

第 2 章 西门子 PLC 硬件系统

本章主要介绍西门子 SIMATIC S7-300/400 PLC 的特性、硬件系统及内部资源。

2.1 概 述

S7-300/400 PLC 均采用模块式结构,由机架和模块组成。品种繁多的 CPU 模块、信号模块和功能模块能满足各种领域的自动控制任务,用户可以根据系统的具体情况选择合适的模块,维修时更换模块也很方便。当系统规模扩大和更为复杂时,可以增加模块,对 PLC 进行扩展。简单实用的分布式结构和强大的通信连网能力,使其应用十分灵活,近年来被广泛应用于机床、纺织机械、包装机械、电气控制系统、楼宇自动化、电器制造及相关产业等诸多领域。

S7-300/400 PLC 可以组成 MPI(多点接口)、PROFIBUS 网络和工业以太网等。

2.1.1 西门子 PLC 分类

SIMATIC 是“Siemens Automatic”(西门子自动化)的缩写, SIMATIC 自动化系统由 PLC、远程 I/O、HMI、驱动装置和通信网络等部件组合而成, PLC 是其中的核心设备。

(1) SIMATIC S7 系列

SIMATIC S7 系列 PLC 是德国西门子公司于 1995 年陆续推出的性能价格比较高的 PLC 系统。SIMATIC S7 系列包括:微型 SIMATIC S7-200 系列,最小配置为 8DI/6DO,可扩展 2~7 个模块,最大 I/O 点数为 64 DI/DO、12AI/4AO;中小型 SIMATIC S7-300 系列,最多可扩展 32 个模块。S7-400 是大型 PLC,可以扩展 300 多个模块。S7-300/400 可以组成 MPI、PROFIBUS 和工业以太网等。2009 年,西门子又陆续推出了 SIMATIC S7-1200 和 S7-1500 系列 PLC。SIMATIC S7-1200 是一款紧凑型、模块化的 PLC,可完成简单逻辑控制、高级逻辑控制、HMI 和网络通信等任务,是单机小型自动化系统的完美解决方案。对于需要网络通信功能和单屏或多屏 HMI 的自动化系统,易于设计和实施,具有支持小型运动控制系统、过程控制系统的高级应用功能。新型的 SIMATIC S7-1500PLC 除了包含多种创新技术之外,还设定了新标准,最大程度提高生产效率。无论是小型设备还是对速度和准确性要求较高的复杂设备装置,都完全适用。

(2) SIMATIC M7 系列

M7-300/400 采用与 S7-300/400 相同的结构,它可以作为 CPU 或功能模块使用。M7 PLC 系统将 AT 兼容机的性能引入 PLC,或将 PLC 的功能加入计算机中并保持熟悉的编程环境。M7-300 和 M7-400 自动化计算机通过开放硬件和软件平台的方法扩展了 PLC 的功能。M7 总是用于需要较高的计算性能、数据管理和显示的场合。

(3) SIMATIC C7 系列

C7 系列由 S7-300 PLC、HMI(人机接口)操作面板、I/O、通信和过程监控系统组成。将 PLC 与操作面板集成在一起可使整个控制设备体积更小、价格更优。

(4) WinAC

WinAC 基于 Windows 和标准的接口(ActiveX, OPC),提供软件 PLC 或插槽 PLC。

WinAC 用于各种控制任务(控制、显示、数据处理)都由计算机完成的场合。有 3 种产品:

- WinAC Basic 是纯软件的解决方案(PLC 作为 Windows NT)
- WinAC Pro 是硬件解决方案(PLC 作为 PC 卡)
- WinAC FI Station Pro 是完全解决方案(SIMATIC PC FI25)

2.1.2 S7-300/400 PLC 的组成

S7-300/400 PLC 采用模块化结构设计,各模块之间可进行广泛组合和扩展。S7-300 的外形如图 2-1 所示,它主要由机架(或导轨)、电源模块(PS)、中央处理单元模块(CPU)、接口模块(IM)、信号模块(SM)、功能模块(FM)和通信模块(CP)等组成。

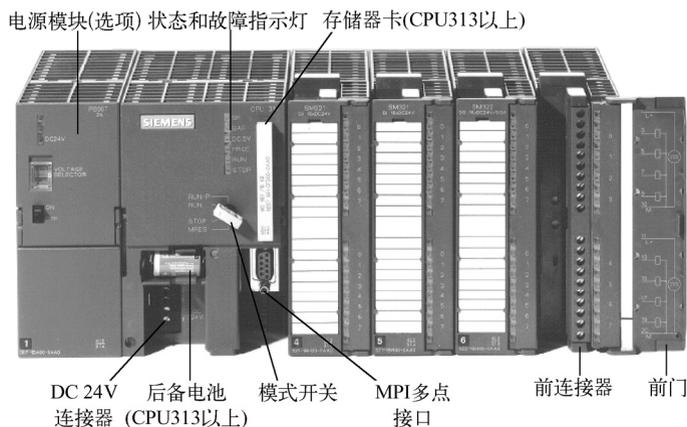


图 2-1 S7-300 PLC 外形

(1) 机架(或导轨)

机架用来安装和固定 PLC 的各类模块。

S7-300 的机架是特制不锈钢或铝制异型板(称为导轨),它的长度有 160、482、530、830、2000mm 五种,可根据实际需要选择。电源模块、CPU 及其他信号模块都可方便地安装在导轨上。除 CPU 模块外,每块信号模块都带有总线连接器,安装时先将总线连接器装在 CPU 模块并固定在导轨上,然后依次将各模块装入,通过背板总线将各模块从物理上和电气上连接起来即可。

S7-400 的机架为各类模块提供支架和电源,并通过背板总线连接各模块。采用分布式总线(P 总线和 C 总线)可以使 CPU 与中央 I/O 间的通信速率非常快,P 总线(I/O 总线)用于 I/O 信号的高速交换和对信号模块数据的高速访问,C 总线(通信总线,C 是英语单词 Communication(通信)的缩写)用于在 C 总线各站之间的高速数据交换。两种总线分开后,控制和通信分别有各自的数据通道。

S7-400 的机架分为:

① 通用机架 UR1 和 UR2。UR1(18 槽)和 UR2(9 槽)有 P 总线和 C 总线,可以用作中央机架(CR)和扩展机架(ER)。用作中央机架时,可以安装除接收 IM 外的所有 S7-400 模块。

② 中央机架 CR2/CR3。CR2 是 18 槽的中央机架,P 总线分为 2 个本地总线段,分别有 10 个插槽和 8 个插槽。2 个总线段都可以对 C 总线进行访问。CR2 需要 1 个电源模块和 2 个 CPU 模块,每个 CPU 有 I/O 模块,它们能相互操作和并行运行。

CR3 是 4 槽的中央机架,有 I/O 总线和通信总线。

(2) 扩展机架 ER1/ER2

ER1 和 ER2 是扩展机架，分别为 18 槽和 9 槽，只有 I/O 总线，无过程中断，无模块缓存，没有给模块供电的 24V 电源，可以使用电源模块、接收模块(IM)和信号模块(SM)。但是电源模块不能与 IM461-1 接收模块一起使用。

(3) UR4-H 机架

UR4-H 机架用于在一个机架上配置一个完整的 S7-400H 冗余系统，也可以用于配置 2 个具有电气隔离的独立运行的 S7-400 CPU，每个 CPU 均有 I/O 模块。UR4-H 机架需要 2 个电源模块和 2 个冗余 CPU 模块。

(4) 电源模块(PS)

电源模块用于将 AC 120V/230V 电源或 DC 24V 转换为 DC 24V 和 5V 电源，供 CPU、I/O 模块、传感器和执行器使用。它与 CPU 模块和其他信号模块之间通过电缆连接，而不是通过背板总线连接。

S7-300 PLC 可供选择的电源模块有：PS 305(2A)、PS 307(2A)、PS 307(5A)和 PS 307(10A)等。

PS 305(2A)电源模块的特点为：连接直流电源(输入电压 24/48/72/96/110V DC)；输出电流 2A，输出电压 24V DC；防短路和开路保护；可靠的隔离特性，符合 EN 60 950；标准可用作负载电源。

