欧姆龙自动化系列产品

实用手册

耿文学 主编

- 可编程序控制器与可编程序继电器
- 控制系统设计编程与无缝网络连接
- 传感器应用实例与矢量控制变频器
- 伺服控制器与软起动器、继电器、电源

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

需要全本请访问 www.ertongbook.com

欧姆龙自动化系列产品

实用手册

耿文学 主编

- 可编程序控制器与可编程序继电器
- 控制系统设计编程与无缝网络连接
- 传感器应用实例与矢量控制变频器
- 伺服控制器与软起动器、继电器、电源

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

现代科学技术正以史无前例的速度向前飞越，无论机械或设备、过程或管理都在迅速的采用自动化技术，并由单机设备的自动化进入全过程的自动化、全工厂的自动化、全企业的自动化以及与经营、管理市场相配合的综合自动化。先进自动化使整个企业的技术体系发生了根本的变化，机电一体化设备的长足进步改变了整个企业的技术基础，人类借此进入更高文明的境地。

本书主编为多年从事可编程序控制器研究的教授编写，有丰富的实践经验，并得到了欧姆龙公司康明部长等相关技术人员的指导，具有很强的实用性和指导性。

本书适合电气工程技术人员，高等院校自动化、机电一体化等相关专业的广大师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

欧姆龙自动化系列产品实用手册：可编程序控制器与可编程序继电器、控制系统设计编程与无缝网络连接、传感器应用实例与矢量控制变频器、伺服控制器与软起动器、继电器、电源/耿文学主编. -北京：中国电力出版社，2007

ISBN 978-7-5083-4909-1

Ⅰ. 欧… Ⅱ. 耿… Ⅲ. 自动化设备-技术手册 Ⅳ. TP23-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 124544 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn

策划：周娟 责任编辑：齐伟 责任印制：陈焊彬 责任校对：崔燕

北京同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2007 年 4 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16 43.5 印张 1080 千字

定价：78.00 元

版权专有 翻印必究

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

本社购书热线电话(010-88386685)

前　言

现代的科学技术正以史无前例的速度向前飞越，无论机械或设备、过程或管理都在迅速地采用自动化技术，并由单机设备的自动化进入全生产过程的自动化，全工厂的自动化，全企业的自动化以及与经营、管理、市场相配合的综合自动化(CIMS)。先进的自动化使整个企业的技术体系发生了根本的变革和发展，机电一体化设备的长足进步，改变了整个企业的技术基础，人类借此进入了更高文明的境地。

20 世纪 50 年代我们在学校学习电气自动化专业时，用继电器组成的断续控制是一个主要的内容，毕业设计结合国庆工程的设计，用方格纸剪成小方块设计控制盘的情景，至今尚历历在目，后来也设计过用电动指挥器的高炉配料系统，用气动和电动仪表的过程控制 PID 调节系统，总是感觉繁琐和臃肿。

借助于计算机技术的发展，20 世纪 60 年代末出现了可编程序控制器(PLC)，70 年代初走出试验室开始为生产服务，80 年代初日本欧姆龙公司的 PLC 进入我国市场，由于其结构精巧、工作可靠，受到工矿企业的普遍欢迎，当时我业余在北京市电子应用协会兼任理事，编写了《可编程序控制器原理及应用实例》一书，由电子工业出版社出版，因为该书简单和便于上机使用，被选为成人高考教材。近 20 年来，电子技术、信息技术、计算机技术、通信技术、自动化技术发展非常迅速，现在的 PLC 已今非昔比，成了当今自动化的支柱，PLC 的定义早已突破了 1982 年国际电工委员会的草案。它可以说是集机电控制、数字运算、信息控制、网络通信于一体的电子系统装置。近年来 PLC 的主要发展特征是：1. PLC 与 PC 技术的融合；2. 开放式的设计、现场总线与无缝网络连接；3. 系统控制向分散发展；4. 高可靠性、必要的冗余与容错系统；5. 新颖的小型 PLC 发展迅速。从市场需求机型看，用于简单顺序控制的占 80%，而用于复杂控制的仅占 20%。除顺序控制外，用于过程控制、PID 调节已十分普遍，而且能进行定值控制、随动控制、程序控制、数值控制、数字控制、运动控制、大规模控制、集散控制、远距离控制、甚至 CIMS 等，通过信息技术与控制技术、现场设备的无缝连接向测控管一体化方向发展，前途无限。欧姆龙公司作为工业自动化设备的著名厂家不仅把可编程序控制器向无缝网络连接、现场总线等高端发展，而且推出了精巧的可编程序继电器。

