

热能与空调 的 微机测控技术

刘耀浩 主编



天津大学出版社



TK3

L760

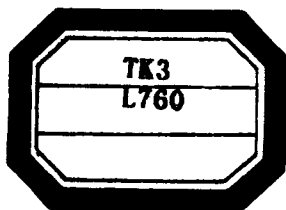
443510

热能与空调的微机测控技术

刘耀浩 主编



00448640



天津大学出版社

内容提要

本书阐述了微型计算机测控技术的基础——微型计算机及接口、测量传感器、执行器及自动控制理论,并详细介绍了微机测控系统的结构、原理、研制及应用系统。

全书共九章,主要内容有微型计算机及其测控系统的基本知识、测量传感器及信号变换放大、输入输出通道及接口、执行器、数据采集与处理、控制规律与程序、微机测控系统的研制等,并给出了若干工业热能与空调的微机测控应用系统实例。

本书可供从事工业热能、燃气、供热通风及空调、微机测控应用等工程技术人员阅读,也可作为大专院校有关专业教学参考书。

热能与空调的微机测控技术

刘耀浩 主编

*

天津大学出版社出版

(天津大学内)

邮编:300072

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:19 字数:474千

1996年10月第一版 1996年10月第一次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5618-0896-8
TH·35 定价:22.00元

前 言

电子数字计算机的发明是本世纪科学技术最突出的成就之一。它的出现使科学技术、工业生产和人民生活产生了一场深刻的革命。特别是自 1971 年以来,随着大规模集成电路的发展,相继出现了微型计算机,更进一步促进了工业、农业、国防和科学技术的发展。微型计算机用于工业热能、空调的自动检测和控制是近年来发展迅速、应用广泛的领域之一。

现在,当你走进任意一个自动化的生产车间,都会看到许多常规的模拟控制仪表和调节器已经为微型计算机所取代,检测仪表和执行器与微型计算机相配套组成了新型的测控系统。微型计算机负责监视整个生产的进程,对采集各种工艺参数,如温度、压力、流量等信号,迅速进行大量的复杂数据的处理,及时显示和打印结果,并发出各种控制命令,使生产过程在微型计算机智能管理下自动地进行。

将微型计算机用于工业热能与空调的检测和控制,要求设计、研制和运行人员应具备一定的测量传感器,执行器,控制理论和微型计算机软、硬件等方面的基础知识,只有对工艺过程、被控对象的特性有所熟悉,才能将微型计算机、自动化仪表、被控对象紧密地组合在一起,建立起微机测控系统,以适应工业生产的需要。

本书深入浅出地以微型计算机测控技术为中心,系统阐述自动化仪表、控制理论和微型计算机等基础知识,侧重于实用,而避免过多的理论介绍与分析,并通过较多的典型实例的剖析,使读者在实际测控系统的设计、研制或运行等工作中,能触类旁通,有所启示。

全书共分九章。第一章介绍了微型计算机及其测控系统的基本知识,第二章介绍了工业热能与空调中各种测量传感器及其信号变换放大,第三章介绍微机测控输入输出通道,第四章介绍微机测控系统的接口,第五章介绍执行器,第六章介绍微机自动检测与数据处理,第七章介绍控制规律及微机程序,第八章介绍微机测控系统的研制开发,第九章较多地介绍工业热能与空调微机测控实际应用系统。

本书由天津大学刘耀浩副教授主编。巨永平、高顺庆、周成义、王海文、李欣、王光、吴志、刘冬、赵新等同志参加了本书的编写工作。

编者水平有限,加之时间仓促,书中不妥和错误之处,敬请广大读者批评指正。

编者

1995.6 于天津大学

目 录

第一章 微机测控系统概述	(1)
§ 1-1 微机测控系统的组成及特点	(3)
§ 1-2 微机测控系统的类型	(6)
§ 1-3 微机测控系统的品质指标	(10)
§ 1-4 微机组成及工作原理	(13)
§ 1-5 微处理器的指令系统	(20)
§ 1-6 微机的程序设计	(40)
第二章 测量传感器及其信号变换放大	(49)
§ 2-1 温度传感器	(49)
§ 2-2 空气湿度传感器	(75)
§ 2-3 压力和压差传感器	(80)
§ 2-4 流量传感器	(88)
§ 2-5 液位传感器	(98)
§ 2-6 燃烧产物成分分析传感器	(102)
§ 2-7 测量传感器的选择和使用	(107)
§ 2-8 测量传感器的信号转换电路	(111)
§ 2-9 测量模拟信号的放大	(114)
第三章 微机测控输入输出通道	(121)
§ 3-1 模拟多路开关	(121)
§ 3-2 数模转换器	(122)
§ 3-3 模数转换器	(128)
§ 3-4 常用模入模出接口板	(135)
第四章 微机测控系统的接口	(138)
§ 4-1 并行接口芯片(Z80—PIO)	(138)
§ 4-2 可编程的计数器/定时器(Z80—CTC)	(153)
§ 4-3 串行接口芯片(Z80—SIO)	(166)
§ 4-4 Z80—DMA 控制器芯片	(187)
第五章 执行器	(198)
§ 5-1 电动执行器及其特性	(198)
§ 5-2 气动执行机构及其特性	(200)
§ 5-3 直通调节阀及其特性	(202)
§ 5-4 三通调节阀流量特性	(207)
§ 5-5 调节风门及其特性	(209)
§ 5-6 电—气转换器和电—气阀门定位器	(210)

