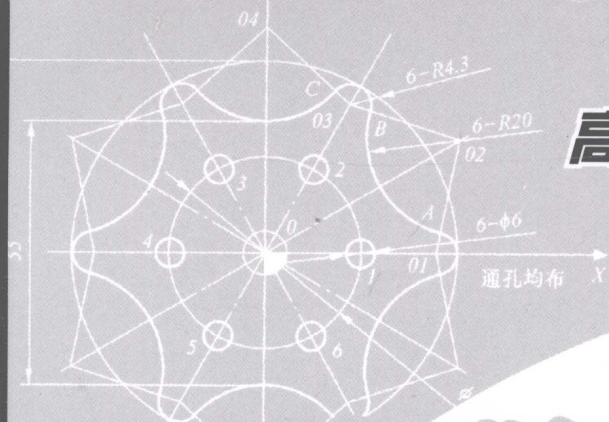


高职高专机电类规划教材



可编程序控制器 应用技术

■ 赵春生 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高职高专机电类规划教材

可编程序控制器应用技术

赵春生 主 编

人民邮电出版社
北 京



图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器应用技术 / 赵春生主编. —北京: 人民邮电出版社, 2008.9
高职高专机电类规划教材
ISBN 978-7-115-18160-2

I. 可… II. 赵… III. 可编程序控制器—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 095127 号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为例, 介绍了 PLC 的基础知识、存储器的数据类型与寻址方式、编程仿真软件与基本指令的应用、顺序控制指令的应用、功能指令的应用、扩展模块的使用、文本显示器的使用及各类综合应用。

本书着重于 PLC 在电气控制中的基本应用知识和基本操作技能的介绍, 既突出常用指令的应用, 又介绍了文本显示器等较新知识, 还详细介绍了西门子 PLC 仿真软件的应用, 为缺少 PLC 实习设备的读者提供了良好的学习工具。

本书可作为高职高专院校机电类专业、工业自动化专业、电气专业及其他相关专业课程的教材, 也可供从事机电专业的工程技术人员参考使用。

高职高专机电类规划教材

可编程序控制器应用技术

-
- ◆ 主 编 赵春生
责任编辑 潘春燕
执行编辑 潘新文
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.25
字数: 317 千字
印数: 1—3 000 册

2008 年 9 月第 1 版

2008 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-18160-2/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

丛书前言

目前, 高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间, 国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设, 如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次, 这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革, 加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势, 配合高职高专院校的教学和教材改革, 进一步提高我国高职高专教育质量, 人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下, 组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师, 共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点, 突出了理论和实践的紧密结合, 本着“易学, 易用”的编写原则, 强调学生创造能力、创新精神和解决问题能力的培养, 使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写, 以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当, 够用为度, 降低难度。对概念和基本理论, 尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细, 可操作性强, 使学生很容易掌握基本技能。
3. 内容紧随新技术发展, 将新技术、新工艺、新设备、新材料引入教材。
4. 尽可能将实物图和原理图相结合, 便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容, 包括电子教案、习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本, 涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课, 将在 2008 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习, 本系列教材将提供完善的教学服务体系, 包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料, 欢迎访问人民邮电出版社网站: <http://www.ptpress.com.cn/download/>, 进行资料下载。

我们期望, 通过本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。同时欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。如对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材出版分社联系, 联系方式: 010-67145004, panxinwen@ptpress.com.cn。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会

2007.12

前 言

随着计算机技术在工业控制方面的迅速发展,以可编程序控制器(PLC)为主体的新型电气控制系统已基本取代了传统的继电器控制系统。为了适应现代企业对高级机电技术人员既有较新知识、又有较强能力的素质要求,我们编写了适合高职高专院校机电类专业及相关专业的《可编程序控制器应用技术》教材,此教材也适合在职技术人员自学。

本教材以目前流行的并且有较高性价比的 SIEMENS S7-200 系列小型 PLC 为对象,来介绍可编程序控制器应用技术。

本教材具有以下特点。

(1) 内容上以电气控制基本单元电路为主,重点介绍 PLC 在电气控制方面的应用,为读者掌握实际设备的电气控制打下基础。

(2) 有较多的实习操作内容,体现了高职高专突出实践教学的特色。

(3) 贯彻“在动手中学习”的方法。本书是理论与实习一体化的教材,所有电路、指令和程序都有相应的实习操作内容。经过“编程→上机验证→修改→通过”的实践过程,读者能较快地掌握 PLC 应用技术。

