

项目 1

认识S7-1200 PLC

可编程控制器(简称 PLC)是在电气控制技术和计算机技术的基础上开发出来,并逐渐发展成为以微处理器为核心,将自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。它广泛应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中。目前已成为现代工业生产自动化的三大支柱(PLC、机器人、计算机辅助设计与制造 CAD/CAM)之一。因此,从事自动化类相关专业的技术人员必须熟练掌握 PLC 应用技术。

【项目目标】

序号	类别	目标
1	知识目标	<ol style="list-style-type: none">1. 了解 PLC 定义、产生及发展2. 了解 PLC 的分类、技术指标、特点及功能3. 熟悉 S7-1200 PLC 的硬件结构及连接方法4. 了解 S7-1200 PLC 编程语言5. 掌握数制及其转换6. 掌握 S7-1200 PLC 的数据类型及寻址方法7. 掌握 S7-1200 PLC 的系统存储器8. 掌握 S7-1200 PLC 的程序结构
2	技能目标	<ol style="list-style-type: none">1. 能区分 PLC 与继电器控制方式并描述 PLC 的控制形式2. 会安装 S7-1200 CPU 模块并进行外部接线端子的接线3. 能根据控制要求进行 PLC 的选型
3	职业素养	<ol style="list-style-type: none">1. 具有相互沟通能力及团队协作的精神2. 具有主动探究、分析问题和解决问题的能力3. 具有遵守规范、严谨认真和精益求精的工匠精神4. 增强文化自信,具有科技报国的家国情怀和使命担当5. 系统设计施工中注重质量、成本、安全、环保等职业素养

任务 1.1 S7-1200 PLC 概述

【任务描述】

完成 S7-1200 PLC 各模块的安装与拆卸。

【任务分析】

按照“实践→认识→再实践→再认识”的认知规律实施。完成 S7-1200 PLC 的 CPU 模块、信号模块、通信模块、信号板和端子板安装与拆卸。

【新知识学习】

1.1.1 PLC 基础知识

1. 可编程控制器的定义

1987 年,国际电工委员会(IEC)对可编程序控制器的定义为:可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器,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,并通过数字式和模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其外围设备都应按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

2. 可编程控制器的产生

20 世纪 20 年代以来,传统的生产机械自动控制装置——继电器控制系统曾一度占据工业控制领域的主导地位。但它具有体积庞大、生产周期长、接线复杂、故障率高、可靠性及灵活性差等缺点,用户迫切需要一种先进的自动控制装置替代传统的继电器控制系统。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)为了适应汽车型号的不断更新、生产工艺不断变化的需要,实现小批量、多品种生产,希望能有一种新型工业控制器,它能做到尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线,达到降低成本、缩短周期的目的。

为此 GM 公司提出以下十项设计标准:①编程简单,可在现场修改程序;②维护方便,采用插件式结构;③可靠性高于继电器控制柜;④体积小于继电器控制柜;⑤成本可与继电器控制柜竞争;⑥可将数据直接送入计算机;⑦可直接使用 115V 交流输入电压;⑧输出采用 115V 交流电压,能直接驱动电磁阀、交流接触器等;⑨通用性强,扩展方便;⑩能存储程序,存储器容量可以扩展到 4KB。

美国数字设备公司(DEC)根据这一设想,于 1969 年成功研制出了第一台可编程序控制器。早期的可编程序控制器主要用来代替继电器实现逻辑控制,故称为可编程序逻辑控制器(programmable logic controller, PLC)。现在 PLC 的功能越来越强大,具有丰富的输入/输出接口,并且具有较强的驱动能力,不仅仅局限于逻辑控制,故也称为 PC。但由于 PC 容易和个人计算机(personal computer)混淆,所以人们仍沿用 PLC 作为可编程控制器的英文缩写。

之后 1971 年,日本研制出第一台 DCS-8;1973 年,德国西门子公司研制出欧洲第一台 PLC,型号为 SIMATIC S4;到 1974 年,中国研制出第一台 PLC,1977 年开始实现工业应用。

