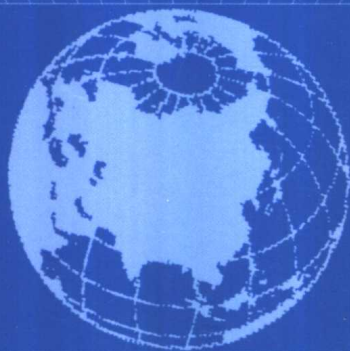


高校计算机教学系列教材

# 可编程序控制器原理及应用教程

李树雄 主编

李全利 主审



北京航空航天大学出版社

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

高校计算机教学系列教材

# 可编程序控制器 原理及应用教程

李树雄 主编  
李全利 主审

北京航空航天大学出版社

## 内容简介

本书以日本松下电工 FP1 为背景介绍可编程控制器(PLC)的结构组成、工作原理、指令系统、特殊功能及高级模块、编程软件使用、PLC 的程序设计及应用举例。此外,为便于非自动化专业教学,将继电器控制系统做了较详细的介绍,以解决与先修课的衔接。本书在松下 FP1 基础上,还介绍了日本 OMRON、三菱 F1 型和德国西门子 S7-200 型 PLC。本书系统性强,由浅入深,通俗易懂,各章配有小结和习题,适于自学。

本书可作为高等院校有关专业的教材,也可作 PLC 培训班的教材和从事 PLC 应用开发技术人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理及应用教程/李树雄主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2003.9

ISBN 7-81077-018-7

I. 可… II. 李… III. 可编程控制器—高等学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 044853 号

### 可编程控制器原理及应用教程

李树雄 主编

李全利 主审

责任编辑 王建新 许传安

\*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

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

E-mail: bhpress@263.net

河北省涿州市新华印刷厂印装 各地书店经销

\*

开本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:454 千字

2003 年 9 月第 1 版 2003 年 9 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-018-7 定价:25.00 元



## 总 前 言

科教兴国,教育先行,在全国上下已形成共识。在教育改革过程中,出现了多渠道、多形式、多层次办学的局面。同时,政府逐年加大教育的投入力度。教育发展了,才能有效地提高全民族的文化、科学素质,使我们中华民族屹立于世界民族之林。

计算机科学与技术的发展日新月异,其应用领域迅速扩展,几乎无处不在。社会发展的需求,促使计算机教育生气蓬勃。从普通高校的系统性教学,到远距离的电视、网上教学;从全面讲述,到不同应用领域的、星罗棋布的培训班;从公办的到民办的;从纸介教材到电子教材等等,可以说计算机教学异彩纷呈。要进行教学,就必须有教材。

面对我们这么大的国家和教学形势,在保证国家教学基本要求的前提下,应当提倡教材多样化,才能满足各教学单位的需求,使他们形成各自的办学风格和特色。为此,我们组织北京工业大学、北京航空航天大学、北京理工大学、南开大学、天津工业大学等高校的有丰富教学经验的教师编写了计算机教学系列教材,将陆续与师生见面。

系列教材包括以下各项。

(一) 基础理论:离散数学。

(二) 技术基础:电路基础与模拟电子技术;数字逻辑基础;计算机组成与体系结构;计算机语言(拼盘,选择使用),包括 C++ 程序设计基础、Visual Basic 程序设计基础、Matlab 程序设计基础、Java 程序设计基础、Delphi 语言基础、汇编语言基础等;数据结构;计算机操作系统基础;计算方法基础;微机与接口技术;数据库技术基础等。

(三) 应用基础:计算机控制技术;网络技术;软件工程;多媒体技术等。

(四) 技术基础扩展:编译原理与编译构造;知识工程——网络计算机环境下的知识处理等。

(五) 应用基础扩展:计算机辅助设计;单片机实用基础;图像处理基础;传感器与测试技术;计算机外设与接口技术等。

本系列教材主要是针对计算机教学编写的,供普通高校、社会民办大学、高等职业学校、业余大学等计算机专业本科或专科选用。其中一部分也适合非计算机专业本科教学使用。在这些教材的内容简介或前言中对使用范围均作了说明。

