

高等院校教材

微机测控技术

高春甫 艾学忠 主编

43



科学出版社
www.sciencep.com

高等院校教材

微机测控技术

高春甫 艾学忠 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本文主要介绍了工业控制领域中的微型计算机检测与控制技术。首先对微机测控系统的组成进行了阐述,并在此基础上介绍了常用的接口电路设计,在测试与控制系统设计中,较具体地阐述了测控系统的设计理论与方法,举例说明了数字控制器的设计方法。在总线一章中介绍了当前常用的总线及其发展,如 KAN 总线等;在软件设计中介绍了软件设计方法及组态软件设计技术;抗干扰技术则从理论和实际两方面进行了介绍。

本书可作为工科高等院校机械、电子等相关专业本、专科生及硕士生教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

微机测控技术 / 高春甫, 艾学忠主编. —北京: 科学出版社, 2005

(高等院校教材)

ISBN 7-03-015530-0

I. 微… I. ①高… ②艾… I. 计算机控制系统-高等学校-教材 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 048406 号

责任编辑: 马长芳 潘继敏 / 责任校对: 宋玲玲

责任印制: 钱江芬 封面设计: 陈 放

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第一版 开本: B5 (720×1000)

2005年8月第一次印刷 印张: 21 3/4

印数: 1 3 000 字数: 428 000

定价: 28.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(环伟))

前 言

微机测控技术是当代科学技术的重要组成部分,已经深入到生产、生活的各个方面,可以说科学技术的进步离不开微机测控技术,而科学技术的发展又为微机测控技术的提高提供了推动力。作为科学技术人员,了解和掌握微机知识及其应用技术就成为必然。作为在校学生,掌握微机测控知识就为自己的求职空间打下了坚实的基础,并在人才竞争中立于不败之地,因此学习微机知识、掌握微机测控技术对工科在校学生来说是非常重要的。

鉴于此,我们吉林大学、吉林化工学院、北华大学、吉林建筑工程学院联合起来,根据实际教学经验,广泛地搜集资料,在原有讲义的基础上编写了这本教材,希望能给在校学生和工程技术人员学习微机测量和控制技术提供一些帮助和支持。

本书共分8章。第1章介绍了微机测控系统的基本组成;第2章介绍了微机测控系统中用到的基本接口;第3章介绍了微机检测系统的设计方法及相关技术;第4章介绍了微机数字控制系统的组成及数字控制器的设计;第5章介绍了常用总线;第6章介绍了软件的基本设计方法和过程;第7章介绍了现代测控技术中用到的组态软件设计技术;第8章介绍了微机测控系统中的抗干扰技术。

本书的编写者都是从事多年教学和科研工作的教师,具有教学和科研的实际经验,在教材的编的写上本着深入浅出、注重实用的思想。其中,第1、2、4章由吉林大学高春甫编写;第3章由吉林化工学院艾学忠编写;第5章由吉林大学鄂世举编写;第6章由吉林建筑工程学院胡延平编写;第7章由吉林化工学院梁伟编写;第8章由北华大学黄吉东编写。全书由高春甫统筹,由高春甫和艾学忠主编。

在编写过程中,限于作者水平,错误和疏漏之处在所难免,希望读者批评指正。

编 者

2005年4月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 微机测试系统概况	1
1.2 微机控制系统概况	7
1.3 微机测控系统概况.....	15
第 2 章 微机测控系统接口电路设计	18
2.1 概述.....	18
2.2 人机接口设计.....	19
2.3 A/D 转换器与微机接口设计	35
2.4 D/A 转换器与微机接口技术	46
2.5 通用电路及功率接口.....	50
第 3 章 微机测试系统设计	61
3.1 概述.....	61
3.2 微机测试系统的信号.....	69
3.3 多路切换开关.....	75
3.4 模拟信号调理电路.....	83
3.5 模拟信号的数据处理.....	94
3.6 开关量及频率信号的采集.....	99
第 4 章 微机控制系统设计	103
4.1 概述	103
4.2 数字控制系统的 z 变换	111
4.3 微机控制系统的离散化设计	117
4.4 数字 PID 控制器设计	130
4.5 微机控制系统设计示例	141
第 5 章 微机测控系统中的常用总线	155
5.1 IEEE-488 并行标准总线接口技术.....	155
5.2 串行接口标准	163
5.3 STD 总线技术	173
5.4 ISA 与 PCI 总线技术	176