(4) 内容贴近生产实际。书中所举案例,多数来源于生产设备电气控制中的精华电路,并且介绍了目前设备中常用的文本显示器。

(5) 较多地介绍了 PLC 汉化仿真软件的使用,有利于缺少 PLC 实习设备的读者学习。

本教材学时安排可参考学时分配表,并可根据实际情况作适当增减,操作项目可根据实际条件选择安排。

学时分配表

章 节	总 学 时	理 论	操 作
第 1 章 概述	2	2	
第 2 章 存储器的数据类型与寻址方式	6	6	
第 3 章 编程、仿真软件与基本指令的应用	18	10	8
第 4 章 顺序控制指令的应用	8	4	4
第 5 章 功能指令的应用	22	12	10
第 6 章 扩展模块的使用	8	4	4
第 7 章 文本显示器的使用	6	3	3
第 8 章 综合应用	8	4	4
合 计	78	45	33

本书第 1、3、7 章由张伟林编写,第 4 章由件征编写,第 6 章由刘慧编写,第 2、5、8 章及附录由赵春生编写。全书由赵春生任主编,由郭新伟任主审。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中错误和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 概述 1

- 1.1 PLC 控制系统的构成与特点 1
- 1.2 PLC 的产生与定义 2
- 1.3 PLC 的应用、分类及程序语言 3
- 1.4 PLC 的硬件结构 4
- 1.5 PLC 的循环扫描工作方式 6
- 本章小结 7
- 练习题 7

第 2 章 存储器的数据类型与寻址方式 8

- 2.1 S7-200 的主要指标及接线端口 8
 - 2.1.1 S7-200 的主要指标 8
 - 2.1.2 S7-200 系列 PLC 的外部端子图 9
- 2.2 S7-200 CPU 存储器的数据区 11
 - 2.2.1 数据类型 12
 - 2.2.2 数字量输入输出映像区 (I/Q 区) 12
 - 2.2.3 模拟量输入输出映像区 (AI/AQ 区) 15
 - 2.2.4 变量存储器区 (V 区) 15
 - 2.2.5 位存储器区 (M 区) 16
 - 2.2.6 顺序控制继电器区 (S 区) 17
 - 2.2.7 局部存储器区 (L 区) 18
 - 2.2.8 定时器存储器区 (T 区) 19
 - 2.2.9 计数器存储器区 (C 区) 20
 - 2.2.10 高速计数器区

(HC 区) 20

2.2.11 累加器区 (AC 区) 20

2.2.12 特殊存储器区 (SM 区) 20

2.3 S7-200 CPU 存储器的直接寻址方式 22

2.4 S7-200 CPU 存储器的间接寻址方式 23

本章小结 24

练习题 24

第 3 章 编程、仿真软件与基本指令的应用 26

- 3.1 编程与仿真软件入门 26
 - 3.1.1 LD、LDN、=指令及其应用 26
 - 3.1.2 点动控制线路与程序 26
 - 3.1.3 S7-200 的连接与编程软件的设置 27
 - 3.1.4 编写、下载、运行和监控点动控制程序 31
 - 3.1.5 仿真运行点动控制程序 33
- 3.2 串并指令、置位指令与自锁控制程序 36
 - 3.2.1 触点串联指令 A、AN 37
 - 3.2.2 触点并联指令 O、ON 37
 - 3.2.3 置位指令 S、复位指令 R 38
 - 3.2.4 实习操作: 三相电动机自锁控制线路与程序 39
 - 3.2.5 问题解答 40
- 3.3 边沿脉冲指令与正反转控制程序 41
 - 3.3.1 脉冲上升沿、下降沿

指令 EU、ED.....41	顺序启动/停止控制 66
3.3.2 实习操作: 三相电动机 正反转控制线路与 程序42	4.2 选择结构流程控制..... 68
3.4 块指令、多地控制和点动自锁 混合控制程序44	4.2.1 选择结构程序的编程 69
3.4.1 电路块指令 ALD、 OLD44	4.2.2 实习操作: 选择结构的 控制程序 70
3.4.2 PLC 多地控制46	4.3 并行结构流程控制..... 71
3.4.3 实习操作: 点动自锁 混合控制线路与程序47	4.3.1 并行结构程序的编程 71
3.5 定时器指令与延时控制程序48	4.3.2 实习操作: 交通信号灯 控制程序 73
3.5.1 定时器指令 TON、 TOF、TONR48	本章小结 75
3.5.2 脉冲产生程序51	练习题 75
3.5.3 实习操作: 3 台电动机 顺序启动控制线路与 程序52	第 5 章 功能指令的应用 77
3.6 计数器指令与计数控制程序53	5.1 用数据传送指令实现电动机的 Y— Δ 启动控制 77
3.6.1 增计数器指令 CTU54	5.1.1 数据传送指令 MOV 77
3.6.2 减计数器指令 CTD55	5.1.2 数据传送指令应用 举例 77
3.6.3 增减计数器指令 CTUD55	5.1.3 数据块传送指令 BM 79
3.6.4 实习操作: 单按钮启动/ 停止控制程序56	5.1.4 实习操作: 电动机 Y— Δ 启动控制线路与程序 79
3.7 堆栈指令与 Y— Δ 启动控制 程序57	5.2 用跳转指令实现选择运行 程序段 82
3.7.1 进栈指令 LPS、读栈指令 LRD、出栈指令 LPP58	5.2.1 跳转指令 JMP、标号 指令 LBL 82
3.7.2 实习操作: 电动机 Y— Δ 启动控制线路与程序60	5.2.2 跳转指令应用举例 82
本章小结62	5.2.3 实习操作: 电动机手动/ 自动选择控制程序 84
练习题62	5.3 算术运算指令与单按钮的 功率控制 84
第 4 章 顺序控制指令的应用65	5.3.1 加法指令 ADD 85
4.1 单流程控制65	5.3.2 减法指令 SUB 86
4.1.1 顺序控制指令 LSCR、 SCRT、SCRE65	5.3.3 乘法指令 MUL 87
4.1.2 实习操作: 多台电动机	5.3.4 除法指令 DIV 88
	5.3.5 增 1/减 1 指令 INC/DEC 90
	5.3.6 实习操作: 单按钮的 功率控制程序 91
	5.4 逻辑运算指令及应用 92