本系列教材在编写时,注重以下几点:(1) 面对计算机科学与技术动态发展的现实,在内容上应具有前瞻性;(2) 面对学以致用,既有系统的基础知识,又具有应用价值的实用性;(3) 具有科学性、严谨性。另外,力求排版紧凑,使有限的版面具有最大的信息量,以使读者得到实惠。

能否实现这些愿望,只有师生在教学实践中评价。我们期望得到师生的批评和指正。

高校计算机教学系列教材编委会

253154/12



## 高校计算机教学系列教材编委会成员

主 任:赵沁平

副 主 任(常务):陈炳和

顾 问:麦中凡

委 员(以姓氏笔划为序):

吕景瑜(北工大教授)

乔少杰(社长,副教授)

麦中凡(北航教授,教育部工科计算机基础教学指导委员会副主任、中专计算机  
教学指导委员会顾问)

苏开娜(北工大教授)

陈炳和(北工大教授)

张鸿宾(北工大博导)

郑玉明(北工大副教授)

金茂忠(北航博导)

赵沁平(北航博导,国务院学位办主任)



## 前 言

可编程序控制器(PLC)是一种以微处理器为核心,带有指令存储器和输入、输出接口,将自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。在短短几十年中发展异常迅猛,制造成本不断下降,功能却大大增强。

近20年来,可编程序控制器在我国已获得了极其广泛的应用,不仅在国家重大工程项目,如宝钢、秦川电站可看到PLC的身影,而且应用领域已遍及各大、中、小型企业。在汽车生产线、彩电、冰箱生产线、灌装饮料生产线,以及制药,化工等领域都取得明显的经济效益。为加快我国现代化建设起到了积极推动作用。

随着PLC技术的普及应用,对PLC技术人员的需求明显增加。目前我国许多高校将PLC技术列入教学计划,已在自动化专业、机电一体化专业、电气控制技术等专业开设此课;有的学校在计算机科学与技术、计算机应用、电子应用等其它相关专业开设了此课。为满足教学和科研的需要,我们编写了这本书。本书可作为高等院校本科、专科有关专业的教材,也可作为从事PLC工作的工程技术人员参考书。

在编写过程中,力求使本书体现如下特点:

1. 注重知识系统性,内容连贯及语言通俗,充分考虑到自学的可读性。力求做到既结合生产实际,突出应用,又便于教学;着重基本原理与分析方法。
2. 考虑到计算机科学与技术、计算机应用等非自动化专业不开设《继电器控制》相关课程,本书将这一部分内容以一章的形式安排在第二章,以解决与先修课的衔接。
3. 在指令系统介绍中突出指令的功能、特点及应用。在近200条指令中,绝大多数做了详尽介绍。此外,介绍了若干个具有实际意义的单元梯形图,一方面有利于读者了解指令在实际中的具体应用,同时也为读者提供了一些有参考价值的程序。可编程序控制器的特殊功能及高级模块,可以对PLC技术开发人员提供很大帮助。
4. 本书用了较大篇幅详细介绍新开发的FPWIN GR编程软件,对于读者掌握上位机编程软件的应用具有很大帮助。作为教科书,每章之后都配有小结和习题,以帮助读者归纳、总结所学内容,掌握概念,强化应用。



5. 本书以日本松下电工生产的 FP1 系列 PLC 作为主要机型,用近一章的篇幅介绍了日本 OMRON 公司 C200H 型 PLC 的系统构成及指令系统。此外还简要介绍了日本三菱电机公司 F1 型及德国西门子 S7-200 型的功能、特性等,以期拓宽读者知识面,增加对 PLC 的全面了解。

本书由李树雄担任主编,负责对各章内容的修改、统稿和定稿。其中前言、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 8 章及附表由李树雄编写;第 5 章第 4 节、第 6 章由方强编写;第 5 章 1~3 节、第 7 章、第 9 章由闫虎民编写。

本书承蒙天津市源峰科技发展有限公司经理、天津职业技术师范学院李全利副教授担任主审;常斗南教授对部分章节进行审阅,提出了修改意见;河北工业大学张乃宽教授在大纲的制订过程中提出了许多宝贵建议;张鸿珍先生为本书做了大量文字润色工作。同时在编写过程中得到松下电工(中国)有限公司李庭弼先生的帮助。本书的部分插图由毕晔帮助绘制。在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中错漏在所难免,恳请专家和读者不吝指正。

