



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

微机控制技术的应用

(机电技术应用专业)

主编 耿 淬 孙志平



高等教育出版社

77271-04
(167)

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

微机控制技术及应用

(机电技术应用专业)

主 编 耿 淬 孙志平
责任主审 罗圣国
审 稿 苏兰海 孙志辉

高等教育出版社

内容简介

本书是根据教育部 2001 年 1 月颁发的中等职业学校机电技术应用专业主干课程“微机控制技术的应用教学基本要求”,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要内容有:微机控制系统概述、典型控制微机的基本结构及原理、MCS-51 系列单片机的指令系统、中断概念及扩展应用、定时/计数器的功能及应用、系统组成及扩展应用、典型机电设备中的微机控制、微机控制系统的开发与仿真以及有关的实验。

本书可作为中等职业学校机电类专业教材,也可作为相关专业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

微机控制技术的应用/耿淬,孙志平主编. —北京:高等教育出版社,2002.7

中等职业学校机电技术应用专业教材

ISBN 7-04-010925-5

I.微... II.①耿...②孙... III.微型计算机-计算机控制-专业学校-教材 IV.TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 037641 号

微机控制技术的应用

耿 淬 孙志平 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 14.5

字 数 330 000

版 次 2002 年 7 月第 1 版

印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷

定 价 17.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

本书是根据教育部 2001 年 1 月颁发的中等职业学校机电技术应用专业主干课程“微机控制技术及应用教学基本要求”,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

中等职业学校机电技术应用专业的主要任务是使学生具备机电技术应用专业高素质劳动者和中、初级专门人才所必须的机电设备基本知识。“微机控制技术及应用”作为一门主干课程,其课程目标是使学生具备微机控制系统的基本知识和基本技能,具备微机控制及应用的初步能力。本课程主要以微机控制系统、单片机原理和微机控制技术应用三大知识点构建框架,内容有:微机控制系统的组成、分类、发展、要求,MCS-51 系列单片机的硬件组成,MCS-51 系列单片机的指令系统,程序设计初步,定时/计数器功能及应用,中断概念及应用,系统的扩展应用,典型机电设备的微机控制,微机控制系统的开发与仿真以及有关的经验。其中,程序设计初步和微机控制系统的开发与仿真是选学内容。

本书根据新的教学基本要求采用模块结构,包括基本模块、选用模块、实践模块。其中,基本模块和实践模块是三年制教学应完成的;选用模块是加深拓宽的内容,各校、各专业人员可根据实际情况选用。

本课程是一门综合课程,所涉及的专业基础知识面较广。本教材针对中等职业学校的教学特点,根据教学实践在章节安排、内容选择、例题选配上体现了起点低、文字简洁、图文并茂的特点,体现了基础性和实用性相结合的原则,并将专业特点和职业特点紧密结合,为学生的就业和终身学习打下良好的基础。

本书指导性教学时数为 78 课时,具体学时分配见下表:

章 节	课程内容	学时数			
		合计	讲授	实践	机动
第一章	微机控制系统概述	4	4		
第二章	典型控制微机的基本结构及原理	6	6		
第三章	MCS-51 单片机的指令系统	22 + 2*	14 + 2*	8	
第四章	中断概念及扩展应用	6	4	2	
第五章	定时/计数器的功能及应用	4	4		
第六章	系统组成及扩展应用	6	4	2	
第七章	典型机电设备中的微机控制	16 + 2*	14	2 + 2*	
第八章	微机控制系统的开发与仿真	4*	2*	2*	
机动		6			6
合计		70 + 8*	50 + 4*	14 + 4*	6

注:表中带“*”号者为选学内容所需学时。

本书由常州市刘国钧职教中心耿淬任主编(编写第一章第三节、第二章、第三章、第七章第一节、第三节、第六节及实验一~实验四)。参加编写工作的还有孙志平(编写第四章、第五章、第六章第一节、第二节、第三节、第五节及第六节、第七章第二节、第四节、第五节、第八章及实验五~实验九),钱荣明(编写第一章第一节、第二节),吴文龙(编写第六章第四节)。

本书经全国中等职业教育教材审定委员会审定。由北京科技大学罗圣国教授担任责任主审,苏兰海副研究员和孙志辉副教授审稿。他们对书稿提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

编写本书时参考了相关书籍,在此谨向所参考书籍的作者和出版社致以衷心的感谢;本书在编写过程中,得到了常州刘国钧职教中心、河北机电学校和高等教育出版社编辑的大力帮助,在此也向他们表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,对书中存有的疏漏与不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 11 月

