

KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI(PC) JICHU JI YINGYONG

932240

可编程序控制器 (PC)基础及应用

杨长能 张兴毅 编著 / 重庆大学出版社



可 编 程 序 控 制 器(PC) 基 础 及 应 用

杨长能 张兴毅 编著

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书从工程应用出发,介绍可编程序控制器(PC)的功能及特点、PC的基础知识,并以较为典型的ACMY-S256、GE-I、F₁/F₂系列PC为背景机,介绍PC的指令系统及编程方法,还介绍了PC控制系统的设计以及PC在控制系统中的实际应用。

本书系统性较强、层次清楚、通俗易懂,实例较多,理论联系实际,可作为工科院校、电大及业余大学的工业自动化专业、电气技术专业以及其它有关专业的教材,也可作PC技术培训教材,还可供工程技术人员自学和应用PC技术时参考。

可编程序控制器(PC)基础及应用

杨长能 张兴毅 编著

责任编辑 梁涛

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆大学出版社印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 18 字数: 449千

1992年1月第1版

1992年1月第1次印刷

印数: 1—4000

标准书号: ISBN 7-5624-0390-2 定价: 4.70元

TF·24

前 言

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称PC, 是一种新型的通用自动控制装置。它将传统的继电器控制技术、计算机技术和通讯技术融为一体, 专门为工业控制而设计, 具有功能强、通用灵活、可靠性高、环境适应性好、编程简单、使用方便, 以及体积小、重量轻、功耗低等一系列优点, 因此在工业上的应用越来越广泛, 近年来发展很快。PC和CAD/CAM以及机器人技术将发展成为现代工业自动化的三大支柱, 学习和掌握PC技术已成为工业自动化工作者的一项迫切的任务。

目前, 正式出版和公开发行的可编程序控制器教材尚属少见。为了能在各工科院校、电大及业余大学的工业自动化专业、电气技术专业以及其它有关专业普遍增开PC这门课程, 也便于在职从事工业自动化控制及电气技术的科技人员自学或进行PC技术培训, 为此特编写了本教材。

本书从工程应用的角度出发, 重点介绍PC的组成、工作原理、指令系统及编程方法、PC控制系统的设计以及PC在控制系统中的实际应用。全书除绪论外共分为九章。其中, 绪论及第一、二、三、七章由杨长能副教授编写, 第四、五、六、九章由张兴毅工程师编写, 第八章两人合写, 全书由杨长能主编。

在编写本书时, 搜集和参考了大量技术资料, 并根据教材的要求进行了合理取舍以及系统地综合整理, 另外, 还有一部分内容是根据作者实际工作的经验以及参加实际工程设计、安装、调试的总结而编写的。内容力图做到系统性较强、阐述清楚、通易易懂、理论联系实际, 不仅便于教学, 而且也便于自学。

本书选用了目前国内应用比较有代表性的ACMY-S256、F₁/F₂及GE-I等三种典型PC产品为背景机, 并分别在第二、三章和四、五、六章对这三种机型的指令系统及编程方法作了系统、详细的介绍。为了使这三部分内容能相对独立, 以便于各院校根据自己设备的实际情况选学不同章的内容, 因此在编写上不可避免地会有一些重复的地方, 但这对组织教学将是有益的。

本书编写过程中, 得到上海香岛机电制造有限公司、无锡华光电子工业有限公司、昆明中船总七院七〇五研究所机电控制工程部等单位的大力支持和帮助, 另外, 承蒙日本三菱集团可编程序控制器中国代理香港东兴电子仪器公司林步东、李伟权两位先生提供大量PC技术资料及工程应用实例, 丰富、充实了本书的内容。该公司为在我国推广应用PC还做了大量工作。对于上述单位和个人所给予的热情支持和帮助, 谨致以衷心感谢。