§ 5-7	直通调节阀的选择	(211)
第六章	微机自动检测与数据处理	(217)
§ 6-1	微机数据采集及程序	(217)
§ 6-2	测量数字滤波程序	(221)
§ 6-3	测量标度变换程序	(227)
第七章	微机控制规律及程序	(232)
§ 7-1	基本控制规律	(232)
§ 7-2	控制规律的选择	(239)
§ 7-3	微机数字 PID 控制程序	(243)
§ 7-4	微机 PID 控制算法的参数整定	(248)
第八章	微机测控系统研制开发	(252)
§ 8-1	微机测控系统研制的基本原则	(252)
§ 8-2	微机测控系统的研制方法	(254)
第九章	热能与空调的微机测控应用系统	(262)
§ 9-1	微机热敏电阻温度检测系统	(262)
§ 9-2	多路气体流量的微机测量系统	(266)
§ 9-3	燃气燃烧产物成分的微机自动分析装置	(268)
§ 9-4	煤气加热炉的温度控制	(272)
§ 9-5	电阻炉的微机温度控制	(282)
§ 9-6	空调房间恒温恒湿的微机控制	(287)
§ 9-7	锅炉水处理系统的微机控制	(290)
§ 9-8	燃烧工业锅炉的微机控制	(292)

第一章 微机测控系统概述

电子计算机是本世纪 40 年代中期发展起来的新技术,它的出现使科学技术发生了一场深刻的革命。计算机不但有着惊人的运算速度和很高的计算精度,还具有记忆、判断等功能。但早期的计算机结构庞大,价格昂贵,可靠性不高,因此主要用于科学计算方面。随着计算机技术的不断发展和完善,其可靠性不断提高,价格逐渐降低,进而在数据处理和工业控制方面得到了越来越广泛的应用。特别是自 1971 年以来,随着大规模集成电路的发展,相继出现了微处理器和微型计算机。它对于发展现代化的工业、农业、国防和科学技术具有极其巨大的推动作用,其意义是非常深远的。

目前,微型计算机不仅在数据处理和科学计算中应用广泛,而且在企业管理和工业过程控制领域得到了愈来愈多的使用,并已经渗透到家庭和人民日常生活中。用微型计算机来控制工业生产过程,提高工业生产的自动化水平,使得生产能力、效率和产品质量都得到很大的提高。

在控制系统中使用微型计算机,可以充分利用计算机的运算、逻辑判断和记忆等功能。控制系统里的给定量和反馈量都是二进制数,因而被控变量的反馈量要经过 A/D 模数转换器转换成数字量。当微型计算机接收了给定量和被控变量的反馈量后,运用微处理器的各种指令,就能对该偏差值进行控制规律的运算,再经过 D/A 数模转换器,把数字信号转换成模拟控制信号输送到执行器,从而实现对被控变量的控制作用。显然要改变控制规律,只要改变计算机的运行程序就可以了。

微型计算机控制系统可完成实时数据采集、实时决策和实时控制的基本任务。

实时数据采集就是对被控变量的瞬时值进行检测和输入。实时决策就是对实时的给定值与被控变量的数值进行比较,并按已定控制规律进行运算,决定控制过程。实时控制就是根据决策,适时地对执行器发出控制信号,使其动作。

实时是指信号的输入、计算和输出都要在一定的时间(采样间隔)内完成。因此上述过程不断重复,就使整个系统能按一定的动态(过渡过程)指标进行工作,而且可对被控变量和设备本身所出现的异常状态及时进行监督并迅速作出处理,保证生产过程安全、正常的进行,即用微型计算机实现自动控制。

一台计算机不但能同时控制几十个、几百个回路,进行多种参数的调节,还能方便地实现各种不同的控制规律。近些年来出现的分布式计算机控制系统,利用计算机网络和通讯技术,用多台微型计算机相配合,实现对生产过程的分散综合控制,从而把工业自动化水平推向新的高度。

计算机控制的发展,可大致划分为四个阶段。

1. 计算机用于过程控制

该阶段开创于 1956 年。当时首先由 TRW(Thomson Ramo Woolrige)航空公司与得克萨斯(Texaco)公司提出了用于炼油厂的一台聚合装置的计算机控制系统方案,设计出了一个采用 RW-300 计算机的聚合装置计算机控制系统,并于 1959 年 3 月投入试运行。它控制 26 个流量、72 个温度、3 个压力和 3 个成分分析。这项开创性工作在计算机制造商和各研究组织中间

唤起了对过程控制的极大兴趣。

此时计算机的主要任务是:对系统的过程参数进行巡回检测,搜集加工,寻找最佳运行条件,操作人员据此进行操作或修改模拟调节器的设定值,根据打印的输出数据完成调度和生产计算,报告产量和原材料的消耗等。

这一时期的计算机运行速度慢,其加法时间的典型值是 1ms,乘法时间是 20ms,可靠性差,其平均无故障时间(MTBF)只有 50—100h。因此还不能用计算机直接控制生产对象。这一时期的计算机控制系统可归结为两类,即计算机巡回检测及数据处理系统和操作指导控制系统。

