

电气信息工程丛书

SIEMENS 西门子公司重点推荐图书



联袂推介

# S7-1200 PLC

## 编程及应用

第3版

廖常初 主编



赠送超值 DVD 光盘：

- 编程软件 STEP 7 V13 SP1 和仿真软件 S7-PLCSIM V13 SP1
- 多本中文用户手册、40 多个例程和 30 多个多媒体视频教程



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

电气信息工程丛书

# S7-1200 PLC 编程及应用

第3版

廖常初 主编

---

机械工业出版社

本书通过几十个例程,深入浅出地介绍了 S7-1200 的编程软件和仿真软件的使用方法、硬件和硬件组态、指令应用、程序结构、各种通信的组态和编程方法、故障诊断、PID 闭环控制、精简系列面板的组态与仿真。还介绍了一整套易学易用的开关量控制系统的编程方法。

第 3 版根据 S7-1200 最新的硬件和软件改写,通信和故障诊断部分增加了大量的内容,其他部分也充实了很多内容。同时增加了各章的习题和 20 多个实验的指导书。可以用随书光盘中的例程和纯软件仿真来学习 PID 参数的整定方法。

随书光盘提供了编程软件 STEP 7 V13 SP1 和仿真软件 S7-PLCSIM V13 SP1、20 多本用户手册、40 多个例程和 30 多个多媒体视频教程。

本书可供工程技术人员使用,也可以作为高校机电类各专业的教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

S7-1200 PLC 编程及应用 / 廖常初主编. —3 版. —北京:机械工业出版社, 2017.5

(电气信息工程丛书)

ISBN 978-7-111-56313-6

I. ①S… II. ①廖… III. ①PLC 技术-程序设计 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 050429 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:时静 责任编辑:时静

责任校对:张艳霞 责任印制:李飞

北京振兴源印务有限公司印刷

2017 年 4 月第 3 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·385 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-56313-6

ISBN 978-7-89386-121-5(光盘)

定价:55.00 元(含 2 DVD)

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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294  
010-88379203

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

# 前 言

S7-1200 是西门子公司的新一代小型 PLC, 其指令和软件与大中型 PLC S7-1500 兼容。它集成了以太网接口和很强的工艺功能, 用基于西门子自动化的软件平台 TIA 博途的 STEP 7 编程。

本书是一本全面介绍 S7-1200 PLC 的书籍, 自 2010 年第 2 版出版以来, S7-1200 的硬件已由 V1.0 更新到 V4.2, 软件也多次更新。本书根据 S7-1200 当前最新的硬件和 STEP 7 V13 SP1 改写, 对全书的结构进行了优化, 通信和故障诊断部分增加了大量的内容, 其他部分也充实了很多内容。与 PLC 通信的变频器改为当前主流的 V20。通过大量的实例, 详细介绍了仿真软件的使用方法。

本书对 S7-1200 的硬件结构与硬件组态、编程软件与仿真软件的使用方法、编程语言、指令、程序结构、各种通信网络和通信服务的组态与编程方法、故障诊断、精简系列面板的组态与仿真的方法、PID 闭环控制等都作了全面深入的介绍。同时还介绍了作者总结的设计数字量控制梯形图的一整套易学易用的编程方法。读者可以通过随书光盘中的例程和纯软件仿真来学习 PID 参数手动和自动的整定方法。

本书原来没有习题和实验指导书, 为了方便教学, 各章增设了习题, 附录中有 20 多个实验的指导书。使用 S7-PLCSIM 仿真软件, 只用计算机就可以做实验指导书中的绝大多数实验。

随书光盘提供了基于 TIA 博途的编程软件 STEP 7 V13 SP1 和仿真软件 S7-PLCSIM V13 SP1、20 多本中文用户手册、与正文配套的 40 多个例程和 30 多个多媒体视频教程。

