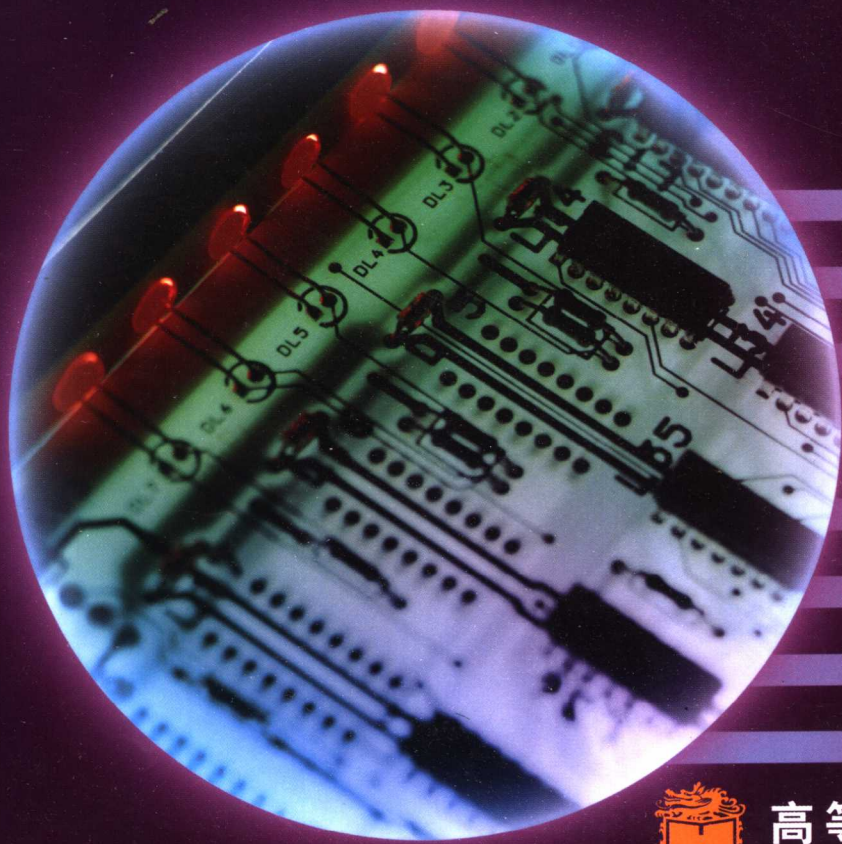




教育部 高职高专规划教材  
Jiaoyubu Gaozhi Gaozhuān Guihua Jiaocai

# 可编程控制器 应用技术

胡学林 编著



高等教育出版社

教育部高职高专规划教材

# 可编程控制器应用技术

胡学林 编著

高等教育出版社

## 内容提要

本书从工程应用的角度出发,以我国目前广泛应用的日本 OMRON(立石)公司的 SYSMAC-C 系列 P 型机和 CPM1A 为样机,突出应用性和实践性,重点讲述了小型可编程控制器的结构、工作原理、指令系统和编程规则,详细介绍了系统配置、通道分配及性能指标,并通过大量的、有针对性的工程实例,对工程上常用的 PLC 控制系统的设计思想、设计步骤、设计方法及调试方法,都进行了详尽的介绍。对 PLC 的网络系统也做了适当的介绍。本书附有习题和实验指导。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校工业电气自动化专业的教材,也适用于电气技术、机电一体化、计算机应用等相关专业。对于广大的电气工程技术人员,则是一本有价值的参考书和技术手册。

## 图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器应用技术/胡学林编著. —北京:高等教育出版社, 2001.8 (2004 重印)

教育部高职高专规划教材

ISBN 7-04-009960-8

I. 可… II. 胡… III. 可编程序控制器 - 高等学校: 技术学校 - 教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 037777 号

可编程控制器应用技术

胡学林 编著

出版发行 高等教育出版社  
社 址 北京市西城区德外大街 4 号  
邮政编码 100011  
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588  
免费咨询 800-810-0598  
网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所  
印 刷 中国青年出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16  
印 张 20  
字 数 480 000

版 次 2001 年 8 月第 1 版  
印 次 2004 年 4 月第 3 次印刷  
定 价 25.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