PS 307 系列电源模块是西门子公司为 S7-300 PLC 专配的 24V DC 电源，可安装在 S7-300 PLC 的专用导轨上，其额定输出电流有 2A、5A 和 10A 等多种。PS 307 系列电源模块除输出额定电流不同，它们的工作原理和各种参数都基本相同。

图 2-2 为 PS 307 电源模块的接线图，图 2-3 为 PS 307 电源模块的基本电路原理图。

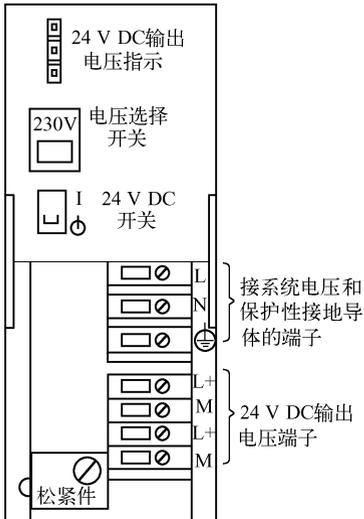


图 2-2 PS 307 电源模块的接线图

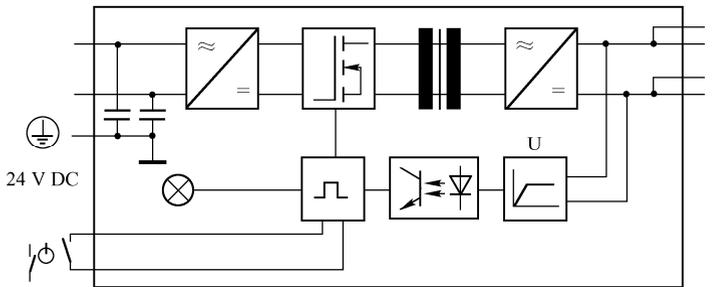


图 2-3 PS 307 电源模块的基本电路原理图

PS 307 系列电源模块的特点为：连接单相交流系统(输入电压 120/230 V AC，50/60 Hz)；输出电流 2A/5A/10A，输出电压 24V DC；防短路和开路保护；可靠的隔离特性，符合 EN 60 950 标准；可用作负载电源。

PS 307 系列电源模块的输入和输出之间有可靠的隔离，输出正常电压 24V 时，绿色 LED 亮；输出过载时 LED 闪烁；输出电流过流，以 PS 307(10A)为例，输出电流大于 13A 时，电压跌落，跌落后自动恢复；输出短路时输出电压消失，短路故障排除后电压自动恢复。

S7-400 的电源模块通过背板总线向各模块提供 DC 5V 和 DC 24V 电源，输出电流分为 4A、10A、20A 三种。PS405 的输入为直流电压，PS407 的输入为直流电压或交流电压，S7 400 有带冗余功能的电源模块。如果没有使用传送 5V 电源的接口模块，每个扩展机架都需要一块电源模块。

(5) 中央处理单元模块 (CPU)

SIMATIC S7-300 PLC 提供了多种不同性能的 CPU 模块，以满足用户不同的要求。各种 CPU 有不同的性能，例如有的 CPU 模块集成有数字量和模拟量输入/输出点，有的 CPU 集成有 PROFIBUS-DP 等通信接口。CPU 模块前面板上有状态和故障指示灯、模式开关、24V 电源端子、电池盒与存储器模块盒(有的 CPU 没有)等。

S7-300 PLC 的 CPU 模块种类有 CPU312、CPU312C、CPU313C、CPU314、CPU314C-2DP、CPU315-2DP、CPU315-2 PN/ DP、CPU317-2DP、CPU317-2 PN/ DP 等。CPU 模块除完成执行用户程序的主要任务外，还为 S7-300 PLC 背板总线提供 5V DC 电源，并通过 MPI 接口与其他中央处理器或编程装置通信。S7-300 PLC 的编程装置可以是西门子专用的编程器，如 PG705、PG720、PG740、PG760 等，也可以为通用微机，配以 STEP 7 软件包，与 MPI 卡和 MPI 编程电缆一同构成。

S7-400 PLC 的 CPU 模块种类有 CPU 412-1、CPU 412-2、CPU 414-2、CPU 414-3、CPU 414-3PN/ DP、CPU 416-2、CPU 416-3PN/ DP、CPU 417-4 等。S7-400 PLC 的 CPU 模块都具有实时时钟功能、测试功能、内置两个通信接口等特点。

(6) 接口模块 (IM)

接口模块用于多机架配置时连接主机架(或称中央机架，CR)和扩展机架(ER)。

① S7-300 PLC 的 IM 种类及其特性。

IM 360：用于 S7-300 机架 0 的接口；通过连接电缆将数据从 IM 360 传送到 IM 361；IM 360 与 IM 361 之间的最大距离为 10m。

IM 361：24V DC 电源；用作 S7-300 机架 1 到机架 3 的接口；通过 S7-300 背板总线的最大输出电流为 0.8A；通过连接电缆将数据从 IM 360 传送到 IM 361 或从 IM 361 传送到 IM 361；IM 360 和 IM 361 之间的最大长度为 10m；IM 361 和 IM 361 之间的最大长度为 10m。

IM 365：为机架 0 和机架 1 预先组合好的配对模块；1.2 A 总电流，其中每个机架最大能使用 0.8 A；长 1m 的连接电缆已经固定并连接好；机架 1 中只能安装信号模块；IM 365 不能将通信总线路由到子机架 1 上，例如在机架 1 中插入带有通信总线功能的 FM。

② S7-400 PLC 的 IM 种类及其特性。

IM 460/461-0：用于不带 PS 发送器的局域连接，带通信总线，其中 IM 460-0 为发送 IM，IM 461-0 为接收 IM。

IM460/461-1：用于带 PS 发送器的局域连接，不带通信总线，其中 IM 460-1 为发送 IM，IM 461-1 为接收 IM。

IM 460/461-3：用于最长 102m 的远程连接，带通信总线，其中 IM 460-3 为发送 IM，IM 461-3 为接收 IM。

IM 460/461-4：用于最长 605m 的远程连接，不带通信总线，其中 IM 460-4 为发送 IM，IM 461-4 为接收 IM。

IM 463-2：用于 S5 扩展单元与 S7-400 的分布式连接。在 S7-400 PLC 的中央机架(CR)中使用 IM 463-2，在 S5 扩展单元中使用 IM 314。可以连接到 S7-400 的 S5 扩展单元为：EU 183U、EU 185U、EU 186U、ER 701-2、ER 701-3，并可以使用适用于这些 EU 或 ER 的各种数字量和模拟量 I/O 模块。

IM 467/IM 467 FO: PROFIBUS DP 主站接口,可以在现场实现编程器、PC 与现场设备之间的快速通信。PROFIBUS DP 现场设备是指诸如 ET 200 分布式 I/O 设备、驱动器、阀、开关及其他设备。

IM 467/IM 467 FO: 使用在 S7-400 PLC 中,它允许 S7-400 与 PROFIBUS DP 的连接。在中央机架(CR)中最多可使用 4 个 IM 467/IM 467 FO 接口模块,没有插槽限制;IM 467/IM 467 FO 与 CP 443-5 扩展型不能同时使用;传输率可通过软件设置为 9.6kb/s~12Mb/s。

(7) 信号模块(SM)

SM 是数字量输入/输出模块和模拟量输入/输出模块的总称,它们使不同的过程信号(电压或电流)与 PLC 内部的信号电平匹配。

S7-300 PLC 的 SM 模块种类有:数字量输入模块 SM321 和数字量输出模块 SM322,数字量输入/输出模块 SM323、模拟量输入模块 SM331、模拟量输出模块 SM332 和模拟量输入/输出模块 SM334 和 SM335。模拟量输入模块可以输入热电阻、热电偶、DC 4~20mA 和 DC 0~10V 等多种不同类型和不同量程的模拟信号。每个 SM 模块都配有自编码的螺紧型前连接器,外部过程信号可方便地连在信号模块的前连接器上。

S7-400 PLC 的 SM 模块种类有:数字量输入模块 SM421 和数字量输出模块 SM422,模拟量输入模块 SM431 和模拟量输出模块 SM432。

S7-300 PLC 的 SM 模块详细内容见 2.2 节。

(8) 功能模块(FM)

