

码上学会



扫一扫 看视频

S7-200/300/400 PLC 编程及应用 全能一本通

双色版

老虎工作室 赵景波 编著

零基础学 PLC 编程

扫描书中**二维码**，先看视频再实战



资源大礼包

原理
动画

将抽象的原理通过**动画**进行演示，加深对 **PLC** 的理解

操作
视频

提供**实例**的**操作视频**，手把手教你使用 **S7-200** 和 **S7-300/400**



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

课外读

马上学会

S7-200/300/400 PLC

编程及应用

全能一本通



双色版

老虎工作室 赵景波 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

S7-200 /300/400 PLC编程及应用全能一本通 : 双色
版 / 赵景波编著. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2018. 6
(码上学会)
ISBN 978-7-115-46803-1

I. ①S… II. ①赵… III. ①PLC技术—程序设计
IV. ①TM571. 61

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第217497号

内 容 提 要

本书以西门子 S7-200/300/400 PLC 为例, 简要说明了可编程控制器的概念、S7PLC 的特性、S7-200/300/400 PLC 编程软件的安装和使用, 详细介绍了 S7-200/300/400 PLC 梯形图和指令表指令, 以实例形式讲解了 S7-200 /300/400 PLC 的编程、设计及应用, 同时也详细地介绍了 PLC 的通信网络知识。书中各部分内容都结合实例进行讲解, 并辅以大量的图表, 可帮助初学者快速入门和掌握 PLC 编程技术。

本书可作为工程技术人员、高校师生及 PLC 初学者的教材, 也可供各类 PLC 操作培训班作为教材使用。

-
- ◆ 编 著 老虎工作室 赵景波
责任编辑 税梦玲
责任印制 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 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: 880×1092 1/16
印张: 27.25 2018 年 6 月第 1 版
字数: 739 千字 2018 年 6 月北京第 1 次印刷
-

定价: 79.80 元

读者服务热线: (010) 81055256 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

可编程控制器（PLC）是应用十分广泛的通用微机控制装置，是自动控制系统中的关键设备。西门子公司 S7-200 在小型 PLC 中应用广泛，市场占有率高，S7-300 和 S7-400 是面向系统解决方案的通用型 PLC，这两款 PLC 的应用也相当广泛。

本书在总体内容的编排上突出了两点：一是内容的实用性；二是 PLC 功能的全面性。“实用性”体现在学以致用，确保读者在学习完本书后，可以得心应手地使用 PLC 解决工作中的实际问题；“全面性”体现在本书可作为 PLC 使用手册及案例手册来使用，可帮助读者使用 PLC 解决一些工程设计的实际问题。

给读者的建议

有些初学者在理论学习上花费很多时间，结果半年下来还是没有“玩转” PLC，其实他们只是缺少一些 PLC 的实践经验，只要再进行一些实际的梯形图编写、程序下载、调试等操作，增加对 PLC 的感性认识，很快就可以掌握 PLC 这项技术。在学习的初级阶段，可以先学习一种品牌的 PLC，因为所有的 PLC 原理都相差不多，掌握了一种 PLC，其他的 PLC 只要翻阅一下技术手册便可上手使用。

初学时可以编一些简单的梯形图，如触点的与、或、输出等，并在 PLC 的机器里运行一下，程序运行成功就会增加学习的兴趣和信心。然后再把 PLC 的主要功能逐个运用一次，比如高速计数器：你可以用 PLC 本身的脉冲输出端接到高速计数器的输入端，下载编好的梯形图，打开变量观察窗口，运行程序，观察计数的值是否正确。经过这样的实践，你便可知 PLC 究竟能做哪些事情了，在实际的工控应用中就能做到胸有成竹。

学习 PLC 不是为了做研究，是为了运用到实际工作中！鉴于此，我们对 PLC 的学习谈几点建议。

第一点：基础一定要打好——什么叫基础？

- （1）安装好编程软件；
- （2）会熟练地运用软件；
- （3）懂得 PLC 的基础知识；
- （4）会编写最简单的程序。

学完本书第 1 章、第 2 章、第 6 章、第 7 章，便可掌握软件下载和安装，还能编写一些简单的程序。

第二点：不要急于学习复杂的内容。不用去记忆西门子 PLC 的 100 多条指令，也不用着急知道这些指令到底有什么用处，我们可以先尝试：

(1) 编写简单的程序;