## 出版说明

教材建设工作是整个高职高专教育教学工作中的重要组成部分。改革开放以来,在各级教育行政部门、学校和有关出版社的共同努力下,各地已出版了一批高职高专教育教材。但从整体上看,具有高职高专教育特色的教材极其匮乏,不少院校尚在借用本科或中专教材,教材建设仍落后于高职高专教育的发展需要。为此,1999年教育部组织制定了《高职高专教育基础课程教学基本要求》(以下简称《基本要求》)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(以下简称《培养规格》),通过推荐、招标及遴选,组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师,成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍,并在有关出版社的积极配合下,推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种,用5年左右时间完成。出版后的教材将覆盖高职高专教育的基础课程和主干专业课程。计划先用2~3年的时间,在继承原有高职、高专和成人高等学校教材建设成果的基础上,充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验,解决好新形势下高职高专教育教材的有无问题;然后再用2~3年的时间,在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,通过研究、改革和建设,推出一大批教育部高职高专教育教材,从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

“教育部高职高专规划教材”是按照《基本要求》和《培养规格》的要求,充分汲取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用型专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的,适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校使用。

教育部高等教育司

2000年4月3日

## 前言

可编程控制器(简称 PLC 或 PC)是以微处理器为核心,将微型计算机技术、自动化技术及通信技术融为一体的一种新型的高可靠性的工业自动化控制装置。它具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单、使用方便、易于扩展等优点,被广泛地应用在各行各业的生产过程自动控制中,正在迅速地改变着工厂自动控制的面貌和进程,成为当今及今后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。因此专家认为,可编程控制器技术、计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)以及机器人技术,将成为工业生产自动化的三大支柱。

工业电气自动化专业是发展迅速的专业,新产品、新技术层出不穷,知识更新的速度非常快。为大力普及可编程控制器的应用,本书从工程应用的角度出发,以我国目前广泛应用的日本 OMRON(立石)公司的 SYSMAC-C 系列 P 型机为样机,突出应用性和实践性,重点讲述了小型可编程控制器的结构、工作原理、指令系统和编程规则,详细介绍了系统配置、通道分配及性能指标,并通过大量的、有针对性的工程实例,对工程上常用的 PLC 控制系统的设计思想、设计步骤、设计方法及调试方法,都进行了详尽的介绍。由于 PLC 产品的更新换代很快,OMRON 公司新机型 CPM1A 已经进入中国市场,而有关其功能、通道分配及指令系统的介绍,尚未出现在各类教材中,因此专门增加了一章 SYSMAC 系列 CPM1A 型可编程控制器内容,各学校可根据具体情况选择讲授。考虑到可编程控制器控制规模的不断扩大,对 PLC 的网络系统也做了适当的介绍,可作为选学内容。

本书可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校工业电气自动化专业,也可适用于电气技术、机电一体化、计算机应用等相关专业。对于广大的电气工程技术人员,则是一本有价值的参考书和技术手册。

