

KEBIANCHENGXU

可编程序控制器

(PC)原理与应用

朱绍祥 张宏生 殷锡章 编译

KONGZHIQI (PC)
YUANLIYUYINGYONG

732.3

SX/1

可编程序控制器(PC)原理与应用

朱绍祥 张宏生 殷锡章 编译

上海交通大学出版社

内 容 简 介

本书介绍可编程序控制器(PC)的特点、应用场合和发展趋势,由浅入深地、形象地介绍了PC的基本原理,分析了PC的工作过程、输入/输出滞后原因以及与微机控制的差异,剖析了模块式PC的各种接口电路,还介绍了常见的几种PC,以及梯形图的设计与编程方法。

为推广和应用PC技术,本书用相当大的篇幅着重介绍了PC的基本应用与在各类机械与流程控制中的应用。

本书可作高等院校工业自动化专业、电气工程专业、微机应用专业的选修教材、以及为工业控制人员举办的PC训练班教材,可供在职技术人员实际应用时参考。

可编程序控制器(PC)原理与应用

上海交通大学出版社出版

(淮海中路1984弄19号)

新华书店上海发行所发行

印 装

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 11.5 字数 288,000

1988年12月第1版 1989年1月第1次印刷

印数: 1—3,000

ISBN7-313-00269-5/TP·2 科技书目: 179--276

定价: 2.30 元

前 言

随着微型计算机(下简称微机)的迅速发展与普及应用,不论在科学计算、企业管理和生产控制方面,微机都起着十分重要的作用。

但是,在工业控制方面,采用微机技术的可编程序控制器(Programmable Controller)——简称PC——正在世界各国得到迅速发展。在控制功能方面,PC与单板机或通用微机相比,工作更为可靠,编程十分简单,使用非常方便,应用设计和调试周期可大为缩短,又能在恶劣的工业环境下和强电在一起工作,很容易于实现“机电一体化”,因而深受人们的欢迎。由于PC把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体,有利于实现工厂全面自动化的分散分布式控制方式,因此,在今后的工业控制领域中,PC控制技术必将迅猛发展成为主流。

目前,我国正处于引进、消化PC阶段。推广、应用PC技术,消化、吸收、研制、生产国产化PC,是一项有意义的工作。

要促进PC技术的普遍推广应用,当务之急是普及PC教育,不仅要在各工院校、电大、职大、夜大、函大的工业自动化专业、电气技术专业与有关专业增开这门新课,而且要对在职的从事工业控制的科技人员进行PC控制技术的培训。可是,目前很缺乏这方面教材。为此,我们从教学、工程设计、生产科研应用等不同角度编译了这份教材,以期填补这方面的空白。在编译此书时,我们力求由浅入深,通俗易懂,理论紧密联系实际、使之不仅适用于课堂教学,也适用于供广大在职工业控制人员学习时参考。

在编译此书时,我们查阅了大量国外有关文献,并收集、整理、吸收了国外生产厂商的许多有关手册和简要说明。为了便于推广应用PC,书中还选用了国内部分PC实际应用的成果。

在编译此书时,我们得到了华东工学院、无锡电器厂、上海起重电器厂等各方领导的支持,并得到中国人民解放军五十六研究所翁宝华同志编写的PC安全措施等部分材料,南京第二机床厂周宏同志也帮助做了不少工作。该书完稿后,华东工学院自动控制系主任曾向秋教授对此书提出了不少宝贵意见。上海交通大学陈铁年教授对全书进行了审阅。在此谨致以衷心的感谢!

我们在编译此书时,由于水平有限,时间仓促,在翻译、整理、消化、吸收各种素材时,难免有错,敬请读者批评指正。

编译者 1987年6月于南京

目 录

第一章 PC 的发展及特点	1
1.1 PC 的由来与未来	1
1.2 PC 的显著特点	3
1.3 PC 的应用场合	7
1.4 国内外 PC 发展概况	8
第二章 PC 的基本原理	10
2.1 PC 的组成及各部分的作用	10
2.2 PC 的硬件环境及工作过程	14
2.3 常用的 CPU 及其特征	20
2.4 PC 常用的存贮器与数据存贮形式	22
2.5 PC 与 μC , 梯形图与继电器图	25
第三章 PC 的接口模块	28
3.1 开关量 I/O 接口模块	28
3.2 模拟量 I/O 接口模块	32
3.3 常用的特种模块	37
3.4 智能模块功能简介	42
第四章 常见 PC 简介	47
4.1 几种常见的国外 PC 性能一览表	47
4.2 模块式 PC 简介	49
4.3 整体式 PC 简介	60
4.4 语言多样化 PC 简介	65
第五章 梯形图的设计与编程方法	67
5.1 用户存贮器编号的确定	67
5.2 GE-I PC 编程器面板的说明	69
5.3 一般电路的设计与编程方法	71
5.4 复杂电路的设计与编程方法	77
5.5 鼓形控制器的设计与编程方法	80
5.6 编程规则	80
第六章 PC 的几种基本应用	85
6.1 单脉冲发生器	85
6.2 分频器	86
6.3 分选装置	87
6.4 顺序控制器	88
6.5 扩展计数值及定时时间范围	90