(2) 想象自己可以实现的操作, 并通过程序实现出来;

(3) 分析高手编写的程序, 思考他为什么会这样编写;

(4) 记录不懂的问题, 再查阅相关的书籍、视频、动画——进行有针对性的学习;

(5) 反复地看程序、编写程序, 想象动作实现, 模仿程序, 见的程序多了, 解决的问题多了, 渐渐地就会发现自己的学习能力和编程能力已经提升了, 能够独立编程了。

学完本书第 3 章、第 4 章、第 8 章、第 9 章, 便可掌握程序的编写和分析。

第三点: 结合专业, 提高应用能力。通过学习 PLC 实用技巧, 提高解决实际问题的能力。在不同的工程领域, 人们使用 PLC 进行设计的方法是不同的, 且形成了一些特殊的设计技巧。只有掌握了这些特殊的设计技巧和知识, 读者才能在专业领域中充分发挥 PLC 的强大功能。如何提升呢, 有以下 3 点建议。

(1) 有条件的读者最好去买台 PLC 用于实践。由于 PLC 价格昂贵, 一般的初学者没有用 PLC 做实验的条件。即使有一个小型的 PLC, 其 I/O 点数和功能也非常有限。PLC 的仿真软件为解决这一难题提供了很好的途径。读者可用仿真软件模拟 PLC 的操作系统和用户程序的运行。仿真软件与硬件 PLC 的操作一样, 在仿真时, 只需要将用户程序和组态信息下载到仿真 PLC, 用键盘和鼠标给计算机屏幕上的仿真 PLC 提供输入信号, 就能观察仿真 PLC 执行用户程序后输出信号的状态。仿真软件可到相关的官网中去下载。

(2) 其实, 编程人员就像是一位习武之人, 如果他只是整天坐在家中看拳谱, 不出门练武的话, 那么就算他有一本再厉害的武林秘籍, 花费再长的时间, 他的功力也不会提高。学习 PLC 也是同样的道理, 光看书是没有用的, 一本 PLC 的书看十遍但不去实践, 你还是不会用。在学习 PLC 书本知识的过程中, 你肯定会对许多指令不够了解, 如果你不去一一学习, 那么这将是学会 PLC 最大的障碍。只有通过实际应用, 逐一攻破, 才能真正掌握 PLC。

(3) 在学习 PLC 有了一定的基础之后, 你便可以独立编写一段自己设计的程序, 然后传送到 PLC 中去运行, 再经过不断修改和调试, 直至程序运行成功, 你的兴趣会大增, 反复练习便能达到满意的学习效果。

学完本书第 5 章、第 10 章、第 11 章, 便可完成系统设计, 提高设计能力。

本书特点

本书既详细、全面地讲解了 PLC 的各项功能, 又提供了大量的实例, 读者能在学习 PLC 理论知识的同时, 通过实战练习掌握 PLC 设计方法及应用技巧。全书共分 11 章, 包含 S7-200 和 S7-300/400 的内容, 具体内容如下。

章	主要内容
第 1 章	介绍可编程控制器定义、功能、结构和工作原理
第 2 章	介绍 S7-200 的组成、特性和工作方式, S7-300 和 S7-400 的组成、特性和模块特性
第 3 章	介绍 S7-200 的编程元件、寻址方式、基本指令、运算指令、数据处理指令、表功能指令、转换指令、程序控制类指令和特殊指令
第 4 章	介绍 S7-200 的程序设计方法、梯形图设计规则、顺序功能图、PLC 程序及调试说明、简单电路编程和简单环节编程
第 5 章	介绍 S7-200 的通信系统与网络、网络通信指令、MPI 协议、Profibus-DP 协议和以太网
第 6 章	介绍 S7-200 编程软件的安装、功能和使用
第 7 章	介绍 S7-300/400 编程软件的安装和使用, S7-PLCSIM 仿真软件
第 8 章	介绍 S7-300/400 编程基础、位逻辑指令、定时器与计数器指令、数据处理功能指令、控制指令和数据运算指令
第 9 章	介绍 S7-300/400 的编程方式与程序块、数据块与数据结构、CPU 中程序、用户程序、组织块与中断处理和程序设计
第 10 章	介绍 PLC 控制系统的总体设计和提高 PLC 控制系统可靠性的措施, 以三级皮带运输机、机械手工作控制、炉窖温度控制系统、自动配料控制系统和钻床精度控制系统五个实例介绍 S7-200 应用设计, 以水塔水位和交通灯控制系统两个实例介绍 S7-300/400 应用设计
第 11 章	介绍 S7-200 的安装和拆除、S7-200 故障检查和维修、S7-200 应用系统的调试、S7-300 /400 的基本故障种类、S7-300/400 的常规检查与维护、S7-300/400 外部故障的排除和 S7-300/400 内部错误的故障诊断