本书由长春工程学院张运波副教授主审,作者在此表示感谢。

由于作者水平所限,错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者

2000 年 12 月

# 目录

<b>第一章 可编程控制器概论</b> .....	1	<b>第二节 节省 I/O 点数的几种方法</b> .....	188
第一节 可编程控制器的产生 .....	1	<b>第三节 可编程控制器实际应用时的注意</b>	
第二节 可编程控制器的定义 .....	2	事项 .....	195
第三节 可编程控制器的分类 .....	3	习题 .....	202
第四节 可编程控制器应用范围 .....	7	<b>第六章 可编程控制器应用举例</b> .....	203
第五节 可编程控制器的发展趋势 .....	8	第一节 两种液体混合装置 .....	203
习题 .....	8	第二节 大电机的 Y- $\Delta$ 启动控制 .....	213
<b>第二章 可编程控制器的功能、结构</b>		第三节 十字路口交通信号灯控制 .....	215
<b>和工作原理</b> .....	10	第四节 机械手的步进控制 .....	219
第一节 可编程控制器的特点和主要功能 ..	10	第五节 三层电梯的自动控制 .....	223
第二节 可编程控制器的硬件组成 .....	16	第六节 全自动洗衣机的自动控制 .....	226
第三节 可编程控制器的软件及编程语言 ..	31	第七节 装卸料小车多方式运行控制 .....	232
第四节 可编程控制器的工作原理 .....	35	第八节 燃油锅炉控制系统 .....	242
习题 .....	45	第九节 纤维板热压机改造 .....	248
<b>第三章 SYSMAC-C 系列 P 型可编程</b>		习题 .....	253
<b>控制器</b> .....	46	<b>第七章 可编程控制器网络系统简介</b> ..	256
第一节 C 系列 P 型机概述 .....	46	第一节 下位连接系统 .....	257
第二节 C 系列 P 型机的系统配置 .....	48	第二节 同位连接系统 .....	262
第三节 C 系列 P 型机的指令系统和编程		第三节 上位连接系统 .....	269
<b>规则</b> .....	58	第四节 SYSMAC 网络连接系统 .....	274
第四节 常用基本程序举例 .....	94	习题 .....	276
习题 .....	100	<b>第八章 可编程控制器实验指导</b> .....	277
<b>第四章 SYSMAC 系列 CPM1A 型可编</b>		<b>实验一 编程器基本操作</b> .....	277
<b>程控制器</b> .....	107	<b>实验二 用可编程控制器控制交流电动机</b>	
第一节 CPM1A 的特点和功能 .....	107	<b>的正转、反转、停止</b> .....	296
第二节 CPM1A 的系统配置 .....	109	<b>实验三 用可编程控制器控制交通信号灯</b> ..	298
第三节 CPM1A 的指令系统与功能简介 ..	124	<b>实验四 用可编程控制器控制三条皮带</b>	
第四节 计算机辅助编程 .....	154	<b>输送机</b> .....	301
习题 .....	173	<b>实验五 用移位寄存器实现彩灯控制</b> .....	303
<b>第五章 可编程控制器的应用设计</b> .....	179	<b>附录 常用 PLC 型号与功能表</b> .....	306
第一节 可编程控制器控制系统设计的		<b>参考文献</b> .....	313
<b>基本原则和步骤</b> .....	179		

# 第一章 可编程控制器概论

可编程控制器(简称 PLC 或 PC),是随着现代社会生产的发展和科技进步,现代工业生产自动化水平的日益提高及微电子技术的飞速发展,在继电器控制的基础上产生的一种新型的工业控制装置,是将微型计算机技术、自动化技术及通信技术融为一体,应用到工业控制领域的一种高可靠性控制器,是当代工业生产自动化的重要支柱。

## 第一节 可编程控制器的产生

一种新型的控制装置,一项先进的应用技术,总是根据工业生产的实际需要而产生的。

在可编程控制器产生以前,以各种继电器为主要元件的电气控制线路,承担着生产过程自动控制的艰巨任务,可能由成百上千只各种继电器构成复杂的控制系统,需要用成千上万根导线连接起来,安装这些继电器需要大量的继电器控制柜,且占据大量的空间。当这些继电器运行时,又产生大量的噪音,消耗大量的电能。为保证控制系统的正常运行,需安排大量的电气技术人员进行维护,有时某个继电器的损坏,甚至某个继电器的触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。如果系统出现故障,要进行检查和排除故障是非常困难的,全靠现场电气技术人员长期积累的经验。尤其是在生产工艺发生变化时,可能需要增加很多的继电器或继电器控制柜,重新接线或改线的工作量极大,甚至可能需要重新设计控制系统。尽管如此,这种控制系统的功能也仅仅局限在能实现具有粗略定时、计数功能的顺序逻辑控制。因此,人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统,使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺要求。

1968年,美国通用汽车公司(GM)为改造汽车生产设备的传统控制方式,解决因汽车不断改型而重新设计汽车装配线上各种继电器的控制线路问题,提出了著名的十条技术指标在社会上招标,要求制造商为其装配线提供一种新型的通用控制器,它应具有以下特点:

1. 编程简单,可在现场方便地编辑及修改程序;
2. 价格便宜,其性能价格比要高于继电器控制系统;
3. 体积要明显小于继电器控制柜;
4. 可靠性要明显高于继电器控制系统;
5. 具有数据通信功能;
6. 输入可以是 AC 115 V。
7. 输出为 AC 115 V、2 A 以上。
8. 硬件维护方便,最好是插件式结构。
9. 扩展时,原有系统只需做很小改动。

