可编程序控制器及其应用

万太福　唐贤永　编著

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书从应用的角度出发,系统地介绍可编程序控制器(PC)的发展、特点、硬件组成和工作原理,几种国内外常见 PC 的性能指标,PC 的指令系统和编程方法,结合实例介绍 PC 控制系统的设计方法,PC 的选型原则和提高 PC 控制系统可靠性的措施,PC 在逻辑控制中的应用实例,最后简要介绍了 PC 的功能指令和在模拟量控制中的应用。书中附有思考题与练习题。

本书可作为高等院校工业自动化、电气技术、机电一体化以及其他有关专业本、专科的教材,也可作为工业自动化领域的科技人员的培训教材和自学参考书。

可编程序控制器及其应用

万太福　唐贤永　编著

责任编辑　曾令维

*

重庆大学出版社出版发行

新　华　书　店　经　销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1029　1/ 16　印张:9　字数:225 千

1994 年 5 月第 1 版　　2002 年 1 月第 7 次印刷

印数:40 001—43 000

ISBN　7-5624-0843-2/ TP・44　定价:9 .00 元

序

近年来我国高等专科教育发展很快,各校招收专科生的人数呈逐年上升趋势,但是专科教材颇为匮乏,专科教材建设工作进展迟缓,在一定程序上制约了专科教育的发展。在重庆大学出版社的倡议下,中国西部地区 14 所院校(云南工学院、贵州工学院、宁夏工学院、新疆工学院、陕西工学院、广西大学、广西工学院、兰州工业高等专科学校、昆明工学院、攀枝花大学、四川工业学院、四川轻化工学院、渝州大学、重庆大学)联合起来,编写、出版机类和电类专科教材,开创了一条出版系列教材的新路。这是一项有远见的战略决策,得到国家教委的肯定与支持。

质量是这套教材的生命。围绕提高系列教材质量,采取了一系列重要举措:

第一,组织数十名教学专家反复研究机类、电类三年制专科的培养目标和教学计划,根据高等工程专科教育的培养目标——培养技术应用型人才,确定了专科学生应该具备的知识和能力结构,据此制订了教学计划,提出了 50 门课程的编写书目。

第二,通过主编会议审定了 50 门课程的编写大纲,不过分强调每门课程自身的系统性和完整性,从系列教材的整体优化原则出发,理顺了各门课程之间的关系,既保证了各门课程的基本内容,又避免了重复和交叉。

第三,规定了编写系列专科教材应该遵循的原则:

1 教材应与专科学生的知识、能力结构相适应,不要不切实际地拔高;

2 基础理论课的教学应以“必须、够用”为度,所谓“必须”是指专科人才培养规格之所需,所谓“够用”是指满足后续课程之需要;

3 根据专科的人才培养规格和人才的主要去向,确定专业课教材的内容,加强针对性和实用性;

4 减少不必要的数理论证和数学推导;

5 注意培养学生解决实际问题的能力,强化学生的工程意识;

6 教材中应配备习题、复习思考题、实验指示书等,以方便组织教学;

7 教材应做到概念准确,数据正确,文字叙述简明扼要,文、图配合适当。

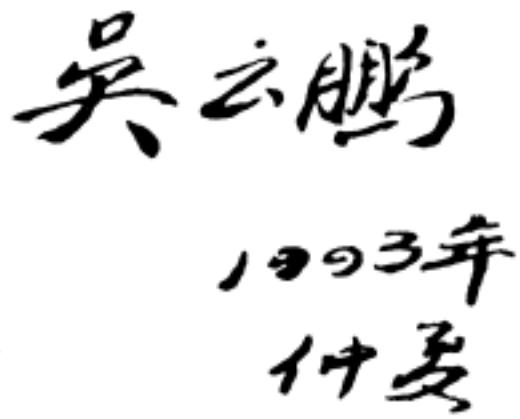
第四,由出版社聘请学术水平高、教学经验丰富、责任心强的专家担任主审,严格把住每门教材的学术质量关。

出版系列专科教材堪称一项“浩大的工程”。经过一年多的艰苦努力,系列专科教材陆续面市了。它汇集了中国西部地区 14 所院校专科教育的办学经验,是西部地区广大教师长期教学经验的结晶。

纵观这套教材,具有如下的特色:它符合我国国情,符合专科教育的教学基本

要求和教学规律;正确处理了与本科教材、中专教材的分工,具有很强的实用性;与出版单科教材不同,有计划地成套推出,实现了整体优化。

这套教材立足于我国西部地区,面向全国市场,它的出版必将对繁荣我国的专科教育发挥积极的作用。这套教材可以作为大学专科及成人高校的教材,也可作为大学本科非机类或非电类专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。因此我不揣冒昧向广大读者推荐这套系列教材,并希望通过教学实践后逐版修订,使之日臻完善。



前　言

可编程序控制器(Programmable Controller)简称 PC,是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术而发展起来的一种新型、通用的自动控制装置。它具有结构简单、易于编程、性能优越、可靠性高、灵活通用、使用方便等一系列优点,近年来在工业生产过程的自动控制中得到了越来越广泛的应用,被誉为当代工业生产自动化的三大支柱之一。可以预料:在工业控制领域中,PC 控制技术的应用将形成世界潮流。

为了适应这一新技术发展的需要,我们编写了这本教材。编写时,力求由浅入深,通俗易懂,理论联系实际,重在应用。本书可作为高等院校工业自动化、电气技术、机电一体化以及其他有关专业本、专科的教材,也可作为工业自动化领域的科技人员的技术培训教材和自学参考书。

本书从应用的角度出发,系统地介绍了 PC 的硬件组成、基本工作原理和性能指标,以国内使用较多的日本三菱公司的 F1 系列 PC 为样机,详细介绍了基本逻辑指令和步进指令及其应用,并简要地介绍了它的功能指令。通常学会一种机型,起到举一反三的作用。

全书共分为七章:第一章为 PC 的发展和特点,第二章介绍 PC 的硬件组成和工作原理,第三章简要介绍几种在我国应用较多的 PC 机型的性能指标和特点,第四章以 F1 系列为对象介绍 PC 的指令系统和编程方法,第五章结合实例介绍 PC 控制系统的设计方法、PC 的选型原则和提高 PC 控制系统可靠性的措施,第六章介绍 PC 在逻辑控制中的几个应用实例,第七章为 PC 的功能指令和模拟量控制的概念。为方便读者复习和自学,附有适量的思考题和练习题。书中标有“ * ”号的章节,可根据教学要求和学时选学,或供应用时参考。

万太福编写第一、三、五、六章,唐贤永编写第二、四、七章。本书由昆明有色冶金设计研究院赵裕铁高级工程师主审并提出了许多宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,错漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

1994 年 1 月于昆明工学院

目　　录

第一章　PC 的发展和特点 …… 1
§1-1　什么是可编程序控制器 …… 1
§1-2　PC 的发展过程和特点 …… 1
§1-3　PC 与其他工业控制装置的比较 …… 4
§1-4　PC 的应用范围 …… 5
§1-5　PC 的发展趋势 …… 6
思考题与练习题 …… 7

第二章　PC 的结构和工作原理 …… 8
§2-1　PC 的组成 …… 8
§2-2　PC 的工作过程 …… 10
§2-3　PC 常用的 CPU …… 12
§2-4　PC 常用的存贮器 …… 13
§2-5　PC 的输入/ 输出接口 …… 15
思考题与练习题 …… 18

* 第三章　常见 PC 性能简介 …… 20
§3-1　几种常见的 PC 性能一览表 …… 20
§3-2　F1、FX 系列 PC 性能简介 …… 21
§3-3　C 系列 PC 性能简介 …… 27
§3-4　GE-Ⅰ系列 PC 简介 …… 32
§3-5　ACMY-S80 PC 简介 …… 35

第四章　PC 的指令系统和编程方法 …… 38
§4-1　编程语言概述 …… 38
§4-2　F1 系列 PC 内部各编程元件及其功能 …… 39
§4-3　F1 系列 PC 的基本逻辑指令 …… 43
§4-4　梯形图的设计与编程方法 …… 52
§4-5　几种常见 PC 指令系统比较 …… 56
* §4-6　F1-20P-E 编程器及其使用方法 …… 58
思考题与练习题 …… 59

第五章　PC 控制系统设计 …… 62
§5-1　PC 控制系统设计的内容和步骤 …… 62
§5-2　PC 选型的依据和应注意的问题 …… 63
§5-3　PC 控制系统设计举例 …… 66
§5-4　步进指令的编程方法 …… 71

§5-5　减少 PC 输入和输出点数的方法 …… 80
§5-6　提高 PC 控制系统可靠性的措施 …… 82
* §5-7　PC 的维护与故障诊断 …… 85
思考题与练习题 …… 85

第六章　PC 在逻辑控制中的应用 …… 88
§6-1　PC 在注塑成型机上的应用 …… 88
§6-2　PC 在组合机床上的应用 …… 91
§6-3　PC 在砂处理生产线上的应用 …… 98
§6-4　PC 在分布式控制系统中的应用 …… 100

第七章　PC 的功能指令和模拟量控制简介 …… 103
§7-1　功能指令简介 …… 103
§7-2　A/ D 和 D/ A 操作指令 …… 106
§7-3　PC 在模拟量控制中的应用 …… 107

主要参考文献 …… 110

第一章　PC的发展和特点

§1-1　什么是可编程序控制器

可编程序控制器(Programmable Controller)是美国在60年代末首先研制成功的。它是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术和计算机技术而形成的一代新型工业控制装置。当时叫做PLC(Programmable Logic Controller),目的是用来取代继电器,执行逻辑、计时、计数等顺序控制功能,建立柔性的程控系统。随着计算技术的发展和微处理器的出现,PLC的功能也不断发展和完善,1976年美国电气制造商协会(NEMA)经过4年的调查,将其正式命名为Programmable Controller,简称PC。1985年1月国际电工委员会(IEC)颁布了可编程序控制器标准草案第二稿,对PC作了如下规定:“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,并通过数字的、模拟的输入和输出,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。”

PC从诞生至今仅有20多年的历史,但是得到了迅猛的发展,已经成为当代工业自动化的主要支柱之一。

§1-2　PC的发展过程和特点

一、PC的发展过程

世界上自1836年发明电磁继电器以来,人们就开始用导线把各种继电器、定时器、计数器及其接点连接起来,并按一定的逻辑关系控制各种生产机械。这种以硬接线方式构成的继电器控制系统,至今仍有使用。但是,对于复杂的控制系统,如果某一继电器损坏,甚至一个继电器的某一对触点接触不良,都会影响整个控制系统的正常运行。查找和排除故障往往是非常困难的,有时可能要花费很长的时间。如果生产工艺发生变化,控制柜的元件和接线也需要作相应的变动。但是这种改造工期长、费用高,以至于有的用户宁愿仍掉旧的控制柜,另外制作一台新的控制柜。

现代社会要求生产厂家对市场的需求作出迅速的反应,生产出小批量、多品种、多规格、低成本和高质量的产品。老式的继电器控制系统已无法满足这一要求,迫使人们去寻求一种新的控制装置来取代老式的继电器控制系统。60年代初,由于小型计算机的出现和大规模生产以及多机群控的要求,国外曾试图用小型计算机代替较复杂的继电器控制系统,但由于成本高、I/O电路不匹配和编程技术复杂等原因,一直没能得到推广应用。

1968年美国通用汽车公司(GM)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输入方式加以简化,用面向控制过程、面向用户的"自然语言"编程,使不熟悉计算机的人也能方便地使用。1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台可编程序控制器,并在 GM 公司的汽车自动装配线上首次应用,获得成功。从此,这顶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,很快就研制出了日本第一台可编程序控制器。1973 年西欧国家也相继研制出了他们的第一台可编程序控制器。我国从 1974 年开始研制,1977 年开始工业应用。

限于当时的元器件条件和计算机技术的发展水平,早期的可编程序控制器主要由分立元件和小规模集成电路组成。70 年代初期,出现了微处理器,它的体积小、功能强、价格便宜,很快被用于 PC,使 PC 的功能增强,工作速度加快,体积减小,可靠性提高,成本下降。PC 还借鉴微型计算机的高级语言,采用极易为工厂电气人员掌握的梯形图语言编程。现代 PC 不仅能实现对开关量的逻辑控制,还具有数字运算、数据处理、运动控制、模拟量控制、联网通讯等功能。在发达的工业化国家,PC 已经广泛地应用在所有的工业部门。

由此可见:可编程序控制器是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通讯技术,用面向控制过程、面向用户的"自然语言"编程,适应工业环境,简单易懂,操作方便,可靠性高的新一代通用工业控制装置。

二、PC 的特点

1 .通用性强,使用方便

由于 PC 产品的系列化和模块化,PC 配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,可以组成能满足各种控制要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。用户在硬件方面的设计工作只是确定 PC 的硬件配置和 I/ O 的外部接线。一个控制对象的硬件配置确定以后,要以通过修改用户程序,方便快速地适应工艺条件的变化。

2 .功能强,适应面广

现代 PC 不仅具有逻辑运算、计时、计数、顺控等功能,而且还具有 A/ D、D/ A 转换,数值运算和数据处理等功能。因此,它既可对开关量进行控制,也可对模拟量进行控制;既可控制一台生产机械、一条生产线,也可控制一个生产过程。PC 还具有通讯联网的功能,可与上位计算机构成分布式控制系统。用户只需根据控制的规模和要求,适当选择 PC 型号和硬件配置,就可以组成所需的控制系统。

3 .可靠性高,抗干扰能力强

绝大多数用户都将可靠性作为选择控制装置的首要条件。针对 PC"专为在工业环境下应用而设计"的要求,PC 采取了一系列硬件和软件的抗干扰措施。

硬件方面:隔离是抗干扰的主要措施之一。PC 的输入、输出电路一般用光电耦合器来传递信号,使外部电路与 CPU 之间完全没有电路上的联系,有效地抑制了外部干扰源对 PC 的影响,同时还可以防止外部高电压窜入 CPU 模块。滤波是抗干扰的另一主要措施。在 PC 的电源电路和 I/ O 模块中,设置了多种滤波电路,它们对高频干扰信号有良好的抑制作用,在 PC 内部对 CPU 供电的电源,采取了多级滤波和稳压措施,有效地防止了干扰信号通过供电电源进入 PC。为了消除空间电磁干扰的影响,用良好的导电材料屏蔽 CPU 模块。此外,还设置了

联锁、环境检测与诊断电路。

软件方面:设置故障检测与诊断程序,PC 在扫描过程的内部处理期间,检测系统硬件是否正常,检测锂电池电压是否过低,外部环境是否正常,如交流电源是否掉电,输入电路电压是否超过允许值;PC 还要检查用户程序的语法错误。发现问题后,立即自动作出相应的处理,如报警、保护数据、封锁输出等。

采用以上抗干扰措施后,一般 PC 的抗电平干扰能力可达 1 000V,1μs;其平均无故障时间可高达 4～5 万小时,可见,PC 具有极高的可靠性。

4 .编程方法简单,容易掌握

考虑到企业中一般电气技术人员和技术工人的传统读图习惯和应用微机的实际水平,PC 配备有他们最容易接受和掌握的梯形图语言。梯形图语言的编程元件的符号和表达方式与继电器控制电路原理图相当接近。某些仅有开关量逻辑控制功能的小型 PC 只有一二十条指令。通过阅读 PC 的使用手册或短期培训,电气技术人员和技术工人很快就可能熟悉梯形图语言,并用来编制一般的用户程序。简易编程器的操作和使用也很简单,这一特点也是 PC 近年来获得迅速普及和推广的原因之一。

梯形图语言的出现,体现了高新技术领域内相关专业的分工与合作,即由计算机专业人员研制 PC 的硬件和编程语言,并用汇编语言设计 PC 的系统程序,使 PC 成为一种通用的控制装置。而工厂的自控和电气技术人员根据被控设备的具体情况和工艺要求,用最容易掌握的梯形图语言编制用户程序。这样,即使不熟悉电子线路、不懂计算机原理和汇编语言的人,也能方便地使用这种带电脑的新型设备,这就大大推动了微机控制技术的普及和应用。

梯形图语言实际上是一种面向用户的高级语言。PC 在执行梯形图程序时,用解释程序将它“翻译”成汇编语言后再去执行。与直接用汇编语言编写的用户程序相比,执行的时间要长一些,但是对于大多数机电控制设备来说,是微不足道的,完全可以满足生产要求。

5 .PC 控制系统的设计、安装、调试和维修工作量少,方便

由于 PC 已实现了产品系列化、标准化和通用化,用 PC 组成控制系统在设计、安装、调试和维修等方面,表现了明显的优越性。设计部门能在规格繁多、品种齐全的系列化 PC 产品中,精选他们所需要的类型,使选定的 PC 具有较高的性能价格比。PC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,控制柜的设计、安装接线工作量大为减少。PC 的用户程序大都可以在实验室模拟调试,用模拟试验开关代替输入信号,其输出状态可观察 PC 上有关的发光二极管。模拟调试好以后再将 PC 控制系统安装到生产现场,进行联机统调,既完全,又快速方便,这就大大缩短了应用设计和调试周期。在用户的维修方面,由于 PC 的故障率很低,并且有完善的诊断和显示功能,PC 或外部的输入装置和执行机构发生故障时,可以根据 PC 上的发光二极管或编程器上提供的信息,迅速地查明原因;如果是 PC 本身,可以用更换模块的方法,迅速排除 PC 的故障,因此维修也极为方便。

6 .体积小、重量轻、功耗低

由于 PC 是将微电子技术应用于工业控制设备的新型产品,因而 PC 的结构紧凑、坚固,体积小,重量轻,功耗低。以 F1 - 40M 型 PC 为例,其外形尺寸仅为 305×110×110mm,重量 2 .3kg,工耗小于 25VA;而且它具有很好的抗振、适应环境温、湿度变化的能力。因此,PC 很容易装入机械设备内部,是实现机电一体化的较理想的控制设备。

§1-3　PC 与其他工业控制装置的比较

一、PC 与继电器控制系统

传统的继电器控制系统是针对一定的生产机械、固定的生产工艺而设计,采用硬接线方式安装而成,只能完成既定的逻辑(或顺序)控制、定时、计数等功能,即只能进行开关量的控制;一旦改变生产工艺过程,继电器控制系统必须重新配线,因而适应性很差,且体积庞大,安装维修均不方便。由于 PC 应用了微电子技术和计算机技术,各种控制功能是通过软件来实现的,只要改变程序,就可适应生产工艺的改变,因而适应性强;它不仅能完成逻辑运算、定时、计数等功能,而且能进行算术运算,因而既可进行开关量控制,又可进行模拟量控制,还能与计算机联成网络,实现分级控制。PC 体积小,重量轻,结构紧凑,开发周期短,安装和维护工作量小,PC 还有自诊断功能,其可靠性极高。因此,在用微电子技术改造传统产业的过程中,传统的继电器控制系统,大多数将被 PC 所取代。

二、PC 与集散控制系统

PC 是由继电器逻辑控制系统发展而来,初期的功能以数字量的顺序控制为主。随着微电子技术、计算机技术和通讯技术的发展,PC 在逻辑运算功能的基础上,增加了数值运算、闭环调节的功能,运算速度提高,输入输出规模扩大,并开始与小型计算机联成网络,构成以 PC 为重要部件的初级分散型控制系统。

集散控制系统是由回路仪表控制系统发展而来,初期的功能以回路调节为主。随着微处理器和单片机的出现,它把顺序控制技术、数据采集、过程控制的模拟量仪表和过程监控装置等有机地结合在一起,形成了新一代的集散型控制系统。

可见,不论是 PC 还是集散系统,在发展过程中,始终是互相渗透,互为补充。新一代的 PC 增强了模拟量控制功能,可配备各种智能模块,具有了 PID 调节功能和构成网络系统、组成分级控制的功能。集散系统既有单回路控制功能,也有多回路控制功能,同时也具有顺序控制功能。因此,现今的 PC 与集散系统的发展越来越接近,很多生产过程的控制既可用 PC 实现,也可用集散系统来实现。

三、PC 与工业控制计算机

工业控制计算机是指能够提供各种数据采集和控制功能,能够和工业对象的传感器、执行机构直接接口,能够在恶劣的工业环境可靠运行的计算机系统。工业控制机是由通用微机推广应用发展而来,硬件结构方面总线标准化程度高,品种兼容性强,软件资源丰富,特别是有实时操作系统的支持,故对要求快速,实时性强,模型复杂的工业对象的控制占有优势。但是,使用工业控制机的人员技术水平要求较高,一般应具有一定的计算机专业知识。工业控制机在整机结构上尚不能适应恶劣的工作环境,因而不如 PC 那样容易推广。

PC 是专为工厂现场应用环境而设计的,结构上采用整体密封或插件组合型,并采用了一系列抗干扰措施,在工业现场使用有很高的可靠性;PC 是由电气控制厂家研制出来的,采用梯形图语言编程,使熟悉电器控制的技术人员易学易懂,易于推广。但是,由于 PC 的运行方式

不同于工业微机,微机的很多软件还不能直接应用;PC 的标准化程度较低,各厂家的产品不通用,因此在开发上不如工业控制机那样有基础。

§1-4　PC 的应用范围

在发达的工业国家,PC 已经广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻纺、交通运输、环保以及文化娱乐等各行各业。随着 PC 的性能价格比的不断提高,一些过去使用专用计算机的场合,也转向使用 PC,PC 的应用范围不断扩大。PC 的应用大致可归纳为如下几类:

1 .开关量的逻辑控制

这是 PC 最基本最广泛的应用领域。可用 PC 来取代继电器控制系统,实现逻辑控制、顺序控制。开关量的逻辑控制可用于单机控制、多机群控,也可用于自动生产线的控制。如机床电气控制;冲床、铸造机械、运输带、包装机械的控制;注塑机的控制;化工系统中各种泵和电磁阀的控制;电梯的控制;冶金企业的高炉上料系统、轧机、连铸机、飞剪的控制;电镀生产线、啤酒灌装生产线、汽车装配线、电视机和收音机的生产线的控制等。

2 .运动控制

PC 可用于对直线运动或圆周运动的控制。早期直接用开关量 I/ O 模块连接位置传感器和执行机构,现成一般使用专用的运动控制模块。世界上各主要 PC 厂家生产的 PC 几乎都有运动控制功能。PC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,如金属切削机床、金属成型机械、装配机械、机器人和电梯等。

3 .闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PC 通过模拟量 I/ O 模块实现模拟量与数字量之间的 A/ D、D/ A 转换,并对模拟量进行闭环 PID 控制。现代的大、中型 PC 一般都有 PID 闭环控制功能。这一功能可以用 PID 子程序来实现,也可以使用专用的智能 PID 模块。PC 的模拟量控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成型机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备;还应用于轻工、化工、机械、冶金、电力和建材等行业。

4 .数据处理

现代的 PC 具有数学运算(包括矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传递、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与存贮在存贮器中的参考值比较,也可以用通讯功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。数据处理一般用在大、中型控制系统,如柔性制造系统、过程控制系统和机器人的控制系统。

5 .通讯联网

PC 的通讯包括 PC 之间的通讯,PC 与上位计算机和其他智能设备之间的通讯。PC 和计算机具有 RS - 232 接口,用双绞线、同轴电缆或光缆将它们联成网络,以实现信息的交换,并可构成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。目前 PC 与 PC 之间的通讯网络是各厂家专用的,PC 与计算机之间的通讯,一些 PC 生产厂家采用工业标准总线,并向标准通讯协议 MAP 靠拢。

并不是所有的 PC 都具有上述的全部功能,有的小型 PC 只具有上述的部分功能,但是价格较低。

§1-5　PC 的发展趋势

一、技术发展迅速，产品更新换代快

随着微电子技术、计算机技术和通讯技术的不断发展，PC 的结构和功能也不断改进，生产厂家不断推出功能更强的 PC 新产品，平均 3～5 年就更新换代一次。如三菱公司在小型 PC 方面先后推出了 F、F1、F2、FX2 四种系列，它们的性能价格比越来越高。例如 FX2 系列有很强的数学运算功能，有大量的供用户使用的编程元件，用户程序存贮器容量达 8KB。它具有转移循环、子程序调用、多层嵌套主控等许多过去大型 PC 才有的功能。它的扫描速度高达 0 .75μs/ 步，超过了许多大型 PC。

PC 的发展有两个主要趋势：其一是向体积更小、速度更快、功能(尤其是运算功能、数据处理功能、通讯功能等)更强、价格更低的微型化 PC 发展，使之适应于复杂单机、数控机床和工业机器人等领域的控制要求。其二是向控制、管理一体化，并具有更完善的通讯联网功能的高档大型 PC 发展，使之能与计算机组成单元控制系统(Cell Control System)。

二、开发各种智能模块，增强过程控制功能

智能 I/ O 模块是以微处理器为基础的功能部件，它们的 CPU 与 PC 的主 CPU 并行工作，占用主机 CPU 的时间很少，有利于提高 PC 的扫描速度。智能模块主要有模拟量 I/ O、PID 回路控制、通信控制、机械运动控制(如轴定位、步进电机控制等)、高速计数、中断输入、BASIC 和 C 语言组件等等。由于智能 I/ O 的应用，使过程控制功能大为增强，某些 PC 的过程控制还具有自适应、参数自整定功能，使调试时间减少，控制精度提高。

三、PC 与个人计算机相结合

目前，个人计算机主要用作 PC 的编程器、操作站或人/ 机接口终端，其发展是使 PC 具备个人计算机的功能。大型 PC 采用功能很强的微处理器和大容量存贮器，将逻辑控制、模拟量控制、数学运算和通讯功能紧密地结合在一起。这样，PC 与个人计算机、工业控制计算机、集散控制系统在功能和应用方面相互渗透，使控制系统的性能价格比不断提高。

四、通信联网功能不断增强

PC 的通信联网功能使 PC 与 PC 之间、PC 与计算机之间能够交换信息，形成一个统一的整体，实现分散集中控制。现在几乎所有的 PC 产品都有通信联网功能，通过双绞线、同轴电缆或光缆，可以在几公里甚至几十公里的范围内交换信息。目前，PC 与 PC 之间的网络是各厂家专用的。通信协议向制造自动化协议(MAP)靠拢，将使不同机型的 PC 之间、PC 与计算机之间可以方便地进行通信与联网。

五、发展新的编程语言，增加容错功能

改善和发展新的编程语言、高性能的外部设备和图形监控技术构成的人/ 机对话技术，除梯形图、流程图、专用语言指令外，增加 BASIC 语言的编程功能。

增加容错功能,如双机热备、自动切换 I/O、双机表决(当输出状态与 PC 逻辑状态比较出错时,自动断开该输出)、I/O 三重表决(对 I/O 状态进行软硬件表决,取 2 台相同的),以满足极高可靠性的要求。

思考题与练习题

1-1 PC 有哪些特点?

1-2 与传统的继电器控制相比,PC 主要有些什么优点?

1-3 与计算机控制相比,PC 主要有些什么优点?

1-4 PC 的应用范围主要有哪些?

1-5 为什么说在工业控制领域中,PC 控制技术的应用将成为世界潮流?

第二章　PC 的结构和工作原理

PC 在工业生产各个领域得到了越来越广泛的应用。而要正确地应用 PC 去完成各种不同的控制任务,首先须从了解它的结构特点和工作原理开始。

本章先介绍 PC 的基本结构和工作原理,其中引出 PC 与常规控制器不同的扫描执行程序的新概念和输入、输出(即 I/O)响应滞后的新问题。然后再分别对 CPU、存贮器和 I/O 接口作进一步介绍,以了解 PC 适应于各种不同工业控制要求的结构原理和性能特点,为应用中正确选型时参考。

§2-1　PC 的组成

一、PC 的基本组成

虽然 PC 的制造厂家很多,其品种规格更是琳琅满目,但一般来说,PC 的基本组成可以用图 2-1 表示。它由中央处理单元(CPU 板)、输入、输出(I/O)部件和电源部件 4 部分组成。其中 CPU 板是控制器的核心,I/O 部件是连接现场设备与 CPU 板之间的接口电路,电源部件为 PC 内部电路供给能源。

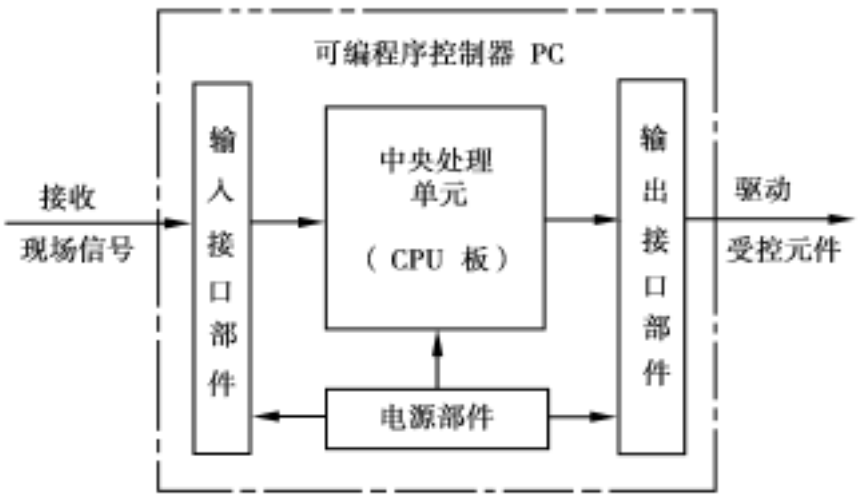


图 2-1　PC 的基本组成

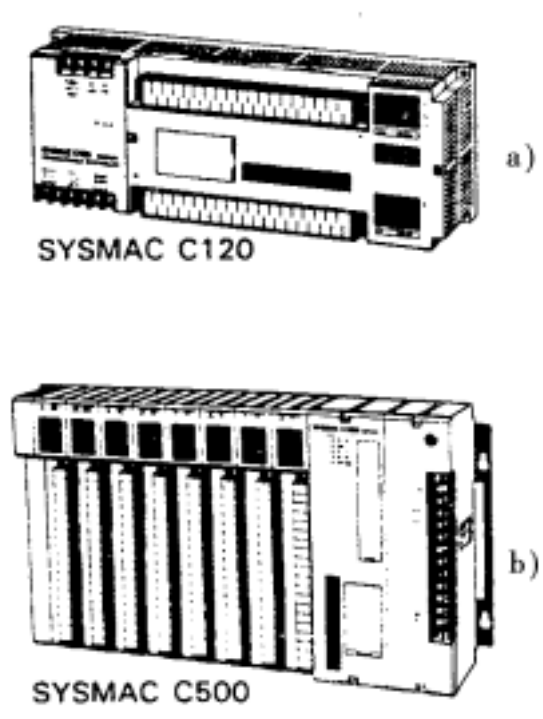


图 2-2　PC 的结构类型

对于整体式结构的 PC,这 4 个部件装在同一机壳内;对于模块式结构的 PC,各部件独立封装,称为模块,各模块通过机架和总线连接而成(如图 2-2 所示)。

无论哪种结构类型的 PC,都属于总线式开放型结构。其 I/O 能力可按用户需要进行扩展与组合。例如,F1 系列 PC 可由 12 点到 120 点范围内实现 19 种组合方式(见表 2-1)。对于大型 PC 可以扩充到 2 000 余点。

我们知道,CPU 要按用户的要求工作,还必须将用户程序写进规定的存贮器内。也就是说,还必须有程序写入等外部设备。为了说明 PC 的基本结构原理,我们将图 2-1 中的 CPU 板作更进一层表示(如图 2-3),下面就按此图对其组成的各部分进行简单介绍。

表 2-1　F1 型 PC 的 I/O 组合方式

输入点数	6	10	12	16	18	20	24	28	32	36
输出点数	6	12	8	14	14	20	16	22	28	24
MR:基本单元 ER:扩展单元	F1-20MR	F1-12MR F1-10ER	F1-20MR	F1-30MR F1-20MR F1-10ER	F1-12MR F1-20ER	F1-30MR F1-10ER	F1-40MR F1-20ER F1-20ER	F1-30MR F1-20ER F1-40MR F1-10ER	F1-40MR F1-10ER F1-10ER	F1-60MR F1-40MR F1-20ER
输入点数	40	44	48	48	52	56	60	64	72	
输出点数	30	36	32	42	38	44	40	46	48	
MR:基本单元 ER:扩展单元	F1-60MR F1-10ER	F1-60MR F1-10ER F1-10ER	F1-40MR F1-40ER F1-60ER F1-20ER	F1-60MR F1-10ER F1-10ER F1-10ER	F1-60MR F1-10ER F1-20ER	F1-60MR F1-10ER F1-10ER F1-20ER	F1-60MR F1-40ER F1-60MR F1-20ER F1-20ER	F1-60MR F1-10ER F1-60MR F1-60MR F1-10ER F1-20ER F1-20ER	F1-60MR F1-60MR F1-60MR F1-20ER F1-40ER	

二、PC 各组成部分的作用

(1)CPU 的作用

与通用计算机一样,CPU 在控制器中的作用类似于人体的神经中枢,是控制的“司令部”。它按 PC 中的系统程序赋予的功能接收并存贮从编程器键入的用户程序和数据;用扫描的方式采集由现场输入装置送来的状态或数据,并存入规定的寄存器中;诊断电源、PC 内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等;PC 进入运行状态后,从用户程序存贮器中逐条读取指令,经解释后再按指令规定的任务产生相应的控制信号、去启闭有关的控制电路,分时、分渠道地去执行数据存取、传送、组合、比较和转换等动作,完成用户程序中规定的逻辑运算或算术运算的任务;根据运算结果,更新有关标志位的状态和输出状态寄存器的内容,再由输入状态表或数据寄存器的有关内容,实现输出控制、制表打印或数据通信等功能。

(2)存贮器的作用

PC 配有系统程序存贮器和用户程序存贮器。前者存放监控程序、模块化应用功能子程序、命令解释、功能子程序的调用管理程序和各种系统参数等;后者存放用户编制的梯形图等程序。系统程序关系到 PC 的性能,不能由用户直接存取。因而,PC 产品样本或使用说明书中所列存贮器类型及其容量,系指用户程序存贮器而言。

(3)I/O 单元的作用

图 2-3 中的输入部件和输出部件通常也称为 I/O 单元、I/O 模块,它们是 CPU 与现场 I/O 装置或设备之间的连接部件。PC 提供了各种操作电平和驱动能力的 I/O 单元,有各种各样

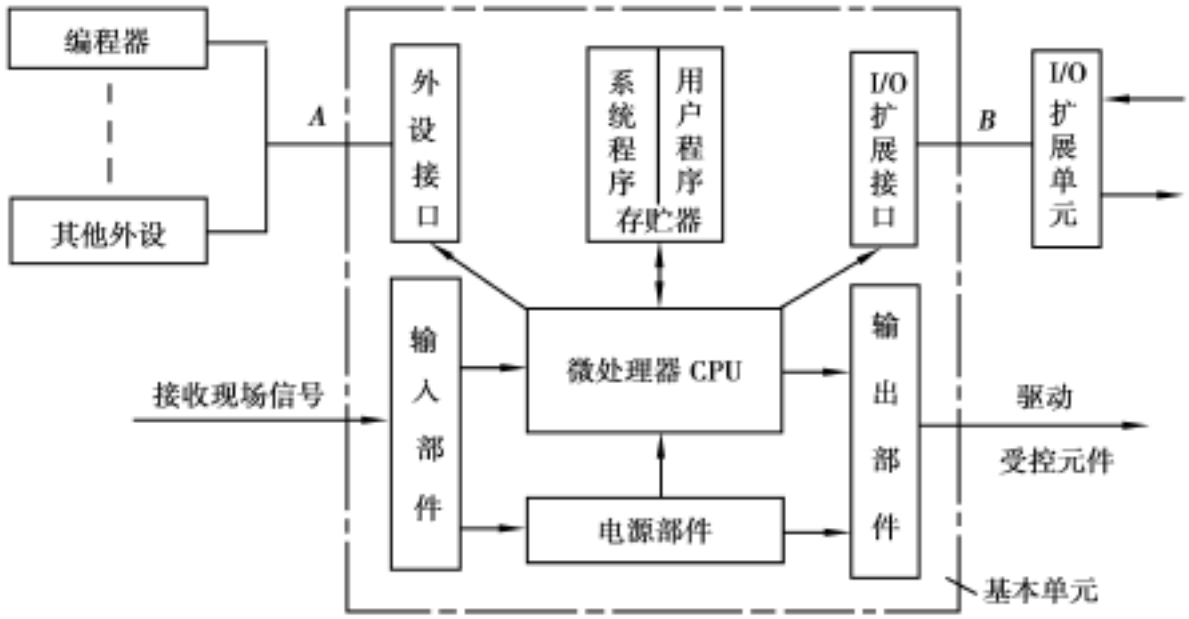


图 2-3　PC 的结构框图

功能与用途的 I/O 单元供用户选用。如电平转换、电气隔离、串/并行变换、模数或数模(A/D 或 D/A)转换、数据传送、误码校验以及其他功能控制等。

I/O 模块既可与 CPU 放在一起,又可远程放置。通常,I/O 模块上还具有状态显示和 I/O 接线端子排。

有些 PC 厂家还提出:中断控制、高精度定位控制、阀位控制、远程 I/O 控制、ASCII/BASIC 操作、运算等专用型或智能型的 I/O 单元给用户选用。

(4)编程器等外部设备的作用

1)编程器的作用　编程器可用于对用户程序的编制、编辑、调试和监视,还可以通过面板上的键盘和显示去测试 PC 的内部状态和参数、与 PC 进行人机对话。因此,编程器是 PC 开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件。

编程器分为简易型和智能型两类。前者只能联机编程;后者既可联机又可脱机编程。简易编程器只能用指令清单编程;智能型编程器可以采用指令清单、梯形图等多种语言编程,有的可直接用 IBM - PC/XT 插入不同的软盘后还能采用 BASIC、C 语言编程、仿真、通信联网、打印输出和事务管理等高级功能。编程器的档次很多,高档的智能编程器目前售价十万余元(人民币)一台,而简易编程器单价只一千元左右。

编程器不直接参入现场控制运行。一台编程器可以开发监护许多台 PC 的工作。

2)其他外部设备　其他外设有:盒式磁带机可将有用的程序录在磁带上,也可将磁带上的程序送到 PC 的用户程序存贮器中。EPROM 写入器专为固化用户程序用,对于批量生产的机电一体化设备,用此写入器可成批拷贝用户程序。打印机可将用户程序打印出来直接阅读,也可打印管理报表等。图形监控系统或上位计算机都可用于对 PC 监控和管理。

(5)电源部件

PC 配有开关式稳压电源,供内部电路使用。有些机型还向外提供 DC24V 稳压电源,用于对外部传感器供电。这就避免了由于电源污染或不合格电源产品而引起的故障;同时也减少了外部连线,给用户很大方便。

为了防止在外部电源发生故障的情况下,PC 内部重要数据丢失,PC 还带有后备电池。