



21世纪高等院校电气信息类系列教材

Electrical Information  
Science and Technology

# S7-200 SMART PLC 编程及应用

## 第③版

廖常初 主编



立体化·新形态教材



网盘资源

- 40多个视频教程、60多个例程、中文用户手册与样本
- 编程软件STEP 7-Micro/WIN SMART V2.3
- OPC软件PC ACCESS SMART V2.3及其升级包
- 精彩系列面板的组态软件WinCC flexible SMART V3



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

21 世纪高等院校电气信息类系列教材

# S7-200 SMART PLC 编程及应用

## 第 3 版

廖常初 主编



机械工业出版社

S7-200 SMART 是国内广泛使用的 S7-200 的更新换代产品, 本书全面介绍了 S7-200 SMART 的硬件组成、工作原理、指令系统和编程软件的使用方法; 介绍了数字量控制系统梯形图的一整套先进完整的设计方法, 这些方法易学易用, 可以节约大量的设计时间。本书还介绍了 PLC 之间、PLC 与变频器和组态软件之间的通信编程和调试方法; PID 控制系统和 PID 参数的整定方法、提高系统可靠性的硬件措施、触摸屏的组态和应用, 以及常用编程向导的使用方法。各章配有习题, 附录中有 35 个实验的指导书。

本书配套资源提供了 S7-200 SMART 的编程软件、OPC 软件和人机界面组态软件、有关产品的用户手册和样本、60 多个例程和 40 多个视频教程。

本书可以作为大专院校电类与机电一体化专业的教材, 也适合工程技术人员使用。

## 书在版编目 (CIP) 数据

S7-200 SMART PLC 编程及应用 / 廖常初主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2018.11

21 世纪高等院校电气信息类系列教材

ISBN 978-7-111-61824-9

I. ①S… II. ①廖… III. ①PLC 技术—高等学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 054116 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 昂

河北鹏盛贤印刷有限公司印刷

2019 年 4 月第 3 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·399 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-61824-9

定价: 49.80 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

服务咨询热线: (010) 88379833

读者购书热线: (010) 68326294

网络服务

机工官网: [www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

机工官博: [weibo.com/cmp1952](http://weibo.com/cmp1952)

教育服务网: [www.cmpedu.com](http://www.cmpedu.com)

金书网: [www.golden-book.com](http://www.golden-book.com)

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

S7-200 SMART 是国内广泛使用的 S7-200 的更新换代产品，其指令和程序结构与 S7-200 基本上相同。CPU 模块分为标准型和紧凑型，集成了多达 60 个 I/O 点、以太网端口、RS-485 端口、高速计数、高速脉冲输出和位置控制功能。CPU 内可安装一块信号板。

本书根据 S7-200 SMART V2.3 版固件和 V2.3 版编程软件改写，通信部分增加了开放式用户通信和 PROFIBUS-DP 通信的实现方法，根据最新版软件改写了 OPC 通信部分。人机界面的组态软件改为当前使用的 WinCC flexible SMART。精简和删除了一些次要的内容。

本书内容安排如下：

第 1 章介绍了 S7-200 SMART 的硬件组成和 PLC 的工作原理。

第 2 章通过实例详细介绍了编程软件的使用方法，包括用户程序的下载和调试方法。增加了紧凑型 CPU 通过串口下载程序的方法。

第 3 章介绍了 S7-200 SMART 的编程的基础知识，以及位逻辑指令、定时器指令和计数器指令的应用。

第 4 章介绍了 S7-200 SMART 的功能指令，通过大量的例程介绍了功能指令的使用方法，包括子程序和中断程序的编程方法。

第 5 章通过大量的编程实例，深入浅出地介绍了设计数字量控制系统梯形图的一整套先进完整的方法，这些方法易学易用，可以节约大量的设计时间。

第 6 章介绍了 S7-200 SMART 使用 S7 协议、开放式用户通信、PROFIBUS-DP、自由端口模式、Modbus RTU 协议、USS 协议和 OPC，与其他 PLC、变频器和组态软件通信的实现方法。

第 7 章通过实例详细地介绍了 PID 闭环控制系统的组成、PID 参数的手动整定和自整定的方法。使用作者编写的用于模拟被控对象的子程序和例程，只需要一块 CPU 模块，就可以做 PID 闭环实验。

第 8 章介绍了控制系统的硬件可靠性措施、触摸屏的画面组态和 PLC 与触摸屏通信的实现方法，以及数据记录与存储卡应用。

各章配有习题，附录中有 35 个实验的指导书。读者可以扫描本书封底的二维码，获取下载链接，下载本书配套的编程软件、OPC 软件和人机界面组态软件、有关产品的中文用户手册和样本，还有与正文配套的 60 多个例程和 40 多个视频教程。读者也可通过扫描本书正文中的二维码，观看相关知识点的视频讲解。