10. 用户程序存储器容量至少可以扩展到 4 KB。

于是可编程控制器应运而生：1969 年，美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出世界上第一台可编程控制器，型号为 PDP-14，并在 GM 公司的汽车生产线上首次应用成功，取得了显著的经济效益。当时人们把它称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, 简称 PLC)。

随着微电子技术的发展，20 世纪 70 年代中期以来，由于大规模集成电路(LSI)和微处理器在 PLC 中的应用，使 PLC 的功能不断增强，它不仅能执行逻辑控制、顺序控制、计时及计数控制，还增加了算术运算、数据处理、通信等功能，具有处理分支、中断、自诊断的能力，使 PLC 更多地具有了计算机的功能。

可编程控制器这一新技术的出现，受到国内外工程技术界的极大关注，纷纷投入力量研制。第一个把 PLC 商品化的是美国的哥德公司(GOULD)，时间也是 1969 年，型号为 084。1971 年，日本从美国引进了这项新技术，研制出日本第一台可编程控制器 DSC-8。1973—1974 年，德国和法国也都相继研制出自己的可编程控制器，德国西门子公司(SIEMENS)于 1973 年研制出欧洲第一台 PLC，型号为 SIMATIC S4。我国从 1974 年开始研制，1977 年开始工业应用。

可编程控制器从产生到现在，尽管只有三十几年的时间，由于其编程简单、可靠性高、使用方便、维护容易、价格适中等优点，使其得到了迅猛的发展，在冶金、机械、石油、化工、纺织、轻工、建筑、运输、电力等部门得到了广泛的应用。

## 第二节 可编程控制器的定义

1980 年，美国电气制造商协会(NEMA)将可编程控制器正式命名为 Programmable Controller, 简称为 PC。

关于可编程控制器的定义，因其仍在不断的发展，所以国际上至今还未能对其下最后的定义。1980 年，NEMA 将可编程控制器定义为：“可编程控制器是一种带有指令存储器，数字的或模拟的输入/输出接口，以位运算为主，能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能，用于控制机器或生产过程的自动控制装置。”

1985 年 1 月，国际电工技术委员会(IEC)在颁布可编程控制器标准草案第二稿时，又对 PLC 作了明确定义：“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和顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字的或模拟的输入和输出接口，控制各种类型的机器设备或生产过程。可编程控制器及其有关设备的设计原则是它应按易于与工业控制系统连成一个整体和具有扩充功能。”

该定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”，它是一种计算机，是“专为工业环境下应用而设计”的工业控制计算机。

虽然可编程控制器简称为 PC，但它与近年来人们熟知的个人计算机(Personal Computer, 也简称为 PC)是完全不同的概念。为加以区别，国内外很多杂志以及在工业现场的工程技术人员，仍然把可编程控制器称为 PLC。为了照顾到这种习惯，在后续章节的介绍中，我们仍称



可编程控制器为 PLC。

### 第三节 可编程控制器的分类

可编程控制器具有多种分类方式，了解这些分类方式有助于 PLC 的选型及应用。

#### 一、根据 I/O 点数分类

PLC 的输入、输出点数表明了 PLC 可从外部接收多少个输入信号和向外部发出多少个输出信号，实际上也就是 PLC 的输入、输出端子数。根据 I/O 点数将 PLC 分为小型机、中型机和大型机。一般来说，点数多的 PLC，功能也相应较强。

##### 1. 小型机

I/O 点数(总数)在 256 点以下的，称为小型机，一般只具有逻辑运算、定时、计数和移位等功能，适用于小规模开关量的控制，可用它实现条件控制、顺序控制等。有些小型 PLC (如立石的 P 型机、三菱的 F1 系列、西门子的 S5-100U 等)，也增加了一些算术运算和模拟量处理等功能，能适应更广泛的需要。目前的小型 PLC 一般也具有数据通信等功能。

小型机的特点是价格低，体积小，适用于控制自动化单机设备，开发机电一体化产品。

##### 2. 中型机

I/O 点数在 256~1024 点之间的，称为中型机。它除了具备逻辑运算功能，还增加了模拟量输入/输出、算术运算、数据传送、数据通信等功能，可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。中型机的软件比小型机丰富，在已固化的程序内，一般还有 PID (比例、积分、微分) 调节，整数/浮点运算等功能模块。