编 者

2003 年 3 月



# 目 录

<b>第1章 可编程序控制器基础知识</b> .....	1
1.1 可编程序控制器(PLC)的历史与发展 .....	1
1.1.1 PLC的定义 .....	1
1.1.2 PLC的产生与发展 .....	1
1.1.3 PLC的发展趋势 .....	3
1.2 PLC的特点及应用领域 .....	4
1.2.1 PLC的特点 .....	4
1.2.2 PLC的应用领域 .....	5
1.3 PLC的一般构成和基本工作原理 .....	6
1.3.1 一般构成 .....	6
1.3.2 PLC基本工作原理 .....	10
1.4 PLC的编程语言 .....	11
1.4.1 梯形图语言.....	12
1.4.2 助记符语言.....	13
1.4.3 逻辑功能图.....	13
1.5 PLC的性能指标与分类 .....	14
1.5.1 PLC的主要性能指标 .....	14
1.5.2 PLC的分类 .....	15
小 结 .....	16
习题与思考题 .....	17
<b>第2章 继电器接触器控制系统</b> .....	18
2.1 概 述.....	18
2.2 常用低压电器.....	19
2.2.1 按钮及开关.....	19
2.2.2 接触器、继电器 .....	21
2.3 常用控制线路.....	23
2.3.1 电气控制线路图的绘制及读图.....	23
2.3.2 基本控制线路.....	28
2.3.3 电动机控制的保护环节.....	35
2.3.4 控制线路连线的基本原则.....	37
2.4 继电器接触器线路图转换 PLC 梯形图 .....	39
小 结 .....	42
习题与思考题 .....	42
<b>第3章 FP1可编程序控制器的规格、性能及系统构成</b> .....	44
3.1 FP1的类型、规格及特点 .....	44





3.2	FP1 技术性能	51
3.3	FP1 内部寄存器及 I/O 配置	53
	小 结	57
	习题与思考题	57
<b>第 4 章</b>	<b>FP1 的指令系统</b>	<b>58</b>
4.1	基本指令	58
4.1.1	基本顺序指令	58
4.1.2	基本功能指令	66
4.1.3	控制指令	71
4.1.4	条件比较指令	78
4.2	高级指令	80
4.2.1	高级指令类型及构成	80
4.2.2	数据传输指令	82
4.2.3	算术运算指令	86
4.2.4	数据比较指令	88
4.2.5	逻辑运算指令	91
4.2.6	数据转换指令	91
4.2.7	数据移位指令	100
4.2.8	位操作指令	102
4.3	指令表	104
4.3.1	基本指令类型	104
4.3.2	高级指令的类型	109
	小 结	116
	习题与思考题	117
<b>第 5 章</b>	<b>FP1 的特殊功能及高级模块</b>	<b>119</b>
5.1	FP1 的特殊功能	119
5.1.1	脉冲捕捉功能	119
5.1.2	输入延时滤波功能	119
5.1.3	高速计数功能	120
5.1.4	脉冲输出功能	126
5.1.5	中断功能	127
5.1.6	其它特殊功能指令	129
5.2	FP1 的高级模块	131
5.2.1	A/D 模块	131
5.2.2	D/A 模块	133
5.2.3	应用举例	135
5.3	系统寄存器功能及其设置	136
5.3.1	系统寄存器的功能	136
5.3.2	系统寄存器的设置	136