由于编者水平有限, 加上受到设备条件和资料来源的限制, 对于PC技术的消化、吸收还存在许多问题, 因此书中可能有一些缺点和错误, 恳请读者批评指正。

编著者

1990年8月于云南工学院

目 录

绪 论	(1)
第一章 PC的基础知识	(10)
§ 1-1 接线程序控制及存贮程序控制的基本概念	(10)
§ 1-2 PC的等效电路	(11)
§ 1-3 PC系统的组成及各部分的作用	(12)
§ 1-4 PC的硬件简介	(15)
§ 1-5 PC的编程语言	(25)
§ 1-6 PC的基本工作原理	(27)
§ 1-7 PC的分类	(31)
§ 1-8 PC的性能指标	(32)
第二章 ACMY-S256系列PC	(33)
§ 2-1 ACMY系列PC简介	(33)
§ 2-2 各类继电器的编号及功能	(36)
§ 2-3 基本逻辑指令及其编程方法	(42)
§ 2-4 编程举例	(58)
§ 2-5 数据操作指令及编程方法	(67)
第三章 GE-I系列PC	(72)
§ 3-1 GE系列PC简介	(72)
§ 3-2 各类继电器的编号及功能	(75)
§ 3-3 基本逻辑指令及其编程方法	(81)
§ 3-4 计时器/计数器的编程	(89)
§ 3-5 移位寄存器的编程	(96)
§ 3-6 编程举例	(98)
§ 3-7 其它特殊功能的应用及编程方法	(104)
第四章 三菱PC及基本指令系统	(108)
§ 4-1 三菱PC简介	(108)
§ 4-2 F ₁ /F ₂ 系列PC的元素种类及其编号	(110)
§ 4-3 基本逻辑指令及其编程方法	(116)
§ 4-4 计时/计数指令及编程方法	(129)
§ 4-5 编程举例	(135)
§ 4-6 步进功能指令及编程方法	(137)
§ 4-7 多流程步进顺序控制	(144)
第五章 F ₁ /F ₂ 系列PC的特殊功能指令及编程方法	(154)
§ 5-1 特殊功能指令及表示方法	(154)

§ 5-2	数据传送功能指令及编程方法	(156)
§ 5-3	数据比较功能指令及编程方法	(172)
§ 5-4	算术运算功能指令及编程方法	(181)
§ 5-5	数据处理功能指令及编程方法	(196)
§ 5-6	高速计数器功能指令及编程方法	(202)
第六章	F₁/F₂系列PC的模拟量控制	(214)
§ 6-1	模拟量单元F ₂ -6A-E	(214)
§ 6-2	A/D、D/A功能指令	(216)
§ 6-3	调试方法	(221)
第七章	PC控制系统的设计	(225)
§ 7-1	PC控制系统设计的基本内容和步骤	(225)
§ 7-2	PC的选择	(226)
§ 7-3	编程规则	(229)
§ 7-4	设计举例	(234)
第八章	PC在逻辑控制系统中的应用	(256)
§ 8-1	PC在多工步机床上的应用	(256)
§ 8-2	PC在砂处理生产线上的应用	(259)
§ 8-3	PC在电梯控制上的应用	(262)
第九章	PC在模拟量控制系统中的应用	(270)
§ 9-1	模拟量控制系统的基本概念	(270)
§ 9-2	模拟量信号滤波的PC程序设计	(271)
§ 9-3	PC在双参量随动控制系统上的应用	(275)
主要参考文献		(280)

绪 论

一、可编程序控制器的名称及定义

可编程序控制器是在继电器控制和计算机控制的基础上开发出来的，并逐渐发展成以微处理器为核心，把自动化技术、计算机技术、通讯技术融为一体的新型工业自动控制装置。目前已被广泛地应用于各种生产机械和生产过程的自动控制中。

可编程序控制器出现以后，名称很不一致。早期的可编程序控制器在功能上只能进行逻辑控制，因此被称为可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller），简称PLC。

随着技术的发展，国外一些厂家开始采用微处理器（Microprocessor，简称MPU）来作为可编程序控制器的中央处理单元（Central Processing Unit，简称CPU），从而扩大了控制器的功能，它不仅可以进行逻辑控制，而且还可以对模拟量进行控制，因此美国电气制造协会（National Electrical Manufacturers Association，简称NEMA）于1980年将它正式命名为可编程序控制器（Programmable Controller），简称PC。

PC这一名称在国外工业界已使用多年，但是近年来PC这个名字又成为个人计算机（Personal Computer）的专称，为了区别，现在也常把可编程序控制器称为PLC。

美国电气制造协会（NEMA）于1980年给PC作了如下定义：“PC是一种数字式的电子装置，它使用了可编程序的存贮器以存贮指令，能完成逻辑、顺序、计时、计数和算术运算等功能，用以控制各种机械或生产过程”。

国际电工委员会（IEC）于1985年在其颁布的可编程序控制器标准草案第二稿中，又给PC作了如下定义：“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存贮器，用来在其内部存贮执行逻辑运算、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、模拟式的输入和输出，控制各种机械或生产过程。”