中型机的特点是功能强，配置灵活，适用于具有诸如温度、压力、流量、速度、角度、位置等模拟量控制和大量开关量控制的复杂机械以及连续生产过程控制场合。

##### 3. 大型机

I/O 点数在 1024 点以上的，称为大型机。大型 PLC 的功能更加完善，具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能。大型机的内存容量超过 640 KB，监控系统采用 CRT 显示，能够表示生产过程的工艺流程、各种曲线、PID 调节参数选择图等，能进行中断控制、智能控制、远程控制等。

大型机的特点是 I/O 点数特别多，控制规模宏大，组网能力强，可用于大规模的过程控制，构成分布式控制系统或整个工厂的集散控制系统。

#### 二、根据结构形式分类

从结构上看，PLC 可分为整体式、模板式及分散式三种形式。

##### 1. 整体式

一般的小型机多为整体式结构。这种结构 PLC 的电源、CPU、I/O 部件都集中配置在一个箱体中，有的甚至全部装在一块印刷电路板上。

图 1-1 所示 OMRON 公司的 C40P 型机即为整体式结构。





行通信连接,由 CPU 集中指挥。

以上三种形式的可编程控制器的外观结构示意图如图 1-3 所示。

### 三、根据用途分类

#### 1. 用于顺序逻辑控制

早期的可编程控制器主要用于取代继电器控制电路,完成如顺序、联锁、计时和计数等开关量的控制,因此顺序逻辑控制是可编程控制器最基本的控制功能,也是可编程控制器应用最多的场合。比较典型的应用如自动电梯的控制、自动化仓库的自动存取、各种管道上的电磁阀的自动开启和关闭、皮带运输机的顺序启动、自动化生产线的多机控制等,这些都是顺序逻辑控制。要完成这类控制,不要求可编程控制器有太多的功能,只要有足够数量的 I/O 点即可,因此可选用低档的可编程控制器。

#### 2. 用于闭环过程控制

对于闭环控制系统,除了要用开关量 I/O 点实现顺序逻辑控制外,还要有模拟量的 I/O 点,以供采样输入和调节输出,实现过程控制中的 PID 调节,形成闭环过程控制系统。而中档的可编程控制器由于具有数值运算和处理模拟量信号的功能,可以设计出各种 PID 控制器。现在随着可编程控制器控制规模的增大,PLC 可控制的回路数已从几个增加到几十个甚至几百个,因此可实现比较复杂的闭环控制系统,实现对温度、压力、流量、位置、速度等物理量的连续调节。比较典型的应用如:连轧机的速度和位置控制、锅炉的自动给水、加热炉的温度控制等。要完成这类控制,不仅要求可编程控制器有足够数量的 I/O 点,还要有模拟量的处理能力,因此对 PLC 的功能要求高,根据能处理的模拟量的多少,至少应选用中档的可编程控制器。

#### 3. 用于多级分布式和集散控制系统

在多级分布式和集散控制系统中,除了要求所选用的可编程控制器具有上述功能外,还要求具有较强的通信功能,以实现各工作站之间的通信、上位机与下位机的通信,最终实现全厂自动化,形成通信网络。由于近期的 PLC 都具有很强的通信和联网功能,建立一个自动化工厂已成为可能。显然,能胜任这种工作的可编程控制器为高档 PLC。

#### 4. 用于机械加工的数控控制和机器人控制

机械加工行业也是 PLC 广泛应用的领域,可编程控制器与 CNC (Computer Numerical Control) 技术有机地结合起来,可以进行数值控制。由于 PLC 的处理速度不断提高和存储器容量的不断扩大,使 CNC 的软件不断丰富,用户对机械加工程序编制越来越方便。随着人工视觉等高新技术的不断完善,各种性能的机器人相继问世,很多机器人制造公司也选用 PLC 作为机器人的控制器,因此 PLC 在这个领域的应用也将越来越多。

