



高等职业教育电类基础课新形态一体化规划教材


PLC 应用技术 (西门子)

主 编 史宜巧 侍寿永



本书配套学习资源明细

高等教育出版社

 高等职业教育电类基础课新形态一体化规划教材

PLC YINGYONG JISHU

PLC 应用技术 (西门子)

主 编 史宜巧 侍寿永



高等教育出版社·北京

内容简介

本书主要以西门子S7-200系列PLC为例,分5个模块共20个项目,较为详尽地介绍S7-200 PLC的基础知识、编程软件、位逻辑指令、数据处理指令、程序控制指令、模拟量指令、脉冲量指令、通信指令及其工程应用。每个项目都以“教学做”一体化模式编写,选题均来自于工业生产现场,并经过编写组精心设计教学项目,试做后编入教材,强调职业技能训练,注重职业能力培养。在项目实施中均配有电路原理图和控制程序,并使项目易于操作与实现,旨在让读者通过本书的学习,尽快掌握S7-200 PLC的基本知识及编程应用技能。

本书还借助现代信息技术,配有数字课程网站,包括教学课件、微课、动画、仿真训练、训练参考程序等教学资源,在书中的关键知识点和技能点的配套资源处插入了二维码标识,顺应现代学习方式,让学习变得方便快捷。

本书可作为高等职业院校电气自动化、机电一体化等相关专业教材,也可作为工程技术人员自学或参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

PLC应用技术:西门子/史宜巧,侍寿永主编. --
北京:高等教育出版社,2016.9
ISBN 978-7-04-046145-9

I. ①P… II. ①史… ②侍… III. ①PLC技术-高等
职业教育-教材 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第192122号

策划编辑	曹雪伟	责任编辑	曹雪伟	封面设计	赵阳	版式设计	于婕
责任校对	窦丽娜	责任印制	朱学忠				
出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn				
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn				
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn				
印 刷	北京信彩瑞禾印刷厂		http://www.hepmall.com				
开 本	889mm×1194mm 1/16		http://www.hepmall.cn				
印 张	14.75	版 次	2016年9月第1版				
字 数	350千字	印 次	2016年9月第1次印刷				
购书热线	010-58581118	定 价	39.80元				
咨询电话	400-810-0598						

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物 料 号 46145-00

前言

目前, PLC 已成为自动化控制领域不可或缺的设备之一。它常与传感器、变频器、人机界面等设备配合使用, 构成功能齐全、操作简单方便的自动控制系统, 在国内已得到广泛的应用。为此, 编者结合多年的工程经验及电气自动化的教学经验, 并在企业技术人员大力支持下编写了本书, 旨在使学生或具有一定电气控制基础知识的工程技术人员能较快地掌握西门子 S7-200 PLC 编程及应用技术。

本书根据高职高专的培养目标, 结合高职高专的教学改革和课程改革, 本着“工学结合、任务驱动、项目引导、教学做一体化”的原则编写。其编写特点是以模块为单元, 以实际应用为主线, 通过设计不同的工程项目和实例, 引导学生由实践到理论再到实践, 将理论知识自然地嵌入到每一个实践项目中, 做到教、学、做、练的紧密结合。每个项目均包括控制要求与分析、知识学习、项目实施、知识进阶、问题研讨、拓展训练。

本书共分 5 个模块, 较为全面地介绍了西门子 S7-200 PLC 的编程及应用技术。

模块一设有 5 个项目, 介绍 PLC 的基础知识、位逻辑指令(含定时器、计数器)及编程软件的应用。

模块二设有 4 个项目, 介绍数据类型及数据处理指令, 主要有传送指令、移位指令、运算指令、比较指令及其应用。

模块三设有 4 个项目, 介绍程序控制指令, 主要有跳转指令、子程序指令、中断指令、顺序控制继电器指令及其应用。

模块四设有 4 个项目, 介绍模拟量指令、PID 指令、高速计数器指令、PLS 指令及其应用。

模块五设有 3 个项目, 介绍通信指令, 主要包括 PPI 通信指令、自由口通信指令、USS 通信指令及其应用。

为了便于教学和自学, 激发读者的学习热情, 书中的实例和实训项目均较为简单, 且易于操作和实现。为巩固、提高和检查读者对所学知识的掌握程度, 每个项目均配有拓展训练及其参考程序。

在本书的编写过程中, 得到了淮安信息职业技术学院领导以及电气工程系领导的关心与支持, 同时得到了江苏沙钢集团淮钢特钢股份有限公司秦德良、卧龙电气淮安清江电机有限公司马砚芳两位高级工程师所给予的很多帮助和提供的很好建议, 同时, 西门子(中国)公司在本书数字化资源建设中也给予了大力支持和帮助, 在此表示衷心的感谢。