5.4.1 逻辑“与”指令 WAND	93	5.9.5 实习操作: 数码显示 应用程序	124
5.4.2 逻辑“或”指令 WOR	94	5.10 电位器、拨码开关及其 应用	124
5.4.3 逻辑“异或”指令 WXOR	95	5.10.1 内置电位器	124
5.4.4 逻辑“取反”指令 INV	96	5.10.2 拨码开关与 BCDI 指令	126
5.5 子程序调用指令及应用	96	本章小结	127
5.5.1 子程序指令 CALL、 CRET	97	练习题	127
5.5.2 实习操作: 子程序调用 举例	97	第 6 章 扩展模块的使用	129
5.6 循环指令及应用	99	6.1 扩展模块概述	129
5.6.1 循环指令 FOR、 NEXT	99	6.1.1 CPU 单元与扩展模块的 连接方法	129
5.6.2 实习操作: 循环、间接 寻址和子程序调用 举例	102	6.1.2 常用扩展模块的 种类	130
5.7 比较指令的应用与 时钟控制程序	103	6.1.3 扩展模块的寻址和 编号	130
5.7.1 比较指令	103	6.2 数字量扩展模块的使用与 仿真	132
5.7.2 实习操作: 传送带的 PLC 控制程序	106	6.3 模拟量输入模块的使用与 仿真	136
5.7.3 马路照明灯时钟控制 程序	107	6.3.1 模拟量输入模块概述	136
5.8 移位指令及应用	109	6.3.2 模拟量输入值的转换与 仿真	136
5.8.1 左移指令 SHL	110	6.3.3 模拟量输入模块的 选择	138
5.8.2 右移指令 SHR	111	6.3.4 模拟量输入模块 EM231 的使用	138
5.8.3 循环左移指令 ROL	112	6.4 模拟量输出模块的使用与 仿真	140
5.8.4 循环右移指令 ROR	114	6.4.1 模拟量输出模块 概述	140
5.8.5 实习操作: 循环移位 控制程序	116	6.4.2 模拟量输出模块的 选择	141
5.9 数码显示及应用	117	6.4.3 模拟量输出模块 EM232 的使用	141
5.9.1 七段数码显示	117	本章小结	143
5.9.2 七段编码指令 SEG	119	练习题	143
5.9.3 BCD 码转换指令 IBCD	120		
5.9.4 多位数码显示	121		

第 7 章 文本显示器的使用	145	8.2.2 高速计数器应用举例	166
7.1 文本显示器概述	145	8.3 PLC、文本显示器和变频器的综合应用	174
7.2 TD200 文本显示器的配置	146	8.3.1 三相异步电动机控制系统	175
7.2.1 TD200 数据块的配置	146	8.3.2 主电动机转速的测量与显示	176
7.2.2 TD200 与 PLC 联机的配置	148	8.3.3 电动机的启动与调速	182
7.3 TD200 文本显示器的使用	149	8.3.4 三相异步电动机控制系统的运行调试	186
7.3.1 TD 键盘与显示功能的应用	149	本章小结	186
7.3.2 TD200 显示仿真器	150	练习题	186
7.3.3 应用 TD 显示电动机转速	151	附录	188
7.3.4 应用 TD 改变 PLC 程序的运行参数	154	附录 1 S7-200 系列 CPU 规范	188
本章小结	159	附录 2 S7-200 系列 PLC 部分扩展模块	189
练习题	159	附录 3 S7-200 系列 CPU 存储范围和特性总汇	189
第 8 章 综合应用	160	附录 4 S7-200 指令系统速查表	191
8.1 中断指令及其应用	160	附录 5 S7-200 系列 PLC 特殊存储器 (SM) 标志位 (部分)	194
8.1.1 中断指令	160	附录 6 S7-200 系列 PLC 外端子图	197
8.1.2 中断事件	161	参考文献	202
8.1.3 中断指令应用举例	161		
8.2 高速计数器及其应用	162		
8.2.1 高速计数器	162		