本书可以作为大中专院校电类与机电类专业的教材，也适合工程技术人员使用。

本书由廖常初主编，廖亮、文家学、孙明渝参加了编写工作。

因作者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请读者批评指正。

# 目 录

## 前言

第 1 章	PLC 的硬件与工作原理	1
1.1	S7-200 SMART 系列 PLC	1
1.1.1	PLC 的基本结构	1
1.1.2	S7-200 SMART 的特点	2
1.1.3	CPU 模块	5
1.1.4	数字量扩展模块与信号板	7
1.1.5	模拟量扩展模块	9
1.1.6	I/O 地址分配与外部接线	10
1.2	逻辑运算与 PLC 的工作原理	11
1.2.1	用触点和线圈实现逻辑运算	11
1.2.2	PLC 的工作原理	13
1.3	习题	16
第 2 章	STEP 7-Micro/WIN SMART 编程软件使用指南	17
2.1	编程软件概述	17
2.1.1	编程软件的界面	17
2.1.2	窗口操作与帮助功能	19
2.2	程序的编写与下载	21
2.2.1	创建项目	21
2.2.2	生成用户程序	22
2.2.3	以太网基础知识	25
2.2.4	组态以太网地址	26
2.2.5	下载与调试用户程序	29
2.3	符号表与符号地址的使用	31
2.4	用编程软件监控与调试程序	34
2.4.1	用程序状态监控与调试程序	34
2.4.2	用状态图表监控与调试程序	37
2.4.3	写入与强制数据	39
2.4.4	调试用户程序的其他方法	41
2.5	使用系统块设置 PLC 的参数	42
2.5.1	组态 PLC 的参数	42
2.5.2	组态输入输出参数	44
2.6	习题	47

<b>第 3 章 S7-200 SMART 编程基础</b> .....	48
3.1 PLC 的编程语言与程序结构.....	48
3.2 数据类型与寻址方式.....	50
3.2.1 数制.....	50
3.2.2 数据类型.....	52
3.2.3 CPU 的存储区.....	54
3.2.4 直接寻址与间接寻址.....	56
3.3 位逻辑指令.....	58
3.3.1 触点指令与逻辑堆栈指令.....	58
3.3.2 输出类指令与其他指令.....	62
3.4 定时器指令与计数器指令.....	64
3.4.1 定时器指令.....	64
3.4.2 计数器指令.....	68
3.5 习题.....	70
<b>第 4 章 S7-200 SMART 的功能指令</b> .....	73
4.1 功能指令概述.....	73
4.1.1 怎样学习功能指令.....	73
4.1.2 S7-200 SMART 的指令规约.....	74
4.2 数据处理指令.....	75
4.2.1 比较指令与数据传送指令.....	75
4.2.2 移位指令与循环移位指令.....	77
4.2.3 数据转换指令.....	79
4.2.4 表格指令.....	81
4.2.5 实时时钟指令.....	83
4.3 数学运算指令.....	84
4.3.1 四则运算指令与递增递减指令.....	84
4.3.2 浮点数函数运算指令.....	86
4.3.3 逻辑运算指令.....	87
4.4 程序控制指令.....	88
4.4.1 跳转指令.....	88
4.4.2 循环指令.....	90
4.4.3 其他指令.....	91
4.5 局部变量与子程序.....	93
4.5.1 局部变量.....	93
4.5.2 子程序的编写与调用.....	94
4.6 中断程序与中断指令.....	99
4.6.1 中断的基本概念.....	99
4.6.2 中断指令.....	100
4.6.3 中断程序举例.....	102

4.7	高速计数器与高速脉冲输出	104
4.7.1	高速计数器的工作模式	104
4.7.2	高速计数器的程序设计	105
4.7.3	高速脉冲输出与开环位置控制	108
4.8	数据块应用与字符串指令	111
4.8.1	数据块概述	111
4.8.2	字符、字符串与数据的转换指令	112
4.8.3	字符串指令	116
4.9	习题	117
<b>第5章</b>	<b>数字量控制系统梯形图程序设计方法</b>	<b>119</b>
5.1	梯形图的经验设计法	119
5.2	顺序控制设计法与顺序功能图	122
5.2.1	步与动作	122
5.2.2	有向连线与转换条件	124
5.2.3	顺序功能图的基本结构	125
5.2.4	顺序功能图中转换实现的基本规则	128
5.3	使用置位复位指令的顺序控制梯形图设计方法	129
5.3.1	单序列的编程方法	129
5.3.2	选择序列与并行序列的编程方法	131
5.3.3	应用举例	132
5.4	使用SCR指令的顺序控制梯形图设计方法	135
5.4.1	顺序控制继电器指令	135
5.4.2	选择序列与并行序列的编程方法	137
5.4.3	应用举例	138
5.5	具有多种工作方式的系统的顺序控制梯形图设计方法	139
5.5.1	系统的硬件结构与工作方式	139
5.5.2	公用程序与手动程序	141
5.5.3	自动程序	143
5.6	习题	146
<b>第6章</b>	<b>PLC的通信与自动化通信网络</b>	<b>149</b>
6.1	计算机通信概述	149
6.1.1	串行通信	149
6.1.2	IEEE 802 通信标准	150
6.2	基于以太网的S7协议通信	152
6.2.1	S7-200 SMART 之间的S7通信	152
6.2.2	S7-200 SMART 与其他S7 PLC 的S7通信	154
6.3	基于以太网的开放式用户通信	157
6.3.1	S7-200 SMART 之间的TCP和ISO-on-TCP通信	157
6.3.2	S7-200 SMART 与其他S7 PLC 的TCP通信	160