2. 直接数字控制(DDC)阶段

该阶段是从 1962 年开始的。这年英国帝国化学工业公司(ICI)制造出了一套直接数字控制系统(DDC),完全代替了常规的模拟仪表控制装置,计算机直接测量 224 个过程参数和直接控制 129 个阀门。促进这种变革的主要原因是:

(1)价格因素。随着过程控制回路数的增加,模拟控制装置增多,其总价格也呈线性增加。当用计算机完成控制职能时,一台计算机可分时控制多个回路,增加回路数只由增加程序段即可完成,因此增加回路的费用很小,回路数越多,用 DDC 控制越便宜。

(2)DDC 控制简化了操作装置。由简单的一台屏幕显示器及键盘代替了整面墙壁的模拟仪表盘。

(3)DDC 控制的灵活性。随着生产过程的变化,需变更控制规律,这时在模拟控制系统中需改变控制器的硬件设备,而在 DDC 系统中只需变更程序的编排,并可引入专门的 DDC 语言以简化编程工作。

在 1962—1965 年期间,DDC 系统取得了显著的进展。这一时期的计算机的典型数据是:加法时间 100 μ s,乘法时间 1ms,平均无故障时间 1000h,比初创期的计算机数据提高了一个数量级。

3. 小型计算机阶段

这一时期始于 1967 年。此时期的特点是随着集成电路技术的发展,计算机的体积变得更小,运算速度更快,更加可靠。此时,典型过程控制计算机的字长为 16 位,主存贮器的容量为 8—124K 字,加法时间 2 μ s,乘法时间 5ms,CPU 单元的平均无故障时间为 20000h。这就可以更加有效地设计计算机过程的系统。尽管如此,到 1975 年,一台小型机的主机仍在一万美元左右,一个小系统的价格很难低于 10 万美元。对于大量的控制问题,计算机控制仍然是可望而不可及,因此计算机控制系统仍难普及。

4. 微型计算机阶段

这一阶段始于 70 年代初期。随着大规模集成电路制造工艺的改进,使以微处理机为核心的微型计算机迅速发展,这就使计算机控制发生了变革性的转折。微型机的出现使系统硬件费用急剧地减少,例如,1980 年一台相当于 1975 年小型计算机性能的微型机的价格已下降到 500 美元。微型机的可靠性大大提高,尺寸结构越来越小,计算速度越来越快,更主要的是可以将微型机安放到生产过程现场,进行“分散”控制,70 年代中期,国外许多厂商纷纷推出“分散型控制系统”产品。

§ 1-1 微机测控系统的组成及特点

一、微机测控系统的组成

微机测控系统是一个由微型计算机为核心来检测和控制被控对象生产过程的自动化系统。

微机测控系统由被控对象测量传感器及变换器、输入通道、微型计算机(主机)、外部设备、输出通道、执行器、操作控制台等八部分组成,其系统框图如图 1-1 所示。

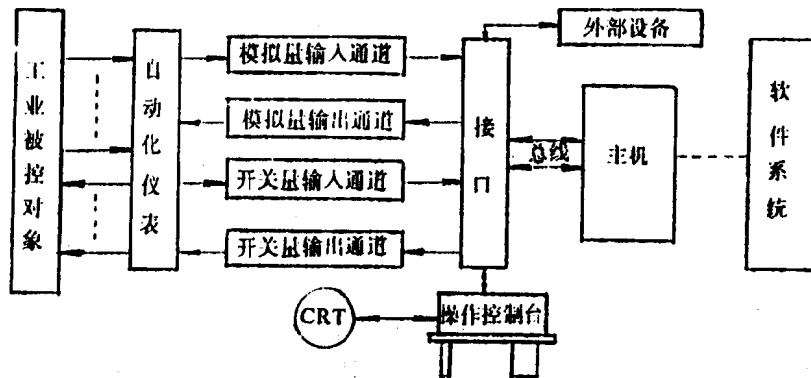


图 1-1 微机测控系统组成框图

1. 被控对象

在微机自动控制系统中,需要控制工艺参数的生产设备叫被控对象,简称对象。空调与热能工程中,各种空调房间、换热器、空气处理设备、制冷设备、工业锅炉、供热管网、燃气管网及设备都是常见的被控对象,甚至一段输送介质的管道也可以是一个被控对象。在复杂的生产设备中,如工业锅炉需要控制温度、压力、液位等许多参数,在这种情况下,设备的某一相应的部分或整体就是一个控制系统的对象。

在被控对象中所需要控制一定数值的工艺参数叫被控变量,用字母“ y ”表示。被控变量的测量值用字母“ z ”表示,按生产工艺的要求,被控变量希望保持的具体数值称为设定值,用字母“ g ”表示。被控变量的测量值与设定值之间的差值叫做偏差,用字母“ e ”表示, $e = g - z$ 。在生产过程中,凡能影响被控变量偏离设定值的种种因素称为干扰,用字母“ f ”表示。用来克服干扰对被控变量的影响,实现控制作用的参数叫调节参数。

2. 测量传感器及变换器

测量传感器的作用是检测所要测量的物理量(如温度、压力、湿度、风速、流量等等),并把所检测的物理量转换成电信号(如电压、电流等)输出。由于电子计算机只能接受数字信号输入,才可对它进行处理,因此凡与计算机测控系统配套使用的传感器及变换器,一般均要求它们输出电信号。目前与计算机配套使用的传感器和变换器输出的电信号有两类:一类是模拟量电信号(如电压、电流);另一类是数字量电信号(如脉冲),所以与之配套的输入通道也相应模拟量输入通道和数字量输入通道。