本书可供工程技术人员学习 S7-1200 的编程和应用时使用, 也可以作高校机电类各专业的教材。

本书由廖常初主编, 范占华、陈曾汉、关朝旺、余秋霞、陈晓东、王云杰、李远树、廖亮、孙明渝、郑群英、唐世友、文家学参加了编写工作。

因作者水平有限, 书中难免有错漏之处, 恳请读者批评指正。

作者 E-mail 地址为 liaosun@cqu.edu.cn。欢迎读者访问作者在中华工控网的博客。

重庆大学 廖常初

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 S7-1200 的硬件与硬件组态</b> .....	1
1.1 S7-1200 的硬件 .....	1
1.1.1 S7-1200 的硬件结构 .....	1
1.1.2 CPU 模块 .....	2
1.1.3 信号板与信号模块 .....	5
1.1.4 集成的通信接口与通信模块 .....	7
1.2 软件的安装与升级 .....	8
1.3 TIA 博途使用入门与硬件组态 .....	11
1.3.1 项目视图的结构 .....	11
1.3.2 创建项目与硬件组态 .....	14
1.3.3 信号模块与信号板的参数设置 .....	17
1.3.4 CPU 模块的参数设置 .....	20
1.4 习题 .....	23
<b>第 2 章 S7-1200 程序设计基础</b> .....	24
2.1 S7-1200 的编程语言 .....	24
2.2 PLC 的工作原理与用户程序结构 .....	25
2.2.1 逻辑运算 .....	25
2.2.2 用户程序结构简介 .....	27
2.2.3 PLC 的工作过程 .....	29
2.3 数据类型与系统存储区 .....	31
2.3.1 物理存储器 .....	31
2.3.2 数制与数据类型 .....	33
2.3.3 全局数据块与其他数据类型 .....	36
2.3.4 系统存储区 .....	41
2.4 编写用户程序与使用变量表 .....	42
2.4.1 编写用户程序 .....	42
2.4.2 使用变量表与帮助功能 .....	46
2.5 用户程序的下载与仿真 .....	49
2.5.1 下载与上传用户程序 .....	49
2.5.2 用户程序的仿真调试 .....	54
2.6 用 STEP 7 调试程序 .....	56
2.6.1 用程序状态功能调试程序 .....	57
2.6.2 用监控表监控与强制变量 .....	58

2.7	习题	61
<b>第3章</b>	<b>S7-1200 的指令</b>	<b>63</b>
3.1	位逻辑指令	63
3.2	定时器与计数器指令	67
3.2.1	定时器指令	67
3.2.2	计数器指令	72
3.3	数据处理指令	74
3.3.1	比较器操作指令	74
3.3.2	使能输入与使能输出	75
3.3.3	转换操作指令	77
3.3.4	移动操作指令	79
3.3.5	移位与循环移位指令	81
3.4	数学运算指令	82
3.4.1	数学函数指令	82
3.4.2	字逻辑运算指令	86
3.5	程序控制操作指令	87
3.6	日期和时间指令	89
3.7	字符串与字符指令	91
3.7.1	字符串转换指令	91
3.7.2	字符串指令	94
3.8	高速脉冲输出与高速计数器	95
3.8.1	高速脉冲输出	95
3.8.2	高速计数器	97
3.8.3	高速脉冲输出与高速计数器实验	99
3.8.4	用高速计数器测量频率的实验	102
3.9	习题	103
<b>第4章</b>	<b>S7-1200 的用户程序结构</b>	<b>105</b>
4.1	函数与函数块	105
4.1.1	生成与调用函数	105
4.1.2	生成与调用函数块	108
4.1.3	多重背景	111
4.2	数据类型与间接寻址	113
4.2.1	数据类型	113
4.2.2	间接寻址	115
4.3	中断事件与中断指令	117
4.3.1	事件与组织块	117
4.3.2	初始化组织块与循环中断组织块	119
4.3.3	时间中断组织块	121
4.3.4	硬件中断组织块	122



4.3.5	中断连接指令与中断分离指令	124
4.3.6	延时中断组织块	125
4.4	交叉引用表与程序信息	127
4.4.1	交叉引用表	127
4.4.2	分配列表	129
4.4.3	调用结构、从属性结构与资源	131
4.5	习题	132
<b>第 5 章</b>	<b>数字量控制系统梯形图程序设计方法</b>	<b>134</b>
5.1	梯形图的经验设计法	134
5.2	顺序控制设计法与顺序功能图	138
5.2.1	顺序功能图的基本元件	138
5.2.2	顺序功能图的基本结构	141
5.2.3	顺序功能图中转换实现的基本规则	143
5.3	使用置位复位指令的顺序控制梯形图设计方法	144
5.3.1	单序列的编程方法	144
5.3.2	选择序列与并行序列的编程方法	147
5.3.3	专用钻床的顺序控制程序设计	149
5.4	习题	152
<b>第 6 章</b>	<b>S7-1200 的通信与故障诊断</b>	<b>155</b>
6.1	网络通信基础	155
6.1.1	计算机通信的国际标准	155
6.1.2	SIMATIC 通信网络	158
6.2	基于以太网的开放式用户通信	159
6.2.1	S7-1200 之间的 ISO-on-TCP 和 TCP 协议通信	159
6.2.2	S7-1200 之间的 UDP 协议通信	164
6.2.3	S7-1200 与 S7-300/400 之间的开放式用户通信	166
6.3	S7 协议通信	168
6.3.1	S7-1200 之间的 S7 通信	168
6.3.2	S7-1200 与其他 S7 PLC 之间的 S7 通信	171
6.4	PROFIBUS-DP、PROFINET 与 AS-i 网络通信	173
6.4.1	S7-1200 作 IO 控制器和 DP 主站	173
6.4.2	S7-1200 作 DP 智能从站和智能 IO 设备	177
6.4.3	AS-i 通信	179
6.5	点对点通信	181
6.5.1	串行通信的基本概念	181
6.5.2	点对点通信的组态与编程	183
6.6	Modbus RTU 协议通信	186
6.6.1	Modbus RTU 主站的编程	186
6.6.2	Modbus RTU 从站的编程与实验	188