3. 可编程控制器的特点

1) 可靠性高,抗干扰能力强

PLC 是专为工业控制而设计的,在设计与制造过程中采用屏蔽、滤波及光电隔离等措施,并且采用模块化结构,有故障迅速更换。此外,PLC 还具有很强的自诊断功能,可以迅速地检查判断出故障,大大缩短了检修时间。

2) 编程简单,使用方便

PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图语言,梯形图是一种以图形符号及图形符号在图中的相互关系表示控制关系的编程语言,由继电器控制电路演变而来,这种编程语言形象直观,易于掌握。还有用一系列操作指令组成的语句表语言及面向对象的顺序功能图语言(简称 SFC),使编程更加简单方便。

3) 功能强,速度快,精度高

PLC 具有逻辑运算、定时、计数等功能,还能进行 D/A(A/D)转换、数据处理、联网通信等,运行速度快,剪度高。

4) 通用性好

许多 PLC 产品均采用系列化生产,品种齐全,制成模块式结构,可灵活组合与扩展。

5) 体积小,重量轻,功能强,耗能低,环境适应性强

安装调试方便,无须专门机房,使用时只需将现场的各种设备和器件与 PLC 的输入/输出接口相连接,即可组成系统运行。

4. 可编程控制器的应用和发展

可编程控制器已广泛应用于钢铁、石化、机械制造、汽车装配、电力、轻纺等领域,目前 PLC 主要有以下几方面应用。

(1) 逻辑控制:这是 PLC 最基本的用途,利用 PLC 的逻辑运算、定时、计数和顺序控制,取代传统的继电器接触器控制系统,应用于单机控制、多机群控制、生产自动线控制,如机器人、电梯、机械手等。

(2) 闭环过程控制:工业自动化过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。闭环控制功能可用 PID(比例-积分-微分)子程序或专用的 PID 模块来实现,PID 闭环控制功能广泛应用于塑料挤压成型机、加热炉锅炉等设备。

(3) 数据处理:现在 PLC 具有数学运算、数据传送、转换等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与存储器中的参考值进行比较,也可以用通信功能传送到其他智能装置。

(4) 位置控制:目前大多数 PLC 提供驱动步进电动机或伺服电动机的位置控制模块,广泛应用于各种生产机械装置。

(5) 通信联网:PLC 的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能设备(如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。

目前 PLC 主要朝着小型化、系列化、标准化、高速化、网络化等方向发展,这将使 PLC 功能更强,可靠性更高,使用更方便、更广泛。

5. 可编程控制器的类型

(1) 按结构形式分,PLC 分为整体式和模块式两种。

整体式 PLC 将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,具有结构紧凑、体

积小、价格低等特点。

模块式 PLC 将各组成部分分别做成若干个单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。

(2) 按 I/O 点数和存储容量分,可分为小型 PLC、中型 PLC 和大型 PLC。

小型 PLC: I/O 点数为 256 点以下的为小型 PLC(其中 I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC)。

中型 PLC: I/O 点数为 256 点以上、2048 点以下的为中型 PLC。

大型 PLC: I/O 点数为 2048 点以上的为大型 PLC(其中 I/O 点数超过 8192 点的为超大型 PLC)。

(3) 按地域分,目前,市场上的 PLC 分为三大流派。

欧洲的 PLC: 如西门子(Siemens)公司的产品、施耐德(Schneider)公司的产品。

日本的 PLC: 如三菱(Mitsubishi)公司的产品、欧姆龙(OMRON)公司的产品。

美国的 PLC: 如罗克韦尔(Rockwell)公司(包括 AB 公司)的产品、通用电气(GE)的产品。

6. 可编程控制器的性能指标

1) 输入/输出(I/O)点数

输入/输出(I/O)点数是 PLC 选型最重要的一项技术指标,是指 PLC 上连接外部输入、输出的端子个数,用输入/输出点数的和表示。点数越多,表示 PLC 可接入的输入设备和输出设备越多,控制规模越大。

2) 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行程序的速度。扫描速度的单位为 ms/K。即执行 1K 步指令所需要的时间。这里 1K=1024。

