

完全精通

西门子 S7-300/400 PLC

刘美俊 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

完全精通

西门子S7-300/400 PLC

刘美俊 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容提要

本书取材新颖, 语言流畅, 叙述清晰, 紧密联系工程实际, 便于读者理解, 本书还精心编写了大量的例题及其实现程序, 而且每个程序都在 PLC 上作了验证或仿真实验, 是一本比较全面、系统介绍西门子 S7 系列 PLC 的好书。

本书内容包括基础理论与工程设计及应用两部分。基础理论部分包括 S7 - 300/400 PLC 硬件、组态方法、网络通信、程序结构、指令系统及程序设计方法, 组态软件 WinCC 的使用方法等; 工程设计及应用部分包括闭环控制的实现、PLC 控制工程实例等。

本书既可作为从事工业自动化相关工作的技术人员阅读和培训使用, 也可作为大专院校自动化、电气工程和机电一体化等专业的教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

完全精通西门子 S7 - 300/400 PLC / 刘美俊编著. —北京: 中国电力出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5123 - 6425 - 7

I. ①完… II. ①刘… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 217449 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 [http: //www. cepp. sgcc. com. cn](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 12 月第一版 2014 年 12 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 24. 125 印张 595 千字

印数 0001—3000 册 定价 49. 80 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

SIMATIC S7 系列可编程控制器 (PLC) 是西门子公司全集成自动化系统中的控制核心, 是其产品集成性和开放性的重要体现。它将先进控制思想、现代通信技术和 IT 技术的最新发展集于一身; 在 CPU 运算速度、程序执行效率、故障自诊断、联网通信、面向控制工艺和运动对象的功能集成, 以及实现故障安全的容错与冗余技术等方面都取得了公认的成就。特别是 PROFIBUS 已成为全球公用的工业现场总线标准的主导者, 同时新一代工业以太网标准 PROFINET 的提出, 为以太网在工业领域更大范围的应用提供了技术保障。依赖集成统一的通信, S7-300/400 系列 PLC 在实现车间级、工厂级、企业级乃至全球企业链的生产控制与协同管理中起到中坚作用。

本书以 S7-300/400 系列 PLC 为主线, 以 STEP7 编程系统为平台, 结合西门子 WinCC 组态软件, 系统地介绍了 PLC 的基础理论、编程方法以及在工业上的应用等知识。新颖、实用、易读易学是本书的宗旨, 全书注重基础理论与工程实践相结合, 把 PLC 控制系统设计新思想、新方法及其工程实例融合其中, 便于读者在学习过程中较好地掌握 PLC 理论基础知识 and 工程应用技术。同时为便于读者理解, 本书还精心编写了大量的例题及其实现程序, 而且每个程序都在 PLC 上作了验证或仿真实验。

本书内容包括基础理论与工程设计及应用两部分, 共 4 篇 8 章, 第 1、2 章讲述 S7-300/400 系列 PLC 的硬件组成及组态方法; 第 3、4 章重点介绍 S7-300/400 PLC 的指令系统, 结构化编程、用户程序的组织结构, 并通过众多示例和大型案例给出了程序设计方法方法, 具有极高的实用价值; 第 5 章阐述 PLC 模拟量处理与闭环控制; 第 6 章介绍 S7-300/400 PLC 的通信网络, 包括工业以太网、PROFIBUS-DP 总线以及 AS-I 网络, 通过实例说明 PLC 的组网方法; 第 7 章介绍 WinCC 组态软件的使用方法; 第 8 章介绍典型工程应用案例。

本书重点突出, 层次分明, 注重知识的系统性、针对性和先进性; 注重理论与实践联系, 培养工程应用能力, 内容较多取自生产一线, 面向广大工程技术人员, 兼有普遍性和具体性; 写作上力求精练, 言简意赅, 便于读者理解。

本书在编写过程中, 得到了刘天任、吴燕、练伟、刘爱禹、李群、丁明珠、杨明坤、刘群、石基、刘景俊、凌江南等同志的支持和帮助, 编写时参考和引用了国内外许多专家、学者最新发表的论文和著作, 参考了西门子的技术资料, 在此一并致谢。

由于作者水平有限, 书中难免存在错误和不妥, 热情欢迎广大读者批评指正。

作者

2014 年 10 月

目 录

前言

第一篇

S7-300/400 PLC 硬件组态

1

第 1 章 S7-300 PLC 硬件入门	5
1.1 S7-300 PLC 的技术特性	5
1.2 S7-300 PLC 的信号模块	15
1.3 电源模块	34
1.4 通信及功能模块	35
1.5 人机操作界面 (HMI) 与分布式 I/O	43
1.6 硬件模块的安装与编址	46
1.7 在 STEP 7 中组态 S7-300 PLC	50
第 2 章 S7-400 PLC 硬件入门	62
2.1 S7-400 PLC 简介	62
2.2 电源模块及 CPU 模块	69
2.3 输入/输出及功能模块	76
2.4 通信及接口模块	83
2.5 S7-400H 容错系统	86
2.6 S7-400 PLC 的扩展	87