6.6 高精度时钟	91
6.7 断电保持器	93
6.8 高速计数模块	94
第七章 PC 取代继电逻辑控制电路	99
7.1 PC 在万能剃齿机上的应用	99
7.2 PC 在组合机床上的应用	106
7.3 PC 在注塑成型机上的应用	112
7.4 PC 在机器人上的应用	116
第八章 PC 在点位直线伺服控制中的应用	129
8.1 概述	129
8.2 位控器与位置控制系统	129
8.3 位置编程	136
8.4 点位控制过程	138
8.5 应用举例	139
第九章 PC 在流程控制中的应用	148
9.1 流程控制对 PC 的基本要求	148
9.2 原料入库系统	149
9.3 码包机系统	154
参考资料	160
附录	161

第一章 PC 的发展及特点

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC。请注意：它不是个人计算机 (如 IBM-PC)、袖珍式计算机 (如 PC-1500) 及数字电路中的程序计数器 (也简称 PC)，也不是早期的可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, 简称 PLC)、可编程序顺序控制器 (Programmable Sequence Controller, 简称 PSC) 或可编程序矩阵控制器 (Programmable Matrix Controller, 简称 PMC)。

1.1 PC 的由来与未来

1.1.1 PC 的由来

在本世纪 60 年代, 计算机控制技术已开始应用到工业控制领域, 但由于计算机技术复杂、编程很不方便、当时价格也较昂贵等原因, 因此未能得到广泛应用。

1968 年, 美国最大的汽车制造商通用汽车公司 (GM 公司), 为了适应汽车型号不断翻新, 想寻找一种方法, 尽可能减少重新设计继电器控制系统和接线, 降低成本, 缩短时间, 设想把计算机功能完备、灵活、通用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, 制成一种通用控制装置, 并把计算机的编程方法和程序送入方式加以简化, 用面向控制过程、面向问题的“自然语言”进行编程, 使得对于不熟悉计算机的人也能方便地使用。为此提出十点招标指标, 即:

- 1) 编程简单, 可在现场修改程序;
- 2) 维护方便, 最好是插件式;
- 3) 可靠性高于继电器控制柜;
- 4) 体积小于继电器控制柜;
- 5) 可将数据直接送入管理计算机;
- 6) 在成本上可与继电器控制柜竞争;
- 7) 输入可以是交流 115 V;
- 8) 输出为交流 115 V、2 A 以上, 能直接驱动电磁阀;
- 9) 在扩展时, 原有系统只要很小变更;
- 10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 K。

1969 年, 美国数字设备 DEC 公司就研制出第一台可编程序控制器, 在美国通用汽车自动装配线上试用, 获得了成功。

从此, 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, 很快研制成了日本第一台可编程序控制器 DSC-8。1973 年, 西欧国家也研制出他们的第一台可编程序控制器。我国从 1974 年也开始研制, 1977 年开始工业应用。可编程序控制器出现后, 名称很不一

致,为此,美国电气制造商协会 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)经过 4 年的调查工作,于 1980 年正式命名为 PO(Programmable Controller),并给 PO 作了如下的定义:

“PO 是一个数字式的电子装置,它使用了可编程序的记忆体以贮存指令。用来执行诸如逻辑、顺序、计时、计数与演算等功能,并通过数字或类似的输入/输出模件,以控制各种机械或工作程序。一部数字电子计算机若是用来执行 PO 之功能者,亦被视同为 PO,但不包括鼓式或类似的机械式顺序控制器。”

国际电工委员会(IEC)曾于 1982 年 11 月颁布了可编程序控制器标准的草案第一稿,1985 年 1 月又发表了第二稿,对可编程序控制器作了如下的规定:

“可编程序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的指令,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,易于扩充其功能的原则设计。”

可编程序控制器问世时间虽然很短,但随着大规模集成电路的迅速发展,微处理器的出现和数据通信的不断推进,可编程序控制器也不断成长发展,其发展过程大致如下:

早期的可编程序控制器,一般称为 PLC(Programmable Logic Controller),译作“可编程序逻辑控制器”。它以准计算机形式出现,在硬件结构上它简化了计算机内部电路并在接口电路作了适应工业控制要求的变化,装置中的器件主要由分立元件和中小规模的集成电路所组成,存储器大都采用磁芯存储器;在软件编程上它简化了计算机的编程指令和改变了编程方式,出现了面向问题、面向用户、接近“自然语言”的编程方式。

与此同时还发展了矩阵式顺序控制器。它的编程方式,主要用矩阵板上二极管位置的变化来实现“与”、“或”、“非”等逻辑运算。其硬件电路大都由分立元件或中小规模的集成电路所构成。这种矩阵式可编程序控制器,称为矩阵式顺序控制器。它有最简单的基本逻辑型、条件步进型、时间步进型以及组合型等多种形式。