5.4 FP1 的通信功能 .....	137
5.4.1 通信的基本概念及接口 .....	137
5.4.2 FP1 的通信方式 .....	139
5.4.3 通信协议 .....	140
5.4.4 FP1 与计算机通信的实现 .....	143
小 结 .....	149
习题与思考题 .....	149
<b>第 6 章 编程工具</b> .....	<b>151</b>
6.1 编程器及其使用 .....	151
6.1.1 编程器的构成 .....	151
6.1.2 编程器的使用 .....	154
6.2 FPWIN GR 软件 .....	157
6.2.1 软件安装 .....	157
6.2.2 快捷键的创建 .....	159
6.2.3 FPWIN GR 的启动和退出 .....	160
6.2.4 基本操作 .....	162
6.2.5 编辑程序 .....	167
6.2.6 传输程序与监控 .....	182
6.2.7 保存程序 .....	192
6.2.8 打印程序 .....	194
6.3 NPST GR 的使用方法 .....	196
6.3.1 电动机控制要求 .....	196
6.3.2 进入 NPST GR 的工作台 .....	196
6.3.3 程序的输入 .....	197
6.4 FPSOFT 的使用方法 .....	199
6.4.1 Y/ $\Delta$ 启动的控制要求 .....	199
6.4.2 FPSOFT 的工作环境 .....	199
6.4.3 编写程序 .....	200
6.4.4 监控与修改 .....	201
小 结 .....	201
习题与思考题 .....	202
<b>第 7 章 其它常用可编程序控制器</b> .....	<b>203</b>
7.1 日本 OMRON(立石)公司 C 系列可编程序控制器 .....	203
7.1.1 C200H 型可编程序控制器系统组成及特点 .....	203
7.1.2 C200H 型可编程序控制器存储器分配 .....	204
7.1.3 C200H 型可编程序控制器指令系统 .....	208
7.2 日本三菱电机 F1 型可编程序控制器 .....	219
7.2.1 F1 系列可编程序控制器的型号与配置 .....	219
7.2.2 F1 的内部继电器及 I/O 地址分配 .....	220



7.2.3 F1 的指令系统 .....	220
7.3 德国西门子 S7-200 型可编程序控制器 .....	222
7.3.1 F1 系列 PLC 功能总汇 .....	223
7.3.2 S7-200 系列 PLC 输入输出特性 .....	224
7.3.3 S7-200 系列 PLC 存储空间及地址分配 .....	224
小 结 .....	225
习题与思考题 .....	225
<b>第 8 章 PLC 程序设计及应用举例 .....</b>	<b>227</b>
8.1 PLC 机型选择 .....	227
8.1.1 采用 PLC 控制的一般条件 .....	227
8.1.2 PLC 的机型选择 .....	227
8.2 PLC 程序设计的步骤、规则及编程技巧 .....	228
8.2.1 程序设计的基本步骤 .....	228
8.2.2 程序设计的基本规则 .....	229
8.2.3 编程技巧 .....	229
8.3 基本应用程序 .....	231
8.3.1 启动、保持、停止控制 .....	232
8.3.2 互锁控制和互控控制 .....	232
8.3.3 时间控制 .....	233
8.3.4 顺序延时接通控制 .....	235
8.3.5 顺序循环控制 .....	236
8.4 应用程序举例 .....	236
8.4.1 电动机正反转控制 .....	236
8.4.2 运料小车控制 .....	237
8.4.3 物流检测控制 .....	239
8.4.4 抢答器控制 .....	240
8.4.5 机械手控制 .....	242
8.4.6 材料分拣控制 .....	245
小 结 .....	246
习题与思考题 .....	249
<b>第 9 章 实 验 .....</b>	<b>250</b>
实验一 基本指令应用 .....	250
实验二 霓虹灯控制 .....	251
实验三 数据处理与显示 .....	252
实验四 交通灯信号控制 .....	254
实验五 三层楼电梯自动控制 .....	256
附 录 .....	258



# 第 1 章

## 可编程序控制器基础知识

可编程序控制器是将计算机技术应用于工业控制领域的产品,在短短的几十年里得到了迅猛发展,已成为当代工业自动化的主要支柱之一。本章对可编程序控制器,从硬件、软件两个方面介绍它的基础知识,概述其定义、特点、一般构成和基本工作原理,还初步介绍它的编程语言。

### 1.1 可编程序控制器(PLC)的历史与发展

#### 1.1.1 PLC 的定义

可编程序控制器是在继电器控制和计算机控制基础上开发的工业自动控制装置。进入 20 世纪 80 年代以来,由于计算机技术和微电子技术的迅猛发展,极大地推动了可编程序控制器的发展,使其功能日益增强,更新换代明显加快。目前,它广泛应用在各种机械和生产过程的自动控制中,为工业自动化提供了有力的工具。应用较多的场合有:电动机的起停、电磁阀的开闭、产品的计数以及温度、压力、流量的设定与控制等。