第二篇

S7-300/400 PLC 编程基础

97

第 3 章 S7-300/400 PLC 的指令系统	98
3.1 S7-300/400 PLC 的资源概述	98
3.2 S7-300/400 PLC 的编程基础	104
3.3 位逻辑指令	115
3.4 定时器与计数器指令	126
3.5 数据处理指令	137
3.6 数学运算指令	146

3.7 控制指令·····	161
第4章 S7-300/400 PLC 的结构化编程 ·····	175
4.1 概述·····	175
4.2 功能块与功能的调用·····	180
4.3 数据块·····	186
4.4 结构化程序设计·····	193
4.5 使用有参功能的结构化程序设计方法·····	207
4.6 组织块与中断处理·····	210
第5章 模拟量处理与闭环控制 ·····	226
5.1 模拟量处理概述·····	226
5.2 闭环控制与 PID 控制器 ·····	230
5.3 模拟量程序设计实例·····	236

第三篇

工业通信网络与WinCC组态软件 | 251

第6章 S7-300/400 PLC 的通信网络 ·····	253
6.1 工业通信网络概述·····	253
6.2 MPI 通信 ·····	259
6.3 PROFIBUS 现场总线 ·····	264
6.4 工业以太网技术·····	305
6.5 PROFINET 简介 ·····	319
第7章 WinCC 组态软件 ·····	325
7.1 组态软件概述·····	325
7.2 建立项目·····	331
7.3 组态变量记录·····	341

第四篇

S7-300/400 PLC 的工程应用 | 347

第8章 西门子 PLC 控制系统设计与开发 ·····	348
8.1 矿井提升机 PROFIBUS-DP 现场总线控制系统设计 ·····	348
8.2 基于 PROFIBUS 总线的钢铁生产脱硫喷吹控制系统设计与开发 ···	353
8.3 基于 S7-300 PLC 的液压粉尘成型机设计 ·····	359
8.4 S7-300 PLC 在碱回收蒸发控制系统中的应用·····	364
8.5 S7-300 PLC 在造纸机控制系统中的应用·····	369
8.6 基于西门子 S7-300 PLC 的纺织厂温湿度监控系统设计 ·····	372
8.7 基于 PLC 的污水处理控制系统 ·····	376
参考文献 ·····	380

完全精通西门子S7-300/400 PLC

01

第一篇

S7-300/400 PLC 硬件组态



德国西门子公司是世界上较早研制和生产 PLC 产品的主要厂家之一,其产品具有多种型号,以适应各种不同的应用场合,有适合于起重机械或各种气候条件的坚固型,也有适用于狭小空间具有高处理性能的密集型,有的运行速度极快且具有优异的扩展能力。它包括从简单的小型控制器到具有过程计算机功能的大型控制器,可以配置各种 I/O 模块、编程器、过程通信和显示部件等。西门子公司的 PLC 发展到现在已有很多系列产品,如 S5、S7、C7、M7 系列等,其中 S7 系列 PLC 是在 S5 系列基础上研制出来的,它由 S7-200、S7-300/400、S7-1200 PLC 等组成。

1. S7-200 PLC

微型 S7-200 PLC 结构紧凑、价格低廉,适用于小型的自动化控制系统。其指令处理时间短,减少了循环时间,高速计数器使其可应用于更广泛的领域,高速中断处理能分别响应各种过程事件;对性能的扩展提供了模块化的扩展能力,用于控制步进电动机的脉冲输出,同样可用于脉宽调制,为快速方便地解决最复杂问题提供高效的指令集。此外,附加性能有:点对点接口 (PPI) 支持编程,操作员接口与串行设备接口,用户界面友好的 STEP 7 Micro/DOS 软件和高效的编程器简化了编程,三级口令用于保护用户程序,TD200 和 CO-ROS 操作员面板提供了简单的人机接口功能。

2. S7-300 PLC

模块化 S7-300 PLC 适用于快速的过程处理或对数据处理能力有特别要求的中小型自动化控制系统。它具有以下特点:高速的计算能力、完整的指令集、多点接口 (MPI) 和通过 SINEC LAN 进行联网的能力;内置多种功能,具有综合诊断能力,简便的连接系统和无限的插入模块组态,使系统组态处理更加方便;同时高性能模块和多种 CPU 为各种各样的需求提供了合适的解决方案;模块扩展能力最多可增加到 3 个扩展基架 (ER),极高的安装密度,背板总线安装在每个模块中,预先接线系统 (TOP 接线),减少了所需空间和费用,同时为连接 SIMATIC 系列各种部件提供了接口,它具有对用户友好的 STEP 7 编程软件和功能强大的编程器。此外,S7-300 PLC 具有如下的显著特点:

(1) 循环周期短、指令处理快。 $0.1\sim 0.6\mu\text{s}$ 的指令处理时间在中低性能要求范围内开辟了全新的应用领域。

(2) 指令功能强大,可用于复杂功能。

(3) 产品设计紧凑,可用于空间有限的场合;模块化的结构,适合于密集安装。

(4) 不同档次的 CPU 及各种功能的扩展模块,可根据实际需要进行选择。

(5) CPU 的智能化诊断系统连续监控系统的功能是否正常,记录错误和特殊的系统事件 (例如超时、模块更换等)。

(6) 多级口令保护可以高度、有效地保护技术机密,防止未经允许的复制和修改。模式选择开关像钥匙一样,当拔出时,不能改变操作方式,以防止非法删除或改写用户程序。

3. S7-400 PLC

极具通信能力的 S7-400 PLC 适于大、中型自动控制系统,它具有以下特点:指令执行时间极短;在恶劣、不稳定的工业环境下,坚固、全部密封的模板依然可正常工作;无风扇操作降低了安装的费用;在操作运行过程中模板可插拔;分布式的内部总线允许在 CPU 与中央 I/O 间进行非常快的通信 (P 总线与 I/O 模板间进行数据交换,C 总线可将大量数据传送到功能模块和通信模块);一些 CPU 装备了内置的 SINEC L2 DP 接口,保证了对分布

式 I/O 进行快速数据交换,其强大的通信模块允许点对点通信,以及用 SINEC L2 和 SINEC H1 总线系统进行通信。

S7-400 PLC 具有功能分级的 CPU 以及种类齐全、综合性能强的模块,具有强大的扩展通信能力,可实现分布式系统,因此广泛应用于中高性能的控制领域。S7-400 PLC 在编程、启动和服务方面性能优越,指令的执行时间缩短到只需 80ns,方便的 HMI 服务已集成在 SIMATIC 的操作系统中,对这些功能不需要专门编程。SIMATIC HMI 系统向 S7-400 PLC 申请过程数据,而 S7-400 PLC 在用户规定的刷新时间内提供这些数据。SIMATIC 的操作系统自动地处理数据传送并使用一至的符号和数据库。

S7-400 PLC 的 CPU 智能诊断系统连续地监视系统功能,并记录错误和系统的特殊事件(如超时、模块更换、冷启动、停机等)。所有事件均标记上时间并储存在环形存储器中,以便进一步查找故障。此外,S7-400 PLC 还有多种通信方式,如 MPI(多点接口),它集成在所有 CPU 内;可同时连接编程器和个人计算机、HMI 系统、S7-300 系统、M7 系统和其他 S7-400 系统;S7-400 PLC 还可通过通信处理器连接到 PROFIBUS 和工业以太网,用于功能强大的点对点链接。

目前,西门子公司还推出了用于需要高可靠性场合,有冗余设计的容错自动化系统 S7-400H。

4. S7-1200 PLC

S7-1200 PLC 属小型自动化系统应用领域范畴,它吸纳了 SIMATIC S7-300 系列 PLC 和 SIMATIC S7-200 系列 PLC 的一些特点,并融合了 SIMATIC HMI 精简系列面板技术,使 SIMATIC S7-1200 系列 PLC、人机界面和工程组态软件无缝整合和协调,以满足小型独立离散自动化系统对结构紧凑、能处理复杂自动化任务的需求。

(1) 高度集成的工程组态系统。SIMATIC S7-1200 PLC 系统采用 SIMATIC STEP7 Basic Totally Integrated Automation Portal V10.5(简称 SIMATIC STEP7 Basic V10.5 或 TIA Portal V10.5)工程组态软件进行组态和编程。SIMATIC STEP7 Basic V10.5 中包含了可视化视窗中心 SIMATIC WinCC Basic V10.5,从而可实现过程可视化,也就是说,可以使用 TIA Portal 在同一个工程组态系统中组态 SIMATIC S7-1200 PLC 和 SIMATIC HMI 精简系列面板,统一编程、统一配置硬件和网络、统一管理项目数据以及对已组态系统测试、试运行和维护等,并且所有项目数据均存储在一个公共的项目文件中,修改后的应用程序数据(如变量)会在整个项目内(甚至跨越多台设备)自动更新。TIA Portal V10.5 中包含的系统编程和过程可视化组件不是相互独立的,而是可以相互统一访问公共数据库及其编辑器,可以使用一个适合项目中所有任务的公共用户界面来访问所有的编程和可视化功能。