6.3.3	S7-200 SMART 之间的 UDP 通信	162
6.4	PROFIBUS-DP 通信	163
6.5	串行通信的硬件与自由端口模式通信	166
6.5.1	串行通信的硬件与 PPI 协议	166
6.5.2	自由端口模式通信的编程	167
6.5.3	自由端口模式通信的实验	171
6.6	Modbus RTU 协议通信	172
6.6.1	Modbus 通信协议	172
6.6.2	Modbus RTU 从站协议通信的编程	173
6.6.3	Modbus RTU 主站协议通信的编程与调试	174
6.7	S7-200 SMART 与变频器的 USS 协议通信	177
6.7.1	硬件接线与变频器参数设置	177
6.7.2	USS 协议通信的组态与编程	180
6.7.3	USS 协议通信的实验	182
6.7.4	用 PLC 读/写变频器的参数	184
6.8	基于 PC Access SMART 的 OPC 通信	185
6.8.1	OPC 通信与 PC Access SMART	185
6.8.2	组态软件与 S7-200 SMART 的 OPC 通信	187
6.9	习题	189
<b>第 7 章</b>	<b>PLC 在模拟量闭环控制中的应用</b>	<b>191</b>
7.1	闭环控制与 PID 控制器	191
7.1.1	模拟量闭环控制系统	191
7.1.2	PID 控制器的数字化	193
7.1.3	PID 指令向导的应用	195
7.2	PID 控制器的参数整定方法	197
7.2.1	PID 参数的物理意义	197
7.2.2	PID 参数的整定方法	201
7.2.3	PID 控制器参数整定的实验	202
7.3	PID 参数自整定	206
7.3.1	自整定的基本方法与自整定过程	206
7.3.2	PID 参数自整定实验	207
7.4	习题	209
<b>第 8 章</b>	<b>PLC 应用中的一些问题</b>	<b>210</b>
8.1	PLC 控制系统的硬件可靠性措施	210
8.2	触摸屏的组态与应用	213
8.2.1	人机界面与触摸屏	213
8.2.2	生成项目与组态变量	214
8.2.3	组态指示灯与按钮	216
8.2.4	组态文本域与 IO 域	218



8.2.5	用控制面板设置触摸屏的参数	219
8.2.6	PLC 与触摸屏通信的实验	221
8.3	数据记录与存储卡应用	223
8.3.1	数据记录	223
8.3.2	存储卡应用	225
8.4	习题	226
附录		227
附录 A	实验指导书	227
A.1	编程软件使用练习	227
A.2	符号表应用实验	228
A.3	用编程软件调试程序的实验	229
A.4	位逻辑指令应用实验	230
A.5	定时器应用实验	231
A.6	计数器应用实验	232
A.7	比较指令与传送指令应用实验	233
A.8	移位指令与循环移位指令应用实验	234
A.9	数据转换指令应用实验	235
A.10	实时时钟指令应用实验	235
A.11	数学运算指令应用实验	236
A.12	逻辑运算指令应用实验	237
A.13	跳转指令应用实验	237
A.14	循环指令与看门狗复位指令实验	238
A.15	子程序的编程实验	239
A.16	中断程序的编程实验	239
A.17	高速计数器与高速输出应用实验	240
A.18	数据块与字符串指令应用实验	241
A.19	自动往返的小车控制系统的编程实验	241
A.20	使用置位复位指令的顺序控制程序的编程实验	242
A.21	专用钻床顺序控制程序的调试实验	243
A.22	使用 SCR 指令的顺序控制程序的调试实验	243
A.23	使用 SCR 指令的顺序控制程序的编程实验	244
A.24	具有多种工作方式的系统的控制程序调试实验	244
A.25	基于以太网的 S7 通信实验	245
A.26	基于以太网的开放式用户通信实验	246
A.27	使用接收完成中断的串口通信实验	246
A.28	使用 Modbus RTU 协议的通信实验	246
A.29	使用信号板 CM01 的 Modbus RTU 协议通信实验	247
A.30	变频器 USS 协议通信实验	247
A.31	OPC 通信实验	247

