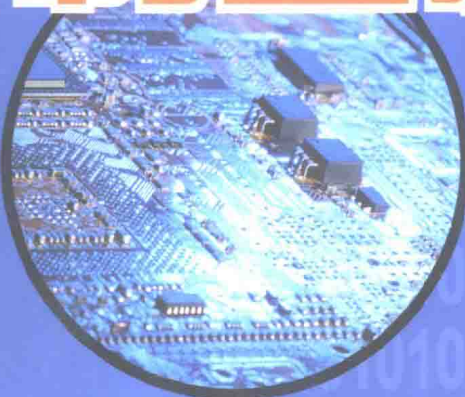
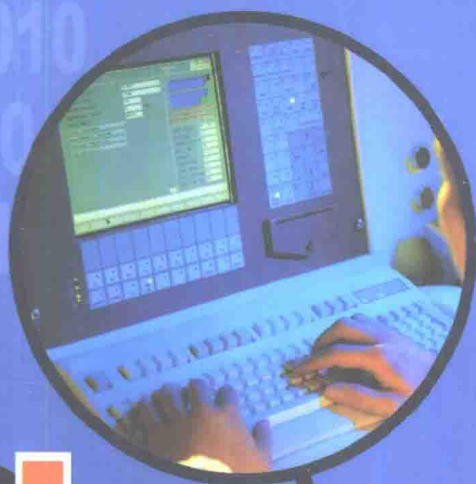


计算机 控制工程

JISUANJI KONGZHIGONGCHENG

蒋心怡 吴汉松 陈少昌 编著

国防科技大学出版社



计 算 机 控 制 工 程

蒋心怡 吴汉松 陈少昌 编著

黄继起 主审

国防科技大学出版社

· 长沙 ·

内 容 简 介

本书将“微机原理”、“自动控制原理”和“计算机控制技术”有机地结合在一起,以工程控制问题中的计算机应用为主线,系统地论述了计算机控制工程的一般概念、原理和方法。全书分十一章,重点介绍了微机原理、接口技术、模拟过程通道技术,以及自动控制的基本概念、数学模型、控制系统的基本分析与设计方法、计算机控制系统设计的一般原理。为帮助读者对基本理论的理解和运用,选编了习题和例题。

本书结构新颖,内容精炼,突出理论联系实际,可作为非电类工程专业的本科教材,也可作为相关专业的学生及工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制工程/蒋心怡,吴汉松,陈少昌编著. —长沙:国防科技大学出版社,2002.7
ISBN 7-81024-713-1

I. 计… II. ①蒋…②吴…③陈… III. 计算机—控制工程—教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 020995 号

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4572640 邮政编码:410073

E-mail:gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:黄八一 责任校对:唐卫威 曹 红

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:31.75 字数:773 千

2002 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数:1—3000 册

*

定价:42.00 元

前 言

计算机控制技术发展极为迅速,其应用日益普及,高等院校工科专业均将计算机原理与应用、计算机控制放在专业基础课程的重要位置上,一般安排是将整个计算机控制系统的内容分为三门课来讲授:计算机原理、自动控制原理、计算机控制,或是将后两门课程合二为一。按照目前计算机控制发展的整体要求,并针对有关专业对计算机控制理论与应用的需求,有必要将分散在三门或两门课程中的基本内容组成一个有机的整体,集中施教。为了达到这个目的,本书选择的编写思路为:以控制理论为理论基础,以计算机为设计与实现的手段,突出应用控制理论和计算机技术来解决工程控制问题。

根据工程技术人员在计算机应用中主要使用微型计算机这一特点,本书以微型计算机在控制系统中的应用为主线,阐述微机控制的有关内容,从微型计算机原理入手,以 8086/8088 十六位机为背景,系统地讲述了微机原理、接口技术及模拟过程通道技术;依据微机控制所需求的基本控制理论与方法,讲述了自动控制的基本概念、数学模型、控制系统基本的分析与设计方法,以及控制规律的离散化。在完成了计算机控制的基本知识的学习之后,给出了完整的计算机控制系统的分析与设计。

本书对有关内容进行了大胆的取舍,力求在阐述基本概念和基本理论之后,保留简单实用、有发展前途的工程设计方法,去掉大量的繁琐陈旧的内容。本书要求增设设计计算机控制系统的课程实践,以提高应用所学知识解决实际问题的能力。