近年来，PC技术发展很快，几乎每年都推出不少新产品，其功能已超出上述定义范围。

二、PC的产生与发展

世界上第一台PC是1969年美国数字设备公司（DEC）研制成功的。最初，美国通用汽车公司（GM）根据生产的需要提出如下设想：能否把计算机功能完善、灵活性、通用性等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，做成一种通用控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程，使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。这样，使用人员不必在编程上花费大量的精力，而是集中力量去考虑如何发挥该装置的功能和作用。这一设想提出后，美国DEC公司首先响应，于1969年首先研制成功第一台可编程序控制器，型号为PDP-14。用它代替传统的继电器控制系统，在美国GE公司的汽车自动装配上试用获得了成功。

此后，这项新技术就迅速发展起来。1971年，日本从美国引进了这项新技术，很快就研制成了日本第一台可编程序控制器DSC-8。1973~1974年，西德和法国也开始研制出自己的可编程序控制器。我国从1974年也开始研制，当时是仿制美国的第一台产品，水平不高。直到1977年底美国Motorola公司研制成一位微处理器MC14500芯片以后，国内以一位微处理器

MC14500为核心的可编程序控制器才发展起来,并开始工业应用。

近几年来,PC技术的发展相当快。据不完全统计,美国、日本、西德等国生产PC的厂家达150多家,产品有数百种。仅美国在1988年就有78家厂家,304种产品。由于生产厂家的竞争激烈,导致PC产品的更新换代很快,周期一般是5年,如日本三菱公司目前已用F₁、F₂系列代替了F系列产品,用A系列代替了K系列产品。

国内PC技术与国外比较差距还比较大。在引进国外PC技术的同时,在实现PC国产化方面已有很大进步。目前,以一位微处理器MC14500为核心的PC已有批量的成熟产品,但它的功能还是有限的。目前国内引进的常见PC的机型如表0-1所示,国产化PC的机型如表0-2所示。

PC的功能也在不断增长,主要表现在:

1) 控制规模不断扩大 单台PC可控制成千上万个点,多台PC进行同位链接可控制几万个点。

2) 指令不断增多 使之能更多地具有计算机处理功能,能进行逻辑运算、计时、计数、算术运算、PID运算、数制转换、ASCII码处理、高档PC还能处理中断,调用子程序等。由于指令系统很丰富,使得PC能够实现逻辑控制、模拟量控制,数值控制和其它过程监控,以至在某些方面可以取代小型计算机控制。

3) 中央处理器位数不断增多 由一位微处理器逐步发展到8位、16位甚至是32位微处理器。

4) 处理速度不断提高 每个点的平均处理时间从10 μ s左右提高到1 μ s以内。

5) 编程容量不断增大 从几K字节提高到几十K,甚至上百K字节。

6) 编程语言多样化 大多数使用梯形图语言和语句表语言,有的使用流程图语言或高级语言。

7) 增加通讯与联网功能 远程I/O能以CPU通讯,PC与PC之间能互相通讯,互相交换数据,PC还可以与上位计算机通讯,接受计算机的命令,并将执行结果告诉计算机。通讯接口多采用BS-232-C, RS422等标准接口,也有的采用光纤通讯。由于PC具有通讯和联网的功能,使工业自动化朝着控制分散化、管理集中化的集散系统发展。

8) 各种智能I/O模块相继开发 如温度控制模块,位置控制模块,高速模拟量转换模块,高速计数模块等,使PC能够完成更加复杂的控制功能。还有自带微处理器的模块,它可以脱离PC而独立工作,在工业控制应用上增强了适时性。

PC从产生以来,经过20年的发展,现已发展到第四代。其发展过程大致为:

第一代:1969~1972年。特点是:

- 1) 功能简单,主要是逻辑运算、定时、计数;
- 2) 机种单一,没有形成系列;
- 3) 与继电器控制装置相比,可靠性有一定提高;
- 4) CPU由中、小规模集成电路组成,存储器为磁芯存储器。

典型产品有:美国MODICON公司的084; DE公司的PDP-14, PDP-14/L; ALLEN-BRA-DLEY公司的PDQ-II; 日本富士电机公司的USC-4000; 立石电机公司的SCY-022 北辰电机公司的HOSC-20; 横河电机公司的YODIC'S。

第二代:1973~1975年。特点是:

表0-1 国内引进和经销的PC

序 号	型 号	生 产 公 司	国 内 引 进 和 经 销 单 位
1	M84 系列	美国哥德公司	天津自动化仪表总厂
2	GE-I GE-II 系列 GE-IV	美国通用电气公司	无锡电器厂 上海电器科研所 天津电气传动设计所
3	PC-700 PC-900 系列 PC-1100	美国西屋电气公司	上海调节器厂
4	5TI TI100 系列 510 PM550	美国德州仪器公司	中山大学 中国电子技术进出口公司广州分公司
5	SLC-100 PLC-2 系列 PLC-3	美国 AB 公司	大连组合机床研究所
6	S ₅ -101U S ₅ -115U 系列	西德西门子公司	上海起重电器厂 江西机床电器厂 辽宁无线电二厂
7	F、F ₁ 、F ₂ K、A系列	日本三菱电机公司	上海工业自动化仪表所 广东省南海永威电子厂 上海起重电器厂
8	C-20 等系列 C-500	日本立石电机公司	北京中国科学院计算中心 上海电气自动化所 上海实用机电科研公司
9	EX 系列	日本东芝公司	大连计算机应用技术研究所
10	E、H 系列	日本日立公司	上海国际程序控制公司
11	UT F30 系列 F50	日本富士公司	广州南洋电器厂
12	TNC-810 系列	香港鹰达有限公司	上海电器技术研究所
13	TDC 系列	美国霍尼韦尔公司	四川仪表公司

表0-2 国产化 PC

序 号	型 号	研 制 、 生 产 单 位
1	SR-10、SR-400、SR-20/21、SG-8	中外合资无锡华光电子工业有限公司
2	ACMY-S256、ACMY-S80	上海香岛机电制造有限公司
3	SLC-100、PLC	福建厦门中外合资 A-B有限公司
4	MPC-10、MPC-20	机电部北京机械工业自动化所
5	ZHS-PC01、ZHS-PC02	机电部大连组合机床研究所
6	CF-40MR、SPC-2	上海起重电器厂
7	TS-300、TS-400	机电部上海工业自动化仪表所
8	DTK-S-84	天津自动化仪表厂
9	PC-700	上海调节器厂
10	MZB-256	上海自力电子设备厂
11	NK-40	广州南洋电器厂
12	BCM-PIC	北京椿树电子仪表厂
13	PC-SG	北京首钢电子公司
14	PC-10	上海电器技术研究所
15	PC-80	陕西省骊山公司
16	TCM-40	上海大华仪表厂
17	KC-1	广西大学

- 1) 功能增加。增加了数字运算、传送、比较等功能，能完成模拟量的控制；
- 2) 初步形成系列；
- 3) 可靠性进一步提高，开始具备自诊断功能；
- 4) 存储器采用EPROM。

典型产品有：美国MODICON公司的184, 284, 384；GE公司的LOGISTROT；西德SIEMENS公司的SYMATIC S₃系列和S₄系列；日本富士电机公司的SC系列。

第三代：1976~1983年。特点是：

- 1) 将微处理器及EPROM、EAROM、CMOSRAM等LSI电路用在PC中，而且向多微处理器发展，使PC的功能和处理速度大大增强；
- 2) 具有通讯功能和远程I/O能力；
- 3) 增加了多种特殊功能，如浮点数运算、平方、三角函数、相关数、查表、列表、脉宽调制变换等；
- 4) 自诊断功能及容错技术发展迅速。

典型产品有：美国GOULD公司的M84, 484, 584, 684, 884；西德SIEMENS公司的SY-

MATIC S₅系列; 美国TI公司的PM550, TI510, 520, 530; 日本三菱公司的MELPLAC-50, 550; 日本富士电机公司的MICREX。

第四代: 1983年到现在。特点:

1) 能完成对整个车间的监控, 可在CRT上显示多种多样的现场图像, CRT的画面可代替仪表盘的控制, 作各种控制和管理操作, 十分灵活方便。最大内存为896K, 为第三代PC的20倍左右。

2) 有的采用32位微处理器(型号为NS16032), 可以将多台PC连接起来与大系统连成一体, 网络资源可以共享。

3) 编程语言除了传统的梯形图、流程图、语句表等以外, 还有用于算术运算的BASIC语言, 用于机床控制的数控语言等。

典型产品有: 美国GOULD公司的A5900及MODULAR SYSTEMS RESEARCH公司的IAC系列。

目前, 为了适应大中小型企业不同需要, 进一步扩大PC在工业自动化领域的应用范围, PC正朝着以下两个方向发展:

其一是低档PC向小型、简易、廉价方向发展, 使之能更加广泛地取代继电器控制;

其二是中、高档PC向大型、高速、多功能方向发展, 使之能取代工业控制微机的部分功能, 对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。

