



全国高等职业教育规划教材

S7-200 PLC 编程 及应用项目教程

主编 侍寿永

- 根据“工学结合、任务驱动、项目引导、教学做一体化”的原则编写
- 按照职业岗位技能需求，以生产实践中典型的工作任务为项目
- 针对**西门子S7-200系列**PLC进行讲解



电子教案下载网址 www.cmpedu.com



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

全国高等职业教育规划教材

S7-200 PLC 编程及应用项目教程

主 编 侍寿永

副主编 居海清 周 奎 史宜巧

参 编 吴会琴 景绍学 王继凤

王 玲 龚希宾

主 审 成建生



机械工业出版社

本书以国内广泛使用的西门子公司的 S7-200 系列 PLC 为例,以项目化形式全面介绍了 PLC 的组成、工作原理、编程软件、指令及应用、设计方法等;系统地介绍了 PLC 在数字量、模拟及脉冲量、通信控制系统中的应用,PLC 控制系统的设计方法及日常维护等。在本书附录中还介绍了 PLC 仿真软件、快速参考信息等,这些信息可为用户节约大量设计及系统维护时间。

本书可作为高职高专电气自动化、机电一体化技术、计算机控制技术等自动化类专业的教材,也可作为职业培训学校 PLC 课程的教材,还可供从事自动化技术的工程技术人员的自学用书。

为配合教学,本书配有电子课件,读者可以登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费注册后下载,或联系编辑索取(QQ: 1239258369, 电话 (010) 88379739)。

图书在版编目(CIP)数据

S7-2000 PLC 编程及应用项目教程/侍寿永主编. —北京:机械工业出版社, 2013.4

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-41759-0

I. ①S… II. ①侍… III. ①plc 技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 046767 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:吴鸣飞 刘闻雨

责任印制:邓 博

三河市国英印务有限公司印刷

2013 年 4 月·第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·466 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-41759-0

定价:42.00 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

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材机电类专业 委员会成员名单

主 任 吴家礼

副 主 任 任建伟 张 华 陈剑鹤 韩全立 盛靖琪 谭胜富

委 员 (按姓氏笔画排序)

王启洋	王国玉	王晓东	代礼前	史新民	田林红
龙光涛	任艳君	刘靖华	刘 震	吕 汀	纪静波
何 伟	吴元凯	张 伟	李长胜	李 宏	李柏青
李晓宏	李益民	杨士伟	杨华明	杨 欣	杨显宏
陈文杰	陈志刚	陈黎敏	苑喜军	金卫国	奚小网
徐 宁	陶亦亦	曹 凤	盛定高	程时甘	韩满林

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据“教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见”中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近 60 所高等职业院校的骨干教师对在 2001 年出版的“面向 21 世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课程的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- 1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- 2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- 3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- 4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- 5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

本书是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”的原则编写的。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,将理论知识完全嵌入到每一个实践项目中,做到教、学、做的紧密结合。

本书以西门子公司的 S7-200 PLC 为例,系统介绍了 PLC 的组成、工作原理、编程软件、指令及应用、设计方法等内容。

全书分为 3 大模块:模块 1 以 12 个工程项目为例,主要介绍了 PLC 在数字量控制系统中的应用,主要知识点为 PLC 的组成及工作原理、逻辑指令的应用、功能指令的应用及 PLC 控制系统的一般设计方法等;模块 2 以 4 个工程项目为例,主要介绍了 PLC 在模拟量及脉冲量控制系统中的应用,主要知识点为模拟量的输入和输出、高速计数器的应用、高速脉冲输出(PTO)及脉宽可调输出(PWM)等;模块 3 以 2 个工程项目为例,主要介绍了 PLC 在通信控制系统中的应用,主要知识点为 PLC 与 PLC、PLC 与变频器之间的通信。每个项目又由项目引入、项目分析、相关知识、项目实施、知识链接、项目交流、技能训练 7 个环节组成。每个项目中的项目交流,都是教材编写组人员在实际工程项目的设计、运行与维护过程中的经验总结。书中还介绍了用编程向导设计 PID 控制、通信、高速计数器、高速输出等方法,只需要输入一些参数,即可自动生成用户程序。