A.32	PID 控制器参数手动整定实验	248
A.33	PID 控制器参数自整定实验	248
A.34	触摸屏通过以太网通信的实验	249
A.35	触摸屏通过 RS-485 端口的通信实验	249
附录 B	常用特殊存储器位	250
附录 C	S7-200 SMART 指令表索引	251
附录 D	配套资源说明	251
参考文献		253

# 第 1 章 PLC 的硬件与工作原理

## 1.1 S7-200 SMART 系列 PLC

现代社会要求制造业对市场需求做出迅速的反应，生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品，为了满足这一要求，生产设备和自动生产线的控制系统必须具有极高的可靠性和灵活性，可编程序控制器（Programmable Logic Controller, PLC）正是顺应这一要求出现的，它是以微处理器为基础的通用工业控制装置。

PLC 的应用面广、功能强大、使用方便，已经广泛地应用在各种机械设备和生产过程的自动控制系统中。PLC 仍然处于不断的发展之中，其功能不断增强，更为开放，它不但是单机自动化应用最广的控制设备，在大型工业网络控制系统中也占有不可动摇的地位。PLC 应用面之广、普及程度之高，是其他计算机控制设备不可比拟的。

本书以西门子公司的 S7-200 SMART 系列微型 PLC 为主要讲授对象。S7-200 SMART 是 S7-200 的升级换代产品，它继承了 S7-200 的诸多优点，指令、程序结构和通信功能与 S7-200 基本上相同。CPU 分为标准型和紧凑型，CPU 内置的单体 I/O 点数最多可达 60 点。标准型增加了以太网端口和信号板，保留了 RS-485 端口。编程软件 STEP 7-Micro/WIN SMART 的界面友好，更为人性化。

### 1.1.1 PLC 的基本结构

S7-200 SMART 主要由 CPU 模块、扩展模块、信号板和编程软件组成（见图 1-1）。

#### 1. CPU 模块

CPU 模块简称为 CPU，主要由微处理器、电源和集成的输入电路、输出电路组成。在 PLC 控制系统中，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；存储器用来存储程序和数据。

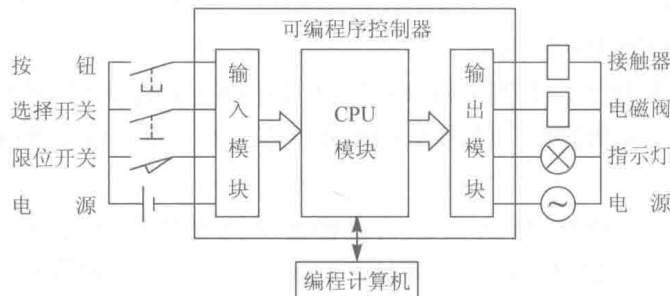


图 1-1 PLC 控制系统示意图

## 2. 扩展模块和信号板

扩展模块、信号板和通信模块与标准型 CPU 配合使用，可以增加 PLC 的功能。扩展模块包括输入（Input）模块和输出（Output）模块，它们简称为 I/O 模块。扩展模块和 CPU 的输入电路、输出电路是系统的眼、耳、手、脚，是联系外部现场设备和 CPU 的桥梁。

输入模块和 CPU 的输入电路用来接收和采集输入信号，数字量输入用来接收从按钮、选择开关、数字拨码开关、限位开关、接近开关、光电开关和压力继电器等提供的数字量输入信号；模拟量输入用来接收各种变送器提供的连续变化的模拟量信号。数字量输出用来控制接触器、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，模拟量输出用来控制调节阀、变频器等执行装置。

CPU 模块的工作电压一般是 DC 5V，而 PLC 外部的输入/输出电路的电源电压较高，例如 DC 24V 和 AC 220V。从外部引入的尖峰电压和干扰噪声可能会损坏 CPU 模块中的元器件，或者使 PLC 不能正常工作。在输入/输出电路中，用光耦合器、光电晶闸管或小型继电器等器件来隔离 PLC 的内部电路和外部电路，I/O 模块除了传递信号外，还有电平转换与隔离的作用。

## 3. 编程软件

使用编程软件可以直接生成和编辑梯形图或指令表程序，以实现不同编程语言之间的相互转换。程序被编译后下载到 PLC，可以将 PLC 中的程序上传到计算机，还可以用编程软件监控 PLC。标准型 CPU 有集成的以太网端口，下载和监控时只需要一根普通的网线，下载的速度极快。