测量传感器是千差万别的,它们各自根据相应的物理效应工作,传感器的输出可以是电压

信号(如用热电偶来测量温度),也可以是电阻的变化(如用热电阻来测量温度),还可以是其它各种各样的信号。另一方面,传感器的输出信号一般又是很微弱的,因此必须对传感器的输出信号通过信号处理装置转换成一定电平的统一信号。

信号变换的目的是将不同种类和不同电平的模拟信号进行规格化,例如统一变换成 0~5V 的电平电压。变换的内容包括电参量之间的转换(例如把电阻、电流、电容、电感等信号转换成电压信号)以及信号电平的放大和衰减等等。

若传感器输出是直流毫伏电压信号,可利用直流放大电路或直流毫伏变送器将其放大或变换为 0~5V 直流电压信号。

若传感器输出是电阻信号,可利用测量电桥将其变换成不平衡的电压信号,再经放大,或将电阻信号输入电动温度变送器直接变换成 0~5V 直流电压信号。

若输入信号为电流信号,此时可在输入端并接精密取样电阻,就可将电流信号变换成为统一的电压信号。如果输入信号为电容、电感等元件参数的变化,一般可采用测量电桥和放大电路来变换。

测量传感器输出信号较弱,多是非线性的,并且周围环境的干扰电平也比较大,可采用屏蔽导线传输及在变换电路中引入滤波电路和线性化电路,用来抑制信号通道中的干扰使测量信号线性化。

3. 输入通道

输入通道一般由多路转换采样器、采样保持器、模数转换器等组成。

微型计算机测控系统能够实现多个测量传感器连接,自动完成对每个检测参数的测量和数据处理,但是对某一时刻而言,微型计算机又只能接受来自某个传感器的输出电信号。因此,各个传感器的输出电信号必须依次逐个输入计算机进行数据处理,而多路转换采样器就是完成这一任务的装置。

多路转换采样器实际上就是一组切换开关(可以是干簧继电器,也可以是晶体管开关,或是多路模拟转换开关集成电路芯片,如 CD4501 等)。它在来自计算机的驱动信号控制下,顺序地接通或断开每个开关,把多个来自传感器的电信号依次地分别送入采样保持和放大器。

由于被测参数是一个连续变化的信号,而送入计算机采集处理是一个时间上离散的信号,这对于检测一个随时间变化的信号(如动态参数)就存在进入计算机处理的信号能否真实反映被测信号变化情况的问题,要做到这一点就对采样的频率(即对每个参数进行两次采样的时间间隔大小)提出了要求,这就是通常所说的香农采样定理。香农采样定理指出:对一个有限频谱($-\omega_{\max} < \omega < \omega_{\max}$)的连续变化信号进行采样,当采样频率 $\omega_s \geq 2\omega_{\max}$ 时,则采样函数能无失真地恢复到原来的连续变化的信号。在实际应用中可参照表 1-1 来选取。

表 1-1 采样周期参考表

被测参数	采样周期(s)	备 注
流 量	1—5	优先选用 1—2 s
压 力	3—10	优先选用 6—8 s
液 位	6—8	
温 度	15—20	

输入通道中的采样保持器可使测量信号在 A/D 转换开始后保持模拟信号的量值不变,从而改善转换误差。

A/D 转换器的作用是把经过放大器放大的模拟量转换成计算机能够识别和进行数据处理的二进制数字代码,以便把传感器检测得到的模拟量送入计算机进行处理,因此 A/D 转换器是输入通道的一个关键器件。A/D 转换器的芯片可直接与 CPU 连接或通过 PIO 芯片连接。

4. 微机(主机)

微机是自动检测与控制系统中的核心部件。整套测控系统的工作均在它的控制下动作。它对检测到的信号进行必要的处理后,送到外部设备,输出数字调节信号经变换后,驱动电动执行器,对被控对象进行自动控制。

5. 外部设备

外部设备一般由数据输入设备、输出设备和外存贮器等组成。

数据输入设备 如盒式磁带机、电传打字机、键盘等,它们的作用是把事先编好的程序和所需要的数据输入到计算机的内存贮器存放起来。

数据输出设备 如电传打印机、盒式磁带机、光电显示器等。它们的作用是把经过计算机处理的数据打印输出或在光电显示器的屏幕上显示出来。

外存贮器 由于一般微型计算机的内存容量较少,设立外存贮器后可与内存贮器交换信息。

6. 输出通道

输出通道一般主要由数模转换器组成。

数模转换器的作用是把主机按一定控制规律输出的调节的数字量信号转换成直流模拟量信号,去驱动电动执行器,或直接输出开关量电信号来驱动开关,以实现自动控制任务。

7. 电动执行器

电动执行器是对被控对象实现自动控制的部件,它接受主机经数模转换器变换后的模拟量信号进行动作,完成对控变量的自动控制。

8. 操作控制台

操作控制台上装有微型计算机,输入和输出通道的接口板,外部设备及有关显示仪表和手动-自动转换开关等。

操作控制台的作用是完成人一机之间的联系。操作人员可以通过它对所测参数、状态和结果进行随时显示,以便及时掌握系统的工作情况。操作人员可以通过它进行修改、删除或增加某些程序或参数。当系统出现故障或异常情况时,操作人员可以通过它干预主机对调节的工作,或者对自动检测与控制系统实行手动操作。