FM 主要用于实时性强、存储计数量较大的过程信号处理任务。

S7-300 PLC 的 FM 模块有:计数器模块 FM 350-1/2 和 CM 35、快速/慢速进给驱动位置控制模块 FM 351、电子凸轮控制器模块 FM 352、步进电动机定位模块 FM 353、伺服电动机定位模块 FM 354、定位和连续路径控制模块 FM 357-2、步进电动机功率驱动器模块 FM STEPDRIVE、超声波位置解码器模块 FM 338、闭环控制模块 FM 355 和 FM 355-2/2C/2S、称重模块 SIWAREX U/M 和智能位控制模块 SINUMERIK FM-NC 等。

S7-400 PLC 的 FM 模块有:计数器模块 FM 450-1、快速/慢速进给驱动位置控制模块 FM 451、电子凸轮控制器模块 FM 452、步进电动机和伺服电动机定位模块 FM 453、闭环控制模块 FM 455、应用模块 FM 458-1DP 和 S5 智能 I/O 模块等。

(9) 通信处理器模块(CP)

通信处理器是一种智能模块,它用于 PLC 之间、PLC 与计算机和其他智能设备之间的通信,可以将 PLC 接入 PROFIBUS DP、AS-i 和工业以太网,或用于实现点对点通信等。通信处理器可以减轻 CPU 处理通信的负担,并减少用户对通信的编程工作。

S7-300 PLC 有多种用途的通信处理器模块,如 CP340、CP344-5 DP、CP343-FMS 等,其中既有为装置进行点对点通信设计的模块,也有为 PLC 上网到西门子的低速现场总线网 SINEC L2 和高速 SINEC H1 网而设计的网络接口模块。

S7-400 PLC 的通信处理器模块有:CP441-1、CP441-2、CP443-5 和 CP443-1 TF 等,它们用来与各种通信设备互连。

2.1.3 S7-300 PLC 的结构

S7-300 PLC 采用紧凑的、无槽位限制的模块化组合结构,根据应用对象的不同,可选用不同型号和不同数量的模块,并可以将这些模块安装在同一机架(导轨)或多个机架上。与 CPU312 IFM 和 CPU313 配套的模块只能安装在同一个机架上。导轨是一种专用的金属机架,

只需将模块钩在 DIN 标准的安装导轨上，然后用螺栓锁紧就可以了。有多种不同长度规格的导轨供用户选择。

如图 2-4 所示，电源模块总是安装在机架的最左边，CPU 模块紧靠电源模块；如果有接口模块(IM)，则 IM 放在 CPU 模块的右侧；除了电源模块、CPU 模块和接口模块外，一个机架上最多只能再安装 8 个信号模块、通信处理器模块或功能模块。

也就是说，机架的最左边是 1 号槽，最右边是 11 号槽，电源模块总是在 1 号槽的位置。中央机架(0 号机架)的 2 号槽上是 CPU 模块，3 号槽是接口模块。信号模块、功能模块和通信处理器模块可以任意安装在 4~11 号槽内，系统可以自动分配模块的地址。

需要注意的是，槽位号是相对的，每一机架的导轨并不存在物理的槽位。因为模块是用总线连接器连接的，而不是像其他模块式 PLC 那样，用焊在背板上的总线插座来安装模块，所以槽号是相对的，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，但中央机架上的 CPU 模块和 4 号槽的模块实际上是挨在一起的。如果有扩展机架，接口模块占用 3 号槽位，负责与其他扩展机架自动地进行数据通信。

S7-300 PLC 的电源模块通过电源连接器或导线与 CPU 模块相连，为 CPU 模块提供 DC 24V 电源。PS 307 电源模块还有一些端子可以为信号模块提供 24V 电源。

S7-300 PLC 用背板总线将除电源模块之外的各个模块连接起来。背板总线集成在模块上，模块通过 U 形总线连接器相连，每个模块都有一个总线连接器，后者插在各模块的背后(见图 2-4)。安装时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(见图 2-1)，前连接器与模块是分开订货的。

更换模块时只需松开安装螺钉，拔下已经接线的前连接器。前连接器上的编码块可以防止将已接线的连接器插到其他模块上。

如果所需要的信号模块、功能模块和通信处理器模块超过 8 块，则可以通过增加扩展机架(ER)来进行系统的扩展(如图 2-5)，有的低端 CPU 没有扩展功能。CPU314/315/315-2DP 最多可以扩展 4 个机架，包括带 CPU 的中央机架(CR)和 3 个扩展机架(ER)，每个机架可以插 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。

IM 360/361 接口模块可以扩展 3 个机架，中央机架(CR)使用 IM 360，扩展机架(ER)使用 IM 361，各相邻机架之间的电缆最长为 10m。每个 IM 361 需要一个外部 DC 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 PS 307 的负载电源。所有的 S7-300 模块均可以安装在 ER 上。接口模块是自组态的，无须进行地址分配。

用于发送的接口模块 IM 360 安装在 0 号机架 3 号槽，它通过专用电缆，将数据从 IM 360 发送到具有接收功能的 IM 361。IM 360 和 IM 361 上有指示系统状态和故障的发光二极管 LED，如果 CPU 不确认此机架，则 LED 闪烁，可能是连接电缆没接好或者是串行连接的 IM 361 关掉了。具有接收功能的接口模块 IM 361，用于 S7-300 PLC 的机架 1 到机架 3 的扩展，通过连接电缆把数据从 IM 360 接收到 IM 361 或者从一个 IM 361 传到另一个 IM 361。IM 361

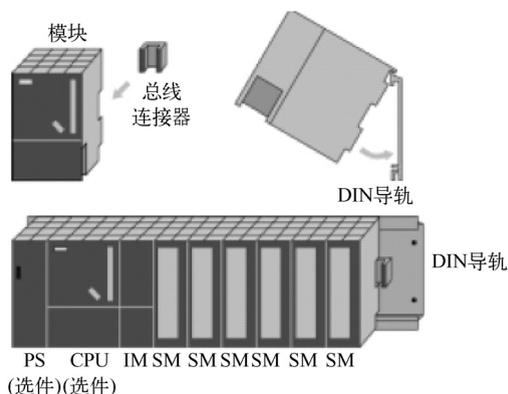


图 2-4 S7-300 PLC 的结构

不仅提供数据传输功能，还将 24V 直流电压转换为 5V 直流电压，给所在机架的背板总线提供 5V 直流电源，供电输出电流不超过 0.8A。0 号机架上的 5V 直流电源由 CPU 模块产生，CPU 313/314/315 供电电流不超过 1.2A，CPU 314-IFM 供电电流不超过 0.8A。所以，每个机架所能安装的模块数量除了不能大于 8 块外，还要受到背板总线 5V 供电电源的限制，即每个机架上各模块消耗的 5V 电源电流之和应小于该机架最大的供电电流。

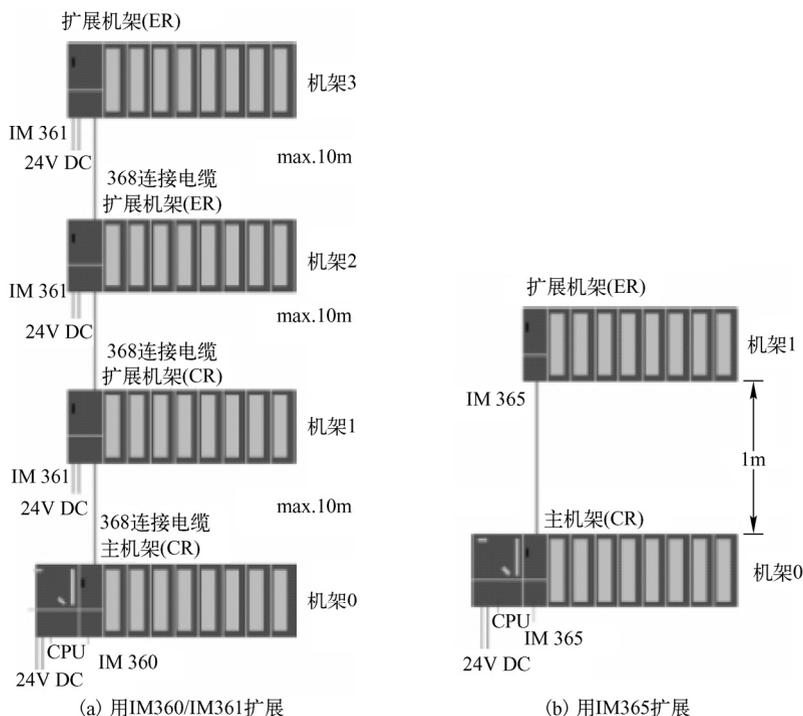


图 2-5 S7-300 PLC 的扩展结构 (CPU 314 以上)

