

21世纪高等学校教材

可编程控制器 原理与实践教程

主编 王整风 谢云敏

上海交通大学出版社

可编程控制器原理与实践教程

主 编 王整风 谢云敏

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书较为系统地介绍了可编程控制器的基本组成、工作原理、基本指令、功能指令、程序设计方法、常用编程环节以及在工程中的应用。通过一些短小、易读、实用、有趣的工程应用小例子,使读者可在较短时间内掌握可编程控制器的编程应用。

本书第1、第2章介绍了可编程控制器的基本知识和工作原理;第3、第4、第5、第6章以三菱公司的FX系列可编程控制器为例,介绍了可编程控制器的编程元件与指令系统、梯形图的经验设计法、根据继电器电路图设计梯形图的方法、以顺序功能图为基础的顺序控制设计法以及系统设计与应用;第7章介绍了可编程控制器的联网通信基本知识;第8章介绍了欧姆龙可编程控制器的有关内容;第9章为实验内容,供读者实践练习之用。

本书可作为高等院校和高职高专院校电气工程类、机电一体化类、应用电子技术类专业学生的教学用书,也可作为工程技术人员自学和作为培训教材使用。

本书另配有电子教案(PPT格式)与书中全部习题的解答,供教材使用单位选用。联络邮箱:
baiwen_sjtu@126.com

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理与实践教程/王整风,谢云敏主编.
上海:上海交通大学出版社,2007
(21世纪高等院校教材系列)
ISBN 978-7-313-04685-7

I. 可... II. ①王... ②谢... III. 可编程序控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第010499号

可编程控制器原理与实践教程

王整风 谢云敏 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码:200030)

电话:64071208 出版人:韩建民

昆山市亭林印刷有限责任公司 印刷 全国新华书店经销

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.25 字数:422千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

印数:1-3 050

ISBN 978-7-313-04685-7/TP·667 定价:32.00元

版权所有 侵权必究

21 世纪高等学校教材

编审委员会

顾 问： 韩正之

执行主任： 百 文

副 主 任：	胡敬群	李湘梅	普杰信	靳全勤	蒋凤瑛
	冯 颖	张华隆	程全洲	潘群娜	陈树平
	徐祖茂	张红梅	宓一鸣	姜献峰	李 敏
	曹天守	闫洪亮	杨裕根	包奇金宝	刘克成
	戴 兵	张占山			

前 言

微机技术的应用已普及至整个人类生存的空间,正在迅速影响和改变着人们的生活。以微处理器技术为基础的可编程序控制器(Programmable Logic Controller 简称可编程控制器)也正在使工业自动化的进程加快。可编程控制器以其可靠性高、抗干扰能力强、使用简单、方便以及较好的性能价格等突出优点,目前已在工业控制应用领域中广泛应用,是现代工业自动控制的三大支柱之一。

可编程控制器是集自动控制、计算机和通信技术三者于一体的工业控制装置。广大工程技术人员已经认识到可编程控制器的优越性,并已引起对可编程控制器的高度重视。国内的一些高等院校已陆续将可编程控制器的应用引入教学。但由于可编程控制器各厂家生产的产品自成系列,相互之间兼容性差,给用户在短时间内掌握这门技术带来了诸多不便,尤其对一些急于掌握该技术的非电气专业技术人员更是如此。为方便读者学习,本书较为详细地介绍了可编程控制器的构成、工作原理及编程基本知识,以使读者尽快掌握可编程控制器的应用。

本书选择了日本三菱FX系列小型可编程控制器作为目标机型,叙述了可编程控制器的原理、应用及编程方法。同时也兼顾了各种类型可编程序控制的一般结构、原理和特点,以便读者在熟悉一种机型的基础上,对其余机型触类旁通。本书还介绍了欧姆龙可编程控制器及基本指令系统。为了方便教学,本书还配有实验内容,供实践教学环节使用。