如果把信息定义为预先不知道的事情，那么传感器也可以定义为信息提取的器件或装置。历来大多是用来把非电量变换为电量的器件，现在已经发展到各种物理量或化学量的变换，十分广泛了。欧姆龙公司的传感器像多年来家喻户晓的继电器一样已经被用户所认可。

100 年前人们就开始广泛地使用交流电动机了，尤其是三相笼型异步电动机，结构简单、维护方便、工作可靠、造价低廉，是电力拖动中应用最普及的电动机。很多电气传动中都需要转速调节，而交流电动机只有改变电源的频率才能达到较为理想的目的，异步电动机的变频调速特性，已在 50 年前电力拖动的专业课中分析得十分详细，只是苦于没有合适的变频设备。近十几年来，电力电子技术的长足进步，变频器已十分普及，也是电力节能的重要设备。

在水泵和各种输液泵中、在搅拌机和各种分离机中、在各种风机和气动输送中、在传送带、埋刮板和振动给料机中正在推广应用。欧姆龙的变频器突出了节能的特点，而且结构紧凑，有丰富的控制和保护功能，装配、操作与维修都方便，与网络兼容并能用于世界各地区的各种电源，其中的矢量控制有效地提高了低转速时的转矩，使外特性变硬，如果与可编程序控制器配合就增添了它的智能化。

中国电力出版社为了推广最新 PLC 的应用，计划出版几个世界知名大公司的最新产品与应用实例介绍，目的就是要在国内推广新型 PLC 的应用。欧姆龙公司一册由该公司康明先生亲自指导编写和审阅，并得到王宁伟、杨默、吴可、张粤军几位专家的帮助。耿京、袁康、张志远、张开翼、袁畅、孙素君、耿颖等协助翻译了一些资料，在此一并感谢。由于编者水平有限，书中难免有错，敬请读者惠正。

编　者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

目 录

前 言

第 1 章 可编程序控制器 …… 1

1.1 可编程序控制器(PLC)简介…… 1
1.2 PLC 选型表 …… 4
1.3 紧凑型 PLC …… 8
1.4 模块式 PLC …… 15
1.5 机架式 PLC …… 27
1.6 远程 I/O …… 42
1.7 HMI(人机接口) …… 47

第 2 章 可编程序继电器 …… 52

2.1 可编程序继电器简介 …… 52
2.2 可编程序继电器(ZEN)的功能 …… 52
2.3 可编程序继电器(ZEN)的选择标准 …… 54
2.4 可编程序继电器(ZEN)型号实例 …… 55

第 3 章 可编程序指令 …… 57

3.1 按功能分类指令 …… 57
3.2 指令功能综述 …… 63
3.3 助记符按字母顺序排列的指令表 …… 136
3.4 功能代码指令列表 …… 150

第 4 章 常用指令编写举例 …… 165

4.1 顺序输入指令 …… 165
4.2 顺序输出指令 …… 190
4.3 顺序控制指令 …… 209
4.4 定时器和计数器指令 …… 227
4.5 比较指令 …… 270
4.6 数据控制指令 …… 294
4.7 步指令与应用举例 …… 313
4.8 串行通信指令 …… 328
4.9 网络指令 …… 348