5.5	通用串行总线 USB	192
5.6	现场总线	203
第 6 章	测控系统软件设计方法	210
6.1	应用软件开发的任务与步骤	210
6.2	测控系统的问题定义	211
6.3	测控系统的程序设计	215
6.4	测控系统的程序编码	217
6.5	测控系统的查错与测试	218
6.6	测控系统的文件编制	222
6.7	高级语言程序与汇编语言程序的连接	222
6.8	PC 机软件设计	227
第 7 章	组态软件	245
7.1	组态王 6.0 软件概述	245
7.2	开始建立一个新的工程	247
7.3	把静止画面变成活动画面	257
7.4	报警和事件	260
7.5	实时趋势曲线和历史趋势曲线	265
7.6	配方	268
7.7	报表	271
7.8	DDE 与 OPC	274
7.9	组态王软件与数据库	280
7.10	控件的应用	285
7.11	系统安全性与附属工具	288
7.12	网络连接	293
第 8 章	微机测控系统的可靠性及抗干扰技术	298
8.1	可靠性	298
8.2	微机应用中常见的各种电气干扰	306
8.3	微机系统的抗干扰技术	309
8.4	软件抗干扰技术	321
8.5	容错技术	327
	参考文献	340

第 1 章 绪 论

1.1 微机测试系统概况

1.1.1 测试技术作用及其发展

在科学技术高度发达的时代,先进的测试系统所起的作用越来越大。精密机械加工中的测试,如果用陈旧的测试方法,即经过几个加工过程后进行人工质量检测,那么,这意味着所得到的产品往往是一个次品甚至废品。事实上,现代精密机械工艺中的测试,是在工件加工过程中对各种参数(如位移量、角度、圆度、孔径等)和影响加工质量的间接参量(如振动量、温度乃至刀具的磨损等)进行实时监测,随即将测试数据送入计算机进行分析和处理,然后由计算机实时地向执行机构提供数据,从而达到对加工过程的反馈控制。只有这种在线测试-处理-控制三位一体化的系统才能保证预期的高质量要求。要完成这样的任务,简单的仪器是不能胜任的,需要复杂而先进的微机测控系统来承担。

测试技术虽然从古代就开始,然而微机自动测试技术却是在最近 40 多年才发展起来的,在短时间里,已经取得了令人兴叹的成就。

国外自动测试系统是在第二次世界大战后,首先为适应军事需要开始研制的。在最初十多年间,虽然在军事上的应用取得一定成功,但终因结构庞大、代价高昂,而在其他领域中未得到广泛应用。直到 20 世纪 60 年代,由于半导体集成电路和数字计算机的迅速发展,各类型号的自动测试系统才相继出现。这段时间的自动测试系统基本上具备了精度高、速度快、功能强的优点,而且有一定的数据分析和处理能力。但这些系统都是由分立元件和中小规模集成电路组成,其可靠性不高,且大多数是专用系统,欠通用性和灵活性。70 年代,由于大规模集成电路飞速发展和微处理机问世,加快了自动测试系统发展的步伐。特别值得提出的是,20 世纪 60 年代后期出现了 CAMAC 标准接口系统,70 年代初期出现了 GPIB 通用接口系统,80 年代后期又出现了 VXI 总线接口系统,大大增强了系统的通用性和灵活性,从而使之很快得到广泛应用。自 90 年代开始,线路设计采用规模尽可能大的专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)芯片,其优越性是显而易见的,它使测试设备的结构更加紧凑,性能更加良好,保密性更强。这一发展动态使自动测试系统的面貌为之一新,扩大了微机测试系统应用领域并提高了实用价值。

国内自动测试系统起步较晚,但发展迅速。1973 年开始研制以小型计算机为

中心的数据采集、处理系统,1977年后在风洞、发动机研究单位使用取得良好效果。1978年底,我国第一台计算机控制FFT(快速傅里叶变换)实时信号分析系统诞生,这一成果标志着我国仪器系统走上数字化、自动化、多参数、多量程、多功能和快测速的道路。1990年4月,长征运载火箭把同步卫星准确无误地送到预定位置,宣告我国西安卫星测控中心进入世界先进行列。但是,从总体水平来看,我国自动测试水平与世界先进国家相比还有一定差距,这是由于我国底子薄,基础工业特别是集成电路制造还较落后所致。1991年,我国在制定“八五”计划和十年规划中,把电子工业的发展提高到战略的高度来对待,这使我国电子测量与控制水平在过去的10年中得到了大大的提高,并使我国的电子产品行业走出国门迈向了世界。

1.1.2 测试系统的分类、特点

1. 测试系统的分类

在科学实验中,为了了解一个物理现象或验证一个理论,必须对实验中有关物理量进行测试,以获得确切的数和量的概念;在生产过程中,为了检查、监督和控制生产过程,使之处于最佳工作状态,必须掌握描述它们特性的各种参数,首先要求测量这些参数的大小、方向、变化速度,等等。通常把这种含有测量、试验等较为广义的技术称为测试。在自动测试出现以前,测试是由人工直接参与的,现代科学实验和生产过程中的测试,要求精度高、测点多、速度快、结果显示和通报的形式多样化,这就要求测试设备实施准确而实时的控制,进行大量的数据处理工作,这是人工无法应付的事情,只能靠具有CPU的智能测试系统来完成。微机测试系统有两个前提:一是在测试过程中,无须人工参与或者只要求简单的人工操作;二是能自动采集、分析和处理数据,并能自动显示或记录结果。