如果只想学习 S7-200 的内容, 可以选择第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 10 章、第 11 章来学习; 如果想学习 S7-300/400 的内容, 可以选择第 1 章、第 2 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章来学习。现将本书特点说明如下。

1. 重视基础、循序渐进

目前, 国内同类图书多面向有 PLC 开发经验的读者, 对基本知识和概念的讲解不够清晰、透彻, 导致初学者起步阶段学习吃力。而本书重视基础知识和基本概念的讲解, 特别适合将来从事 PLC 开发的初学者。

2. 知识系统、结构合理

目前国内同类图书的内容结构多与 PLC 的技术资料或者手册相似, 但这并不符合初学者的学习习惯。作者结合多年的 PLC 课程教学经验, 在内容安排上遵循初学者的学习规律, 并结合大量实例讲解难点, 实例包括指令使用技巧、通信系统设计、电气系统设计、机械控制系统设计、化工过程设计。所有内容都立足于机械制造领域、化工工程领域、电气控制领域应用, 并融入 PLC 开发经验和成果, 使原本枯燥的内容变得生动有趣, 易于初学者消化吸收。

3. 实例丰富、讲解细致

本书精选了一些应用典型实例, 并且对每个例子进行详细的讲解和分析, 力求使初学者更快地掌握相

关知识和技巧。例如“PLC 控制系统应用设计”这一章中的机械手工作控制案例，该案例广泛应用于机械制造、军事、娱乐、医疗领域，通过对该案例的实现，可掌握任务书设计、外围 I/O 设备确定、PLC 型号选定、编程元件地址分配表编制、程序设计等方法。

4. 提供动画演示、操作视频，扫码即可在线观看

本书将设备工作的过程通过动画的形式呈现出来。由于读者欠缺实际生产经验，对许多生产设备完全没有概念，经常出现“为什么要这样控制”“它的工作过程是怎样的”等问题。客观认识设备的工作过程，不但可提高初学者的认知水平，还能提高初学者的学习积极性。另外，我们还录制了操作视频，大家可采取扫码的方式查看原理动画和操作视频，轻松有效地进行学习。

配套资源

为方便读者直观地学习 PLC 并应用 PLC 进行工程设计，本书提供了动画与视频资源，请前往 box.ptpress.com.cn/y/46803 进行下载，也可以扫描二维码进行下载。

原理动画：提供了 53 个原理动画，将抽象的原理进行生动的展示，加深读者对 PLC 的理解。

操作视频：提供了 20 个操作视频，帮助读者可快速熟悉软件的操作方法。



编 者

2018 年 2 月

第 1 章 可编程控制器概述.....1

1.1 可编程控制器的定义	1
1.2 可编程控制器的发展过程及基本功能	1
1.3 可编程控制器的特点、性能指标及分类	2
1.4 可编程控制器的基本结构及工作原理	5
1.4.1 可编程控制器的基本结构	5
1.4.2 可编程控制器的工作原理	6
 原理动画——S7-200 系列 PLC 的工作原理	6
1.5 可编程控制器的编程语言	7
1.6 可编程控制器与其他工业控制装置的比较	9
1.7 可编程控制器的发展趋势	10
1.8 思考与练习	11