本书由淮安信息职业技术学院史宜巧、侍寿永任主编, 徐建俊任主审。参加编写的还有吴会琴、王玲、居海清、薛岗、夏玉红。其中, 史宜巧编写模块一、二, 侍寿永编写模块三~五, 居海清、吴会琴、王玲、薛岗、夏玉红共同提供项目拓展训练的参考源程序。

由于编者水平有限, 书中难免有疏漏之处, 恳请读者批评指正。

编者

2016年6月

模块一	位逻辑指令及其应用	001		
项目一	电动机的点动运行控制	001		
	一、要求与分析	001		
	二、知识学习	002		
	1. 点动运行的接触器线路控制	002		
	2. S7-200 PLC简介	002		
	3. STEP 7-Micro/WIN 编程软件	007		
	4. PLC与编程设备的硬件连接	008		
	5. 装载与输出指令	008		
	三、项目实施	009		
	四、知识进阶	012		
	1. PLC的产生	012		
	2. PLC的定义	012		
	五、问题研讨	012		
	1. 外部电源使用	012		
	2. 直流输出型PLC交流负载的驱动	013		
	3. 中文编程界面	013		
	六、拓展训练	014		
项目二	电动机的连续运行控制	014		
	一、要求与分析	014		
	二、知识学习	015		
	1. 连续运行的接触器线路控制	015		
	2. 与、或指令	015		
	3. STEP 7-Micro/WIN 编程软件简介	016		
	三、项目实施	018		
	四、知识进阶	021		
	1. PLC的工作原理	021		
	2. PLC与继电器	023		
	3. 常闭触点输入信号的处理	023		
	五、问题研讨	024		
	1. FR与PLC的连接	024		
	2. 两台电动机的同时起停控制	024		
	六、拓展训练	025		
	项目三 电动机的正反转运行控制	025		
	一、要求与分析	025		
	二、知识学习	026		
	1. 正反转运行的接触器线路控制	026		
	2. S、R指令	026		
	三、项目实施	028		
	四、知识进阶	029		
	1. PLC的主要编程语言	029		
	2. 梯形图的编程规则	031		
	3. SR、RS指令	032		
	五、问题研讨	033		
	1. 电气互锁	033		
	2. S、R指令使用注意事项	033		
	六、拓展训练	034		
	项目四 电动机的Y-Δ降压起动控制	034		
	一、要求与分析	034		
	二、知识学习	035		
	1. Y- Δ 降压起动接触器线路	035		
	2. 接通延时定时器指令	035		
	三、项目实施	036		
	四、知识进阶	038		
	1. 断开延时定时器指令	038		
	2. 带有记忆接通延时定时器指令	038		
	3. 堆栈指令	039		
	五、问题研讨	040		
	1. 指示灯的连接	040		
	2. 不同电压等级的输出	041		

3. 定时范围扩展	041	六、拓展训练	064
4. Y- Δ 降压起动切换时 发生短路现象	042	项目二 跑马灯控制	064
六、拓展训练	042	一、要求与分析	065
项目五 电动机的循环起停控制	042	二、知识学习	065
一、要求与分析	043	1. 移位指令	065
二、知识学习	043	2. 循环移位指令	066
1. 增计数器指令	043	三、项目实施	069
2. 边沿触发指令	044	四、知识进阶	071
3. 电路块连接指令	045	移位寄存器指令	071
4. 特殊存储器	046	五、问题研讨	072
三、项目实施	046	如何应用字循环移位指令实现 跑马灯控制	072
四、知识进阶	048	六、拓展训练	073
1. 减计数器指令	048	项目三 九秒钟倒计时控制	074
2. 增减计数器指令	049	一、要求与分析	074
3. 立即指令	050	二、知识学习	075
4. 触点取反指令	051	1. 加法运算指令	075
五、问题研讨	051	2. 减法运算指令	075
1. 计数范围扩展	051	3. 乘法运算指令	076
2. 计数器的计数频率	051	4. 除法运算指令	076
六、拓展训练	051	5. 加1运算指令	077
		6. 减1运算指令	077
模块二 数据处理指令及其应用	053	三、项目实施	080
项目一 抢答器控制	053	四、知识进阶	081
一、要求与分析	053	1. 逻辑与运算指令	081
二、知识学习	054	2. 逻辑或运算指令	082
1. S7-200 PLC的基本数据类型	054	3. 逻辑异或运算指令	082
2. 数据传送指令	055	4. 逻辑取反运算指令	083
3. 段译码指令	056	五、问题研讨	084
三、项目实施	058	1. 两位数据的显示	084
四、知识进阶	060	2. 多个数码管的显示	084
1. PLC寻址方式	060	六、拓展训练	086
2. 块传送指令	062	项目四 交通灯控制	086
五、问题研讨	063	一、要求与分析	086
1. 字符驱动数码管显示	063	二、知识学习	087
2. 段驱动数码管显示	063	1. 字节比较指令	087
		2. 整数比较指令	087