从PC的发展趋势看, PC控制技术将成为今后工业自动化的主要手段。在未来的工业生产中, PC技术和机器人、CAD/CAM技术将成为实现工业生产自动化的三大支柱。

三、PC的功能及特点

PC可用于单台机电设备的控制, 也可以用于生产流水线的控制。使用者可以根据生产过程和工艺要求设计控制程序, 然后将程序通过编程器送入PC。程序投入运行后, PC就在现场输入信号(按钮、行程开关、光电开关或其它传感器)的作用下, 按照预先送入的程序控制现场的执行机构(电机、电磁阀等)按一定规律动作。

(一) PC的主要功能

近年来, PC把自动化技术、计算机技术、通讯技术融为一体。它能完成以下功能:

1. 条件控制(逻辑控制)

PC设置了与(AND)、或(OR)、非(NOT)等逻辑指令, 能处理继电器接点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接。因此, 它可以代替继电器进行开关控制。

2. 定时控制

PC为用户提供了若干个计时器(定时器), 并设置了计时指令。计时器的计时值可以由用户在编程时设定, 也可以用拨盘开关来设定。计时器的计时值可以在运行中被读出, 也可以在运行中被修改, 使用灵活, 操作方便。程序投入运行后, PC将根据用户设定的计时值对某个操作进行限时控制和延时控制, 以满足生产工艺的要求。

3. 计数控制

PC为用户提供了若干个计数器, 并设置了计数指令。计数器的计数值可以由用户在编程时设定, 也可以用拨盘开关设定。计数器的计数值可以在运行中被读出, 也可以在运行中修改, 使用灵活, 操作方便。程序投入运行后, PC将根据用户设定的计数值对某个输入信号计数, 并对某个操作进行计数控制, 以满足生产工艺的要求。

4. 步进控制

PC为用户提供了若干个移位寄存器，可以用于步进控制，即在一道工序完成以后，再进行下一步工序。有些型号的PC，还专门设置了用于步进控制的步进指令和鼓形控制器操作指令，编程和使用极为方便，因此更容易实现步进控制的要求。

5. A/D、D/A转换

有些PC还具有A/D、D/A转换功能，完成对模拟量的控制和调节。

6. 数据处理

有些PC还具有数据处理功能，它具有并行运算指令，能进行数据并行传送，BCD的加、减、乘、除、开方等运算，还能进行字与、字或、求反、逻辑移位、算术移位，检索数据、比较、数制转换、16—4编码、4—16编码、译码等操作，还可以对数据存储器进行间接寻址，PC还可以与打印机相连，打印出程序和有关数据及梯形图。

7. 通讯联网

有些PC采用了通讯技术，可以进行远程的I/O控制，多台PC之间可以进行同位链接，PC还可以与上位计算机进行链接，接受计算机的命令，并将执行结果告诉计算机。由一台计算机和若干台PC可以构成“集中管理，分散控制”的分布式控制系统，以完成较大规模的复杂控制。

PC与上位计算机链接对计算机的要求是：

- (1) 具有RS-232接口；
- (2) 使用ASCⅡ码字符。

这些要求，一般的计算机都能满足。

PC与计算机之间的通讯，目前还没有国家标准。各生产PC的厂家一般都使用自己的标准。例如C系列PC采用OMRON标准，它规定了命令的种类和数据格式，以及应答的数据格式。而且PC方面的通讯软件已经做好，用户只要在计算机方面配置一个通讯软件，能够按规定向PC发出命令和识别PC给出的应答。

PC在通讯系统中，一般采用RS-232接口，也可以采用RS-422接口和光通讯。PC的通讯和联网技术还在发展之中。

8. 监控

PC配置了较强的监控功能。它能记忆某些异常情况，或在发生异常情况时自动中止运行。在控制系统中，操作人员通过监控命令可以监视有关部分的运行状态，可以调整计时、计数等设定值。为调试和维护提供了方便。PC还可以连接打印机，对程序和数据进行硬拷贝。

(二) PC的特点

1. 通用性好

PC是通过软件来实现控制的。同一台PC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。另外，PC产品已系列化，其结构形式多种多样，按功能不同又有低档、中档、高档机之分，可适应各种不同要求的工业控制。同一档次的PC，不同机型的功能基本相同，可以互换。PC的功能模块品种多，可以灵活组合成各种不同大小和不同功能的控制装置。

