令系统及应用	26
2.1 S7-300/400 系列 PLC 的数据类型	26
2.2 S7-300/400 系列 PLC 的指令基础	29
2.2.1 PLC 用户存储区的分类及功能	29
2.2.2 寻址方式	35
2.2.3 指令的基本构成	37
2.3 位逻辑指令	40
2.3.1 语句表 (STL) 的位逻辑指令	40
2.3.2 梯形图 (LAD) 的位逻辑指令	41
2.3.3 位逻辑指令编程实例	44
2.4 定时器指令	49
2.4.1 S7-300/400 系列 PLC 定时器的五种类型及三种不同表达形式	49
2.4.2 定时器的使用	52
2.4.3 用块图表示的定时器指令	53
2.4.4 线圈形式的定时器指令	57
2.4.5 用 STL 表示定时器指令	58
2.4.6 定时器指令编程实例	59
2.5 计数器指令	68
2.5.1 计数器指令的类型	68
2.5.2 块图形式的计数器指令	69
2.5.3 线圈形式的计数器指令及其说明	72
2.5.4 用 STL 表示的计数器指令及其说明	73
2.5.5 应用实例	73
2.6 数据处理指令	76
2.6.1 装载与传送指令	76
2.6.2 比较指令	78
2.6.3 数据处理指令的应用	80
2.7 控制指令及其他指令	81
2.7.1 逻辑控制指令	81
2.7.2 程序控制指令	83
2.7.3 其他指令	85
2.7.4 应用实例	86
第3章 STEP 7 使用初步	88
3.1 STEP 7 编程软件简介	89
3.1.1 STEP 7 编程软件的组成	89
3.1.2 STEP 7 编程软件的安装、硬件接口及授权	90
3.2 SIMATIC 管理器	91
3.2.1 SIMATIC 管理器的功能、工作方式和启动	91
3.2.2 PG/PC 接口设置	94

3.3 创建项目	95
3.3.1 创建项目的两种方法	95
3.3.2 项目的分层结构	98
3.3.3 项目的编辑——复制、重命名和删除	100
3.4 硬件组态	104
3.4.1 硬件组态的任务和步骤	105
3.4.2 硬件组态举例	105
3.4.3 CPU 参数设置	112
3.4.4 信号模块参数设置	115
3.5 STEP 7 编程软件的符号编辑	116
3.5.1 共享符号与局域符号	116
3.5.2 符号表与变量声明表	117
3.5.3 符号表的结构	118
3.5.4 创建符号表	119
3.5.5 符号表的查找和替换、导入和导出、排序和过滤	121
3.6 逻辑块的生成与编辑	122
3.6.1 创建逻辑块的步骤	122
3.6.2 创建逻辑块程序	122
3.6.3 打开逻辑块的程序编辑器	125
3.6.4 用梯形图编辑程序	128
3.6.5 编辑项目“电动机启停控制(1)”组织块 OB1 的梯形图程序	130
3.6.6 显示方式的设置	136
3.6.7 复制或删除一个项目中的一部分	136
3.7 程序的下载与上传	145
3.7.1 编程设备和 PLC 之间的连接	145
3.7.2 程序的下载	146
3.7.3 程序的上传	148
3.8 S7-PLCSIM 仿真软件	148
3.8.1 S7-PLCSIM 仿真软件的主要功能	148
3.8.2 S7-PLCSIM 仿真软件的使用方法	149
3.8.3 S7-PLCSIM 仿真软件的仿真操作	149
3.8.4 仿真 PLC 与真实 PLC 的区别	152
第 4 章 S7-300/400 系列 PLC 的程序结构与程序设计	155
4.1 用户程序的基本结构	155
4.1.1 用户程序中的块	155
4.1.2 STEP 7 的程序结构	158
4.2 组织块	159
4.2.1 组织块的组成	159
4.2.2 组织块的分类	159