第 2 章 S7 PLC 的系统特性12

2.1 S7-200 PLC 的系统组成及特性	12
2.1.1 S7-200 PLC 概述	12
 原理动画——S7-200 系列 PLC	12
2.1.2 S7-200 PLC 的系统特性	14

2.1.3 S7-200 PLC 的扩展模块	15
2.1.4 S7-200 PLC 的 I/O 地址分配	15
2.2 S7-200 系列 PLC 的性能与工作方式	16
2.2.1 S7-200 系列 PLC 的输入 / 输出系统性能	16
2.2.2 S7-200 系列 PLC 的存储系统性能	17
2.2.3 S7-200 系列 PLC 的工作方式	19
2.2.4 S7-200 系列 PLC 的电源计算	19
2.2.5 S7-200 系列 PLC 的最大 I/O 原则	20
2.2.6 S7-200 系列 PLC 的外部接线	21
2.3 S7-200 系列 PLC 的编程	23
2.3.1 PLC 的编程语言	23
2.3.2 S7-200 系列 PLC 的程序结构	24
2.3.3 实例：异步电动机正反转控制	25
2.4 S7-300 PLC 的系统组成及特性	25
2.4.1 S7-300 PLC 概述	26
2.4.2 S7-300 PLC 的系统特性	27
2.4.3 S7-300 PLC 的 I/O 地址分配	30
2.5 S7-400 PLC 的系统组成及特性	31
2.5.1 S7-400 PLC 概述	31
2.5.2 S7-400 PLC 的系统特性	32
2.5.3 S7-400 PLC 的 I/O 地址分配	33
2.6 S7-300 PLC 的模块特性	33

目 录

CONTENTS

2.7 S7-400 PLC 的模块特性	39	3.4 数据处理指令	81
2.8 思考与练习	43	3.4.1 数据传送指令	81
		3.4.2 移位指令	84
		3.4.3 字节交换指令	87
		3.5 表功能指令	87
		3.5.1 填表指令	87
		3.5.2 表取数指令	88
		3.5.3 填充指令	90
		3.5.4 表查找指令	90
		3.6 转换指令	91
		3.6.1 数据类型转换指令	91
		3.6.2 编码和译码指令	93
		3.6.3 字符串转换指令	94
		3.7 程序控制类指令	98
		3.7.1 结束、暂停指令和看门狗指令	98
		3.7.2 跳转指令	99
		3.7.3 循环指令	100
		3.7.4 子程序指令	102
		3.7.5 与 ENO 指令	104
		3.8 特殊指令	104
		3.8.1 实时时钟指令	104
		3.8.2 中断指令	105
		3.8.3 高速计数器指令	109
		3.8.4 高速脉冲输出指令	119
		3.8.5 PID 指令	126
		原理动画——PID 控制的水箱水位控制	129
第 3 章			
S7-200 的指令系统.....44			
3.1 编程元件及寻址方式	44		
3.1.1 S7-200 的基本数据类型	44		
3.1.2 编程元件	44		
 原理动画——S7-200 系列 PLC 的内部元器件	44		
3.1.3 编程元件的寻址	48		
3.2 基本指令	50		
 原理动画——S7-200 系列 PLC 基本指令的使用	50		
3.2.1 基本位操作指令	50		
3.2.2 逻辑堆栈指令	57		
3.2.3 定时器指令	59		
3.2.4 计数器指令	66		
3.2.5 比较指令	70		
3.3 运算指令	72		
 原理动画——S7-200 系列 PLC 的功能指令	72		
3.3.1 四则运算及增减指令	72		
3.3.2 数学函数指令	76		
3.3.3 逻辑运算指令	78		

 3.9 实例：广告牌循环彩灯的 PLC 控制	130
 原理动画——广告牌循环彩灯的 PLC 控制	130
3.10 思考与练习	132

第 4 章 PLC 梯形图程序设计 133

4.1 PLC 的程序设计方法	133
4.1.1 经验设计法	133
4.1.2 继电器控制电路移植法	134
4.1.3 顺序控制设计法	136
4.2 梯形图设计规则	136
4.3 顺序功能图	137
4.3.1 顺序功能图简介	137
4.3.2 顺序功能图绘制的注意事项	138
4.3.3 顺序控制指令	139
4.3.4 顺序功能图的编程	140
 原理动画——单流程控制	140
 原理动画——并行流程和选择流程控制	141
4.4 PLC 程序及调试说明	142
4.4.1 复杂程序的设计方法	142
4.4.2 程序的内容和质量	143
4.4.3 程序的调试	143
4.5 典型的简单电路编程	144
 4.6 典型的简单环节编程	147