### 四、根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多,每个厂家生产的 PLC,其点数、容量、功能各有差异,但都自成系列,指令及外设向上兼容,因此在选择 PLC 时若选择同一系列的产品,则可以使系统构成容易、操作人员使用方便,备品配件的通用性及兼容性好。比较有代表性的有:日本立石 (OMRON) 公司的 C 系列,三菱 (MITSUBISHI) 公司的 F 系列,东芝 (TOSHIBA) 公司的 EX 系

列, 美国哥德(GOULD)公司的 M84 系列, 美国通用电气(GE)公司的 GE 系列, 美国 A-B (Allen-Bradley)公司的 PLC-5 系列, 德国西门子(SIEMENS)公司的 S5 系列、S7 系列等。

## 第四节 可编程控制器应用范围

可编程控制器作为一种通用的工业控制器, 它可用于所有的工业领域。当前国内外已广泛地将可编程控制器成功地应用到机械、汽车、冶金、石油、化工、轻工、纺织、交通、电力、电信、采矿、建材、食品、造纸、军工、家电等各个领域, 并且取得了相当可观的技术经济效益。

下面我们列举一些可编程控制器的部分应用实例:

1. 电力工业: 输煤系统控制, 锅炉燃烧管理, 灰渣和飞灰处理系统, 汽轮机和锅炉的启停程序控制, 化学补给水、冷凝水和废水的程序控制, 锅炉缺水报警控制, 水塔水位远程控制等。

2. 机械工业: 数控机床, 自动装卸机, 移送机械, 工业用机器人控制, 自动仓库控制, 铸造控制, 热处理, 输送带控制, 自动电镀生产线程序控制等。

3. 汽车工业: 移送机械控制, 自动焊接控制, 装配生产线控制, 铸造控制, 喷漆流水线控制等。

4. 钢铁工业: 加热炉控制, 高炉上料、配料控制, 钢板卷取控制, 飞剪控制, 料场进料、出料自动分配控制, 包装和搬运控制, 翻砂造型控制等。

5. 化学工业: 化学反应槽批量控制, 化学水净化处理, 自动配料, 化工流程控制, 汽囊硫化机控制, 煤气燃烧控制, V带单鼓成型机控制等。

6. 食品工业: 发酵罐过程控制, 配比控制, 净洗控制, 包装机控制, 搅拌控制等。

7. 造纸工业: 纸浆搅拌控制, 抄纸机控制, 卷取机控制等。

8. 轻工业: 玻璃瓶厂炉子配料及自动制瓶控制, 注塑机程序控制, 搪瓷喷花控制, 制鞋生产线控制, 啤酒瓶贴标机控制等。

9. 纺织工业: 手套机程序控制, 落纱机控制, 高温高压染缸群控, 羊毛衫针织横机程控等。

10. 建材工业: 水泥生产工艺控制, 水泥配料及水泥包装等。

11. 公用事业: 大楼电梯控制, 大楼防灾机械控制, 剧场、舞台灯光控制, 隧道排气控制, 新闻转播控制等。

12. 交通运输业: 电动轮胎起重机控制, 交通灯控制, 汽车发电机力矩和转速校验, 电梯控制等。

13. 木材加工: 单板干燥机控制, 人造板生产线控制, 胶板热压机控制等。

通过以上介绍, 我们看到了可编程控制器应用的发展速度之快, 应用范围之广。PLC 控制技术代表了当今电气控制技术的世界先进水平, 它已与 CAD/CAM、工业机器人并列为工业自动化的三大支柱。

## 第五节 可编程控制器的发展趋势

随着 PLC 技术的推广、应用, PLC 将进一步向以下几个方向发展:

### 1. 系列化、模板化

每个生产 PLC 的厂家几乎都有自己的系列化产品, 同一系列的产品指令向上兼容, 扩展设备容量, 以满足新机型的推广和使用。要形成自己的系列化产品, 以便与其它 PLC 生产厂家竞争, 就必然要开发各种模板, 使系统的构成更加灵活、方便。一般的 PLC 可分为主模板、扩展模板、I/O 模板以及各种智能模板等, 每种模板的体积都较小, 相互连接方便, 使用更简单, 通用性更强。