4.2.3 循环执行的组织块	160
4.2.4 中断的优先级	160
4.3 符号表与变量声明表	162
4.3.1 变量声明表的打开	162
4.3.2 声明变量的作用	162
4.3.3 局部变量的分类	163
4.3.4 变量声明表的编辑	163
4.3.5 变量声明表与指令部分之间的关系	165
4.4 数据块	165
4.4.1 数据块的分类	165
4.4.2 数据块的数据结构	166
4.4.3 建立数据块	166
4.4.4 访问数据块	168
4.5 逻辑块的结构与编程	171
4.5.1 逻辑块的结构	171
4.5.2 创建逻辑块 FC1、FB1 并打开其程序编辑器窗口	178
4.5.3 逻辑块的编程	181
4.6 STEP 7 的操作步骤	183
4.7 用户程序编程示例	185
4.8 功能与功能块的区别	209
第 5 章 S7-300/400 系列 PLC 的应用	211
5.1 电动机的控制	211
5.2 多级分频器控制程序和水箱水位控制系统	227
5.3 交通信号灯控制系统	247
5.4 发动机组控制系统与工业搅拌机控制系统	271
5.5 使用多重背景的结构化程序	310
参考文献	336

第 1 章 S7-300/400 系列 PLC 的硬件系统

1.1 西门子 S7-300 系列 PLC 硬件系统的组成

1.1.1 S7-300 系列 PLC 的硬件组成

S7-300 系列 PLC 采用了模块式结构，主要由中央处理单元（CPU）模块、电源模块（PS）、信号模块（SM）、功能模块（FM）、通信模块（CP）、接口模块（IM）和机架（RACK）等部分组成，如图 1-1 所示。S7-300 系列 PLC 的模块都有名称，具有同样名称的模块根据接口名称和功能的不同，又有不同的规格。在 PLC 的硬件组态中，以订货号为准。

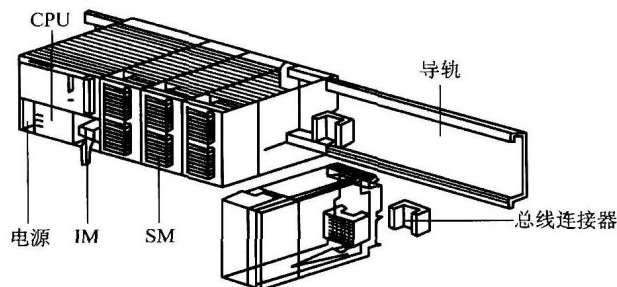


图 1-1 S7-300 系列 PLC 的硬件组成

1. 中央处理器单元（CPU）模块

各种型号的 CPU 模块有不同的性能，例如有的 CPU 模块集成了数字量和模拟量的 I/O 通道，有的 CPU 集成了 PROFIBUS-DP 的通信接口。CPU 模块面板上有状态指示灯、模式转换开关、24V 电源端子、电池盒和存储卡插槽等。

2. 电源模块（PS）

电源模块用于将 220V 交流电转换为 24V 直流电，供 CPU 和其他模块使用。电源模块的额定输出电流有 2A、5A 和 10A 三种。电源模块的面板上有工作开关和状态指示灯，当电源过载时指示灯会闪烁。

3. 信号模块（SM）

信号模块包括数字量和模拟量的 I/O 模块，它们作为 PLC 的过程输入和输出通道。信号模块主要有数字量输入模块 SM321、数字量输出模块 SM322、模拟量输

入模块 SM331 和模拟量输出模块 SM332。模拟量输入模块可以输入热电偶、热电阻、DC4 ~ 20mA 和 DC0 ~ 10V 等多种不同类型和不同量程的模拟量信号。信号模块通过背板总线将现场的过程信号传递给 CPU。

4. 功能模块 (FM)

功能模块主要用于对实时性和存储容量要求较高的特殊控制任务, 例如计数器模块、快速/慢速进给驱动位置控制模块、电子凸轮控制器模块、步进电动机定位模块、伺服电动机定位模块、定位和连续路径控制模块、闭环控制模块、工业标识系统的接口模块、称重模块、位置输入模块和超声波位置解码器等。

5. 通信模块 (CP)

通信模块用于 PLC 与 PLC 之间、PLC 与计算机之间、PLC 与其他智能设备之间的通信, 它可以将 PLC 连入 PROFIBUS 现场总线、AS-i 现场总线和工业以太网, 或用于实现点对点通信等。通信模块可以减轻 CPU 处理通信的负担, 并减少用户对通信的编程工作。

6. 接口模块 (IM)

接口模块用于组成多机架系统时连接主机架 (CR) 和扩展机架 (ER)。S7-300 系列 PLC 通过主机架和 3 个扩展机架, 最多可以配置 32 个信号模块、功能模块和通信模块 (需要相应的 CPU 支持)。

7. 机架 (RACK)