附录中提供了 S7-200 PLC 仿真软件的使用、快速参考信息等内容,便于用户和工程技术人员在设计和维护系统时快速查阅。

本书由侍寿永担任主编并负责统稿,居海清、周奎、史宜巧担任副主编,吴会琴、景绍学、王继凤、王玲、龚希宾等参编。侍寿永编写了项目 2.1~3.2;居海清编写了项目 1.1~1.3;周奎编写了项目 1.11~1.12;史宜巧编写了项目 1.4~1.5;吴会琴编写了项目 1.6、景绍学编写了项目 1.7、王继凤编写了项目 1.8、王玲编写了项目 1.9、龚希宾编写了项目 1.10。书中所有涉及工程应用的项目,都是由校企合作编写的,由江苏清拖农业装备有限公司和江苏沙钢集团淮钢特钢有限公司提供素材,并得到崔秦洲和秦德良高级工程师的大力支持,在此表示感谢。全书由成建生副教授担任主审。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

模块 1 PLC 在数字量控制系统

中的应用 1

项目 1.1 电动机的点动运行控制 1

1.1.1 项目引入 1

1.1.2 项目分析 1

1.1.3 相关知识——S7-200 PLC 简介、
LD、LDN 及 = 指令 2

1.1.4 项目实施——电动机的点动运行
控制 8

1.1.5 知识链接——PLC 的产生、发展
及应用 11

1.1.6 项目交流——电源使用、软件中文
界面 14

1.1.7 技能训练——信号灯的亮、灭
控制 15

项目 1.2 电动机的连续运行控制 ... 15

1.2.1 项目引入 15

1.2.2 项目分析 15

1.2.3 相关知识——A、AN、O、ON
指令及编程软件 16

1.2.4 项目实施——电动机的连续
运行控制 19

1.2.5 知识链接——PLC 的工作原理、PLC
与继电器常闭触点输入信号的处理 ... 27

1.2.6 项目交流——FR 与 PLC 的连接 30

1.2.7 技能训练——电动机的点动、连
续控制 31

项目 1.3 电动机的正、反转控制 ... 31

1.3.1 项目引入 31

1.3.2 项目分析 31

1.3.3 相关知识——S、R 指令及优
先级 32

1.3.4 项目实施——电动机的正、反转
控制 33

1.3.5 知识链接——PLC 的编程语言及
编程规则 36

1.3.6 项目交流——电气互锁及 S、R 指令
使用注意事项 39

1.3.7 技能训练——工作台自动往复
控制 39

项目 1.4 电动机的Y-△起动控制 ... 40

1.4.1 项目引入 40

1.4.2 项目分析 40

1.4.3 相关知识——TON 指令、堆栈
指令 41

1.4.4 项目实施——电动机的Y-△起动
控制 43

1.4.5 知识链接——TOF、TONR 指令及
定时范围扩展方法 45

1.4.6 项目交流——指示灯的连接、不同
电压等级的输出 47

1.4.7 技能训练——可提前切换的Y-△
起动控制 49

项目 1.5 自动装载小车控制 49

1.5.1 项目引入 49

1.5.2 项目分析 50

1.5.3 相关知识——CTU、EU、ED、
OLD 及 ALD 指令 50

1.5.4 项目实施——自动装载小车
控制 53

1.5.5 知识链接——CTD、CTUD、*I、
NOT、SR 及 RS 指令 56

1.5.6 项目交流——报警功能及顺序
控制 59

1.5.7 技能训练——公共车库车位的显示 与控制	60	1.8.7 技能训练——9s 倒计时的 PLC 控制	110
项目 1.6 灯光系统的 PLC 控制	60	项目 1.9 工业洗衣机系统的 PLC 控制	110
1.6.1 项目引入	60	1.9.1 项目引入	110
1.6.2 项目分析	61	1.9.2 项目分析	110
1.6.3 相关知识——S7-200 PLC 基本 数据类型、传送、移位、循环移 位及跳转指令	61	1.9.3 相关知识——算术运算指令、 逻辑运算指令及循环指令	111
1.6.4 项目实施——灯光系统的 PLC 控制	67	1.9.4 项目实施——工业洗衣机系统 的 PLC 控制	118
1.6.5 知识链接——PLC 寻址方式、 字节立即传送、块传送、移位寄 存器及字节交换指令	71	1.9.5 知识链接——函数运算指令、 梯形图的设计方法	129
1.6.6 项目交流——时间同步	76	1.9.6 项目交流——多个数码管的显示、 用取反指令控制灯的亮灭	135
1.6.7 技能训练——天塔之光的 PLC 控制	76	1.9.7 技能训练——自动雨伞售货机的 PLC 控制	136
项目 1.7 交通灯系统的 PLC 控制 ..	76	项目 1.10 液压机系统的 PLC 控制	136
1.7.1 项目引入	76	1.10.1 项目引入	136