TIA Portal V10.5 最基本的应用是利用 SIMATIC S7-1200 系列 PLC 通过用户程序来控制机器,并使用 HMI 设备操作和监视过程,如图 0-1 所示。

(2) 集成可视化和控制。SIMATIC S7-1200 系列 PLC 通过 PROFINET 接口与 SIMATIC HMI 精简系列面板无缝集成,两者间通过集成的 PROFINET 接口进行物理连接,两者间的通信连接可以集中定义。在同一个项目中组态和编程,人机界面可以直接使用 S7-1200 系列 PLC 的变量。变量的交叉引用确保了项目各个部分及各种设备中变量的一致性,可以统一在 PLC 变量表中查看或更新。从应用方面看,SIMATIC HMI 精简系列面板处于现场操作和控制的中心位置,根据需要可完成控制系统上层的现场操作和管理,并可上传控制数据。

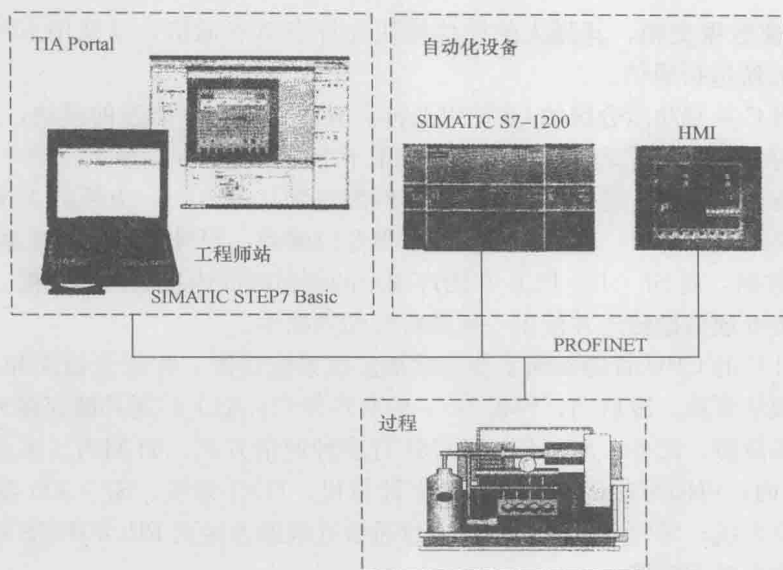


图 0-1 TIA Portal V10.5 的基本应用

如果在不同 PLC 的多个块中及 HMI 画面中使用了过程变量,则可以在程序中的任意位置创建或修改该变量。项目中的变量可以在 PLC 变量表中定义,也可以在 HMI 编辑器中定义,还可以通过 PLC 输入和输出的链接来定义。所有已定义的 PLC 变量都列在 PLC 变量表中,并可在表中进行编辑。

(3) 集成 PROFINET 接口。SIMATIC S7-1200 系列 PLC 的一个显著特点是在 CPU 模块上集成了一个工业以太网 PROFINET 接口,使编程过程、调试过程、PLC 和人机界面的操作、运行及与第三方设备的通信均可采用工业以太网进行,PROFINET 的物理接口数据传输速率 10/100Mbit/s。

(4) 嵌入 CPU 模块本体的信号板。SIMATIC S7-1200 系列 PLC 的另一个显著特点是在 CPU 模块上嵌入一个信号板 (SB),这也是 S7-1200 系列 PLC 的一大创新。信号板嵌入在 CPU 模块的前端,可在不增加 CPU 模块占用空间的前提下扩展 CPU 的控制能力。信号板嵌入在 CPU 模块的前端,具有两个数字量输入/输出接口或者一个模拟量输出。

(5) 高速输入/输出。SIMATIC S7-1200 系列 PLC 集成了 6 个高速计数器 (3 个 100kHz, 3 个 30kHz)、两个脉宽调制输出 (PWM) 和两个脉冲串输出 (PTO),输出脉冲序列最高频率为 100kHz。高速计数器可用于精确监视增量编码器、频率计数或对过程事件进行高速计数和测量。高速脉冲输出可用作脉冲串输出 (PTO) 或脉宽调制输出 (PWM)。当组态成 PTO 时,将输出最高频率为 100kHz 的 50% 占空比高速脉冲,可用于步进电动机或伺服驱动器的开环速度控制和定位控制。当组态成 PWM 输出时,将生成一个具有可变占空比的固定周期输出,可用于控制电动机速度、阀位置或加热元件的占空比。

