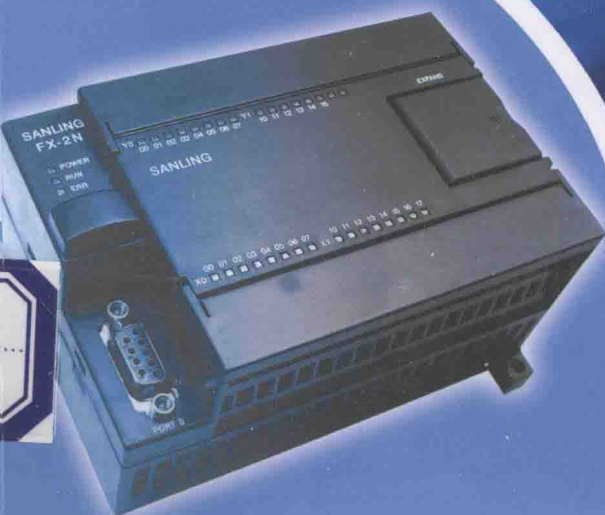


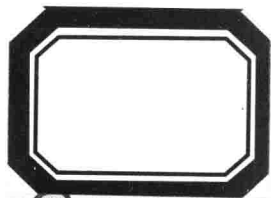
老师自通 系列书

PLC 应用入门

贾智勇 李学勇 高红艳 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



无师自通 系列书

PLC 应用入门

贾智勇 李学勇 高红艳 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以工业控制系统应用较多的西门子公司 S7-200 系列 PLC 为例, 主要内容包括: PLC 基本原理、S7-200 系列 PLC 硬件、PLC 常用指令及应用示例、编程软件介绍、S7-200 系列 PLC 顺序控制指令及示例、功能指令及应用、PLC 示例分析、用 PLC 改造继电器控制线路。

本书着重实用性, 从零开始, 主要介绍 PLC 产品的技术性能、选用方法和应用系统的设计、调试及维护等, 适用于高等职业技术学院和中等技术学校电气自动化、电气控制、低压电器、机电一体化、电气工程及自动化、电气运行与控制、工业自动化等专业的师生参考, 也可作为相关专业人员的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用入门 / 贾智勇, 李学勇, 高红艳编著. —北京:
中国电力出版社, 2014. 1

ISBN 978-7-5123-5047-2

I. ①P… II. ①贾…②李…③高… 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 240187 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 1 月第一版 2014 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 10.25 印张 264 千字 1 插页

印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

随着微电子技术的发展，可编程控制器（简称 PLC）以微处理器为核心，适用于开关量、模拟量和数字量的控制，已进入过程控制和位置控制等领域，成为一种多功能、高可靠性、应用场合最多的工业控制微型计算机。

可编程控制器（简称 PLC）于 1969 年在美国通用汽车生产线适用成功以来，经过 40 多年的发展，现在已成为一种应用范围很广的新一代工业自动控制装置。PLC 是采用大规模集成电路、微型计算机技术和通信技术的发展成果，逐步形成微型、小型、中型、大型等各种规格的 PLC 产品，本书重点介绍西门子 S7-200 系列 PLC 的应用及操作。

本书主要介绍了 PLC 基本原理、S7-200 系列 PLC 硬件、PLC 常用指令及应用示例、编程软件介绍、S7-200 系列 PLC 顺序控制指令及示例、功能指令及应用、PLC 实例分析、用 PLC 改造继电器控制线路。

本书图文并茂，内容丰富，详细介绍了 PLC 的性能、操作以及实例，可以使广大初学者容易接受与掌握。按循序渐进的原则，由浅入深地进行了较详细的说明，文字简练，通俗易懂。读者通过对本书的学习后，对 PLC 的操作更能得心应手。

本书编写过程中，编者参考了大量的书刊和有关资料，并从中引用了一些图表数据，在此一并向这些书刊的作者和资料的提供者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，疏漏与不妥之处难免，敬请广大读者和同仁不吝指教。

编 者

前言

第一章 PLC 基本原理	1
第一节 PLC 的特点	1
一、可靠性高、抗干扰能力强	1
二、控制系统结构简单、通用性强	2
三、编程方便、易于使用	2
四、功能完善	2
五、设计、施工、调试的周期短	2
六、体积小、维护操作方便	3
第二节 PLC 的厂家及应用	3
一、PLC 的厂家	3
二、PLC 的应用	3
第三节 PLC 的构成	4
一、中央处理单元	5
二、存储器	5
三、输入/输出单元	7
四、电源部分	8
五、扩展接口	8
六、编程器	8
七、通信接口	8
八、其他部件	9
第四节 PLC 与低压电器控制的区别	9
一、控制逻辑	9
二、可维护性和可靠性	9
三、工作方式	9

四、定时控制	10
五、控制速度	10
六、设计和施工	10
第五节 PLC 的原理	10
一、PLC 的运行框图	10
二、PLC 的工作过程	13
三、PLC 对输入/输出的处理	14
第六节 CPU 的特点和技术规范	14
一、S7-200 系列 PLC	14
二、存储系统	19
第二章 S7-200 系列 PLC 硬件	22
第一节 S7-200 系列 PLC 的硬件介绍	22
一、硬件的系统组成	22
二、主机外形	23
三、输入/输出的扩展	24
四、I/O 点数扩展和编址	25
第二节 S7-200 系列 PLC 的软元件功能	27
一、软元件	27
二、软元件功能	27
第三节 CPU 的寻址方式	32
一、数据类型	32
二、直接寻址	33
第四节 CPU 的间接寻址	36
一、建立指针	36
二、用指针来存取数据	37
三、修改指针	38
第三章 PLC 常用指令及应用示例	39
第一节 常用指令及示例	39
一、逻辑取及线圈驱动指令	39
二、触点串联指令	40

三、触点并联指令	41
四、串联电路块的并联连接指令	42
五、并联电路块的串联连接指令	43
第二节 置位、复位指令	43
第三节 RS 触发器指令	44
第四节 立即指令	46
第五节 边沿脉冲指令	48
第六节 逻辑堆栈操作指令	49
一、逻辑入栈 LPS、逻辑读栈 LRD 和逻辑出栈 LPP 指令 ..	50
二、装入堆栈指令 LDS	51
第七节 定时器	52
一、基本概念	52
二、定时器指令使用说明	53
三、应用示例	55
四、定时器的刷新方式和正确使用	55
第八节 计数器	57
一、基本概念	58
二、计数器指令使用说明	58
第九节 比较指令	61
第十节 取反及空操作指令	64
一、取反指令 NOT	64
二、空操作指令 NOP	65
第十一节 程序控制指令	65
一、结束及暂停指令	65
二、看门狗复位指令 WDR	67
三、跳转及标号指令	67
四、循环指令	68
第十二节 子程序	70
一、建立子程序	71
二、子程序的调用	71

三、带参数的子程序调用	72
第十三节 与 ENO 指令	75
第十四节 PLC 编程规则	76
一、梯形图的基本规则	76
二、LAD 和 STL 的特点	78
第十五节 PLC 程序示例	79
一、延时脉冲产生电路	79
二、瞬时接通/延时断开电路	80
三、延时接通/延时断开电路	81
四、脉冲宽度可控制电路	81
五、计数器的扩展电路	82
六、长延时电路	84
七、闪烁电路	85
八、报警电路	85
第十六节 PLC 编程方法及示例	89
一、PLC 程序的简单设计法	89
二、应用示例	89
第四章 编程软件介绍	95
第一节 软件安装	95
一、对计算机的要求	95
二、软件安装方法	95
三、硬件安装方法	95
四、参数设置	96
五、通信参数	96
第二节 软件功能	97
一、功能简介	97
二、窗口及功能	97
第三节 编程及运行	101
一、文件操作	101
二、编程操作	103

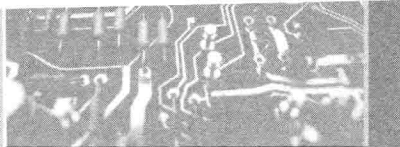
第四节 调试及运行监控	108
一、扫描次数选择	108
二、状态图的使用	108
三、运行模式	110
第五节 程序监视	110
一、梯形图监视	111
二、语句表监视	112
第五章 S7-200 系列 PLC 顺序控制指令及示例	114
第一节 功能图简介	114
一、功能图的概念	114
二、功能图的规则	115
第二节 顺序控制指令及应用	116
一、顺序控制指令	116
二、示例说明	117
三、编程说明	117
第三节 功能图的应用分类	119
一、单流程	119
二、带选择的分支和连接	119
三、并行分支和连接	121
四、跳转和循环	121
第四节 单流程应用举例	124
第五节 并行合并方法	126
第六节 可选分支、并行分支和连接举例	127
第七节 剪板机应用程序	130
第六章 功能指令及应用	137
第一节 数据处理	137
一、数据传送类指令	137
二、移位与循环指令	139
三、字节交换及填充指令	143

第二节 运算指令	144
一、算术运算指令	144
二、逻辑运算指令	152
第三节 表功能指令	154
一、表存数指令 (Add To Table)	154
二、表取数指令	155
第四节 数据类型转换指令	159
一、字节与整数	159
二、整数与双整数	160
三、双整数与实数	160
四、整数与 BCD 码	161
第五节 编、译码和段码指令	162
一、编码指令 (Encode)	162
二、译码指令 (Decode)	163
三、段码指令 (Segment)	163
第六节 ASCII 码转换指令	164
一、ASCII 码转换为 16 进制指令 (ASCII to HEX)	164
二、16 进制转换为 ASCII 码指令 (HEX to ASCII)	165
三、整数转换为 ASCII 码指令 (Integer to ASCII)	165
四、双整数转换为 ASCII 码 (Double Integer to ASCII) ...	167
五、实数转换为 ASCII 码 (Real to ASCII)	167
第七节 字符串及字符串转换指令	168
一、字符串指令	168
二、字符串转换指令	171
第八节 读/设定时钟指令	173
一、读实时时钟指令 (Read Real-Time Clock)	173
二、设定实时时钟指令 (Set Rel-Time Slock)	174
第九节 中断	176
一、中断简介	176
二、中断指令及程序	179

三、中断程序	182
第十节 高速计数器指令及应用	182
一、高速计数器简介	182
二、高速计数器指令及使用	185
第十一节 高速脉冲输出指令	191
一、基本介绍	191
二、高速脉冲指令及特殊寄存器	192
三、PTO 的使用	194
四、PWM 的使用	198
第十二节 PID 回路指令	202
一、基本介绍	202
二、PID 回路指令及使用	203
第七章 PLC 示例分析	208
第一节 PLC 编程设计步骤	208
一、明确设计任务	208
二、PLC 的选型	208
三、I/O 地址分配	210
四、系统设计	211
五、系统调试	212
第二节 机械臂分拣装置程序示例	212
一、要求	212
二、解题	213
三、简要说明	213
第三节 某化学反应程序示例	216
一、题目	216
二、解题	217
三、简要说明	217
第四节 电动机起/停程序示例	220
一、题目	220
二、解题	220

三、简要说明	221
第五节 双恒压无塔供水控制系统设计	222
一、工艺过程	223
二、系统控制要求	224
三、控制系统的 I/O 点及地址分配	224
四、PLC 系统选型	225
五、电气控制系统原理图	225
六、系统程序设计	229
第六节 薄刀式分切压痕机控制系统	236
一、工艺过程	236
二、系统控制要求	236
三、控制系统的 I/O 点及地址分配	237
四、PLC 系统选型	238
五、电气控制系统原理图	238
六、系统程序设计	238
第七节 PLC 实际应用中注意的一些问题	245
一、PLC 的安装	245
二、电源的设计	245
三、系统的接地	246
四、电缆设计与铺设	248
五、PLC 输出端的保护	248
六、减少 I/O 点的方法	249
第八章 用 PLC 改造继电器控制线路	253
第一节 模拟继电器控制系统的编程方法	253
第二节 梯形图仿真继电器控制电路	254
第三节 Z3050 型摇臂钻床的 PLC 改造	257
一、控制要求	257
二、程序设计	258
第四节 T68 镗床的 PLC 改造程序	262
一、控制要求	262

二、程序设计	263
第五节 X62W 万能铣床的 PLC 改造程序	268
一、控制要求	268
二、程序设计	269
第六节 西门子 222PLC 电路原理图	274
附录 PLC 指令系统、典型接线及常见问题解答	275
附录 A S7-200 系列 PLC 指令系统及典型接线	275
附录 B 常见问题解答	279



第一章

PLC 基本原理

第一节 PLC 的特点

现代工业生产过程是复杂多样的，对控制的要求不尽相同。PLC（Programmable Logic Controller，可编程序控制器）出现后就受到了工程技术人员的欢迎。

一、可靠性高、抗干扰能力强

计算机具有很强的功能，但抗干扰能力差，工业现场的电磁干扰、电源波动、机械振动、温度和湿度的变化，均能使计算机工作异常。PLC 是专为工业控制而设计的，能适用于恶劣环境，如较强的电噪声、电磁干扰、机械振动、极高的温度和很大的湿度等。在电子线路、机械结构及软件结构上都吸取了生产厂家长期积累的生产控制经验，主要模块采用大规模与超大规模集成电路，输入/输出（I/O）电路设计有完善的保护与信号调理电路；在结构上对耐热、防潮、防尘、抗震等有周到的考虑；在硬件上采用隔离、屏蔽、滤波、接地等抗干扰措施；在软件上采用数字滤波等抗干扰和故障诊断措施；使 PLC 具有较高的抗干扰能力。PLC 的平均无故障时间通常在几万小时以上，这是一般计算机所做不到的。

传统的低压电器控制电路虽抗干扰能力强，但使用了大量的机械触点，使设备连线复杂，而且触点在动作时易受电弧的损害，寿命短；PLC 采用微电子技术，大量的开关动作由无触点的电子存储器件来完成，大部分继电器中复杂的连线被软件程序所取代，寿命长、可靠性强。

二、控制系统结构简单、通用性强

PLC 及外围模块品种多, 各种组件灵活组合成各种大小和不同要求的控制系统。在 PLC 构成的控制系统中, 只要 PLC 的端子上接入相应的 I/O 信号线即可, 不需要如低压电器之类的器件和大量繁杂的硬接线线路。要求改变或需要变更控制系统的功能时, 可用编程器在线或离线修改。同一个 PLC 用于控制不同的对象时, 只是 I/O 组件和应用软件不同。PLC 的 I/O 可直接与市电 220V、直流 24V 等相连, 负载能力强。

三、编程方便、易于使用

用 PLC 编写程序时, 可采用梯形图、指令表等编程语言。梯形图与低压电器控制原理图相类似, 这种编程语言形象直观, 易掌握, 只要具有一定的电工和工艺知识的人员都可在短时间学会。

四、功能完善

PLC 的 I/O 系统功能完善、性能可靠, 具有各种开关量和模拟量的 I/O。PLC 具备许多控制功能, 如时序、计算器、主控继电器以及移位寄存器、中间寄存器等, 可以很方便地实现延时、锁存、比较、跳转和强制 I/O 等, 不仅具有逻辑运算、算术运算、数制转换以及顺序控制功能, 而且还具备模拟运算、显示、监控、打印及报表生成功能。它还可以和其他计算机系统、控制设备共同组成分布式或分散式控制系统, 还能实现数据块传送、矩阵运算、闭环控制、排序与查表、函数运算及快速中断等功能。