1.7.2 项目分析	77	1.10.2 项目分析	137
1.7.3 相关知识——比较、时钟、数制 转换及子程序指令	77	1.10.3 相关知识——起/保/停电路的 顺序控制设计法	137
1.7.4 项目实施——交通灯系统的 PLC 控制	85	1.10.4 项目实施——液压机系统的 PLC 控制	144
1.7.5 知识链接——ASCII 码及字符串转换 指令、四舍五入及截位取整指令	89	1.10.5 知识链接——PLC 控制系统设计 的原则、内容及步骤	147
1.7.6 项目交流——实时时钟、更改子 程序名	92	1.10.6 项目交流——仅有两步的闭环 处理及系统安全	149
1.7.7 技能训练——按钮式人行道交通 灯的 PLC 控制	93	1.10.7 技能训练——液体混合装置的 PLC 控制	150
项目 1.8 抢答器系统的 PLC 控制 ..	94	项目 1.11 剪板机系统的 PLC 控制	151
1.8.1 项目引入	94	1.11.1 项目引入	151
1.8.2 项目分析	94	1.11.2 项目分析	152
1.8.3 相关知识——段译码及中断指令	94	1.11.3 相关知识——使用 S、R 指令 的顺序控制设计法	152
1.8.4 项目实施——抢答器系统的 PLC 控制	101	1.11.4 项目实施——剪板机系统的 PLC 控制	156
1.8.5 知识链接——译码及编码指令、 表功能指令	105	1.11.5 知识链接——节约 PLC 输入/输出 点的方法	161
1.8.6 项目交流——双线圈输出、数字 闪烁及数码管驱动	109		

1.11.6	项目交流——停止按钮的高效 设置、多种工作方式的设置	163	2.2.4	项目实施——液位系统的 PLC 控制	193
1.11.7	技能训练——专用钻床的 PLC 控制	163	2.2.5	知识链接——PID 指令向导的 应用	198
项目 1.12	注塑机系统的 PLC 控制—— 顺控指令设计法	164	2.2.6	项目交流——PID 指令使用注意事项、 PID 指令参数的在线修改	204
1.12.1	项目引入	164	2.2.7	技能训练——水储罐的恒压 控制	205
1.12.2	项目分析	165	项目 2.3	钢包车行走的 PLC 控制 ...	205
1.12.3	相关知识——使用顺序控制继电器 指令 SCR 的顺序控制设计法 ...	165	2.3.1	项目引入	205
1.12.4	项目实施——注塑机系统的 PLC 控制	170	2.3.2	项目分析	205
1.12.5	知识链接——PLC 的安装环境、 维护与故障检修	176	2.3.3	相关知识——编码器、高速计 数器	206
1.12.6	项目交流——SCR 指令使用注意 事项、转换开关的作用、急停按钮 的设置	178	2.3.4	项目实施——钢包车行走的 PLC 控制	213
1.12.7	技能训练——轮胎硫化机的 PLC 控制	178	2.3.5	知识链接——HSC 向导的应用 ...	218
模块 2	PLC 在模拟量及脉冲量 控制系统中的应用	180	2.3.6	项目交流——按钮的复用、HSC 中断 使用注意事项	222
项目 2.1	炉温系统的 PLC 控制	180	2.3.7	技能训练——电动机转速的测量 ...	222
2.1.1	项目引入	180	项目 2.4	永磁吸盘的 PLC 控制	222
2.1.2	项目分析	180	2.4.1	项目引入	222
2.1.3	相关知识——模拟量、模拟量扩 展模块及其寻址	181	2.4.2	项目分析	223
2.1.4	项目实施——炉温系统的 PLC 控制	183	2.4.3	相关知识——高速脉冲输出 PTO 及 PWM	223
2.1.5	知识链接——扩展模块的 I/O 分配、 扩展模块与本机连接的识别	187	2.4.4	项目实施——永磁吸盘的 PLC 控制	234
2.1.6	项目交流——扩展模块的使用、 提高温度采样值精度	188	2.4.5	知识链接——PTO/PWM 向导的 应用、位置控制模块 EM253	237
2.1.7	技能训练——模拟量输入信号的 测量	189	2.4.6	项目交流——变量存储区 V 的另用、 断电数据保持的设置	243
项目 2.2	液位系统的 PLC 控制	189	2.4.7	技能训练——灯泡的亮度控制	244
2.2.1	项目引入	189	模块 3	PLC 在网络通信控制系统中的 应用	245
2.2.2	项目分析	189	项目 3.1	送风和循环水系统的 PLC 控制	245
2.2.3	相关知识——模拟量闭环控制 系统的组成、PID 指令	190	3.1.1	项目引入	245
			3.1.2	项目分析	245
			3.1.3	相关知识——S7-200 PLC 的通信概述 及实现、PPI 的网络通信	246

3.1.4	项目实施——送风和循环水系统的 PLC 控制	255	3.2.4	项目实施——面漆线传输系统的 PLC 控制	275
3.1.5	知识链接——NETR/NETW 指令 向导的应用	261	3.2.5	知识链接——自由端口的网络通信、 通信模块 EM277 简介	279
3.1.6	项目交流——送风和循环水系统的电 动机起停、异地控制、编辑站号 ...	265	3.2.6	项目交流——轮流读/写变频器参数、 USS 通信协议的 V 内存地址 分配	282
3.1.7	技能训练——多台 PLC 的 PPI 通信	266	3.2.7	技能训练——MM4 系列变频器的 USS 控制	282
项目 3.2	面漆线传输系统的 PLC 控制	266	附录		283
3.2.1	项目引入	267	附录 A	S7-200 PLC 仿真软件的 使用	283
3.2.2	项目分析	267	附录 B	快速参考信息	286
3.2.3	相关知识——USS 通信协议概述 及其专用指令	267	参考文献		292

模块 1 PLC 在数字量控制系统中的应用

可编程控制器（PLC）在工业控制领域中应用较广，尤其是在数字量控制系统中的应用所占比例较大。本模块的主要任务是掌握 PLC 的基础知识、S7-200 PLC 组成的工作原理、基本指令、功能指令，熟练使用 STEP 7-Micro/WIN 软件进行编程操作等。

项目 1.1 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

- 掌握 I/O 地址分配
- 掌握正确的 PLC 硬件接线
- 掌握简单程序的运行

1.1.1 项目引入

使用 S7-200 PLC 实现三相异步电动机的点动运行控制。

1.1.2 项目分析

所谓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调试时电动机的控制。

三相异步电动机的点动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，闭合刀开关 QS 后，当按钮 SB 按下时，交流接触器 KM 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。

在点动控制电路中，由刀开关 QS、熔断器 FU1、交流接触器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。用 PLC 实现点动控制，主要针对控制电路进行，主电路则保持不变。

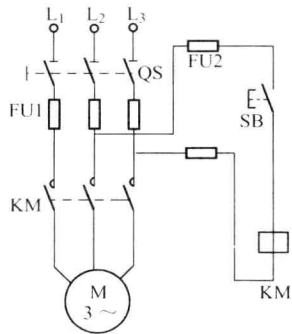


图 1-1 电动机点动控制电路图

在 PLC 控制电路中，起动按钮属于控制信号，应作为输入量分配到 PLC 的输入接线端子；接触器线圈属于被控对象，应作为输出量分配到 PLC 的输出接线端子；电路的控制逻辑则由控制器 PLC 来完成。

要实现本项目，需了解 S7-200 PLC CPU 的组成、工作原理、编程软件界面、简单的编程指令等知识。

1.1.3 相关知识——S7-200 PLC 简介、LD、LDN 及 = 指令

1. S7-200 PLC 简介

(1) S7-200 PLC CPU 模块

S7-200 PLC CPU 将一个微处理器、一个集成电源和数字量 I/O 点集成在一个紧凑的封装中，形成一个功能强大的微型 PLC，其模块包括 CPU、存储器、基本输入/输出点和电源等，是 PLC 的主要部分，其外形及结构如图 1-2 所示。