本书共有十一章,约 75 万字,参考学时数为 100 学时。第一章介绍计算机控制的基本概念及应用。第二、三章讲述微机的组成、8086/8088 CPU 的组成原理和指令系统及基本的程序设计等基础知识。第四、五章在介绍微机输入/输出的基本概念及中断控制的基本概念之后,主要讲述并/串行接口技术及其应用、模拟输入/输出过程通道的组成、工作原理、模/数转换及数/模转换的工作原理。第六、七章主要内容为控制系统的基本概念、数学描述、控制性能的分析与校正。第八章介绍了连续系统及控制规律的离散化。第九章讲述了微机控制系统的一般设计方法与分析。第十、十一章介绍 MCS-51 系列的单片机和可编程序控制器的基本结构、功能原理及其应用。

本书适用于高等院校非电类专业作为本科教材,以及有关其他专业学生和工程技术人员作为学习计算机控制的参考书。

编著者

2002 年 6 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 计算机与自动化	1
第二节 微型计算机控制系统的几种典型形式	10
思考题	15
第二章 微型计算机基础	16
第一节 概 述	16
第二节 微型计算机系统的组成	26
第三节 微处理器	28
第四节 微处理器的外部连线	38
第五节 存储器组织和 I/O 组织	46
思考题与习题	53
第三章 8086/8088 指令系统及汇编语言程序设计	55
第一节 概 述	55
第二节 寻址方式	56
第三节 指令系统	58
第四节 汇编语言	82
第五节 汇编语言程序设计	94
思考题与习题	110
第四章 接口技术	114
第一节 概 述	114
第二节 输入和输出	115
第三节 中 断	120
第四节 通用并行输入/输出接口	144
第五节 串行通讯及串行输入输出接口	162
第六节 接口技术应用	175
思考题与习题	183
第五章 过程通道技术	187
第一节 概 述	187

第二节 模拟量输出通道·····	189
第三节 模拟量输入通道·····	202
第四节 过程通道的抗干扰措施·····	233
思考题与习题·····	238
第六章 自动控制及其数学描述·····	240
第一节 概 述·····	240
第二节 控制系统的传递函数·····	245
第三节 控制系统的结构图·····	252
第四节 控制系统的频率特性·····	268
思考题与习题·····	281
第七章 连续控制系统的分析与校正·····	286
第一节 概 述·····	286
第二节 控制系统的稳定性·····	290
第三节 控制系统的稳态误差·····	296
第四节 控制系统的动态性能分析·····	303
第五节 控制系统的频率法分析·····	314
第六节 控制系统校正·····	323
第七节 控制系统的根轨迹·····	337
第八节 控制系统的计算机分析·····	344
思考题与习题·····	358
第八章 连续控制系统及其控制规律的离散化·····	362
第一节 概 述·····	362
第二节 连续时间信号的离散化与复现·····	364
第三节 微分方程的离散化·····	368
第四节 控制规律的离散化与 PID 控制算法 ·····	384
第五节 离散化周期·····	394
思考题与习题·····	397
第九章 微型计算机控制系统设计·····	400
第一节 微型计算机控制系统设计的一般原则·····	400
第二节 微型计算机控制系统设计的一般步骤·····	402
第三节 微型计算机控制系统设计·····	412
第十章 单片微型计算机的应用·····	419
第一节 概 述·····	419

第二节 单片机的基本结构及功能原理.....	422
第三节 MCS-51 指令系统	445
第四节 应用举例.....	453
第十一章 可编程序控制器原理及应用.....	463
第一节 概 述.....	463
第二节 PLC 的组成与工作原理	466
第三节 PLC 的编程及应用	470
附录 A ASCII 码编码表.....	487
附录 B 8086/8088 系列机的指令系统	488
附录 C 系统功能调用(INT21H)表	492
参考文献.....	498

第一章 绪 论

计算机及其应用已经成为高新科学技术的重要内容和标志之一,计算机在国民经济的各个领域发挥着重要的作用。

计算机控制的应用领域非常广泛,其基础知识是自动控制理论与计算机技术。自动控制理论是计算机控制的理论支柱,计算机技术是实现计算机控制系统的强大工具,其技术的发展又促进了自动控制理论的发展和应用。随着计算机控制系统的推广和应用,人们不断总结,不断创新,已使得计算机控制系统的方法日臻完善。

计算机控制工程综合了计算机技术和自动控制理论等方面的知识。本书将首先从计算机的基础知识入手,介绍计算机硬件和软件基础,第二部分则介绍自动控制理论,最后讨论计算机控制系统的设计和应用。