第 5 章 传感器 …… 373

5.1 传感器的分类、选用和工作原理 …… 373
5.2 光电传感器 …… 426
5.3 位移、测长传感器 …… 438
5.4 视觉传感器 …… 448
5.5 安全传感器 …… 451
5.6 接近传感器 …… 463
5.7 微型光电传感器 …… 473
5.8 旋转及线性编码器 …… 475
5.9 压力传感器 …… 476
5.10 监视传感器 …… 477
5.11 传感器计量表与控制器 …… 478
5.12 传感器控制器应用实例与正确使用方法 …… 479
5.13 传感器术语图解与使用要则 …… 482
5.14 质量管理与安全标准 …… 513

第 6 章 执行装置和运动控制 …… 595

6.1 综述 …… 595
6.2 伺服装置 …… 604
6.3 变频器与矢量控制 …… 610
6.4 软起动器 …… 634
6.5 继电器、计时器、计数器、液位

和漏液控制器、工业开关、
温度控制器 …… 647
6.6 电源、数字面板表、测量监视
装置、插座 …… 654
6.7 蓄电池的使用和注意事项 …… 658
6.8 硅光电池太阳发电系统 …… 658
6.9 保健用电子仪器 …… 659

第7章 控制系统和无缝网络连接 …… 661

7.1 PLC 网络通信技术 …… 661
7.2 适于强大信息系统的网络与
无缝连接 …… 661
7.3 以太网(Ethernet 网络):信息
层网络 …… 662
7.4 控制层网络(Controller Link) … 665
7.5 高速开关 ON/OFF 总线
CompoBus/S …… 667
7.6 通用组态支持软件
(CX - Programmer) …… 668
7.7 智能和无缝通信 …… 668
7.8 三层通信网络应用实例 …… 669

附录 …… 672

附录 A 单位换算 …… 672
附录 B 物理常数表 …… 675
附录 C 产品环境条件 …… 676
附录 D 国际标准和国内标准 …… 681
附录 E 物体摩擦时的静电起电
序列 …… 689

参考文献 …… 690

第1章 可编程序控制器

1.1 可编程序控制器(PLC)简介

PLC是以计算机为基础的专用控制装置,主要的功能是:①“位”运算(逻辑运算),主要用于顺序控制;②“字”运算(数值运算),主要用于借助计算机的数值和数据处理。

PLC多功能和高功能的作用,使之在各种各样自动化设备中方便地进行运算控制、信息处理、网络化等,见表1-1和表1-2。

表1-1 PLC的功能分类表

功 能	目 的
位(bit)运算(逻辑运算)基本指令	代替历来的继电器断续控制盘 1. 顺序控制 2. 时间控制 3. 计数控制
字(word)运算(数值运算)应用指令	1. 顺序控制 2. 计数、计量控制 3. 称重、配料 4. 定位控制 5. 标度变换,数据处理 6. 仓库管理 7. 机床控制 8. 数据、数值控制 9. 正负逻辑切换 10. 数字控制 11. 先入先出控制
程序控制	1. 系统异常控制 2. 程序处理顺序控制
过程输入输出控制	模拟量控制:1. 对温度、压力、流量等进行PID调节的过程控制 2. 电动机(马达)的速度控制 定向(位)控制:1. 高速计数 2. 单轴、多轴控制 3. 伺服控制
传输功能(通信功能)	信息传输 1. 向上位计算机通信 2. 大规模控制、集散控制 3. 远距离控制(遥控)

表1-2 PLC的可编程控制功能

功能分类		编程功能例
逻辑控制	逻辑	AND,OR,NOT,XOR,触发
	时间	闭合延时,断开延时,时间脉冲
	计数	递增、递减,加减计数
程序控制方式		顺序流程图(SFC)、程序功能图,梯形图结构文本(ST)
信号,数据处理	算术运算	基本算术:+,-,×,÷ 扩展算术运算:平方根,三角函数 比较:>,<,=
	数据处理	选择,编辑,格式转换,传送
	模拟数据处理	PID,积分,过滤,平均值处理,采集,控制
信号传送(接口功能)	输入输出	模拟、数字I/O模式化,BCD变换
	外部系统	通信协议
	人机接口	表示,指令
	打印	图表,文字,数据
	大容量存储	存储
程序实时控制		周期执行(定周期或扫描执行),事件驱动执行
系统配置		状态核对