如果只扩展两个机架，则可选用比较经济的 IM 365 接口模块对 (见图 2-5)，这一对接口模块由 1m 长的连接电缆相互固定连接。IM 365 不提供 5V 直流电源，此时，在两个机架上 5V 直流电源所消耗的总电流应限制在 1.2 A 之内。且由于 IM 365 接口模块不能给机架 1 提供通信总线，因此在机架 1 上只能安装信号模块，而不能安装通信等其他智能模块。

2.2 硬件配置

2.2.1 CPU 模块

SIMATIC S7-300 PLC 提供了多种不同性能的 CPU 模块，以满足用户不同的要求。

1. CPU 模块的性能

SIMATIC S7-300 PLC 提供了多种不同性能的 CPU 模块，功能最强的 CPU 的 RAM 存储容量为 2MB，有 8192 个位存储器位，2048 个定时器和 2048 个计数器，数字量 I/O 点最大为 65536/65536 点，模拟量 I/O 通道最大为 4096/4096 个。由于使用 Flash EPROM，CPU 断电后无需后备电池也可以长时间保持动态数据，使 S7-300 成为完全无维护的控制设备。S7-300 的 CPU 大体有 5 个系列。

(1) 标准型

表 2-1 给出了部分中央处理单元(CPU)的主要性能指标,包括存储器容量、指令执行时间、最大 I/O 点数、位存储器、计数器、定时器数量等。

表 2-1 标准型 CPU 的技术参数

CPU	312	314	315-2 DP	315-2 PN/DP	317-2 DP	317-2 PN/DP	319-3 PN/DP
集成工作存储器 RAM	32KB	128KB	256KB	348KB	1M	1M	2M
装载存储器 (MMC)	最大 8M						
位指令执行时间	0.2 μ s	0.1 μ s	0.1 μ s	0.1 μ s	0.05 μ s	0.05 μ s	0.01 μ s
浮点数指令执行时间	6 μ s	3 μ s	2 μ s	2 μ s	1 μ s	1 μ s	0.04 μ s
位存储器	256B	2048B	2048B	2048B	4096B	4096B	8192B
计数器	256	256	256	256	512	512	2048
定时器	256	256	256	256	512	512	2048
最大数字量 I/O 点数	256/256	1024/1024	16384/16384	16384/16384	65536/65536	65536/65536	65536/65536
最大模拟量 I/O 点数	64/64	256/256	1024/1024	1024/1024	4096/4096	4096/4096	4096/4096
最大机架/模块数	1/8	4/32	4/32	4/32	4/32	4/32	4/32
内置/经 CP 的 DP 接口数	0/4	0/4	1/4	1/4	2/4	1/4	2/4
实时时钟	—	内置	内置	内置	内置	内置	内置

CPU312 是适合于全集成自动化(TIA)的基本型 PLC,多用于中等处理速度要求的小规模应用场合。

CPU314 可以装载中等规模的程序,并具有中等的指令执行速度。CPU314 内置 128 KB 的 RAM,可用存储卡扩充装载存储器,最大容量可为 8MB。最大可扩展 2048 点数字量 I/O 或 256 路模拟量通道。CPU314 内装硬件实时时钟。

CPU315-2DP 是具有中到大容量程序存储器和 PROFIBUS-DP 主/从接口的 CPU,它用于包括分布式及集中式 I/O 的任务中。CPU315-2DP 内置 256KB 的工作存储器(RAM),可用存储卡扩充装载存储器,最大容量为 8MB,最大可扩展 16384/16384 点数字量或 1024/1024 个模拟量通道。CPU315-2DP 是带现场总线 PROFIBUS-DP 接口的 CPU 模块,内置实时时钟。

CPU315-2DP 和 CPU315-2PN/DP 的参数基本相同,CPU317-2DP 和 CPU317-2PN/DP 的参数基本相同,其区别在于后者的第二个接口是 PROFINET(PN)接口,因此,后者可以作为 PROFINET 里的 IO 控制器,既带 DP 口,又带 PROFINET 接口。

CPU319-3PN/DP 是具有智能技术/运动控制功能的 CPU,是 S7-300 系列性能最高的 CPU,它集成了 3 个通信接口,即:

- 1 个 MPI/PROFIBUS DP 的共用接口;
- 1 个纯 PROFIBUS DP 接口;
- 1 个 PROFINET 接口。

除了具有高性能,该 CPU 还提供了以下新功能:PROFIBUS 接口的时钟同步,可连接 256 个 I/O 设备,扩展开放通信。

(2) 紧凑型

紧凑型 S7-300 C-CPU 是在集成型 CPU 基础上推出的功能更强、结构更加紧凑的 CPU 模板。一共有 6 种:CPU312C、CPU313C、CPU313C-2PtP、CPU313C-2DP、CPU314C-2PtP、CPU314C-2DP(见表 2-2)。都采用集成的数字量 I/O,CPU313C、CPU314C-2PtP 和 CPU314C-

2DP 还集成有模拟量 I/O。它们还集成的高速计数、频率测量、脉冲输出、闭环控制及定位等功能。除了 CPU312C 外，都有硬件实时时钟。

表 2-2 紧凑型 CPU 的技术参数

CPU	312C	313C	313C-2 PtP	313C-2DP	314C-2 PtP	314C-2DP
集成工作存储器 RAM	64KB	128KB	128KB	128KB	192KB	192KB
装载存储器 (MMC)	最大 8M					
位指令执行时间	0.2μs	0.1μs	0.1μs	0.1μs	0.1μs	0.1μs
浮点数指令执行时间	6μs	3μs	3μs	3μs	3μs	3μs
位存储器	128B	256B	256B	256B	256B	256B
计数器	256	256	256	256	256	256
定时器	256	256	256	256	256	256
集成 DI/DO	10/6	24/16	16/16	16/16	24/16	24/16
集成 AI/AO	-	4+1/2	-	-	4+1/2	4+1/2
最大机架/模块数	1/8	4/31	4/31	4/31	4/31	4/31
计数通道数/最高频率	2/10kHz	3/30kHz	3/30kHz	3/30kHz	4/60kHz	4/60kHz
通信接口	MPI	MPI	MPI/PtP	MPI/DP	MPI/PtP	MPI/DP
实时时钟	-	内置	内置	内置	内置	内置

(3) 运动控制型

运动控制型 S7-300 T-CPU 目前包括 CPU315T-2DP 和 CPU317T-2DP 两种，分别具有标准型 CPU315-2DP 和 CPU317-2DP 的全部功能。主要用于对 PLC 性能及运动控制功能具有较高要求的设备。可实现准确单轴定位控制，还能完成复杂的同步运动控制。使用标准编程语言，且可方便调用 STEP7 中运动控制库的功能块。

(4) 故障安全型

故障安全型 S7-300 F-CPU 是西门子公司推出的具有更高可靠性的 CPU 模板，控制过程中可直接关闭某些输出，进而减少对人和环境的危害。安全功能由用户程序和故障安全 I/O 模块 (F 模块) 实现。可通过内置的 PROFIBUS DP 接口与分布式故障安全 I/O 模块进行通信连接，也可以集中式连接 ET200M 故障安全型 I/O 模块，从而组成故障安全型自动化系统，不需要对故障 I/O 进行额外的布线。也可以使用标准模块，满足与安全无关的应用。目前在 S7-300 系列中主要有 CPU315F-2DP、CPU315F-2PN/DP、CPU317F-2DP、CPU317F-2PN/DP 和 CPU319F-3PN/DP 五种。

2. CPU 模块的面板

S7-300 系列 PLC CPU 模块的面板上有状态和故障指示 LED、模式选择开关和通信接口等 (见图 2-6)。大多数 CPU 还有后备电池盒，存储器卡插座可以插入多达数兆字节的 Flash EPROM 微存储器卡 (简称 MMC)，用于掉电后程序和数据的保存。