目 录

第一章 微机控制系统概述	1	第一节 MCS-51 单片机最小应用系统的构成	96
第一节 微机控制系统的组成和发展	1	第二节 MCS-51 单片机外部存储器的扩展	97
第二节 微机控制系统的分类	5	第三节 MCS-51 单片机并行 I/O 接口的扩展	103
第三节 微机控制系统的基本要求	9	第四节 MCS-51 单片机的串行接口	115
习题一	13	第五节 MCS-51 对 A/D 和 D/A 的接口	119
第二章 典型控制微机的基本结构及原理	14	第六节 MCS-51 对 LED/键盘的接口	132
第一节 基本概念及常用术语	14	习题六	140
第二节 MCS-51 系列单片机的硬件组成	15	第七章 典型机电设备中的微机控制	141
第三节 MCS-51 单片机的引脚及功能	18	第一节 水塔水位控制系统	141
第四节 存储器的配置	21	第二节 车刀架伺服系统的控制	144
习题二	29	第三节 直冷式电冰箱的控制系统	148
第三章 MCS-51 单片机的指令系统	30	第四节 剪切机的控制系统	156
第一节 指令格式	30	第五节 生产流水线的计数装置	161
第二节 寻址方式	33	第六节 人工气候箱的控制系统	165
第三节 数据传送指令	36	习题七	173
第四节 算术运算指令	43	* 第八章 微机控制系统的开发与仿真	174
第五节 逻辑运算指令	47	第一节 单片机的开发系统	174
第六节 位操作指令	50	第二节 通用单片机仿真器及编程器	177
第七节 控制转移指令	52	习题八	181
第八节 调用和返回指令	55	实验	182
第九节 伪指令	58	实验一 键盘操作实验	182
* 第十节 程序设计初步	58	实验二 数据传送实验	188
习题三	68	实验三 数据传送、运算实验	190
第四章 中断概念及扩展应用	71	实验四 控制转移指令实验	194
第一节 中断概述	71	实验五 存储器扩展实验	197
第二节 MCS-51 单片机的中断系统	75	实验六 交通信号灯控制实验	199
第三节 MCS-51 对外部中断源的应用及扩展	81	实验七 A/D、D/A 转换实验	203
习题四	84	* 实验八 步进电动机控制实验	205
第五章 定时/计数器的功能及应用	85	* 实验九 单片机开发系统及键盘显示接口实验	208
第一节 微机系统中的定时和计数	85	附录一 MCS-51 指令表	212
第二节 MCS-51 内部定时/计数器	86	附录二 常用接口芯片引脚图	218
习题五	95	参考文献	220
第六章 系统组成及扩展应用	96		

第一章 微机控制系统概述

随着微电子技术、计算机科学和自动控制理论的发展,微机在自动控制系统中得到了广泛应用,自动控制技术得到了迅速的发展,微机控制系统正成为一种新型的控制系统。这种控制系统具有控制灵活、可靠性高、成本低等优点。本章主要讨论微机控制系统的基本概念、组成、发展、分类及对微机控制系统的要求等。

第一节 微机控制系统的组成和发展

微机控制系统是以微机为核心的控制系统。为正确理解微机控制系统的组成,必须先了解有关自动控制系统的基本概念。

一、自动控制系统的基本概念

1. 自动控制

自动控制是指在没有人直接参与的情况下,利用控制装置自动地、有目的地控制或操纵机器设备或过程,使之按照预定的规则工作。

2. 被控对象

被控对象是指要求实现自动控制的设备或过程。

3. 控制装置

控制装置是指对被控对象起控制作用的设备的总体,又称为控制器。

4. 自动控制系统

被控对象和控制装置的总体称为自动控制系统。根据输入、输出信号的传递关系,自动控制系统可分为开环控制系统和闭环控制系统。

(1) 开环控制系统 其特征为信号是单方向传递的,系统的输出量对系统的控制作用无影响,如图 1-1 所示。

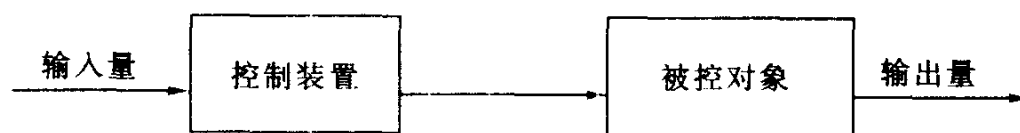


图 1-1 开环控制系统方框图

图中输出量也称被控量,是指被控对象中要求保持恒定或按一定规律变化的物理量。它是表征被控对象工作状态的物理量;图中输入量是指决定被控量变化规律的物理量。

例如,直流电动机转速的控制就是一个典型的开环控制系统,如图 1-2 所示。给定电压经信号放大,再经功率放大器得到电动机的电枢电压 u_a 。当激磁电压一定时,改变 u_a 值可改变电