本章概述计算机控制系统的组成、类型和发展概况。

第一节 计算机与自动化

一、计算机技术及其发展

计算机技术的发展是日新月异的。世界上第一台可以由程序控制的计算机称为电子数字积分器与计算器 (Electronic Numerical Integrator And Calculator)简称 ENIAC。它是在 1946 年为了弹道设计的需要而由美国宾西法尼亚大学研制出来的。这台计算机的字长只有 12 位,运算次数为每秒 5000 次加法运算。但它的体积十分庞大,使用了 18800 个电子管,1500 个继电器,占地面积达 150 平方米,重量 30 吨,耗电 150 千瓦,其造价为 100 多万美元。以今天的目光来看,这台人类首台计算机又笨又贵。但是,它的出现正是今天大小不一、花样繁多的各种类型的计算机的先驱,为发展至今的计算机技术奠定了基础。如果将此台 ENIAC 计算机称为第一代计算机的话,那么计算机的发展已经历了四代。

第一代计算机的特征是采用电子管为核心元件。其发展年代大约为 1946~1958 年。此时计算机的算逻单元采用电子管,主存贮器为磁鼓、磁芯,外存贮器已开始使用磁带,软件则直接采用机器语言来编制,后期形成了面向机器的汇编语言。其主要的應用是科学计算。

第二代是晶体管计算机。其发展年代大致为 1958~1964 年。计算机的核心单元采用了晶体管元件,主存贮器仍为磁芯,外存贮器已开始使用磁盘。软件的发展有了长足的进步,出现了各种面向用户的高级计算机语言和编译程序,为计算机的普及和推广起到了巨大的推动作用。此阶段计算机的应用已不限于科学运算,而开始拓展到各种事务的数据处理。

计算机在工业自动化控制领域的应用也崭露头角。

第三代计算机则以集成电路(IC)的应用为标志。其发展年代为 1964~1971 年。此时其逻辑元件开始采用中小规模的集成电路(即 SSI 和 MSI)。主存贮器仍以磁芯为主,软件发展相对更快,出现了分时操作系统,会话式的高级语言已经出现并有相当的发展。小型计算机也随着集成电路规模的增大而很快地发展起来,应用范围日益扩大,企事业的管理和工业控制都逐步引入小型计算机系统。

第四代计算机是 1971 年大规模集成电路(LSI)发展起来以后的产物。所谓大规模集成电路是指在单片硅片上可以集成 1000~2000 个晶体管的集成电路。由于 LSI 的体积小,功耗低,可靠性高,大大促进了计算机技术的飞速发展和广泛应用。微型计算机就是在这阶段形成和发展的。

目前的微型计算机类型已不胜枚举,体积越来越小,功能越来越强。在工业领域已获得十分普遍的应用,在其他自动化领域的应用更为广泛。本书则以微型计算机为主要研究对象。

微型计算机(Microcomputer)与大、中、小型计算机的区别,在于其中央处理器(CPU)是集成在一块硅片上的。而大、中、小型计算机的 CPU 是由相当多集成电路组成的。为了区分于大、中、小型计算机的中央处理器(CPU),称微型计算机的 CPU 芯片为微处理器 MPU(Microprocessor)。微处理器的型号很多,其典型代表有 Intel 公司的 8085、8086 系列, Motorola 公司的 M6800 和 M68000 系列, Zilog 公司的 Z80 和 Z8000 系列。

而存贮器同时也采用了 LSI 技术,构成了大容量的存贮器芯片;通用和专用的接口芯片也高度集成;附以必要的外部设备(CRT,键盘等),一个微型计算机系统便形成了。

在工业控制领域,还将 CPU 和存贮器,甚至通用接口电路完全集成在一个芯片上,就形成了单片计算机(Single Ship Computer),也称微控制器(Micro Controller)。

总之,随着集成电路技术的发展和应用领域的不断扩大,计算机及其技术的发展已呈现出纵深化和多样化的趋势。新学科新技术的形成不断促进其向纵深方向发展,而自其应用从科学计算转入工业管理和工业控制后,计算机尤其是微型计算机几乎渗入经济生活的每一个领域。正是由于这些广泛的应用更加促进了计算机朝着多样化的方向发展。

计算机的应用非常广泛,几乎涵盖了国民经济和人民生活的各个方面。有人统计,目前计算机已有 5000 多种用途,而且每年以 300~500 种的速度递增,预计其用途类别将可能达到 21000 余种。但就其作用来讲,大致可以分为以下四类。

(一) 科学计算

电子计算机的发展是从科学计算任务开始的。它也是计算机最基本、最广泛的用途之一。科学研究和生产活动中大量的复杂数学问题可以通过计算机方便地解决,例如飞行导弹的弹道轨迹计算;水利设施土方、应力分析;舰船结构强度的分析计算等。大量的数据使得人工计算不可能完成,但是如果将此繁重的计算任务交给计算机来完成,以它惊人的计算速度可以在很短的时间内完成,得出足够精确的结论。