1975 年至 1976 年上半年,美国、日本、联邦德国等一些厂家开始采用微处理器 MPU(Microprocessor)来作可编程序控制器的中央处理单元(Central Processing Unit,简称 CPU),他们认为这样做可扩大程序控制器的功能,提高其可靠性,增加其灵活性,并且也比较经济。

可是另外一些人反对,他们认为:可编程序控制器完全采用微处理器控制技术后,不论在功能和结构上都和微机一样,可编程序控制器的特色将会消失,没有必要朝着这个方向发展。因此,美国在此期间的可编程序控制器的产量增加有所停顿,甚至有些厂家已停止生产可编程序控制器,并宣布改变方针。

实践证明:采用微机技术的可编程序控制器更为优越,可编程序控制器从此获得了巨大的发展。美国 1975 年二季度的增长率为 -5%,1977 年二季度增长率猛增到 +17%。1977 年底美国 Motorola 公司研制成一位微处理器 MC 14500 芯片后,很快就出现了一位机式可编程序控制器,由于它结构简单、编程容易、又具有较强的抗干扰能力,因此很快取代了矩阵式顺序控制器。对推动可编程序控制器的发展和普及,曾起过积极作用。

1.1.2 PC 的未来

1980 年美国 PO 年会上曾指出: PO 正朝着两个方向发展。

一个方向是向大型化、复杂化、高能化、分散型、多层分布式工厂全自动网络化方向发展。

例如近期美国 GE 公司推出的 GENETTWO 工厂全自动网络化系统,它不仅具有逻辑运算、计时、计数等功能,还具有数值运算、模拟调节、监控、记录、显示、计算机接口、数据传送等功能,而且还能进行中断控制、智能控制、过程控制、远程控制等。该系统可配备有 GE/BASIC 语言,向上能与上位计算机进行数据通信,向下不仅能直接控制 CNC 数控、机器人,还可通过下级 PO 去控制执行机构。在操纵台上如果配备该公司的 Factory Master 数据采集和分析系统,Viewaster 彩色图像图解系统,则管理、控制整个工厂十分方便。

当前, PO 的 I/O 点数最大容量已超过了 32 K, 扫描速度已高达 $<1\text{ms}/1\text{K}$ 。

在通信网络标准化方面, PO 也取得了重大进展。美国的一些著名 PC 制造厂家,如 A·B 公司、GOULD 公司、GE 公司等,一些著名的计算机制造厂家,如 IBM 公司、DEC 公司、HP 公司、MOTOROLA 公司等,纷纷同意遵守由美国 GM 公司提出的“制造自动化通信协议 MAP®(Manufacturing Automation Protocol)”,这就为异机通信,真正实现工厂自动化铺平了道路。

1987 年, GM 公司在它的整个工业区内安装了近 2 万台 PO, 2 千台机器人,若包括可编程的智能设备在内,总数将近 4 万台。预计到 1990 年,全部可编程设备将增加 4~5 倍,总数达 20 万台。届时,该公司安装在各厂家车间里的 PO、计算机、机器人、数控装置等设备,在不需要特别接口和改动的情况下,将能够互相通信,实现工厂自动化(FA)的全面要求。

另一方面, PO 朝着简易、超小型方向发展。

为了占领小型、分散、低要求的工业控制市场,国外许多 PO 厂商,正开发许多简易经济超小型的 PO,以适应单机控制和“机电一体化”。

要实现“机电仪”一体化,关键是控制器件的微型化。目前,美国、日本正在研制和出现的各类光控可关断的可控硅器件、MOS 双基管以及“逻辑控制-高压”组成一体的 SMART POWER 器件,这些必将给 PO 控制技术带来更广阔的前途。

总之, PO 控制将成为当前和今后工业控制的主要手段和重要的基础控制设备之一。在未来的工业生产中, PO 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。

1.2 PC 的显著特点

PO 的特点与它的设计思想分不开。PO 的设计以用户需要为主,但又尽量采用先进技术,因此具有以下几个显著特点:

1.2.1 高可靠性

工业生产一般要求控制设备具有很强的抗干扰能力,能在恶劣的环境中可靠地工作,对

① 该协议 1982 年 10 月首先由美国 GM 公司提出。1985 年,在美国底特律国际可编程控制器年会上,“制造自动化通信规约标准(MAPS)”,已成了会议和展览会的议论主题,MAP 最后定为标准已为期不远了。

可靠性要求很高。如核电站、化工生产、高炉的控制等,要求自动控制系统具有很高的平均无故障率和很短的修复时间。

PO 控制系统的故障一般有两类:一类是由于外界恶劣环境如电磁干扰、超高温、超低温、过电压、负电压等引起的。这类故障只要不引起系统部件的损坏,一旦环境条件恢复正常,系统本应随之恢复正常。但因 PO 受外界影响后,内部存贮的信息被破坏,就可能引起混乱,除非系统从初始状态重新启动。这样就不能继续原来的工作,这类故障称为偶发性故障。另一类故障是由于元件本身的缺陷或外界的影响而损坏,这种损坏是不可恢复的,这类故障称为永久性故障。