 原理动画——电动机的正反转控制	148
 4.7 实例：顺序控制功能图在小车行程控制中的应用	151
 原理动画——送料小车 3 点往返运行 PLC 控制系统	151
4.8 思考与练习	153

第 5 章 S7-200 系列 PLC 的通信与网络 154

5.1 PLC 数据通信的基础知识	154
5.1.1 数据通信的传输方式	154
5.1.2 通信介质	156
5.1.3 串行通信接口标准	158
5.1.4 PLC 的通信网络结构	160
5.2 S7-200 的通信系统与网络	162
5.2.1 S7-200 的通信概述	162
5.2.2 通信连接方式	164
 5.2.3 通信协议	165
5.3 S7-200 的网络通信及应用	170
5.3.1 S7-200 的通信指令	170
5.3.2 PPI 通信	170
5.3.3 自由口通信	174
5.3.4 自由口通信应用实例	176
5.4 西门子 MPI 协议及应用	182

目 录

CONTENTS

5.5 Profibus-DP 通信及应用	183
5.5.1 PROFIBUS 通信概述	183
5.5.2 S7-300/400 和 S7-200 PLC 的 PROFIBUS-DP 通信应用实例	184
5.6 工业以太网通信及应用	187
5.6.1 工业以太网概述	187
5.6.2 S7-200 PLC 之间的以太网通信	188
5.6.3 S7-200 PLC 和 S7-300 PLC 的以太网连接	190
5.6.4 PC-ACCESS 通过以太网访问 S7-200 PLC	191
5.7 实例: PLC 与远程 PC 的通信	192
5.8 思考与练习	193

第 6 章

STEP 7-Micro/WIN 编程软件.....194

6.1 编程软件 STEP 7-Micro/WIN 的安装	194
6.2 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的功能	194
6.2.1 STEP 7-Micro/WIN 的基本功能	194

6.2.2 软件界面及其功能介绍	195
6.2.3 系统组态	197
6.3 STEP 7-Micro/WIN 编程软件的使用	201
6.3.1 文件操作	202
6.3.2 编辑程序	204
6.3.3 下载与运行程序	211
 6.4 仿真运行点动控制程序	212
 6.5 实例 1: 使用指令向导初始化 HSC1 的工作模式 0	216
 6.6 实例 2: 应用 PID 指令向导编写水箱水位控制程序	218
6.7 思考与练习	222

第 7 章

STEP 7 编程软件基础223

7.1 STEP 7 编程软件概述	223
7.2 STEP 7 软件安装	225
7.3 SIMATIC 管理器	227
7.3.1 SIMATIC 管理器的操作界面	227
 7.3.2 SIMATIC 管理器自定义选项设置	228
7.4 STEP 7 的使用	230
7.4.1 创建项目	230
 7.4.2 硬件组态	234

7.4.3	编辑符号表	241
7.4.4	生成用户程序	243
7.4.5	程序的下载与上传	244
7.5	S7-PLCSIM 仿真软件	245
7.5.1	S7-PLCSIM 的主要功能	245
 7.5.2	S7-PLCSIM 的使用方法	246
7.5.3	仿真 PLC 与真实 PLC 的区别	247
7.6	实例: S7-300 系列 PLC 硬件组态	248
7.7	思考与练习	251

第 8 章 STEP 7 指令系统及应用.....252

8.1	PLC 编程基础	252
8.1.1	STEP 7 中的编程语言	252
8.1.2	S7-300/400 CPU 的系统存储器	254
8.1.3	S7-300/400 CPU 的寄存器	254
8.1.4	数据类型	255
8.2	S7-300/400 指令基础	256
8.2.1	指令操作数	257
8.2.2	寻址方式	257
8.2.3	指令的基本构成	258
8.2.4	PLC 编程的基本原则	258
8.3	位逻辑指令及其应用	258