以上是微机测控系统的硬件部分,而微机的程序则是软件部分。

程序系统可分为系统软件和应用软件两类。系统软件是为用户配备的,通常包括程序设计、系统、语言编译系统、服务程序和实时操作程序及计算机密切相关的程序。应用软件包括巡回检测程序、标度变换程序、数字滤波程序、控制规律算法程序等,它涉及到被控对象的生产工艺、设备、控制理论和控制部件等方面。一般系统软件由微型计算机制造厂提供,而应用软件则由使用或研制单位自行设计开发。

二、微机测控系统的特点

1. 可靠性和稳定性高

用微机系统来控制长期连续的生产过程,可靠性和稳定性都很高。冶金、电力、石油和化工

等工业装置,一年甚至几年才允许大修一次,所以计算机测控系统的故障率应尽可能的低。国际上提出运转率 99.95% 的指标,并要求一次故障时间不超过几分钟。

2. 对环境的适应性强

大多数工业生产的工作环境条件(温度、湿度以及各种干扰等)都会影响控制系统的可靠性和使用寿命,因此要求测控系统尤其是主机对环境条件的适应性要尽可能的强,而微型计算机测控系统能满足这种要求。

3. 具有比较完善的中断系统和控制的实时性

微机测控系统,要对生产过程实现最佳控制,就必须具备自动快速地响应生产过程和计算机内部发出的各种中断请求。

所谓控制的实时性,就是控制“适合时宜”的意思。例如根据生产过程的动态特性,合理选择采样间隔时间并及时地加以控制;又如当生产过程发生紧急事件时,要求及时处理等。

为了满足上述要求,微型机测控系统配有实时时钟和完善的中断系统。

4. 有丰富的指令系统和较完善的外围设备

微机测控系统,除配有必要的通用外部设备外,还配备专用的外围设备,例如模拟量输入/输出、开关量输入/输出、自动化检测仪表以及人一机通信等设备,并且有较丰富的指令系统,例如输入/输出指令、逻辑判断指令和外围设备控制指令等。

5. 有正确反映生产过程规律的数学模型和软件

数学模型以及根据它所编制的相应软件程序,是提高过程控制质量的关键。为了寻找生产过程的最优工况,实现最佳优化控制,达到增加生产,提高产品质量和数量,降低成本等目的,必须研制建立正确反映生产过程规律的数学模型和相应的软件,其中包括完整的操作系统和完备的应用软件。

§ 1-2 微机测控系统的类型

微机测控系统与生产过程有密切的关系,应根据生产过程的复杂程度和具体任务采用不同的测控系统。

微机测控系统按照计算机参与控制的方式、控制的目的,常分为巡回检测数据处理系统、操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统和分布式计算机控制系统。

一、微机巡回检测数据处理系统

微机巡回检测数据处理系统是微机测控发展最早、应用较广的类型,微机操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统和分布式微机控制系统,也都是在它的基础上发展而成的。

微机巡回检测数据处理系统如图 1-2 所示。微型计算机将生产过程被控对象检测传感器送来的模拟信号,按一定的次序巡回地经过采样、A/D 转换器转换为数字信号,然后送入微型机。微型机对这些输入量实时地进行数据处理,同时进行显示和打印输出,供工艺人员查看。当参数值越限时,可自动报警。这类系统主要对生产过程起监视和记录参数变化的作用。

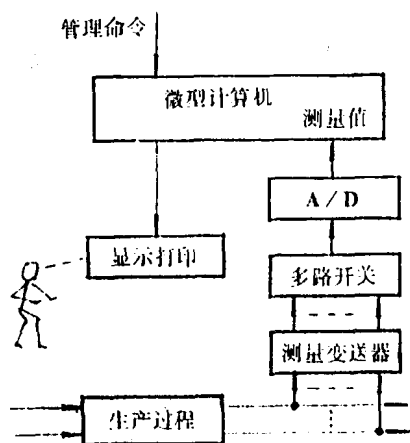


图 1-2 微机巡回检测数据处理系统

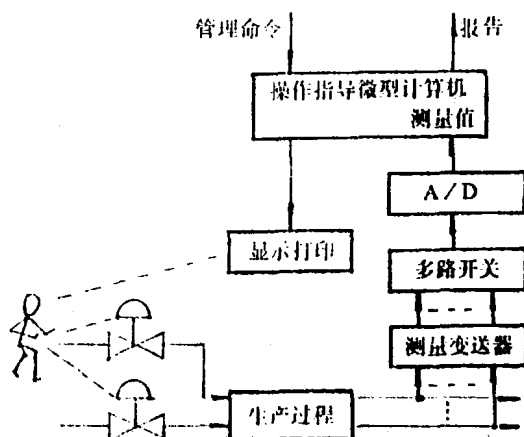


图 1-3 微机操作指导控制系统原理图

二、微机操作指导控制系统

为了充分利用计算机的资源,在巡检和数据处理的基础上,进一步出现了微机操作指导控制系统。

图 1-3 是微机操作指导控制系统的简化框图。微型计算机不仅通过显示、打印、报警系统提供生产现场资料和异常情况的报警,而且按照事先安排好的控制算法(数学模型)对检测来的生产过程参数进行处理,求出输入/输出关系,进行生产过程的质量检查和运行方法的计算,再与标准要求进行比较,然后进行打印或显示。操作者可根据输出的结果,通过控制台来干预和管理生产过程。