本书由王整风、谢云敏主编,由段锦、苏波、许金福任副主编,参加编写的人员有王整风、谢云敏、段锦、苏波、许金福、韩莉、李良、曹哲等。刘敏绘制了书中所有插图。

由于时间仓促,加之我们水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,恳请广大读者和专家指正。

编 者

2006年11月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 可编程控制器的产生	1
1.2 可编程控制器的特点和应用范围	3
1.3 可编程控制器的发展趋势	6
1.4 本章小结	7
第 2 章 可编程控制器的组成和工作原理	8
2.1 可编程控制器的基本组成	8
2.2 可编程控制器的工作原理	13
2.3 可编程控制器的编程语言	17
2.4 可编程控制器的一般技术指标	20
2.5 可编程控制器的分类	22
2.6 本章小结	24
第 3 章 基本逻辑指令	25
3.1 概述	25
3.2 FX _{2N} 系列可编程控制器的编程元件	25
3.3 输入/输出指令(LD / LDI / OUT)	31
3.4 触点串联指令(AND / ANI)	32
3.5 触点并联指令(OR / ORI)	34
3.6 串联电路块的并联指令(ORB)	35
3.7 并联电路块的串联指令(ANB)	37
3.8 多重输出电路指令(MPS/MRD/MPP)	38
3.9 自保持与解除指令(SET/RST)	42
3.10 空操作指令(NOP)	44
3.11 脉冲输出指令(PLS/PLF)	45
3.12 定时器/计数器指令(T/C)	46
3.13 主控触点指令(MC/MCR)	52
3.14 步进指令	55
3.15 本章小结	60

第 4 章 功能指令	63
4.1 功能指令概述	64
4.2 程序流控制指令(FNC00~FNC09)	67
4.3 传送和比较指令(FNC10~FNC19)	72
4.4 四则运算及逻辑运算指令(FNC20~FNC29)	77
4.5 循环移位指令	82
4.6 数据处理指令(FNC40~FNC49)	85
4.7 高速处理指令(FNC50~FNC59)	88
4.8 方便指令(FNC60~FNC69)	94
4.9 外部 I/O 设备指令(FNC70~FNC79)	99
4.10 本章小结	103
第 5 章 可编程控制器软件设计基础	104
5.1 可编程控制器系统设计概述	104
5.2 软件设计内容	107
5.3 可编程控制器程序设计步骤	110
5.4 程序设计标准	112
5.5 可编程控制器应用程序的设计方法	113
5.6 常用基本环节编程	118
5.7 本章小结	134
第 6 章 可编程控制器系统设计及应用	137
6.1 可编程控制器系统设计的基本原则和步骤	137
6.2 可编程控制器应用举例	139
6.3 本章小结	150
第 7 章 可编程控制器的通信及网络	152
7.1 通信网络的基础知识	152
7.2 三菱可编程控制器的通信网络	164
7.3 CC-Link 开放式现场总线网	166
7.4 Q 主站 CC-Link 网络应用实例	177
7.5 本章小结	185
第 8 章 欧姆龙可编程控制器及基本指令系统	186
8.1 CPM2A 的继电器配置	186

8.2 基本逻辑指令及其编程方式	190
8.3 定时器/计数器指令	200
8.4 控制转移类指令	206
8.5 数据传送指令	207
8.6 数据比较指令	208
8.7 寄存器移位指令	208
8.8 四则运算指令	211
8.9 逻辑运算指令	214
8.10 数据变换指令	215
第 9 章 实验	218
实验 1 与或非逻辑功能实验	218
实验 2 定时器/计数器功能实验	219
实验 3 装配流水线控制的模拟	221
实验 4 三相异步电动机的 Y/ Δ 换接起动控制	225
实验 5 LED 数码显示控制	228
实验 6 五相步进电动机控制的模拟	231
实验 7 十字路口交通灯控制的模拟	234
实验 8 液体混合装置控制的模拟	237
实验 9 电梯控制系统的模拟	240
实验 10 四节传送带的模拟	249
附录 FX2 系列的特殊软元件	255
参考文献	266

第1章 概述

可程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller)通常称为可编程控制器,英文缩写为 PLC 或 PC,是以微处理器为基础,综合计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来的一种通用的工业自动控制装置。它具有体积小、功能强、程序设计简单、灵活通用、维护方便等优点,特别是它的高可靠性和较强的恶劣工业环境适应能力更是得到用户的好评。它将传统的继电器控制技术和现代计算机信息处理技术的优点结合起来,成为工业自动化领域中最重要、应用最多的控制设备。目前已广泛应用于冶金、能源、化工、交通、电力等行业,并已跃居现代工业控制三大支柱(PLC、机器人和 CAD/CAM)的首位。