8.3.1	触点与线圈指令	259
8.3.2	基本逻辑指令	259
8.3.3	置位和复位指令	261
8.3.4	RS 和 SR 触发器指令	262
8.3.5	跳变沿检测指令	262
8.4	定时器与计数器指令	263
8.4.1	定时器指令	263
8.4.2	计数器指令	266
8.5	数据处理功能指令	269
8.5.1	装入和传送指令	269
8.5.2	比较指令	272
8.5.3	转换指令	273
8.5.4	移位和循环移位指令	276
8.5.5	累加器操作和地址寄存器指令	277
8.5.6	数据处理功能指令编程举例	279
8.6	控制指令	279
8.6.1	逻辑控制指令	279
8.6.2	程序控制指令	281
8.6.3	主控继电器指令	282
8.7	数据运算指令	282
8.7.1	整数算术运算指令	282
8.7.2	浮点数算术运算指令	284
8.7.3	字逻辑运算指令	286
8.7.4	数据运算指令举例	287
8.8	实例 1: 位逻辑指令的应用	287
8.9	实例 2: 定时器与计数器指令编程	288
8.10	思考与练习	290

第 9 章 S7-300/400 系列 PLC 的程序结构和程序设计..... 291

9.1 编程方式与程序块	291
9.2 数据块与数据结构	297
9.3 PLC 中的程序	299
9.4 用户程序	300
9.4.1 用户程序中的块结构	300
 9.4.2 程序结构	301
9.5 组织块与中断处理	301
9.5.1 中断的基本概念	301
 9.5.2 组织块	302
9.5.3 循环处理的主程序 OB1	302
9.5.4 日期时间中断组织块 OB10 ~ OB17	303
9.5.5 时间延时中断组织块 OB20 ~ OB23	304
9.5.6 循环中断组织块 OB30 ~ OB38	305
9.5.7 硬件中断组织块 OB40 ~ OB47	305
9.5.8 背景组织块 OB90	306
9.5.9 启动组织块 OB100 / OB101 / OB102	306
9.5.10 故障处理组织块 OB80-OB87/ OB121/OB122	306

9.6 S7 系列 PLC 程序设计	308
9.6.1 实例 1: 工业搅拌过程控制	308
9.6.2 实例 2: 抢答器设计	314
9.6.3 实例 3: 液压送料机 PLC 控制	317
 9.6.4 实例 4: 五层电梯的 PLC 控制	322
9.7 思考与练习	331

第 10 章 PLC 控制系统的应用设计..... 333

10.1 PLC 控制系统的总体设计	333
10.1.1 PLC 控制系统的类型	333
10.1.2 PLC 控制系统设计的基本原则	334
10.1.3 PLC 控制系统的设计步骤	335
10.1.4 减少 PLC 输入和输出点数的 方法	337
10.2 提高 PLC 控制系统可靠性的措施	339
10.2.1 供电系统设计	339
10.2.2 接地设计	342
10.2.3 PLC 输入 / 输出电路的设计	342
10.2.4 电气柜结构设计	345
10.2.5 现场布线图设计	345
10.2.6 冗余设计	345
10.2.7 软件抗干扰方法	346

10.2.8	工作环境处理	346	11.1.2	S7-200 PLC 安装注意事项	383
10.2.9	抑制电路	347	11.1.3	安装或拆除 S7-200 PLC	383
10.2.10	抗干扰措施	347	11.1.4	S7-200 PLC 的接线	385
10.3	S7-200 PLC 控制系统的设计	348	11.2	S7-200 PLC 故障检查和维修	387
 10.3.1	三级皮带运输机	348	11.2.1	PLC 的维护	388
 10.3.2	机械手工作控制	351	11.2.2	定期维护检修	389
 10.3.3	钻床精度控制系统	355	11.2.3	PLC 的故障分析和处理	390
 10.3.4	自动配料控制系统	359	11.2.4	S7-200 的故障信息诊断	392
 10.3.5	炉窖温度控制系统	362	11.3	S7-200 PLC 应用系统的调试	394
10.4	水塔水位 S7-300/400 PLC 控制	370	11.4	S7-200 PLC 故障检查实例	395
10.4.1	水塔水位控制系统 PLC 硬件设计	370	11.5	S7-300 /400 PLC 的基本故障种类	398
10.4.2	水塔水位控制系统 PLC 软件设计	371	11.6	S7-300/400 PLC 的常规检查与维护	398
10.5	交通灯控制系统 S7-300/400 PLC 设计	375	11.7	S7-300/400 PLC 外部故障的排除	399
10.5.1	系统控制要求	375	11.8	S7-300/400 PLC 内部错误的故障诊断	403
10.5.2	交通灯控制系统硬件设计	375	11.8.1	故障诊断的基本方法	403
10.5.3	交通灯控制系统软件设计	377	11.8.2	利用 CPU 诊断缓冲区进行详细故障诊断	403
10.6	思考与练习	379	11.8.3	错误处理组织块	406
			11.9	思考与练习	421
第 11 章					
S7 PLC 安装维修与故障诊断 ...382					
11.1	S7-200 PLC 的安装和拆除	382			
11.1.1	S7-200 PLC 的安装环境	382			