2. 可靠性高

PC由于采用了微电子技术，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，另外还采

取了屏蔽、滤波、隔离等抗干扰的措施，因此可靠性很高，其平均故障间隔时间为2~5万小时甚至更高。PC还具有完善的自诊断功能，检查判断故障迅速方便，因而便于维修。

3. 环境适应性好，抗干扰能力强

PC是专为工业控制设计的控制装置，能适应工业现场的恶劣环境，例如：

电源电压：AC220V $\pm$ 15%。

抗振强度：16.7Hz，3mm双振幅（X、Y、Z三个方向各30min）。

工作温度：0~55℃，有的甚至可以是-10~55℃。

存放温度：-20~60℃。

湿度：35~90%RH无凝结。

PC在制造工艺上加强了抗干扰措施，例如输入输出部分都采用光电隔离，有效地隔离了PC内部电路与输入、输出之间电的联系，从而避免了输入、输出部分窜入的干扰信号而引起的误动作。PC还采取了屏蔽、滤波等措施，有效地防止了空间电磁干扰，对高频干扰信号起到良好的抑制作用。一般PC的抗干扰强度为：峰值1000V、脉宽10 μ s矩形波。

4. 功能强

前面介绍过，现代PC不仅具有逻辑运算、计时、计数、步进等功能，而且还能完成A/D、D/A转换、数字运算和数据处理以及通讯联网、生产过程监控等。因此，它既可对开关量进行控制，又可对模拟量进行控制；既可控制一台单机、一条生产线，又可控制一个机群，多条生产线；既可现场控制，又可远距离控制；既可控制简单系统，又可控制复杂系统。

5. 接线简单

PC的接线只需将输入信号的设备（按钮、开关等）与PC输入端子连接，将接受输出信号执行控制任务的执行元件（接触器、电磁阀等）与PC输出端子连接。接线简单、工作量少。

6. 编程简单，使用方便

用微机实现自动控制，常使用汇编语言编程，难于掌握，要求使用者具有一定水平的计算机硬件和软件知识。

PC采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程，容易掌握。例如目前大多数PC均采用梯形图语言编程方式，既继承了传统控制线路的清晰直观感，又考虑到大多数电气技术人员的读图习惯及应用微机的水平，很容易被电气技术人员所接受，易于编程，程序改变时也容易修改，很灵活方便。

这种面向控制过程、面向问题的编程方式，与目前微机控制常用的汇编语言相比，虽然在PC内部增加了解释程序，增加了程序执行时间，但对大多数的机电控制设备来说，是微不足道的。

用微机控制，还要在输入输出接口上做大量工作，才能与控制现场连接起来，调试也比较繁琐。

而PC的输入输出接口已经做好，可直接与控制现场的用户设备直接连接。输入接口可以与各种开关和传感器连接，输出接口具有较强的驱动能力，可以直接与继电器、接触器、电磁阀等连接，使用很简便。

7. 体积小、重量轻、功耗低

由于PC采用半导体集成电路,其体积小、重量轻、功耗低。例如法国的TS×21型PC,它具有128个I/O接口,可以完成相当于400多个继电器组成的控制功能,但其重量只有2.3kg,体积只有 $216 \times 127 \times 10 \text{mm}^2$,不带接口的空载功耗只有1.2W,其成本也只有同功能继电器系统的10~20%。

PC的结构紧凑,坚固耐用,又具有较强的环境适应性和较高的抗干扰能力,因此是实现机电一体化的理想控制设备。

当然,PC也并非十全十美,其缺点是:①价格还比较高:一般来说,比继电器控制高,比一般的单板机系统也高;②工作速度较计算机慢,输出对输入的响应有滞后现象;③使用中、高档PC,要求使用者具有相当的计算机知识。

四、PC的应用概况

由于PC具有上述的一系列优点,因此在工业控制方面,目前PC已广泛应用于冶金、化工、轻工、机械、电力、建筑、交通、运输等各行各业。

按照PC的控制类型不同,PC已应用于以下几方面:

1. 逻辑控制

这是PC最基本的控制,可用以取代继电器控制和二极管矩阵式顺序控制器控制,如机床、电梯、起重机、皮带运输机、布袋除尘器等的电器控制。

2. 模拟量控制

PC具有D/A、A/D转换及算术运算等功能,可以实现模拟量控制,有的PC还具有PID运算的功能,可用于闭环的位置控制、速度控制和过程控制。

3. 数字控制

PC能和机械加工中的数字控制及计算机数控组成一体,实现数值控制。随着PC技术的迅速发展,有人预言,今后的计算机数控系统将变成以PC为主体的控制和管理系统。

4. 机器人控制

随着工业自动化的发展,使用机器人将愈来愈多。对于机器人,很多工厂也选用PC来控制,自动地处理它的各种机械动作。

5. 多级控制系统

高功能的PC具有较强的通讯联网功能,PC与PC、PC与远程I/O、PC与上位计算机之间可以通讯,从而可形成多级控制系统。通常采用多台PC分散控制,由上位计算机集中管理,这样的系统又称为分布式控制系统。