机架 (包括导轨) 由不锈钢制作, 用于进行物理固定。

1.1.2 S7-300 系列 PLC 的系统结构

S7-300 系列 PLC 采用紧凑的、无槽位限制的模块式结构, 将电源模块、CPU 模块、信号模块、功能模块、接口模块和通信模块都安装在导轨上。导轨是专用的金属机架, 安装时只需要将模块挂在 DIN 标准导轨上, 并用模块自带的螺栓固定即可。有多种不同长度的导轨可供选择, S7-300 系列 PLC 的安装如图 1-2 所示。

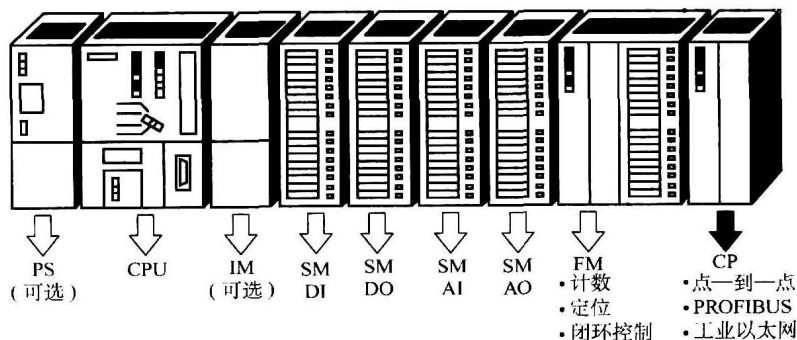


图 1-2 S7-300 系列 PLC 的安装图

S7-300 系列 PLC 用背板总线将除电源模块之外的各个模块连接起来（只负责数据传输，对模块的供电需要单独从电源模块引出接线）。背板总线集成在模块上，模块通过 U 形总线连接器相连接，每个模块都有一个总线连接器，总线连接器插在各模块的背后，负责连接本模块与其左侧的模块。安装时可先将总线连接器插在 CPU 模块上，并固定在导轨上，然后依次装入各个模块。外部接线接在信号模块和功能模块的前连接器的端子上，前连接器用插接的方式安装在模块前门后面的凹槽中。

S7-300 系列 PLC 的电源模块通过电源连接器或导线与 CPU 连接，为 CPU 提供 24V 直流电源。电源模块还有一些端子可以为其他模块提供 24V 直流电源。

机架最左边是 1 号槽，最右边是 11 号槽。中央机架的 1 号槽安装电源模块，2 号槽安装 CPU 模块，3 号槽安装的是接口模块，这 3 个槽号被固定占用，不能安装其他模块。信号模块、功能模块和通信模块可以不受限制地插到机架的 4~11 槽的任一槽位上，系统会自动分配模块的地址。每个机架最多只能安装 8 个信号模块、功能模块和通信模块。当系统需要多于 8 个模块时，则可以增加扩展机架，如图 1-3 所示。除了带 CPU 模块的中央机架（CR）外，系统最多可以增加 3 个扩展机架（ER）。每个机架可以插入 8 个模块（不包括电源模块、CPU 模块和接口模块），4 个机架最多可以安装 32 个模块。