第1章

可编程控制器概述

随着电气控制设备，尤其是电子计算机的迅猛发展，工业生产自动化控制技术也发生了深刻的变化。

可编程控制器已经成为自动化控制系统的核心器件，它在取代传统电气控制方面有着不可比拟的优点，在自动化领域已形成了一种工业控制趋势。

【本章重点】

- PLC 的定义、PLC 的功能及主要特点。
- PLC 的分类及发展趋势。
- PLC 在整个工业自动化控制网络中的重要地位及典型引用。
- PLC 的结构、PLC 的工作原理及性能指标。
- PLC 与其他工业控制装置的比较。

1.1 可编程控制器的定义

早期的可编程控制器只能进行逻辑控制，因此被称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。

随着计算机技术的发展，人们开始采用微处理器作为可编程控制器的中央处理单元，从而扩大了其功能，现在的可编程控制器不仅可以进行逻辑控制，还可以实现顺序控制、定时、计数和算术运算等操作及通信联网的功能。后来美国电气制造协会将它命名为可编程控制器（Programmable Controller, PC）。但 PC 这个名称已成为个人计算机（Personal Computer）的专称，所以现在仍然把可编程控制器简称为 PLC。

可编程控制器是一种专为在工业环境下应用而设计的计算机控制系统。它采用可编程序的存储器，能够执行逻辑控制、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作功能，并通过开关量、模拟量的输入和输出完成各种机械或生产过程的控制。它具有丰富的输入、输出接口，并且具有较强的驱动能力，其硬件需根据实际需要选配，其软件则需根据控制要求进行设计。

1.2 可编程控制器的发展过程及基本功能

世界上公认的第一台 PLC 是 1969 年美国数字设备公司（DEC）研制的。

1968 年，美国 GM（通用汽车）公司提出取代继电器控制装置的要求。第二年，美国数字设备公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置，首次采用程序化的手段应用于电气控制，这就是第一代可编程控制器。随后日本、德国先后研制出自己的可编程控制器。

1. PLC 的发展过程

第一阶段：初级阶段（1969 年至 20 世纪 70 年代中期）。此阶段的 PLC 主要具有逻辑运算、定时和计数

功能,没有形成系列。与继电器控制相比,可靠性有一定提高。CPU 由中小规模集成电路组成,存储器为磁芯存储器。

第二阶段:扩展阶段(20 世纪 70 年代中期至末期)。PLC 产品的控制功能得到很大扩展,包括数据的传送、数据的比较和运算、模拟量的运算等功能。增加了数字运算功能,能完成模拟量的控制。开始具备自诊断功能,存储器采用 EPROM。

第三阶段:通信阶段(20 世纪 70 年代末期至 20 世纪 80 年代中期)。PLC 随着计算机通信的发展,形成了分布式通信网络。PLC 已经从汽车行业迅速扩展到其他行业,作为继电器的替代品进入了食品、饮料、金属加工、制造和造纸等多个行业。代表产品有西门子公司的 SIMATIC S5 系列、富士的 MICRO 等。

第四阶段:开放阶段(20 世纪 80 年代中期至今)。通信系统开放,使各制造厂商的产品可以通信,通信协议开始标准化,使用户得益。PLC 开始采用标准化软件系统,并完成了编程语言的标准化工作。代表产品有西门子公司的 S7、AB 公司的 SLC500 等。