(二) 企业管理与数据处理

随着计算机技术的发展,采用计算机这一先进手段进行数据处理和现代化企业管理约

占计算机使用量的 70% 之多。

在许多场合,有大量的数据需要处理,其处理过程中并不需要大量的运算,仅仅是排序、检索、存贮和比较等。因此要求计算机必须具有大量的存贮空间。

在舰船系统中,作战指挥系统是一个典型的以计算机为中心的信息处理站。来自各种终端(如雷达、声纳、罗经)的信息,大量涌入计算中心,计算机担负对信息进行加工处理的任务,把正确无误的信息以适当的形式提供给指挥员和武器装备。

在国民经济领域中,这种应用更为广泛。如银行管理系统、股票交易系统、票务系统、仓库管理系统等等,都是典型的计算机数据处理系统。

(三) CAD/CAM

20 世纪 60 年代初,许多工业发达国家就开始了计算机辅助设计(CAD)到计算机辅助制造(CAM)的探索。现在这一领域是计算机应用最广泛最活跃的领域之一。它应用计算机的图形学方法,对建筑工程、机械结构和部件等进行设计,甚至包括设计大型发电厂、化工厂、飞机和船舶。

CAD/CAM 有时则侧重于画出部件或结构的精确图形,然而更常用的是对所设计的部件图形实现人一机交互设计和布局,经过反复的迭代运算,可利用获取的结构数据形成加工使用的文件。该文件成为计算机辅助制造(CAM)的原始依据。

在电子行业中,利用计算机进行集成电路设计,以及电子线路和网络的分析等,具有十分显著的优点。一个复杂的大规模或超大规模集成电路版图用人工进行设计是根本不可能的,然而采用 CAD 技术,仅需几分钟便可完成整个设计。

(四) 工业控制

计算机用于工业控制是 20 世纪 60 年代开始的。虽然时间不长,但由于微型计算机的发展促使其成为了另外一个计算机应用最活跃最广泛的新领域。

早期计算机参与工业过程,多采用小型计算机构成集中控制系统。无论是计算机的价格还是控制形式均限制了其广泛应用,微型计算机出现以后,才使得计算机在这一领域的应用取得了飞速的发展。

船舶是一个典型的国家工业技术的结晶,其指挥控制系统,火力控制系统,通讯及导航控制系统,各类机电控制系统以及各类辅助机械控制系统都正在经历着从传统控制模式向计算机控制模式的转变。

当我们步入一个现代化船舶的机舱,将会看到许多常规的控制仪表和调节器已经为计算机所取代。计算机正在监视整个动力系统,对其各种参数,如温度、压力、流量、电压、功率、频率、转速等进行采样,实时地进行复杂的数据处理,输出重要参数到相应的外部设备,并不断地发出各种控制命令,使整个动力系统处于安全有序的运行状态。利用计算机对工业过程进行控制,其优点如下:

- (1) 帮助操作人员选择最佳工作模式和最佳操作参数;
- (2) 实现传统方法难以完成的控制规律;
- (3) 降低原料和能源的消耗、减少成本;
- (4) 提高产品的质量和产量。

目前,随着微型计算机的发展,已经生产出各种工业控制计算机,并开发形成配套的工业控制。

本书的重点是介绍微型计算机的工业控制应用。

二、自动控制技术的发展过程

所谓自动控制,是指在没有人的直接参与的情况下,利用外加的设备或装置(称控制装置或控制器),使机器、设备或生产过程(统称被控对象)的某个工作状态或参数(即被控量)自动地按照预定的规律运行。在现代科学技术的许多领域中,自动控制技术起着越来越重要的作用。例如,船舶的自动舵控制系统;雷达和计算机组成的导弹发射和制导系统;船舶动力自动监控系统;锅炉的温度压力多参量自动控制系统。

自动控制技术有着广泛的应用领域。这一技术的运用提高了产品质量和生产率,大大改善了劳动条件。如今自动控制技术的应用范围已扩展到生物、医学、环境、经济管理和其他许多社会生活领域中,自动控制已成为现代社会活动不可缺少的重要组成部分。

作为研究自动控制共同规律的自动控制理论,其初期的发展以反馈控制理论为基础,应用领域主要以工业控制为主。第二次世界大战期间,为了设计船舶和飞机用自动驾驶仪、火炮定位系统、雷达跟踪系统以及其他基于反馈原理的军事装备,进一步促进并完善了自动控制理论的发展。到战后,已经形成完整的自动控制理论体系,这就是以传递函数为基础的經典控制理论,其主要研究对象为单输入—单输出线性定常系统的分析和设计问题。