测试系统从不同的角度出发可以分为不同的类型。

从所用程控设备来分,可分为程控器控制型和微机控制型两类,前者构思简单,成本较低,适用于大量而重复的测试,如早期的巡回检测装置就属此类,这类系统的缺点是程序固定,只能做专门的测试,无数据处理能力。微机控制型是可编程型,具有数据处理、存储、判断、自动校准等功能,有一定的通用性,适合于完成复杂的综合测试和精密测试。由于大规模集成电路的发展,计算机价格迅速下降,这种系统的成本不断下降,已经成为现阶段占主导地位的系统。

从系统的结构形式分,可分为专门接口型和通用接口型。专门接口型是将一些具有一定功能的模块相互连接而成,优点是结构紧凑,模块利用率高。但是,由于各模块千差万别,组成系统时相互之间接口是十分麻烦的,而且各模块是系统不可分割的一部分,不能单独应用,缺乏灵活性。通用接口型也是由模块(如台式仪器或插件板)组合而成,不过所有模块的对外接口都是按规定标准设计。组成系统时,如果模块是台式仪器,用标准的无源电缆将各模块接插起来就可以构成系统;如果模块

为插件板,只要将各插件插入标准机箱即可。组建这类系统非常方便。这类系统的灵活性和可扩展性是显而易见的,但首次投资较大。

从系统用途的适应程度分,可分为专用系统和通用系统。前者是针对某种测试而专门设计的,效率高,可做得很精;后者适应性强,在不改变硬件情况下,仅修改软件就可完成另一种测试任务,这一点对用户是有吸引力的。应该指出,所谓通用仅是相对于专用而言,并非万能。另外,专门接口系统并不就是专用系统,它可以设计成具有较强通用性的系统;通用接口系统也并非就是通用系统,只能说它的接口通用性强,不能把两者混为一谈。

2. 微机测试系统的特点

计算机技术日新月异的发展以及高速度、高精度 A/D 转换器和其他功能电路的产生,将测试技术推向一个新的发展阶段:利用微机来辅助测试,使得数据采集、处理和控制融为一体。高性能的微机测试系统大都具有通道多、精度高、速度快、功能强、操作简便等特点。

1) 通道多

一台仪器一般只能测量一个参数,即使是数字万用表,具有测交直流电压、电流,测电阻、电容值,甚至测频率、温度等多种能力,但是也不具备同时测量这些参数的能力。微机自动测试系统配备多个信号通道,对于多路信号,通过计算机软件控制,进行高速扫描采样。从宏观上看,测量过程是同时进行的,大大提高了工作效率。

2) 精度高

测试精度是测试仪器的基本要求。与单参数仪器相比,由于测试系统规模较大,通道信号相互干扰以及屏蔽、接地等方面存在较多的技术难题,精度要低一些。但是,目前高性能测试系统一般采用 14~16 位 A/D 转换器,而且具有:自动校准——消除零漂、温漂、增益不稳定等系统误差;多次测量求平均值——消除随机系统误差;软件线性化处理——对传感器等硬件的非线性特性进行校正;软件滤波——消除系统内部和外部引入的干扰。另外,采用自动显示或打印结果,可消除人为的判读误差。以上几点使测试系统具有较高精度。对电参数测量而言,其精度可达 10^{-5} 。就此看来整个系统的测试精度主要取决于传感器。

3) 速度快

高速测量与处理是测试系统追求的目标之一。这里所说的速度,是指从测量开始,经过计算机对信号进行处理,直到输出结果整个过程所花的时间。速度与精度是一对矛盾,一般来讲,精度要求低,速度可加快。影响速度的主要因素是 A/D 转换时间、计算机处理数据的时间、数传时间和终端运行时间。目前,采用 16 位的 A/D 转换器,其采样速度在 100kHz 以上,采用 8 位 A/D 转换器,采样速度可提高到 200MHz。如果多个 A/D 转换器并行工作,又可成倍提高数据采集速度。计算机的运行速度主要取决于时钟频率,目前 32 位微机时钟频率在 33MHz 以上。最近几年

出现的 DSP (digital signal processing) 芯片, 是一种高速运算部件, 如 ADSP 21020, 浮点运算速度达每秒 4000 万次, 完成 1024 点的 FFT 复数运算仅用 0.96ms。可见, 电子器件的运行达到了相当快的程度。