第1章 概 述

可编程序控制器（简称 PLC），是综合计算机技术、自动化控制技术和通信技术迅速发展起来的新一代工业自动化控制装置，目前已成为现代工业自动化生产三大支柱（PLC、机器人、计算机辅助设计与制造）之一，因此，从事机电专业的技术人员应掌握 PLC 应用技术。

1.1 PLC 控制系统的构成与特点

1. PLC 控制系统的构成

通常机械设备的电气控制系统主要由控制电器、保护电器和拖动电动机等组成。在图 1-1 所示的某台设备的 PLC 电气控制柜中，有 PLC、交流接触器和热继电器等电气器件。

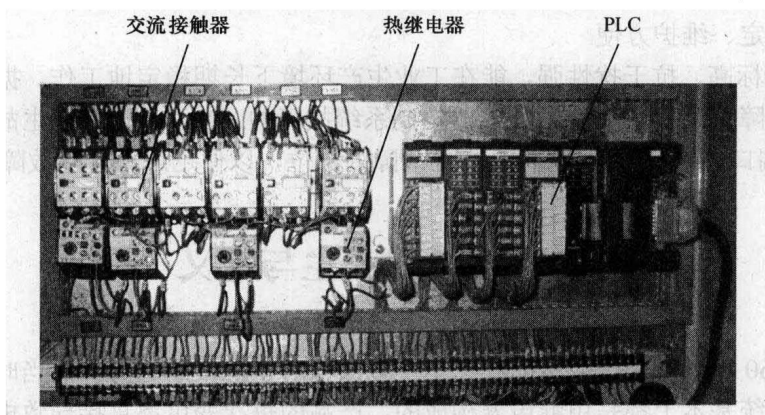


图 1-1 内装 PLC 的电气控制柜

图 1-2 (a)、(b) 所示分别为继电器电气控制系统和 PLC 电气控制系统框图。可以看出，它们实现逻辑控制的方式不同，继电器控制逻辑由继电器硬件连线组成，PLC 控制逻辑由程序组成。PLC 利用程序中的“软继电器”取代传统的物理硬件继电器，使控制系统的硬件结构大大简化，具有价格便宜、维护方便、编程简单、控制功能强等优点。因此，目前各个行业机械设备的电气控制都广泛使用了 PLC 电气控制系统。

图 1-3 所示是一个 PLC 控制简图，可用来说明 PLC 电气控制系统的原理。在本例中，启动/停止按钮分别接 PLC 的输入端口 I0.0 和 I0.1，交流接触器的线圈接 PLC 的输出端口 Q0.0，PLC 程序对启动/停止按钮的状态进行逻辑运算，运算的结果决定了输出端 Q0.0 是否接通或断开交流接触器线圈的电源，从而控制电动机的工作状态。

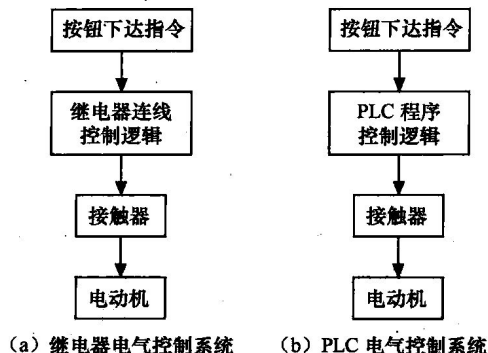


图 1-2 电气控制系统框图

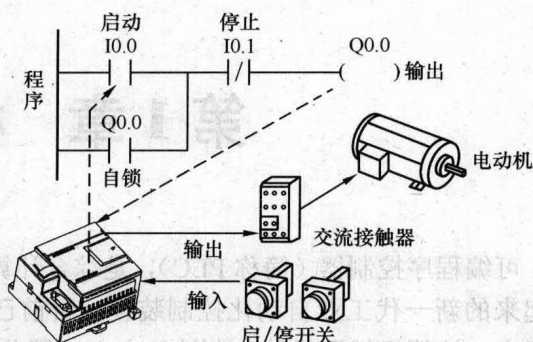


图 1-3 PLC 控制简图

2. PLC 控制系统的特点

(1) PLC 控制系统硬件结构简单

继电器控制逻辑是由大量的物理继电器连线组成，结构复杂；而 PLC 控制逻辑是由程序（软继电器）组成，取消了大量的中间继电器和时间继电器等控制器件，同时也大大简化了硬件接线。