20世纪60年代初期,随着现代数学新成果的推出和电子计算机技术的渗入,为适应航空和航天技术的发展,自动控制理论跨入一个新阶段——现代控制理论。它主要研究具有高性能、高精度的多变量变参数系统的最优控制问题,采用的方法是以状态为基础的时域法。目前,自动控制理论还在继续发展,并且已跨越学科界限,以控制论、信息论、仿生学和计算机技术为基础的智能控制理论就是其中的一个重要分支。

技术是理论的应用,理论是技术的基础,二者相互促进,相互发展。

在船舶自动控制系统中,正由传统的模拟控制模式向计算机数字控制模式发展。计算机在系统自动监测和自动控制,在智能仪表、信号采集与自动信号处理等领域发挥着愈来愈大的作用。

三、计算机控制系统综述

计算机控制系统的定义十分广泛。不同软、硬件配置的系统在功能上千差万别,它也经历了一个从诞生到逐步完善的过程。

世界上第一个计算机控制系统于1954年在美国问世,其形式为开环系统。1959年,美国又研制成功闭环系统,并且用于了炼油工业。1960年美国孟山都公司在—个制氨厂中用RW-300计算机实现了计算机监督控制。1962年,该公司研制出世界上第一台直接数字控制系统DDCS(Direct Digital Control System),也在化工过程控制中得到应用。

从1954年到1962年,计算机控制系统从无到有,经历了初始应用阶段。微型计算机的产生使得工业过程和计算机的结合更为紧密和迅速了。

(一) 微型计算机控制系统的组成

微型计算机控制系统由微型计算机和工业生产对象两大部分组成,其中包括硬件和软件。硬件是指微型计算机本身及其外围设备;软件是指管理计算机的程序以及过程控制应用程序。硬件是微型机控制系统的基础。软件是微型机控制系统的灵魂。微型机控制系统本身是通过各种接口及外部设备与生产过程发生联系,并对生产过程进行数据处理及控制的。

典型的微型机控制系统如图 1-1 所示。

在图 1-1 中,被测参数经传感器、变送器,转换成统一的标准信号,再经多路开关分时送到 A/D 转换器进行模拟/数字转换,转换后的数字量通过接口送入计算机,这是模拟量输入通道。在计算机内部,用软件对采集的数据进行处理和计算,然后经模拟量输出通道输出。输出的数字量通过 D/A 转换器转换成模拟量,再经过反多路开关与相应的执行机构相连,以便对被测参数进行控制。