PLC 的定义：可以对输入的数字量或模似量进行可靠的处理，再输出相应的数字量或模拟量，对各种各样的设备和过程进行逻辑、顺序、计时、计数、算术运算等功能控制。用户可以方便地编写需用的程序储存于 PLC 中。PLC 可以说是为现场环境设计的数字运算的电子系统。配以各种各样的输入、输出、传感和执行装置，能方便、可靠而且简单地达到多功能自动化的目的。自动控制系统按控制变量可分为连续和断续两大类。连续控制按紧跟给定值的情况有定值控制、随动控制、程序控制等，对一些生产过程中参量的控制称为过程控制，如化工生产中温度、流量、压力的 PID 调节等。断续控制中单纯按逻辑关系决定的为逻辑控制；按预先确定工作内容的顺序或同时考虑事件发生的顺序而进行控制的为顺序控制。连续控制的理论一般称为反馈控制理论（包括经典的和现代的）；断续控制的理论叫开关控制或逻辑控制理论，随着特大规模集成电路（ULSI）和功率集成电路（PIC）的进步而迅速发展。

PLC = 机械控制设备 + 信息控制设备⇨利用信息技术达到工业自动化，可编程序控制器（PLC）也可以说是一种专用计算机，所以有人称它为准计算机，小型的如图 1-1 所示。PLC 是由硬件与软件系统构成，结构与原理都与微型计算机相似。PLC 与 PC 的结合，由 PLC 进行控制，由 PC 联网作流程显示、数据和文字处理、实时数据库功能。可靠性是 PLC 在工业自动化中应用的主要特色。PLC 的多 CPU 模块不仅分别执行相应的控制任务，而且提高了相当冗余的可靠性。PLC 是为各行各业的自动化设计的、能适应各种恶劣的环境，耐受内部和外部的干扰，以顺序扫描的方式运行，工作可靠；它有各种专用的机器语言，一般只用简单的梯形图符号语言就能设计各种各样的控制系统，十分方便。它不仅可以取代用继电器完成的各种顺序和程序控制，还能进行闭环的位置、速度、温度、流量、压力等控制，以及输入模拟量的单环或串级等 PID 调节、模糊控制等。它能方便地联网通信，构成由计算机集中管理的具有无缝连接的智能控制管理系统。

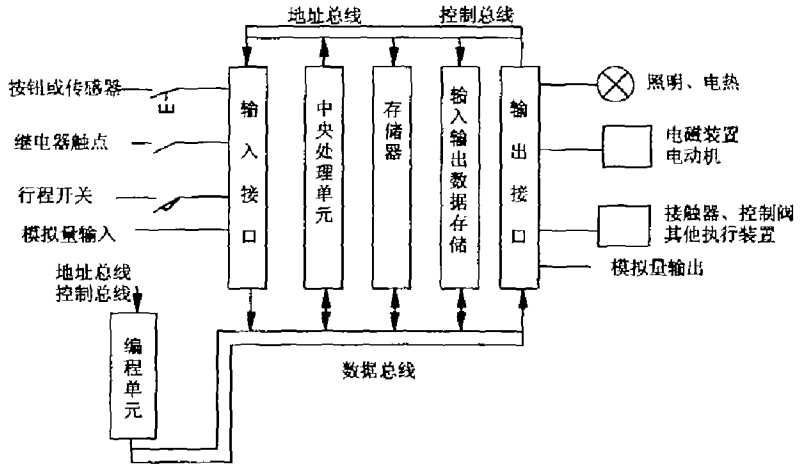


图 1-1 PLC 的结构示意图

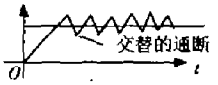
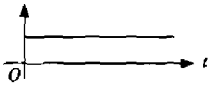
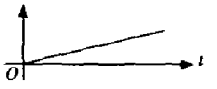
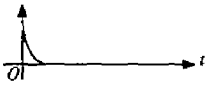
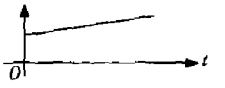
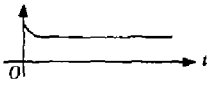
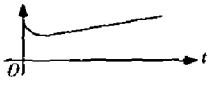
可编程序控制器在各行各业中已成为现代自动化的一大支柱。

PLC 是可编程序控制器（Programmable Logical Controller）的简称。1982 年国际电工委员会的定义是一种专门为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统，它采用一种可



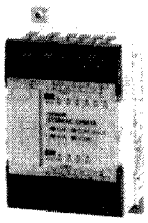
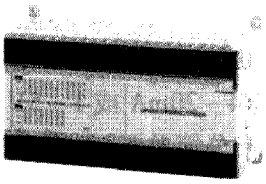
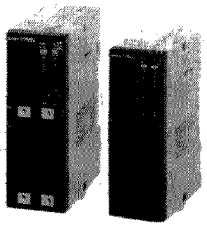
数字式或模拟式的输入输出来控制各种类型的机电设备和生产过程。近年来 PLC 的发展很快，定义也在扩展，现在 PLC 的应用不仅是工业，在环保、建筑、商业、农业等方面应用都很广，网络化和无缝的层间连接、现场总线和从设备到系统的智能化赋予了它更丰富的功能。1835 年发明了继电器，很快就出现了断续控制和控制盘，100 多年的发展形成了电气自动化的支柱，中间也经历过各种电子化的变革，到 PLC 阶段真正稳定了下来，最重要的关键是微处理机化和高度的可靠性。过去的 PLC 主要是数字式也就是开关量的控制，现在已广泛普及到了模拟量的控制一般处理 4 ~ 20mA 或 1 ~ 5V，0 ~ 10V，0 ~ 5V，-10 ~ 10V 的信号，精度能达到 0.2 级，如 PID 调节等已十分简单了，如表 1-3 所示。近年来的 PLC 大多又增加了数值和数据处理的功能，网络使它如虎添翼，前程万里。

表 1-3　　控制作用

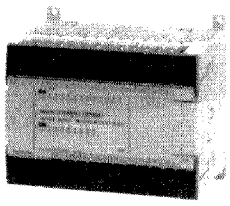
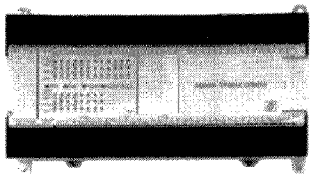
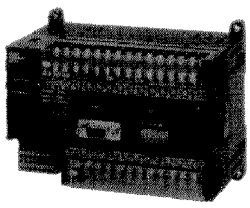
作　用	过渡过程响应	说　明
开关动作（ON - OFF 控制）		要求不太精密的恒温的温度控制等
比例作用（P 作用）		成比例地响应输入量的变化
积分作用（I 作用）		输出量为输入量对时间的积累
微分作用（D 作用）		输出量为输入量对时间的微分
比例 + 积分作用（PI 作用）		比例和积分的合成
比例在微分作用（PD 作用）		比例和微分的合成
比例 + 积分 + 微分作用（PID 作用）		三种作用同时工作使系统稳定，反应即时

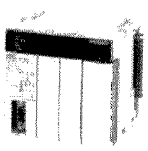
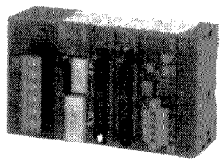
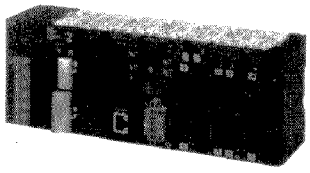
1.2 PLC 选型表

紧凑型 PLC

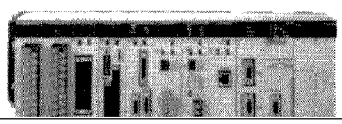
					
型号		CPM1A	CPM2A	CPM2AE	CPM2C
内置	数字 I/O	10～40	20～60	60	10～32
	中断输入	2～4	2～4		2～4
	高速计数	1(5kHz)	1(20kHz)+2～4(kHz)		

需要全本请访问 www.ertongbook.com

紧凑型 PLC		
		
CPM2AH	CPM2AH-S	CP1H
20～60	40	20～40
2～4	2～4	8/6
1(20kHz)+2～4(2kHz)		4(100kHz)或 2(1MHz)+2(100kHz)
2(10kHz)		2(100kHz)+2(30kHz)或

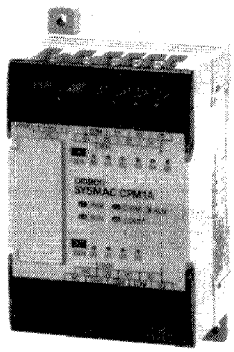
模块式 PLC				
				
型　号		CQM1H	CJ1M	CJ1
内置	数字 I/O	16	16	n. a.
	中断输入	4	4	n. a.
	高速计数	—	2(100kHz)	n. a.
	脉冲输出	—	2(100kHz)	n. a.
CPU 特点/扩展板		最多 2 个串行通信口 高速计数板 脉冲输出板 模拟量板 串行通信板	可以选择有或者无内置 I/O，以太网的型号(共 9 个型号)	回路控制 CPU(4 个型号)

续表

机架式 PLC		
		

1.3 紧凑型 PLC

1. CPM1A CPU 单元

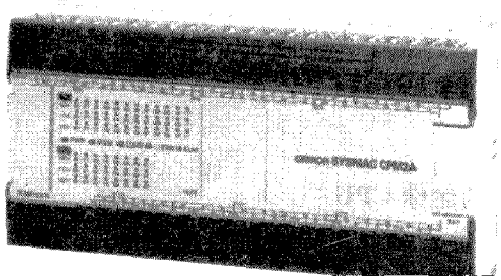


内置 10～40 点 I/O 的 CPU

标准的小型 PLC，CPM1A 以紧凑的的尺寸提供了所有的基本功能。有四种 CPU 尺寸可以供选择，每种都支持 AC 或者 DC 电源，继电器或晶体管输出。可以任意组合电源、输出和 I/O 点的数量以满足用户的需求。

输入点数	输出点数	程序容量	数据容量	逻辑处理速度/μs	扩展能力	尺寸 $H \times W \times D$/mm×mm×	电源/V	输出模式	内置功能	型号

2. CPM2A CPU 单元

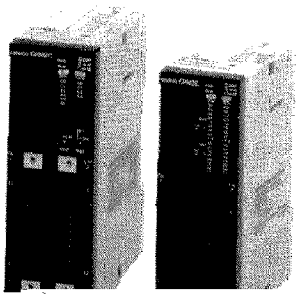


内置 20 ~ 60 点 I/O 的 CPU

具有先进性和高性能的小型 PLC,适合于自动包装机和传送系统。提供了较高的性能和附加价值以适合任何紧凑性机器。具有第二个标准串行通信口。

输入点数	输出点数	程序容量	数据容量	逻辑处理速度/μs	扩展能力	尺寸 $H \times W \times D$/mm×mm×mm	电源/V	输出模式	内置功能	型号
36点	24点	4K字	2K字	0.26~0.64	最多3块	90×195×90	85~264AC	继电器输出	1高速计数(20kHz)	CPM2AE-60CDR-A

4. CPM2C CPU 单元



内置 10~32 点 I/O 的迷你 CPU

以超小的体积提供了多种多样的型号选择，可实现高效率的机器控制。CPU 单元可以选择继电器或晶体管输出，端子块或者各种可选的连接器，以及一个可选的实时时钟。

需要全本请访问 www.ertongbook.com