早期的可编程序控制器在功能上只能进行逻辑控制,替代以继电器、接触器为主的各种顺序控制。因此,称它为可编程序逻辑控制器(Programmable Logic Controller),简称 PLC。

随着技术的发展,国外一些厂家采用微处理器(Microprocessor)作为中央处理单元,使其功能大大增强。它不仅具有逻辑运算功能,还具有算术运算、模拟量处理和通信联网等功能。PLC 这一名称已不能准确反映它的特性。因此,1980 年美国电气制造商协会(NEMA)将它命名为可编程序控制器(Programmable Controller),简称 PC。但由于个人计算机(Personal Computer)也简称 PC,为避免混淆,可编程序控制器仍习惯称为 PLC。

1982 年国际电工委员会(IEC)颁布了可编程序控制器标准草案第一稿;1985 年提交了第二稿。1987 年 2 月在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,是专门为在工业环境下应用设计的。它采用可以编制程序的存储器,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,并能通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程序控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则设计。”

事实上,可编程序控制器是一种以微处理器为核心,带有指令存储器和输入/输出接口,将自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体的新型工业控制装置。

#### 1.1.2 PLC 的产生与发展

在 PLC 出现之前,生产线的控制多采用继电器接触器控制系统。所谓继电器接触器控制系统

是指,由各种自动控制电器组成的电器控制线路。它经历了比较长的历史。其特点为结构简单、价格低廉、抗干扰能力强,能在一定范围内满足单机和自动生产线的需要。但是它有明显的缺点,主要体现在有触点的控制系统,触点繁多,组合复杂,因而可靠性差。此外,它是采用固定接线的专用装置,灵活性差,不能满足程序经常改变、控制要求比较复杂的场合。因此,它制约了日新月异的工业发展。于是人们寻求研制一种新型的通用控制设备,取代原有的继电器接触器控制系统。

20世纪60年代末期,美国汽车制造工业竞争激烈,为了使汽车型号不断翻新,缩短新产品的开发周期,1968年美国通用汽车公司(GM)提出研制PLC的基本设想,即:

把计算机的功能和继电器接触器控制系统结合起来,将硬件接线的逻辑关系转为软件程序设计;而且要求编程简单易学,能在现场进行程序修改和调试;并且要求系统通用性强,适合在工业环境下运行。

1969年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出了世界第一台可编程序控制器。限于当时的科学技术水平,可编程序控制器主要由分立元件和中小规模集成电路构成。但是,它实现了取代传统的继电器接触器控制系统,首次在美国GM公司的汽车自动装配线运行,获得了成功。其后日本、德国等相继引入,并使其应用的领域迅速扩大。

自第一台PLC诞生以来,它的发展经历了五个重要时期。

(1) 从1969年到20世纪70年代初期。主要特点:CPU由中、小规模数字集成电路组成,存储器为磁芯存储器;控制功能比较简单,能完成定时、计数及逻辑控制;有多个厂商推出一些典型产品,但产品没有形成系列化;应用的范围不是很广泛,还仅仅是继电器接触器控制的替代产品。

(2) 20世纪70年代初期到20世纪70年代末期。主要特点:采用CPU微处理器,存储器也采用了半导体存储器,不仅使整机的体积减小,而且数据处理能力获得很大提高,增加了数据运算、传送、比较等功能;实现了对模拟量的控制;软件上开发出自诊断程序,使PLC的可靠性进一步提高。这一时期的产品已初步实现了系列化,PLC的应用范围在迅速扩大。

(3) 20世纪70年代末期到20世纪80年代中期。主要特点:由于大规模集成电路的发展,推动了PLC的发展,CPU开始采用8位和16位微处理器,使数据处理能力和速度大大提高;PLC开始具有了一定的通信能力,为实现PLC分散控制、集中管理奠定了重要基础;软件上开发出了面向过程的梯形图语言及助记符语言,为PLC的普及提供了必要条件。在这一时期,发达的工业化国家多种工业控制领域开始使用PLC控制。