1.1 可编程控制器的产生

1.1.1 可编程控制器的一般概念

可编程控制器是在继电器控制和计算机技术的基础上开发出来的,在可编程控制器问世以前,工业控制领域中以继电器控制技术占主导地位。

用继电器控制的系统中,要完成一个任务,需有导线接入设备(按钮、控制开关、限位开关、传感器等)与用若干中间继电器、时间继电器、计数继电器等组成的具有一定逻辑功能的控制电路相连接,然后通过输出设备(接触器、电磁阀等执行系统)去控制被控对象的动作或运行。这种控制系统称作接线控制系统,所实现的逻辑称为布线逻辑,即输入对输出的控制作用是通过“接线路序”来实现的。如图 1-1 为继电器逻辑控制系统框图。这种控制系统由于其结构简单易懂,在工业控制领域中被长期广泛使用,但由于其设备体积大、耗电多、可靠性差、寿命短、运行速度不高、通用性和灵活性差,已不能满足现代化生产过程中生产工艺复杂多变的控制要求。

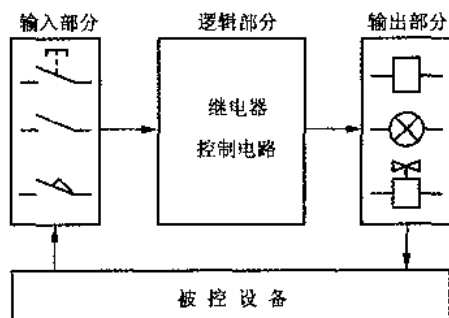


图 1-1 继电器逻辑控制系统框图

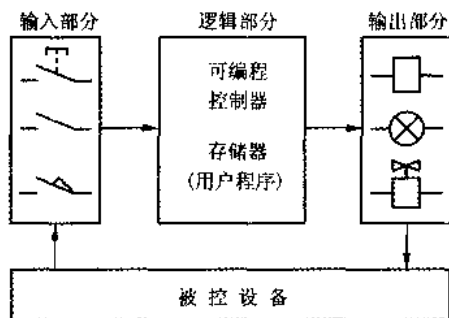


图 1-2 可编程控制器控制系统框图

随着电子技术的高速发展,集计算机、仪器仪表、电器控制“三电”于一身的可编程控制器在概念、设计、性能价格以及应用领域等方面都有了全新的突破。它将传统的“硬”接

线程序控制方式转换为存储程序控制方式,即通过事先编制好并存储于程序存储器中的用户程序来完成控制功能,而控制要求改变时,只需修改存储器中的用户程序的部分语句即可。如图 1-2 为可编程控制器控制系统框图。

可编程控制器自问世以来,以其可靠性高、抗干扰能力强、组合灵活、编程简单、维护方便等独特优势被日趋广泛地应用于国民经济的各个控制领域,其应用深度和广度已成为一个国家工业先进水平的重要标志。

1.1.2 可编程控制器的产生和发展过程

可编程控制器产生于 20 世纪 60 年代末期,当时美国的汽车制造业竞争十分激烈,各生产厂家为适应市场需求不断更新汽车型号,要求相应的加工生产线亦随之改变,整个继电器顺序控制系统也就要重新设计和配置。这样不但造成设备的浪费,而且新系统的接线也十分费时。为了尽可能减少重新设计继电器控制系统和接线所需的成本和时间,1968 年美国最大的汽车制造商——通用汽车公司(GM)向全球招标开发研制新型的工业控制装置以取代继电器控制装置,特定 10 项招标的技术要求,即:

- (1) 编程简单方便,可在现场修改程序。
- (2) 硬件维护方便,采用插件式结构。
- (3) 可靠性要高于继电器控制装置。
- (4) 体积小于继电器控制装置。
- (5) 可将数据直接送入管理计算机。
- (6) 成本上可与继电器控制装置竞争。
- (7) 输入可以是交流 115V。
- (8) 输出为交流 115V, 2A 以上,能直接驱动电磁阀。
- (9) 扩展时,原有系统只需做很小的改动。
- (10) 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4KB。