如果能限制偶发性故障的发生条件,使 PO 能承受较恶劣的环境而不受影响或把影响的后果限制在最小范围之内,以便恶劣条件消失后能够正常恢复,这样就有可能提高平均无故障时间。此外,如果在 PO 上增加一些诊断措施和适当的保护手段,在永久性故障出现时,能很快查出哪一部分出现了不可恢复的故障,并将故障限制在局部,就能降低 PO 的平均修复时间。现以 GE-I 系列 PO 为例,说明如何从硬件、软件两方面采取措施来提高其可靠性。

1. 硬件措施

*屏蔽:在工业环境中,空间电磁干扰是 PO 系统的一大祸害,为了减少干扰的危害,GE-I 采用了较多的屏蔽措施。如对电源变压器,用导电导磁材料进行屏蔽;对 CPU、编程器等模块,均用良好的导电材料进行屏蔽,以防干扰。

*滤波:对供电系统以及 I/O 线路采用了较多的滤波环节。供电系统中多用 LC、 π 型滤波网络,对高频干扰信号有良好的抑制。既滤除了外部的干扰,又削弱了各种模块之间的相互影响。

*电源的调整与保护:对微处理器这个核心所需的 +5 V 电源,采用多级滤波并用集成电压调整器进行调整,以适应交流电网的电压波动,它对过电压、欠电压均有一定的保护作用,吸收较大电流促使熔丝烧断,以防出现更严重的故障。

*隔离:PO 在微处理器部分与 I/O 回路之间采用了光电隔离措施,这样能有效地隔离输入/输出间电的联系,而不致引起 PO 故障或误动作。

*联锁:所有的输出模块都受开门信号控制,而这个信号只有当规定的条件都满足时才有效,以防止产生不正常的输出信号而使被控制对象误动作。

*采用模块式结构:这种结构在缩短平均修复时间方面起到非常重要的作用。因为一旦查出故障存在于某一个模块上,只要更换这个模块。这就大大缩小了寻找范围,加快了查找故障的速度。

*环境检测和诊断电路:这部分电路与软件配合后可以实现很灵活的保护、故障指示等功能。

2. 软件措施

*故障检测:软件定期地检测外界环境,如掉电、强干扰信号等,以便及时进行处理。

*信息保护和恢复:对偶发性故障,只要故障条件出现时对 PO 内部的信息没有破坏,一旦故障条件消失,就可能恢复正常,继续原来的工作。所以,PO 在检测到故障条件时,立即把状态存入存贮器,并以软硬配合对存贮器进行封闭,禁止对存贮器的任何操作,以防存贮器内容被破坏。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,继续原来的处理。

用程序驱动故障指示的诊断方法,是经常执行一段程序,使硬件产生一些规定的信号,用这个信号来指示 CPU 处于正常状态。如果 CPU 发生了故障,这个规定信号自然不会再出现,从而指出 CPU 的故障状态。

由此可见,从硬件,软件两方面所采取的措施,在提高 PO 的可靠性和保障 PO 的安全,防止偶发性故障,提高诊断永久性故障的水平等方面,均有重要作用,尤其在防止偶发性故障方面,软件所起的作用更是不可低估的。

为保证 PO 控制系统具有很高的可靠性,GE 公司制成的 PO 控制模块的平均无故障率高达 1 千万小时。组成系统后,可靠性虽有所下降,但在 GE-VI 系列中,又推出 RPU(冗余)系统,它配备有两套 CPU 和 I/O,从而保证了 RPU 系统具有很高的可靠性。该系统的平均无故障率可高达 4—5 万小时。

1982 年,美国 Frost & Sullzian 商业情报公司曾对美国石油化工、冶金、食品、制药、玻璃、机械制造等行业 400 多个工厂企业进行调查,表 1.1、表 1.2 是这些工厂企业选用可编程序控制器的依据以及可编程序控制器在这些企业中的普及情况。

表 1.1 选用可编程序控制器的依据

选 用 依 据	名 次	厂家数百分比
可 靠 性	1	98%
性 能	2	77%
维 护	3	69%
能在恶劣环境下工作	4	53%
使用方便	5	51%
使用效果	6	47%
编程方便与否	7	45%
与现有设备的兼容性	8	44%
修改与扩充能力	9	38%
诊断能力	10	35%
接口容量的实用性	11	31%
价 格	12	28%
特殊性能	13	18%
联网能力	14	15%
运算速度	15	9%

从表 1.1、1.2 中可以看出:

(1) 在用户心目中,可靠性、性能、维护、能在恶劣环境下工作、使用方便,是选择可编程序控制器的最要紧的原则,价格因素只居第 12 位。

(2) 可编程序控制器在这些企业中的使用已相当普及,在这些企业中有 82% 的厂家使用,占据首位。

1.2.2 编程简单,使用方便

由于 PO 的设计宗旨是方便使用,使微机控制技术能得到推广和普及。因此,目前大多数的 PO,均采用继电控制形式的“梯形图”编程方式。

采用继电器线路形式编程既继承了传统控制线路的清晰直观感,又考虑到大多数工矿企

表 1.2 这些企业对各种工业自控设备的需求情况表

工厂自动化设备名称	名 次	厂家数百分比
可编程序控制器(PC)	1	82%
过程控制(自动化仪表)	2	79%
计算机控制	3	43%
专用控制器	4	36%
数据采集系统	5	27%
能源管理系统	6	24%
自动材料处理系统	7	23%
分散控制系统	8	22%
自动检查,自动测试	9	18%
数控(DNC 和 CNC)	10	15%
材料供应计划系统	11	14%
传送机械	12	9%
CAD/CAM	13	8%
机器人,机器人手	14	6%

业电气自动化人员的读图习惯及应用微机的水平,因此这种编程方式,很容易被电气、自控人员所接受,易于编程,易于应用,非常受到欢迎。这就大大推动了微机控制技术的普及应用。

这种面向生产过程的编程方式,与目前微机控制生产对象时常用的汇编语言相比,虽然在 PC 内部增加了解释程序,增加了执行程序时间,但对大多数的机电控制设备来说,是微不足道的。同时,由于这种编程方式的采用,使得在各行业技术飞速发展的今天,自控、电气专业人员和计算机专业人员能各尽所能,既分工又合作。正如传统的电机、电器制造人员与自控、电气人员的分工、合作那样,前者发挥制造专业所长,后者发挥生产应用所长。

1.2.3 是实现机电一体化的重要手段和发展方向

由于 PC 是为工业控制所设计的专用计算机,因此,可以把 PC 设计得紧密、坚固、体积小,很容易装入机械设备内部;同时,它又具备很高的抗干扰能力,如一般 PC 均能承受峰-峰值 1000 V,脉宽 1 μ s 的矩形脉冲串的尖峰干扰,具有很好的抗振、防潮、耐热能力。因此,它是实现机电一体化的较理想的控制设备。

目前,PC 已实现了产品系列化,并正朝着模块的标准化、通用化方面发展。正是由于 PC 的上述特点,它表现出了明显的优越性:

首先,PC 为设计应用部门带来了很大的方便。他们能在品种齐全、门类繁多的系列化 PC 产品中,精选他们所需的 PC 类型,使选定的 PC 具有较高的功能价格比。由于 PC 编程容易,调试方便,与直接用微机控制相比,可大大缩短应用设计和调试周期。

其次,用户的维护、检修非常方便。尤其有些 PC 产品,具有完善的监视诊断功能;如有醒目的内部工作状态、通信状态、I/O 点状态和异常状态等显示;又有可诊断编程的语法错误、数据通信异常、PC 内部电路运行异常、存储器奇偶出错、RAM 存储器后备电池状态异常、I/O 模块配置状态变化等。

1986 年,GE 公司在世界上首次推出了一种 GENIUS I/O 模块,外形尺寸为 81×222×97 mm。这是一种崭新的智能模块,它能把外部故障判断和检测的功能,从 CPU 中分开,从

而大大提高了外部故障检测的功能。这种新的概念,引起 PC 界的重视。该公司根据典型资料统计,PC 的 CPU 故障率占 5%, I/O 占 15%, 传感器或各类开关占 45%, 执行元件占 30%, 接线占 5%, 从而看出 80% 以上故障不能用自诊断来确定。

在工厂、设备故障检修时,有一半以上的时间花在检查分隔和确认故障上。基于这种情况,GE 公司开发了这种 GENIUS I/O 系统,它由两个关键部件组成:一是 I/O 总线控制器,起网间联接器(Gateway)的作用,它可以把不超过 30 个的 I/O 部件,通过串行通信(传输速率 150 千位/s)与 PC 的 CPU 连接;二是手握式监控器,它可用来定义每个 I/O 组件的地址,供用户了解 I/O 组件的状态以及监测系统的故障。这种 I/O 模块,对每一点来讲,即可当输入,也可当输出,而且每一点输出都装有电子保险,检测出短路后在 $5\mu\text{s}$ 内断开输出,并能根据手握式监控器所发的命令自动恢复输出,从而不要操作人员再换保险丝。

PC 具有这些特殊的优点,理所当然受到用户的欢迎。

1.3 PC 的应用场合

PC 在国内外已广泛应用于钢铁、采矿、水泥、石油、化工、电力、机械制造、汽车、装卸、造纸、纺织、环保、娱乐等各行各业。如果按应用类型来划分,PC 的应用大致可分为如下几种类型:

1. 用于开关逻辑控制

这是 PC 最基本的控制范围,可用 PC 来取代继电器控制装置,如机床电气控制、马达控制中心等;以及用来取代顺序控制和程序控制,如高炉上料系统、电梯控制、港口码头的货物存放与提取、采矿的皮带运输等。总之,用于对单机控制、多机群控制以及生产自动线的控制等。

2. 用于闭环过程控制

现代的大型 PC,都配有 PID 子程序(或装在软盘内,由用户调用),也有的厂家把 PID 功能独立出来,如 GE 公司的 PROLOOP 过程控制器,可执行 PID 控制、比例控制和级联控制。有单回路、8 回路和自动调谐三种装置供任选。每一回路计算时间为 36 ms,用 GE-II 系列 PC 最多可监控 256 个回路。PC 的 PID 调节控制,已广泛用于锅炉、冷冻、反应堆、水处理、酿酒等。

PC 亦可用于闭环的位置控制和速度控制,如用于连轧机的位置控制、自动电焊机控制等。

3. 用于机械加工的数控控制

PC 能和机械加工中的数字控制(NC)及计算机数控(CNC)组成一体,实现数值控制,如著名的日本 FANUC 公司推出的 System 10、11、12 系列,已将 CNC 控制功能与 PC 融成一体。为了实现 PC 和 CNC 设备之间内部数据自由传递,通过窗口软件,用户可以独自编程,由 PC 送至 CNC 使用。同样,美国 GE 公司的 NC 新机种也使用了具有数值处理的 PC。日本东芝 TOSNUC 600 也将 CNC 和 PC 组合在一起,实现数值控制。有人预言,今后几年 CNC 系统将变成以 PC 为主体的控制和管理系统。

4. 用于机器人控制

随着工厂自动化网络的形成,使用机器人将愈来愈多。对机器人,很多工厂也选用 PC 来

进行控制。如联邦德国西门子公司制造的机器人就采用该公司生产的 16 位可编程序控制器 SIMATIC S5-130 W 和 RCW1 组成新的 ROW1。1 台控制设备,可对具有 3—6 轴的机器人进行控制,自动地处理它的各种机械动作。又如美国 Jeep 台公司焊接自动线上使用的 29 个机器人,每台都由一个 PC 进行控制。

5. 用于组成多级控制系统

近几年,随着计算机控制技术的发展,国外正兴起工厂自动化(FA)网络系统。一些著名 PC 制造厂分别建立了自己的多层控制系统,并着手向制造自动化通信协议 MAP 靠拢。

GE 公司的 GEmetfactory Lan 工厂局部网络具有 10M BPS 宽的令牌总线,它能使 GE 各自动化设备间进行快速通信。

GOULD 公司的 MODBUS 工业通信系统,能使各 PC 通过 MODBUS 和上级计算机联网,并遵守 MAP 协议的有关规定。

总之,多级分布式控制,是 80 年的潮流,系统一般分以下几级:

第一级是实时控制,主要是顺序控制;

第二级是协调控制,协调各种机械的配合;

第三级是 PC 程序的装入、管理数据的采集和调变;

第四级是数据处理,由上级计算机处理各种数据。

PC 与上级计算机、PC 与 PC、PC 与远程 I/O 之间的通信,一般采用双绞电缆或光缆。

1.4 国内外 PC 发展概况

1.4.1 国外近期 PC 发展概况

据美国控制工程杂志统计,1984 年美国注册生产 PC 的厂家有 48 家,生产各类 PC 有 150 多种,1984 年销售额总计 6 亿美元,其中著名的有 AB 公司(Allen Bradley),GM 公司(Gould Modicon),TI 仪器公司(Texas Instruments)、GE 电气公司(General Electric)、西屋电气公司等。

据日本自动化杂志统计,1982 年日本有 40 家工厂生产各类 PC 有 120 多种(包括分顺序控制器),其中著名的有三菱、日立、立石、夏普、安川、东芝、富士等公司。

据联邦德国工业电气电子杂志统计,1984 年欧洲有 60 家工厂生产各类 PC 近 200 多种。其中著名的有联邦德国的西门子公司、BBC 公司、AEG 公司等;法国的 Alsthom 公司、Telemecanique 公司、Rerault 公司等;英国有 20 多家从事 PC 研制和系统工程服务,成立了 PC 系统建造公司(PC Systems Bmlolers)。

由此可见,PC 控制技术已在世界范围内广为流行,国际市场上竞争很激烈,而且产品更新也很快。如西门子公司平均每 5 年就要更新一代产品。有人预测,到 1990 年工业控制将几乎全被 PC 所占领,用 PC 设计自动控制系统已成为世界潮流。

1.4.2 国内 PC 引进、应用概况

根据 1987 年 3 月中国电工技术学会等单位主办的“微机在生产过程自动化中的应用研讨会”资料,我国引进或研制生产 PC 的单位有:中国科学院计算机研究所、北京机械自动化研究