3) 用户程序存储容量

存储容量表示 PLC 能存放多少用户程序。

4) 指令系统

指令系统表示该 PLC 软件指令的条数。指令越多,编程功能越强大。

7. PLC 的工作原理

PLC 的工作原理为循环扫描工作方式,其过程如图 1-1-1 所示。

(1) 初始化: PLC 接通电源后,首先进行系统初始化。

(2) CPU 自诊断: 定期检查用户程序存储器、I/O 单元的连接、I/O 总线是否正常,定期复位监控定时器 WDT 等,以确保系统可靠运行。

(3) 通信信息处理: 在每个通信信息处理阶段,扫描 PLC 之间以及 PLC 与 PC 之间、PLC 与其他带微处理器的智能装置通信。

(4) 与外部设备交换信息: PLC 与外部设备连接时,在每个扫描周期内要与外部设备交换信息。

(5) 执行用户程序: PLC 在运行状态下,每个扫描周期都要

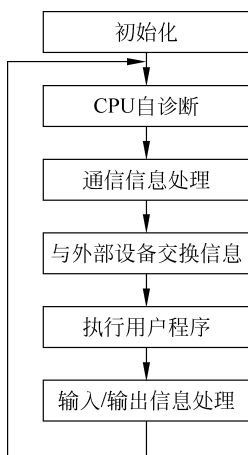


图 1-1-1 PLC 的循环扫描工作方式

执行用户程序,执行用户程序时,是以扫描的方式按顺序逐句扫描处理,扫描一条执行一条,运算结果存入输出映像区对应位。

(6) 输入/输出信息处理: PLC 在运行时,每个扫描周期都要进行输入/输出信号处理,扫描的方式是把输入信号的状态存入输入映像区;结果存入输出映像区,直至传送到外部被控设备。

1.1.2 S7-1200 系列 PLC

1. S7-1200 的市场定位

在我国,德国西门子公司的产品占有较大的市场份额。SIMATIC 是西门子自动化系统的缩写。西门子 S7 系列 PLC 体积小、速度快、标准化程度高,具有网络通信能力,功能更强,可靠性高。在我国的冶金、化工、印刷生产线等领域都有广泛的应用。

西门子(SIEMENS)公司的 PLC 产品包括 LOGO、S7-200、S7-1200、S7-300、S7-400、S7-1500 等。

其中 S7-200 为微型整体式 PLC,S7-300 为小型模块式 PLC,S7-400 为中、高性能要求的 PLC。

西门子 PLC 的 S7-200/300/400 产品并不都是西门子的德国“血统”,S7-300/400 采用的是 STEP7 编程,而 S7-200 采用的则是 STEP7 Micro/WIN 编程。

S7-200 产品是西门子利用收购的一家美国公司开发软件和产品,为了争夺 PLC 的低端市场而整合上市的。S7-200 的编程模式和 SM 特殊寄存器设置都能够找到一些美、日式 PLC 编程模式的痕迹,而西门子也一直寻找合适的时机开发属于德国“血统”的低端 PLC 产品,2009 年 S7-1200 这款产品应运而生,所以 S7-1200 对 S7-200 来说不是升级而是替代。

西门子把最新的通信和控制技术应用在 S7-1200 产品上,S7-1200 产品的定位瞄准的正是中低端小型 PLC 产品线,其硬件为紧凑模块化结构,系统 I/O 点数、内存容量均多于 S7-200,能充分满足市场对小型 PLC 的需求,非常适合中小型开发项目和设备。

2. S7-1200 的硬件结构

西门子 S7-1200 系列 PLC 主要由 S7-1200 可编程控制器、精简系列面板 HMI 和 TIA Portal 工程组态软件组成。

如图 1-1-2 所示,S7-1200 可编程控制器主要由 CPU 模块、通信模块(CM)、信号模块(SM)和信号板(SB)及各种附件组成。CPU 可以安装一块信号板,集成的 PROFINET 接口用于与编程计算机、HMI、其他 PLC 或其他设备通信。

1) CPU 模块

(1) CPU 模块的组成

CPU 将微处理器、集成电源、输入和输出电路、内置 PROFINET、高速运动控制 I/O 以及板载模拟量输入组合到一个设计紧凑的外壳中,形成功能强大的控制器。在将用户程序下载后,CPU 将包含监控应用中的设备所需的逻辑。CPU 根据用户程序逻辑监视输入并更改输出,用户程序可以包含布尔逻辑、计数、定时、复杂数学运算以及与其他智能设备的通信,图 1-1-3 所示为西门子 S7-1200 CPU 模块外形及结构组成。