该系统最突出的优点是比较简单,且安全可靠,特别是对于未摸清控制规律的系统更为适用,常常被用于计算机系统的初级阶段,或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。它的缺点是仍要人工进行操作,所以操作速度不能太快,而且不能同时操作几个回路。它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

三、微机直接数字控制系统(DDC)

微机直接数字控制简称为 DDC,它是在巡回检测和数据处理基础上发展起来的,是一种多路的数字调节装置。其工作原理如图 1-4 所示。生产现场的多种工况参数,经输入通道顺序地采样和模—数转换后,变成微型机所能接受的数字量信息送给微机。微型机则根据对应于一定控制规律的控制算式(例如 PID 控制规律),用数字运算的方式,完成对工业参数若干回路的比例、积分、微分(PID)计算和比较分析,并通过操作台显示、打印输出结果,同时将运算结果经输出通道的数—模转换、输出扫描等装置顺序地将各路校正信息送到相应的执行

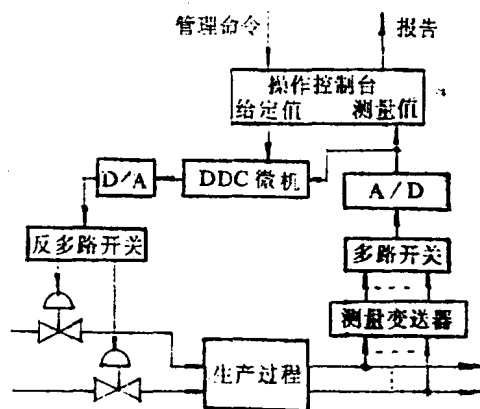


图 1-4 DDC 控制系统原理图

器,实现对生产装置的闭环控制。

由于微型计算机的速度快,所以一台微型机可代替多个模拟调节器,这是非常经济的。

DDC 控制系统的另一个优点是灵活性大,可靠性高。因为计算机计算能力强,所以用它可以实现各种比较复杂的控制规律,如串级控制、前馈控制、自动选择控制以及大滞后控制等。正因如此,DDC 系统得到了广泛的应用。

四、微机监督控制系统(SCC)

计算机监督系统,简称 SCC 系统。在 DDC 系统中,是用计算机代替模拟调节器进行控制的。而在计算机监督系统中,则是由计算机按照描述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者 DDC 计算机,最后由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程,从而使生产过程处于最优工作情况。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、最优控制以及自适应控制等,它是操作指导和 DDC 系统的综合与发展。

SCC 系统就其结构来讲有两种,一种是 SCC+模拟调节器,另一种是 SCC+DDC 控制系统。

1. SCC+模拟调节器控制系统

该系统原理图,如图 1-5 所示。

在此系统中,SCC 监督计算机的作用是收集检测信号及管理命令,然后按照一定的数学模型计算后,输出给定值到模拟调节器。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后输出到执行机构,以达到调节生产过程的目的。这样,系统就可以根据生产工况的变化,不断地改变给定值,以达到实现最优控制的目的。而一般的模拟系统是不能随意改变给定值的。因此,这种系统特别适合于老企业的技术改造,既用上了原有的模拟调节器,又实现了最佳给定值控制。

2. SCC+DDC 控制系统

SCC+DDC 控制系统原理图,如图 1-6 所示。本系统为两级计算机控制系统,一级为监督级 SCC,其作用与 SCC+模拟调节器中的 SCC 一样,用来计算最佳给定值。直接数字控制器(DDC)用来把给定值与测量值(数字量)进行比较,其偏差由 DDC 进行数字控制计算,然后经 D/A 转换器和多路开关分别控制各个执行机构进行调节。与 SCC+模拟调节系统相比,其控制规律可以改变,用起来更加灵活,而且一台 DDC 可以控制多个回路,使系统比较简单。

总之,SCC 系统比 DDC 系统有着更大的优越性,可以接近于生产的实际情况。另一方面,当系统中模拟调节器或 DDC 控制器出了故障时,可用 SCC 系统代替调节器进行调节。因此,大大提高了系统的可靠性。但是,由于生产过程的复杂性,其数学模型的建立是比较困难的,所以此系统实现起来比较困难。

五、微机分布式控制系统

在整个生产过程中,由于生产过程是复杂的,设备分布又很广,其中各工序、各设备同时并行地工作,而且基本上是独立的,故系统比较复杂。然而,随着微型机价格的不断下降,人们越来越注意把原来使用中小型计算机的集中控制用分布控制系统来代替,这样就可以避免传输误差及系统的复杂化。在这种系统中,只是必要的信息,才传送到上一级计算机或中央控制室。