6.7	S7-1200 与变频器的 USS 协议通信	189
6.7.1	硬件接线与变频器参数设置	189
6.7.2	S7-1200 的组态与编程	192
6.7.3	S7-1200 与变频器通信的实验	193
6.8	网络控制系统的故障诊断	195
6.8.1	与故障诊断有关的中断组织块	195
6.8.2	用 TIA 博途和 LED 诊断故障	196
6.8.3	用 S7-1200 的 Web 服务器诊断故障	202
6.9	习题	204
<b>第 7 章</b>	<b>精简系列面板的组态与应用</b>	<b>205</b>
7.1	精简系列面板	205
7.2	精简系列面板的画面组态	207
7.2.1	画面组态的准备工作	207
7.2.2	组态指示灯与按钮	209
7.2.3	组态文本域与 I/O 域	212
7.3	精简系列面板的仿真与运行	214
7.3.1	PLC 与 HMI 的集成仿真	214
7.3.2	HMI 与 PLC 通信的组态与操作	217
7.4	习题	219
<b>第 8 章</b>	<b>S7-1200 在模拟量闭环控制中的应用</b>	<b>220</b>
8.1	模拟量闭环控制系统与 PID_Compact 指令	220
8.1.1	模拟量闭环控制系统	220
8.1.2	PID_Compact 指令的算法与参数	222
8.1.3	PID_Compact 指令的组态与调试	224
8.2	PID 参数的手动整定方法	226
8.2.1	PID 参数的整定方法	226
8.2.2	PID 参数的手动整定实验	228
8.3	PID 参数自整定	231
8.4	习题	234
<b>附录</b>		<b>235</b>
附录 A	实验指导书	235
A.1	TIA 博途应用实验	235
A.2	硬件组态实验	235
A.3	位逻辑指令应用实验	236
A.4	定时器计数器应用实验	236
A.5	数据处理指令应用实验	237
A.6	数学运算指令应用实验	237
A.7	程序控制指令应用实验	238
A.8	实时时钟指令应用实验	238



A.9	高速计数器与高速输出应用实验	239
A.10	函数与函数块应用实验	239
A.11	多重背景应用实验	240
A.12	间接寻址应用实验	240
A.13	循环中断实验	241
A.14	时间中断实验	241
A.15	硬件中断实验	241
A.16	延时中断实验	242
A.17	顺序控制程序的编程与调试实验	242
A.18	专用钻床顺序控制程序调试实验	242
A.19	开放式用户通信的仿真实验	243
A.20	S7 通信的仿真实验	243
A.21	PROFINET 通信组态实验	244
A.22	故障诊断实验	244
A.23	PLC 与触摸屏仿真实验	245
A.24	PID 控制器参数手动整定的仿真实验	245
A.25	PID 控制器参数自动整定的仿真实验	246
附录 B	随书光盘简介	246
参考文献		248

# 第 1 章 S7-1200 的硬件与硬件组态

## 1.1 S7-1200 的硬件

### 1.1.1 S7-1200 的硬件结构

本书以西门子公司新一代的模块化小型 PLC S7-1200 为主要讲授对象。S7-1200 主要由 CPU 模块（简称为 CPU）、信号板、信号模块、通信模块和编程软件组成，各种模块安装在标准 DIN 导轨上。S7-1200 的硬件组成具有高度的灵活性，用户可以根据自身需求确定 PLC 的结构，系统扩展十分方便。

#### 1. CPU 模块

S7-1200 的 CPU 模块（见图 1-1）将微处理器、电源、数字量输入/输出电路、模拟量输入/输出电路、PROFINET 以太网接口、高速运动控制功能组合到一个设计紧凑的外壳中。每块 CPU 内可以安装一块信号板（见图 1-2），安装以后不会改变 CPU 的外形和体积。

微处理器相当于人的大脑和心脏，它不断地采集输入信号，执行用户程序，刷新系统的输出，存储器用来储存程序和数据。

S7-1200 集成的 PROFINET 接口用于与编程计算机、HMI（人机界面）、其他 PLC 或其他设备通信。此外它还通过开放的以太网协议支持与第三方设备的通信。

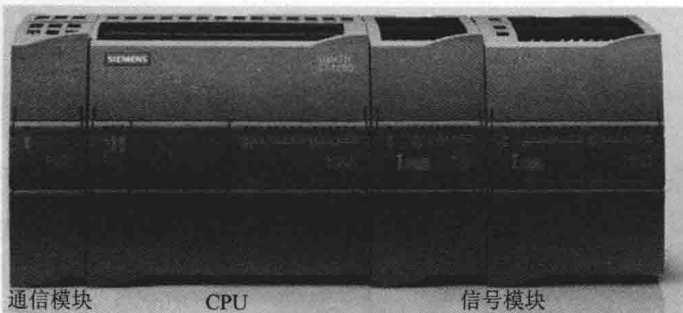


图 1-1 S7-1200 PLC

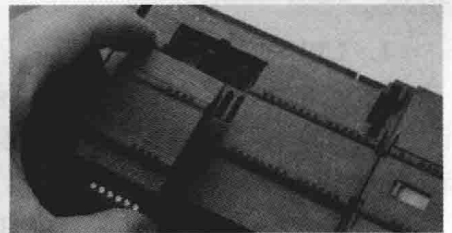


图 1-2 安装信号板

#### 2. 信号模块

输入（Input）模块和输出（Output）模块简称为 I/O 模块，数字量（又称为开关量）输入模块和数字量输出模块简称为 DI 模块和 DQ 模块，模拟量输入模块和模拟量输出模块简称为 AI 模块和 AQ 模块，它们统称为信号模块，简称为 SM。