其中:

- ① 电源接口。用于向 CPU 模块供电的接口,有交流和直流两种供电方式。

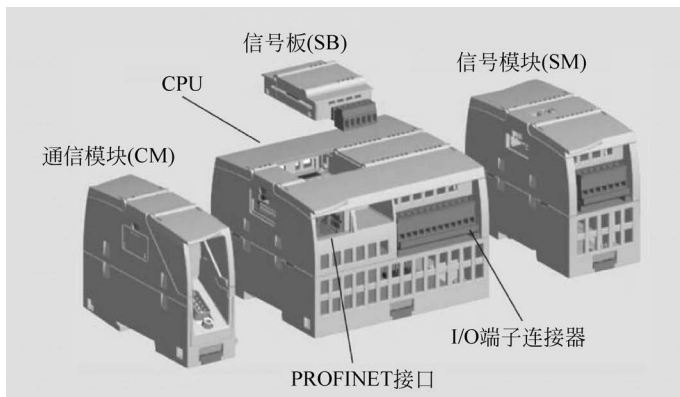


图 1-1-2 S7-1200 系统组成

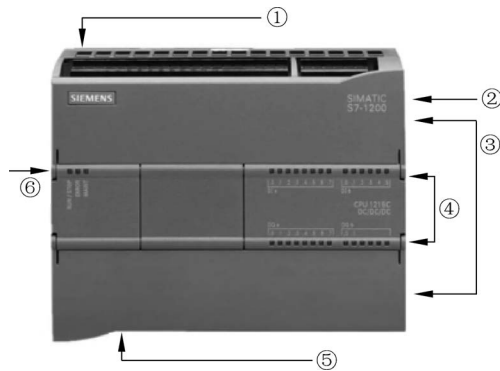


图 1-1-3 西门子 S7-1200 CPU 模块外形及结构

② 存储卡插槽。用于安装存储卡,位于上部保护盖下面。

③ 可拆卸用户接线连接器,也称为接线端子,位于保护盖下面。

④ 板载 I/O 的状态 LED。通过板载 I/O 的 LED 指示灯的亮灭来指示各数字输入或输出的信号状态。

⑤ PROFINET 连接器,又称以太网通信接口,位于 CPU 的底部。CPU 模块上提供了两个 PROFINET 接口,用于以太网通信。每个 PROFINET 接口还提供了两个可指示以太网通信状态的指示灯,如图 1-1-4 所示。其中,Link“绿色”上指示灯点亮表示连接成功,Rx/Tx“黄色”下指示灯指示传输活动。

⑥ 运行状态指示灯。CPU 有三组运行状态指示灯,用于提供 CPU 模块的运行状态信息。

a. STOP/RUN 指示灯:该指示灯的颜色为纯橙色时指示 STOP 模式;纯绿色时指示 RUN 模式;绿色和橙色交替闪烁指示 CPU 正在启动,称为 STARTUP 模式。

S7-1200 CPU 没有用于切换运行模式的物理开关,运行模式(STOP 或 RUN)使用软件来切换。

在 STOP(停止)运行模式下,CPU 不执行程序,用户可以加载项目;在 RUN(运行)运行模式下,将循环执行程序,但不能加载项目。



图 1-1-4 以太网通信接口

b. ERROR 指示灯: 该指示灯为红色闪烁时指示有错误,如 CPU 内部错误、存储卡错误或组态错误(模块不匹配)等,纯红色时指示硬件出现故障。

c. MAINT 指示灯: 该指示灯在每次插入存储卡时闪烁。

(2) CPU 模块的类型

西门子 S7-1200 系统有 5 种不同系列,如表 1-1-1 所示,分别为 CPU 1211C、CPU 1212C、CPU 1214C、CPU 1215C 和 CPU 1217C。名称后面的字母“C”表示紧凑型。紧凑型 PLC 在 CPU 模块上集成了数字量和模拟量的输入/输出点,可以进行简单的输入/输出控制。