五、设计、施工、调试的周期短

使用低压电器控制完成一项工程, 首先按要求画出电气原理图, 再画出低压电器屏(柜)的布置和接线图等, 安装调试、修改十分不便。采用 PLC 控制, 由于其为模块化积木式结构, 硬件齐全且已商品化, 故仅需按性能、容量(I/O 点数、内存大小)等选用组装, 缩短了设计周期, 使设计和施工同时进行; 用软件编程取代了硬接线实现控制功能, 大大减轻了繁重的安装接线

工作,缩短了施工周期。PLC 是通过程序完成控制任务的,使用了方便用户的工业编程语言,而且都具有强制和仿真的功能,故程序的设计、修改和调试都很方便,可大大缩短设计和投运周期。

六、体积小、维护操作方便

PLC 体积小、质量小,便于安装。PLC 的 I/O 系统可直观地反映现场情况的变化状态,还能通过各种方式直观地反映控制系统的运行状态,如内部工作状态、通信状态、I/O 点状态、异常状态和电源状态等(对此均有醒目的指示),非常有利于运行和维护人员对系统进行监视。

↓ 第二节 PLC 的厂家及应用

一、PLC 的厂家

PLC 出现后在工业控制中占有举足轻重的地位,日本、德国、法国等相继研制成各自的 PLC。PLC 技术由最初的 1 位机发展为 8 位机。现在的 PLC 产品已使用了 16、32 位高性能微处理器,而且实现了多处理器的多通道处理,通信技术使 PLC 的应用得到进一步发展。PLC 技术已十分成熟。

目前,世界上有 200 多个厂家生产 PLC 产品,比较著名的有美国的 AB、通用(GF)、莫迪康(MODICON),日本的三菱(MITSUBISHI)、欧姆龙(OMRON)、富士电机(FUJI)、松下电工,德国的西门子(SIEMENS),法国的 TE、施耐德(SCHNEIDER),韩国的三星(SAMSUNG)、LG 等(其中 MODICON 和 TE 已归到 SCHNEIDER)。

二、PLC 的应用

PLC 通常应用于以下 5 个方面。

1. 顺序逻辑控制

顺序逻辑控制是 PLC 应用最广泛的领域,也是最适合使用 PLC 的领域。它可取代传统的低压电器顺序控制。PLC 应用于单机控制、多机群控、生产自动线控制等,如注塑机、印刷机、订

书机、包装机、切纸机、组合机床、磨床、装配生产线、电镀流水线及电梯控制等。

2. 数据处理

PLC 具有数据传送、转换、数学运算及查表等功能。这为 PLC 采集、分析和处理数据打下了良好的硬件基础。在机械加工中, PLC 作为主要的控制和管理系统用于 CNC 和 NC 系统, 可以完成大量的数据处理工作。

3. 运动控制

PLC 可实现驱动步进电动机或伺服电动机控制模块, PLC 把描述目标位置的数据送给模块, 模块移动一个轴或数个轴到目标位置。每个轴移动时, 位置控制模块保持适当的速度和加速度, 确保运动平滑。相对来说, 位置控制模块比 CNC 装置体积更小、价格更低、速度更快、操作更方便。

4. PID 闭环过程控制

PID (比例—积分—微分) 闭环过程控制主要是对速度、温度、流量、液位、压力等连续变化的模拟量参数进行闭环控制。它通过模拟量模块, 实现模拟量和数字量之间的 A/D (模/数) 转换和 D/A (数/模) 转换。PID 指令使 PLC 具有闭环控制的功能, 即一个具有 PID 控制能力的 PLC 可用于过程控制。当过程控制中的某个变量出现偏差时, PID 控制算法会计算出正确的输出, 把变量保持在设定值上。该功能在过程控制中已得到了广泛的应用。

5. 通信

PLC 的通信包括 PLC 与上级计算机远程 I/O 之间的通信, PLC 与 PLC 之间的通信, PLC 与变频器、数控装置之间的通信。PLC 组成通信网络能实现更为复杂的控制, 可以实现“集中管理, 分散控制”的分布式控制。

第三节 PLC 的构成

PLC 种类多, 但其组成结构和工作原理基本相同。它主要是