(2) PLC 的控制逻辑更改方便

要改变继电器控制逻辑必须重新接线，工作量很大，因此有的用户宁愿拆除旧的控制柜而另外新做一个电气控制柜；而修改 PLC 的控制逻辑只需要重新编写和下载程序即可。

(3) 系统稳定、维护方便

PLC 性能指标高、抗干扰性强，能在工业生产环境下长期稳定地工作。据统计，PLC 控制系统的电气故障仅为相应功能的继电器控制系统故障的 5%。当电路发生故障时，可根据 PLC 输入/输出端口的 LED 显示来判断产生故障的部位，以便迅速地排除故障。

1.2 PLC 的产生与定义

自 20 世纪 60 年代起，工业产品生产呈现多品种、小批量的趋势，而当时各种生产流水线的电气控制系统基本上都是由继电器构成的，产品的每次变更都直接导致电气控制系统的重新设计和安装。为了尽可能减少重新设计和安装电气控制系统的工作量，人们设想利用计算机的控制功能制造一种新型的工业控制装置。1969 年，美国数字设备公司（DEC）研制出第 1 台可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC），在美国通用汽车公司的自动装配线上使用，取得了巨大的成功。之后，PLC 很快在世界各国的工业领域推广应用。

国际电工委员会（IEC）对 PLC 的定义是：“可编程序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。它采用可编程序的存储器，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，并通过数字式或模拟式的输入和输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关外围设备，都应按易于与工业控制系统连成一个整体，易于扩充其功能的原则设计。”

总之，可编程序控制器是一台专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有多种类型

的输入/输出接口,并且具有较强的驱动能力。可编程序控制器产品并不针对某一具体工业应用,在实际应用时,其硬件要根据实际需要来选用配置,其软件要根据用户的控制要求来设计。

目前,世界上 PLC 产品按地域分成 3 大流派:美国、欧洲和日本。美国和欧洲的 PLC 技术是相互独立研究开发的,产品有明显的差异性;日本的 PLC 技术是由美国引进的,两国的 PLC 产品较相似。

1. 美国的 PLC 产品

美国有 100 多家 PLC 厂商,著名的有 A-B 公司、通用电气 (GE) 公司、莫迪康 (MODICON) 公司、德州仪器 (TI) 公司、西屋公司等。

2. 欧洲的 PLC 产品

德国的西门子 (SIEMENS) 公司、AEG 公司、法国的 TE 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。西门子 PLC 的主要产品是 S5、S7 系列。

3. 日本的 PLC 产品

日本的 PLC 制造商有三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等公司。

4. 我国的 PLC 产品

我国有许多厂家、科研院所从事 PLC 的研制与开发,如中科院自动化研究所的 PLC-0088,北京联想计算机集团公司的 GK-40,上海机床电器厂的 CKY-40,上海起重电器厂的 CF-40MR/ER,苏州电子计算机厂的 YZ-PC-001A,原机电部北京机械工业自动化研究所的 MPC-001/20、KB-20/40,杭州机床电器厂的 DKK02,天津中环自动化仪表公司的 DJK-S-84/86/480,上海自立电子设备厂的 KKI 系列,上海香岛机电制造有限公司的 ACMY-S80、ACMY-S256,无锡光阳电子工业有限公司 (合资) 的 SR-10、SR-20/21 等产品。

1.3 PLC 的应用、分类及程序语言

1. PLC 的应用

PLC 主要应用于以下几个方面。

(1) 开关量逻辑控制

这是 PLC 最基本的控制,可以取代传统的继电器控制系统。

(2) 模拟量控制

除了开关量控制以外,PLC 还可以接收、处理和控制连续变化的模拟量,如温度、压力、速度、电压、电流等。

(3) 运动控制

PLC 可以控制步进电动机、伺服电动机和交流变频器,从而控制机件的运动方向、速度和位置。

(4) 多级控制

PLC 可以与其他 PLC、上位计算机、单片机互相交换信息,组成自动化控制网络。

2. PLC 的分类

PLC 按结构可分为整体式和模块式。整体式的 PLC 具有结构紧凑、体积小、价格低的

优势, 适合常规电气控制。整体式的 PLC 也称为 PLC 的基本单元, 在基本单元的基础上可以加装扩展模块以扩大其使用范围。模块式的 PLC 是把 CPU、输入接口、输出接口等做成独立的单元模块, 具有配置灵活、组装方便的优势, 适合输入/输出点数差异较大或有特殊功能要求的控制系统。