3. 双整数比较指令	088	项目三 流水灯控制	112
4. 实数比较指令	088	一、要求与分析	113
三、项目实施	089	二、知识学习	113
四、知识进阶	091	中断指令	113
1. 时钟指令	091	三、项目实施	119
2. 数制转换指令	093	四、知识进阶	121
五、问题研讨	095	1. 结束指令	121
1. 实时时钟	095	2. 停止指令	122
2. 时间同步	095	3. 看门狗指令	122
六、拓展训练	096	五、问题研讨	123
模块三 程序控制指令及其应用	097	1. 中断重命名	123
项目一 闪光频率控制	097	2. 长时间定时中断的应用	123
一、要求与分析	097	六、拓展训练	123
二、知识学习	098	项目四 机械手控制	124
1. 跳转指令	098	一、要求与分析	124
2. 分频电路	099	二、知识学习	125
三、项目实施	100	1. 梯形图的设计方法	125
四、知识进阶	102	2. 顺序控制继电器指令	130
循环指令	102	三、项目实施	130
五、问题研讨	103	四、知识进阶	135
1. 双线圈的处理	103	1. 选择序列的编程方法	135
2. 断电数据保持	103	2. 并行序列的编程方法	136
六、拓展训练	104	五、问题研讨	137
项目二 霓虹灯控制	104	仅有两步的闭环处理	137
一、要求与分析	104	六、拓展训练	138
二、知识学习	105	模块四 模拟量及脉冲量指令及其应用	139
1. 子程序指令	105	项目一 炉温控制	139
2. 变量存储器	107	一、要求与分析	139
三、项目实施	107	二、知识学习	140
四、知识进阶	111	1. 模拟量	140
带参数的子程序调用	111	2. S7-200 PLC 模拟量扩展模块	140
五、问题研讨	112	3. 模拟量扩展模块的寻址	142
1. 子程序重命名	112	三、项目实施	143
2. 子程序中的定时器	112	四、知识进阶	145
六、拓展训练	112	1. 模拟量电位器	145

2. 扩展模块的I/O分配	145	三、项目实施	181
3. 扩展模块与本机连接的识别	146	四、知识进阶	184
五、问题研讨	147	1. 宽度可调脉冲输出	184
1. 模拟量模块输入校准	147	2. PTO/PWM向导的使用	185
2. 模拟量模块读取电流信号的 接线方式	147	五、问题研讨	187
3. 节约PLC输入/输出点的方法	148	1. 步进电机驱动器与PLC的连接	187
六、拓展训练	149	2. 步进电机驱动器的细分	188
项目二 液位控制	149	六、拓展训练	188
一、要求与分析	150	模块五 通信指令及其应用	189
二、知识学习	150	项目一 两台电动机的异地控制	189
1. 模拟量闭环控制系统的组成	150	一、要求与分析	189
2. PID指令	151	二、知识学习	190
三、项目实施	154	1. S7-200 PLC的通信概述	190
四、知识进阶	157	2. S7-200 PLC的通信实现	193
PID指令向导的应用	157	3. PPI的网络通信	195
五、问题研讨	160	三、项目实施	197
1. PID指令使用注意事项	160	四、知识进阶	200
2. PID指令参数的在线修改	161	NETR/NETW指令向导的应用	200
六、拓展训练	161	五、问题研讨	201
项目三 钢包车行走控制	161	编辑站号	201
一、要求与分析	162	六、拓展训练	202
二、知识学习	162	项目二 两台电动机的同时起停控制	202
1. 编码器	162	一、要求与分析	202
2. 高速计数器	163	二、知识学习	203
三、项目实施	170	自由口通信	203
四、知识进阶	174	三、项目实施	207
HSC向导的使用	174	四、知识进阶	211
五、问题研讨	175	1. MPI通信	211
1. 高速计数器当前值清0	175	2. Profibus通信	211
2. HSC中断的应用注意事项	175	3. Profinet通信	211
六、拓展训练	176	五、问题研讨	211
项目四 步进电机控制	176	1. 超长数据的发送和接收	211
一、要求与分析	176	2. 多台设备之间的自由口通信	211
二、知识学习	177	六、拓展训练	212
1. 高速脉冲输出概述	177	项目三 传输链的速度控制	212
2. 高速脉冲串输出	179		