(6) 库功能。通过库功能可以在同一项目和其他已有项目中调用或移植使用项目的组成部分,如硬件配置、变量及程序等。设备和定义的功能可以重复使用,可以将已有项目移植在库中,以便重复使用。代码块、PLC 变量、PLC 变量表、中断、HMI 画面、单个模块或完整站等元素可存储在本地库和全局库中。通过全局库可轻松实现项目之间的数据交换。

本篇重点介绍 S7-300/400 PLC 硬件组态与编程基础。

第1章 S7-300 PLC 硬件入门

1.1 S7-300 PLC 的技术特性

1.1.1 S7-300 PLC 的分类

S7-300 系列 PLC 是一种通用型 PLC，能适合自动化工程中的各种应用场合，尤其是在生产制造中的应用。S7-300 PLC 基于模块化、无风扇结构设计，采用 DIN 标准导轨安装，配置灵活、安装简单、维护容易、扩展方便，各种模块可以进行广泛的组合和扩展，图 1-1 所示为 S7-300 PLC 的实物结构图。

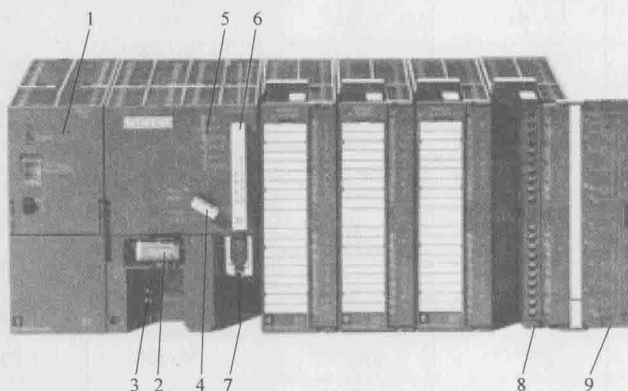


图 1-1 S7-300 PLC 实物结构图

1—负载电源（选项）；2—后备电池（CPU 313 以上）；3—24V DC 连接；4—模式开关；
5—状态和故障指示灯；6—存储器卡（CPU 313 以上）；7—MPI 多点接口；8—前连接器；9—前盖

S7-300 PLC 产品的规格众多，而且还在不断扩充中，产品性能主要通过不同的 CPU 模块进行区分，I/O 模块、电源模块、功能模块通用。最新 S7-300 CPU 包括了标准型、革新型、紧凑型、故障安全型、技术功能型 5 大系列，前期产品还包括“户外型”等；而且同系列产品的性能与型号也有不同程度的变化。因此，S7-300 PLC 产品的 CPU 规格累计多达数十种。

1. 标准型

S7-300 系列标准型 CPU 包括 CPU313、CPU314、CPU315、CPU315-2DP、CPU316-2DP 五种规格。标准型 CPU 均为模块式结构，CPU 无集成 I/O 点。

在标准型 CPU 中，CPU313 不可以连接扩展机架（只能采用单机架结构），主机架上最多安装模块数为 8 个，每一模块的最多 I/O 点数为 32 点，因此，PLC 的最多 I/O 点数为 256 点。其余 CPU 均可以连接最多 3 个扩展机架，每一机架的安装模块数均为 8 个，连同主机架 PLC 的最多安装模块数为 32 个，因此，PLC 的最多 I/O 点数为 1024 点。S7-300 系列标准型 CPU 的主要技术特性如表 1-1 所示。



表 1-1

S7-300 系列标准型 CPU 的主要技术特性

型号		313	314	315	315-2DP	316-2DP
工作存储器 (RAM) (KB)		12	24	48	64	128
装载存储器 (集成) (KB)		20	40	80	96	192
装载存储器		最大 4MB 的存储卡 MMC				
CPU 处理 时间 (最小) (μ s)	位指令	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3
	字指令	2	1	1	1	1
	整数运算	3	2	2	2	2
	浮点数运算	60	50	50	50	50
	定时/计数	15	12	12	12	12
定时器	总数	128	128	128	128	128
	保持性可调节	T0~T35	T0~T127	T0~T127	T0~T127	T0~T127
计数器	总数	64	64	64	64	64
	保持性可调节	C0~C35	C0~C63	C0~C63	C0~C63	C0~C63
数据区	总数/KB	2	2	2	2	2
	保持性可调节	M0.0~M71.7	M0.0~M255.7	M0.0~M255.7	M0.0~M255.7	M0.0~M255.7
最大的块容量 (KB)		8	8	16	16	16
FB (最大)		128	128	192	192	256
FC (最大)		128	128	192	192	256
DB (最大, DB0 保留)		127	127	255	255	511
全部 I/O 地址区/B		128/128	512/512	256/256	1024	2048
I/O 过程映像区/B		32/32	128/128	128/128	128/128	128/128
数字量	全部 I/O 点数	256	1024	1024	8192	16 384
	分布式 I/O 点数	64/32	—	1024	1024	1024
模拟量	全部 I/O 点数	8	256/128	256/256	512	1024
	分布式 I/O 点数	1/0	—	256/128	256/128	256/128
量机架数		1	4	4	4	4
每个系统的模块数		8	32	32	32	32
MPI 连接数量		32	32	32	32	32