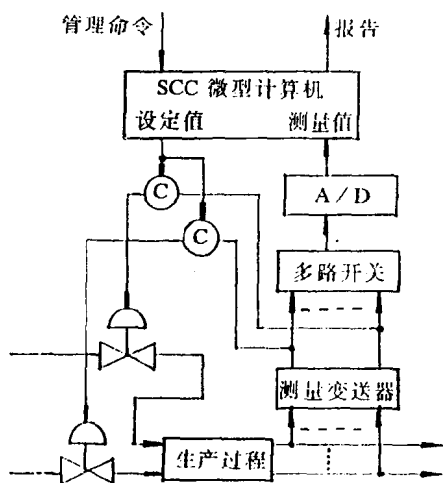


图 1-5 SCC+模拟调节器控制系统原理图

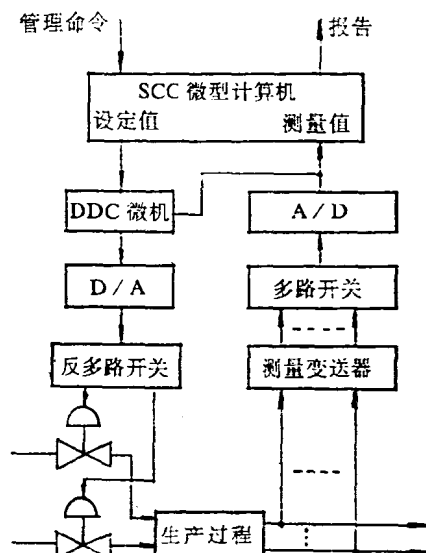


图 1-6 SCC+DDC 控制系统原理图

而绝大部分时间都是各个计算机并行地就地工作。

所谓“分布式控制”，就是将生产过程控制与企业经营管理（例如生产调度、生产计划、材料消耗、仓库管理、成本核算等数据处理任务）控制结合起来，由多级计算机来实现全面控制。各级之间既有明确的分工，又有密切的联系。

分布式的概念，可从不同角度加以理解。图 1-7 为普遍常用的分布式控制计算机系统的框图，这是一个分布式三级控制系统。其中，MIS 是生产管理级，SCC 是监督控制级，DDC 是直接数字控制级。而生产管理级又可分为企业管理级、工厂管理级和车间管理级。因此该系统实际上是分布式五级管理控制系统。

第一级为企业级。这一级负责企业的综合管理，如对生产计划、经营、销售、订货等进行总决策。同时要了解分析本行业经营的动向，管理财政支出、预算和决算，以及向各工厂发布命令，接受各工厂发来的各种汇报信息，实现全企业的总调度。

第二级为工厂管理级。这一级负责本厂的综合管理，例如本厂的生产计划，人员调度，协调各车间的生产，技术经济指标的核算，仓库管理以及与上下级沟通联系（执行企业级命令，向下级发布命令）等。

第三级为车间管理级。这一级负责本车间内各工段间的生产协调，作业管理，车间内的生产调度，并且沟通上下级的联系（执行工厂管理级的命令，对下一级监控级进行监督指挥）。

第四级为监控级（SCC）。这一级负责监督指挥下一级 DDC 的工作。根据生产工艺信息，按照数学模型寻找工艺参数的最优值，自动改变 DDC 级的给定值，以实现最优控制。

第五级为直接数字控制级（DDC）。这一级对生产过程进行直接闭环最佳控制。

近年来，微型计算机得到广泛应用，使分布式多级控制系统发生很大变化。如 SCC 与 DDC 两级多采用微型计算机，而 MIS 级多采用多功能计算机。一般企业级多采用大、中型计算机。在生产过程控制方面已普遍采用以微型机为基础的多级集—散系统。即最低一级用微处理器或微机作直接控制，每一台微机管理几个回路（这是分散的），同时再用一台主控计算机（小型

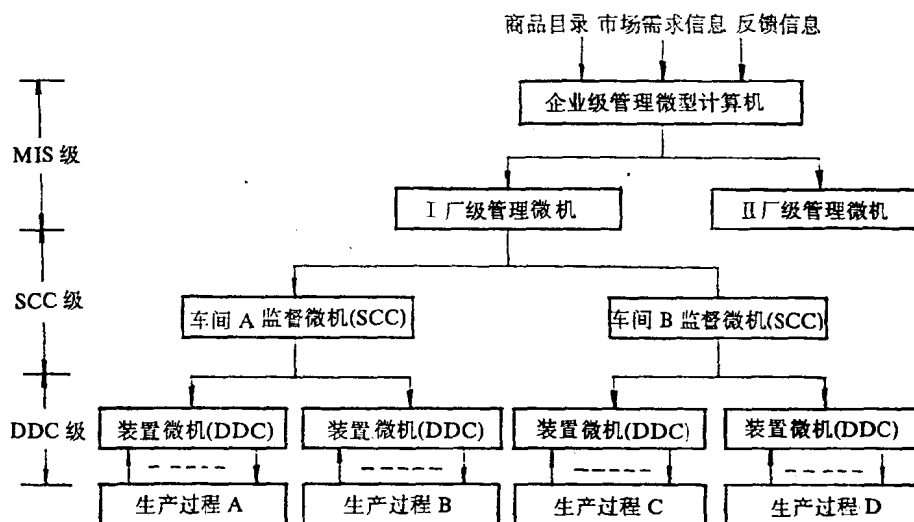


图 1-7 分布式计算机控制系统图

或微机)来管理若干台微机(这是集中的)。采用这样的系统可实现从简单到复杂的调度,达到最佳控制。它兼顾了“集中型”和“分散型”两者的全部优点。

§ 1-3 微机测控系统的品质指标

一、微机测控系统的过渡过程

当微机测控系统在动态过程中,被控变量随时间而变化的过程称为自动控制系统的过渡过程,也就是系统从一个平衡状态过渡到另一个平衡状态的过程。

微机测控系统的过渡过程是控制作用不断克服干扰作用影响的过程,是控制作用与干扰作用一对矛盾在系统内斗争的过程。当这一对矛盾得到统一时,过渡过程也就结束,系统又达到了新的平衡。