一、要求与分析	212	五、问题研讨	223
二、知识学习	213	1. 轮流读写变频器参数	223
1. USS通信协议概述	213	2. USS通信协议的变量存储器 地址分配	223
2. USS通信协议专用指令	214	3. USS错误代码	224
三、项目实施	217	六、拓展训练	224
四、知识进阶	220		
1. USS_RPM指令	220		
2. USS_WPM指令	222	参考文献	225

模块一

位逻辑指令 及其应用

三相异步电动机是PLC控制系统中应用最为广泛的控制对象。本模块以三相异步电动机为载体，共设有三相异步电动机的点动运行控制、连续运行控制、正反转运行控制、Y- Δ 降压起动控制和循环起停控制5个项目，并在其中融入了PLC的基础知识、S7-200 PLC编程软件的使用方法、位逻辑指令应用、定时器和计数器应用。本模块的主要目标是掌握PLC的基础知识，熟练使用编程软件、分配I/O点、绘制硬件原理图、编写及调试典型控制环节程序。在问题研讨中，拓展外部电源使用、直流输出型PLC交流负载的驱动和中文编程界面转换、FR与PLC的连接、电气互锁、指示灯的连接、不同电压等级的输出、定时范围扩展、Y- Δ 降压起动切换时发生短路现象、计数范围扩展、计数器的计数频率等。

项目一 电动机的点动运行控制

知识目标

- 了解PLC的基本知识
- 掌握S7-200 PLC的基本指令（LD、LDN、=）
- 掌握程序运行过程

能力目标

- 会进行I/O地址的分配
- 会正确进行PLC外围硬件的接线
- 能安装S7-200 PLC的编程软件
- 会使用编程软件进行点动程序的编写，并能下载和运行程序

一、要求与分析

要求：用PLC实现三相异步电动机的点动运行控制。

分析：根据上述控制要求可知，发出命令的元器件就是一个点动按钮，作为PLC的输入量；执行命令的元器件就是一个交流接触器，通过它的主触点可将三相异步电动机与三相交流电源接通，从而实现电动机的点动运行控制，其线圈作为PLC的输出量。按下点动按钮，

演示文稿 1-1：
电动机的点动运行控制

动画 1-1：
点动运行控制
要求

交流接触器线圈就能得电；松开点动按钮，交流接触器线圈又会失电。那么，在按钮及交流接触器线圈之间没有电气连接的情况下，如何做到这样的控制呢？通过本项目的学习，读者就会知晓是通过PLC及其编写的控制程序实现的。

二、知识学习

1. 点动运行的接触器线路控制

点动控制是指按下起动按钮，电动机就得电运转；松开按钮，电动机失电停止运转。点动运行控制常用于机床模具的对模、工件位置的微调、电动葫芦的升降及机床维护与调试时对电动机的控制。

三相异步电动机的点动运行控制电路常用按钮和接触器等元件来实现，如图1-1所示。起动时，闭合低压断路器QF后，当按钮SB按下时，交流接触器KM的线圈得电，其主触点闭合，为电动机引入三相电源，电动机M接通电源后则直接起动并运行；当松开按钮SB时，KM线圈失电，其主触点断开，电动机停止运行。

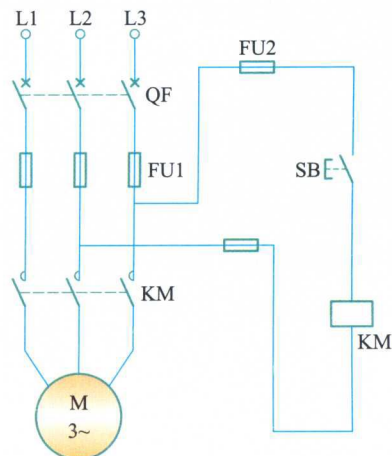


图1-1 电动机点动运行控制电路图

在点动运行控制电路中，由低压断路器QF、熔断器FU1、交流接触器KM的主触点及三相交流异步电动机M组成主电路部分；由熔断器FU2、起动按钮SB、交流接触器KM的线圈等组成控制电路部分。利用PLC实现点动运行控制，主要针对控制电路进行，主电路则保持不变。