PLC 按输入/输出接口 (I/O 接口) 总数的多少可分为小型机、中型机和大型机。I/O 点数小于 128 点为小型机; I/O 点数在 129~512 点为中型机; I/O 点数在 512 点以上为大型机。PLC 的 I/O 接口数越多, 其存储容量也越大, 价格也越贵, 因此, 在设计电气控制系统时应尽量减少使用 I/O 接口的数目。

3. 程序语言

用户 PLC 程序可以用如图 1-4 所示的梯形图语言或指令表语言编写。梯形图程序主要由触点、线圈等软元件组成, 触点代表逻辑“输入”条件, 线圈代表逻辑“输出”结果, 程序的逻辑运算按从左到右的方向执行。触点和线圈等组成的独立电路称为网络, 各网络按从上到下的顺序执行。

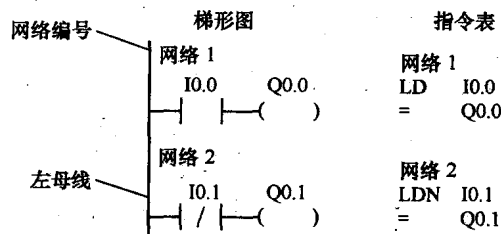


图 1-4 程序梯形图和指令表

程序梯形图与继电器系统电气原理图类似。梯形图程序仿真电路中电流的流动, 通过一系列的逻辑输入条件, 决定是否有逻辑输出。一个梯形图程序包括左侧提供“电流”的母线, 闭合的触点允许电流通过它们流到下一个元件, 而打开的触点阻止电流的流动。例如, 在图 1-4 所示的梯形图程序中, 当触点 I0.0 接通时, 线圈 Q0.0 通电; 当触点 I0.1 接通时, 线圈 Q0.1 通电。指令表语言类似于计算机的汇编语言, 梯形图语言和指令表语言可由编程软件自动转换。

1.4 PLC 的硬件结构

PLC 的硬件结构主要由 CPU、存储器、I/O 接口、通信接口和电源等几部分组成, 如图 1-5 所示。

1. 中央处理器 CPU

CPU 是 PLC 的逻辑运算和控制中心, 协调系统工作。

2. 存储器

PLC 的存储器 ROM 中固化着系统程序, 不可以修改; 存储器 RAM 中存放用户程序和工作数据, 在 PLC 断电时由锂电池供电 (或采用 Flash 存储器, 不需要锂电池)。

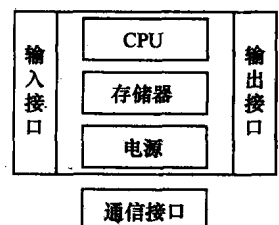


图 1-5 PLC 的硬件结构

3. 电源

电源的作用是将外部电源转换为 PLC 内部器件使用的各种电压（通常是 5V、24V DC）。备用电源采用锂电池。

4. 通信接口

通信接口是 PLC 与外界进行交换信息和写入程序的通道，S7-200 系列 PLC 的通信接口类型是 RS-485。

5. 输入接口

输入接口用来完成输入信号的引入、滤波及电平转换。PLC 输入接口电路如图 1-6 所示。输入接口电路的主要器件是光电耦合器。光电耦合器可以提高 PLC 的抗干扰能力和安全性能，进行高、低电平（24V/5V）转换。输入接口电路的工作原理如下：当输入端按钮 SB 未闭合时，光电耦合器中发光二极管不导通，光敏三极管截止，放大器输出高电平信号到内部数据处理电路，输入端口 LED 指示灯灭；当输入端按钮 SB 闭合时，光电耦合器中发光二极管导通，光敏三极管导通，放大器输出低电平信号到内部数据处理电路，输入端口 LED 指示灯亮。对于 S7-200 直流输入系列的 PLC，输入端直流电源额定电压为 24V，即可以源型接线，也可以漏型接线。S7-200 也有交流输入系列的 PLC。