输入模块用来接收和采集输入信号,输出模块用来控制输出设备和执行器。信号模块除了传递信号外,还有电平转换与隔离的作用。

数字量输入模块(DI)用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关、压力继电器等来的数字量输入信号。

模拟量输入模块(AI)用来接收电位器、测速发电机和各种变送器提供的连续变化的模拟量电流、电压信号,或者直接接收热电阻、热电偶提供的温度信号。

数字量输出模块(DQ)用来控制接触器、电磁阀、电磁铁、指示灯、数字显示装置和报警装置等输出设备。

模拟量输出模块(AQ)用来控制电动调节阀、变频器等执行器。

表 1-1-1 S7-1200 CPU 技术规范

特 性	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
本机数字量 I/O 点数	6 入/4 出	8 入/6 出	14 入/10 出	14 入/10 出	14 入/10 出
本机模拟量 I/O 点数	2 入	2 入	2 入	2 入/2 出	2 入/2 出
工作存储器/装载存储器	50KB/1MB	75KB/2MB	100KB/4MB	125KB/4MB	150KB/4MB
信号模块扩展个数	无	2	8	8	8
最大本地数字量 I/O 点数	14	82	284	284	284
最大本地模拟量 I/O 点数	13	19	67	69	69
高速计数器	最多可以组态 6 个使用任意内置或信号板输入的高速计数器				
脉冲输出(最多 4 点)	100kHz	100k/30kHz	100k/30kHz	1M/100kHz	

续表

特 性	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C
上升沿/下降沿中断点数	6/6	8/8	12/12		
脉冲捕获输入点数	6	8	14		

每一个系列的 CPU 又根据供电方式和输入/输出方式的不同分为三类: DC/DC/DC、DC/DC/RLY、AC/DC/RLY。如表 1-1-2 所示,其中前面的字母表示 CPU 的供电方式,AC 表示交流电供电,DC 表示直流电供电;中间的字母表示数字量的输入方式,只有 DC,表示直流电输入;最后的字母表示数字量的输出方式,RLY 表示继电器输出,DC 表示晶体管输出。

表 1-1-2 S7-1200 CPU 的 3 种版本

版 本	电源电压	DI 输入电压	DO 输出电压	DO 输出电流
DC/DC/DC	DC 24V	DC 24V	DC 24V	0.5A, MOSFET
DC/DC/RLY	DC 24V	DC 24V	DC5~30V, AC5~250V	2A, DC 30W/AC 200W
AC/DC/RLY	AC 85~264V	DC 24V	DC5~30V, AC5~250V	2A, DC 30W/AC 200W

2) 信号板 SB

如图 1-1-5 所示,CPU 正面可以安装一块信号板,安装信号板可以在不增加空间的前提下,给 CPU 增加数字量或模拟量的 I/O 点数。有 4DI、4DQ、2DI/2DQ、热电偶、热电阻、1AI、1AQ 等型号,其中 DQ 信号板的最高频率为 200kHz。表 1-1-3 为信号板的基本数据。



图 1-1-5 西门子 S7-1200 信号板

表 1-1-3 信号板的基本数据

名 称	型 号	I/O 点数	说 明
数字量输入/输出	SB1223	2×DC 24V 输入/ 2×DC 24V 输出	(1) 2 个输入、DC 24V、漏型/源型(IEC 类型 1 漏型) (2) 2 个晶体管输出 DC 24V、0.5A、5W(继电器干触点或 MOSFET) (3) 可用作最大 30kHz 的附加 HSC
数字量输入信号板	SB1221	4×DC 24V 输入	4 个输入、DC 24V、源型

续表

名称	型号	I/O 点数	说明
数字量输出信号板	SB1222	4×DC 24V 输出	(1) 4 个晶体管输出 DC 24V、0.1A、0.5W (MOSFET) (2) 可用作最大 200kHz 的脉冲输出
热电偶和热电阻模拟量输入信号板	SB1231	AI 1×16 位热电阻	(1) 1 个热电偶输入, 温度: J、K、T、E、R&S、N、C、TXK/XK(L) (2) 电压±80mV(27648), 15 位加符号位
		AI 1×16 位热电偶	(1) 1 个热电阻输入, 温度: J、K、T、E、R&S、N、C、TXK/XK(L) (2) 电阻, 0~27648, 15 位加符号位
模拟量输入信号板	SB1231	AI 1×12 位	1 个模拟量输入: ±10V、±5V、±2.5V、0~20mA、11 位+符号位
模拟量输出信号板	SB1232	AQ 1×12 位	1 个模拟量输出, 12 位±10V 或 11 位 0~20mA