2. S7-200 PLC 简介

可编程序控制器（PLC）主要是将微处理器、存储器、基本输入/输出点和电源集成在一个紧凑的封装中，再通过扩展模块构成整个功能强大的控制系统。S7-200 PLC是德国西门子公司生产的小型PLC，其外形及外部结构如图1-2所示。



图1-2 S7-200 PLC的外形及外部结构

图1-2中S7-200 PLC外部结构的各部分功能如下。

- ① I/O LED：用于显示输入/输出端子的状态。
- ② 状态LED：用于显示CPU所处的工作状态，共有SF（系统错误）/DIAG（诊断）、RUN（运行）和STOP（停止）3个指示灯。
- ③ 可选卡插槽：可以插入存储卡、时钟卡和电池卡。
- ④ 通信口：可以连接RS-485总线的通信电缆。
- ⑤ 顶部端子盖：下面为输出端子和PLC供电电源端子。输出端子的运行状态可以由顶部端子盖下方的一排指示灯（即I/O LED指示灯）显示，ON状态对应指示灯亮。
- ⑥ 底部端子盖：下面为输入端子和传感器电源端子。输入端子的运行状态可以由底部端子盖上方的一排指示灯（即I/O LED指示灯）显示，ON状态对应指示灯亮。
- ⑦ 盖板：下面有模式选择开关、模拟电位计和扩展端口。将开关拨向停止“STOP”位置时，PLC处于停止状态，此时可以对其编写程序；将开关拨向运行“RUN”位置时，PLC处于运行状态，此时不能对其编写程序；将开关拨向运行状态，在运行程序的同时还可以监视程序运行的状态。扩展端口用于连接扩展模块，实现I/O扩展。

笔记

PLC的内部包括CPU模块和I/O模块。此外，还有多种类型的扩展模块。

(1) CPU模块

中央处理器（CPU）是PLC控制器工作的核心元件，主要用来进行数据的处理和运算，西门子（SIEMENS）公司提供多种类型的CPU以适应各种应用场合。表1-1列出了S7-200 PLC不同CPU模块的技术指标。

表 1-1 S7-200 PLC 不同 CPU 模块的技术指标

特性 \ 型号	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
外形尺寸 / mm	90 × 80 × 62	90 × 80 × 62	120.5 × 80 × 62	140 × 80 × 62	190 × 80 × 62
程序存储器容量/B					
可在运行模式下编辑	4 096	4 096	8 192	12 288	16 384
不可在运行模式下编辑	4 096	4 096	12 288	16 384	24 576
数据存储器容量/B	2 048	2 048	8 192	10 240	10 240
掉电保护时间/h	50	50	100	100	100

续表

特性	型号	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
本机I/O 数字量 模拟量		6入/4出	8入/6出	14入/10出	14入/10出 2入/1出	24入/16出
扩展模块数量/个		0	2	7	7	7
高速计数器						
单相		4路 30kHz	4路 30kHz	6路 30kHz	4路 30kHz	6路 30kHz
两相		2路 20kHz	2路 20kHz	4路 20kHz	2路 100kHz	4路 20kHz
脉冲输出 (DC)		2路20kHz	2路20kHz	2路20kHz	2路100kHz	2路20kHz
模拟电位器/个		1	1	2	2	2
实时时钟		配时钟卡	配时钟卡	内置	内置	内置
通信口		1 RS-485	1 RS-485	1 RS-485	2 RS-485	2 RS-485
浮点数运算		有				
I/O映像区		256(128入/128出)				
布尔指令执行速度		0.22μs/指令				



微课 1-1-1:
输入过程映像寄存器

虚拟仿真训练
1-1-1:
输入过程映像
寄存器



微课 1-1-2:
输出过程映像寄存器

虚拟仿真训练
1-1-2:
输出过程映像
寄存器

CPU的数据存储器主要用来处理和存储系统运行过程中的相关数据,主要包括以下几种:

① 输入过程映像寄存器 (I)。

在每个扫描过程的开始, CPU对物理输入点进行采样, 并将采样值存储于输入过程映像寄存器 (又称输入继电器) 中。

输入过程映像寄存器是PLC接收外部输入的数字量信号的窗口。PLC通过光耦合器, 将外部信号的状态读入并存储在输入过程映像寄存器中。外部输入电路接通时对应的输入映像寄存器为ON (1状态); 反之, 为OFF (0状态)。输入端可以外接常开触点或常闭触点, 也可以接由多个触点组成的串并联电路。在梯形图中, 可以多次使用输入端的常开触点和常闭触点。