1969 年美国数字设备公司(DEC)根据这些招标技术指标,研制了第一台可编程控制器,投入通用汽车公司的生产线过程控制系统中,取得了极佳的效果,从此开创了可编程控制器的新纪元。

1971 年,日本从美国引进了这项新技术,并很快研制成了日本第一台可编程控制器。1973 年,当时的西德和法国也研制出了自己的可编程控制器并在工业领域开始应用。我国从 1974 年开始研制,并于 1977 年开始工业应用。

由于早期的可编程控制器是用来取代继电器控制的,其控制功能主要是逻辑运算、计时、计数等顺序控制,因此人们称之为可编程序逻辑控制器,简称为 PLC 或 PC。

20 世纪 70 年代末到 80 年代初,随着微电子技术的发展,微处理技术日趋成熟,使可编程控制器的处理速度大为提高,同时增加了许多特殊的功能,如:数值运算、函数运算、查表等,使得可编程控制器不仅可以进行逻辑控制,而且还可以对模拟量进行控制。因此,美国电器制造商协会 NEMAC(National Electrical Manufacturers Association)将其正式命名为 PC(Programmable Controller)。

1.1.3 可编程控制器的定义

进入 20 世纪 80 年代后,随着大规模和超大规模集成电路技术的迅猛发展,以 16 位和 32 位微处理器构成的微机化可编程控制器得到了惊人的发展,使之在概念、设计、性能价格比等方面有了重大突破。可编程控制器具有了高速计数、中断技术、PID(比例积分微分调节器)控制等功能,同时联网通信能力也得到了加强,这些都使得可编程控制器的应用范围和领域不断扩大。

为使这一新型的工业控制装置的生产和发展规范化,国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了可编程控制器标准草案的第一稿,1985 年 1 月又发表了第二稿,1987 年 2 月颁布了第三稿,在其中对可编程控制器作了如下定义:

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在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命令,并通过数字式、模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关的设备,都应按易于与工业控制系统联成一个整体,易于扩充功能的原则而设计。”

值得注意的是,目前国内对可编程控制器的简称用英文缩写表示有两种:一是 PLC,二是 PC。因为个人计算机的简称也是 PC(Personal Computer),有时为了避免混淆,人们习惯上仍将可编程控制器称为 PLC(尽管这是早期的名称)。为此,本书对可编程控制器采用 PLC 的称呼。

1.2 可编程控制器的特点和应用范围

1.2.1 可编程控制器的主要特点

由于工业控制现场被控对象的多样性和复杂性,可编程控制器使用环境的特殊性和运行工作的连续长期性,使可编程控制器在设计上、结构上具有许多其他控制器无法比拟的特点。

1. 可靠性高,抗干扰能力强

这是 PLC 用户关心的首要问题。为了满足 PLC 专为在工业环境下应用的要求,PLC 采用了如下硬件和软件措施:

- (1) 光电耦合隔离和 RC 滤波器,有效地防止了各类电磁干扰信号的进入。
- (2) 采用内部电磁屏蔽,防止辐射干扰。
- (3) 采用优良的开关电源,防止电源线引入的干扰。
- (4) 具有良好的自诊断功能。可以对 CPU 等内部电路进行检测,一旦出错,立即报警。
- (5) 对程序及有关数据用电池供电进行后备,一旦电源断电或运行停止,有关状态及信息不会丢失。
- (6) 对采用的器件都进行严格筛选和老化处理,排除了因器件可靠性问题而造成的故障。
- (7) 采用了冗余技术进一步增强可编程控制器的可靠性。对于大型的 PLC,采用双 CPU 构成冗余系统,或三 CPU 构成表决式系统。

随着构成 PLC 的元器件自身性能的提高, PLC 整体的可靠性也在相应提高。一般 PLC 的平均无故障时间可达几万小时以上。某些 PLC 的生产厂家甚至宣布, 今后它生产的可编程控制器不再标明可靠性这一指标, 因为对可编程控制器来说这一指标已毫无意义了。经过大量实践人们发现 PLC 系统在使用中发生的故障, 大多是由于 PLC 的外部开关、传感器、执行机构引起的, 而不是 PLC 自身的问题产生的。