所、天津电气传动设计研究所、天津自动化仪表研究所、上海电器科学研究所、上海工业自动化仪表研究所、上海起重电器厂、上海调节电器厂、南京电讯仪器厂、无锡电器厂等。

据不完全统计, PC 应用较好的单位有:

*水电部南京自动化研究所, 采用 GE-VI 系列 PC, 研制成“WDK-2 型单元自动化装置”, 该装置是为实现大型水电站的计算机多级分布控制而研制的单元控制远方终端设备, 其作用为监视大坝、控制水轮机, 并通过通信接口与上位机交换信息, 将控制设备的各种数据经加工后及时送给上位计算机, 或接收上位机的命令执行操作, 对有功、无功功率作自动调整。到目前为止, 长江葛洲坝大江电厂已有 4 台这种装置。它监视大坝的安全, 对相隔大于 2ms 的开关量能有效地分辨。对小信号的温度量, 即使未采取任何屏蔽措施, 其测值仍然稳定, 测量精确度可以保证不大于 0.5%。尤其是对机组的 PID 参数调节控制, 得到了令人满意的结果。

*在引进的大型企业中, 如上海宝山钢铁总厂第一期工程中已采用各类 PC 达 250 多台。第二期又计划采用 108 台。在我国第二汽车制造厂中, 应用各类 PC 也多达 100 台。使用效果、反映也都良好。

*对旧企业的技术改造, 引用 PC, 纷纷取得可喜的经济效果。

如首都钢铁公司 1983 年对 4 号高炉改造中使用一台 PC, 控制上料、加料、配料等 10 个系统, 使高炉利用系数达到全国最高水平(2.04)。天钢线材厂的步进加热炉, 采用 PC 代替原来的继电器逻辑控制, 减少了故障, 缩短了维修时间, 每季度增加利润 2.7 万元。哈尔滨糖厂的过滤, 采用 PC 控制后, 年增利润 75 万元, 年节电 6 万度。我国第一汽车制造厂, 1986 年采用 100 多台 PC, 已用于全厂技术改造, 获得可喜的效果。

*在产品的设计方面, 如南京第二机床厂, 把 PC 首先应用在 YW 4232 型万能剃齿机上取得成功。它不仅简化了控制线路, 提高了机床可靠性, 节约能源, 还扩大了机床的功能。在花销少, 机械变动不大, 设计周期很短的情况下, 开发了全功能 YWA 4232 型剃齿机。这一成功明显增加了工厂与社会的经济效益。1987 年度, 该厂已在 8 个新、老产品中采用了 PC 技术, 并把 PC 作为新产品的开发, 老产品的更新以及旧设备改造中的重要控制手段。

第二章 PC 的基本原理

2.1 PC 的组成及各部分的作用

2.1.1 PC 的组成

1. PC 的框图表示

一般来说,PC 有三个部分组成(见图 2.1),即:

- *输入部分: 它收集并保存被控对象实际运行的数据和消息。
- *逻辑部分: 处理由输入部分所取得的信息,并判断哪些功能需作输出。
- *输出部分: 提供正在被控对象的许多装置中,哪几个设备需要实时操作处理。

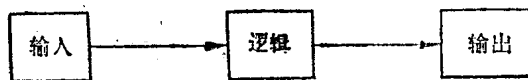


图 2.1 PC 组成形式

2. PC 的等效电气控制图

由于 PC 的编程实际上是按照继电器线路形式来设计“梯形图”,因此我们可以对应继电器控制形式来理解 PC 的组成。任何一种继电器控制系统,都是由三个基本部分所组成,如图 2.2 所示。

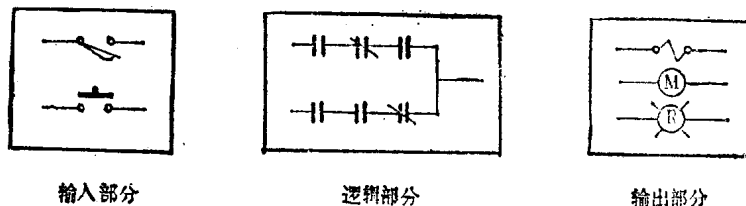


图 2.2 继电器控制系统

*输入部分: 来自被控制对象上的各种开关信息,或操纵台上的操作命令。如控制按钮、操作开关、限位开关、光电管信号等。

*逻辑部分: 按照被控对象实际要求动作的各种继电器控制线路,其逻辑编程已固定在线路之中。

*输出部分: 如电磁阀线圈,接通电机的各种接触器,信号指示灯等。

由于继电器控制系统中的逻辑部分是由许多继电器按某一种固定方式接好的线路,程序不能灵活变更;而可编程序控制器采用大规模集成电路的微处理器和存储器来代替继电器逻辑部分(对大型 PC 亦具有数值运算、过程控制等各种复杂功能),通过编程,可以灵活地改变其控制程序,就相当于改变了继电器控制线路的接线。因此,我们可以理解 PC 的组成仍由输入、逻辑控制、输出这三部分组成,如图 2.3 所示。