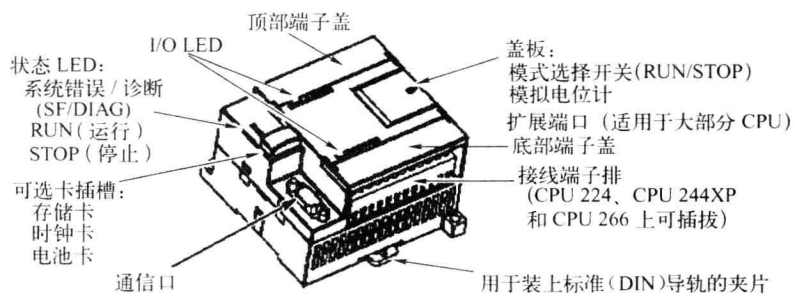


图 1-2 S7-200 PLC 的外形及结构

图 1-2 中各部分的功能如下。

- 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 3 个指示灯：SF (System Fault，系统错误)、RUN (运行)，STOP (停止)。
- 3) 可选卡插槽 可以插入 E²PROM 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) 顶部端子盖下边为输出端子和 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一排指示灯显示 (即 I/O LED 指示灯)，ON 状态对应指示灯亮。
- 6) 底部端子盖下边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一排指示灯显示 (即 I/O LED 指示灯)，ON 状态对应指示灯亮。

前盖下面有运行、停止开关和接口模块插座。将开关拨向停止位置时，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。将开关拨向监控状态，在运行程序的同时还可以监视程序运行的状态。接口插座用于连接扩展模块，实现 I/O 扩展。

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 中列出 S7-200 PLC 各种 CPU 的技术指标。

表 1-1 S7-200 PLC CPU 模块的技术指标

特 性	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/B (可在运行模式下编辑) (不可在运行模式下编辑)	4 096 4 096	4 096 4 096	8 192 12 288	12 288 16 384	16 384 24 576
数据存储区/B	2 048	2 048	8 192	10 240	10 240
断电保护时间/h	50	50	100	100	100
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	0 个模块	2 个模块	7 个模块	7 个模块	7 个模块
高速计数器 单相 两相	4 路 30kHz 2 路 20kHz	4 路 30kHz 2 路 20kHz	6 路 30kHz 4 路 20kHz	4 路 30kHz 2 路 100kHz 3 路 20kHz 1 路 100kHz	6 路 30kHz 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	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				

CPU 的存储区主要有:

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, 并将采样值存于输入过程映像寄存器中。

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) 变量存储器区 (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) 位存储器区 (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) 定时器存储区 (T)。

定时器相当于继电器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，带位操作的指令存取定时器位，带字操作数的指令存取当前值。

6) 计数器存储区 (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 (1~32767)。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，各程序不能访问别的程序的局部存储器。

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 (如温度、电流、电压等) 转换为一个字长 (16 位) 的数字量，用区域标识符 AI、表示数据长度的 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、表示数据长度的 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 (S)。

顺序控制继电器 (SCR) 用于组织设备的顺序操作，SCR 提供控制程序的逻辑分段，详细的使用方法见项目 12。

对于每个型号 PLC，西门子提供 DC 24V 和 AC 120~240V 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。

① DC/DC/DC：说明 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的类型。

② AC/DC/Relay：说明 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类型。

(2) I/O 模块

各 I/O 点通/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。S7-200 PLC 的输入滤波电路的延迟时间可以用编程软件中的系统块设置。

图 1-3 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 DC 24V 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 DC 24V 电源。

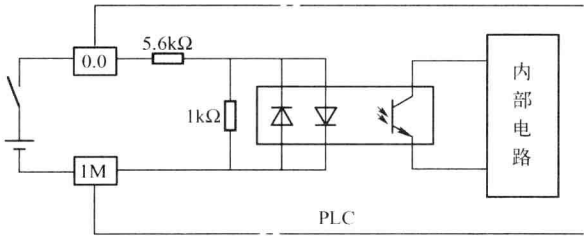


图 1-3 输入电路

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；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，可以改变图 1-3 中输入回路的电源极性。

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 AC 120/230V 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 的 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

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 是继电器输出电路，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 1-5 是使用场效应晶体管（MOSFET）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可达 20~100kHz。

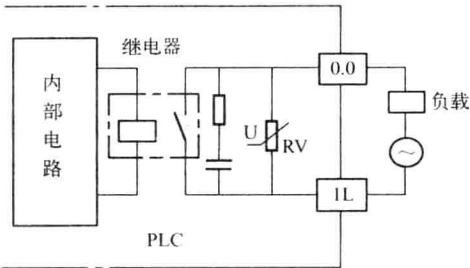


图 1-4 继电器输出电路

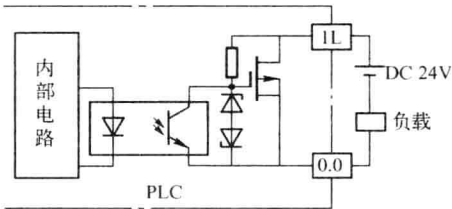


图 1-5 场效应晶体管输出电路

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元件的 AC 230V 的输出模块。每点的额定输出电流为 0.5A，灯负载为 60W，最大漏电流为 1.8mA，由接通到断开的最大时间为 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、模拟量 I/O 模块和通信模块等，用户可以利用这些扩展模块完善 CPU 的功能。表 1-2 列出了常用扩展模块的基本参数。