(4) 20世纪80年代中期到20世纪90年代中期。主要特点:超大规模集成电路促使PLC完全计算机化,CPU已经开始采用32位微处理器;数学运算、数据处理能力大大提高,增加了运动控制、模拟量PID控制等,联网通信能力进一步加强;PLC功能在不断增加的同时,体积在减小,可靠性更高。在此期间,国际电工委员会(IEC)颁布了PLC标准,使PLC向标准化、系列化发展。

(5) 20世纪90年代中期至今。主要特点:PLC使用16位和32位微处理器,运算速度快、功能更强,具有更强的数值运算、函数运算和大批量数据处理能力;出现了智能化模块,可



以实现对各种复杂系统的控制;编程语言除了传统的梯形图、助记符语言之外,还增加了高级编程语言。

可编程序控制器经过 30 多年的发展,现已形成了完整的产品系列,其功能与昔日的初级产品不可同日而语,强大的软、硬件功能已接近或达到计算机功能。目前 PLC 产品在工业控制领域中无处不在,并且已渗透到国民经济的各个领域。它所发挥的重要作用,得到各个发达的工业国家的高度重视。

### 1.1.3 PLC 的发展趋势

随着计算机技术的发展,可编程序控制器也同时得到迅速发展。今后 PLC 将会朝着以下两个方向发展。

#### 1. 方便灵活和小型化

工业上大多数的单机自动控制只需要监测控制参数,而且执行的动作有限,因此小型机需求量十分巨大。所谓向小型化发展是指,向体积小、价格低、速度快、功能强、标准化和系列化发展。尤其体积小巧,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

现在国际一些著名的 PLC 生产大公司,几乎每年都推出一些小型化,甚至微型化的新产品。它们的功能十分强大,将原来大中型 PLC 的功能移植过来,如对模拟量的处理、与上位计算机联网通信等。在结构上一些小型机采用框架和模块的组合方式,用户可根据需要选择 I/O 接口、内存容量或其它功能模块。这样,方便灵活地构成所需要的控制系统,以满足各种特殊的控制要求。

#### 2. 高功能和大型化

对钢铁工业、化工工业等大型企业实施生产过程的自动控制一般比较复杂,尤其实现对整个工厂的自动控制更加复杂,因此要向大型化发展,即向大容量、高可靠性、高速度、高性能、网络化方向发展。为获得更高速度,就需要提高 CPU 的等级。虽然,目前 PLC 的 CPU 与计算机 CPU 在共同向前发展,但 PLC 的 CPU 仍相当落后,最高的也仅仅处在 80486 一级。相信不久的将来,大型 PLC 会全部使用 64 位 RISC 芯片,用 PLC 取代微机的工业控制将成为现实。

PLC 自 1969 年出现,立即引起各国的关注;1971 年日本引入 PLC 技术;1973 年德国引入 PLC 技术;我国于 1973 年开始研制 PLC。目前世界上百家的 PLC 制造厂中,仍然是美、日、德三国占有举足轻重的地位。它们的系列产品有其技术广度和深度,因此控制着全世界一半以上的 PLC 市场。近年来我国 PLC 生产有了长足地发展。国内 PLC 生产厂家也多达数个,产品已有几十种,有的已形成系列产品。其中,天津、上海、杭州、北京等生产厂家的产品已达到一定规模,但与世界水平相比,我国的 PLC 研制开发和生产还比较落后。

随着生产技术的发展,借鉴国外的先进技术,快速发展多品种多档次的 PLC,并且进一步促进 PLC 的推广和应用,是提高我国工业自动化水平的迫切任务。目前,已有愈来愈多的单位正积极致力于这项工作,并取得了很好的成绩。我们相信,随着 PLC 的研究、生产以及推广和使用,必然将会带动我国工业自动化迈向一个新的台阶。

