

杨公源 主编

自动控制技术应用丛书

可编程控制器

(PLC)

原理与应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

自动控制技术应用丛书

可编程控制器(PLC) 原理与应用

杨公源 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在系统介绍可编程控制器(PLC)的结构、工作原理、指令及编程方法的基础上,以日本欧姆龙(OMRON)公司的C200H_a系列PLC为主,详细地介绍了PLC指令应用实例和PLC系统应用实例,实际应用的篇幅约占全书篇幅的70%,PLC的应用技巧就体现在这些实例之中。作者期望读者通过本书的学习,尽快熟悉并掌握PLC的工作原理和实际应用,达到举一反三的效果。

本书可供从事自动化和机电一体化工作的工程技术人员使用,也可作为大专院校的教材或教学参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器(PLC)原理与应用/杨公源主编. —北京:电子工业出版社,2004.10

ISBN 7-121-00415-1

I.可... II.杨... III.可编程序控制器 IV.TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第100434号

责任编辑:张 榕

特约编辑:李云霞

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:23.5 字数:601.6千字

印 次:2004年10月第1次印刷

印 数:5 000册 定价:35.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《自动控制技术应用丛书》

编委会

主任委员 陈在平 杨公源

顾问 徐伯夏

委员 (按姓氏笔画为序)

龙邦强 刘文芳 陈云军 杨中力 岳有军

娄 锐 郭会娟 高 强 黄琦兰

《自动控制技术应用丛书》

序 言

随着工业生产的快速发展，人们对于生产过程提出了更高的要求，然而由于控制过程与对象越加复杂，因此要实现生产加工过程的理想控制就更加困难。近年来随着控制领域的新理论技术、计算机与网络技术的飞速发展，以及机械、电子与控制技术的相互渗透与融合，为实现生产加工过程的高品质控制提供了可能，同时这也对工作在实际工程应用领域的技术人员提出了新的挑战。这就要求他们根据自身的工作需要，熟悉和掌握在新的形势下所出现的先进控制手段与方法及新的机电控制与应用技术。

有鉴于此，为了满足广大工程技术人员的要求，电子工业出版社应用电子技术事业部组织编写了这套自动控制技术应用丛书。本套丛书涵盖了当前广大工程技术人员迫切需要的控制和机电应用等领域的新知识、新技术。丛书的主要作者都是在该领域具有一定经验和水平的专家或工程技术人员。

在当今控制技术飞速发展，应用范围不断扩大的形势下，编写这套技术丛书，非常及时。丛书主要从工程应用的角度出发，以比较成熟的新理论与技术为基础，应用举例详实具体，就解决控制工程中的实际问题给广大工程技术人员提供了可能的帮助。相信读者在阅读丛书时，会不同角度得到许多有益的启示。

编写出版《自动控制技术应用丛书》，对于我们也是一种挑战，难免会存在各种不足或缺点，恳请广大读者给予理解和支持，并希望得到大家的批评指正。在本丛书的编写出版过程中还得到了电子工业出版社的有关领导及出版界专家的指导与帮助，特别是电子工业出版社应用电子技术部赵雨松主任及张榕编审对于推动本套丛书的出版起到了至关重要的作用，对此我们表示衷心的感谢。

《自动控制技术应用丛书》编委会

前 言

可编程逻辑控制器 (PLC) 是以微处理器为核心的工业控制器。经过三十多年的发展与实践, PLC 的功能和性能已经有了很大的提高, 从当初用于逻辑控制和顺序控制领域, 扩展到运动控制和过程控制领域。可编程逻辑控制器 (PLC) 也改称为可编程控制器 (Programmable Controller: PC), 由于个人计算机也简称 PC, 为了避免混淆, 可编程控制器仍被称为 PLC。

PLC 本身的模块化结构, 以及远程 I/O 模块功能的不断完善, 使得 PLC 易于实现多级控制 (分布控制、分散控制), 通过不同级别的网络将 PLC 与 PLC、PLC 与远程 I/O 模块、PLC 与人机界面, 以及 PLC 与 PC 连接起来, 形成管控一体化的网络结构。

本书在系统介绍可编程控制器 (PLC) 的结构、工作原理、指令及编程方法的基础上, 以日本欧姆龙 (OMRON) 公司的 C200H α 系列 PLC 为主, 详细地介绍了 PLC 指令应用实例和 PLC 系统应用实例, 实际应用的篇幅约占全书篇幅的 70%, PLC 的应用技巧就体现在这些实例之中。

作者期望读者通过本书的学习, 尽快熟悉并掌握 PLC 的工作原理和实际应用, 达到举一反三的效果。

考虑到 PLC 生产厂家都提供详细的操作手册和编程手册, 并提供配套的编程和仿真软件, 为了突出实际应用, 本书尽可能压缩一般性的介绍。

本书共分 6 章。第 1 章介绍 PLC 结构及工作原理。在这一章中, 结合作者在工程实践中的经验与教训, 介绍了在选型和使用中的注意事项。第 2 章介绍欧姆龙公司的 C200H α 系列 (C200HX/HG/HE) PLC 指令系统, 辅以适当的例子。第 3 章介绍 PLC 指令应用实例, 重点介绍常用指令的实际应用。第 4 章介绍 PLC 系统应用实例, 给出了完整的梯形图和助记符语句表。第 5 章介绍 PLC 通信系统与网络, 为实现综合自动化打下基础。第 6 章介绍可编程终端 (人机界面), 结合第 3 章和第 6 章中的应用实例加以介绍。

本书的第 1 章由杨公源编写; 第 2 章由杨公源和郭会娟合编; 第 3 章由杨公源编写; 第 4 章由杨公源和黄琦兰合编; 第 5 章由陈云军编写; 第 6 章由龙邦强和杨公源合编。全书由杨公源统稿。

由于编写时间仓促, 加之作者水平有限, 书中错误在所难免, 恳请读者批评指正。读者如果遇到技术方面的问题, 请与作者联系, E-mail: yanggongyuan@sina.com.cn。

作 者

2004 年 5 月

· III ·

目 录

第 1 章 可编程控制器结构及工作原理	1
1.1 概述	1
1.2 可编程控制器结构	1
1.2.1 CPU 单元	2
1.2.2 存储器	6
1.2.3 输入/输出 (I/O) 单元	7
1.2.4 输入/输出 (I/O) 扩展单元	15
1.2.5 外部设备	16
1.3 可编程控制器工作原理	21
1.3.1 循环扫描原理	21
1.3.2 关于可编程控制器系统的快速性	23
1.4 可编程控制器的性能指标	28
1.4.1 可编程控制器的基本性能指标	28
1.4.2 可编程控制器的内部存储器分配	32
1.5 可编程控制器系统的一般设计方法	34
1.5.1 系统整体设计思想	34
1.5.2 可编程控制器系统的一般设计方法	35
1.5.3 可编程控制器系统的一般设计步骤	38
第 2 章 可编程控制器指令系统	45
2.1 引言	45
2.2 欧姆龙公司 C200H α 系列存储器区域	46
2.2.1 IR (内部继电器) 区域	47
2.2.2 SR (专用继电器) 区域	48
2.2.3 AR (辅助继电器) 区域	48
2.2.4 HR (保持继电器) 区域	49
2.2.5 LR (链接继电器) 区域	49
2.2.6 TR (临时继电器) 区域	49
2.2.7 TC (定时器/计数器) 区域	49
2.2.8 DM (数据存储器) 区域	49
2.2.9 UM (用户存储器) 区域	51

2.2.10	EM (扩展数据存储器) 区域	52
2.3	基本梯形图	52
2.3.1	梯形图的由来	52
2.3.2	基本术语	53
2.3.3	助记符	54
2.3.4	梯形图指令	55
2.4	指令集	59
2.4.1	指令格式、数据区域及其标志	59
2.4.2	梯形图指令	60
2.4.3	位 (bit) 控制指令	62
2.4.4	连锁和连锁解除指令 IL (02) 和 ILC (03)	64
2.4.5	跳转和跳转終了指令 JMP (04) 和 JME (05)	65
2.4.6	结束指令 END (01)	66
2.4.7	空操作指令 NOP (00)	67
2.4.8	定时器和计数器指令	67
2.4.9	数据移位指令	70
2.4.10	数据传送指令	74
2.4.11	数据比较指令	79
2.4.12	数据转换指令	83
2.4.13	BCD 码运算指令	85
2.4.14	二进制运算指令	90
2.4.15	特殊算术指令	94
2.4.16	逻辑指令	98
2.4.17	子程序和中断控制指令	99
2.4.18	步指令	100
2.4.19	特殊指令	101
2.4.20	高级 I/O 指令	103
2.4.21	特殊 I/O 单元指令	105
第 3 章	可编程控制器指令应用实例	106
3.1	基本逻辑指令应用	106
3.1.1	使用按钮的运行、停止控制 (1)	106
3.1.2	使用按钮的运行、停止控制 (2)	107
3.1.3	电动机正转、停止、反转控制	108
3.1.4	点动、连续运行控制	109
3.1.5	三地启动、停止控制	110
3.1.6	电动机正/反转连锁控制	111

3.1.7	绝对值编码器格雷码转换为二进制码	112
3.1.8	气动控制装置	115
3.2	定时器和计数器指令的应用	120
3.2.1	电动机定时运行控制	120
3.2.2	两台电动机交替控制	120
3.2.3	三台电动机顺序运行控制	122
3.2.4	电动机正/反转时间控制	124
3.2.5	三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	126
3.3	比较指令应用	128
3.3.1	旋转定位控制	128
3.3.2	分度盘工位控制	131
3.3.3	电子凸轮控制器	138
3.3.4	自动增益控制	144
3.4	运算指令应用	149
3.4.1	时间比例控制	149
3.4.2	同步控制	156
3.4.3	非线性控制	162
3.5	步指令应用	170
3.5.1	顺序控制	170
3.5.2	运料车控制	175
第 4 章	可编程控制器系统应用实例	179
4.1	多步、多工位组合控制系统	179
4.1.1	引言	179
4.1.2	控制系统组成	179
4.1.3	编程及说明	180
4.2	热定型机控制系统	201
4.2.1	引言	201
4.2.2	控制系统组成	202
4.2.3	拉伸同步控制系统	204
4.2.4	拉伸同步控制系统编程及说明	214
4.3	多电机传动控制系统	241
4.3.1	引言	241
4.3.2	控制系统组成	242
4.3.3	控制方案	242
4.3.4	编程及说明	243
4.4	特种构件卷绕机控制系统	263

4.4.1	引言	263
4.4.2	控制系统组成	264
4.4.3	控制方案	264
4.4.4	编程及说明	265
第 5 章	可编程控制器通信系统及网络	289
5.1	欧姆龙 (OMRON) PLC 通信系统简介	289
5.2	欧姆龙 (OMRON) PLC 的网络系统	289
5.2.1	欧姆龙 (OMRON) PLC 的网络系统概述	289
5.2.2	信息层网络以太网	291
5.2.3	Controller Link 控制器网	295
5.2.4	CompoBus/D 设备网	302
5.2.5	CompoBus/S 器件网	305
5.3	欧姆龙 (OMRON) PLC 的串行通信系统	306
5.3.1	欧姆龙 (OMRON) PLC 的串行通信系统概述	306
5.3.2	上位链接通信	306
5.3.3	无通信协议的 RS-232C 通信	312
5.3.4	一对一 PLC 链接	317
5.3.5	NT 链接	320
第 6 章	可编程终端及其应用	321
6.1	引言	321
6.2	触摸屏	321
6.2.1	eView (人机电子有限公司) 触摸屏 MT509L	322
6.2.2	OP36L/OP36D	323
6.3	OPS6 系列触摸屏	323
6.3.1	软件介绍	323
6.3.2	OP36L 设定	334
6.4	OP36L 型触摸屏应用实例	335
6.4.1	三地启动、停止控制	335
6.4.2	电动机正反转时间控制	342
6.4.3	三台电动机同步控制系统	347
6.4.4	电子凸轮控制器	355
参考资料		362

第 1 章 可编程控制器结构及工作原理

1.1 概述

自从 1969 年美国 DEC 公司研制出世界上第一台可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller: PLC) 以来, 经过三十多年的发展与实践, 其功能和性能已经有了很大的提高, 从当初用于逻辑控制和顺序控制领域扩展到运动控制和过程控制领域。可编程逻辑控制器 (PLC) 也改称为可编程控制器 (Programmable Controller, PC), 由于个人计算机也简称 PC, 为了避免混淆, 可编程控制器仍被称为 PLC。

1987 年, 国际电工委员会 (IEC) 颁布的可编程控制器标准第三稿中, 对可编程控制器的定义如下: 可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 专为工业环境应用而设计。它采用可编程的存储器, 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/输出, 控制各种机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备, 都应按易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则来设计。

PLC 最初用于逻辑控制和顺序控制, 当其面对运动控制和过程控制时, PLC 必须扩展自己的功能, 才能满足生产的需求。机床工业、汽车工业等属于离散型制造工业, 这类工业侧重于运动控制, 如位置控制和速度控制, 为此, 生产 PLC 的厂家相继推出了位置控制模块、伺服定位模块、运动控制模块、电子凸轮模块、A/D 转换模块、D/A 转换模块, 以及高速计数模块等功能模块, 用于速度、加速度, 以及位置控制等运动控制。

大量的中小型企业属于混合型制造工业厂家, 这类制造业中既有运动控制又有过程控制。为了适应这些企业的需要, 各厂家都在自己的 PLC 产品中推出了温度传感器模块、PID (比例、积分、微分) 控制模块、A/D 转换模块、D/A 转换模块、闭环控制模块, 以及模糊控制模块等功能模块, 用于温度、压力、流量及液位等过程控制。

因 PLC 本身的模块化结构, 以及远程 I/O 模块功能的不断完善, 使得 PLC 易于实现多级控制 (分布控制、分散控制), 通过不同级别的网络将 PLC 与 PLC、PLC 与远程 I/O 模块、PLC 与人机界面, 以及 PLC 与 PC 连接起来, 形成管控一体化的网络结构。

1.2 可编程控制器结构

PLC 是以微处理器为核心的一种特殊的工业用计算机, 其结构与一般的计算机相类似,

由中央处理单元 (CPU)、存储器 (RAM、ROM、EPROM、EEPROM 等)、输入接口、输出接口、I/O 扩展接口、外部设备接口及电源等组成。

PLC 通常分为整体式和模块式两种结构, 以日本 OMRON (欧姆龙) 公司的 PLC 为例, CPM1A 为整体式 PLC, 其 CPU 单元中装配了 10~40 点的输入/输出电路。C200H α 系列为模块式 PLC, 所谓模块, 就是按照功能将电路进行分类, 每一种功能制成一块电路板, 通常称为模板。每块模板置于工程塑料外壳内, 成为独立的单元, 如 CPU 单元、输入单元、输出单元、特殊 I/O 单元、通信单元, 以及电源单元等。各单元插在带有总线的 CPU 底板上, 构成 CPU 机架, CPU 单元必须安插在 CPU 底板上。如果 CPU 机架 (或称主机架) 的 I/O 点数不够用, 或者需要增加新的特殊单元时, 可以增加扩展 I/O 机架。扩展 I/O 机架由扩展 I/O 底板、电源单元、I/O 单元, 以及特殊 I/O 单元组成。模块式 PLC 的另一种结构是用总线连接器将各个单元连接起来。模块式 PLC 的特点是组态灵活、扩展方便, 以及维护简单。模块式 PLC 结构示意图如图 1-1 所示, CPU 机架结构图如图 1-2 所示。

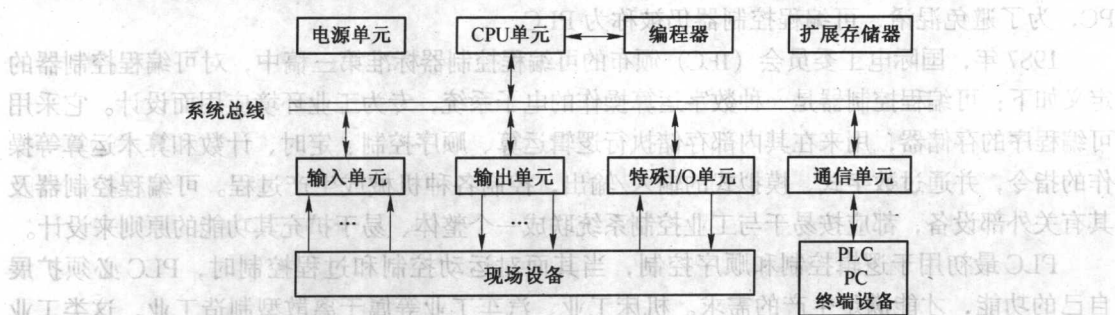


图 1-1 模块式 PLC 结构示意图

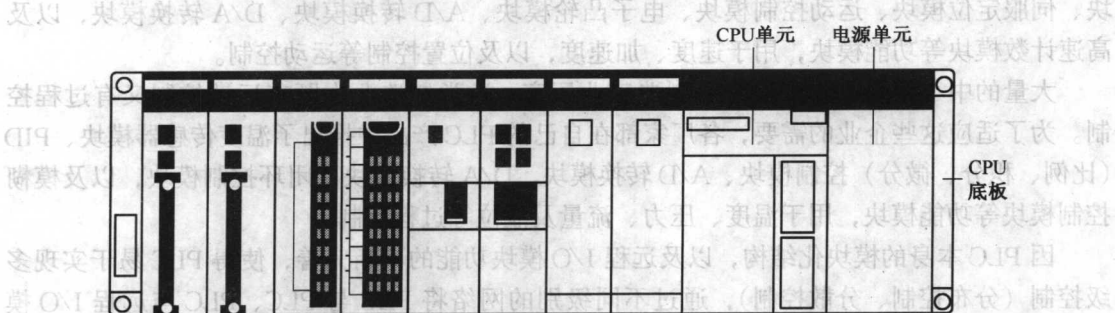


图 1-2 CPU 机架结构图

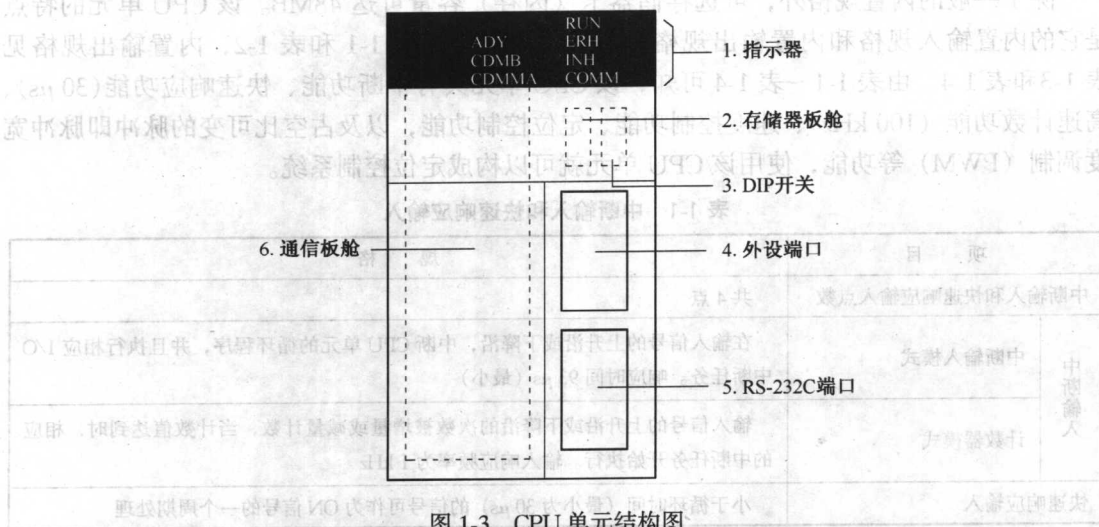
1.2.1 CPU 单元

CPU 单元是 PLC 的核心部件, 它由微处理器、系统程序存储器、用户程序存储器, 以及工作数据存储器等组成。对于小型、中型和大型 PLC, 其 CPU 单元的微处理器通常为 1

个、2个和3个,采用多处理器的目的是用来分割控制任务,进行协同处理,提高操作和响应速度。此外,CPU单元上还有外设端口、通信端口,还可以加选通信板和扩展存储器板。以下介绍日本OMRON(欧姆龙)公司模块式PLC的几种CPU单元。

1. C200Hα系列CPU单元

CPU单元结构图如图1-3所示,该单元由CPU单元模板、指示器、存储器板舱、DIP开关、外设端口、RS-232C端口,以及通信板舱等组成。在通信板舱内安装一块合适型号的通信板,CPU就可以通过RS-232C、RS-422或RS-485与可编程终端、个人计算机、温度控制器、SYSMAC LINK单元、SYSMAC NET链接单元、条形码读入器或其他外围设备进行通信。存储器板舱用于安装扩展存储器板,如EEPROM存储器板,其容量为4~64 KB,存储器板作为RAM与CPU内置RAM共同工作,给CPU读写程序和I/O数据。EEPROM存储器板不需要后备电源,即使把它从存储器板舱中取出,仍能保持其数据。



2. CQM1H-CPU 51 型 CPU 单元

除了CPU模板、外设端口、RS-232C端口和存储器板之外,还可以安装2块内插板,可供选用的内插板有以下几种:

1) 高速计数器板

脉冲输入(高速计数器):4点(单相方式:50 kHz/500 kHz可切换;相位差方式:1x/2x/4x多种速率,25 kHz/250 kHz可切换);脉冲输出:4点。

2) 脉冲I/O板

脉冲输入(高速计数器):2点(单相方式:50 kHz;相位差方式:25 kHz);脉冲输出:

2 点 (50 kHz, 支持固定占空比和可变占空比)。

3) 绝对值编码器接口板

绝对值编码器 (二进制格雷码) 输入: 2 点 (4 kHz)。

4) 模拟量设定板

模拟量设定: 4 点。

5) 模拟量 I/O 板

模拟量输入: 4 点 (0~5 V, -10~+10 V, 1~20 mA); 模拟量输出: 2 点 (-10~+10 V, 1~20 mA)。

6) 串行通信板

1 个 RS-232C 端口和 1 个 RS-422A/485 端口。

3. CJ 1M-CPU23 型 CPU 单元

除了一般的内置规格外, 可选存储器卡 (闪存) 容量可达 48MB。该 CPU 单元的特点是它的内置输入规格和内置输出规格, 内置输入规格见表 1-1 和表 1-2, 内置输出规格见表 1-3 和表 1-4。由表 1-1~表 1-4 可知, 该 CPU 单元具有中断功能、快速响应功能 (30 μ s)、高速计数功能 (100 kHz)、速度控制功能、定位控制功能, 以及占空比可变的脉冲即脉冲宽度调制 (PWM) 等功能, 使用该 CPU 单元就可以构成定位控制系统。

表 1-1 中断输入和快速响应输入

项 目		规 格
中断输入和快速响应输入点数		共 4 点
中 断 输 入	中断输入模式	在输入信号的上升沿或下降沿, 中断 CPU 单元的循环程序, 并且执行相应 I/O 中断任务。响应时间 93 μ s (最小)
	计数器模式	输入信号的上升沿或下降沿的次数被增量或减量计数, 当计数值达到时, 相应的中断任务开始执行。输入响应频率为 1 kHz
快速响应输入		小于循环时间 (最小为 30 μ s) 的信号可作为 ON 信号的一个周期处理

表 1-2 高速计数器输入

项 目		规 格			
高速计数器输入数量		2 (高速计数器 0 和 1)			
计数模式		相差输入 (相 A、B 和 Z)	升和降脉冲输入 (增量脉冲、减量脉 冲和复位输入)	脉冲 + 方向输入 (脉冲、方向及复位 输入)	增量脉冲输入 (增量脉冲及复位输 入)
响 应 频 率	线路驱动器输入	50 kHz	100 kHz	100 kHz	100 kHz
	24 V (DC) 输入	30 kHz	60 kHz	60 kHz	60 kHz

续表

项 目		规 格
计数器类型		线性计数器或循环计数器
计数范围		线性计数器: 80000000~7FFFFFFF 十六进制 循环计数器: 00000000~循环计数器设定值
高速计数器当前值储存字		高速计数器 0: A270 (低数位) 和 A271 (高数位) 高速计数器 1: A272 (低数位) 和 A273 (高数位) 可用这些值作为目标值比较输入和范围比较输入
控制 方式	目标值比较	最多可登录 48 个目标和中断任务编号
	范围比较	最多可登录 8 个高限、低限和中断任务编号
计数器复位方式		Z 相信号 + 软件复位: 当复位位为 ON 及 Z 相输入转为 ON 时, 计数器复位 软件复位: 当复位位为 ON 时, 计数器复位 复位位: A531, 位 00 (高速计数器 0); A531, 位 01 (高速计数器 1)

表 1-3 定位及速度控制功能

项 目		规 格
输出频率		1 Hz~100 kHz (1~100 Hz: 单位 1 Hz; 100 Hz~4 kHz: 单位 10 Hz; 4~100 kHz: 单位 100 Hz)
频率加速/减速速率		1 Hz~2 kHz (每 4 ms), 设定以 1 Hz 为单位, 加速速率和减速速率可单独设定
指令执行中改变设定值		可以改变目标频率、加速/减速速率及目标位置。目标频率和加速/减速速率只能在恒速定位时改变
脉冲输出方式		CW/CCW 或脉冲 + 方向
输出脉冲数		相对坐标规格: 00000000~7FFFFFFF 十六进制 (2147483647) 绝对坐标规格: 80000000~7FFFFFFF 十六进制 (-2147483647~2147483647)
原点搜索/复位		ORG (ORIGIN SEARCH): 用于执行原点搜索或按设定值复位
定位及速度控制指令		PLS2 (PULSE OUTPUT): 用于分别设定加速速率和减速速率进行梯形定位控制的输出脉冲 PULS (SET PULSES): 用于设定输出脉冲数 SPED (SPEED OUTPUT): 用于无加速或减速作用的输出脉冲 ACC (ACCELERATION CONTROL): 用于控制加速/减速速率 INI (MODE CONTROL): 用于停止脉冲输出
脉冲输出当前值储存区		AR 区字 脉冲输出 0: A276 (低 4 位数) 和 A277 (高 4 位数) 脉冲输出 1: A278 (低 4 位数) 和 A279 (高 4 位数) 作为公共处理的一部分, 当前值将被每次循环更新 可用 PRV 指令 (HIGH-SPEED COUNTER PV READ): 将脉冲输出的当前值读至指定的字

表 1-4 占空比可变的脉冲 (PWM) 输出功能

项 目	规 格
占空比	0%~100%, 设定单位 1%
频率	0.1~999.9 Hz, 设定单位 0.1 Hz
PWM 用指令	PWM (可变占空比的脉冲): 用于输出指定占空比的脉冲

从以上欧姆龙公司三种型号 CPU 单元的介绍中可以看出, 模块式 PLC 的 CPU 单元, 随型号的不同, 其功能有所不同, 例如, CJ1M-CPU23 型 CPU 单元可直接用于定位控制系统, 使得控制系统小巧且性能/价格比也较高。

各个公司的 PLC 产品, 其 CPU 单元的功能也有较大差别, 如德国西门子公司的 S7-400 系列 PLC, 具有功能逐步升级的多种级别的中央处理单元 (CPU), 一个中央控制器可包括多个 CPU (最多 4 个), 以加强其性能。

1.2.2 存储器

PLC 的存储器包括系统程序存储器、用户程序存储器及数据存储器。

1. 系统程序存储器

系统程序是永久存储的程序, 包括管理程序、标准子程序、调用程序、监控程序、检查程序, 以及用户指令解释程序, 一般存储在 ROM 或 EPROM 之中。

2. 用户程序存储器 (应用程序存储器)

用户程序是用户使用编程器输入的编程指令或用户使用编程软件由计算机下载的梯形图程序, 一般存储在随机存储器 RAM 中。用户数据一般也存放在 RAM 中, 这部分存储器称为数据存储器。为了防止 RAM 中的信息在掉电时丢失, 通常用后备锂电池做保护, 保存用户程序和用户数据。