2. 革新型

革新型 CPU 具有与标准型 CPU 相同的系列表示, 是标准型 CPU 的技术革新产品, S7-300 PLC 有五种革新型 CPU, 分别是 CPU312、CPU314、CPU315-2DP、CPU317-2DP、CPU318-2DP, 其主要技术特性如表 1-2 所示。

表 1-2

革新型 CPU 的主要技术特性

型号	312	314	315-2DP	317-2DP	318-2DP
工作存储器 (RAM) (KB)	16	48	48	128	512
装载存储器 (最大)	4MB (MMC)		8MB (可插拔微存储卡)		4MB (EEPROM)

续表

最小 CPU 处理 时间 (μs)	位指令	0.2	0.1	0.1	0.05	0.1
	字指令	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1
	整数运算	5	2	2	0.2	0.1
	浮点数运算	6	3	3	1	0.6
定时器 (保持性可调节)		128	256	256	512	256
计数器 (保持性可调节)		128	256	256	512	256
数据区	数量 (B)	128	256	2048	4096	8MB
	保持性可调节	MB0~MB127	MB0~MB255	MB0~MB2047	MB0~MB4095	MB0~MB1023
	时钟存储器	一个存储字节				
FB (最大)		512	512	2048	2048	1024
FC (最大)		512	512	2048	2048	1024
DB (最大, DB0 保留)		511	511	1024	2047	2047
最大的块容量 (KB)		16	16	16	64	64
I/O 地 址区	全部 (KB)	1/1	1/1	2/2	8/8	8/8
	分布式 (KB)	—	—	2/2	8/8	8/8
I/O 过程映像区 (B)		128/128	128/128	128/128	256/256	2048/2048
数字量	最大 I/O 点数	256/256	1024/1024	16 384/16 384	65 536/65 536	65 536/65 536
	集中式 I/O 点数	256/256	1024/1024	1024/1024	1024/1024	1024/1024
模拟量	最大 I/O 点数	64/64	256/256	1024/1024	4096/4096	4096/4096
	集中式 I/O 点数	64/64	256/256	256/256	256/256	256/256
最大机架数		1	4	4	4	4
每个系统的模块数		8	32	32	32	32
MPI 连接数量		6	12	16	32	32
DP 主站数 (内置)		—	—	1	2	2
DP 主站数 (通过 CP)		1	1	1	2	2
第二接口		—	—	内置 RS 485 接口		

3. 紧凑型

S7-300 系列紧凑型 CPU 包括 CPU312C、CPU313C、CPU313C-2PtP、CPU313C-2DP、CPU314C-2PtP、CPU314C-2DP 六种规格。紧凑型 CPU 与标准型 CPU 的主要区别是 CPU 本身带有数量不等的集成 I/O 点、集成计数、脉冲输出等功能, 同样, 它也可以根据需要进行不同的 I/O 模块进行扩展。

与标准型一样, 紧凑型的 CPU312C 同样不可以连接扩展机架, 其余 CPU 均最多可以连接 3 个扩展机架。

虽然, 紧凑型 CPU 的机架安装模块数同样均为 8 个, 每一模块的最多 I/O 点数也为 32 点, 但由于 CPU 模块本身均有集成的 I/O 点, 此外, 集成的计数输入、脉冲输出等功能需要专用相应的 I/O 地址, 因此 S7-300 系列紧凑型 CPU 的 I/O 点数与同规格的标准型不同, 当控制系统实际使用的 I/O 点数接近 PLC 的最多 I/O 点数时, 需要考虑扩展 PLC。



紧凑型 CPU 均带有固定点数的高速计数输入与高速脉冲输出, I/O 频率可以达到 10~60Hz (点数与 I/O 频率根据 CPU 的型号有所不同)。紧凑型 CPU 的主要技术特性如表 1-3 所示。