2. 通用性强, 使用方便

现在的 PLC 产品都已系列化和模块化了, PLC 配备有各种各样种类齐全的 I/O 模块和配套部件供用户选用, 可以很方便地搭建成满足不同控制要求的控制系统。用户不再需要自己设计和制作相应的硬件装置。在确定了 PLC 的硬件配置和 I/O 外部接线后, 用户所做的工作只是程序设计而已。

3. 程序设计简单, 易学易懂

PLC 是一种工业自动化控制装置, 其主要的使用对象是广大的电气技术人员。基于这种情况, PLC 生产厂家一般不采用微机所用的编程语言, 而是采用与继电器控制原理图非常相似的梯形图语言。工程技术人员学习和使用这种语言十分方便。这也是为什么 PLC 能迅速普及和推广的原因之一。

4. 采用先进的模块化结构, 系统组合灵活方便

PCL 的各个部件, 包括 CPU、电源、I/O 接口、I/O 通道(其中也包含特殊功能的 I/O)等均采用模块化设计, 由机架和电缆将各模块连接起来。系统的功能和规模可根据用户的实际需求自行组合, 这样便可实现用户要求的合理的性能价格比。

5. 系统设计周期短

由于系统硬件的设计任务仅是依据对象的要求配置适当的模块, 如同吃饭从菜单中点菜一样方便, 这就大大缩短了整个设计所花费的时间, 加快了整个工程设计的进度。

6. 安装简便, 调试方便, 维护工作量小

可编程控制器一般不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端子相连, 系统便可以投入运行, 安装接线工作量比继电器控制系统小得多。PLC 软件的设计和调试大都可以在实验室里进行, 用模拟实验开关代替输入信号, 其输出状态的观察可借助于 PLC 上面板的相应发光二极管的显示, 也可以另接输出模拟实验板。模拟调试完成后, 再将 PLC 控制系统安装到现场, 进行联机调试, 这样即方便又节省时间。由于 PLC 自身的故障率很低, 又有完善的自诊断能力和显示功能, 一旦发生故障可以根据 PLC 上发光二极管或编程器提供的信息, 迅速查明原因或直接找到发生故障的外围设备。如果是 PLC 自身的故障, 则可用更换模块的方法迅速排除故障。这样可以极大地提高维护的工作效率, 使故障对工业生产造成的影响降低到最低程度。

7. 对生产工艺改变适应性强, 可进行柔性生产

PLC 实质上是一种工业控制计算机, 其控制操作的功能是通过软件编程来确定的。当生产工艺发生变化时, 不必改变 PLC 硬件设备, 只需改变 PLC 中的用户程序。这对现代化的小批量、多品种产品的生产特别合适。

1.2.2 可编程控制器的应用范围

近年来,随着微处理器芯片及其有关元器件的价格大幅度下降,使得 PLC 成本也随之下降。与此同时,PLC 的性能却在不断完善,功能也在增多增强,应用领域也在逐渐拓宽,使得 PLC 的应用已由早期的开关逻辑控制扩大到工业控制的各个领域。根据 PLC 的特点,可以将应用形式归纳为如下几种类型。

1. 开关逻辑控制

这是 PLC 的最基本最广泛的应用领域。PLC 具有较强的逻辑运算能力,可以实现各种开关量从简单到复杂的逻辑控制。

2. 模拟量控制

在现代工业生产过程中,除必要的开关量和数字量外,还有许多连续变化的模拟量,如温度、压力、流量、液位等。而 PLC 内部所处理的量为数字量,为了能接受模拟量输入和输出模拟量信号,PLC 中配置有 A/D 和 D/A 转换模块,先将现场的温度、压力等模拟量经过 A/D 模块转换为数字量,再送入微处理器进行处理,微处理器处理过的数字量,又经 D/A 模块转换为模拟量,去控制被控对象,这样就可实现 PLC 对模拟量的控制。

3. 顺序(步进)控制

在工业控制中,用 PLC 实现顺序控制,可以用移位寄存器和步进指令编写程序。除此之外还可采用 IEC 规定的用于顺序控制的标准化语言——顺序功能图 SFC(Sequential Function Chart)编写程序,使得 PLC 在实现按照事件或输入状态的顺序,控制相应输出更加容易。