## 4. 电源

S7-200 SMART 使用 AC 220V 电源或 DC 24V 电源。CPU 可以为输入电路和外部的电子传感器（例如接近开关）提供 DC 24V 电源，驱动 PLC 负载的直流电源一般由用户提供。

### 1.1.2 S7-200 SMART 的特点

SIMATIC S7-200 SMART 是西门子公司经过大量的市场调研，为中国客户量身定制的一款高性价比的微型 PLC 产品。

#### 1. S7-200 SMART 的亮点

1) S7-200 SMART（见图 1-2）有 12 种 CPU 模块，分为标准型和紧凑型。CPU 模块集成的最大 I/O 点数由 S7-200 的 40 点增大到 60 点，标准型 CPU 最多可以配置 6 个扩展模块和一块安装在 CPU 内的信号板，产品配置更加灵活。因为配备了西门子的专用高速处理器芯片，基本指令执行时间为  $0.15\mu\text{s}$ 。

2) 标准型 CPU 集成了以太网端口（见图 1-3）和强大的以太网通信功能。用普通的网线就可以实现程序的下载和监控。通过以太网端口还可与其他西门子 PLC、触摸屏和计算机通信。

3) 场效应晶体管输出的标准型 CPU 可以输出 2 路或 3 路（与型号有关）100kHz 的高速脉冲，支持 PWM/PTO 输出方式以及多种运动模式，可以自由设置运动曲线，相当于集成了 S7-200 的位置控制模块的功能。有方便易用的运动控制向导，可以快速实现调速、定位等功能。

4) 标准型 CPU 有 6 个最高频率为单相 200kHz 或 30kHz 的高速计数器。紧凑型 CPU

有 4 个高速计数器，最高频率是标准型的一半。

5) CPU 集成了 Micro SD 卡插槽，使用通用的价格便宜 Micro SD 卡（即手机存储卡），就可以实现程序的更新和 CPU 固件的升级。



图 1-2 S7-200 SMART 的模块

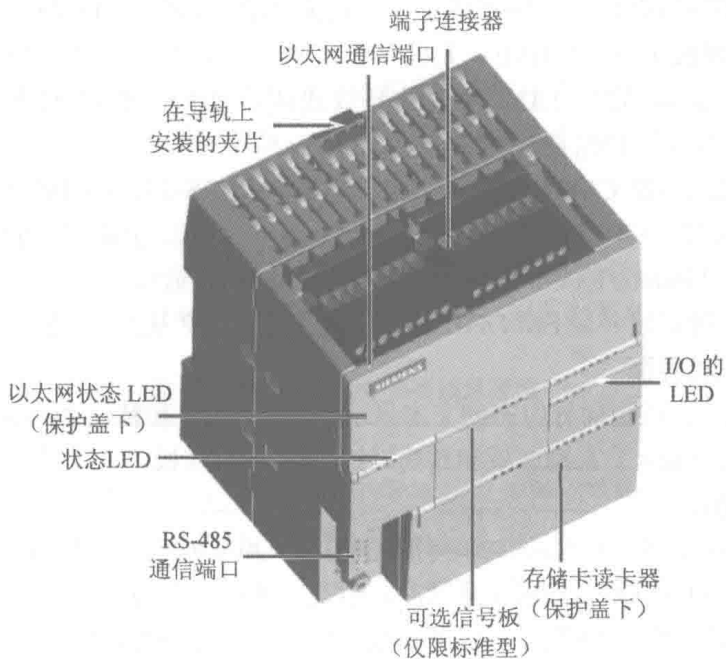


图 1-3 CPU 模块

6) 编程软件 STEP 7-Micro/WIN SMART 的界面友好，编程高效，融入了更多的人性化设计，例如新颖的带状式菜单、全移动式界面窗口、方便的程序注释功能以及强大的密码保护等。可以用 3 种编程语言监控程序的执行情况，用状态图表监视、修改和强制变量。用系统块设置参数方便直观。具有强大的中文帮助功能，在线帮助、右键快捷菜单、指令和子程序的拖放功能等使编程软件的使用非常方便。

7) S7-200 SMART PLC、SMART LINE IE 触摸屏、V20 变频器和 V90 伺服驱动系统完美整合，无缝集成，为 OEM（原始设备制造商）客户带来高性价比的小型自动化解决方案，可以满足客户对人机交互、控制和驱动等功能的全方位需求。

## 2. 先进的程序结构

S7-200 SMART 的程序结构简单清晰，在编程软件中，主程序、子程序和中断程序分页存放。使用各程序块的局部变量，易于将程序块移植到别的项目。子程序用输入、输出参数作软件接口，便于实现结构化编程。