信号模块安装在 CPU 模块的右边，扩展能力最强的 CPU 可以扩展 8 个信号模块，以增加数字量和模拟量输入、输出点。

信号模块是系统的眼、耳、手、脚，是联系外部现场设备和 CPU 的桥梁。输入模块用来

接收和采集输入信号，数字量输入模块用来接收从按钮、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，模拟量输出模块用来控制电动调节阀、变频器等执行器。

CPU 模块内部的工作电压一般是 DC 5V，而 PLC 的外部输入/输出信号电压一般较高，例如 DC 24V 或 AC 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能损坏 CPU 中的元器件，或使 PLC 不能正常工作。在信号模块中，用光耦合器、光敏晶闸管、小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部的输入、输出电路。信号模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。

### 3. 通信模块

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。

### 4. SIMATIC HMI 精简系列面板

与 S7-1200 配套的第二代精简面板的 64K 色高分辨率宽屏显示器的尺寸有 4.3in、7in、9in 和 12in 这 4 种，支持垂直安装，用 TIA 博途中的 WinCC 组态。它们有一个 RS-422/RS-485 接口或一个 RJ45 以太网接口，还有一个 USB 2.0 接口。USB 接口可连接键盘、鼠标或条形码扫描仪，可用优盘实现数据记录。

### 5. 编程软件

TIA 是 Totally Integrated Automation（全集成自动化）的简称，TIA 博途（TIA Portal）是西门子自动化的全新工程设计软件平台。S7-1200 用 TIA 博途中的 STEP 7 Basic（基本版）或 STEP 7 Professional（专业版）编程。

## 1.1.2 CPU 模块

### 1. CPU 的共性

1) 可以使用梯形图 (LAD)、函数块图 (FDB) 和结构化控制语言 (SCL) 这 3 种编程语言。布尔运算指令、字传送指令和浮点数数学运算指令的执行速度分别为  $0.08\mu\text{s}/\text{指令}$ 、 $1.7\mu\text{s}/\text{指令}$  和  $2.3\mu\text{s}/\text{指令}$ 。

2) S7-1200 集成了最大 150KB (B 是字节的缩写) 的工作存储器、最大 4MB 的装载存储器和 10KB 的保持性存储器。CPU 1211C 和 CPU 1212C 的位存储器 (M) 为 4096B，其他 CPU 为 8192B。可以用可选的 SIMATIC 存储卡扩展存储器的容量和更新 PLC 的固件。还可以用存储卡将程序传输到其他 CPU。

3) 过程映像输入、过程映像输出各 1024B。集成的数字量输入电路的输入类型为漏型/源型，电压额定值为 DC 24V，输入电流为 4mA。1 状态允许的最小电压/电流为 DC 15V/2.5mA，0 状态允许的最大电压/电流为 DC 5V/1mA。输入延迟时间可以组态为  $0.1\mu\text{s}\sim 20\text{ms}$ ，有脉冲捕获功能。在过程输入信号的上升沿或下降沿可以产生快速响应的中断输入。

继电器输出的电压范围为 DC 5~30V 或 AC 5~250V。最大电流 2A，白炽灯负载为 DC 30W 或 AC 200W。DC/DC/DC 型 MOSFET (场效应管) 的 1 状态最小输出电压为 DC 20V，

0 状态最大输出电压为 DC 0.1V，输出电流 0.5A。最大白炽灯负载为 5W。

脉冲输出最多 4 路，CPU 1217 支持最高 1MHz 的脉冲输出，其他 DC/DC/DC 型的 CPU 本机最高 100 kHz，通过信号板可输出 200 kHz 的脉冲。

4) 有 2 点集成的模拟量输入 (0~10V)，10 位分辨率，输入电阻大于等于 100kΩ。

5) 集成的 DC 24V 电源可供传感器和编码器使用，也可以用作输入回路的电源。

6) CPU 1215C 和 CPU 1217C 有两个带隔离的 PROFINET 以太网端口，其他 CPU 有一个以太网端口，传输速率为 10M/100 Mbit/s。

7) 实时时钟的保存时间通常为 20 天，40℃ 时最少为 12 天，最大误差为 ±60s/月。

## 2. CPU 的技术规范

S7-1200 现在有 5 种型号的 CPU 模块 (简称为 CPU，见表 1-1)，此外还有故障安全型 CPU。CPU 可以扩展 1 块信号板，左侧可以扩展 3 块通信模块。

表 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	100kHz 或 20kHz	100kHz 或 20kHz		1MHz 或 100kHz
上升沿/下降沿中断点数	6/6	8/8	14/14	14/14	14/14
脉冲捕获输入点数	6	8	14	14	14
传感器电源输出电流/mA	300	300	400	400	400
外形尺寸/mm	90×100×75	90×100×75	110×100×75	130×100×75	150×100×75