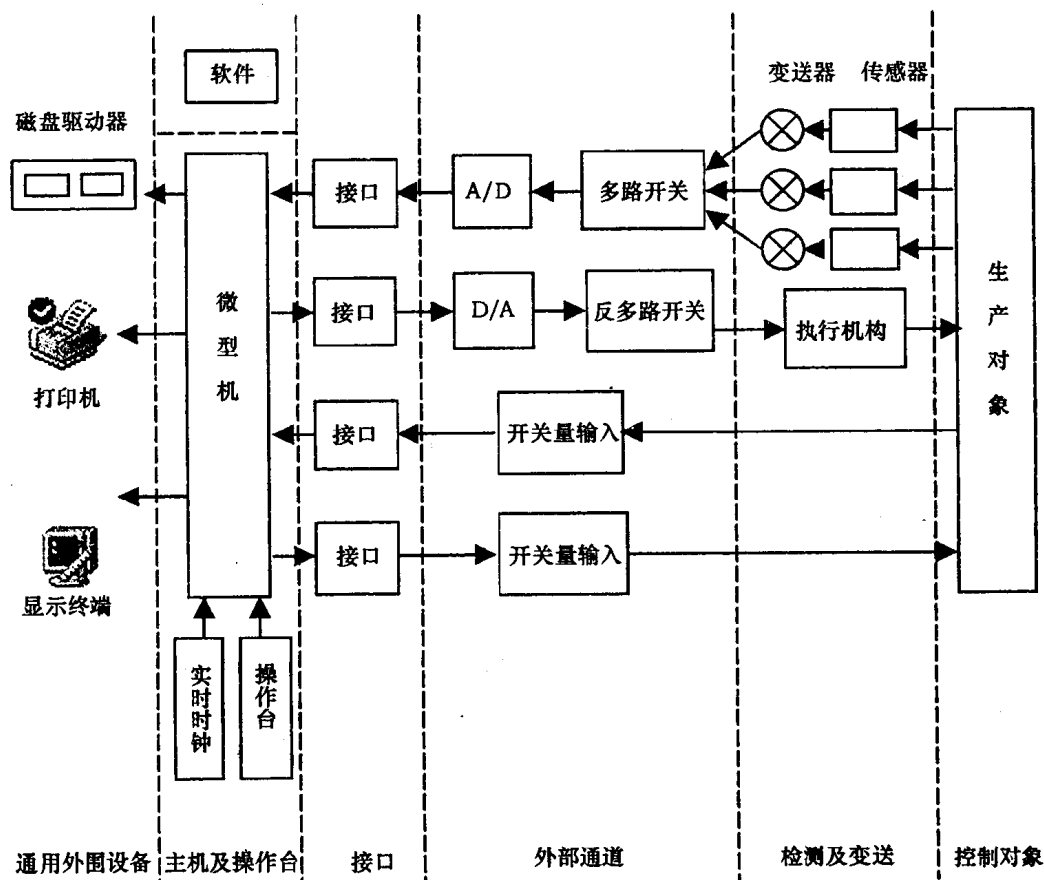


图 1-1 典型微型机控制系统原理图

下面对微型机控制系统各部分的功能进行介绍。

1. 硬件

硬件是由主机、接口电路及外部设备组成的。由于系统的不同,组成微型机系统的硬件多少也不同,一般根据控制系统的需要可任意进行扩展。现在已经生产出具有各种功能的插件板,并用标准总线连接起来,使用非常方便。如 STD 总线构成的各种工业控制机,即属此类。

(1) 主机(CPU)

它是整个控制系统的指挥部,通过接口可向系统的各个部分发出各种命令,同时对系统的各参数进行巡回检测,数据处理以及控制计算、报警处理、逻辑判断等。因此,它是组成微型机控制系统的主要部分。

(2) 接口与输入输出通道

它是主机与被控对象进行信息交流的纽带。一般在微型机控制系统中,主机输入数据或者向外部发布命令都是通过接口及输入输出通道进行的。根据功能及传送数据的方法可分为:① 并行接口,如 PIO;② 串行接口,如 SIO;③ 直接数据传送,如 DMA;④ 实时时钟,如 CTC。此外,由于计算机只能接收数字量,而一般的连续化受控对象大都是以模拟量为主,因此,为了实现计算机控制,还必须把模拟量变成数字量或者把数字量变成模拟量。目前,此种通道已经实现了大规模集成化,如 A/D、D/A 转换器等。现在,许多厂家已生产出品种繁多的 A/D、D/A 转换板。

(3) 通用外部设备

通用外部设备主要是为了扩大主机的功能而设备的。它们用来显示、打印、存贮及传送数据。目前已有许多专门厂家生产出各种各样的通用外部设备,如电传打印机、CRT 显示终端、纸带打孔机、纸带读入机、卡片导入机、声光报警器、磁带录音机以及磁盘驱动器等等。这些专用设备就像微型机的眼、耳、鼻、舌、四肢一样,大大地扩充了主机的功能。

(4) 检测元件及仪表

在微型机控制系统中,为了收集测量各种参数,广泛采用了各种检测元件及仪表,它们的主要功能是把检测参数的非电量转变成电量,如热电偶把温度变成电压信号,压力变送器把压力变成电流信号等等。这些信号转换成统一的计算机标准电平后再送入计算机。因此,检测元件精度的高低直接影响计算机控制系统的精度。

此外,微型机为了控制生产过程,还需有执行机构。常用的执行机构有电动、液动和气动等控制形式。

(5) 操作台

操作台是人—机对话的联系纽带。通过它人们可以向计算机输入程序,修改内存的数据,显示被测参数以及发出各种操作命令等。它主要由以下 4 个部分组成:

①作用开关。如电源开关,数据及地址选择开关以及操作方式(如自动—手动)选择开

关等。通过这些开关,人们可以对主机进行启停,设置和修改数据以及修改控制方式等等。作用开关可通过接口与主机相连。

③LED 数码管及 CRT 显示。用来显示被测参数及操作人员感兴趣的内容。随着微型机控制技术的发展, CRT 显示的应用越来越普遍, 它不但可以显示数据表格, 而且能够显示被控系统的流程总图、棒形指示图、开关状态图、时序图、变量变化趋势图、调节回路指示图、表格显示, 以及报警、索引等。

2. 软件

计算机软件分类:

所谓系统软件是由计算机设计者提供的,专门用来使用和管理计算机本身的程序。系

统软件包括:① 各种语言的汇编、解释及编译程序;② 机器的监控管理程序,操作系统,调试程序,故障诊断程序等;③ 开发系统。它们一般用不着用户设计,对于用户来讲,基本上只要了解它的大概原理及其使用方法就行。