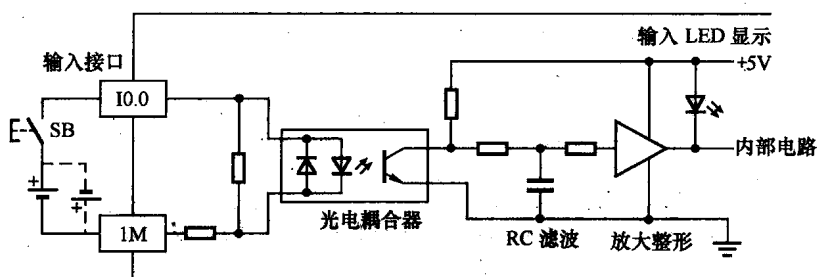


图 1-6 PLC 输入接口电路

6. 输出接口

PLC 的输出接口有 3 种形式：继电器输出、晶体管输出和晶闸管输出，如图 1-7 所示。

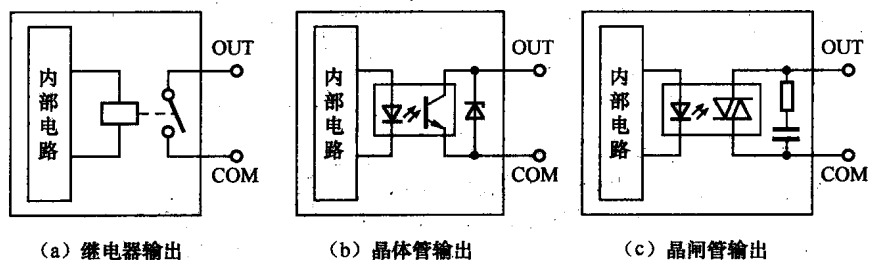


图 1-7 PLC 输出接口

(1) 继电器输出

继电器输出可以接交、直流负载，但受继电器触点开关速度低的限制，只能满足一般的低速控制需要。为了延长继电器触点寿命，在外部电路中对直流感性负载应并联反偏二极管，对交流感性负载应并联 RC 高压吸收元件。

(2) 晶体管输出

晶体管输出只能接直流负载，开关速度高，适合高速控制的场合，如数码显示、输出脉冲信号控制步进电动机和模数转换等。其输出端内部已并联反偏二极管。

(3) 晶闸管输出

晶闸管输出只能接交流负载，开关速度较高，适合高速控制的场合。其输出端内部已并联 RC 高压吸收元件。

S7-200 系列 PLC 输出接口电路的规格如表 1-1 所示。

表 1-1 S7-200 系列 PLC 输出接口电路的规格表

项 目		继电器输出	晶体管输出	晶闸管输出
负载电源最大范围		5~250V AC 5~30V DC	20.4~28.8V DC	40~264V AC
额定负载电源		220V AC、24V DC	24V DC	120/230V AC
电路绝缘		机械绝缘	光电耦合绝缘	光电耦合绝缘
负载电流（最大）		2A/1 点 10A/公共点	0.75A/1 点 6A/公共点	0.5A/1 点 0.5A/公共点
响应时间	断→通	约 10ms	2μs (Q0.0、Q0.1) 15μs (其他)	0.2ms+1/2AC 周期
	通→断	约 10ms	10μs (Q0.0、Q0.1) 130μs (其他)	0.2ms+1/2AC 周期
脉冲频率（最大）		1Hz	20kHz	

1.5 PLC 的循环扫描工作方式

当 PLC 的方式开关置于“RUN”位置时，PLC 即进入程序运转状态。在程序运转状态下，PLC 工作于独特的周期性循环扫描工作方式。每一个扫描周期分为读输入、执行程序、处理通信请求、执行 CPU 自诊断和写输出 5 个阶段，如图 1-8 所示。

1. 读输入

在读输入阶段，PLC 的 CPU 将每个输入端口的状态复制到输入数据映像寄存器（也称为输入继电器）中。

2. 执行程序

在执行程序阶段，CPU 逐条顺序地扫描用户程序，同时进行逻辑运算和处理（即前条指令的逻辑结果影响后条指令），最终运算结果存入输出数据映像寄存器（也称为输出继电器）中。

3. 处理通信请求

CPU 执行通信任务。

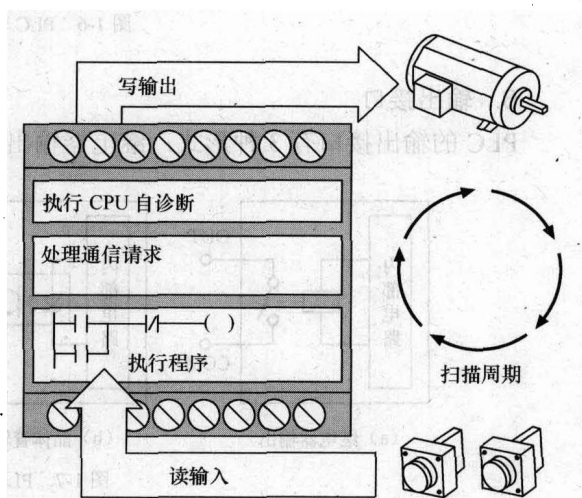


图 1-8 PLC 循环扫描工作方式

4. 执行 CPU 自诊断

CPU 检查各部分是否工作正常。

5. 写输出

在写输出阶段, CPU 将输出数据映像寄存器中存储的数据复制到物理硬件继电器。

在非读输入阶段, 即使输入状态发生变化, 程序也不读入新的输入数据, 这种方式是为了增强 PLC 的抗干扰能力和程序执行的可靠性。

PLC 扫描周期的时间与 PLC 的类型和程序指令语句的长短有关, 通常一个扫描周期为几毫秒至几十毫秒, 超过设定时间时程序将报警。由于 PLC 的扫描周期很短, 所以从操作上感觉不出来 PLC 的延迟。对于高速信号, PLC 则有专门的处理方式, 相关内容将在本书第 8 章中介绍。