图 1-3 中的①是集成的 I/O (输入/输出) 的状态 LED (发光二极管)。②是 3 个指示 CPU 运行状态的 LED，③是 PROFINET 以太网接口的 RJ45 连接器，④是存储卡插槽 (在盖板下面)，⑤是可拆卸的接线端子板。

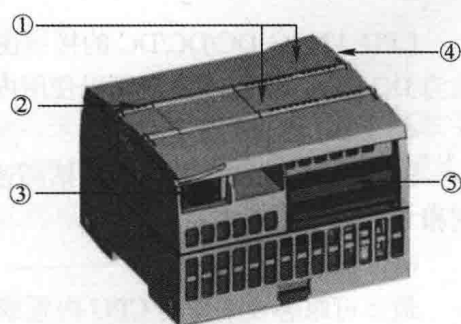


图 1-3 CPU 模块

每种 CPU 有 3 种具有不同电源电压和输入、输出电压的版本 (见表 1-2)。

## 3. CPU 的外部接线图

CPU 1214C AC/DC/Rly (继电器) 型的外部接线

图见图 1-4。输入回路一般使用图中标有①的 CPU 内置的 DC 24V 传感器电源，漏型输入时需要去除图 1-4 中标有②的外接 DC 电源，将输入回路的 1M 端子与 DC 24V 传感器电源的 M 端子连接起来，将内置的 24V 电源的 L+ 端子接到外接触点的公共端。源型输入时将 DC 24V 传感器电源的 L+ 端子连接到 1M 端子。

表 1-2 S7-1200 CPU 的 3 种版本

版本	电源电压	DI 输入电压	DQ 输出电压	DQ 输出电流
DC/DC/DC	DC 24V	DC 24V	DC 24V	0.5 A, MOSFET
DC/DC/Relay	DC 24V	DC 24V	DC 5~30V, AC 5~250V	2A, DC 30W / AC 200W
AC/DC/Relay	AC 85~264V	DC 24V	DC 5~30V, AC 5~250V	2A, DC 30W / AC 200W

CPU 1214C DC/DC/Relay 的接线图与图 1-4 的区别在于前者的电源电压为 DC 24V。

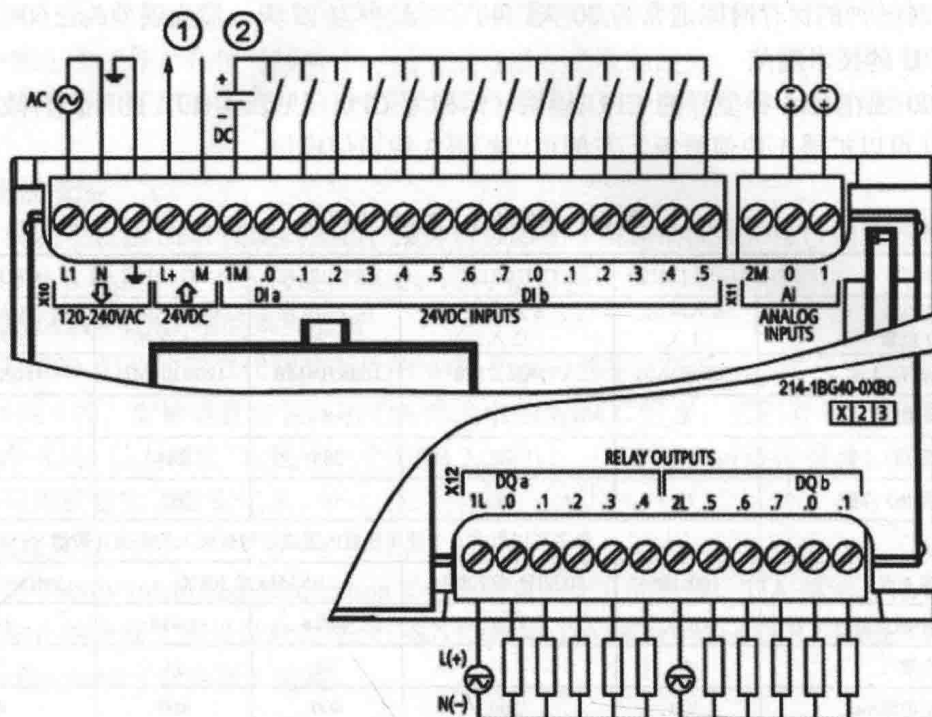


图 1-4 CPU 1214C AC/DC/Relay 的外部接线图

CPU 1214C DC/DC/DC 的接线图见图 1-5，其电源电压、输入回路电压和输出回路电压均为 DC 24V。输入回路也可以使用内置的 DC 24V 电源。

#### 4. CPU 集成的工艺功能

S7-1200 集成的工艺功能包括高速计数与频率测量、高速脉冲输出、PWM 控制、运动控制和 PID 控制。

##### (1) 高速计数器

最多可组态 6 个使用 CPU 内置或信号板输入的高速计数器，CPU 1217C 有 4 点最高频率为 1MHz 的高速计数器。其他 CPU 可组态最高频率为 100kHz（单相）/80kHz（互差 90°的正交相位）或最高频率为 30kHz（单相）/20kHz（正交相位）的高速计数器（与输入点地址有关）。如果使用信号板，最高计数频率为 200 kHz（单相）/160 kHz（正交相位）。