## 1.2 PLC 的特点及应用领域

### 1.2.1 PLC 的特点

#### 1. 可靠性高

可编程序控制器采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体集成电路完成。内部处理过程不依赖于机械触点,而是通过对存储器的内容进行读或写来完成,因此不会出现继电器控制系统的接线老化、触点接触不良、触点电弧等现象。此外,在制造工艺上加强了抗干扰措施。如在输入、输出端口均采用了光电隔离,使外部电路与内部电路之间避免了直接电的联系,可有效地抑制外部电磁干扰。PLC 还具有完善的自诊断功能,检查判断故障方便,因而便于维修。PLC 特殊的外壳封装结构,使其具有良好的密封、防尘、抗振等作用,因此可以工作在环境恶劣的工业现场。由于 PLC 具有高可靠性,其平均故障间隔时间约为 2~5 万小时。

#### 2. 编程简单

PLC 最大特点,是采用了易学易懂的梯形图语言。它是以计算机软件技术构成人们已习惯的继电器模型,形成一套独具风格的,以继电器线路图为基础的形象编程语言。梯形图语言的电路符号和表达方式与继电器电路接线图相当接近,只用 PLC 的几十条开关量逻辑指令就可以实现继电器电路的功能。只要通过阅读 PLC 的使用手册或接受短期培训,电气操作人员就可以编制用户程序。正因为如此,PLC 才能够迅速普及。

梯形图语言实际是一种面向用户的高级语言。PLC 在执行梯形图程序时,通过解释程序将它“翻译”成汇编语言去执行。与直接用汇编语言编写相比,虽然执行时间要长一些,但对大多数自动控制系统是微不足道的。

#### 3. 通用性好

PLC 是通过软件来实现控制的。同一台 PLC 可用于不同的控制对象,只需改变软件就可以实现不同的控制要求,充分体现了灵活性、通用性。

各种 PLC 都有各自的系列化产品。同一系列 PLC,不同机型功能基本相同,可以互换,可以根据控制要求进行扩展,包括容量扩展、功能扩展,可以进一步满足控制需要。

#### 4. 功能强大

PLC 不仅可以完成逻辑运算、计数、定时,还可以完成算术运算以及 A/D、D/A 转换等。PLC 最广泛的应用场合是对开关量逻辑运算和顺序控制,同时还可以应用于对模拟量的控制。

PLC 可以控制一台单机、一条生产线,还可控制一个机群、多条生产线;可以现场控制,也



可远距离控制;可控制简单系统,也可控制复杂系统。在大系统控制中,PLC 可以作为下位机与上位机或在同级的 PLC 之间进行通信,完成数据的处理和信息交换,实现对整个生产过程的信息控制和管理。

### 5. 体积小、功耗低

由于 PLC 采用半导体集成电路,因此具有体积小、重量轻、功耗低的特点,而且设计结构紧凑坚固,易于装入机械设备内部,是实现机电一体化的理想控制设备。

### 6. 设计施工周期短

使用 PLC 完成一项控制工程,在系统设计完成以后,现场控制柜(台)等硬件的设计及现场施工和 PLC 程序设计可以同时进行。PLC 的程序设计可以在实验室模拟调试。输入信号可通过外接小开关送入;输出信号通过观察 PLC 主机面板上相应的发光二极管获得。程序设计好后,再将 PLC 安装在现场统调。

由于 PLC 用软件取代继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等低压电器,使整个的设计、安装、接线工作量大大减少。又由于 PLC 程序设计和硬件的现场施工可同时进行,因此大大缩短了施工周期。

## 1.2.2 PLC 的应用领域

随着微电子技术的快速发展,PLC 的制造成本不断下降,而功能却大大增强。目前,在先进工业国家中 PLC 已成为工业控制的标准设备,应用的领域已覆盖了所有工业企业。概括起来主要应用在以下几个方面。

### 1. 开关量的逻辑控制

开关量逻辑控制是工业控制中应用最多的控制,PLC 的输入和输出信号都是通/断的开关信号。对控制的输入、输出点数可以不受限制,从十几个到成千上万个点,可通过扩展实现。在开关量的逻辑控制中,PLC 是继电器控制系统的替代产品。