在我国,PC的应用最近几年发展很快。首先应用于一些大中型现代化工厂的引进工程上,如上海宝山钢铁总厂一、二期工程中就使用了PC达857台。武汉钢铁厂和首都钢铁厂等大型钢铁企业也都使用了许多PC。

在老企业旧设备的技术改造上,PC的应用比较广泛,而且已取得了可喜的经济效益。

在产品的设计方面,PC的应用也不断扩大,尤其在机械制造行业中发展较快。如南京第二机床厂,把PC首先应用在YW4332型万能剃齿机上取得成功。它不仅简化了控制线路,缩小了电控装置的体积,提高了工作的可靠性,节约了电能,还扩大了机床的功能。在其它方面,各工厂和研究单位也都不断推出由PC控制的新产品。

但是,和国外PC技术发达的国家相比,PC在我国的研制和应用还比较落后。随着生产

技术的发展,借鉴国外的先进技术,在我国尽快发展多品种多档级的PC,进一步促进PC的推广与应用,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,并取得了可喜的成绩。今后,我国的PC研制及应用水平将以更快的速度向前发展,从而把我国工业自动化水平大大地向前推进一步。

五、本课程的性质与任务

本课程可作为工业自动化专业的专业课,也可作电气技术专业、微机应用专业的选修课。

本课程的任务是使学生从应用角度出发,掌握PC的基本结构及原理以及典型PC的指令系统及编程方法,学会PC控制系统的设计方法以及PC的使用方法,并能初步应用于工程实践之中。

本课程在教学过程中,应选择适当份量的课外作业,进行演习;还必须进行必要的实验,上机实际操作,以巩固和加深课堂上所学的知识,并提高实验技能和熟练程度。

第一章 PC的基础知识

§1-1 接线程序控制及存贮程序控制的基本概念

在继电器控制系统和电子器件控制系统中,要完成一个控制任务,支配控制系统工作的“程序”是由各分立元件(继电器、接触器、电子元件等)用导线连接起来加以实现的,这样的控制系统称为接线程序控制系统。其程序就在接线之中,所以又称为接线程序。

图1-1(a)是一个继电器控制系统,它是由继电器、接触器用导线连接起来以实现控制程序的,因此属于接线程序控制系统,其输入对输出的控制是通过接线程序来实现。输入设备(按钮、行程开关、限位开关、传感器等)用以向系统送入控制信号。输出设备(接触器、电磁阀等执行元件)用以控制生产机械和生产过程中的各种被控对象(电动机、电炉、电磁阀门等)。