##### (2) 高速输出

各种型号的 CPU 最多 4 点高速脉冲输出（包括信号板的 DQ 输出）。CPU1217 的高速脉冲输出最高频率为 1MHz，其他 CPU 100kHz，信号板 200kHz。



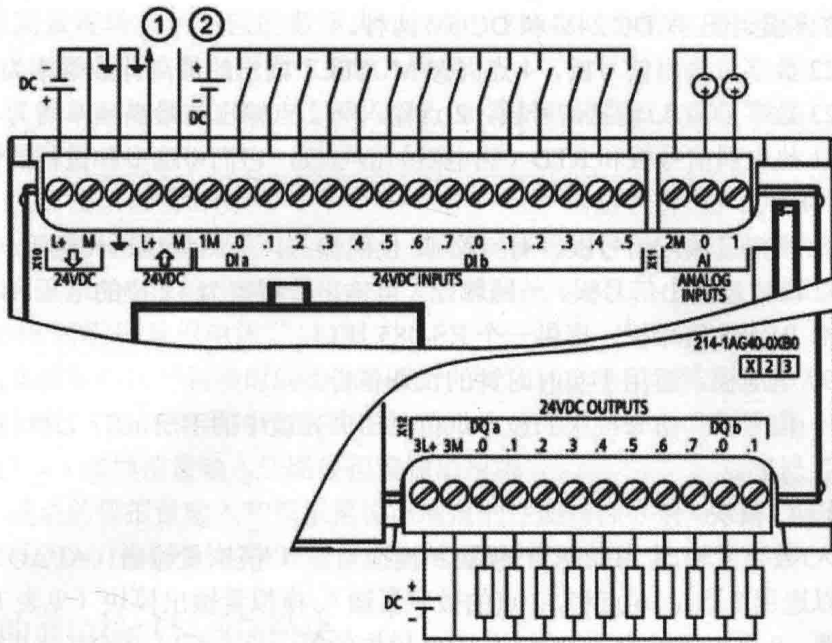


图 1-5 CPU 1214C DC/DC/DC 的外部接线图

### (3) 运动控制

S7-1200 的高速输出可以用于步进电机或伺服电机的速度和位置控制。通过一个轴工艺对象和 PLCopen 运动控制指令，它们可以输出脉冲信号来控制步进电机速度、阀位置或加热元件的占空比。除了返回原点和点动功能以外，还支持绝对位置控制、相对位置控制和速度控制。轴工艺对象有专用的组态窗口、调试窗口和诊断窗口。

### (4) 用于闭环控制的 PID 功能

PID 功能用于对闭环过程进行控制，建议 PID 控制回路的个数不要超过 16 个。STEP 7 中的 PID 调试窗口提供用于调节的形象直观的曲线图。还支持 PID 参数自整定功能，可以自动计算 PID 参数的最佳调节值。

## 1.1.3 信号板与信号模块

各种 CPU 的正面都可以增加一块信号板。信号模块连接到 CPU 的右侧，以扩展其数字量或模拟量 I/O 的点数。CPU 1211C 不能扩展信号模块，CPU 1212C 只能连接两个信号模块，其他 CPU 可以连接 8 个信号模块。所有的 S7-1200 CPU 都可以在 CPU 的左侧安装最多 3 个通信模块。

### 1. 信号板

S7-1200 所有的 CPU 模块的正面都可以安装一块信号板，并且不会增加安装的空间。有时添加一块信号板，就可以增加需要的功能。例如数字量输出信号板使继电器输出的 CPU 具有高速输出的功能。

安装时首先取下端子盖板，然后将信号板直接插入 S7-1200 CPU 正面的槽内（见图 1-2）。信号板有可拆卸的端子，因此可以很容易地更换信号板。有下列信号板和电池板：

1) SB 1221 数字量输入信号板，4 点输入的最高计数频率为 200kHz。数字量输入、数字



量输出信号板的额定电压有 DC 24V 和 DC 5V 两种。

2) SB 1222 数字量输出信号板, 4 点固态 MOSFET 输出的最高计数频率为 200kHz。

3) SB 1223 数字量输入/输出信号板, 2 点输入和 2 点输出的最高频率均为 200kHz。

4) SB 1231 热电偶信号板和 RTD (热电阻) 信号板, 它们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+符号位。

5) SB 1231 模拟量输入信号板, 有一路 12 位的输入, 可测量电压和电流。

6) SB 1232 模拟量输出信号板, 一路输出, 可输出分辨率为 12 位的电压和 11 位的电流。

7) CB 1241 RS485 信号板, 提供一个 RS-485 接口。

8) BB 1297 电池板, 适用于实时时钟的长期备份。

各种 CPU、信号板和信号模块的技术规范见随书光盘中的手册《S7-1200 产品样本》和《S7-1200 系统手册》。

## 2. 数字量 I/O 模块

数字量输入/数字量输出 (DI/DQ) 模块和模拟量输入/模拟量输出 (AI/AQ) 模块统称为信号模块。可以选用 8 点、16 点和 32 点的数字量输入/模拟量输出模块 (见表 1-3), 来满足不同的控制需要。8 继电器输出 (双态) 的 DQ 模块的每一点, 可以通过有公共端子的一个常闭触点和一个常开触点, 在输出值为 0 和 1 时, 分别控制两个负载。