2. 可编程控制器的基本功能

① 逻辑控制

PLC 具有逻辑运算功能,它设有“与”“或”“非”等逻辑指令,能够进行继电器触点的串联、并联、串并联等各种连接,因此它可以代替继电器进行组合逻辑与顺序逻辑控制。

② 定时与计数控制

PLC 具有定时、计数功能,它为用户提供了若干个定时器、计数器,并设置了定时、计数指令,定时值、计数值可由用户在编程时设定,以满足生产工艺的要求。

③ 步进控制

PLC 能完成步进控制功能,步进控制是指在完成一道工序以后,再进行下一步工序,也就是顺序控制。

④ A/D、D/A 转换

PLC 具有“模数”转换(A/D)和“数模”转换(D/A)功能,能完成对模拟量的控制与调节。

⑤ 数据处理

PLC 具有数据处理能力,能进行数据并行传送、比较和逻辑运算,BCD 码的加、减、乘、除等运算,还能进行字“与”、字“或”、字“异或”、求反、逻辑移位、算术移位、数据检索、比较及数制转换等操作。

⑥ 通信与联网

现代 PLC 采用了通信技术,可以进行远程 I/O 控制,多台 PLC 之间可以进行连接,还可以与计算机进行通信。由一台计算机和若干台 PLC 可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络,以完成较大规模的复杂控制。

⑦ 控制系统监控

现代 PLC 配置有较强的监控功能,操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态,可以调整定时、计数等设定值,便于调试、使用和维护。

1.3 可编程控制器的特点、性能指标及分类

1. 可编程控制器的特点

① 高可靠性

高可靠性是 PLC 最突出的特点之一。PLC 之所以具有高可靠性是因为它采用了微电子技术,大量的开关

动作由无触点的半导体电路来完成,另外还采取了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰措施。它的平均故障间隔时间为3万~5万小时以上。

② 灵活性

过去,电气工程师必须为每套设备配置专用控制装置。有了可编程控制器,只需编写不同应用软件即可,而且可以用一台可编程控制器控制几台操作方式完全不同的设备。

③ 便于改进和修正

相对传统的电气控制线路,可编程控制器为改进和修订原设计提供了极其方便的手段。以前也许要花费几周的时间,而用可编程控制器也许只用几分钟就可以完成。

④ 节点利用率提高

传统电路中一个继电器只能提供几个节点用于连锁,在可编程控制器中,一个输入中的开关量或程序中的一个线圈可提供用户所需要的任意一个连锁节点,节点在程序中可不受限制地使用。

⑤ 丰富的I/O接口

PLC除了具有计算机的基本部分,如CPU、存储器等以外,还有丰富的I/O接口模块。对不同的工业现场信号(如交流、直流、电压、电流、开关量、模拟量、脉冲等),都有相应的I/O模块与工业现场的器件。另外有些PLC还有通信模块、特殊功能模块等。

⑥ 模拟调试

可编程控制器能对所控功能在实验室内进行模拟调试,缩短现场的调试时间。

⑦ 快速动作

传统继电器节点的响应时间一般需要几百毫秒,而可编程控制器里的节点反应很快,内部是微秒级的,外部是毫秒级的。

⑧ 梯形图及布尔代数并用

可编程控制器的程序编制可采用电气技术人员熟悉的梯形图方式,也可以采用程序员熟悉的布尔代数图形方式。

⑨ 对现场进行微观监视

操作人员通过显示器上的编程软件可以观测到所控每一个节点的运行情况,随时监视事故发生点。

⑩ 体积小、质量轻、功耗低

由于采用半导体集成电路,与传统控制系统相比较,其体积小、质量轻、功耗低。

⑪ 编程简单、使用方便

PLC采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程,容易掌握。例如,目前PLC大多数采用梯形图语言编程方式,它继承了传统控制线路的清晰直观感,很容易被技术人员所接受,易于编程,程序改变时也易于修改。

当然,PLC也并非十全十美,其缺点是价格还比较高。一般来说,价格比继电器控制系统高,比一般单板机系统也高。

2. 可编程控制器的性能指标

① 编程语言

PLC常用的编程语言有梯形图、指令表、流程图以及某些高级语言等。目前使用最多的是梯形图和指令表。