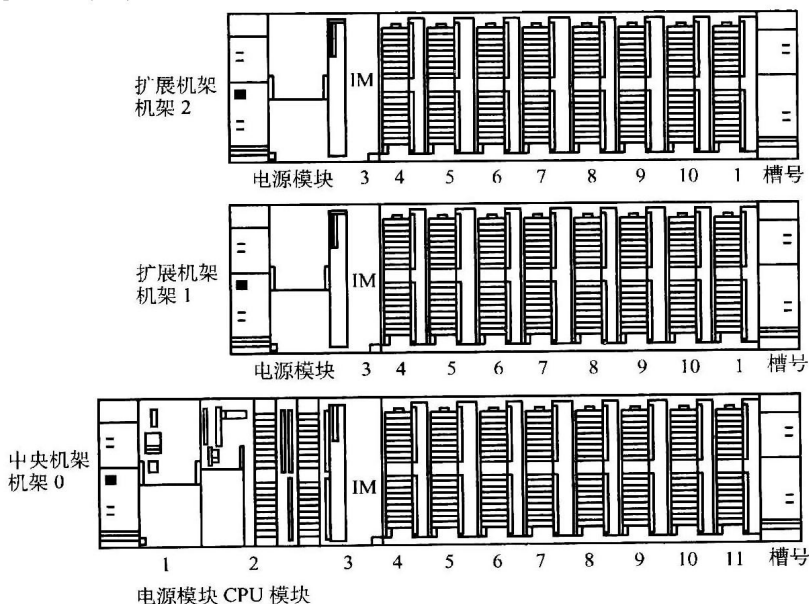


图 1-3 多机架 S7-300 系列 PLC

S7-300 系列 PLC 的模块是通过总线连接器连接的，各个槽号是相对的。当某个槽位不使用时，例如，5 号槽位上没有插任何模块，而 4 号槽位插有功能模块，

6号槽位上插有信号模块,虽然5号槽位没有使用,但占用了一个槽位。在物理上,6号槽位和4号槽位的模块是连在一起的。

由于模块是用总线连接器连接的,因此槽号是相对的,在机架导轨上并不存在物理槽位。例如在不需要扩展机架时,中央机架上没有接口模块,此时虽然3号槽位仍然被实际上并不存在的接口模块占用,中央机架上的CPU模块和4号槽的模块实际上是接在一起的。

当需要扩展机架时,把接口模块插入3号槽,负责与其他扩展机架自动地进行数据通信。

如果只需要扩展一个机架,可以使用价格较低的IM365接口模块对,两个接口模块用1m长的固定电缆连接。由于IM365接口模块没有通信总线,因此扩展机架1上只能安装信号模块,不能安装通信模块和其他智能模块。扩展机架的电源由IM365提供,两个机架的DC5V电源的总电流应在允许值之内。

当需要扩展3个机架时,可以使用IM360/361接口模块,中央机架(CR)使用IM360,扩展机架(ER)使用IM361,各相邻机架之间的电缆最长为10m。每个IM361需要一个外部24V电源,向扩展机架上的所有模块供电,可以通过电源连接器连接PS307负载电源。所有的S7-300系列PLC模块均可以安装在ER上。接口模块是自组态的,无需进行地址分配。

每个机架上安装的信号模块、功能模块和通信模块除了不能超过8个外,还受到背板总线DC5V供电电流的限制。中央机架(0号机架)的DC5V电源由CPU模块产生,其额定电流值与CPU的型号有关。扩展机架背板总线的DC5V电源由接口模块IM361产生,各类模块消耗的电流可查阅相关的手册。

1.2 S7-300 系列 PLC 的 CPU 模块

1.2.1 S7-300 系列 PLC CPU 模块的元件面板

S7-300系列PLC有20种不同型号的CPU模块,分别适用于不同等级的控制要求。有的CPU模块集成了数字量I/O,有的同时集成了数字量I/O和模拟量I/O。

CPU内的元器件封装在一个牢固而紧凑的塑料机壳内,面板上有状态与故障指示LED、模式选择开关和通信接口。大多数CPU还有后备电池盒,存储器插槽可以插入多达数兆字节的Flash EPROM微存储器卡(简称为MMC),用于掉电后程序和数据的保存。

图1-4所示为新型号的CPU 31xC模块的面板图,新型号的CPU模块必须有微存储器卡(MMC)才能运行,新面板横向的宽度只是原来的一半。

1. 状态与故障显示 LED

CPU模块面板上的LED(发光二极管)的意义如下:

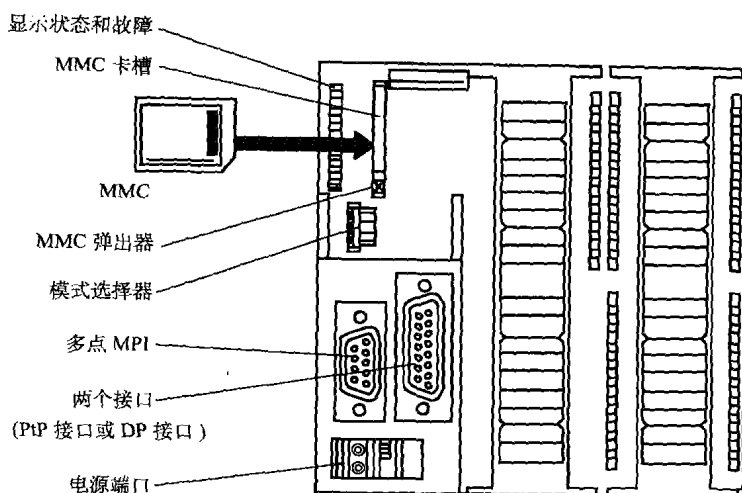


图 1-4 CPU 31_xC 模块的面板

- 1) SF (系统出错/故障显示, 红色): CPU 硬件故障或软件错误时点亮。
- 2) BATF (电池故障, 红色): 电池电压低或没有电池时点亮。
- 3) DC5V (+5V 电源指示, 绿色): CPU 和 S7-300 系列 PLC 总线的 5V 电源正常时点亮。
- 4) FRCE (强制, 黄色): 至少有一个 I/O 被强制时点亮。
- 5) RUN (运行方式, 绿色): CPU 处于 RUN 状态时点亮; 重新启动时以 2Hz 的频率闪亮; HOLD (单步、断点) 状态时以 0.5Hz 的频率闪亮。
- 6) STOP (停止方式, 黄色): CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时常亮; 请求存储器复位时以 0.5Hz 的频率闪亮; 正在执行存储器复位时以 2Hz 的频率闪亮。
- 7) BUSF (总线错误, 红色): PROFIBUS-DP 接口硬件或软件故障时点亮, 集成有 DP 接口的 CPU 才有此 LED。集成有两个 DP 接口的 CPU 有两个对应的 LED (BUS1F 和 BUS2F)。

2. CPU 的运行模式

CPU 有四种操作模式: STOP (停机)、RUN (运行)、HOLD (保持) 和 STARTUP (启动)。在所有的模式中, 都可以通过 MPI 与其他设备通信。

1) STOP 模式。CPU 模块通电后自动进入 STOP 模式, 在该模式下不执行用户程序, 但可以接收全局数据和检查系统。

2) RUN 模式。执行用户程序, 刷新输入和输出, 处理中断和故障信息服务。

3) HOLD 模式。如果在启动或 RUN 模式执行程序时遇到调试用的断点, 则所执行的用户程序被挂起 (暂停), 定时器被冻结。

4) STARTUP 模式。启动模式, 可以用钥匙开关或编程软件启动 CPU。如果钥匙开关在 RUN 或 RUN-P 位置, 则通电时 CPU 自动进入启动模式。

3. 模式选择开关

CPU 的模式选择开关 (模式选择器) 是一种钥匙开关, 操作时需要插入钥匙, 用来设置 CPU 当前的运行方式。钥匙拔出后, 就不能改变操作方式。这样可以防止未经授权的人员非法删除或改写用户程序。钥匙开关各位置的意义如下:

1) RUN-P (运行-编程) 位置。CPU 不仅执行用户程序, 在运行时还可以通过编程软件读出和修改用户程序, 以及改变运行方式。在这个位置不能拔出钥匙开关。

2) RUN (运行) 位置。CPU 执行用户程序, 可以通过编程软件读出用户程序, 但是不能修改用户程序, 在这个位置可以拔出钥匙开关。

3) STOP (停止) 位置。不执行用户程序, 通过编程软件可以读出和修改用户程序, 在这个位置可以拔出钥匙开关。

4) MRES (清除存储器)。MRES 位置不能保持, 在这个位置松手时开关将自动返回 STOP 位置。将钥匙开关从 STOP 状态扳到 MRES 位置, 可复位存储器, 使 CPU 回到初始状态。

4. 通信接口

所有的 CPU 模块都有一个多点接口 MPI, 有的 CPU 模块有一个 MPI 和一个 PROFIBUS-DP 接口, 还有的 CPU 模块有一个 MPI/DP 接口和一个 DP 接口。

5. 电池盒

电池盒是安装锂电池的盒子。在 PLC 断电时, 锂电池用来保证实时钟的正常运行, 并可以在 RAM 中保存用户程序和更多的数据, 其保存的时间为 1 年。有的低端 CPU (例如 CPU 312FM 与 313) 因为没有实时时钟所以没有配备锂电池。

6. 电源接线端子

电源模块的 L1 和 N 端子接 AC220V 电源, 电源模块的接地端子和 M 端子一般用短路片短接后接地, 机架的导轨也应接地。

电源模块上的 L+ 和 M 端子分别是 DC24V 输出电压的正极和负极。连接时, 应使用专用的电源连接器或导线连接电源模块和 CPU 模块的 L+ 和 M 端子。