所有的模块都能方便地安装在标准的 35mm DIN 导轨上。所有的硬件都配备了可拆卸的端子板, 不用重新接线, 就能迅速地更换组件。

表 1-3 数字量输入/输出模块

型 号	型 号
SM 1221, 8 输入 DC 24V	SM 1222, 8 继电器输出 (双态), 2A
SM 1221, 16 输入 DC 24V	SM 1223, 8 输入 DC 24V/8 继电器输出, 2A
SM 1222, 8 继电器输出, 2A	SM 1223, 16 输入 DC 24V/16 继电器输出, 2A
SM 1222, 16 继电器输出, 2A	SM 1223, 8 输入 DC 24V/8 输出 DC 24V, 0.5A
SM 1222, 8 输出 DC 24V, 0.5A	SM 1223, 16 输入 DC 24V/16 输出 DC 24V, 0.5A
SM 1222, 16 输出 DC 24V, 0.5A	SM 1223, 8 输入 AC 230V/8 继电器输出, 2A

## 3. 模拟量 I/O 模块

在工业控制中, 某些输入量 (例如压力、温度、流量、转速等) 是模拟量, 某些执行机构 (例如电动调节阀和变频器等) 要求 PLC 输出模拟量信号, 而 PLC 的 CPU 只能处理数字量。模拟量首先被传感器和变送器转换为标准量程的电流或电压, 例如  $4\sim 20\text{mA}$ ,  $\pm 0\sim 10\text{V}$ , PLC 用模拟量输入模块的 A-D 转换器将它们转换成数字量。带正负号的电流或电压在 A-D 转换后用二进制补码来表示。模拟量输出模块的 D-A 转换器将 PLC 中的数字量转换为模拟量电压或电流, 再去控制执行机构。模拟量 I/O 模块的主要任务就是实现 A-D 转换 (模拟量输入) 和 D-A 转换 (模拟量输出)。

A-D 转换器和 D-A 转换器的二进制位数反映了它们的分辨率, 位数越多, 分辨率越高。模拟量输入/输出模块的另一个重要指标是转换时间。

### (1) SM 1231 模拟量输入模块

有 4 路、8 路的 13 位模块和 4 路的 16 位模块。模拟量输入可选  $\pm 10\text{V}$ 、 $\pm 5\text{V}$  和  $0\sim 20\text{mA}$ 、 $4\sim 20\text{mA}$  等多种量程。电压输入的输入电阻大于等于  $9\text{M}\Omega$ , 电流输入的输入电阻为  $280\Omega$ 。

双极性模拟量满量程转换后对应的数字为-27648~27648，单极性模拟量为0~27648。

#### (2) SM1231 热电偶和热电阻模拟量输入模块

有4路、8路的热电偶(TC)模块和4路、8路的热电阻(RTD)模块。可选多种量程的传感器，分辨率为0.1°C/0.1°F，15位+符号位。

#### (3) SM 1232 模拟量输出模块

有2路和4路的模拟量输出模块，-10~+10V电压输出为14位，最小负载阻抗1000Ω。0~20mA或4~20mA电流输出为13位，最大负载阻抗600Ω。-27648~27648对应满量程电压，0~27648对应满量程电流。

电压输出负载为电阻时转换时间为300μs，负载为1μF电容时转换时间为750μs。

电流输出负载为1mH电感时转换时间为600μs，负载为10mH电感时为2ms。

#### (4) SM1234 4路模拟量输入/2路模拟量输出模块

SM 1234模块的模拟量输入和模拟量输出通道的性能指标分别与SM 1231 AI 4 x 13bit模块和SM 1232 AQ 2 x 14bit模块的相同，相当于这两种模块的组合。

### 1.1.4 集成的通信接口与通信模块

S7-1200 具有非常强大的通信功能，提供下列的通信选项：I-Device（智能设备）、PROFINET、PROFIBUS、远距离控制通信、点对点(PtP)通信、USS通信、Modbus RTU、AS-i和I/O Link MASTER。

#### 1. 集成的 PROFINET 接口

实时工业以太网是现场总线发展的趋势，PROFINET 是基于工业以太网的现场总线(IEC 61158 现场总线标准的类型10)，是开放式的工业以太网标准，它使工业以太网的应用扩展到了控制网络最底层的现场设备。

S7-1200 CPU 集成的 PROFINET 接口可以与下列设备通信：计算机(见图1-6)、其他 S7 CPU、PROFINET I/O 设备(例如 ET 200 远程 I/O 和 SINAMICS 驱动器)，以及使用标准的 TCP 通信协议的设备。它支持 TCP/IP、ISO-on-TCP、UDP 和 S7 通信协议。