## 3. 灵活方便的存储器结构

S7-200 SMART 的输入 (I)、输出 (Q)、位存储器 (M)、顺序控制继电器 (S)、变量存储器 (V) 和局部变量 (L) 均可以按位 (bit)、字节 (B)、字 (W) 和双字 (DW) 读写。

## 4. 简化复杂编程任务的向导功能

高速计数器、运动控制、PID 控制、高速输出、文本显示器、GET/PUT 以太网通信和数据记录等编程和应用是 PLC 程序设计中的难点，用普通的方法对它们编程既繁琐又容易出错。S7-200 SMART 的编程软件为此提供了各种编程向导，只需在向导的对话框中输入一些参数，就可以自动生成包括中断程序在内的用户程序。

## 5. 强大的通信功能

S7-200 SMART 的标准型 CPU 集成了一个以太网端口和一个 RS-485 端口。以太网端口可以与编程计算机和最多 8 台 HMI (人机界面) 通信，支持使用 PUT/GET 指令的 S7 通信、使用 TCP、ISO-on-TCP、UDP 协议的开放式用户通信，通过 OPC 软件 PC Access SMART，可以与上位计算机监控软件通信。

标准型 CPU 通过 SB CM01 信号板，可以扩展一个 RS-232/RS-485 端口。紧凑型 CPU 只有一个 RS-485 端口。标准型和紧凑型 CPU 的上述串口可以与编程计算机、变频器、触摸屏通信，支持 PPI、Modbus RTU、USS 协议和自由端口模式通信。

标准型 CPU 通过扩展一块 EM DP01 模块，可以用作 DP 从站或 MPI 从站。

## 6. 支持多种人机界面

S7-200 SMART 支持用向导组态的文本显示器 TD 400C 和精彩系列面板 SMART LINE IE，还支持精智 (Comfort) 系列面板和精简 (Basic) 系列面板。

## 7. 运动控制功能

场效应晶体管输出型的 CPU ST20 可用 Q0.0 和 Q0.1 输出 2 路脉冲，CPU ST30/ST40/ST60 可用 Q0.0、Q0.1 和 Q0.3 输出 3 路脉冲，最高频率为 100kHz。

S7-200 SMART CPU 提供了三种开环运动控制方法：脉冲串输出 (PTO)、脉宽调制 (PWM) 和运动轴。后者内置于 CPU 中，用于速度和位置控制。提供带有集成方向控制和禁用输出的单脉冲串输出，包括可编程输入，提供包括自动参考点搜索等多种操作模式。PWM 方式输出的脉冲宽度 (或占空比) 可用程序调节。

STEP 7-Micro/WIN SMART 提供的 PWM 向导可以帮助用户快速完成脉宽调制的组态。可以用 PWM 向导生成的子程序来指定 PWM 的脉冲周期和脉冲宽度。

运动控制向导最多提供 3 轴脉冲输出的设置，脉冲输出速度从 20 Hz~2100 kHz 可调。可以用该向导生成的位控指令对速度和位置进行动态控制。

运动控制既可以使用工程单位 (如英寸或厘米)，也可以使用脉冲数。提供可组态的螺距误差补偿，支持绝对、相对和手动位控模式，支持连续操作。提供多达 32 组运动曲线，每组曲线最多可以设置 16 种速度。提供 4 种不同的参考点寻找模式，每种模式都可以对起始的寻找方向和最终的接近方向进行选择。

为了帮助用户开发运动控制方案，STEP 7-Micro/WIN SMART 提供了运动控制面板，使用户在开发过程的启动和测试阶段就能轻松监控运动控制功能的操作。使用运动控制面板可以验证运动控制功能的接线是否正确，可以调整组态数据并测试每个移动曲线，显示位控操作的当前速度、当前位置和当前方向，还可以看到输入和输出 LED（脉冲 LED 除外）的状态。可以查看和修改存储在 CPU 模块中的位控操作的组态设置。

视频“S7-200 SMART 与 S7-200 的比较”可通过扫描二维码 1-1 播放。



二维码 1-1

### 1.1.3 CPU 模块

#### 1. CPU 的共同特性

各种型号的 CPU 的过程映像输入 (I)、过程映像输出 (Q)、位存储器 (M) 和顺序控制器 (S) 分别为 256 点，主程序、每个子程序和中断程序的临时局部存储器分别为 64B。CPU 均有两个分辨率为 1ms 的循环中断、4 个上升沿中断和 4 个下降沿中断、可使用 8 个 PID 回路。布尔运算指令执行时间为 0.15μs，实数数学运算指令执行时间为 3.6μs。子程序和中断程序最多各有 128 个。有 4 个 32 位的累加器、256 个定时器和 256 个计数器。传感器电源的可用电流为 300mA。

CPU 和扩展模块各数字量 I/O 点的通/断状态用发光二极管 (LED) 显示，PLC 与外部接线的连接采用可以拆卸的插座型端子板，不需断开端子板上的外部连线，就可以迅速地更换模块。

#### 2. 紧凑型 CPU

2017 年 7 月发布的 S7-200 SMART V2.3 新增了继电器输出的紧凑型串行 CPU（见表 1-1）。其主要特点是仅有一个 RS-485 串行端口，没有扩展功能，但是价格便宜。

表 1-1 紧凑型 CPU 简要技术规范

特 性	CPU CR20s	CPU CR30s	CPU CR40s	CPU CR60s
本机数字量 I/O 点数	12DI/8DQ 继电器	18DI/12DQ 继电器	24DI/16DQ 继电器	36DI/24DQ 继电器
尺寸/mm×mm×mm	90×100×81	110×100×81	125×100×81	175×100×81

紧凑型 CPU 没有以太网端口，用 RS-485 端口和 USB-PPI 电缆编程。与标准型 CPU 相比，紧凑型 CPU 仅支持 4 个有 PROFIBUS/RS485 功能的 HMI，不能扩展信号板和扩展模块，不支持数据记录。没有高速脉冲输出、实时时钟和 microSD 读卡器。没有基于以太网端口的 S7 通信和开放式用户通信功能，没有实时时钟和运动控制功能，输入点没有脉冲捕捉功能。CPU 最多 4 个高速计数器，单相 100kHz 的 4 个，A/B 相 50kHz 的两个。

紧凑型 CPU 有 12KB 程序存储器和 8KB 用户数据存储器，保持性存储器为 2KB。

S7-200 SMART 的老产品还有两款带以太网端口和 RS-485 端口的经济型 CPU（CPU CR40/60）。它们没有高速脉冲输出和硬件扩展功能。

#### 3. 标准型 CPU

标准型 CPU 的简要技术规范见表 1-2。型号中有 SR 的是继电器输出型，有 ST 的是 MOSFET（场效应晶体管）输出型。它们有 56 个字的模拟量输入 (AI) 和 56 个字的模拟量输出 (AQ)。100kHz 脉冲输出仅适用于场效应晶体管输出的 CPU。保持性存储器为

10KB, 可扩展一块信号板和最多 6 块扩展模块。使用免维护超级电容的实时时钟精度为 ±120s/月, 保持时间通常为 7 天, 25℃时最少 6 天。CPU 和可选的信号板最多可使用 6 个上升沿中断和 6 个下降沿中断。

表 1-2 标准型 CPU 简要技术规范

特 性		CPU SR20, CPU ST20	CPU SR30, CPU ST30	CPU SR40, CPU ST40	CPU SR60, CPU ST60
板载数字量 I/O 点数		12DI/8DQ	18DI/12DQ	24DI/16DQ	36DI/24DQ
用户程序存储器		12KB	18KB	24KB	30KB
用户数据存储器		8KB	12KB	16KB	20KB
尺寸/mm×mm×mm		90×100×81	110×100×81	125×100×81	175×100×81
高速计数器共 6 个	单相	4 个 200kHz, 2 个 30kHz	5 个 200kHz, 1 个 30kHz	4 个 200kHz, 2 个 30kHz	4 个 200kHz, 2 个 30kHz
	A/B 相	2 个 100kHz, 2 个 20kHz	3 个 100kHz, 1 个 20kHz	2 个 100kHz, 2 个 20kHz	2 个 100kHz, 2 个 20kHz
100kHz 脉冲输出		2 个 (仅 CPU ST20)	3 个 (仅 CPU ST30)	3 个 (仅 CPU ST40)	3 个 (仅 CPU ST60)
脉冲捕捉输入		12 个	12 个	14 个	14 个

标准型 CPU 有一个以太网端口, 一个 RS-485 端口, 可以用可选的 RS-232/485 信号板扩展一个串行端口。

以太网端口的传输速率为 10M/100Mbit/s, 采用变压器隔离。提供一个编程设备连接和 8 个 HMI 连接, 支持使用 PUT/GET 指令的 S7 通信 (8 个客户端连接和 8 个服务器连接) 和开放式用户通信 (8 个主动连接和 8 个被动连接)。每个串行端口提供一个编程设备连接和 4 个 HMI 连接。

通过 PC Access SMART, 操作人员可以通过上位机读写 S7-200 SMART 的数据, 从而实现设备监控或者进行数据存档管理。

#### 4. CPU 模块中的存储器

PLC 的程序分为操作系统和用户程序。操作系统使 PLC 具有基本的智能, 能够完成 PLC 设计者规定的各种工作; 操作系统由 PLC 生产厂家设计并固化在 ROM (只读存储器) 中, 用户不能读取。用户程序由用户设计, 它使 PLC 能完成用户要求的特定功能; 用户程序存储器的容量以字节为单位。