② 输出过程映像寄存器 (Q)。

在扫描周期的末尾, CPU将输出过程映像寄存器 (又称输出继电器) 的数据传送给输出模块, 再由后者驱动外部负载。如果梯形图中Q0.0的线圈“通电”, 则继电器型输出模块中对应的硬件继电器的常开触点闭合, 使接在标号为Q0.0的端子的外部负载通电; 反之, 则外部负载断电。输出模块中的每一个硬件继电器仅有一对常开触点, 但是在梯形图中, 每一个输出位的常开触点和常闭触点都可以多次使用。

③ 变量存储器 (V)。

变量 (Variable) 存储器用于在程序执行过程中存入中间结果, 或者用来保存与工序或任务有关的其他数据。

④ 位存储器 (M)。

位存储器 (M0.0~M31.7) 类似于继电器控制系统中的中间继电器, 用来存储中间操作状态或其他控制信息。虽然名为“位存储器区”, 但是也可以按字节、字或双字来存取。

⑤ 定时器 (T)。

定时器相当于继电器控制系统中的时间继电器。S7-200 PLC有3种定时器, 它们的时间基准增量分别为1ms、10ms和100ms。定时器的当前值寄存器是16位有符号整数, 用于存储定时器累计的时间基准增量值 (1~32 767)。

定时器位用来描述定时器延时动作的触点状态，定时器位为1时，梯形图中对应的定时器的常开触点闭合，常闭触点断开；为0时，则触点的状态相反。

用定时器地址（T和定时器号）来存取当前值和定时器位，带位操作的指令可存取定时器位，带字操作数的指令可存取当前值。

⑥ 计数器（C）。

计数器用来累计其计数输入端脉冲电平由低到高的次数，S7-200 PLC提供加计数器、减计数器和加减计数器。计数器的当前值为16位有符号整数，用来存放累计的脉冲数（1~32 767）。用计数器地址（C和计数器号）来存取当前值和计数器位。

⑦ 高速计数器（HC）。

高速计数器用来累计比CPU的扫描速率更快的事件，计数过程与扫描周期无关。其当前值和设定值为32位有符号整数，当前值为只读数据。高速计数器的地址由区域标识符HC和高速计数器号组成。

⑧ 累加器（AC）。

累加器是可以像存储器那样使用的读/写单元。CPU提供了4个32位累加器（AC0~AC3），可以按字节、字和双字来存取累加器中的数据。按字节、字只能存取累加器的低8位或低16位，按双字能存取全部的32位，存取的数据长度由指令决定。

⑨ 特殊存储器（SM）。

特殊存储器用于CPU与用户之间交换信息，如SM0.0一直为1状态，SM0.1仅在执行用户程序的第一个扫描周期为1状态。

⑩ 局部存储器（L）。

S7-200 PLC将主程序、子程序和中断程序统称为POU（Program Organizational Unit，程序组织单元），各POU都有自己的64B的局部变量表。局部变量仅在它被创建的POU中有效。局部变量表中的存储器称为局部存储器。它们可以作为暂时存储器，或用于子程序传递它的输入、输出参数。变量存储器（V）是全局存储器，可以被所有的POU存取。

S7-200 PLC给主程序和中断程序各分配64B局部存储器，给每一级子程序嵌套分配64B局部存储器，各程序不能访问其他程序的局部存储器。

⑪ 模拟量输入（AI）。

S7-200 PLC用A/D转换器将外界连续变化的模拟量（如压力、流量等）转换为一个字长（16位）的数字量，用区域标识符AI、数据长度W（字）和起始字节的地址来表示模拟量输入的地址，如AIW2和AIW4。因为模拟量输入是一个字长，应从偶数字节地址开始存入，模拟量输入值为只读数据。

⑫ 模拟量输出（AQ）。

S7-200 PLC将一个字长的数字量用D/A转换器转换为外界的模拟量，用区域标识符AQ、数据长度W（字）和字节的起始地址来表示存储模拟量输出的地址，如AQW2和AQW4。因为模拟量输出是一个字长，应从偶数字节开始存放，模拟量输出值是只写数据，用户不能读取模拟量输出值。

⑬ 顺序控制继电器（SCR）。



顺序控制继电器（SCR）用于组织设备的顺序操作，并提供控制程序的逻辑分段。其详细的使用方法见后续内容。

对于每个型号的PLC，西门子提供DC24V和AC120~240V两种电源供电的CPU，如CPU 224 DC/DC/DC和CPU 224 AC/DC/Relay。每个类型都有各自的订货号，可以单独订货。

- DC/DC/DC: CPU是直流供电，直流数字量输入，数字量输出点是晶体管直流电路。
- AC/DC/Relay: CPU是交流供电，直流数字量输入，数字量输出点是继电器触点。