表 1-3

紧凑型 CPU 的主要技术特性

型号		312C	313C	313C-2 PtP	313C-2DP	314C-2 PtP	314C-2DP
工作存储器 (内置) (KB)		16	32	32	32	48	48
装载式存储器 (MMC) (MB)		4	8	8	8	8	8
CPU 处理 时间 (最小) (μ s)	位指令	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	字指令	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	整数运算	5	2	2	2	2	2
	浮点数运算	6	3	3	3	3	3
	计数/定时	50	16	8	8	8	8
定时器 (保持性可选)		T0~T127		T0~T255			
计数器 (保持性可选)		C0~C127		C0~C255			
数据区 (保持性可选)		MB0~MB127		MB0~MB255			
FB (最大)		FB0~FB511			512	512	512
FC (最大)		FC0~FC511			512	512	512
DB (最大)		DB1~DB511, DB0 保留			511, DB0 保留		
最大的块容量 (KB)		16	16	16	16	16	16
全部 I/O 地址区 (KB)		1/1, 可自由编址					
I/O 过程映像区 (B)		128/128	128/128	128/128	128/128	128/128	128/128
数字量	最大 I/O 点数	256/256	992/992	1008/1008	8192/8192	992/992	992/992
	集中式 I/O	256/256	992/992	992/992	992/992	992/992	992/992
模拟量	最大 I/O 通道	64/32	248/124	248/124	248/124	253/124	512/124
	集中式 I/O	—	248/248	248/248	248/248	248/248	248/248
集成 I/O	数字量 I/O 点数	10/6	24/16	16/16	16/16	24/16	24/16
	模拟量输入点数 (电压/电流型)	—	4	—	—	4	4
	模拟量输入点数 (热电偶/热电阻型)	—	1	—	—	1	1
	模拟量输出点数	—	2	—	—	2	2
中央控制器/扩展单元		最多 1/0	最多 1/3	最多 1/3	最多 1/3	最多 1/3	最多 1/3
每个系统的模块数		8	每个机架的模块数量最多为 8 个, 机架 3 最多为 7 个				
DP 主站数 (内置)		—	—	—	1	—	1
DP 主站数 (通过 CP)		1	2	1	1	1	1
第二接口		—	—	RS-422/485	RS-485	RS-422/485	RS-485
MPI 连接数量		6	8	8	8	12	12
时钟		软件时钟		硬件时钟, 每天误差小于 10s			

4. 故障安全型

S7-300 系列故障安全型 CPU 包括 CPU315F-2DP、CPU317F-2DP 两种规格。故障安全型 PLC 内部安装有经德国技术监督委员会认可的基本功能块与安全型 I/O 模块参数化工具,可以用于锅炉、索道及对安全性要求极高的特殊控制场合,它可以在系统出现故障时立即进入安全状态或安全模式,以确保人身与设备的安全。

5. 技术功能型

S7-300 系列技术功能型 CPU 目前有 CPU317-2 PN/DP、CPU317T-2DP 两种规格。其中 CPU317T-2DP 是一种专门用于运动控制的 PLC,最多可以控制 16 轴。CPU 除可以控制轴定位外,还可以实现简单的插补与同步控制,可以用于需要进行坐标位置、速度等控制的场合。故障安全型和技术功能型 CPU 的技术特性如表 1-4 所示。

表 1-4 故障安全型和技术功能型 CPU 的技术特性

型号		315F-2DP	317F-2DP	317-2 PN/DP	317T-2DP
工作存储器 (RAM) (KB)		192	512	512	512
装载存储器 (最大)		8MB (MMC), 317T-2DP 要求最小 4MB			
最小 CPU 处理时间 (μ s)	位指令	0.1	0.1	0.05	0.05
	字指令	0.2	0.1	0.2	0.2
	整数运算	0.2	0.2	0.2	0.2
	浮点数运算	6	2	1	1
定时器 (保持性可调节)		256	512	512	512
计数器 (保持性可调节)		256	512	512	512
数据区	数量 (B)	2048	4096	4096	4096
	保持性可调节	MB0~MB2047	MB0~MB4095	MB0~MB4095	MB0~MB4095
	时钟存储器	一个存储字节			
FB (最大)		2048	2048	2048	2048
FC (最大)		2048	2048	2048	2048
DB (最大, DB0 保留)		1023	2047	2047	2047
最大的块容量 (KB)		16	64	64	64
I/O 地址区	全部 (KB)	2/2	8/8	8/8	8/8
	分布式 (KB)	2/2	8/8	8/8	8/8
I/O 过程映像区 (B)		384/384	1024/1024	256/256	256/256
数字量	最大 I/O 点数	16 384/16 384	65 536/65 536	65 536/65 536	65 536/65 536
	集中式 I/O 点数	1024/1024	1024/1024	1024/1024	256/256
模拟量	最大 I/O 点数	1024/1024	1024/1024	4096/4096	4096/4096
	集中式 I/O 点数	256/256	256/256	256/256	64/64
最大机架数		4	4	4	1
每个系统的模块数		32	32	32	8
MPI 连接数量		12	32	16	—
DP 主站数 (内置)		1	2	1	2
DP 主站数 (通过 CP)		1	2	4	2
第二接口		内置 RS-485 接口		内置以太网接口	内置 RS-485 接口
时钟		硬件时钟, 每天误差 <10 s			