4. 定时控制

PLC 具有定时控制的功能,它可以为用户提供几个甚至上百个计时器,其计时的时间可由用户根据控制时间要求在编写用户程序时设定,定时时间长短可任意设定,也可由操作人员在工业现场通过编程器进行修改或重新设定,实现定时或延时的控制。通过编程即可以实现通电延时功能,也可实现断电延时功能。

5. 计数控制

计数控制也是控制系统不可缺少的,PLC 也同样为用户提供了几十甚至上百个计数器,实现对某些信号的计数功能。其设定方式如同定时器一样。可实现增计数控制,也可实现减计数控制;若用户需要对频率较高的信号进行跟踪计数,可选用高速计数模块。

6. 闭环过程控制

运用 PLC 不仅可以对模拟量进行开环控制,而且还可以进行闭环控制。现代大中型的 PLC 及部分小型的 PLC 配备有专门的 PID 控制模块。当控制过程中某一个变量出现偏差时,PLC 就按照 PID 算法计算出正确的输出去控制被控制量,把被控制量保持在整定值上。PLC 的 PID 控制已广泛地应用在洗煤、酿酒、反应堆、锅炉以及位置和速度等控制中。

7. 数据处理

现代 PLC 都具有数据处理的能力。它不仅能进行算术运算、数据传送,而且还能进行数

据比较、数据转换、数据显示和打印以及数据通信等。对于大中型 PLC 还可进行浮点运算、函数运算等。

8. 通信和联网

PLC 的控制已从早期的单机控制发展到了多机控制, 实现了工业自动化。现代的 PLC 一般都具有通信功能, 应用远程 I/O 模块可实现远程控制; 应用通信模块可实现 PLC 与 PLC、PLC 与计算机之间的通信。也可以构成“集中管理, 分散控制”的分布式控制系统(DCS 系统)。因此, PLC 是实现工业生产自动化的理想工业控制装置。

1.3 可编程控制器的发展趋势

1.3.1 向高速、大存储容量方向发展

随着信息技术的发展, 各种数据处理量越来越大, 要求处理信息的速度也越来越高, 这就使得 PLC 向着具有更高响应速度和更大的存储容量方向发展。如 GE 公司的 90 系列 331 以及欧姆龙公司的 C2000H 等机型处理信息速度可达 $0.4\text{ms}/(\text{K 步})$ 。在存储容量方面, 目前大型 PLC 可达到几十 KB 甚至更高。如西门子公司的 S5-155V 存储容量为 2MB。现在各 PLC 生产厂家都把 PLC 的扫描速度和存储容量作为重要的竞争指标, 以使生产出的 PLC 具有广泛的应用领域。

1.3.2 向多品种方向发展

为了满足各种不同控制要求并适应 PLC 市场的需求, 各生产厂家不断对其生产的 PLC 产品进行改进, 推出功能更强、结构更完善的新产品。

1. 采用模块化结构

由整体结构向小型模块化方向发展, 使系统配置更加方便灵活。

2. 开发更丰富的 I/O 模块

在增强 PLC 的 CPU 功能的同时, 不断推出新的 I/O 模块。例如: A/D 模块、D/A 模块、语音处理模块、高速计数模块、远程 I/O 模块、通信模块, 另外, 在模块上逐渐向智能化方向发展。因为模块本身就有微处理器, 这样, 模块 CPU 与 PLC 的主 CPU 并行工作, 使模块工作时占用主 CPU 的时间少, 有利于提高 PLC 的扫描速度。所有这些模块的开发和应用, 在提高 PLC 功能, 减小体积的同时, 也扩大了 PLC 的应用范围。

3. PLC 的规模向两端发展

近年来, 小型 PLC 的应用相当普遍, 超小型 PLC 的需求也日趋增多。据统计, 美国机床行业的 PLC 几乎占市场的 $1/4$ 。国外许多 PLC 厂家已研制开发出各种小型、超小型、微型 PLC, 如西门子公司的 S5-90V(I/O 点数为 14 点), System 公司的 AP41(I/O 点数仅为 9 点)。这些超小型机的开发在机电一体化潮流下, 将会发挥更大的作用。

在发展小型和超小型 PLC 的同时, 为适应大规模控制系统需求, 对大型的 PLC 除了向高速、大容量、高性能方向发展外, 还不断地将输入、输出的 I/G 点数增加。如 MIDICON