图中输入部分仍基本上与继电器控制系统相同,但为了将不同的电压或电流形式的信号

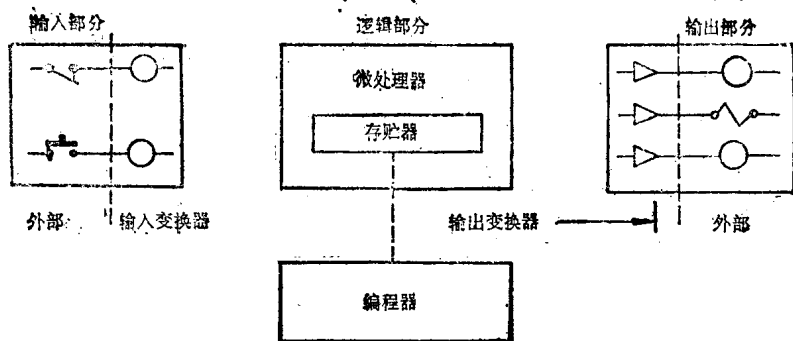


图 2.3 由微处理器构成的 PC 控制系统

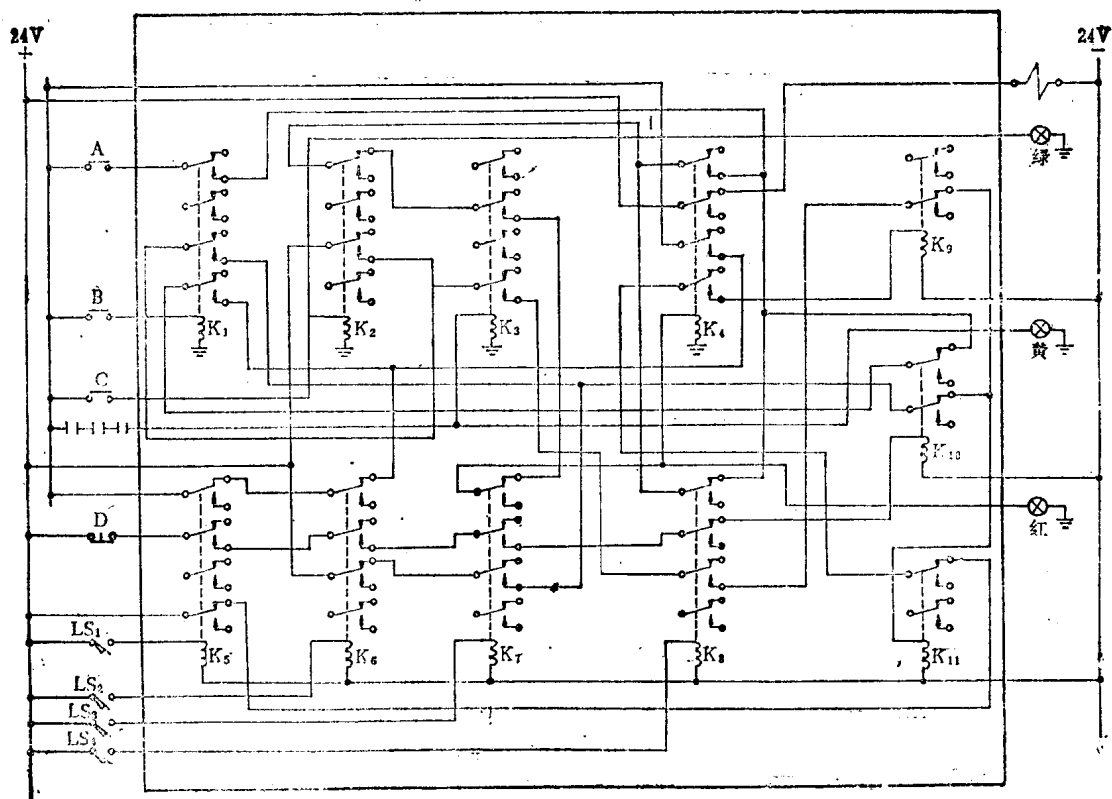


图 2.4 继电器控制接线图

源转换成微处理器所能接收的低电平信号，需加入变换器。同理，若将微处理器控制的低电平信号转换为控制设备所需的电压或电流信号，对输出部分也需加转换器。

对使用者来说，在编程时，可以不考虑微处理器及存储器内部的复杂结构，也不必使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，提供给使用者按设计继电器控制线路形式进行编程。例如：PC 内部有一种等效继电器线路如图 2.4 所示。

为便于阅读设计，我们可将内部各继电器间的控制逻辑关系改画成图 2.5 所示的控制电路原理形式。

3. PC 的结构形式

可编程序控制器实质是一种专用计算机，它的结构形式基本上与微机相同。图 2.6 就是