4) 功能强

国内外先进的微机测试系统都具有很强的功能, 典型的功能归结为以下几个方面:

选择功能——量程选择、信号通道选择、通道扫描方式选择和采样频率选择等。

信号分析与处理——FFT、相关分析、统计分析和平滑滤波。

波形显示——实时显示多个被测信号的时域波形, 即具有存储示波器功能。

自诊断——系统越复杂, 自身故障的诊断显得越重要。目前计算机都具有自诊断能力, 一般可诊断到插件板一级。一些通用性较强的测试系统, 可以诊断到关键部位。

自校准——高精度的自动测试系统都配有标准信号源。测试时, 对标准信号和被测信号分别进行测试, 计算机对两个测试结果进行分析, 消除系统误差。以上过程全是自动完成的。

绘图与打印——多数测试系统都配有绘图仪和打印机, 能将测试结果以图形和表格形式输出, 做到图文并茂, 一目了然。

操作简便——当代先进的测试系统都追求高度自动化, 即在测试与处理过程中无需人工参与, 在测试前仅做简单的准备工作, 例如, 面板按键选择或键盘操作。一般, 专用系统采用面板选择较多, 而较通用的系统则采用键盘操作, 以人机对话方式设定系统工作模式, 从而省去了烦琐的人工调节和大量的数据处理工作。

1.1.3 现代测试系统的基本结构

1. 非电量的特征

在生产过程和科学研究中所接触到的被测量大多数是非电物理量, 例如, 机械量: 位移、力、转速和扭矩; 发动机试验参数: 应力、流量和振动; 气象火箭探测量: 温度、气压、风速和空气密度, 等等。可见, 非电量种类繁多, 特性又千差万别, 这无疑给测试工作带来不少困难。对各种各样的非电量测试, 有没有共同的规律可循, 有没有统一的理论基础呢? 为此, 我们首先了解非电信号的特点, 以利于对问题分析。

(1) 从时域特性来看, 非电信号有模拟信号和离散信号之分。离散信号是在离散时间变量上定义的, 如果信号的幅度也是离散的, 则为数字信号。而模拟信号是连续时间、连续幅度的信号。大多数非电信号是模拟信号, 如加热炉的温度是逐渐升高的, 机械加工中工件(或刀具)的位移量是逐渐进给的。因此, 为适应电子计算机工作, 把模拟量转换为数字量就是测试系统的一个重要环节。

(2) 从频域特性来看,国防试验和机械工艺中信号的频率有高有低,但大多数属低频范围,有的近于直流量。频率高,要求采样速度和计算机处理速度高。频率低,对测试来说是有利的一面,但工业干扰正好落在此频段内,直流放大亦将引入零点漂移,而且不利于信号传输。因此,滤波技术、调制技术就显得尤为重要。

(3) 非电信号并非独立存在,它们都处于环境的干扰和噪音的包围之中。

(4) 非电信号能量强弱悬殊,其中强信号的测试指标容易达到,而弱信号的测试较之要难得多。考虑到前面的特点,弱信号测试对整个系统的灵敏度和精度都提出了较高的要求。因此,信号调节技术、抗干扰技术、误差处理技术是微机测试系统的重要课题。

(5) 理论和实践证明,大多数非电信号通过一定形式的变换,可变成相应的电量。

最后一点极为重要,我们可以用电测法检测各种非电量。电测技术在理论上比较成熟,实践证明行之有效。半导体技术、电子技术和计算机技术的飞速发展,给电测技术开辟了新的前景。

根据以上分析,我们的注意力将集中在干扰环境中模拟的、低频的和非电弱信号的检测上。

2. 微机测试系统

1) 典型的微机测试系统

早期的数据采集系统完全是由分立元件拼凑起来的,结构庞大,可靠性差,无数据处理能力,精度低,而且几乎都是专用系统。时至今日,微型计算机已渗入各个领域,测试系统的面貌也随之焕然一新,而且对数据具有计算、分析和判断的能力,因此又称为自动数据分析系统、智能测试系统。这种系统是由包括微机在内的一些模块组成,构成微机测试系统。由于集成度很高,模块不至于很多,因此结构紧凑,可靠性高。由于采用硬件和软件相结合的技术,系统具有相当的通用性,性能指标也可达到令人满意的程度。这种系统的基本结构形式如图 1.1 所示。