所谓应用软件就是面向用户本身的程序。如工业过程控制系统中各种 A/D、D/A 转换程序、数据采样、滤波程序、计算程序以及各种过程控制程序等等。一般应用程序都是用户根据需要自行编写,所以应用软件的设计是本书主要介绍的内容之一。

所谓数据库及数据库管理系统就是如何建立存放数据的表格形式以及如何查询、显示、调用和修改这些数据等等,主要应用于大量的数据管理及资料检索系统。

目前,软件已经成为计算机科学中一个独立的分支,而且发展非常迅速。

(二) 微型计算机控制系统的发展趋势

随着大规模及超大规模集成电路的发展,微型机的性能价格比越来越高,因此,微型机得到了越来越广泛的应用,用微型机组成的各种控制系统也越来越多。下面仅从几个方面就其发展趋势进行讨论。

1. 可编程控制器(PC)

以微处理器为基础的可程序控制器(简称 PC),是过程控制的专用微型机系统,它是面向生产过程控制的新型自动化装置。

随着电子学及微型计算机技术的发展,可编程控制器得到了迅速的发展,并日臻完善。目前,PC 的应用十分广泛,在冶金、机械、石化、轻纺等各个工业领域中都得到了广泛的应用。它可以取代传统的继电器完成开关量的控制,如输入、输出,以及定时、计数等等。输入信号可以来自按钮、行程开关、无触点开关或其他敏感元件,输出可用来驱动电磁阀,步进电机等各种执行机构。如 TNC-810 可编程序控制器有 I/O 点 40~192 个,内部存贮状态相当于 64 个继电器,8 个计时器和 8 个计数器,并带键盘显示及 A/D、D/A 转换等功能。不仅如此,高档的 PC 还可以和上位机一起构成复杂的控制系统,完成对温度、压力、流量、液位、成分等诸参数的自动检测及过程调节和控制,如 DDC 和分布式控制系统。特别是将它们与智能显示终端连接起来可进行各种画面控制及组态功能,如动态流程图、报警画面、动态趋势画面、状态指示画面等。如美国德州仪器公司的 PM565+CVU5000,可控制开关及模拟量 8192 点,除标准功能外,还有 31 种高级指令,同时还有智能插件,网络接口,输出打印接口,还能完成 25 个组态图像。且含有 64 个 PID 调节网络,一台这样的控制器则可构成一个完整的控制系统。

PC 与传统的继电器控制,及一般的微型机控制系统相比,具有如下一些特点:

(1) 由于 PC 采用了大规模集成电路及计算机,因而体积小,可行性高,并具有很强的逻辑控制功能及数值计算能力。

(2) 系统扩展时,无需象继电器控制系统那样增加硬设备,而只是利用软件,便能完成各种逻辑组合及运算,因而,大大降低了系统的成本。

(3) 采用了画面操作的逻辑语言,以继电器逻辑梯形图为表达式。因此,编程简单,容易,易于推广普及。在一些 PC 中,现场操作人员只需填写用户菜单即可。

(4) 抗干扰能力强,不要求一般计算机所具备的环境条件,因此,可用作分布式控制系

统的前置级。

(5) 采用模块化结构,扩展方便。系统可根据需要任意进行组合和扩展,因而使用灵活,方便,可满足各种工业控制的需要。

正因为 PC 具有上述优点,因此,近几年来得到迅速的发展。许多国家竞相开发、研制,已经推出各种系列的 PC:如美国德州仪器公司 T1500 系列,通用电气公司的 GE-X 系列。这些产品的生产及销售,呈现迅速增长趋势。我国近几年来在消化吸收的基础上,对 PC 进行了大量的研究工作,可以预料,这种新型的工业控制装置,在今后几年将得到迅速的发展,用途也必将越来越广泛。

2. 用计算机实现最优控制

在生产过程中为了提高质量,增加产量,节约原材料,这就要求生产管理及生产过程处于最佳工作状态。最优控制就是使生产过程获得最好经济效益的控制。但由于其规律远比一般控制系统复杂得多,所以需要容量大和速度快的微型计算机。随着超大规模微型机的发展,采用最优控制的工业控制系统也必然越来越多。

3. 自适应控制系统

在最优控制系统中,当被控对象的参数,环境以及原材料的成分等发生变化时,就不再是最优状态了,控制指标将明显下降。若系统本身能适应外界变化而自动改变控制规律(算法),使系统仍能处于最佳工作状态,这就是自适应系统。自适应系统包括性能估计(辨识),决策和修改三部分。它是微型计算机控制系统的一个重要发展方向,由于控制规律比较难以掌握,所以目前应用还比较少。