7. 实时时钟与运行时间计数器

CPU312FM 与 CPU313 由于没有锂电池, 只有软件实时时钟, PLC 断电时停止计时, 恢复供电后从通电瞬时的时刻开始计时。有后备锂电池的 CPU 有硬件实时时钟, 可以在 PLC 电源断电时继续运行, 运行时间计数器的计数范围为 0 ~ 32767。

1.2.2 S7-300 系列 PLC CPU 模块简介

S7-300 系列 PLC 的 CPU 模块集成了过程控制功能, 用于执行用户程序。每个 CPU 模块都有一个编程用的 RS-485 接口, 有的还带有集成的现场总线 PROFIBUS-

DP 接口或 PtP（点对点）串行通信接口。S7-300 系列 PLC 不需要加任何硬件、软件和编程，就可以建立一个 MPI（多点接口）网络，如果有 PROFIBUS-DP 接口，还可以建立一个 DP 网络。

S7-300 系列 PLC 有多种不同型号的 CPU 模块，大体有 4 个系列。

1. 标准型 CPU 系列

标准型 CPU 包括 CPU313、CPU314、CPU315、CPU315-2 DP、CPU316-2DP。型号后缀“DP”表明该型号的 CPU 集成有现场总线 PROFIBUS-DP 通信接口。

2. 集成型 CPU 模块

集成型 CPU 模块主要有 CPU312 IFM 和 CPU3124IFM 两种。在这两种 CPU 内部集成了部分 I/O 点、高速计数器及某些控制功能。

3. 紧凑型 CPU 系列

型号后缀带有字母 C，包括 CPU 312C、313C、313C-2PtP、313C-2 DP、314C-2 PtP、314C-2 DP。型号有后缀“PtP”字样的，表明该型号 CPU 集成有第二个串行口，两个串行口都有点对点（PtP）通信功能。

4. 故障安全型 CPU 系列

这是最新推出的具有更高可靠性的 CPU 模块，主要型号有 CPU 315F、CPU 317F-2 DP。

1.3 S7-300 系列 PLC 的信号模块

输入/输出模块统称为信号模块（SM），包括数字量（或称开关量）输入模块、数字量输出模块、数字量输入/输出模块、模拟量输入模块、模拟量输出模块和模拟量输入/输出模块。

S7-300 系列 PLC 的输入/输出模块的外部接线接在插入式前连接器的端子上，前连接器插在有盖后面的凹槽内。这样不需断开前连接器上的外部连线，就可以迅速地更换模块。第一次插入连接器时，有一个编码元件与之啮合，这样该连接器就只能插入同样类型的模块中。

信号模块面板上的 LED 用来显示各数字量输入/输出点的信号状态，模块安装在 DIN 标准导轨上，通过总线连接器与相邻的模块连接。模块的默认地址由模块所在的位置决定，也可以用 STEP 7 编程软件指定模块的地址。

1.3.1 数字量模块

1. 数字量输入模块 SM321

数字量输入模块 SM321 有四种型号模块可供选择，即直流 16 点输入、直流 32 点输入、交流 16 点输入、交流 8 点输入模块。输入电压类型有直流电压 24V、48~125V，交流电压 120V、120V/230V。

输入模块的输入点通常要分成若干组，每组在模块内部有电气公共端，选型时要考虑外部开关信号的电压等级和形式，不同电压等级的信号必须分配在不同的组。

模块的每个输入点都有一个绿色发光二极管显示输入状态，输入开关闭合即有输入电压时，发光二极管点亮。

2. 数字量输出模块 SM322

数字量输出模块 SM322 有 32 点、16 点、8 点，输出开关器件有晶体管、闸流管、继电器三种输出方式。负载电压等级有 24V (DC)、48 ~ 125V (DC)、120V (AC)、120V/230V (AC) 等。

3. 数字量输入/输出模块 SM323

数字量输入/输出模块 SM323 有两种类型，一种是 8 点输入和 8 点输出的模块，输入点和输出点只有一个公共端；另一种有 16 点输入（8 点 1 组）和 16 点输出（8 点 1 组），输入点和输出点只有一个公共端。这两种模块的输入/输出特性相同。输入、输出的额定电压均为 DC24V，输入电压“1”信号电平为 11 ~ 30V，“0”信号电平为 -3 ~ +5V，输入电流为 7mA，最大输出电流为 0.5A，每组总输出电流为 4A。输入电路和输出电路通过光耦合器与背板总线相连，输出电路为晶体管型，有电子短路保护功能。在额定输入电压下，输入延迟为 1.2 ~ 4.8ms。