### 2. 小型机功能强化

从可编程控制器出现以来, 小型机的发展速度大大高于中、大型 PLC。随着微电子技术的进一步发展, PLC 的结构必将更为紧凑, 体积更小, 而安装和使用更为方便。有的小型机只有手掌大小, 很容易用其制成机电一体化产品。有的小型机的 I/O 可以以点为单位由用户配置、更换或维修。很多小型机不仅有开关量 I/O, 还有模拟量 I/O, 高速计数器, 高速直接输出, PWM 输出等。一般都有通信功能, 可联网运行。

### 3. 中、大型机高速度、高功能、大容量

随着自动化水平的不断提高, 对中、大型机处理数据的速度要求也越来越高, 在三菱公司 AnA 系列的 32 位微处理器 M887788 中, 在一块芯片上实现了 PLC 的全部功能, 它将扫描时间缩短为每条基本指令  $0.15 \mu\text{s}$ 。OMRON 公司的 CV 系列, 每条基本指令的扫描时间为  $0.125 \mu\text{s}$ 。而 SIEMENS 公司的 TI555 采用了多微处理器, 每条基本指令的扫描时间为  $0.068 \mu\text{s}$ 。

在存储器的容量上, OMRON 公司的 CV 系列 PLC 的用户存储器容量为 64 K 字, 数据存储器容量为 24 K 字, 文件存储器容量为 1 M 字。

所谓高功能是指具有: 函数运算和浮点运算, 数据处理和文字处理, 队列、矩阵运算, PID 运算及超前、滞后补偿, 多段斜坡曲线生成, 处方、配方、批处理, 菜单组合的报警模板, 故障搜索、自诊断等功能。

美国 A - B 公司的 Controlview 软件, 支持 Windows NT, 能以彩色图形动态模拟工厂的运行情况, 允许用户用 C 语言开发程序。

### 4. 低成本

随着新型器件的不断涌现, 主要部件成本的不断下降, 在大幅度提高 PLC 功能的同时, 也大幅度降低了 PLC 的成本。同时, 价格的不断降低, 也使 PLC 真正成为继电器的替代物。

### 5. 多功能

PLC 的功能进一步加强, 以适应各种控制需要。同时, 计算、处理功能的进一步完善, 使 PLC 可以代替计算机进行管理、监控。智能 I/O 组件也将进一步发展, 用来完成各种专门的任务如: 位置控制、温度控制、中断控制、PID 调节、远程通信、音响输出等。

### 习题

1-1 可编程控制器是如何产生的?

- 1-2 整体式 PLC 与模板式 PLC 各有什么特点？
- 1-3 可编程控制器如何分类？
- 1-4 列举可编程控制器可能应用的场合。
- 1-5 说明当代可编程控制器的发展动向是什么？

## 第二章 可编程控制器的功能、结构和工作原理

### 第一节 可编程控制器的特点和主要功能

#### 一、可编程控制器的一般特点

可编程控制器的种类虽然千差万别,但为了在工业环境中使用,它们都有许多共同的特点:

##### 1. 抗干扰能力强,可靠性极高

工业生产对电气控制设备的可靠性的要求是非常高的,它应具有很强的抗干扰能力,能在很恶劣的环境下(如温度高、湿度大、金属粉尘多、距离高压设备近、有较强的高频电磁干扰等)长期连续可靠地工作,平均无故障时间(Mean Time Between Failures,缩写为 MTBF)长,故障修复时间短。而 PLC 是专为工业控制设计的,能适应工业现场的恶劣环境。可以说,没有任何一种工业控制设备能够达到可编程控制器的可靠性。在 PLC 的设计和制造过程中,采取了精选元器件及多层次抗干扰等措施,使 PLC 的平均无故障时间 MTBF 通常在 5 万小时以上,有些 PLC 的平均无故障时间可以达到几十万小时以上,如三菱公司的 F1、F2 系列 PLC 的 MTBF 可达到 30 万小时,有些高档机的 MTBF 还要高得多,这是其它电气设备根本做不到的。

绝大多数的用户都将可靠性作为选取控制装置的首要条件,因此 PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。