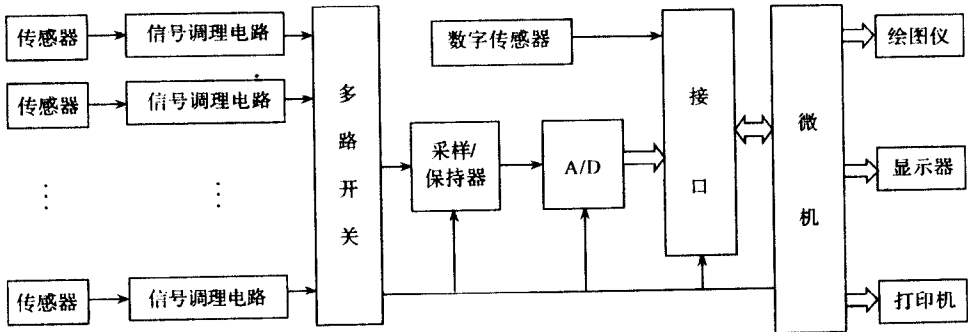


图 1.1 微机测试系统基本结构

图 1.1 中被测信号由传感器转换成相应的电信号(最终是电压),这是任何非电检测必不可少的环节。不同信号其传感器是不同的。例如,若第 1 路被测信号是温度,其传感器可以是热电偶;第 2 路是力,其传感器可以是应变片等。

传感器输出的信号不能直接送到输出设备进行显示或记录,需要进一步处理。信号的处理由两部分完成,即模拟信号处理和数字信号处理。后者由微机承担,微机以前的全部信号处理都是模拟信号处理。其中 A/D(模/数)转换是关键环节,它的作用是将模拟量转换为数字量以适应计算机工作,在此以后的全部信号都是数字信号。

模拟信号调节与处理的内容是相当丰富的。信号调节的主要作用是使传感器输出信号与 A/D 转换器相适配,例如,A/D 转换的输入电平是 0~5V,而传感器输出电平仅几毫伏(mV),这时必须采取放大措施以减小量化误差,放大器输出电平愈接近 A/D 输入的满标,相对误差也就愈小,这时的信号调节器是放大器。当然,若传感器输出电平过大,则信号调节器应是衰减器。如果传感器输出信号中或在传输过程中,混入了虚假成分,就需要进行滤波、压缩频带,以降低采样频率;另外,阻抗变换、屏蔽接地、调制与解调和信号线性化,等等,皆属处理范畴。一般说来,对弱信号测试、放大与滤波是最基本的环节。并非每个系统都得包含上述全部内容,对不同的测试任务,系统应包含哪些环节是有所选择的。

注意到被测信号有 n 个,相应的 n 个通道共享一个 A/D 转换器,这样做的目的是为了降低成本,减小体积。为了使各路信号互不混叠,系统中必须采用模拟多路切换开关。切换开关相当于一个单刀多掷(这里为 n 掷)开关,它的作用是把各路信号按预定时序分时地与保持电路接通。保持电路的引入是因为 A/D 转换需要一定时间,在转换期间模拟信号应保持不变。

微机测试系统的性能是很高的,但微机在系统中究竟起何作用,有何优点呢?

(1) 使测试自动化。由于计算机有信号存储、判断和处理能力,所以能控制开关通断、量程自动切换、系统自动校准、故障自动诊断和结果自动输出,等等。总之,微机是测试系统的神经中枢,它使整个系统成为一个有机的整体,使测试实现了自动化,从而也大大提高了测试速度。

(2) 提高测试精度。由于外界的干扰、内部的噪声、电源的波动和温度的变化和器件的非线性等,必然降低测试精度。引入微型计算机后,系统可以进行数字滤波,对器件的非线性进行校正;系统可以进行自动校准以消除系统误差;多次重复测量可削弱随机误差,从而可将测试精度提高很多。

(3) 通过数据变换实现多功能。测频率后,通过倒数变换($T=1/f$)可得周期;测正弦波的峰值可求得有效值;时域数据通过快速傅里叶变换(FFT)可得到相应的频域数据;可求得信号的最大值、最小值、平均值、……

(4) 降低了测试系统成本。由于软件有代替硬件的功能,各种运算器、比较器、滤波器、线性化器和定时器等都可由微机承担,省去一大批硬件,从而降低了系统的成本。由于微机的性能不断提高,价格逐年下降,这一优点今后将更加突出。

(5) 提高了系统的可靠性。由于微机有分析、判断的能力,因此它作为过程控制的核心——决策机构是不容置疑的。

测量结果由微机通过接口电路送给输出设备。输出设备可采用数字显示、打印机或绘图仪。如果要观察或记录被测信号的波形,可用 D/A 转换器把计算机输出的数字量恢复成模拟量,然后用示波器或 X-Y 记录仪显示或记录,也可将数字量直接送到显示终端绘制波形。D/A 输出的模拟信号可作为控制信号。

2) 独立式微机测试系统

如图 1.1 所示的典型系统中,各通道共享一个 A/D 转换器,优点是以较低的成本来采集多路信号,但这是用牺牲精度换来的。这是因为模拟多路切换开关并非理想开关,易受失调电压、开关噪声、非线性和信号之间的窜扰的影响。因此,各路信号及其干扰都会或多或少地窜到 A/D 转换器的输入端。采用如图 1.2 所示的方案可以克服这个缺点。此方案的特点是各通道各自备有一个 A/D 转换器,干扰出现的概率是很小的。因此,这种系统各通道互不影响,各自独立。