PLC 使用以下几种物理存储器:

##### (1) 随机存取存储器 (RAM)

用户程序和编程软件可以读出 RAM 中的数据, 也可以改写 RAM 中的数据。RAM 是易失性的存储器, RAM 芯片的电源中断后, 存储的信息将会丢失。

RAM 的工作速度快、价格便宜、改写方便。在关断 PLC 的外部电源后, 可以用锂电池保存 RAM 中的用户程序和某些数据。锂电池可以用 1~3 年, 需要更换锂电池时, 由 PLC 发出信号, 通知用户。S7-200 SMART 不使用锂电池。

##### (2) 只读存储器 (ROM)

ROM 的内容只能读出, 不能写入。它是非易失性的, 它的电源消失后, 仍能保存存储的内容。ROM 用来存放 PLC 的操作系统程序。

##### (3) 可以电擦除可编程的只读存储器 (EEPROM)

EEPROM 是非易失性的存储器, 掉电后它保存的数据不会丢失。PLC 可以读写它, 兼



有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取的优点，但是写入数据所需的时间比 RAM 长得多，改写的次数有限制。S7-200 SMART 用 EEPROM 来存储用户程序和需要长期保存的重要数据。

## 1.1.4 数字量扩展模块与信号板

### 1. 数字量输入电路

图 1-4 是 S7-200 SMART CPU 的直流输入点的内部电路和外部接线图，图中只画出了一路输入电路，输入电流为 4mA，1M 是输入点各内部输入电路的公共点。S7-200 SMART 可以用 CPU 模块提供的 DC 24V 传感器电源（见图 1-7）作输入回路的电源，该电源还可以用于接近开关、光电开关之类的传感器。CPU 和数字量扩展模块的输入点的输入延迟时间可以用编程软件的系统块设置。数字量扩展模块见表 1-3。

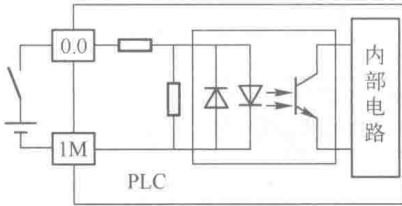


图 1-4 输入电路

当图 1-4 中的外部触点接通时，光耦合器中两个反并联的发光二极管中的一个亮，光敏晶体管饱和导通；外部触点断开时，光耦合器中的发光二极管熄灭，光敏晶体管截止，信号经内部电路传送给 CPU 模块。

图 1-4 中电流从输入端流入，称为漏型输入；将图中的电源反接，电流从输入端流出，称为源型输入。

CPU 模块的数字量输入和数字量输出的技术指标见表 1-4 和表 1-5。

表 1-3 数字量扩展模块

仅输入/仅输出	输入/输出组合
8 点数字量输入	8 点数字量输入/8 点晶体管型输出
16 点数字量输入	8 点数字量输入/8 点继电器型输出
8 点晶体管型输出	16 点数字量输入/16 点晶体管型输出
8 点继电器型输出	16 点数字量输入/16 点继电器型输出
16 点晶体管型输出	—
16 点继电器型输出	—

表 1-4 CPU 数字量输入技术指标

项 目	技 术 指 标
输入类型	漏型/源型 IEC 类型 1 (CPU ST20/ST30/ST40/ST60 的 I0.0~I0.3、I0.6 和 I0.7 除外)
输入电压电流额定值	DC 24V, 4mA, 允许最大 DC 30V 的连续电压
输入电压浪涌值	35V, 持续 0.5s
逻辑 1 信号 (最小)	仅 CPU ST20/ST30/ST40/ST60 的 I0.0~I0.3、I0.6 和 I0.7 为 DC 4V, 8mA; 其余的为 DC 15V, 2.5mA
逻辑 0 信号 (最大)	仅 CPU ST20/ST30/ST40/ST60 的 I0.0~I0.3、I0.6 和 I0.7 为 DC 1V, 1mA, 其余的为 DC 5V, 1mA
输入滤波时间	从 I0.0 开始的 14 点输入 0.2~12.8μs, 0.2~12.8ms 共 14 档, 其余各点为 0ms、6.4ms 和 12.8ms
光电隔离	AC 500V, 1min
电缆长度	非屏蔽电缆 300m, 屏蔽电缆 500m, CPU ST20/ST30/ST40/ST60 的 I0.0~I0.3 用于高速计数为 50m

### 2. 数字量输出电路

S7-200 SMART 的数字量输出电路的功率元件有驱动直流负载的 MOSFET (场效应晶体管), 以及既可以驱动交流负载又可以驱动直流负载的继电器, 负载电源由外部提供。