(1) 状态与故障指示灯 LED

CPU 模块面板上 LED (发光二极管) 的意义如下：

SF：系统出错/故障指示，红色，该 LED 指示灯亮的原因有：CPU 硬件故障，固件故障，编程出错，参数设

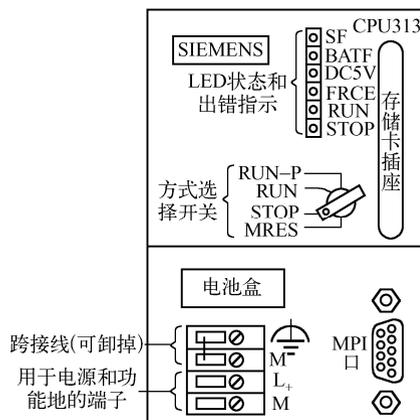


图 2-6 CPU313 的面板

置出错, 算术运算出错, 定时器出错, 存储卡故障(只在 CPU313 和 CPU314 上), 电池故障或电源接通时无后备电池(只用于 CPU313 和 CPU314 上), 外部 I/O 故障或错误。可通过编程装置读出诊断缓冲器中的内容, 以确定故障/错误的具体原因。

BATF: 电池故障指示, 红色, 电池电压低或没有电池时亮。

DC 5V: +5V 电源指示, 绿色, CPU 和 S7-300 总线的 5V 电源正常时亮。

FRCE: 强制信号指示, 黄色, 至少有一个 I/O 被强制时亮, 部分低序号 CPU 该指示灯功能保留(未用)。

RUN: 运行方式指示, 绿色, CPU 处于 RUN 状态时亮; 重新启动时以 2Hz 的频率闪亮; HOLD 状态时以 0.5Hz 的频率闪亮。

STOP: 停止方式指示, 黄色, CPU 处于 STOP、HOLD 状态或重新启动时亮; 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。

CPU315-2DP 和 CPU316-2DP 除具有上述 6 个指示灯外, 还有另外 2 个指示灯 SF-DP 和 BUS-DP, 用于指示现场总线及 DP 接口的错误。CPU318-2DP 除具有上述指示灯外, 还有 2 个指示灯用于指示硬件或软件运行错误。

(2) CPU 运行模式的选择

CPU 有 4 种运行模式: STARTUP(启动)、RUN(运行)、HOLD(保持)和 STOP(停机)。在所有的模式中, 都可以通过 MPI 接口与其他设备通信。

STARTUP 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, 通电时自动进入该模式。

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。

HOLD 模式: 在启动和 RUN 模式下, 执行程序遇到调试用的断点时, 用户程序的执行被挂起(暂停), 定时器被冻结。

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, 可以接收全局数据和检查系统。

如图 2-6 所示, 有些 CPU 的运行模式选择开关(模式选择器)是一种钥匙开关, 操作时需要插入钥匙, 以设置 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。还可以使用多级口令来保护整个数据库, 使用户有效地保护其技术机密, 防止未经允许的复制和修改。

钥匙开关各位置的意义如下:

- **RUN-P(可编程运行方式):** CPU 扫描用户程序, 既可以用编程装置从 CPU 中读出, 也可以由编程装置装入 CPU 中。用编程装置可监控程序的运行。在此位置钥匙不能拔出。
- **RUN(运行方式):** CPU 扫描用户程序, 可以用编程装置读出并监控 PLC CPU 中的程序, 但不能改变装载存储器中的程序。在此位置可以拔出钥匙, 以防止程序在正常运行时被改变运行方式。
- **STOP(停止方式):** CPU 不扫描用户程序, 可以通过编程装置从 CPU 中读出, 也可以下载程序到 CPU。在此位置可以拔出钥匙。
- **MRES(清存储器方式):** 该位置瞬间接通, 用以清除 CPU 的存储器。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。工作存储器、RAM 装载存储器中的用户程序和地址区被清除, 全部位存储器、定时器、计数器和数据块均被删除, 即复位为零, 包括有保持功能的数据。CPU 检测硬件、初始化硬件和系统程序的参数, 系统参数、CPU 和模块的参数被恢复为默认设置, MPI(多点接口)的参数被保留。如果有快

闪存存储器卡，CPU 在复位后将它里面的用户程序和系统参数复制到工作存储区。

复位存储器按下述顺序操作：PLC 通电后将钥匙开关从 STOP 位置扳到 MRES 位置，STOP LED 指示灯熄灭 1s，亮 1s，再熄灭 1s 后保持亮。放开开关，使它回到 STOP 位置，然后又回到 MRES 位置，STOP LED 指示灯以 2 Hz 的频率至少闪动 3s，表示正在执行复位，最后 STOP LED 指示灯一直亮，可以松开模式开关。

存储器卡被取掉或插入时，CPU 发出系统复位请求，STOP LED 指示灯以 0.5 Hz 的频率闪动。此时应将模式选择开关扳到 MRES 位置，执行复位操作。

(3) 微存储器卡(MMC)

Flash EPROM 微存储器卡(MMC)用于在断电时保存用户程序和某些数据，它可以扩展 CPU 的存储容量，也可以将有些 CPU 的操作系统保存在 MMC 中，这对于操作系统的升级是非常方便的。MMC 用作装载存储器或便携式保存媒体。

如果在写访问过程中拆下 SIMATIC 微存储器卡，卡中的数据会被破坏。在这种情况下必须将 MMC 插入 CPU 中并删除它，或在 CPU 中格式化存储卡。只有在断电状态或 CPU 处于 STOP 状态时，才能取下存储卡。

(4) 电池盒

电池盒是安装后备锂电池的盒子，在 PLC 断电时，锂电池用来保证实时时钟的正常运行，并可以在 RAM 中保存用户程序和更多的数据，保存的时间为 1 年。有的低端 CPU(如 CPU312 IFM 与 CPU313)因为没有实时钟，没有配备锂电池。

(5) 通信接口

所有的 CPU 模块都有 1 个多点接口(MPI)，有的 CPU 模块有 1 个 MPI 和 1 个 PROFIBUS DP 接口，有的 CPU 模块有 1 个 MPI/DP 接口和 1 个 DP 接口。

MPI 用于 PLC 与其他西门子 PLC、PG/PC(编程器或个人计算机)、OP(操作员接口)的通信。CPU 通过 MPI 接口或 PROFIBUS DP 接口在网络上自动地广播它所设置的总线参数(即波特率)，PLC 可以自动地“挂到”MPI 网络上。

PROFIBUS DP 的传输速率最高为 12Mb/s，用于与其他西门子带 DP 接口的 PLC、PG/PC、OP 和其他 DP 主站和从站的通信。

(6) 电源接线端子

电源模块的 L1、N 端子接 AC 220V 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(参见图 2-2)。

电源模块上的 L+和 M 端子分别是 DC 24V 输出电压的正极和负极。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。

CPU 模块上的 M 端子(系统的参考点)一般是接地的，接地端子与 M 端子用短接片连接。某些大型工厂(例如化工厂和发电厂)为了监视对地的短路电流，可能采用浮动参考电位，这时应将 M 点与接地点之间的短接片去掉，可能存在的干扰电流通过集成在 CPU 中 M 点与接地点之间的 RC 电路(见图 2-7)对接地母线放电。

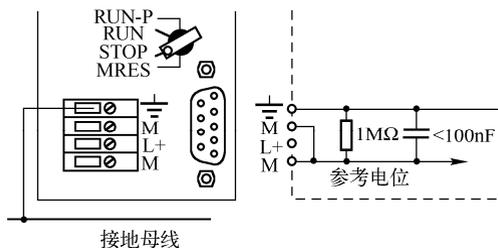


图 2-7 S7-300 的浮动参考电位

3. CPU 模块的测试和故障诊断功能

S7-300 PLC 的中央处理单元(CPU)提供了测试和故障诊断功能，通过编程装置和 STEP 7 软件可以查看这些内容。CPU 模块的测试功能包括状态变量、强制变量、状态块三种。编程器在

程序执行过程中可显示信号状态，可改变与用户程序无关的变量，输出存储器堆栈中的内容。

状态变量测试功能用于监视用户程序执行过程中所选定的过程变量的数值。它的作用是在规定的点(循环结束/开始，从 RUN 到 STOP 转变时)监视选定的过程变量(输入、输出、位存储器、定时器、计数器、数据块等)。