须指出,如图 1.1 所示方案,由于各通道互相影响,要使各通道测量指标都能达到要求,不仅公共通道部分需要有高的速度、高的精度和不易受干扰的影响,而且各通道器件都需要严格精选。相比之下,如图 1.2 所示方案对各路器件的技术要求就不必那么严格。

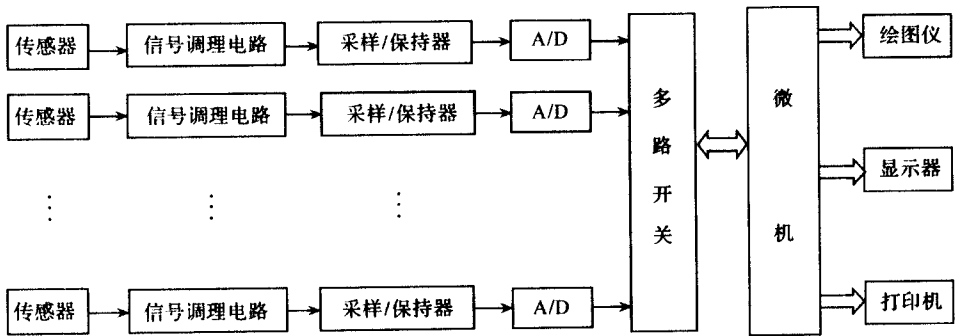


图 1.2 独立式微机测试系统结构

微机测试系统是微机应用的主要方面之一。在数据采集的过程中,微机起主导作用,它和外部的联系将通过总线进行,本书将在第 5 章专门介绍总线及应用。

1.2 微机控制系统概况

1.2.1 微机控制系统的分类

计算机控制系统的分类方法很多,可以按照控制方式分类,按照系统的功能分类,也可以按照控制规律分类。

1. 按控制方式分类

按照控制方式的不同,计算机控制系统可分为开环控制系统和闭环控制系统。工业生产中的自动控制系统随控制对象、控制规律和所采用的控制器结构不同而有很大的差别。一般地自动控制系统中,为了获取控制信号,要将被控制量 y 与给定值 r 相比较,以构成误差信号 $e=r-y$ 。直接利用误差 e 进行控制,使系统趋向减小误差,以致使误差为零,从而达到被控制量 y 趋于给定值 r 的控制目的。这种控制称为闭环负反馈系统。由于要检测被控量的变化情况,这种控制系统中包含有微机测试部分,使微机测试与控制成为一体,构成微机测控系统,如图 1.3(a)所示。

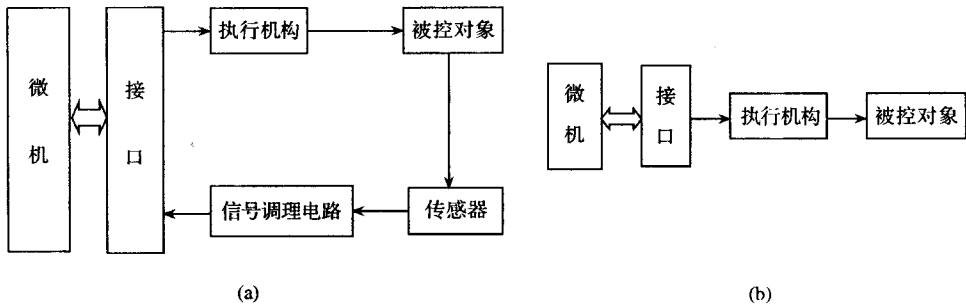


图 1.3 微机控制的闭环与开环系统框图

(a) 微机控制的闭环系统框图;(b) 微机控制的系统框图

从图 1.3(a)可知,该系统通过传感器对被控对象的被控参数(如温度、压力、流量、转速和位移等)进行测量,由变换发送单元将被测参数变换成一定形式的电信号,反馈给控制器。控制器将反馈回来的信号与给定信号进行比较,如有误差,控制器就产生控制信号来驱动执行机构工作,直至消除误差,使被控参数的值与给定值保持一致。这种负反馈控制,是自动控制的基本形式。

图 1.3(b)是开环控制系统,它与闭环控制系统不同的是,不需要被控对象的反馈信号,它的控制器直接根据给定信号去控制被控对象工作,这种系统不能自动消除被控参数偏离给定值所带来的误差。控制系统中产生的误差全部反映在被控参数上。它与闭环控制系统相比,控制性能较差。