在硬件方面,首先是选用优质器件,采用合理的系统结构,加固简化安装,使它能抗振动冲击。对印刷电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施。对于工业生产中最常见的瞬间强干扰,主要采用隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般都用光电耦合器传递信号,作到电浮空,使 CPU 与外部电路完全切断了电的联系,有效地抑制了外部干扰对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中,还设置多种滤波电路,除了采用常规的模拟滤波器(如 LC 滤波和  $\pi$  型滤波)外,还加上了数字滤波,以消除和抑制高频干扰,同时也削弱了各种模板之间的相互干扰。用集成电压调整器对微处理器的 +5 V 电源进行调整,以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。在 PLC 内部还采用了电磁屏蔽措施,对电源变压器、CPU、存储器、编程器等主要部件采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽,以防外界干扰。

在软件方面,PLC 也采取了很多特殊措施,设置了监视内部定时器 WDT (Watching Dog Timer),系统运行时对 WDT 定时刷新,一旦程序出现死循环,使之能立即跳出,重新启动并发出报警信号。还设置了故障检测及诊断程序,用以检测系统硬件是否正常,用户程序是否正



确,便于自动地做出相应的处理,如报警、封锁输出、保护数据等。当 PLC 检测到故障时,立即将现场信息存入存储器,由系统软件配合对存储器进行封闭,禁止对存储器的任何操作,以防存储信息被破坏。这样,一旦检测到外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的程序工作。

这些有效的措施,保证了可编程控制器的高可靠性。

## 2. 编程方便

可编程控制器的设计是面向工业企业中一般电气工程技术人员,它采用易于理解和掌握的梯形图语言,以及面向工业控制的简单指令。这种梯形图语言既继承了传统继电器控制线路的表达形式(如线圈、触点、动合、动断),又考虑到工业企业中的电气工程人员的读图习惯和微机应用水平。因此,梯形图语言对于企业中熟悉继电器控制线路图的电气工程技术人员是非常亲切的,它形象、直观,简单、易学,尤其是对于小型 PLC 而言,几乎不需要专门的计算机知识,只要进行短暂几天甚至几小时的培训,就能基本掌握编程方法。因此,无论是在生产线的设计中,还是在传统设备的改造中,电气工程技术人员都特别欢迎和愿意使用 PLC。

## 3. 使用方便

虽然 PLC 种类繁多,由于其产品的系列化和模板化,并且配有品种齐全的各种软件,用户可灵活组合成各种规模和要求不同的控制系统,用户在硬件设计方面,只是确定 PLC 的硬件配置和 I/O 通道的外部接线。在 PLC 构成的控制系统中,只需在 PLC 的端子上接入相应的输入、输出信号即可,不需要诸如继电器之类的固体电子器件和大量繁杂的硬接线电路。在生产工艺流程改变、生产线设备更新、系统控制要求改变,需要变更控制系统的功能时,一般不必改变或很少改变 I/O 通道的外部接线,只要改变存储器中的控制程序即可,这在传统的继电器控制时是很难想象的。PLC 的输入、输出端子可直接与交流 220 V、直流 24 V 等强电相连,并有较强的带负载能力。

在 PLC 运行过程中,在 PLC 的面板上(或显示器上)可以显示生产过程中用户感兴趣的各种状态和数据,使操作人员做到心中有数,即使在出现故障甚至发生事故时,也能及时处理。

## 4. 维护方便

PLC 的控制程序可通过编程器输入到 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改,还能对 PLC 的工作进行监控,使得 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力,能随时检查出自身的故障,并显示给操作人员,如 I/O 通道的状态、RAM 的后备电池状态、数据通信异常、PLC 内部电路异常等信息。正是通过 PLC 的这种完善的诊断和显示能力,当 PLC 机或外部的输入装置及执行机构发生故障时,使操作人员能迅速检查、判断故障原因,确定故障位置,以便采取迅速有效的措施。如果是 PLC 本身故障,在维修时只需要更换插入式模板或其它易损件即可,既方便又减少了影响生产的时间。

有人曾预言,将来自动化工厂的电气工人,将一手拿着螺丝刀,一手拿着编程器。这也是可编程控制器得以迅速发展和广泛应用的重要因素之一。

## 5. 设计、施工、调试周期短

用可编程控制器完成一项控制工程时,由于其硬、软件齐全,设计和施工可同时进行。由于用软件编程取代了继电器硬接线实现控制功能,使得控制柜的设计及安装接线工作量大为减