SM323 数字量输入/输出模块是在一块模块上同时具备输入点和输出点的信号模块。S7-300 系列 PLC 有两种类型的数字量输入/输出模块。

1.3.2 模拟量信号模块

S7-300 系列 PLC 的模拟量信号模块包括 SM331 模拟量输入模块 (AI)、SM332 模拟量输出模块 (AO) 和 SM334 模拟量输入/输出模块 (AI/AO) 等。

1. 模拟量变送器和模拟量值的表示方法

生产过程中有大量连续变化的模拟量需要用 PLC 来测量或控制。有的是非电量（例如温度、压力、流量、液位、物体的成分和频率等），有的是强电量（例如发电机组的电流、电压、有功功率和无功功率、功率因数等）。变送器用于将传感器提供的电量或非电量信号转换为标准的直流电流或直流电压信号，例如 DC0 ~ 10V 或 DC4 ~ 20mA 信号。

S7-300/400 系列 PLC 的 CPU 用 16 位二进制补码定点数来表示模拟量值。A/D 转换的结果是按 16 位二进制补码形式存储，即占用 1 个字（两个字节）的长度，其中，最高位（第 15 位）为符号位，正数的符号位为 0，负数的符号位为 1。

模拟量模块的模拟值位数（即转换精度）可以设置为 9 ~ 15 位（与模块的型号有关，不包括符号位）。如果模拟量值的精度小于 15 位，则模拟量值左移，使其最高位（符号位）在 16 位字的最高位（第 15 位），模拟量值左移后未使用的低位则填入“0”，这种处理方法称为“左对齐”。设模拟量值的精度为 12 位，加上

符号位，未使用的低位（第 0~2 位）为 0，相当于实际的模拟值被乘以 8。

表 1-1 所示为三种转换精度的数据存储格式，S 位为符号位，标有“×”的位被补为 0。

表 1-1 A/D 转换结果存储格式示例

分辨率	高 字 节								低 字 节							
15 位 + 符号位	S	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
12 位 + 符号位	S	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	×	×	×
9 位 + 符号位	S	1	0	1	0	1	0	1	0	1	×	×	×	×	×	×

2. SM331 模拟量输入模块

SM331 模拟量输入模块主要用于连接电压和电流传感器、热电偶、电阻器和电阻式温度计，然后将控制过程中的模拟信号转换为 S7-300 系列 PLC 内部处理的数字信号。转换精度有 12 位、13 位、14 位和 16 位；输入通道有 2 通道、8 通道和 16 通道 3 种。

3. SM332 模拟量输出模块

模拟量输出模块用于将 S7-300 系列 PLC 的数字信号转换为系统所需要的模拟量信号，以控制模拟量调节器、执行机械，或者作为其他设备的模拟量的给定信号，其核心部件为 D/A 转换器。SM332 模拟量输出模块目前有四种规格：AO 8 × 12 位、AO 4 × 12WUG、AO 2 × 12 位和 AO 4 × 16 位，所有模块内均设有光电隔离电路，其转换精度有 12 位、15 位两种；输出通道有 2 通道和 4 通道两种形式。

输出信号可为电压和电流输出。输出的电流和电压范围可调，用参数化软件可以为每个通道设定独立的调节范围。电压的输出范围可调为 1 ~ 5V、0 ~ 10V、±10V；电流的输出范围可调为 0 ~ 20mA、4 ~ 20mA、±20mA。

4. SM334 模拟量输入/输出 (AI/AO) 模块

SM334 在一块模块上同时具有模拟量输入/输出功能，目前有两种规格，都是 4AI/2AO。一种是输入/输出精度为 8 位，另一种是输入/输出精度为 12 位。输入测量范围是 0 ~ 10V 或 0 ~ 20mA，输出范围是 0 ~ 10V 或 0 ~ 20mA。

1.3.3 电源模块

S7-300 系列 PLC 的电源模块有以下两种：

1) PS305 为户外型电源模块 (PS)，采用直流供电，输出电流为 2A、输出电压为 DC24V。

2) PS307 采用 AC120V/230V 供电，输出为 DC24V，比较适合大多数应用场合。PS307 电源模块有 2A、5A、10A 三种规格，提供给 S7-300 系列 PLC 使用，同时也可作为负载电源，通过 I/O 模块向使用 DC24V 电源的负载（如传感器、执行机构等）供电。