状态块测试功能与状态变量测试功能的作用类似，只是监视的对象不同。状态块用来监视一个和程序顺序有关的块，以支持启动和故障诊断。状态块提供了在指令执行中监视某一内容的可能性，如累加器、地址寄存器、状态寄存器、DB 寄存器等。

强制变量测试功能可以给所选定的过程变量强制赋值，强制改变用户程序的执行条件。它的作用是在规定的点(循环结束/开始，从 RUN 到 STOP 转变时)给选定的过程变量赋值。同样地，可强制改变用户程序的执行条件。

2.2.2 I/O 模块

I/O 模块又称为信号模块(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 PLC 的输入/输出模块的外部接线接在插入式的前连接器的端子上，前连接器插在前盖后面的凹槽内。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 指定模块的地址。

1. 数字量模块

(1) 数字量输入模块 SM 321

数字量输入模块将现场送来的数字“1”信号电平转换成 S7-300 内部信号电平。数字量输入模块有直流输入方式和交流输入方式。对现场输入元件，仅要求提供开关触点即可。输入信号进入模块后，一般都经过光电隔离和滤波，然后才送至输入缓冲器等待 CPU 采样。采样时，信号经背板总线至输入映像区。

输入电路中一般设有 RC 滤波电路，以防止由于输入触点抖动或外部干扰脉冲引起的错误输入信号，输入电流一般为毫安级。

图 2-8 和图 2-9 是数字量输入模块的内部电路和外部接线图，图中只画出了一路输入电路，M 和 N 是同一输入组内各输入信号的公共点。当图 2-8 中的外接触点接通时，光电耦合器中的发光二极管点亮，光敏三极管饱和导通；外接触点断开时，光电耦合器中的发光二极管熄灭，光敏三极管截止，信号经背板总线接口传送给 CPU 模块。

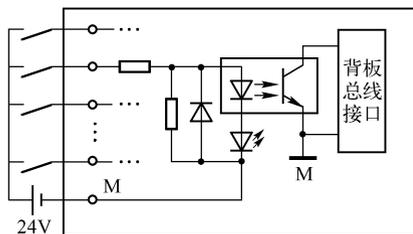


图 2-8 数字量直流输入模块

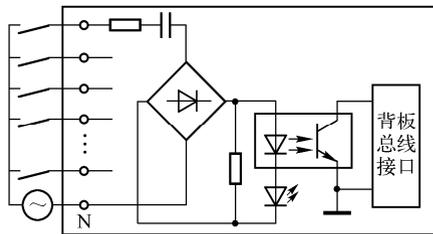


图 2-9 数字量交流输入模块

交流输入模块的额定输入电压为 AC 120 V 或 230 V。在图 2-9 中用电容隔离输入信号中

的直流成分，用电阻限流，交流成分经桥式整流电路转换为直流电流。外接触点接通时，光电耦合器中的发光二极管和显示用的发光二极管点亮，光敏三极管饱和导通。外接触点断开时此光电耦合器中的发光二极管熄灭，光敏三极管截止，信号经背板总线接口传送给 CPU 模块。

直流输入电路的延迟时间较短，可以直接与接近开关、光电开关等电子输入装置连接，DC 24V 是一种安全电压。如果信号线不是很长，PLC 所处的物理环境较好，电磁干扰较轻，应优先考虑选用 DC 24V 的输入模块。

数字量输入模块可以直接连接两线式接近开关(BERO)，两线式 BERO 的输出信号为零时，其输出电流(漏电流)不为零。在选型时应保证两线式 BERO 的漏电流小于输入模块允许的静态电流，否则将会产生错误的输入信号。

数字量模块的输入/输出电缆最大长度为 1000 m(屏蔽电缆)或 600 m(非屏蔽电缆)。

SM 321 有四种型号模块可供选择，即直流 16 点、直流 32 点、交流 16 点、交流 8 点输入模块。SM 321 的技术特性见表 2-3。模块的每个输入点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，二极管点亮。

表 2-3 SM 321 的技术特性

SM 321 模块	直流 16 点输入模块	直流 32 点输入模块	交流 16 点输入模块	交流 8 点输入模块
输入点数	16	32	16	8
额定负载电压 L+	24 V DC	24 V DC	—	—
负载电压范围	20.4 ~ 28.8 V	20.4 ~ 28.8 V	—	—
额定输入电压	24 V DC	24 V DC	120 V AC	120/230 V AC
额定输入电压“1”范围	13~30 V	13~30 V	79~132 V	79~264 V
额定输入电压“0”范围	-3~5 V	-3~5 V	0~20 V	0~40 V
输入电压频率	—	—	47~63 Hz	47~63 Hz
与背板总线隔离方式	光耦	光耦	光耦	光耦
输入电流(“1”信号)	7 mA	7.5 mA	6 mA	6.5/11 mA
最大允许静态电流	15 mA	15 mA	1 mA	2 mA
典型输入延迟时间	1.2 ~ 4.8 mA	1.2 ~ 4.8 mA	25 mA	25 mA
消耗背板总线最大电流	25 mA	25 mA	16 mA	29 mA
消耗 L+最大电流	1 mA	—	—	—
功率损耗	3.5 W	4 W	4.1 W	4.9 W

(2) 数字量输出模块 SM322

SM 322 将 S7-300 内部信号电平转换成过程所要求的外部信号电平，同时有隔离和功率放大的作用。可直接用于驱动电磁阀、接触器、小型电动机、灯和电动机启动器等，输出电流的典型值为 0.5~2A，负载电源由外部现场提供。

按负载回路使用的电源不同，它可分为直流输出模块、交流输出模块和交直流两用输出模块。

按输出开关器件的种类不同，它又可分为晶体管输出方式、可控硅输出方式和继电器触点输出方式。晶体管输出方式的模块只能带直流负载，属于直流输出模块；可控硅输出方式属于交流输出模块；继电器触点输出方式的模块属于交直流两用输出模块。从响应速度上看，晶体管响应最快，继电器响应最慢；从安全隔离效果及应用灵活性角度来看，以继电器触点输出型最佳。

图 2-10 是晶体管或场效应晶体管输出电路，只能驱动直流负载。输出信号经光电耦合器送至输出元件。输出元件的饱和导通状态和截止状态相当于触点的接通和断开。这类输出电路的延迟时间小于 1ms。

图 2-11 是可控硅输出电路，小框内的光敏晶闸管和小框外的双向晶闸管等组成固态继电器(SSR)。SSR 的输入功耗低，输入信号电平与 CPU 内部的电平相同，同时又实现了隔离，并且有一定的带负载能力。梯形图中某一输出点为 1 状态时，其线圈“通电”，光敏晶闸管中的发光二极管点亮，光敏双向晶闸管导通，使另一个容量较大的双向晶闸管导通，模块外部的负载得电工作。图 2-11 中的 RC 电路用来抑制晶闸管的关断过电压和外部的浪涌电压。这类模块只能用于交流负载，因为是无触点开关输出，其开关速度快，工作寿命长。

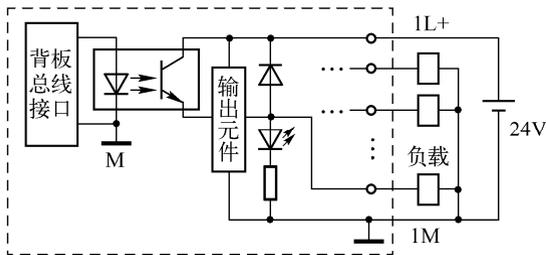


图 2-10 晶体管输出电路

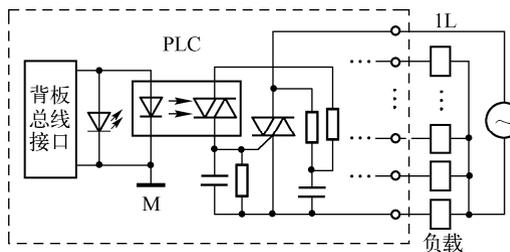


图 2-11 可控硅输出电路

双向晶闸管由关断变为导通的延迟时间小于 1 ms，由导通变为关断的最大延迟时间为 10 ms(工频半周期)。如果因负载电流过小晶闸管不能导通，可以在负载两端并联电阻。