该接口使用具有自动交叉网线(auto-cross-over)功能的 RJ45 连接器，用直通网线或者交叉网线都可以连接 CPU 和其他以太网设备或交换机，数据传输速率为 10M/100 Mbit/s。支持最多 23 个以太网连接，其中 3 个连接用于与 HMI 的通信；1 个连接用于与编程设备(PG)的通信；8 个连接用于开放式用户通信；3 个连接用于使用 GET/PUT 指令的 S7 通信的服务器；8 个连接用于使用 GET/PUT 指令的 S7 通信的客户端。

CSM 1277 是紧凑型交换机模块(见图1-7)，有4个具有自检测和交叉自适应功能的 RJ45 连接器，能以线形、树形或星形拓扑结构，将 S7-1200 连接到工业以太网。它安装在 S7-1200 的安装导轨上，不需要组态。

#### 2. PROFIBUS 通信与通信模块

S7-1200 最多可以增加3个通信模块，它们安装在 CPU 模块的左边。

PROFIBUS 是目前国际上通用的现场总线标准之一，已被纳入现场总线的国际标准 IEC 61158。S7-1200 CPU 从固件版本 V2.0 开始，组态软件 STEP 7 从版本 V11.0 开始，支持 PROFIBUS-DP 通信。

通过使用 PROFIBUS-DP 主站模块 CM 1243-5，S7-1200 可以和其他 CPU、编程设备、人

机界面和 PROFIBUS-DP 从站设备（例如 ET 200 和 SINAMICS 驱动设备）通信。CM 1243-5 可以做 S7 通信的客户机或服务器。

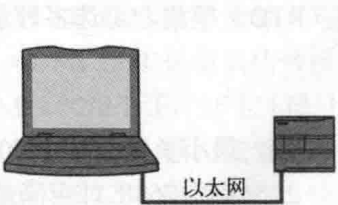


图 1-6 S7-1200 与计算机的通信

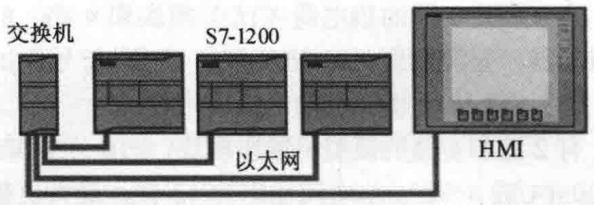


图 1-7 S7-1200 与 HMI 的通信

通过使用 PROFIBUS-DP 从站模块 CM 1242-5, S7-1200 可以作为一个智能 DP 从站设备与 PROFIBUS-DP 主站设备通信。

### 3. 点对点 (PtP) 通信与通信模块

通过点对点通信, S7-1200 可以直接发送信息到外部设备, 例如打印机; 从其他设备接收信息, 例如条形码阅读器、RFID (射频识别) 读写器和视觉系统; 可以与 GPS 装置、无线电调制解调器以及其他类型的设备交换信息。

CM 1241 是点对点高速串行通信模块, 可执行的协议有 ASCII、USS 驱动协议、Modbus RTU 主站协议和从站协议, 可以装载其他协议。3 种模块分别有 RS-232、RS-485 和 RS-422/485 通信接口。

通过 CM 1241 RS485 通信模块或者 CB 1241 RS485 通信板, 可以与支持 Modbus RTU 协议和 USS 协议的设备进行通信。S7-1200 可以作为 Modbus 主站或从站。

### 4. AS-i 通信与通信模块

AS-i 是执行器传感器接口 (Actuator Sensor Interface) 的缩写, 它是用于现场自动化设备的双向数据通信网络, 位于工厂自动化网络的最底层。AS-i 已被列入 IEC 62026 标准。

AS-i 是单主站主从式网络, 支持总线供电, 即两根电缆同时作信号线和电源线。

S7-1200 的 AS-i 主站模块为 CM 1243-2, 其主站协议版本为 V3.0, 可配置 31 个标准开关量/模拟量从站或 62 个 A/B 类开关量/模拟量从站。

### 5. 远程控制通信与通信模块

通过使用 GPRS 通信处理器 CP 1242-7, S7-1200 CPU 可以与下列设备进行无线通信: 中央控制站、其他远程站、移动设备 (SMS 短消息)、编程设备 (远程服务) 和使用开放式用户通信 (UDP) 的其他通信设备。通过 GPRS 可以实现简单的远程监控。

### 6. IO-Link 主站模块

IO-Link 是 IEC 61131-9 中定义的用于传感器/执行器领域的点对点通信接口, 使用非屏蔽的 3 线制标准电缆。IO-Link 主站模块 SM 1278 用于连接 S7-1200 CPU 和 IO-Link 设备, 它有 4 个 IO-Link 端口, 同时具有信号模块功能和通信模块功能。

## 1.2 软件的安装与升级

### 1. TIA 博途中的软件

TIA 博途是西门子自动化的全新工程设计软件平台, 它将所有自动化软件工具集成在统一的开发环境中, 是世界上第一款将所有自动化任务整合在一个工程设计环境下的软