6. 户外型

前期的 S7-300 系列有专门的所谓“户外型”CPU，常用的有 CPU312 IFM、CPU314 IFM、CPU314 三种规格。户外型 CPU 的基本性能与同规格的紧凑型、标准型 CPU 类似，其主要特点是防护等级高，允许在 $-25\sim 70^{\circ}\text{C}$ 的环境下使用，可以用于恶劣的环境。

新系列中，户外型的基本型号已经更改为 SIPLUS CPU312C、SIPLUS CPU313C、SIPLUS CPU314、SIPLUS CPU315-2DP，同样允许在 $-25\sim 70^{\circ}\text{C}$ 并且含有氯、硫气体的环境下使用。户外型 CPU 的主要技术特性如表 1-5 所示。

表 1-5 户外型 CPU 的主要技术特性

型号		312 IFM	314 户外型	314 IFM
工作存储器 (RAM) (KB)		6	32	24
装载存储器	集成式	20KB (RAM 或 EPROM)	48KB (RAM)	40KB (RAM)
	插卡式	—	—	4MB (EPROM)
最小 CPU 处理时间 (μs)	位指令	0.6	0.3	0.3
	字指令	2	1	1
	整数运算	3	2	2
	浮点数运算	60	50	50
定时器	总数	64	128	128
	保持性可调	—	T0~T71	T0~T127
计数器	总数	32	64	64
	保持性可调	—	C0~C63	C0~C63
数据区 (B)		128	256	2048
FB (最大)		32	128	128
FC (最大)		32	128	128
DB (最大, DB0 保留)		63	127	127
最大的块容量/KB		6	8	8
全部 I/O 地址区/B		128/128	512/512	512/512
I/O 过程映像区/B		32/32	128/128	128/128
最大数字量通道		256	992	1024
最大模拟量通道		64/32	248/124	256/128
本机数字量 I/O		10/6 DC 24V	20/16 DC 24V	—
本机模拟量输入分辨率		—	4/ $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mA}$	—
本机模拟量输出分辨率		—	1/ $\pm 10\text{V}$, $\pm 20\text{mA}$	—
最大机架数		1	4	4
每个系统的模块数		8	31	32
MPI 连接数量		32	32	32
DP 线路数 (内置/通过 CP)		—/1	—/1	—/1
主站 DP 连接的 DP 站数 (内置/通过 CP)		—/8	—/16	—/32
每个 DP 站的地址区 (B)		64	122	122
每个 ET 200M 的模块数		8	8	4/8
DP 连接 (主站/从站)		1 (CP 342-5)	1 (CP 342-5)	1 (CP 342-5)
时钟		软件时钟	硬件实时时钟	硬件实时时钟

1.1.2 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 CPU312IFM 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, 只需将模块装在 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 1-2 所示, 电源模块总是安装在机架的最左侧, CPU 模块紧靠电源模块; 如果有接口模块(IM), 接口模块放在 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。图 1-3 所示是 S7-300 PLC 的总线安装结构图。

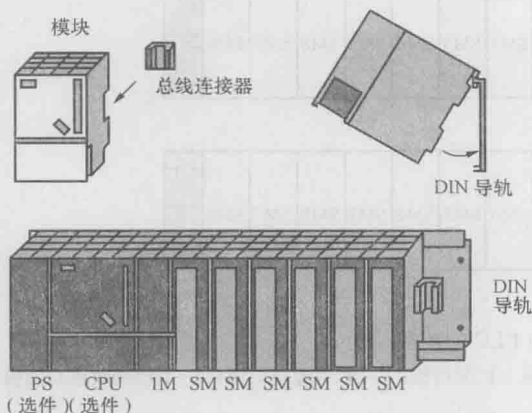


图 1-2 S7-300 PLC 的模块化结构

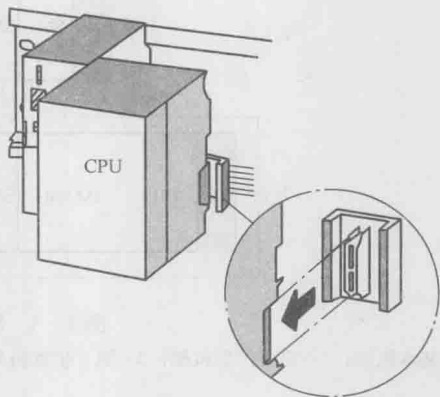


图 1-3 S7-300 PLC 的总线安装结构图

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(见图 1-3), 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, 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。PS307 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面(见图 1-2)。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 1-1), 前连接器与模块是分开订货的。