由图 1.3 可以看出,自动控制系统的基本功能是信号的传递、调理和比较。这些功能是由检测、变换发送装置、控制器和执行装置来完成的。控制器是控制系统中最重要的部分,它从质和量的方面决定了控制系统的性能和应用范围。

控制系统以微机为控制器,可以充分运用微机强大的计算、逻辑判断和记忆等信息加工能力。只要运用微机的各种指令,就能编出符合某种控制规律的程序。微机执行这样的程序,就能实现对被控参数的控制。而在一般的控制系统中,系统的控制规律是由硬件电路产生的,改变控制规律就要改变硬件电路。而在微机控制系

统中,控制规律的改变只要改变程序就可以了。

在微机控制系统中,微机的输入和输出信号都是数字信号,因此在这样的控制系统中,不但需要有将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器,更需要将数字控制信号转换为模拟控制信号的 D/A 转换器。

微机控制系统,从本质上来看,它的控制过程可以归结为以下三个步骤:

- (1) 实时数据检测:对被控参数的瞬时值进行检测,并输入。
- (2) 实时决策:对采集到的表征被控参数的状态量进行分析,并按已定的控制规律,决定进一步的控制过程。
- (3) 实时控制:根据决策,适时地对控制机构发出控制信号。

上述过程不断重复,使整个系统能够按照一定的动态品质指标进行工作,并且对被控参数和设备本身出现的异常状态及时监督并作出迅速处理。对微机来讲,控制过程的三个步骤,实际上只是执行算术、逻辑操作和输入、输出操作。

微机控制系统是强调微机作为控制系统的—个重要组成部分而得名。微机控制系统有时也称为数字控制系统,这是强调在控制系统中包含有数字信号。但是数字控制的定义为:作为控制系统中的主要信号采用数字量控制。可见,数字控制并不局限于计算机控制,由于计算机的迅速发展,正像数字元件意味着微处理器—样,数字控制也被认为是计算机控制。

2. 微机控制系统按照功能分类

1) 操作指导控制系统

操作指导控制系统的构成如图 1.4 所示,其结构属于开环控制型结构。这时微机的输出与生产过程的各个控制单元不直接发生联系,控制动作实际上由操作人员接受微机指示去完成。

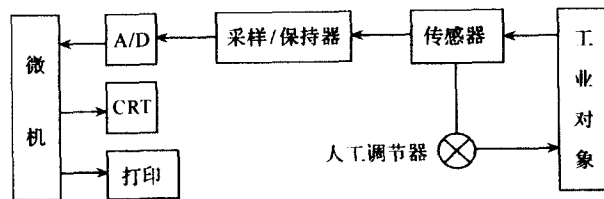


图 1.4 操作指导微机控制系统

微机根据一定的控制算法,依据传感器测得的信号数据,计算出供操作人员选择的最优操作条件及操作方案。操作人员根据计算机的输出信息,如 CRT 显示图形或数据、打印机输出等去改变调节器的给定值或直接操作执行机构。

操作指导控制系统的优点是结构简单,控制灵活、安全。缺点是要由人工操作,速度受到限制,不能控制多个对象。它常用于进行数据检测处理及试验新的数学模型和调试新的控制程序等。

2) 直接数字控制系统

直接数字控制系统(direct digital control, DDC)的构成如图 1.5 所示。计算机通过测量元件对一个或多个物理量进行巡回检测,经采样、A/D 转换为数字量,并根据规定的控制规律进行运算,然后发出控制信号直接去控制执行机构,使各个被控制量达到预定的要求。

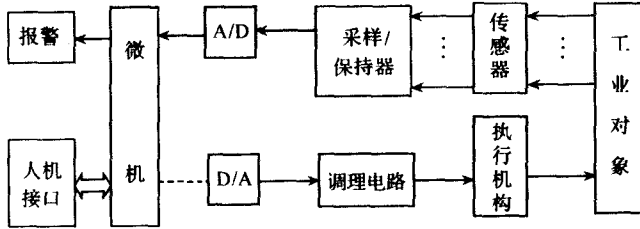


图 1.5 直接数字控制系统

DDC 系统中的计算机参加闭环控制过程。它不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的 PID(比例、积分和微分)调节,而且不须改变硬件,只通过改变程序就能有效地实现较复杂的控制,如前馈控制、非线性控制、自适应控制和最优控制等。

DDC 系统是计算机用于工业生产过程控制的最典型的一种系统。在 DDC 系统中使用计算机作为数字控制器,在热工、化工、机械和冶金等部门已获得广泛应用。

3) 监督控制系统

监督控制系统(supervisory computer control, SCC)的构成如图 1.6 所示。在直接数字控制系统中,是用微机代替模拟调节器进行控制的。而在微机监督控制系统中,是按照生产过程的数学模型计算出最佳给定值送给模拟调节器或 DDC 控制器并控制生产过程,使生产过程始终处于最优工况。SCC 系统较 DDC 系统更接近生产变化实际情况,它不仅可以进行给定值控制,同时还可以进行顺序控制、最优控制等。它是操作指导控制系统和 DDC 系统的综合与发展。