(2) I/O模块

各I/O点的通/断状态用发光二极管（LED）显示，PLC与外部连线的连接一般采用接线端子。某些模块使用可以拆卸的插座型端子板，不需要断开板上的外部连线，就可以迅速地更换模块。

① 输入模块。

输入电路中设有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错误的输入信号。输入电路有交流和直流两种输入方式。S7-200 PLC输入电路的延迟时间可以用编程软件中的系统块设置。

图1-3所示是S7-200 PLC的直流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，输入电流为数毫安。1M是同一组输入点各内部输入电路的公共点。S7-200 PLC可以用CPU模块内部的DC24V电源作为输入回路的电源，它还可以为接近开关、光电开关之类的传感器提供DC24V电源。

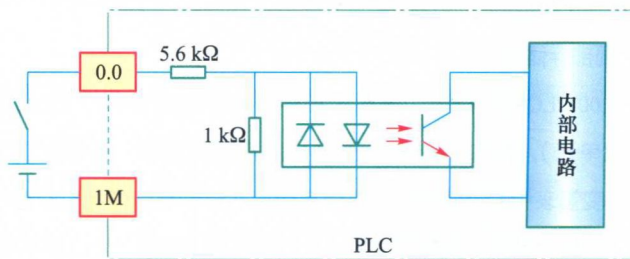


图1-3
输入电路

当图1-3中的外接触点接通时，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，信号经内部电路传送给CPU模块；当外接触点断开时，光耦合器中的发光二极管熄灭，光敏晶体管截止，信号则无法传送给CPU模块。显然，改变图1-3中输入回路的电源极性也一样可以正常工作。

交流输入方式适合于在有油雾、粉尘的恶劣环境下使用。S7-200 PLC有AC120/230V输入模块。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。

② 输出模块。

S7-200 PLC CPU模块的数字量输出电路的功率器件有驱动直流负载的场效应晶体管（MOSFET）和小型继电器，后者既可以驱动交流负载又可以驱动直流负载，负载电源由外部提供。

输出电流的额定值与负载的性质有关。例如，S7-200 PLC的继电器输出电路可以驱动

2A的电阻性负载。输出电路一般分为若干组，对每一组的总电流也有限制。

图1-4所示是继电器输出电路。图中继电器同时起隔离和功率放大作用，每一路只给用户提供一对常开触点。与触点并联的RC电路和压敏电阻用来消除触点断开时产生的电弧。

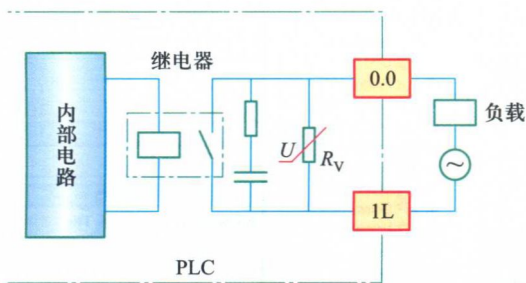


图1-4
继电器输出电路

图1-5所示是使用场效应晶体管的输出电路。输出信号送给内部电路中的输出锁存器，再经光耦合器送给场效应晶体管，后者的饱和导通状态和截止状态相当于触点的接通和断开。图中的稳压管用来抑制关断过电压和外部浪涌电压，以保护场效应晶体管。场效应晶体管输出电路的工作频率为20~100kHz。

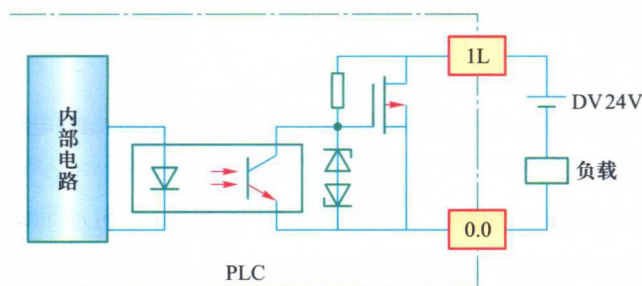


图1-5
场效应晶体管输出电路

S7-200 PLC的数字量扩展模块中还有一种用双向晶闸管作为输出器件的AC230V的输出模块。每点的额定输出电流为0.5A，负载为60W，最大漏电流为1.8mA，由接通到断开的最长时间为0.2ms。

继电器输出模块的使用电压范围广，导通压降小，承受瞬时过电压和过电流的能力较强，但是动作速度较慢，寿命（动作次数）有一定的限制。如果系统输出量的变化不是很频繁，则建议优先选用继电器型的输出模块。场效应晶体管输出模块用于直流负载，它的反应速度快、寿命长，但过载能力较差。