图 2-12 是继电器输出电路，某一输出点为 1 状态时，梯形图中的线圈“通电”，通过背板总线接口和光电耦合器，使模块中对应的微型硬件继电器线圈通电，其常开触点闭合，使外部的负载工作。输出点为 0 状态时，梯形图中的线圈“断电”，输出模块中的微型继电器的线圈也断电，其常开触点断开。

晶体管型输出模块没有反极性保护措施，输出具有短路保护功能，适用于驱动电磁阀和直流接触器。

继电器输出模块的额定负载电压范围较宽，直流可以从 24V 到 120V，交流可以从 48V 到 230V，继电器触点容量与负载电压有关，电压越高，触点容量越低。当电源切断后约 200ms 内电容器仍蓄有能量，在这段时间内用户程序还可以暂时使继电器动作。

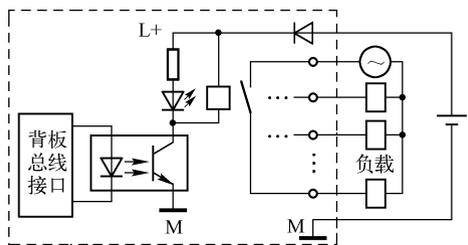


图 2-12 数字量继电器输出电路

可控硅输出模块上的红色 LED 用于指示故障或错误，当用于输出短路保护的保险丝熔断或负载电源一端(L1/N)没接时可使 LED 变红。为了进行逻辑运算或者扩大输出功率，可以将同一组内的两个点并联输出。该模块适用于驱动交流电磁阀、接触器、电机启动器和信号灯。

SM 322 有多种型号输出模块可供选择，其技术特性见表 2-4。模块的每个输出点有一个绿色发光二极管显示输出状态，输出逻辑“1”时，二极管点亮。

在选择数字量输出模块时，应注意负载电压的种类和大小、工作频率和负载的类型(电阻性、电感性负载、机械负载或白炽灯)。除了每一点的输出电流外，还应注意每一组的最大输出电流。此外，因每个模块的端子共地情况不同，还要考虑现场输出信号负载回路的供电情况。例如，现场需输出 4 点信号，但每点用的负载回路电源不同，此时 8 点继电器输出模块将

是最佳的选择，选用别的输出模块将增加模块的数量。

表 2-4 SM322 的技术特性

SM 322 模块		16 点晶体管	32 点晶体管	16 点可控硅	8 点晶体管	8 点可控硅	8 点继电器	16 点继电器
输出点数		16	32	16	8	8	8	16
额定电压		24 V DC	24 V DC	120 V DC	24 V DC	120/230 V AC	—	—
额定电压范围		20.4~28.8V DC	20.4~28.8V DC	93 ~ 132 V AC	20.4~28.8V DC	93~ 264 V AC	—	—
与总线隔离方式		光耦	光耦	光耦	光耦	光耦	光耦	光耦
最大输出电流	“1” 信号	0.5 A	0.5 A	0.5 A	2 A	1 A	—	—
	“0” 信号	0.5 mA	0.5 mA	0.5 mA	0.5 mA	2 mA	—	—
最小输出电流 (“1” 信号)		5 mA	5 mA	5 mA	5 mA	10 mA	—	—
触点开关容量		—	—	—	—	—	2 A	2 A
触点开关频率	阻性负载	100 Hz	100 Hz	100 Hz	100 Hz	10 Hz	2 Hz	2 Hz
	感性负载	0.5 Hz	0.5 Hz	0.5 Hz	0.5 Hz	0.5 Hz	0.5 Hz	0.5 Hz
	灯负载	100 Hz	100 Hz	100 Hz	100 Hz	1 Hz	2 Hz	2 Hz
触点使用寿命		—	—	—	—	—	10 ⁶ 次	10 ⁶ 次
短路保护		电子保护	电子保护	熔断保护	电子保护	熔断保护	—	—
诊断		—	—	红色 LED 指示	—	红色 LED 指示	—	—
电流消耗	总线							
	从 L ₊	120 mA	200 mA	3 mA	60 mA	2 mA	—	—
功率损耗		4.9 W	5 W	9 W	6.8 W	8.6 W	2.2 W	4.5 W

(3) 数字量输入/输出模块 SM323

SM323 有两种类型，一种是带有 8 个共地输入端和 8 个共地输出端，另一种是带有 16 个 (8 点 1 组) 共地输入端和 16 个 (8 点 1 组) 共地输出端，两种特性相同。输入、输出的额定电压均为 DC 24V，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电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 1.2~4.8 ms。

(4) 仿真模块 SM374

SM374 可以仿真 16 点输入、16 点输出、8 点输入和 8 点输出的数字量模块。仿真模块没有列入 S7 组态工具的模块目录中，即 S7 的结构不承认仿真模块的工作方式，但组态时可以填入被仿真模块的代号。例如，组态时若 SM374 仿真 16 点输入的模块，就填入 16 点数字量输入模块的代号：6ES7 321-1BH00-0AA00；若 SM374 仿真 16 点输出的模块，就填入 16 点数字量输出模块的代号：6ES7324-1BH00-0AA00。SM374 面板上有 16 个开关，用于输入状态的设置，还有 16 个绿色 LED，用于指示 I/O 状态。使用 SM374 后，PLC 应用系统的模拟调试变得简单而方便。

(5) 占位模块 DM370

DM370 的主要作用是给数字量模块保留一个插槽，这样设计的 PLC 应用系统就有更大的灵活性和适应性。在一个应用系统中，如果用另一块 S7-300 模块代替占位模块，则整个配置的机械布局和地址的设置保持不变。DM370 的面板上有一设定开关，开关在 NA 位置时，占位模块为接口模块保留物理位置，但不保留此槽口的地址；开关在 A 位置时，占位模块为信号模块既保留物理位置又保留槽口地址，此时，必须用 STEP 7 软件的组态工具给此占位模块赋参数。

2. 模拟量模块

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(例如气体中的含氧量)和频率等；有的是强电电量，例如电动机组的电流、电压、有功功率和无功功率、功率因数等。

(1) 模拟量值的表示方法

S7-300 的 CPU 用 16 位二进制补码定点数来表示模拟量值。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，相当于将实际的模拟值乘以 8。

表 2-5 给出了模拟量输入模块的模拟量值与模拟量之间的对应关系，模拟量量程的上、下限($\pm 100\%$)分别对应于十六进制模拟量值 6C00H 和 9400H(H 表示十六进制数)。

表 2-5 模拟量输入模块的模拟量值与模拟量的对应关系

范围	双 极 性						单 极 性					
	百分比 (%)	十进制数	十六进制数 (H)	$\pm 5V$ (V)	$\pm 10V$ (V)	$\pm 20mA$ (mA)	百分比 (%)	十进制数	十六进制数 (H)	0~10V (V)	0~20mA (mA)	4~20mA (mA)
上溢出	118.515	32767	7FFF	5.926	11.852	23.70	118.515	32767	7FFF	11.852	23.70	22.96
超出范围	117.589	32511	7EFF	5.879	11.759	23.52	117.589	32511	7EFF	11.759	23.52	22.81
正常范围	100.000	27648	6C00	5	10	20	100.000	27648	6C00	10	20	20
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	-100.000	-27648	9400	-5	-10	-20						
低于范围	-117.593	-32512	8100	-5.879	-11.759	-23.52	-17.593	-4864	ED00		-3.52	1.185
下溢出	-118.519	-32768	8000	-5.926	-11.851	-23.70						

模拟量输入模块在模块通电前或模块参数设置完成后第一次转换之前，或上溢出时，其模拟量值为 7FFFH，下溢出时模拟量值为 8000H。上下溢出时 SF 指示灯闪烁，有诊断功能的模块可以产生诊断中断。

模拟量输入模块用于将模拟量信号转换为 CPU 内部处理用的数字信号，其主要组成部分是 A/D 转换器。模拟量输入模块的输入信号一般是模拟量变送器输出的标准直流电压、电流信号。SM 331 也可以直接连接不带附加放大器的温度传感器(热电偶或热电阻)，这样可以省去温度变送器，不但节约了硬件成本，控制系统的结构也更加紧凑。

(2) 模拟量输入模块 SM 331

模拟量输入(简称模入, AI)模块 SM331 目前有多种规格型号, 如 $8AI \times 12$ 位模块、 $2AI \times 12$ 位模块和 $8AI \times 16$ 位模块, 分别为 8 通道的 12 位模拟量输入模块、2 通道的 12 位模拟量输入模块、8 通道的 16 位模拟量输入模块。它们除了通道数和转换精度不一样外, 其工作原理、性能、参数设置等都一样。