在微机测控系统的过渡过程中,被控变量随时间变化的规律首先取决于干扰作用的形式。在生产中,出现的干扰是没有固定形式的,且多半属于随机性质。在分析和设计控制系统时,为了安全和方便,常选择一些定型的干扰形式,其中最常用的是阶跃干扰。所谓阶跃干扰就是在某一瞬间加到系统上的突然地阶跃式的并一直保持而不消失的干扰,如图 1-8 所示。

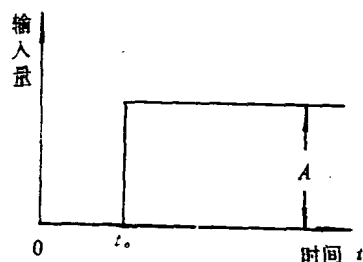


图 1-8 阶跃干扰作用

由于阶跃干扰对系统的作用比较突然,比较危险,对被控变量的影响也最大。如果自动控制系统能够有效地克服阶跃干扰的影响,那么对于其它的干扰也就能很好地克服了。所以实际工作中,大多以阶跃干扰对被控变量的影响来作为研究的内容。

微型计算机测控系统在阶跃干扰作用下的过渡过程如图 1-9 所示的几种基本形式。

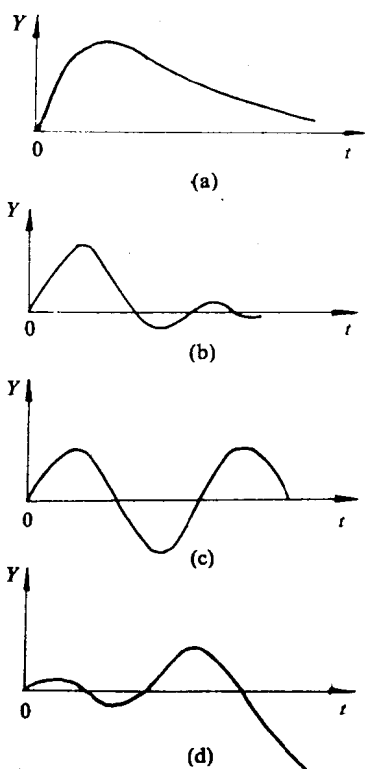


图 1-9 微机测控系统过渡过程的基本形式

1. 非周期衰减过程

被控变量在设定值的某一侧作缓慢变化,没有来回波动,最后稳定在某一数值上,这种过渡过程形式称为非周期衰减过程,如图 1-9(a)所示。

2. 衰减振荡过程

被控变量上下波动,但幅度逐渐减少,最后稳定在某一数值上,这种过渡过程形式称为衰减振荡过程,如图 1-9(b)所示。

3. 等幅振荡过程

被控变量在设定值附近来回波动,且波动幅度保持不变,这种过渡过程形式称为等幅振荡过程,如图 1-9(c)所示。

4. 发散振荡过程

被控变量来回波动,且波动幅度逐渐变大,即偏离设定值越来越远,这种情况称为发散振荡过程,如图 1-9(d)所示。

以上过渡过程的四种基本形式可以归纳为三类:

1. 过渡过程(a)和(b)都是衰减的,称为稳定过程,被控变量经过一段时间后,逐渐趋向原来的或新的平衡状态,这是人们所希望的。

对于非周期的衰减过程(a),由于这种过渡过程变化较慢,被控变量在控制过程中长时间地偏离设定值,而不能很快地恢复平衡状态,所以一般不采用。

对于衰减振荡过程(b),由于能够较快地使系统稳定下来,所以在多数情况下,我们都希望自动控制系统在干扰作用下,能够得到如图 9-5(b)所示的过流过程。

2. 过渡过程(d)是发散的,称为不稳定的过渡过程,其被控变量在控制过程中,不但不能达到平衡状态,而且逐渐远离设定值,它将导致被控变量超越工艺允许范围,严重时会引起事故,这是生产上所不允许的,应避免。

3. 过渡过程(c)介于不稳定与稳定之间,一般也认为是不稳定过程。对于某些控制质量要求不高的场合,如果被控变量允许在工艺所许可的范围内变动(主要指在位式控制时),那么这种过渡过程的形式可以采用,也能达到满意的效果。

二、微机测控系统的品质指标

微机测控系统的过渡过程是衡量控制系统品质的依据。在评价控制系统质量时,一般采用最大偏差或超调量、衰减比、静差、回复时间、振荡周期或频率等品质指标,如图 1-10 所示。

1. 最大偏差和超调量

最大偏差是指在过渡过程中,被控变量偏离设定值的最大数值。在衰减振荡过程中,最大偏差就是第一个波的峰值,在图 1-10 中以 A 表示。最大偏差表示系统瞬时偏离设定值的最大