（3）S7-200 PLC扩展模块

为了更好地满足应用要求，S7-200 PLC有多种类型的扩展模块，主要有数字量I/O模块（如EM221、EM223）、模拟量I/O模块（如EM231、EM235）和通信模块（如EM277）等。用户可以利用这些扩展模块完善CPU的功能。

3. STEP 7-Micro/WIN 编程软件

STEP 7-Micro/WIN编程软件为S7-200 PLC用户开发、编辑和监控应用程序提供了良好的编程环境。为了能快捷高效地开发用户的应用程序，STEP 7-Micro/WIN编程软件提供了3种程序编辑器，即梯形图（LAD）、语句表（STL）和逻辑功能图（FBD）。STEP 7-Micro/WIN编程软件界面如图1-6所示。

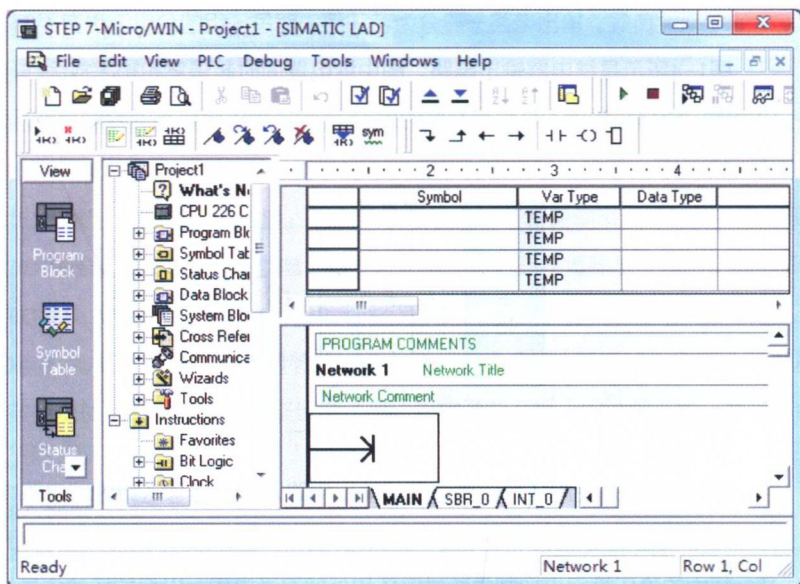


图1-6
STEP 7-Micro/WIN 编程软件界面

STEP 7-Micro/WIN编程软件既可以在计算机上运行，也可以在SIEMENS公司的编程器上运行。

4. PLC 与编程设备的硬件连接

S7-200 PLC和编程设备有两种连接方式：一种是用PC/PPI电缆连接；另一种是用MPI电缆和通信卡连接。

PC/PPI电缆比较常用，而且成本较低。它将S7-200 PLC的编程窗口与计算机的RS-232相连接。PC/PPI电缆也可用于其他设备与S7-200 PLC的连接。如果使用MPI电缆，则必须先在计算机上安装通信卡。使用这种方式时，可以用较高的波特率进行通信。

5. 装载与输出指令

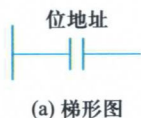
用户若通过PLC实现对某个设备或系统的控制，则需要对设备或系统运行的动作进行编程。PLC和其他控制器一样，也是通过不同指令的组合而形成相应的控制程序，从而实现对设备或系统的动作进行相应的控制。

(1) LD、LDN指令

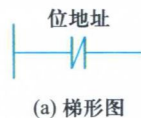
① LD (Load) 指令。LD指令称为初始装载指令。其梯形图如图1-7(a)所示，由常开触点和位地址构成；其语句表如图1-7(b)所示，由操作码LD和常开触点的位地址构成。

LD指令的功能：常开触点在其线圈没有信号流流过时，触点是断开的（触点的状态为OFF或0）；而线圈有信号流流过时，触点是闭合的（触点的状态为ON或1）。

② LDN (Load Not) 指令。LDN指令称为初始装载非指令。其梯形图和语句表如图1-8所示。LDN指令与LD指令的区别是常闭触点在其线圈没有信号流流过时，触点是闭合的；当其线圈有信号流流过时，触点是断开的。



LD 位地址
(b) 语句表



LDN 位地址
(b) 语句表

图1-7
初始装载指令

图1-8
初始装载非指令



微课 1-1-3:
标准位逻辑指令

虚拟仿真训练
1-1-3:
标准位逻辑指令