3) 信号模块

DI、DQ、AI、AQ 模块统称为信号模块 SM, 如图 1-1-6 所示。



图 1-1-6 西门子 S7-1200 PLC 的信号模块

如表 1-1-1 所示, 在其中的每一种模块都可以进行扩展, 以完全满足系统需要。可将信号模块连接至 CPU 的右侧, 进一步扩展数字量或模拟量 I/O 容量。其中 CPU 1212C 可连接 2 个信号模块, CPU 1214C、CPU 1215C 可连接 8 个信号模块。

表 1-1-4 所示为 S7-1200 PLC 的信号模块, 包含数字量 I/O 模块以及模拟量 I/O 模块。

(1) 数字量 I/O 模块

可以选用 8 点、16 点的 DI 或 DQ 模块, 或 8DI/8DQ、16DI/16DQ 模块。DQ 模块有继电器输出和 DC 24V 输出两种。

(2) 模拟量 I/O 模块

AI 模块用于 A/D 转换, AQ 模块用于 D/A 转换。有 4 路、8 路的 13 位 AI 模块和 4 路的 16 位 AI 模块。双极性模拟量满量程转换后对应的数字为 $-27648 \sim 27648$, 单极性模拟量转换后为 $0 \sim 27648$ 。

有 4 路、8 路的热电偶模块和热电阻模块。可选多种量程的传感器, 分辨率为 $0.1^{\circ}\text{C}/0.1^{\circ}\text{F}$, 15 位十符号位。有 2 路和 4 路的 AQ 模块和 4AI/2AQ 模块。

表 1-1-4 S7-1200 PLC 信号模块

信号模块	SM 1221 DC	SM 1221 DC		
数字量输入	DI $8 \times 24\text{V DC}$	DI $16 \times 24\text{V DC}$		
信号模块	SM 1222 DC	SM 1222 DC	SM 1222 RLY	SM 1222 RLY
数字量输出	DO $8 \times 24\text{V DC}$ 0.5A	DO $16 \times 24\text{V DC}$ 0.5A	DO $8 \times \text{RLY } 30\text{V DC}/250\text{V AC } 2\text{A}$	DO $16 \times \text{RLY } 30\text{V DC}/250\text{V AC } 2\text{A}$
信号模块	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/DC	SM 1223 DC/RLY	SM 1223 DC/RLY
数字量输入/输出	DI $8 \times 24\text{V DC}/\text{DO}$ $8 \times 24\text{V DC } 0.5\text{A}$	DI $16 \times 24\text{V DC}/\text{DO}$ $16 \times 24\text{V DC } 0.5\text{A}$	DI $8 \times 24\text{V DC}/\text{DO}$ $8 \times \text{RLY } 30\text{V DC}/$ $250\text{V AC } 2\text{A}$	DI $16 \times 24\text{V DC}/\text{DO}$ $16 \times \text{RLY } 30\text{V DC}/$ $250\text{V AC } 2\text{A}$
信号模块	SM 1231 AI	SM 1231 AI		
模拟量输入	AI $4 \times 13\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA	AI $8 \times 13\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA		
信号模块	SM 1232 AQ	SM 1232 AQ		
模拟量输出	AQ $2 \times 14\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA	AQ $4 \times 14\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA		
信号模块	SM 1234 AI/AQ			
模拟量输入/输出	AI $4 \times 13\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA AQ $2 \times 14\text{bit}$ $\pm 10\text{V DC}/0 \sim$ 20mA			

4) 通信模块

如图 1-1-7 所示, 西门子 S7-1200 PLC 的通信模块安装在 CPU 模块的左边, 最多可以添加 3 块通信模块, 可以使用点对点通信模块、PROFIBUS 模块、工业远程通信模块、AS-i 接口模块和 IO-Link 模块。表 1-1-5 为西门子 S7-1200 PLC 通信模块基本数据。