SM 331 中的各个通道可以分别使用电流输入或电压输入, 并选用不同的量程(量程的设置可通过量程卡来设置; 没有量程卡的模块, 通过不同的端子接线方式设置。), 有多种分辨率可供选择(9~15 位+符号位, 与模块有关), 分辨率不同转换时间也不同。模拟量转换是顺序执行的, 每个模拟量通道的输入信号是被依次轮流转换的。

SM 331 的原理框图如图 2-13 所示。SM 331 模块主要由 A/D 转换器(ADC)、多路开关、补偿电路、内部电源、光电隔离部件和逻辑电路等组成。

其 8 个模拟量输入通道公用一个 A/D 转换器, 通过多路开关切换被转换的通道, 模拟量输入模块各输入通道的 A/D 转换和转换结果的存储与传送是顺序进行的。各个通道的转换结果被保存到各自的存储器, 直到被下一次的转换值覆盖。可以用装入指令“L PIW...”来访问转换的结果。

通道的转换时间由基本转换时间和模块的电阻测试和断线监控时间组成, 基本转换时间取决于模拟量输入模块的转换方法(例如积分法和瞬时值转换法)。对于积分转换法, 积分时间直接影响转换时间, 积分时间可在 STEP 7 中设置。

某一通道从开始转换模拟量输入值起, 一直持续到再次开始转换的时间称为 AI 模块的循环时间, 它是模块中所有被激活的模拟量输入通道的转换时间的总和。实际上, 循环时间是对外部模拟量信号的采样间隔。为了缩短循环时间, 应该使用 STEP 7 组态工具屏蔽掉不用的模拟量通道, 同时应在硬件上将未用的通道的输入端短路, 从而使其不占用循环时间。

SM331 的每两个输入通道构成一个输入通道组, 可以按通道组任意选择测量方法和测量范围。模块上需接 DC 24V 的负载电压 L+, 有反接保护功能; 对于变送器或热电偶的输入具有短路保护功能。模块与 S7-300 CPU 及负载电压之间是光电隔离的。

为了减少电磁干扰, 传送模拟信号时应使用双绞线或屏蔽电缆, 电缆的屏蔽层应两端接地。如果电缆两端存在电位差, 将会在屏蔽层中产生等电位线连接电流, 造成对模拟信号的干扰。在这种情况下, 应将电缆的屏蔽层一点接地。

① 带隔离的模拟量输入模块

一般情况下 CPU 的接地端子与 M 端子用短接片相连。带隔离的模拟量输入模块的测量电流参考点 M 及 M_{ANA} (见图 2-13)与 CPU 模块的 M 端子之间没有电气连接。

如果测量电流参考点 M_{ANA} 和 CPU 的 M 端存在电位差 U_{ISO} , 则必须选用带隔离的模拟量输入模块。通过在 M_{ANA} 端子和 CPU 的 M 端子之间使用一根等电位连接导线, 可以确保 U_{ISO} 不会超过允许值。

② 不带隔离的模拟量输入模块

在 CPU 的 M 端子和不带隔离的模拟量输入模块的测量电流参考点 M_{ANA} 之间, 必须建立电气连接。否则这些端子之间的电位差会破坏模拟量信号。在输入通道的测量线负端 M-和模拟量测量电路的参考点 M_{ANA} 之间只会发生有限的电位差 U_{CM} (共模电压)。为了防止超过允许值, 应根据传感器的接线情况, 采取相应的措施。

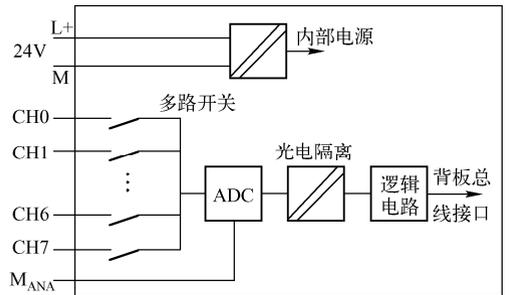


图 2-13 SM331 的原理框图

③ 连接带隔离的传感器

带隔离的传感器不与本地接地电位连接(M 为本地接地端子),在不同的带隔离的传感器之间会引起电位差,这些电位差可能是由于干扰或传感器的布局造成的。在具有强烈电磁干扰的环境中运行时,为了防止超过 U_{CM} 的允许值,建议将测量线的负端 M-与 M_{ANA} 连接。在连接用于电流测量的两线式变送器、阻性传感器和未使用的输入通道时,禁止将 M-连接至 M_{ANA} 。

④ 连接不带隔离的传感器

使用不带隔离的传感器时,必须将 M_{ANA} 连接至本地接地。

由于本地条件或干扰信号,在本地分布的各个测量点之间会造成静态或动态电位差 E_{CM} 。如果 E_{CM} 超过允许值,必须用等电位连接导线将各测量点的负端 M-连接起来。

如果将不带隔离的传感器连接到有光电隔离的模块,则 CPU 既可以在接地模式下运行(M_{ANA} 与 M 点相连),也可以在不接地模式下运行。

如果将不带隔离的传感器连接到不带隔离的输入模块,则 CPU 只能在地模式下运行。必须用等电位连接导线将各测量点的负端 M-连接后,再与接地母线相连。

不带隔离的双线变送器和不带隔离的阻性传感器不能与不带隔离的模拟量输入模块一起使用。

(3) 模拟量输出模块 SM 332

模拟量输出(简称模出, AO)模块 SM 332 用于将 CPU 送给它的数字信号转换为成比例的电流信号或电压信号,对执行机构进行调节或控制,其主要组成部分是 D/A 转换器(DAC),如图 2-14 所示。可以用传送指令“TPQW...”向模拟量输出模块写入要转换的数值。

S7-300 的 AO 模块 SM332 有多种不同型号,如 4AO×12 位模块、2AO×12 位模块和 4AO×16 位模块,分别为 4 通道的 12 位模拟量输出模块、2 通道的 12 位模拟量输出模块、4 通道的 16 位模拟量输出模块。

模拟量输出模块未通电时输出一个 0mA 或 0V 的信号。在 RUN 模式下,模块有 DC 24V 电源,且在参数设置之前,将输出前一数值。当进入 STOP 模式、模块有 DC 24V 电源时,可以选择不输出电流、电压,保持最后的输出值或采用替代值。在上、下溢出时,模块的输出值均为 0mA 或 0V。

AO 模块的转换时间包括内部存储器传送数字化输出值的时间和 D/A 转换的时间,模拟量输出各通道的转换是顺序进行的。

AO 模块的循环时间是所有被激活模拟量输出通道的转换时间的总和。应关闭未使用的模拟量通道,以减小循环时间。

AO 模块的响应时间是一个比较重要的指标,响应时间就是在内部存储器中出现数字量输出值开始到模拟输出达到规定值所用时间的总和。它和负载特性有关,负载不同(容性、阻性和感性负载),响应时间也不一样。

SM 332 的额定负载电压均为 DC 24 V;模块与背板总线和负载电压均有光电隔离,使用屏蔽电缆时最大距离为 200 m;都有短路保护,短路电流最大 25 mA,最大开路电压 18V;每个通道都可单独编程为电压输出或电流输出,输出精度为 12 位。

使用 STEP 7 组态工具或 SFC 系统功能调用,可以设定诊断中断允许、输出诊断、输出类型、输出范围及 L+掉电或模块故障后的替代值等参数。输出模块的一个通道组即一个通道,

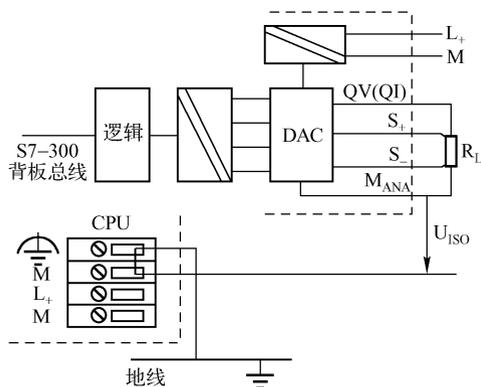


图 2-14 模拟输出模块(与负载连接)