PLC 循环扫描工作方式与继电器并联工作方式有本质的不同。在继电器并联工作方式下, 当控制线路通电时, 所有的负载(继电器线圈)可以同时通电, 即与负载在控制线路中的位置无关。

PLC 属于逐条读取指令、逐条执行指令的顺序扫描工作方式, 先被扫描的软继电器先动作, 并且影响后被扫描的软继电器, 即与软继电器在程序中的位置有关。在编程时掌握和利用这个特点, 可以较好地处理软件连锁关系。

本章小结

(1) PLC 硬件结构主要由 CPU、存储器、I/O 接口、通信接口和电源组成, 软件系统包括系统程序和用户程序两部分。

(2) PLC 是专为工业环境应用而设计制造的计算机, 在实际应用时, 其硬件要根据实际需要来配置, 其软件要根据用户的控制要求来设计。

(3) PLC 按结构可分为整体式和模块式两类。

(4) PLC 采用逐行循环扫描的串行工作方式, 每一个扫描周期包含读输入、执行程序、处理通信请求、执行 CPU 自诊断和写输出 5 个阶段。

练习题

1. 简述 PLC 的定义。
2. 与继电器控制系统相比, PLC 控制系统有哪些优点?
3. 整体式 PLC 与模块式 PLC 分别适用于什么场合?
4. PLC 的硬件由哪几个部分组成? 各有什么作用?
5. 为什么通常 PLC 的输入接口电路采用光电耦合隔离方式?
6. 输出接口电路有哪几种形式? 各有什么特点?
7. 按钮和接触器分别与 PLC 什么端口连接?
8. 简述 PLC 的扫描工作方式。

第2章 存储器的数据类型与寻址方式

本章以 S7-200 系列 PLC 为主介绍存储器的数据类型与寻址方式。PLC 的指令和数据是按照存储单元地址存放的, 操作数是根据其数据类型分类存放的。所谓寻址方式, 就是找到所需要数据的形式, 通常有直接寻址和间接寻址两种。与其他厂商的 PLC 相比, 西门子 PLC 具有较特殊的寻址方式。

2.1 S7-200 的主要指标及接线端口

S7-200 系列 PLC 有 4 种 CPU 单元, 其性能差异很大, 这些性能直接影响到 PLC 的控制规模和 PLC 系统的配置。

2.1.1 S7-200 的主要指标

1. S7-200 PLC 的结构

目前 S7-200 系列 PLC 主要有 CPU221、CPU222、CPU224 和 CPU226 共 4 种 CPU 单元。其外部结构大体相同, 如图 2-1 所示。

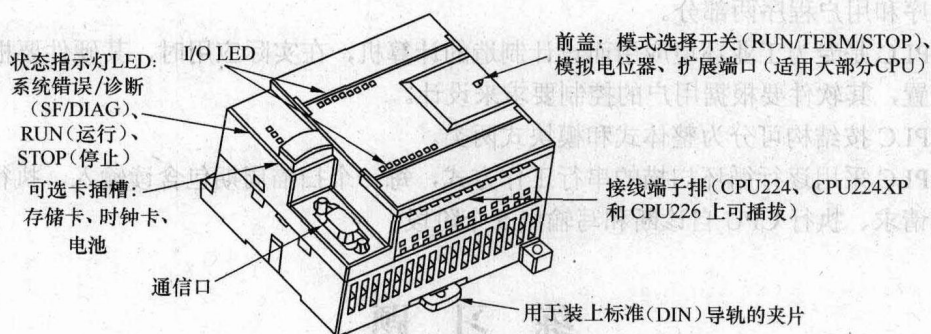


图 2-1 S7-200 系列 CPU 单元的结构

(1) 状态指示灯 LED: 显示 CPU 所处的状态 (系统错误/诊断、运行、停止)。

(2) 可选卡插槽: 可以插入存储卡、时钟卡和电池。

(3) 通信口: RS-485 总线接口, 可通过它与其他设备连接通信。

(4) 前盖: 前盖下面有模式选择开关 (运行/终端/停止)、模拟电位器和扩展端口。模式选择开关拨到运行 (RUN) 位置, 则程序处于运行状态; 拨到终端 (TERM) 位置, 可以通过编程软件控制 PLC 的工作状态; 拨到停止 (STOP) 位置, 则程序停止运行, 处于写入程序状态。模拟电位器可以设置 0~255 的值。扩展端口用于连接扩展模块, 实现 I/O 的扩展。

(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