公司的 984-780, 984-785 的最大开关量输入输出点数为 16384, 这些大规模 PLC 可实现与主计算机联机, 完成对工厂生产管理和生产过程以及监控的集中管理。

4. 发展容错技术

为了更进一步提高系统的可靠性, 今后必须要发展容错技术, 如: 采用双 I/O 表决机构, 采用热备用等容错技术。

5. 增强通信网络功能

由于现代工业生产过程对控制系统的要求, 已不再局限于某些生产过程的自动化, 还要求工业生产过程能长期在最佳状态下运行, 这就要求将工业生产过程和信息管理自动化结合起来。增强 PLC 的通信联网功能就可以使 PLC 与 PLC 之间、PLC 与计算机之间通信, 实现一个分布式控制系统。

6. 实现软、硬件标准化

长期以来, PLC 的研制走的是专门化的道路, 使其在获得成功的同时也带来许多不便。例如: 各公司的 PLC 都有通信联网的能力, 但不同公司的 PLC 之间还无法通信联网。因此, 制定 PLC 的国际标准已是今后发展的趋势。从 1978 年起国际电工委员会 IEC 在其下设 TC165 的 SC65B 中专设 WGT 工作组制定 PLC 的国际标准, 到目前为止已颁布和制定的标准有:

1131—1: General Information (一般信息); 1131—2: Equipment Characteristics And Test Requirement (设备特性与测试要求); 1131—3: Programming Language (编程语言); 1131—4: User Guidelines(用户导则); 1131—5: MMS Companion Standard (制造信息规范伴随标准)。

国内于 1992 年成立了 PLC 标准委员会, 负责制定关于 PLC 的国家标准。

1.4 本章小结

本章介绍了可编程控制器的基本概念、产生和发展过程、特点和应用范围、发展趋势等。

在重点理解基本概念的基础上, 了解可编程控制的产生和发展过程, 对可编程控制器的主要特点: 可靠性高、抗干扰能力强、通用性强、使用方便、程序设计简单、易学易懂、系统组合方便应有一定的理解, 对工艺改变适应性强、可进行柔性生产等内容应熟悉其内在含义, 对可编程控制器应用范围, 尤其是开关逻辑控制、模拟量控制等应有一定深度的理解。应明确可编程控制器的发展趋势是朝着高速度、多功能、大容量、规模向两端发展、软硬件标准化等方向发展的。

思考与练习

1. 什么是可编程控制器?
2. 可编程控制器主要有哪些特点?
3. 举例说明可编程控制器目前的应用场合。
4. 简述 PLC 的发展概况和发展趋势。

第2章 可编程控制器的组成和工作原理

要正确地应用可编程控制器实现各种控制功能,应该先了解可编程控制器的基本理论知识。本章从可编程控制器的基本结构入手,重点介绍可编程控制器循环扫描的工作原理,并对可编程控制器的常用编程语言和一般技术指标加以讨论,以便对可编程控制器建立起整体的认识。

2.1 可编程控制器的基本组成

2.1.1 可编程控制器的系统结构

可编程控制器种类繁多,指令系统也存在一定程度上的差异,但是就其基本结构和组成原理而言,也都大同小异,其硬件结构与微机基本相同。PLC的实质就是工业控制计算机,属于过程控制计算机的一个分支。可编程控制器的主机由中央微处理器(CPU)、存储器(RAM、EPROM、E²PROM)、输入/输出(INPUT/OUTPUT)模块、外设 I/O 接口、I/O 通道接口、编程器及电源部分等组成。PLC 硬件构成及 PLC 系统结构分别如图 2-1 和图 2-2 所示。对于整体式 PLC 主要部件都在同一机壳内,对于 PLC 为模块式的机型,各功能单元可独立封装,构成模块,各模块通过框架或连接电缆组合在一起。编程器是可编程控制器的外围设备。

PLC 内的各部分或模块间均通过总线进行信息交换。总线根据其功能可分为电源总线、控制总线、地址总线和数据总线。根据实际应用中的工艺要求,配备不同的外部设备,可构成不同控制功能的 PLC 控制系统。常用的外部设备通常有编程器、盒式磁带机、打印机、EPROM 写入器等。PLC 也可以通过通信接口或通信模块实现 PLC 与 PLC 之间、PLC 与上位机之间的数据通信,构成 PLC 工业控制局域网或集散型控制系统。