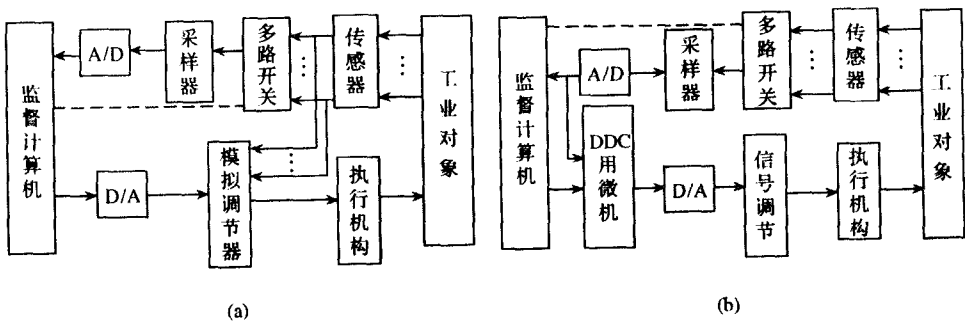


图 1.6 监督控制系统

(a) SCC+模拟调节器; (b) SCC+DDC 控制系统

监督控制系统有两种不同的结构形式：一种是 SCC+模拟调节器；另一种是 SCC+DDC 控制系统。

SCC+模拟调节器的控制系统原理图如图 1.6(a)所示。在此系统中，由计算机系统对各物理量进行巡回检测，并按一定的数学模型，计算出最佳给定值并送给模拟调节器。此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较后，其偏差值经模拟调节器计算，然后输出到执行机构，以达到调节生产过程的目的。当 SCC 计算机出现故障时，可由模拟调节器独立完成操作。SCC+DDC 的控制系统原理图如图 1.6(b)所示。这实际上是一个两级控制系统，一级为监控级 SCC，另一级为 DDC。监控级 SCC 的作用与 SCC+模拟调节器系统中的 SCC 一样，完成车间或工段一级的最优化分析和计算，并给出最佳给定值，送给 DDC 级计算机直接控制生产过程。两级计算机之间通过接口进行信息联系，当 DDC 级计算机出现故障时，可由 SCC 级计算机代替。因此，大大提高了系统的可靠性。

4) 分级计算机控制系统

生产过程中既存在控制问题，也存在大量的管理问题。过去，由于计算机价格高，复杂的生产过程控制系统往往采取集中控制方式，以便对计算机充分利用。这种控制方式由于任务过于集中，一旦计算机出现故障，将会影响全局。价廉而功能完善的微机的出现，使得任务可以由若干台微处理器或微机分别承担，这种分布式计算机系统有代替集中控制的趋势。该系统的特点是将控制功能分散，用多台计算机分别执行不同的控制功能，既能进行控制又能实现管理。由于计算机控制和管理范围的缩小，使其应用灵活方便，可靠性增高。如图 1.7 所示的分级计算机控制系统

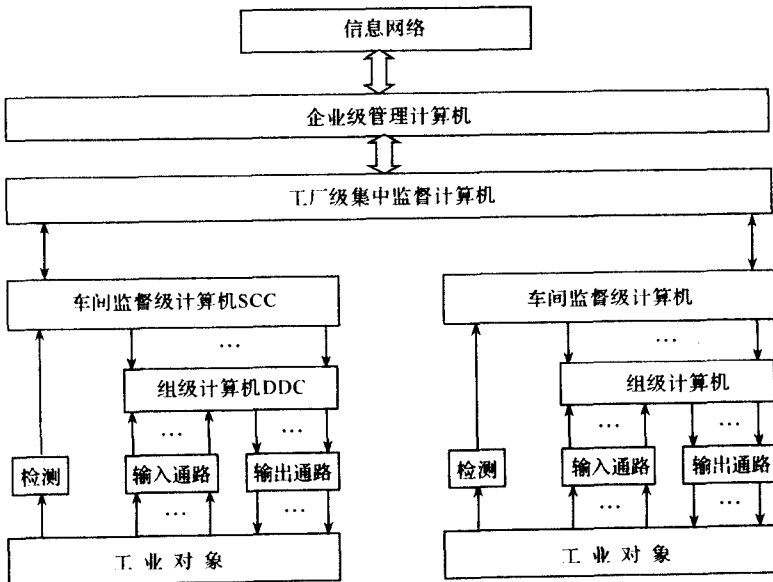


图 1.7 分级计算机控制系统