4. 人工智能

人工智能是用计算机模拟人的智能,其中具有代表性的两个领域是专家系统和机器人。

所谓专家系统即计算机专家咨询系统,是一个具有大量专门知识的计算机程序系统。它将各领域专家的知识分类,以适当的形式存放于计算机中,根据这些专门知识系统,可以对输入的原始数据做出判断和决策,以回答用户的咨询。

在一切应用中,处于尖端地位引起人们最广泛关注的莫过于机器人了。简单地说,机器人是一种能模拟人类智能和肢体工作的装置,从 20 世纪 70 年代微处理器问世后,机器人便进入了大量生产和使用阶段。据统计,今天世界上已有 10 万个机器人在不同的工作岗位上工作。机器人不仅能提高工作质量和生产效率,降低成本,而且能完成危险地区的工作,从而具有实用价值。另外它是人工智能各学科的综合,所以具备重大的科学实验价值。目前已出现的机器人可以分为两类,工业机器人和智能机器人。工业机器人当中常见的又有遥控机器人、程序机器人和示教再现机器人。其中使用最多的是第三种。这是一种程序可变的自动机构,多半为计算机控制一只机械手,在人对它示教时,就把机械手应完成的动作编成程序存起来,再启动后,它便按此程序再现示教动作。改变操作则要重新示教。工业机器人具有较低的智能,但它能准确、迅速、精力集中和不知疲倦地执行交给它的任务。例如,像喷漆这样对人体有害的工作,就可以交给机器人完成。在生产线上,常常是多台机器人配合工作,它们以预定的节奏和动作,协调而精确地工作。

最近几年来,人们又致力于给机器人配置各种智能,如感知能力、推理能力、绘画能力等,结果出现了越来越聪明灵巧的机器人。它们具有创造力和洞察力,能够理解环境,在不同的环境下,采取相应的决策来完成自己的任务。组装机器人甚至可以装配一个小机器人,它先用视觉,顺序排列出每步安装的部件将要装配的位置,然后决定下一步所要抓取的零部件,最后精确地完成安装任务。

一只灵巧的手,根据螺母的不同形式和位置,调整每个手指用力的大小和方向,同时向前移动,当螺母拧紧后它通过感知而停止。

索状机械手具有灵活性,它能向任意方向延伸,穿过孔洞,越过障碍达到目的。

行走机器人能随时分辨环境,定出自己下一步的走法。

在超级市场的货架间巡行的机器人,是在为主人选购货场。

人们不易到达的地方,机器人捷足先登,如海底机器人、宇宙空间的机器人等。现在在一个完全由机器人操作的机器人工厂已在日本建成,这充分显示了机器人的威力。当灯光熄灭时,机器人仍能井然有序、彻夜不眠地工作。

总之,目前形形色色的机器人已经诞生,不管它们是多么引人入胜,它们还只是些幼稚的孩子,但我们相信,随着科学技术的发展,它们一定会长大成熟起来。

第二节 微型计算机控制系统的几种典型形式

微机工业自动控制系统是自动控制系统的一种,它可以分为开环控制系统和闭环控制系统。所谓开环和闭环系统,其主要区别由控制作用(输入量)确定。

例如车辆速度控制是一种开环控制系统,加速度踏板的压下是输入,而速度是输出。输出量速度不对输入量踏板压下产生直接作用。

在开环控制系统中,给定一个输入,便有相应的输出,但是输出量不可能准确地跟踪输入量,尤其在系统有外界扰动时,变化更大。如果扰动可以预计或测量,则根据扰动大小可以对系统进行相应修正或补偿(即扰动控制),可使系统的输出有较为准确的数值。

有时,为了提高开环控制的精度,常采用较精密的元件。微机控制步进电动机便是一例,如图 1-2 所示。由于采用数字脉冲控制元件,动作相当准确,并避免或降低了外界扰动影响。



图 1-2 步进电动机开环控制

开环控制系统一般分为两部分:控制器和被控制过程。如图 1-3 所示。R 个输入变量施加于控制器,它的输出为激励信号 u ,由激励信号控制被控制过程,一直到被控制量 $y(t)$ 达到预定值。

闭环控制系统是指它的控制作用取决于输出的一种控制系统。闭环控制系统的典型方框图如图 1-4 所示。图中“ $\otimes$ ”表示比较器,在此输入信号与反馈信号进行比较,其差值信