表 1-2 S7-200 PLC 常用扩展模块的基本参数

型 号	各组输入点数	各组输出点数
EM221 CN, 8 输入 DC 24V	4, 4	
EM221, 8 输入 AC 230V	8 点相互独立	
EM221 CN, 16 输入 DC 24V	4, 4, 4, 4	
EM222, 4 输出 DC 24V, 5A		4 点相互独立
EM222, 4 继电器输出 DC 24V, 10A		4 点相互独立
EM222 CN, 8 输出 DC 24V		4, 4
EM222 CN, 8 继电器输出		4, 4
EM222, 8 输出 AC 230V		8 点相互独立
EM223 CN, 4 输入/4 输出 DC 24V	4	4

(续)

型 号	各组输入点数	各组输出点数
EM223 CN, 4 输入 DC 24V/4 继电器输出	4	4
EM223 CN, 8 输入 DC 24V/8 继电器输出	4, 4	4, 4
EM223 CN, 8 输入/8 输出 DC 24V	4, 4	4, 4
EM223 CN, 16 输入/16 输出 DC 24V	8, 8	4, 4, 8
EM223 CN, 16 输入 DC 24V/16 继电器输出	8, 8	4, 4, 4, 4
EM223 CN, 32 输入/32 输出 DC 24V	16, 16	16, 16
EM223, 32 输入 DC 24V/32 继电器输出	16, 16	11, 11, 10
EM231 CN, 4 模拟输入	4	
EM231 CN, 8 模拟输入	4, 4	
EM231 TC, 2 热电偶输入	2	
EM231 TC, 4 热电偶输入	4	
EM231 RTD, 2 热电阻输入	2	
EM232 CN, 2 模拟输出	2	
EM232 CN, 4 模拟输出	4	
EM235 CN, 4 模拟输入/1 模拟输出	4	1
EM227 PROFIBUS-DP 通信模块		
EM241 调制解调器 (Modem) 通信模块		
EM253 定位控制模块		

(4) STEP 7-Micro/WIN 编程软件

STEP 7-Micro/WIN 编程软件为用户开发、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 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。

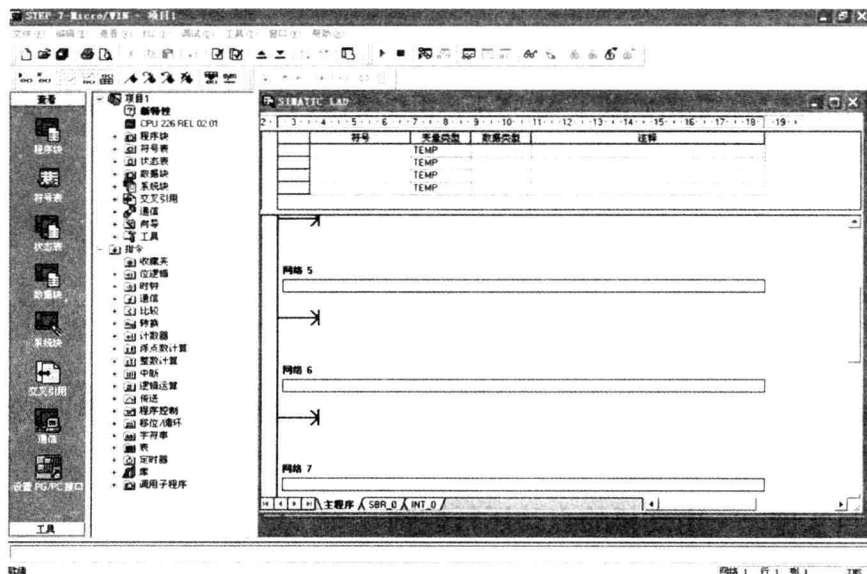


图 1-6 STEP 7-Micro/WIN 编程软件界面