动机的转速 n , 即电动机的转速与给定电压之间有对应关系。

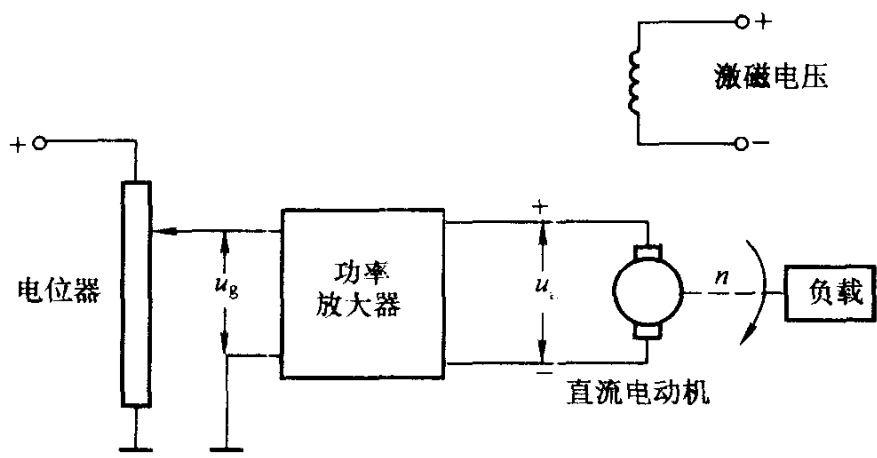


图 1-2 直流电动机转速开环控制系统

在这个系统中被控对象是直流电动机, 要求被控制的参数是电动机的转速, 控制装置是功率放大器。系统的输入量是电位器的输出电压 u_g , 输出量是直流电动机的转速 n 。

开环控制系统结构简单, 如果因内部或外部因素的影响而产生扰动(如负载的变化、电源电压的变化、温度的变化等环境条件)引起各环节元件参数的变化等, 则给定电压和输出量转速的对应关系就有所变化, 即控制函数是不精确的, 因而系统的稳定性不高, 不能实现精确有效的控制, 往往需要人工监控。

(2) 闭环控制系统 它的特征是, 在系统中信号传递关系为闭合回路(也称环), 系统的输出端与输入端之间在结构上存在反馈通道, 如图 1-3 所示。

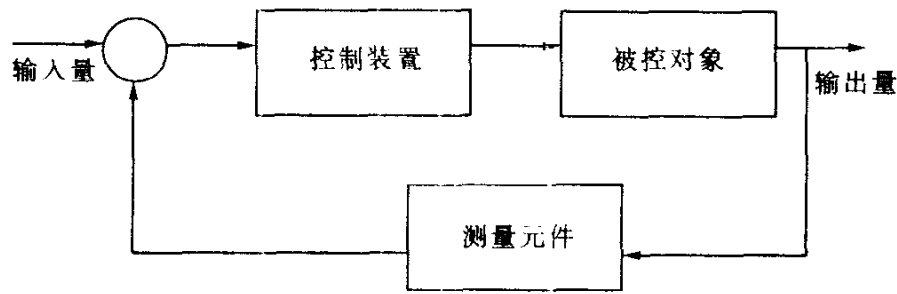


图 1-3 闭环控制系统方框图

闭环控制的原理是: 通过测量元件测量被控量的实际值, 并将它送回输入端与给定值进行比较, 得到它们的偏差值。根据偏差值进行控制, 使被控量按规定的规律变化。它具有控制精度高、抗干扰能力强的优点。

直流电动机转速闭环控制系统如图 1-4 所示。图中, 直流电动机是被控对象, 其转速是被控量。功率放大器是控制装置, 用来驱动直流电动机工作。测速发电机是测量元件, 也称反馈元件, 它将输入的机械转速转换成电压信号输出, 即它的输出电压代表了直流电动机的实际转速。系统的输入量是电位器的输出电压, 它代表直流电动机的规定转速, 系统的输出量是直流电动机的转速。