在接线程序控制系统中,控制程序的修改必须通过改变接线来实现。

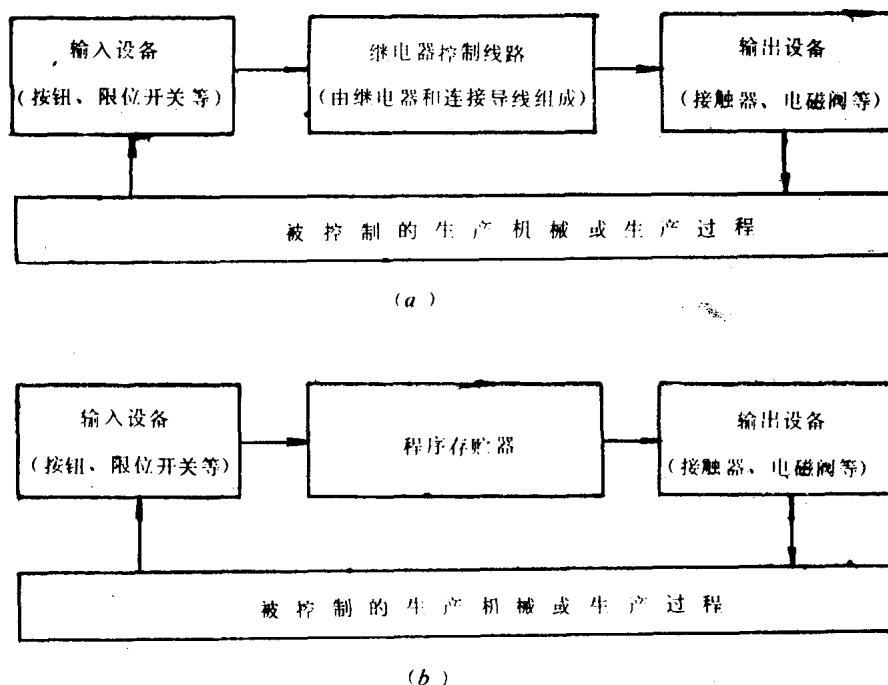


图1-1 继电器控制系统与PC控制系统的比较

(a)继电器控制系统

(b)PC控制系统

如果支配控制系统工作的程序是存放在存储器中,系统要完成的控制任务是通过存储器中的程序来实现,这样的控制系统称为存贮程序控制系统。其程序是由程序语言表达的,因此又称软件程序。

可编程序控制器就是一种存贮程序控制器,图1-1(b)为可编程序控制器控制系统。其输入设备和输出设备与继电器控制系统相同,但它们是直接接到可编程序控制器的输入端和输出

端的。控制程序是通过一个编程器而写到可编程序控制器的程序存储器中。每个程序语句确定了一个顺序，运行时依次读取存储器中的程序语句，对它们的内容解释并加以执行，执行结果用以接通输出设备，控制被控对象工作。

在存储程序控制系统中，控制程序的修改不需要改变控制器内部的接线（即硬件），而只需通过编程器改变程序存储器中某些语句的内容。

§1-2 PC的等效电路

由图1-1可见，任何一种继电器控制系统都可以认为是由三个部分组成：

输入部分 由用户输入设备组成，如按钮、操作开关、限位开关、传感器等。它们直接接在继电器控制线路中，用以产生控制信号。这些控制信号或来自操作台上的操作命令，或来自被控对象上的各种开关信息。

控制部分 是按照被控对象实际要求而动作的继电器控制线路。其“程序”已固定在线路中，不能灵活改变。

输出部分 由用户输出设备组成，如继电器、接触器、电磁阀等执行元件以及信号灯、电铃等信号元件。用以控制各种被控对象（如电动机、电炉、电磁阀门等）以及指示输出的状态（接通或断开）。

与继电器控制系统比较，PC控制系统也可以认为是由输入部分、控制部分、输出部分这三大组成部分。但PC的控制部分采用大规模集成电路的微处理器及存储器来代替继电器控制线路，其控制作用是通过编制好的并存入内存的程序来实现的。

对使用者来说，在编制程序时，可以不考虑微处理器及存储器内部的复杂结构，也不必用各种计算机使用的语言，而是把PC看成内部由许多“软继电器”组成的控制器，以便于提供使用者按设计继电器控制线路的形式进行编程。这样，从功能上来讲就可以把PC的控制部分看作是由许多“软继电器”组成的等效电路，如图1-2所示。这些继电器线圈一般用○表示，继电器常开接点一般用 —|—|—| 表示，继电器常闭接点一般用 —|/—|—| 表示。

值得注意的是，PC等效电路中的继电器并不是实际的物理继电器（硬继电器），它实

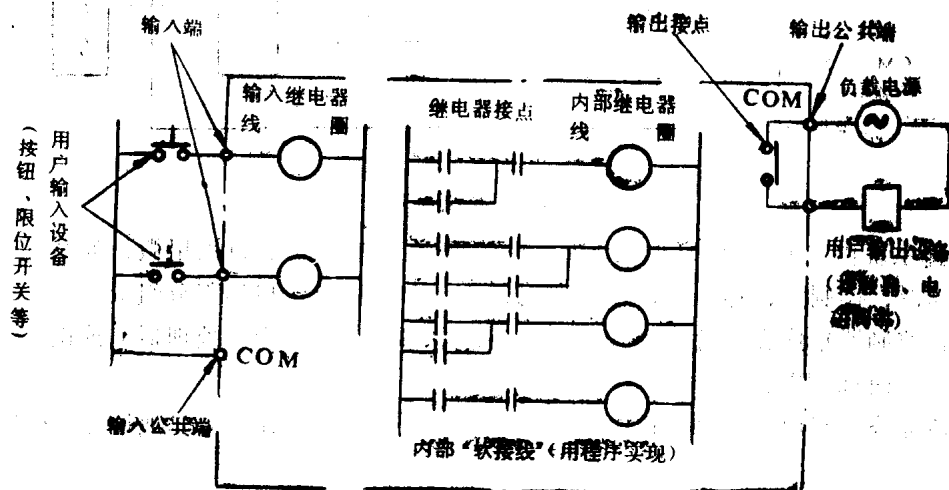


图1-2 PC的等效电路