有些 PLC, 如欧姆龙公司的 CPM1A 型整体式 PLC, 采用闪存作为内存后备, 保护用户程序和数据, 不需要后备锂电池。此外, 还使用超级电容作为内存后备, 可使数据内存 (读/写)、保持继电器、辅助记忆继电器, 以及计数器的信息保持 20D/25℃。C200H α 模块式 PLC, 可选用外置式 EEPROM 存储器盒, 其容量为 4~64 KB, 用以增加内置 RAM 的容量, EEPROM 存储器盒不需要后备锂电池。CJ1 系列模块式 PLC, 外置闪存卡容量可达 48MB。CJ1 系列中的 CJ1G/H 含有内置闪存, 其用户程序和参数区 (如 PLC 设置) 是自动备份和自动恢复的。

3. PLC 内置存储器容量的确定

PLC 通常以字 (16 b/B) 为单位来表示存储器容量。存储器容量的大小随 PLC 规模的大小而变化, PLC 的规模取决于用户系统的规模。PLC 通常分为小型机、中型机和大型机 3

种机型。PLC 的规模通常以输入和输出 (I/O) 点数来表示, 例如, 欧姆龙公司的 CPM1A 型整体式 PLC, 有 10 点、20 点、30 点和 40 点共 4 种机型。C200H α 系列模块式 PLC, I/O 最大点数从 640 点到 1184 点。

I/O 点数取决于用户系统的具体组成, 如按钮开关、行程开关、位置开关、波段开关、接近开关、光电开关, 以及拨码开关等属于输入元件, 其中, 位置开关占用 2 个输入点, 光电开关占用 2 个输入点, 拨码开关占用 4 个输入点, 1 刀 6 掷波段开关占用 6 个输入点, 其他开关各占用 1 个输入点。信号灯占用 1 个输出点。双线圈电磁阀占用 3 个输入点和 2 个输出点。需要正反向运行的交流异步电动机占用 5 个输入点和 2 个输出点。对于特殊功能单元, 随型号的不同, I/O 点数亦不同, 例如, 4 通道模拟量输入 (A/D) 单元占用 14 个输入点; 2 通道模拟量输出 (D/A) 单元占用 7 个输入点; 定位单元占用 20 个输入点和 24 个输出点。

计算出 I/O 总点数后, 考虑到控制系统在研制过程中可能增加控制功能, 还应该增加 30% 左右的备用量。有 5 种根据 I/O 总点数估算内存容量 (字数) 的经验公式, 其中的一种经验公式是:

$$M = K_m [(10 \times D_I) + (5 \times D_O) + (200 \times A_I)] \quad (1.1)$$

式中, M 为内存字数;

K_m 为每个节点所占内存字数;

D_I 为数字 (开关量) 输入点数;

D_O 为数字 (开关量) 输出点数;

A_I 为模拟量输入通道 (路) 数。

实际上, 内存容量还与用户编写程序的长度和编程人员的水平有关, 通常, 在估算出内存字数后, 再留出 25% ~ 30% 裕量。

如果有条件, 可在实验室中利用已有的设备, 通过调试完成控制系统 PLC 的编程, 从而获得准确的内存容量, 然后再购置 PLC。

1.2.3 输入/输出 (I/O) 单元

输入/输出单元是 PLC 与用户现场设备相互连接的接口, 输入单元接收需要输入到 PLC 的各种控制信号, 如按钮开关、行程开关、位置开关、波段开关、接近开关、光电开关, 以及拨码开关等元件的开关量信号, 可使用开关量输入单元接收这些开关量信号; 接收来自速度传感器和位置传感器的运动控制信号; 接收来自温度传感器、压力传感器、流量传感器、液位传感器、成分传感器, 以及相应变送器的过程控制信号。上述传感器及相应变送器发出的信号, 有的是脉冲信号, 如增量式旋转编码器发出的脉冲信号, 可使用高速计数单元接收脉冲信号; 有的是数字量信号, 如 10 位绝对值旋转编码器发出的 10 位格雷码数字信号, 可使用快速响应的开关量输入单元接收二进制格雷码数字信号; 有的是模拟信号, 如温度传感