用 PLC 进行开关量控制遍及许多行业,如机床电气控制、电机控制、电梯运行控制、冶金系统的高炉上料、汽车装配线、啤酒灌装生产线等。

### 2. 模拟量控制

PLC 能够实现对模拟量的控制。如果配上闭环控制(PID)模块后,可对温度、压力、流量、液面高度等连续变化的模拟量进行闭环过程控制,如锅炉、冷冻、反应堆、水处理、酿酒等。

### 3. 机械运动控制

PLC 可采用专用的运动控制模块,对伺服电机和步进电机的速度与位置进行控制,以实现各种机械的运动控制,如金属切削机床、数控机床、工业机器人等。

### 4. 通信、联网及集散控制

PLC 通过网络通信模块及远程 I/O 控制模块,可实现 PLC 与 PLC 之间的通信、联网和与



上位计算机的通信、联网;实现 PLC 分散控制、计算机集中管理的集散控制(又称分布式控制),增加系统的控制规模,甚至可以使整个工厂实现生产自动化。

### 5. 数据处理

许多 PLC 具有很强的数学运算(包括逻辑运算、矩阵运算、函数运算)、数据传送、转换、排序、检索等功能;还可以完成数据采集、分析和处理。这些数据可以与存储器中存储的参考数据相比较,也可以传送给其它智能装置或传送给打印机打印制表。较复杂的数据处理一般在大、中型控制系统。

## 1.3 PLC 的一般构成和基本工作原理

### 1.3.1 一般构成

PLC 生产厂家很多,产品的结构也各不相同,但它们的基本构成相同,都采用计算机结构,如图 1-1 所示。由图可见主要有 6 个部分组成,包括 CPU(中央处理器)、存储器、输入/输出接口电路、电源、外设接口、I/O 扩展接口。

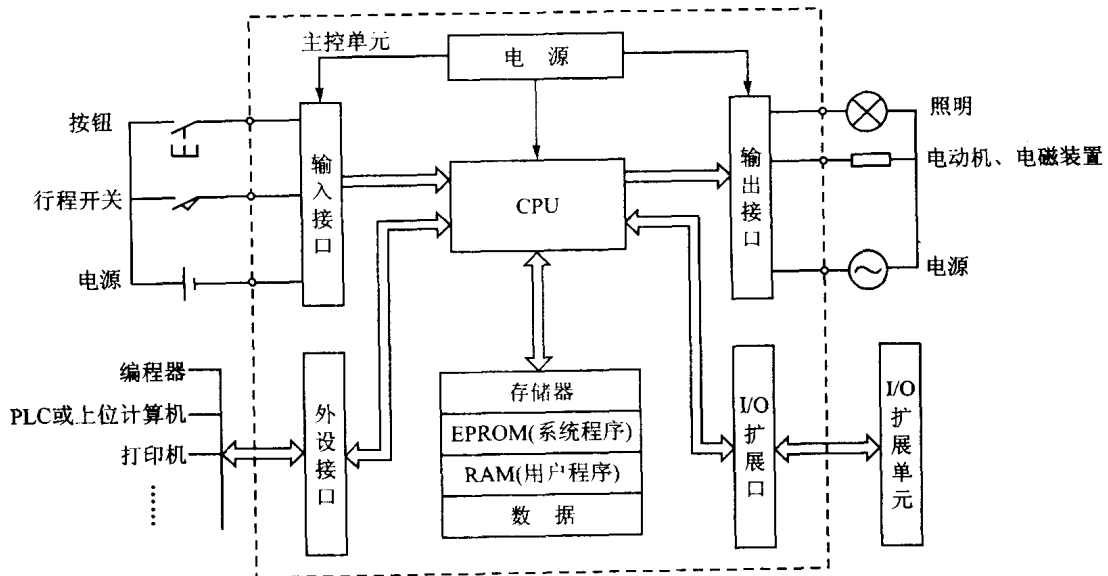


图 1-1 PLC 结构示意图

### 1. CPU

CPU 是中央处理器(Central Processing Unit)的英文缩写。它是 PLC 的核心,相当于人的大脑,是控制指挥的中心。它主要由控制电路、运算器和寄存器组成,并集成在一块芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器、输入/输出接口电路相连接,完成信息的传递、转换等。CPU 的主要功能: