



高等学校 规划教材
工科电子类

可编程序控制器 原理与应用

虞鹤松



东南大学出版社

高等学校教材

可编程序控制器原理与应用

虞鹤松

东南大学出版社

内 容 简 介

本书是依据“八五”新教材的要求编写。主要内容包括：电器控制基础知识、可编程序控制器 PC 基本组成原理、可编程序逻辑控制器 PLC 编程原理、可编程序控制器应用系统设计方法、中大型 PLC 系统、可编程序数字调节器 SLPC、可编程序控制器应用实例、PLC 实验指导书、PLC 通用实验装置操作功能与使用说明。

本书可作为全国高等院校工科电子类专业教材，也可供与自动控制有关的工程技术人员参考。

责任编辑 朱 琨

可编程序控制器原理与应用

虞鹤松

*

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210018)

东南大学激光照排中心照排 南京邮电学院印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 13 字数 308 千

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册

ISBN 7—81050—075—9/TP·10

定价：16.00 元

(凡因印刷质量问题，可直接向承印厂调换)

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我部承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我部所属的九个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300多种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处。希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材按电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由自动控制教材编审委员会自动控制编审小组征稿并推荐出版。责任编委为谢剑英。

本教材由西安交通大学虞鹤松担任主编,东南大学徐以荣担任主审。

本课程的参考学时数为 50 学时,其主要内容为:第 1 章可编程序控制器概述,介绍分类与特点;第 2 章电器控制基础知识,介绍控制电器线路;第 3 章可编程序控制器 PC 基本组成原理,介绍硬件结构、系统软件与应用程序、PC 执行用户程序的工作过程、PC 采用的基本技术;第 4 章可编程序逻辑控制器 PLC 编程原理,介绍基本编程元件、基本编程指令、数据处理及特殊功能指令;第 5 章可编程序控制器应用系统设计方法,介绍应用系统设计方法、数字逻辑设计法、状态流程图设计法;第 6 章中大型 PLC 系统,介绍中大型应用系统设计方法、通信与网络、编程器及其使用;第 7 章可编程序数字调节器 SLPC,介绍基本功能及组成原理、编程与应用;第 8 章可编程序控制器应用实例,介绍 PLC 的曲型应用环节、PLC 在工业机器人控制中的应用。本书配有习题、思考题以及实验指导书。

可编程序控制器的应用,作为一种实用技术,在学习中应密切联系实际。在内容上以小型可编程序控制器为主,但机型从一种扩展到了四种,增加了中大型可编程序控制器的内容,还收入了在过程连续控制中已推广应用的可编程调节器的有关内容。从而使可编程序控制器的内涵更加充实和完善。本教材是作者将 1989 年 5 月编写的同名教材作了较大的补充和修改,并经过三年多的教学实践,把积累的有关学习和应用可编程序控制器的体会和资料作了充分的整理和充实后编写成的,其中尤其是关于应用程序设计的方法和大量的应用实例,对于学习和应用的读者来说是很有实用价值的。

本书的第 6 章由穆艳国、蒋醒利提供资料并由穆艳国执笔写成,其它各章由虞鹤松编写并负责通编全书。东南大学徐以荣认真审阅了本书的全稿,上海交通大学谢剑英、南京长江机器厂李建华对本书初稿提出了不少宝贵意见。为支持该书的编写和出版,西安交通大学胡保生、薛钧义、张仁强做了大量工作,并得到了西安交通大学工业自动化教研室和自动控制教研室的同志们的全力支持和帮助。笔者对此谨表示衷心的感谢。限于我们的水平和经验,本书在资料的收集和整理方面一定会存在不少缺点及错误,诚望使用本教材的教师和同学批评指正。

编 者

1994 年 12 月

目 录

1	可编程序控制器概述	(1)
1.1	分类与特点	(1)
1.2	发展概况	(4)
2	电器控制基础知识	(10)
2.1	控制电器概述	(10)
2.2	电器控制线路	(17)
3	可编程序控制器 PC 基本组成原理	(24)
3.1	PC 的硬件结构	(24)
3.2	系统软件与应用程序	(30)
3.3	PC 执行用户程序的工作过程	(36)
3.4	PC 采用的基本技术	(39)
4	可编程序逻辑控制器 PLC 编程原理	(44)
4.1	PLC 基本编程元件	(44)
4.2	PLC 基本编程指令	(53)
4.3	PLC 编程器及其应用	(94)
4.4	数据处理及特殊功能指令	(98)
5	可编程序控制器应用系统设计方法	(105)
5.1	PLC 应用系统设计方法概述	(105)
5.2	基于继电器梯形图的设计方法	(107)
5.3	数字逻辑设计方法	(111)
5.4	状态流程图设计方法	(116)
5.5	PLC 控制系统的安全与维护	(119)
6	中大型 PLC 系统	(122)
6.1	中大型 PLC 系统的特点	(122)
6.2	中大型 PLC 应用系统设计方法	(130)
6.3	通信与网络	(133)
6.4	应用程序的结构设计	(139)
6.5	STEP5 编程语言	(142)
6.6	编程器及其使用	(152)
7	可编程序数字调节器 SLPC	(155)
7.1	SLPC 的基本功能及组成原理	(155)
7.2	SLPC 的编程与应用	(160)
8	可编程序控制器应用实例	(168)

8.1 PLC 的典型应用环节	(168)
8.2 PLC 在机械加工顺序控制中的应用	(173)
8.3 生产流水线的 PLC 控制	(173)
8.4 PLC 在工业机器人控制中的应用	(181)
PLC 实验指导书	(187)
实验一 PLC 应用系统的演示	(187)
实验二 PLC 编程器操作与应用	(189)
实验三 PLC 梯形图程序设计	(191)
实验四 PLC 复杂应用系统的程序设计	(192)
PLC 通用实验装置操作功能与使用说明	(193)
附 录	(195)
参考文献	(199)

1 可编程序控制器概述

可编程序控制器 PC 目前已成为在工业自控领域中广泛应用的自动化装置。与一般的计算机控制系统相比,在工业现场应用 PC 实现自动控制,操作方便,可靠性高,受到广大技术人员的重视和欢迎。可以这样说,在现代化的工厂中,无论是一台自动机械加工设备还是连续的生产过程控制系统,其中若没有通常所说的高性能计算机控制系统,就必定有可编程序控制器在发挥核心作用。可以肯定,随着我国社会主义现代化建设的推进,PC 技术必将在促进工业自动化的进程中发挥重要的作用。本章以 PC 的产生和发展为线索,着重介绍其分类、特点以及应用的概况,以便读者对之有一个全面和概括的了解。

1.1 分类与特点

在自控领域中,“控制器”的概念获得了广泛的应用。传统的控制器,无论是采用电磁继电器还是电子电路,都是一种硬接线的方式。这种控制器一旦制造出来,其性能和操作基本上就固定下来了。“可编程序控制器”接受了计算机控制技术中突出软件控制的思想,使其在一定的硬件支持下,功能更强大,控制更灵活。特别是引入微机控制技术后,新型的控制器得以实现了微型化和智能化,从而为其更广泛的普及应用开创了崭新的局面。

为了满足不同场合的需要,国内外各个著名的自动器件和系统的制造商不断推出性能规格繁多、结构形式各异的 PC 产品。下面以应用场合、性能规格及结构形式为线索,对 PC 产品作概括的介绍。

1.1.1 以应用场合分类

按英文的缩写方法,“PC”既可以是可编程序控制器(Programmable Controller)的简称,也可以是个人计算机(Personal Computer)的缩写。本书是以介绍可编程序控制器的原理与应用为主要内容的教材,故在不加说明的情况下,缩写词“PC”自然是特指可编程序控制器。

目前,按实际应用中以处理开关量还是模拟量为主区别,PC 有以下两种:

(1)可编程序逻辑控制器

其英文名称为 Programmable Logic Controller,简称 PLC。这类控制器以开关量的逻辑控制为主,具有逻辑运算、定时、计数、移位及其它控制操作,能较好地满足工业生产中大量存在的开关控制的要求。事实上,PC 产品中应用面最广,销售额的绝对值与增长率最大的就是这类产品。通常,一般所称的可编程序控制器,往往是指这种 PLC 产品。

(2)可编程序调节器

可编程序调节器也可以称之为可编程序过程控制器,或可编程序数字调节器。这种 PC 是由生产过程自动化仪表演变和发展而来的。从外形和使用方法来看,它们几乎与上

述仪表完全一样。然而其内部微机控制系统所具有的丰富软件功能和强有力的数据处理能力及通讯能力,使得这一类 PC 产品成为分布式控制系统 DCS(Distributed Control System)中优选的机型。这类 PC 以模拟量的回路控制为主,并有少量开关量 I/O,应该说它们才是更具有一般意义的可编程序控制器。但是,考虑到这类 PC 主要应用于化工、热工等仪表过程控制的场合,本书仅介绍其中应用最广泛的单回路可编程序调节器 SLPC(Single Loop Programmable Controller)。

1.1.2 按规格分类

目前,通行的评价 PC 规格大小的方法是:根据 I/O 点数和为用户程序提供的内存容量大小进行评价。这种评价方法主要是针对 PLC 这一类 PC 产品的,虽比较粗略但基本上反映了 PC 规模的大小。据此,可将 PC 分为大型、中型和小型三种。即:

(1)小型 PC I/O 点 <128 个,用户程序的内存容量为 1KW。

其中,“KW”与计算机中的存储量概念相同,“K”表示 2 的 10 次方 $=1024$,”W”为字“word”的缩写。通常 1 个字的存储量相当于 16 位二进制数“bit”或 2 个字节“Byte”。在 PC 中,每条基本的指令占用一个字的存储单元,所以,存储容量的大小可在一定程度上反映一般 PC 规模的大小及控制程序的复杂程度。

(2)中型 PC I/O 点 <1024 个,用户程序存储容量约为 2~4KW。

(3)大型 PC I/O 点数一般在 1024~2048 之间,有的甚至可达 8192 或更多,用户程序存储容量从几十 KW 到几百 KW。

从实际应用的情况看,60 个 I/O 点以下的 PC,广泛应用于单机自动化系统中,被称为微型 PC。I/O 点数超过 2048 的 PC,往往应用于规模巨大的自动化系统。例如,由 PC 控制的一整条复杂的生产线,甚至是整个车间或工厂的自动控制系统。因此,也称之为超大型 PC。

1.1.3 按性能分类

若从控制性能及配置情况来看,PC 又可分为低档、中档和高档三种:

(1)低档 PC 具有各种逻辑运算、定时、计数、移位等基本控制功能,主要配置开关量 I/O 模块。在简易型的编程器的配合使用下,能在线地进行程序的输入、运行和监控。这类 PC 大多采用梯型图编程,价格相对较低,一般都属于小型或微型的 PC,是工厂采用新技术改造原继电器控制系统的理想机型,具有良好的应用发展前景。

(2)中档 PC 除具有低档 PC 的功能外,这类 PC 更进一步发挥内部高性能微机的运算功能,增添了大量的诸如数据运算、传递、比较、代码转换等应用指令。除了 I/O 点数较多、具有丰富的开关量 I/O 和数字量 I/O 模块外,并允许使用模拟量 I/O 和远程 I/O。中档 PC 所配置的工业终端式编程器,在性能上与 IBM PC/AT 兼容机相当,具有彩色图形显示器、打印机、磁盘或磁带读写装置等计算机通用外设。用户可以在编程器上离线地编程或模拟调试。

(3)高档 PC 除具有中、低档 PC 的功能外,高档 PC 藉助其内部高性能微处理器进一步开发了诸如浮点数字运算、文件处理以及提供多种通用函数等功能,运算和处理功能

更强,运算速度更快。高档 PC 的 I/O 模块中,最突出的是允许配置更高性能的智能 I/O 模块。如,具有强有力数据通讯功能的通讯模块,不但能连接远程 I/O 或其它 ASCII 设备,还能与上下位 PC 或通用微机系统构成分布式的 PC 局部网络;模拟量在微处理器支持下进一步具有回路调节的功能;具有温度、阀位及坐标轴位置控制或高速计数等智能化模块,往往自带处理器,有的还配有专用的编程器,更适合于各种复杂应用的场合。值得指出的是,高档 PC 进一步开发了多种用于编制用户程序的软件工具,除了梯形图之外,在同一系列的 PC 中还可以使用逻辑图、状态流程图以及高级语言编程。有些 PC 还可通过软件支持使用通用微机编程。这对于掌握计算机应用的工程人员来说,无疑会在 PC 应用方面发挥更大的作用。

从目前实际应用的 PC 来看,中、高档 PC 往往是中、大型 PC。随着 PC 技术所采用的电子技术、计算机和通讯等技术的迅速发展,从计算机内部的功能看,各种档次的 PC 之间差别不断缩小。甚至在一些小型 PC 中也具备数量众多的高性能应用指令。本书为了便于组织教学,PC 的原理部分以低档小型 PC 为主展开,并以此作为进一步编程应用的基础。中、高档 PC 主要应用于大型的机电设备控制系统,相对而言用户的面要窄一些,本书是从扩充和提高的角度来编写这部分内容,并集中放在第 7 章进行讨论。

1.1.4 按结构形式分类

这里所说的结构,是指外形和外部连接使用而言。大致可以分为以下两种:

(1)整体紧凑型 也称整机型,它将 PC 中的主机、电源、I/O 模块全部组装在一个紧凑的塑料机壳内,从外部只能看到与外部连接的 I/O 端子及一系列 LED 显示灯,如图 1.1(a)所示。用户只能在机型选择时对 PC 的处理功能及 I/O 点数、规格提出要求。一旦选定后,无法局部地更换其中的某个部件。这种机型为了弥补灵活性不足的缺点,又可分为两种单元形式:

①基本控制单元 内含 CPU 和主存的主机模块、一定数量的 I/O 模块及电源装置(可直接由 AC 220V 或 110V 市电供电),可与外部机电设备直接构成控制系统;

②扩展单元 用来在基本控制单元的基础上,增加一定数量和规格的 I/O 点数。通常,扩展单元只含 I/O 模块及电源,必须用扁平电缆与基本控制单元连在一起,才能与外设共同构成控制系统。

小型 PC 较多地采用整机紧凑的结构形式。由于其结构紧凑,整机坚挺性好,便于安装,成本较低,所以很受一般用户欢迎。

(2)插件装配型 这种结构形式的基体是一个插件机架。制造厂商可以为用户提供 4 槽、8 槽等多种规格的系列机架产品,同时又提供包括电源、处理器、扩展存储器、各种 I/O 模块等插件。用户可以按照需要选配适当的插件模块,比较灵活地组织 PC 控制系统。

从实用情况来看,插件装配的结构形式更适合于中大型 PC,如图 1.1(b)、(c)所示。

由于这种结构形式要求各个模块和部件有更为灵活和通用的系统结构,因此造价通常要比整体式的高,但是考虑到采用中大型 PC 的自动化系统往往结构庞大而复杂,PC 在价格上所占的份额相对较低,而灵活通用的结构给系统设计、组装、选配备品备件、方便维修所带来的好处,将越来越引起系统设计的重视。

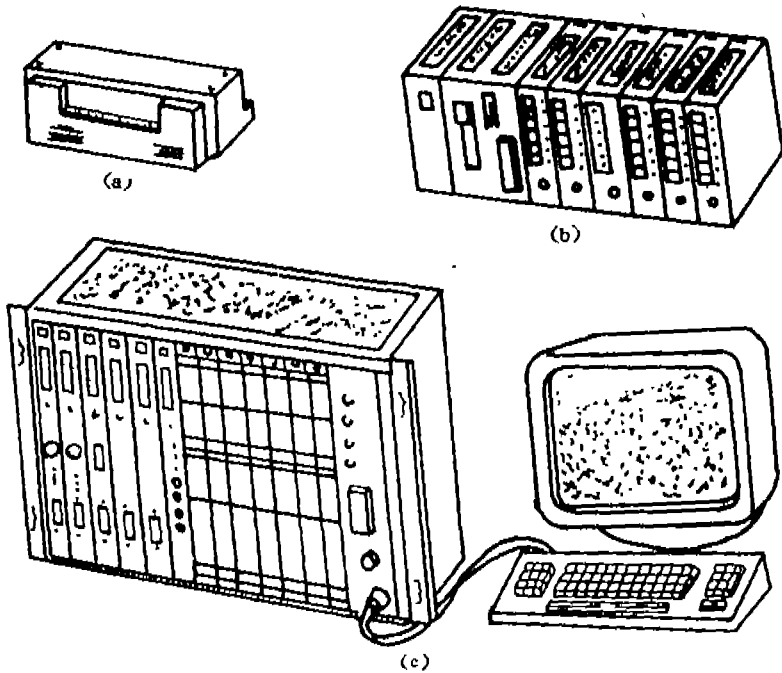


图 1.1 可编程序控制器 PC
(a)小型 PC; (b)中型 PC; (c)大型 PC

1.2 发展概况

如前所述,PC 的产生和发展在工业自动控制领域中有着深厚的基础,它是作为新一代自动化装置独立研制并迅速发展起来的。本节从应用的角度出发,概述 PC 的产生和发展的一般情况以及学习本课程的目的和要求。

1.2.1 产生和发展

关于研制 PC 的设想最早是在本世纪中期,由美国通用汽车公司(GM)为了对企业进行技术改造而提出来的。当时提出,应寻找最简单而又适合特定制造需要的新型机床控制工具,其主要的要求有四点:

- 与传统的继电器控制盘相比,新型的控制器体积小,可靠性高,且价格便宜;
- 容易使用与维护,容易输入与修改程序,且能在工业现场环境下方便地更改动作顺序;
- 所有输入接点能与工业现场的电器开关、接点直接连接,输出接点能直接驱动继电器线圈、电磁阀及电机启动器等执行机构;
- 系统应便于扩充,并且具备向中央数据采集系统输出数据的能力。

上述要求实际上反映了自动控制系统设计和使用者的普遍愿望。美国数字设备公司(DEC)在 1969 年率先按上述要求推出了世界上第一台 PC 产品:PDP-14。在美国的

汽车制造业试用获得成功,PC 技术迅速发展,接着是美国的几家大机电设备制造公司,如 Allen—Bradly、Gould—Modicon、GE 等,然后扩展到欧洲,如德国的 Siemens。日本的三菱、日立、立石等也相继推出 PC 产品。PC 在短短的 20 多年中经历了形成、成熟和迅速发展等几个重要历史时期。

从 60 年代末到 70 年代中期,是 PC 开始研制到形成产品的重要时期,简称形成期。受当时的电子技术、半导体集成电路技术以及计算机技术发展的影响,这一时期的 PC 为早期的产品,采用专用的逻辑处理部件作为 CPU,由小规模 IC 构成硬件系统。其存储器大多采用磁芯存储器,使 PC 存储程序的容量和工作性能都受到较大的限制。PC 的功能仅限于开关量的逻辑控制。编程方法则采用机器码或汇编语言,使用起来仍不够方便。这一时期的 PC 仅在一些大型机电设备中试用,如汽车制造厂的加工装配生产线。虽然这个时期 PC 的应用还不够广泛,但其优良的控制性能已受到自动控制领域的普遍关注和重视。

1976 年前后,美国国家电气制造协会(NEMA)在进行了调查研究后,在 NEMA 标准的 ICS3—1978 文件中的 ISC3—304 部分,定义了可编程序控制器的名称及主要性能。其主要内容为:

Programmable Controller,简称为 PC,是一种数字控制的专用计算装置。它使用了可编程序的存储器以存储指令,执行诸如逻辑、顺序、定时、计数与运算等功能,并通过数字和模拟输入/输出模块控制各种机械或工艺流程。若用通用计算机来执行控制的功能,亦可视为 PC。

这一定义标志着 PC 从开始发展进入了逐步成熟的时期。PC 的成熟期大致从 70 年代中期到 80 年代初期。这一时期的 PC 得益于半导体集成电路及微机技术的飞速发展,特别是随着 LSI 技术的发展以及单电源的 8 位微处理器和半导体存储器的应用,使得 PC 在小型化、高性能、高可靠性及实现较低价格等方面取得了突破性的进展。新一代的 PC 增强了逻辑和运算功能,进一步开发了模拟量控制功能及远程 I/O 模块,在工作速度、控制范围及控制质量方面都有了新的提高。在编程方面由于开发了面向控制过程的梯形图编程方法,继承了传统的继电器逻辑控制的方法并进行了适当的改造,使之更加简便实用,为推广应用 PC 作出了卓越的贡献。

1982 年国际电工委员会(IEC)颁布了关于 PC 标准草案,标志着 PC 进入了新的发展期。该草案对 PC 的定义为:

可编程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算控制电子系统。它采用一种可编程序的存储器,在其内部存储、执行逻辑运算、算术运算、顺序控制、定时和计数等操作指令,并通过数字式或模拟式的输入/输出操作来控制各种类型的机械设备或生产过程。可编程序控制器及其有关设备的设计原则是,它应易于同工业控制系统联成一个整体并且具有扩充功能。

进入发展期的新一代 PC 的基本发展方向有两个:

(1)低档廉价的小型 PC 产品迅速增加,广泛取代了一般生产机械的继电器控制。同时,由于 LSI、通讯和计算机技术的迅速发展,这类低档小型 PC 的性能也得到了极大的提高,一般也配置了多种扩展功能模块及与通用微机或 PC 系统联网的能力。

(2)高档 PC 向大型、高速、高性能方向发展。它们主要应用于象矿山的提升系统,化工、冶金的生产过程自动控制,或者对整个生产车间进行监控等。可在 PC 配置的彩色 CRT 屏幕上显示控制流程或数据,利用图形显示器可以替代众多的仪表控制盘。这种 PC 控制系统采用分层的分布式结构。大型 PC 利用它的运算速度快和数据处理能力强的特点,实施对下位 PC 的各种控制和管理。为了提高抗干扰能力,PC 的局部网络采用同轴电缆甚至光纤作为高速数据通路,把下位的 PC 或远程 I/O 扩展模块与主 PC 连接起来。新型 PC 改善和提高了程序设计语言,配置了高性能的外设,形成了更有效的人机对话环境。新的容错能力使 PC 不仅具有故障自诊断功能,而且能对系统的故障状态自动进行判断和处理,以保证系统的高可靠运行。

我国从 70 年代初期就已开展对 PC 及其应用的研制,在高校、电子技术应用或电器制造厂及有关自动化研究所参与下,曾在电力、化工、冶金、轻工等行业开发成功了不少程序控制系统,但与国外 PC 的迅速发展相比,我国在研制水平和生产规模方面都存在很大差距。70 年代末国外先进的 PC 进入国内,开始是在一些引进设备中带有 PC 的自控装置,直到 80 年代初才有大批 PC 进入我国。现在国内厂家除有一部分在消化吸收国外 PC 技术的基础上,对中低档 PC 进行自主开发外,大都以中外合资或合作代理的形式销售国外的 PC 产品。

1.2.2 应用概况

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。在许多数控机床中,PC 负责一部分强电设备的逻辑或顺序控制,与数控系统协调完成加工任务。有些数控加工中心、工业机器人也采用 PC 控制系统。

对于用户来说,PC 是作为一台智能化的自动化装置组织到整个自控系统之中去的。使用者依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 的程序存储区。启动运行后,PC 就在现场信号输入器件(可以是按钮、限位开关或其他传感器)的作用下,按预先输入的程序进行相应的运算与判别,输出信号控制现场的执行机构(如电磁阀、电机等)按一定规律动作。

1)逻辑与顺序控制

对于一般的单机自动化设备,PC 被大量地用于这类控制。最早的 PC 就是成功地采用逻辑集成电路和磁芯存储器,结合软件的方法,通过一系列逻辑指令来完成原先用硬接线实现的逻辑功能,并在性能和功能上远胜于原继电—接触器控制系统。

PC 为用户提供了数量众多、使用方便的定时器、计数器,对于工业控制中常用的限时或定时控制、计数、顺序控制等操作不但简化了整机的系统结构,而且具有灵活和便于扩充修改的优点。

2)步进控制

在一些多工位的顺序控制中,例如电解、电镀以及各种生产流水线,可利用 PC 所具有的步进控制功能通过程序设定每道工序的相应操作,在满足规定的转换条件后,再进入下一道工序。由 PC 实现的流水生产线控制,能够较好地满足控制系统设计对“柔性控制”的要求,即能在基本硬件不变的情况下,只须通过修改用户程序的软件就能实现不同产品

的加工要求。

3) 智能控制

单纯的逻辑控制是一般自动控制设备的最基本控制要求,也是 PLC 在实际应用中最普遍的控制功能。可编程序控制器的研制者在成功占领市场之后,为了进一步扩大应用范围,在扩充更丰富的控制功能、研制各种控制需要的智能 I/O 模块方面作出了巨大的努力。

(1)通过 A/D、D/A 模块,PLC 在一般逻辑控制的基础上扩大了对模拟对象的监督和控制能力。

(2)在某些专用 PC 控制系统研制的基础上开发具有一定独立处理功能的智能化 I/O 模块。如:

多通道的模拟定时器扩展模块,它允许用户在运行程序之中直接改变定时模块;

高速计数器模块,能实现几 kHz 到几十 kHz 的高速计数;

位置控制模块,可以接受来自位置编码器的位置信息,实现多达数百点的定位控制;

温度控制模块,可配用多种温度传感器件,对受控对象的温度进行监督和控制,这类控制模块具有多个单回路控制器,各单回路控制器相互独立,如果需要也可以级联;

阀门控制模块,内含 D/A 转换器和 PID 调节器,可直接与外部的受控阀门相连,外接阀门可以为比例阀或伺服阀两种形式,该模块可以独立于 PLC 进行阀门的开环或闭环的控制。

(3)通讯和网络控制功能是构成 PC 之间以及 PC 与微机联网监控的必要手段。各 PC 制造厂商纷纷推出多种具有通讯处理功能的通讯接口模块及相应的 PC 局部网络。中大型 PC 控制系统借助于远程通讯及网络控制功能,I/O 点数可多达成千上万个,分布范围可达数百米至数公里。

(4)对原有的模拟仪表控制器采用 PC 技术进行改造,推出新型的可编程序调节器(如 SLPC)。这类 PC 的外型和操作方面几乎同原来的模拟仪表是完全一样的。因此,在用这种数字化的可编程序调节器替换时,不会给现场操作人员带来困难。这类 PC 应用内部计算机强大的运算和处理功能,可提供多种由软件实现的回路控制方式,用户可通过用户程序进行组态,从而极大地方便了系统的组织和调试。与其它许多智能模块一样,这类可编程序调节器可通过所具有的通讯功能与集中监督系统(或上位监控计算机)进行数字通信。

1.2.3 PC 与其它控制系统的比较

表 1.1 给出了 PC 与常用的其它几种工业控制系统的对比。这些对比的项目,也许还不够全面,所提出的结论也有可能过于简单,但就一些主要的方面来看可给我们的重要启示是:在实际工业控制系统的设计中,并不一定必须采用计算机控制,或必须采用 PC 控制,应按实际需要与可能采用适当的系统控制结构。

目前,在实际应用中,应用面最广、销售量最大是中、小型可编程序逻辑控制器(PLC),只有在中大型的 PC 控制系统中才具有模拟量及回路控制的性能。一般认为对于控制规律复杂的数字控制系统,采用工业计算机控制系统将是更为合适的,而 PLC 系统

则更适合于开关量和 I/O 逻辑控制。

表 1.1 几种控制系统的对比

项 目	继电器控制	数字逻辑电路	计算机控制	PC 控制
价 格	较 低	低	高	较 高
体 积	笨 重	非常紧凑	相当紧凑	紧 凑
工作速度	慢	非常快	相当快	快
抗电气干扰性能	极 好	好	好	很 好
主要工作量	设计安装硬 件工作量很 大	硬件线路设 计比较费时	编程非常 费 时	编程安装 都很简便
复杂操作能力	无	一般无	有	有
改变操作性能	非常困难	困 难	比较容易	非常简便
可维护性	有大量的触 点可维护性 差	由于集成电 路需硬接线 连接,可维护 性较差	在一系列专 用模板支持 下才具备较 好的可维护 性	制造厂可提 供一系列标 准模板,维护 性能良好

1.2.4 学习本课程的要求和方法

可编程序控制器是综合应用自动化技术、计算机技术和通讯技术等发展起来的新型自动化装置。近年来,PC 产品及其应用发展极为迅速,学习和掌握 PC 的原理与应用,从而进一步提高我国的自动化水平,已是自控、工业自动化专业的迫切任务。

由于 PC 在较短的时期内迅速发展,各工业发达国家推出了各种不同规格型号的产品,学习本课程,宜从应用的角度出发,以一个典型的 PC 产品为主,着重学习、掌握 PC 的基本工作原理,并按照控制要求进行 PC 编程的基本方法和能力训练。在本课程的学习过程中,对于今后从事推广应用自动化技术的学生们来说,强调关于自动化技术工程实践能力的学习和培养是非常必要的。

本书按照 50 学时教学要求编写,所涉及的内容相应广泛。小型可编程序控制器原理及其应用是本书的重点,可作为教学的基本内容。可编程序调节器、中型和大型 PC 系统的组成原理、应用方法等内容可根据各专业的要求,或只作一般了解,或可分块地组织教学。对于基本内容的教学可以安排 30 学时,其余内容的学习大致在 20 学时左右。

本课程具有很强的实践性,在学习中除了认真领会 PC 的基本原理和方法外,还必须充分利用各章的例题、习题和思考题,以加深理解。书末还附有实验指导书可供参考使用。在整个课程的教学过程中,应安排 8—10 学时进行小型 PC 的上机操作与编程调试,这对于 PC 技术的学习和掌握是十分必要的。在有条件的情况下,建议结合实际应用组织课程设计,这无疑对进一步提高学生的工程实践能力是大有好处的。在生产实习中,可有意识地组织学生参观大型 PC 控制系统,以进一步扩大感性认识。

习题与思考题

- 1.1 试述可编程控制器与个人计算机在设计目标及应用场合方面有哪些区别?
- 1.2 PC 有哪几种分类方法,各有什么特点?
- 1.3 PC 的产生和发展大致经历了几个历史时期,各个时期的 PC 产品有什么特点?
- 1.4 从应用的角度看,PC 控制技术和其它自动化技术相比,有哪些特别优越的地方?
是否只要可能就尽量在自动化系统中采用 PC 技术?
- 1.5 在一定的范围内作社会调查,了解有关 PC 的生产、销售和应用情况,并作相互交流。

2 电气控制基础知识

随着自动化技术的不断发展,新的自动化器件不断涌现,它们在工业控制的现代化进程中发挥着越来越重要的作用。然而,在目前的工业生产现场,许多传统的控制电器,如按钮、各种开关和继电器—接触器等,仍然在继续使用且不可能完全被替代。

本章所述的电气控制基础知识,其内容:一是关于基本控制电器的性能与使用,一些要求不高的加工机械电气控制,基本上仍是由这一类控制电器来实现的,二是如何组织有关的器件,构成适合于各种基本应用的典型电气控制线路。本章除了给读者补充有关的基础知识之外,更进一步的目的是为后续的可编程序控制器的编程应用打下基础。

2.1 控制电器概述

随着电气自动化领域的不断扩大,电器的概念也越来越广泛。在生产机械以及生产过程的自动控制中,我们把对电能的生产 and 传输起控制作用的电器称为控制电器,操作人员通过这些电器对用电设备的电源进行通断控制。本节所介绍的就是这类用于开关控制的控制电器。

2.1.1 控制电器的分类与应用特点

如上所述,我们所关心的主要是那些用于开关控制的控制电器,所以可以将其视为一种具有二值的逻辑元件,即开关器件。这些器件在输入条件的控制下,无论是自动的还是非自动的,其输出要么使得外电路完全导通(记作 ON),要么使电路完全断开(记作 OFF)。虽然,控制电器的应用范围极为广泛,品种规格非常丰富,但是可以按以下一些原则进行大致的分类:

(1)按工作电压的高低,以交流 1000V、直流 1200V 为界,可分为高压电器和低压电器两大类。对于一般生产机械来说,国内主要使用的是 380V 以下的交流电源,在安全用电要求高的场合,电压还必须降至 36V 以下。因此低压电器的应用十分广泛。高压电器主要应用于电能的远距离传输以及超大功率用电设备的控制系统中。

(2)按电源的性质,可以分为直流电器和交流电器。由于交流电的传输、变换比较方便,所以应用十分广泛。但随着应用电子技术的发展,小功率的直流电器使用得越来越广泛,一些微型直流控制电器就直接装在印刷电路板上。

(3)按操作的动力,可以分为自动和非自动控制电器。自动控制电器大多采用电磁感应原理设计的,即用一个功率较小的电信号去控制一组电磁执行机构,然后由相应的开关器件对外实现 ON/OFF 控制。非自动控制电器又可分为手动和非手动两种。手动的控制电器大多为安装在操作面板上供操作人员使用的主令电器,非手动的控制电器则广泛地应用于工作机械或介质的状态反馈。