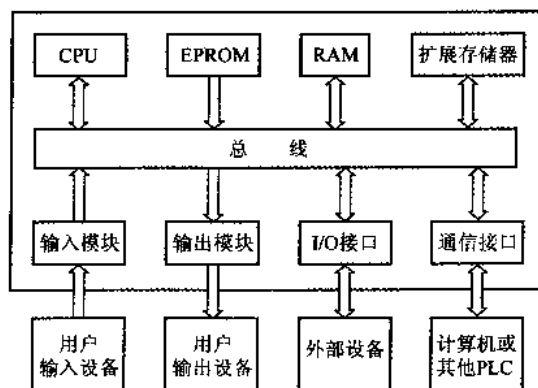


图 2-1 PLC 硬件构成

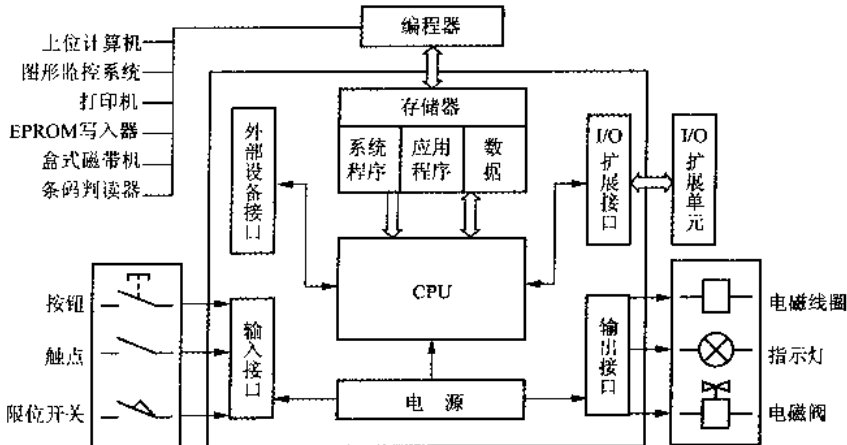


图 2-2 PLC 系统结构

2.1.2 可编程控制器各部分的功能

1. CPU(中央微处理器)

CPU 由控制器和运算器组成，它是 PLC 的运算和控制中枢，对整个 PLC 构成的控制系统而言，它起着主导核心作用。CPU 的主要任务是：

- (1) 诊断功能：诊断 PLC 电源、内部工作电路的工作状态和所存储的用户程序中的语法错误。
- (2) 接收并存储用户程序。
- (3) 以扫描方式接收现场输入装置输入的状态或数据，并存入相应的数据存储区。
- (4) 执行监控程序和用户程序，完成数据和信息的逻辑运算，产生相应的控制信号，完成用户指令规定的各种操作。
- (5) 响应各种外部设备(如编程器、上位机、打印机等)的工作请求。

可编程控制器采用的 CPU 随机型的不同，通常有单片机芯片、位片式微处理器和通用微处理器三种。一般来说，小型 PLC 大多采用 8 位微处理器或单片机作为 CPU，对于中型 PLC 大多采用 16 位微处理器或单片机作为 CPU，对于大型 PLC 大多采用位片式微处理器，有些厂家对其生产的大中型 PLC 采用了冗余技术，即采用双 CPU 或三 CPU 工作方式，进一步提高了系统的可靠性。采用冗余技术的 PLC 平均无故障工作时间可达几十万小时以上。

2. 存储器

PLC 的存储器可分为系统程序存储器和用户程序存储器，而用户程序存储器又包括用户程序存储区和用户数据存储区。

(1) 系统程序存储器通常采用 ROM 或 EPROM 芯片存储器。用于存放 PLC 生产厂商永久存储的程序和指令，称为监控程序。监控程序与 PLC 硬件组成和专用部件特性有关，用户不能访问和修改该存储器的内容。

(2) 用户程序存储区主要存放用户已编制好的程序或正在调试的应用程序。一般采用 EPROM 或 E²EPROM 存储器，用户可擦除重新编程。用户程序存储的容量一般就代表 PLC 的