

可编程序控制器

——原理·应用·网络

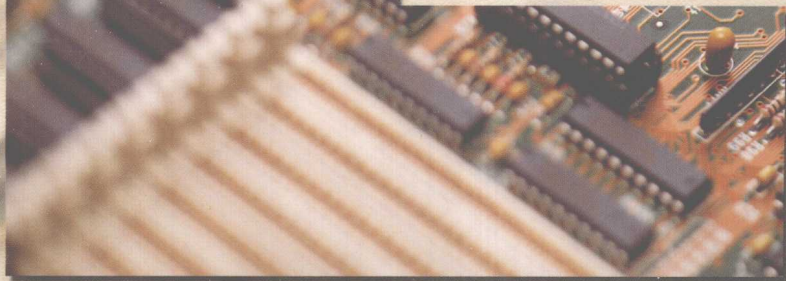
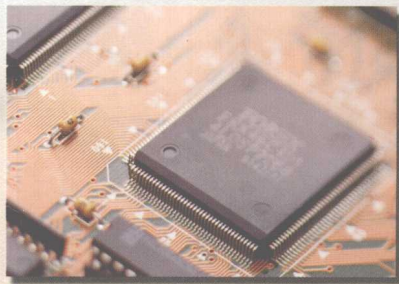
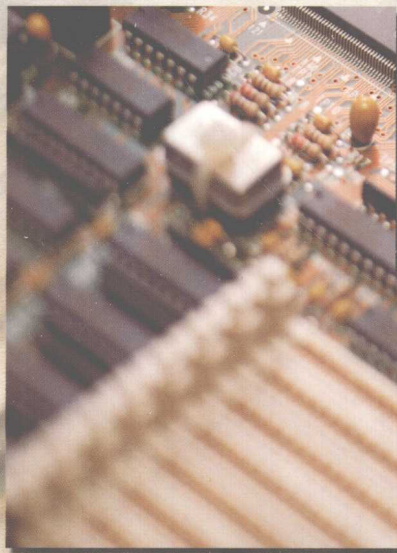
KEBIAN CHENGXU

KONGZHIQI

YUANLI YINGYONG WANGLUO

第 2 版

徐世许 朱妙其 王毓顺 主编



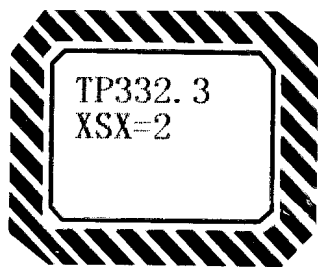
中国科学技术大学出版社

可编程序控制器

——原理·应用·网络

◆第2版◆

徐世许 朱妙其 王毓顺 主编



中国科学技术大学出版社

·合肥·

内 容 简 介

本书分为基础篇、网络篇两部分。基础篇介绍了可编程序控制器的基础知识,并以广泛应用的 OMRON 整体式小型机 CPM1A 为背景,系统介绍了 PLC 的指令系统、编程方法和 PLC 控制系统的设计方法。此外,还简要介绍了 OMRON 的 C200Ha、CV、CPM2A、CQM1H、CS1、CJ1、CP1 等其它系列的 PLC。网络篇主要介绍 OMRON 的 HOST Link、PLC Link、无协议三种串行通信,以及 CompoBus/D、Controller Link、Ethernet 三种 OMRON 当前主推的 FA 网络,对于每一种网络,从通信单元、网络配置、网络功能、通信协议及相关编程等方面均进行了详细的讨论。

本书系统性强,理论联系实际,内容深入浅出,通俗易懂,书中配有习题、实验指导,便于教学与自学。本书可作为高等院校自动化、电气技术、计算机应用、机电一体化及相关专业的教科书,也可以作为 PLC 培训班的教材,以及相关工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器:原理·应用·网络/徐世许,朱妙其,王毓顺主编. — 2 版. — 合肥:中国科学技术大学出版社,2008. 9

ISBN 978-7-312-02291-3

I. 可… II. ①徐…②朱…③王… III. 可编程序列控制器 IV. TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 112958 号

责任编辑:张善金

出版者:中国科学技术大学出版社

地 址:安徽省合肥市金寨路 96 号 邮编:230026

网 址:<http://press.ustc.edu.cn>

电 话:发行部 0551-3602905 邮购部 0551-3602906

印刷者:合肥华星印务有限责任公司

发 行 者:中国科学技术大学出版社

经 销 者:全国新华书店

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26.75

字 数:668 千

版 次:2000 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 2 版

印 次:2008 年 9 月第 7 次印刷

印 数:18501—23500

定 价:35.00 元

第2版前言

《可编程序控制器——原理·应用·网络》一书自2000年出版以来,已被多所大学选作教材之用,同时,还被OMRON公司选作PLC培训的教材,得到了广大读者的肯定和好评,在此过程中,作者也收到许多很有价值的建议和意见,为此,我们根据教学实践的反馈意见和工程应用的实际需要,对本书进行了全面的修订。对于本书特做以下说明:

(1)尽管OMRON已推出功能强大的整体式小型机CP1(CP1H/CP1L),预计,将来CPM1A会被CP1取代,但考虑到国内OMRON PLC实验室的现状,CPM1A还要继续使用很长一段时间,所以本书再版依然以CPM1A作为背景机,介绍PLC的指令系统、编程方法及PLC控制系统的设计方法。

(2)在基础篇,为了限制篇幅,删去了特殊功能单元这部分内容,增加了对编程软件CX-P使用方法的介绍,除还保留原有的对OMRON的C200H(CV, CPM2A, CQM1H, CS1系列的介绍之外,添加了对OMRON当前主流小型机CJ1和CP1的介绍。

(3)在网络篇,删去了已过时的SYSMAC Link和SYSMAC NET Llink等内容,保留并更新了HOST Link、PLC Link、无协议三种串行通信,及OMRON当前主推的CompoBus/D、Controller Link、Ethernet三种网络。

(4)对原书基础篇的PLC控制系统设计这部分内容,做了较大幅度的修改,主要增加了许多典型的控制电路,并对PLC编程方法做了补充完善,以使本书更适合教学与自学。

本书再版工作由徐世许、朱妙其、王毓顺、王正彦、吴贺荣完成。其中,徐世许编写第6章~第10章,朱妙其编写第1章、第5章,王毓顺编写第4章,王正彦编写第2章、第3章,吴贺荣编写附录1和附录2。

本书再版得到青岛大学自动化工程学院院长于海生教授的大力支持,许多同事也给予了热情帮助,在此一并表示衷心的感谢!

尽管我们力争使本书内容尽善尽美,但是限于编者水平,书中疏漏和不妥之处在所难免,恳请广大读者批评帮助。同时,我们也想借此机会,向选用本书做为教材的兄弟院校老师和同学们,以及关心本书出版的同行专家、学者表示由衷的感谢!

编 者

2008年7月

第1版前言

可编程序控制器(PLC)是集微机技术、自动化技术、通讯技术于一体的通用工业控制装置。它可靠性强、性能价格比高、使用方便,已在工业控制的各个领域里得到了极为广泛的应用,成为实现工业自动化的一种强有力的工具。

OMRON 公司是世界著名的几大 PLC 生产与开发的厂家之一,OMRON 的大、中、小、微型机各具特色,各有所长,在中国市场的占有率位居前列。特别是它的小型机 P 型机、中型机 C200H,在用户中享有很高的声誉。国内有很多以 P 型机或 C200H 为背景机的教材。近年来,PLC 技术的发展异常迅猛。以 OMRON 公司为例,90 年代后期,推出了 P 型机的后续机型 CPM1A、CPM2A,推出了 C200H 的后续机型 C200H α 、CS1,最近又推出 CQM1H 以取代 CQM1。新推出的 PLC 与老型号的 PLC 相比,性能得到了全面提升,除基本性能提高很大外,其通信联网的功能显著改进。

遗憾的是,能够反映 OMRON PLC 最新发展的教材很少,现有的教材已滞后于 PLC 的发展。本书力求反映 PLC 发展的最新成就。全书分为基础篇和网络篇两部分,从 PLC 的原理与应用、通信联网两个方面进行全面的介绍。

基础篇以 OMRON 广泛应用的整体式小型机 CPM1A 为背景机,详细介绍其系统配置、指令系统、编程方法和控制系统设计方法,兼顾介绍 OMRON 其它主流机型,如小型机 CPM2A、CQM1H,中型机 C200H、CS1,大型机 CV,也介绍了模块式 PLC 的各种智能单元。

网络篇介绍 OMRON 的各种 FA(工厂自动化)网络。网络化是 PLC 发展的潮流,现有的教材较少涉及这方面的内容,而反映 PLC 网络最新成果的更是寥寥无几。编者在这方面进行了有益的尝试,以相当的篇幅介绍 OMRON PLC 的通信联网技术。编者希望读者一本书在手,就能全面深入地了解 OMRON 的各种 FA 网

络。共介绍了 9 种 FA 网络,它们是 HOST Link、Remote I/O、PLC Link、Compo-Bus/S、CompoBus/D、Controller Link、Ethernet、SYSMAC Link、SYSMAC NET Link,重点介绍了前 7 种网络。对于每一种网络,从通信单元、网络配置、网络功能、通信端口的连接、通信协议及相关编程、通信时间的计算等方面均进行了详细的讨论。

本书特别注重工程实用性,编写时注意选择有价值的典型实例,介绍 PLC 的应用技术,以使读者触类旁通,举一反三。

本书的第 1 章至第 7 章为基础篇,第 8 章至第 16 章为网络篇,书后有 2 个附录,分别为指令系统和实验指导。徐世许编写了第 8 章至第 16 章,王正彦编写了第 2 章至第 4 章、附录 1,上海欧姆龙自动化系统有限公司第一副总经理江龙康编写了第 1 章,王冬青编写了第 5 章,吴贺荣编写了第 7 章、附录 2,官晟编写了第 6 章。全书由徐世许统稿。

本书由宫淑贞主审。

在编写过程中,青岛大学电气自动化工程学院院长于培仁教授和徐荣教授给予了热情帮助和指导,张玲丽、傅永峰做了部分文字录入、插图绘制工作,许多同事也给予了大力支持,在此谨致以衷心的感谢。

在本书的编写过程中,OMRON 公司鼎力相助,提供了大量的资料。周琬先生审阅了初稿,提出很多宝贵意见。彭涛先生、程雪先生多次与编者讨论,并解答了相关的问题。另外,青岛鲁青机电设备成套公司的董开明经理多方面给予帮助。没有这些支持与帮助,要完成本书的编写是不可想象的。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2000 年 6 月于青岛大学

目次

第2版前言	i
第1版前言	iii



第1章 可编程序控制器的基础知识	3
1.1 PLC的产生与发展	3
1.1.1 什么是可编程序控制器(PLC)	3
1.1.2 PLC的产生与发展	3
1.1.3 PLC的发展趋势	4
1.2 PLC的特点与应用领域	5
1.2.1 PLC的特点	5
1.2.2 PLC的应用领域	6
1.3 PLC控制的基本概念	7
1.4 PLC的基本组成与各部分的作用	9
1.4.1 PLC的基本组成	9
1.4.2 PLC各部分的作用	10
1.5 PLC的工作原理	16
1.5.1 PLC的循环扫描工作过程	16
1.5.2 PLC的I/O滞后现象	17
1.5.3 PLC对普通输入点计数的最高频率	20
1.6 PLC的编程语言	21
1.6.1 梯形图	21
1.6.2 语句表	22
1.6.3 功能块	23

1.6.4 结构文本	24
1.7 PLC 的性能指标与分类	26
1.7.1 PLC 的性能指标	26
1.7.2 PLC 的分类	27
习题	29
第2章 CPM1A 系列 PLC 的规格与系统构成	30
2.1 概述	30
2.1.1 CPM1A 的各种单元	30
2.1.2 CPM1A 的 I/O 规格	33
2.1.3 CPM1A 的性能指标	34
2.2 CPM1A 的基本构成	36
2.2.1 基本构成	36
2.2.2 编程工具	38
2.3 CPM1A 的继电器区及数据区	40
2.3.1 内部继电器区(IR)	40
2.3.2 特殊辅助继电器区(SR)	40
2.3.3 暂存继电器区(TR)	43
2.3.4 保持继电器区(HR)	43
2.3.5 辅助记忆继电器区(AR)	44
2.3.6 链接继电器区(LR)	45
2.3.7 定时器/计数器区(TIM/CNT)	45
2.3.8 数据存储区(DM)	46
2.4 CPM1A 的功能简介	50
2.5 CPM1A 的通信功能	52
习题	55
第3章 CPM1A 的指令系统	56
3.1 概述	56
3.2 基本指令	57
3.3 联锁/联锁解除指令(IL(02)/ILC(03))	65
3.4 暂存继电器--TR	67

3.5	跳转/跳转结束指令—JMP(04)/JME(05)	68
3.6	定时器和计数器指令	69
3.7	数据比较指令	73
3.8	数据移位指令	78
3.9	数据传送指令	85
3.10	数据转换指令	93
3.11	十进制运算指令	99
3.12	二进制运算指令	106
3.13	逻辑运算指令	107
3.14	特殊指令	110
3.15	子程序控制指令	113
3.16	高速计数器控制指令	115
3.17	脉冲输出控制指令	121
3.18	中断控制指令	123
3.19	步进指令	129
	习题	133
第4章	PLC 控制系统设计	137
4.1	概述	137
4.1.1	系统分析	137
4.1.2	硬件电路设计	137
4.1.3	软件程序设计	140
4.1.4	制作控制柜及现场施工	141
4.1.5	系统调试	141
4.1.6	编制技术文件	141
4.2	梯形图的基本电路	141
4.2.1	启保停电路	141
4.2.2	双向控制电路	142
4.2.3	电动机 Y- Δ 降压启动控制	142
4.2.4	单按钮启停控制	144
4.2.5	优先权程序	144
4.2.6	变频器	146

4.2.7 脉冲发生器	146
4.2.8 长定时程序	148
4.2.9 断电延时定时器	150
4.2.10 双延时定时器	150
4.2.11 移位寄存器的应用举例	151
4.3 梯形图的经验设计方法	152
4.4 梯形图的逻辑设计方法	153
4.5 梯形图的顺序控制设计方法	157
4.5.1 概述	157
4.5.2 顺序控制程序设计举例	160
4.6 多种工作方式的程序设计	164
4.7 具有断电保持功能的程序设计	167
4.8 PLC控制泡沫塑料切片机	169
习题	173
第5章 OMRON可编程序控制器简介	175
5.1 C200H α 系列可编程序控制器	177
5.2 CV系列可编程序控制器	184
5.3 CPM2A系列可编程序控制器	186
5.4 CQM1H系列可编程序控制器	188
5.5 CS1系列可编程序控制器	197
5.6 CJ1系列可编程序控制器	202
5.7 CP1系列可编程序控制器	209
习题	223
第6章 编程工具	224
6.1 编程器及其使用	224
6.1.1 编程器面板	224
6.1.2 编程器的使用	226
6.2 编程软件CX-P	238
6.2.1 CX-P简介	238
6.2.2 CX-P主窗口	240

6.2.3 CX-P 工程	243
6.2.4 CX-P 视图	248
6.2.5 CX-P 编程	252
6.2.6 CX-P 在线工作	257
6.2.7 CX-P 监控	259



第7章 网络通信的基础知识	267
7.1 数据通信基础	267
7.1.1 数据通信系统的基本结构	267
7.1.2 数据通信方式	267
7.1.3 数据通信的主要技术指标	268
7.1.4 数据通信技术	268
7.2 工业控制局域网	276
7.2.1 局域网概述	276
7.2.2 网络协议及其分层结构	279
7.2.3 IEEE 802 协议	280
7.3 OMRON PLC 网络简介	280
习题	283
第8章 HOST Link 通信	284
8.1 概述	284
8.1.1 通信端口	284
8.1.2 系统构成	285
8.2 HOST Link 通信协议	288
8.2.1 HOST Link 通信要点	288
8.2.2 命令/响应的格式	290
8.2.3 HOST Link 通信命令	292
8.2.4 常用的 HOST Link 命令/响应	294
8.2.5 响应码	299

8.2.6	使用 HOST Link 发送 FINS 命令	300
8.2.7	程序举例	302
8.3	用 MScmm 控件设计上位机与 PLC 通信的程序	305
8.3.1	MScmm 控件	305
8.3.2	MScmm 控件 VB 编程实例	306
第 9 章	PLC Link 通信	309
9.1	1:1 PLC Link 通信	309
9.1.1	RS232C 通信口的连接	309
9.1.2	PLC 设置	310
9.1.3	程序举例	311
9.2	1:N PLC Link 通信	312
9.2.1	全站链接	313
9.2.2	主站链接	314
第 10 章	无协议通信	316
10.1	概述	316
10.2	无协议通信设定	317
10.3	无协议通信指令	319
10.4	应用举例	322
第 11 章	CompoBus/D 网	324
11.1	概述	324
11.2	CompoBus/D 通信单元	329
11.2.1	CompoBus/D 主单元	329
11.2.2	CompoBus/D 从单元	330
11.3	远程 I/O 通信	332
11.3.1	缺省远程 I/O 分配	332
11.3.2	用户设定远程 I/O 分配	334
11.4	信息通信	337
	习题	339

第 12 章 Controller Link 网	340
12.1 概述	340
12.2 Controller Link 单元	344
12.2.1 Controller Link 单元的面板图	344
12.2.2 Controller Link 单元的设置	345
12.3 数据链接	346
12.3.1 手动设置数据链接	347
12.3.2 自动设置数据链接	352
12.3.3 启动和停止数据链接	356
12.4 信息通信	357
12.4.1 FINS 通信协议	359
12.4.2 CS1/CJ1 系列 PLC 的信息通信	365
12.5 网络互连	372
12.5.1 网络互连	372
12.5.2 远距离编程和监控	372
12.5.3 路由表	373
习题	377
第 13 章 Ethernet 网	378
13.1 概述	378
13.2 以太网单元及其设置	381
13.2.1 以太网单元	381
13.2.2 以太网单元设置	381
13.3 FINS 通信服务	383
13.4 FTP 服务器通信	388
13.5 Socket 服务	390
13.6 Email 发送/接收	395
习题	397
附录 1 可程序控制器实验	398
附录 2 欧姆龙小型机指令表	410

上 篇

基础篇

第1章 可编程序控制器的基础知识

1.1 PLC的产生与发展

1.1.1 什么是可编程序控制器(PLC)

可编程序控制器是一种以计算机(微处理器)为核心的通用工业控制装置,目前已被广泛地应用于工业生产的各个领域。早期的可编程序控制器只能进行开关量的逻辑控制,被称为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)。现代可编程序控制器采用微处理器(Microprocessor)作为中央处理单元,其功能大大增强,它不仅具有逻辑控制功能,还具有过程控制、运动控制和通信联网等功能,PLC 这一名称已不能准确地反映它的特性,于是,人们将其称为可编程序控制器(Programmable Controller),简称 PC。但近年来个人计算机(Personal Computer)也简称 PC,为了避免混淆,可编程序控制器常被称为 PLC。

1987年,国际电工委员会(IEC)在其颁布的可编程序控制器标准草案第三稿中,对可编程序控制器定义如下:可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为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、模拟式的输入和输出,控制各种机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。

现代 PLC 的功能已远远超出上述定义的范围。近年来,PLC 的发展异常迅猛,产品更新换代的速度明显加快,功能日益增强,应用领域愈加广泛。PLC 已成为实现工业自动化的一种强有力工具。

1.1.2 PLC的产生与发展

在 PLC 出现之前,机械控制及工业生产控制是用工业继电器实现的。在一个复杂的控制系统中,可能要使用成百上千个各式各样的继电器,接线、安装的工作量很大。如果控制工艺及要求发生变化,控制柜内的元件和接线也需要作相应的改动,但是这种改造往往费用高、工期长,以至于有的用户宁愿扔掉旧的控制柜,去制作一台新的控制柜。在一个复杂的继电器控制系统中,如果有一个继电器损坏,甚至某一个继电器的某一对触点接触不良,都会导致整个系统工作不正常,由于元件多、线路复杂,查找和排除故障往往很困难。继电器控制的这些固有缺点,给日新月异的工业生产带来了不可逾越的障碍。由此,人们产生了一种寻求新型控制装置的想法。