系统的控制任务是保持直流电动机的转速在规定的数值上恒定。系统的控制原理: 设系统的输入电压为 u_r , 测速发电机的输出电压为 u_i , 偏差电压 $u_c = (u_r - u_i)$ 经功率放大器放大后得

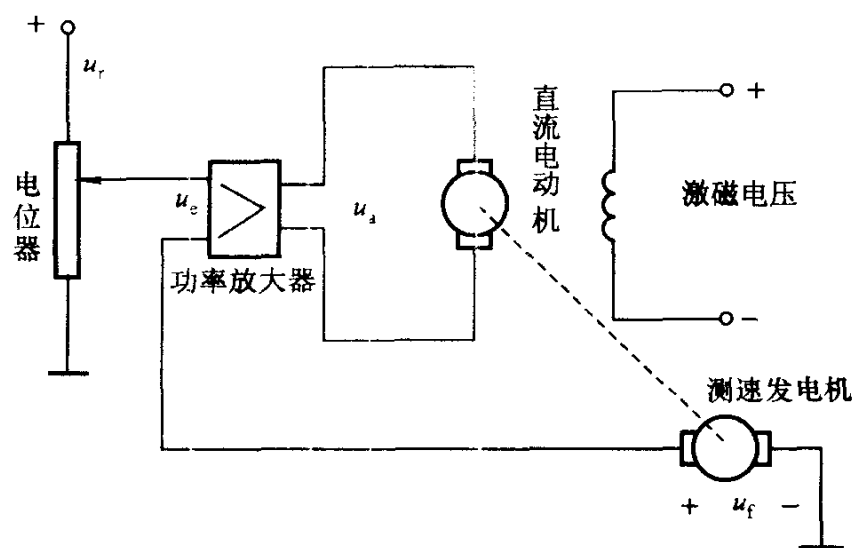


图 1-4 典型直流电动机转速闭环控制

到直流电压 u_a ，直流电动机在 u_a 电压的作用下，以规定的转速旋转。当激磁电压一定时如果由于某种原因使直流电动机的转速高于（或低于）规定的转速，测速发电机的输出电压 u_f 将增大（或减小），则偏差电压 u_e 将减小（或增大），经功率放大器使 u_a 减小（或增大），从而使直流电动机的转速恢复到规定的数值。

二、微机控制系统的组成

如果一个自动控制系统的控制装置是微机，则就是一个微机控制系统。微机控制系统包括硬件和软件两大部分。

硬件是指微机及外围设备和实施控制的各种器件或装置。软件是指管理微机的程序及过程控制的应用程序。硬件是微机控制系统的基础，软件是微机控制系统的灵魂。微机控制系统中的微机通过各种接口及外部设备与被控对象发生关系，进行数据处理，实施有效控制。

1. 硬件

硬件由主机、接口电路、外部设备、检测元件、执行元件、操作台和被控对象组成。不同的系统所需硬件各不相同，一般可根据控制系统的需要进行扩展。

(1) 主机 它是整个控制系统的最高控制指挥中心，通过接口电路向系统的各个部分发出控制信号，同时对系统的各类参数进行检测、处理，完成控制计算、逻辑判断等工作。

(2) 接口与输入输出通道 它是主机与被控对象间进行数据交换的纽带。由于微机只能接收数字量，而一般的外部设备提供的是模拟量，因而从外部设备输入信号到主机需要进行模/数转换，从主机输出信号到外部设备需要进行数/模转换。

(3) 通用外部设备 为了扩大主机的功能而设计的通用外部设备主要用于存储及传送数据。

(4) 检测元件及仪表 在微机控制系统中，为了收集和测量各种参数，广泛采用了各种检测元件和仪表，它们的主要功能是把被检测的参数由非电量转换成电量，如热电偶把温度信号转换成电信号，压力传感器把压力信号转换成电信号，光敏二极管把光信号转换成电信号等。这些信号经过转换后变成标准的电平信号进行传送，其检测精度的高低直接影响控制系统的精度。

(5) 执行元件 为了控制生产过程,还需要执行元件完成相应的控制。常用的执行元件有电动、液动、气动等控制形式,另外还有动力电动机和控制电动机等。

(6) 操作台 操作人员通过操作台可向微机输入程序、发出控制指令等。操作台主要由作用开关、功能键、数据键、LED 数码管、CRT 显示等组成。它是人/机对话的纽带。

2. 软件

软件是指能完成各种功能的计算机程序的总和,如操作系统、监控程序、管理程序、控制程序、计算和自诊断程序等。因此软件是微机系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件指挥下进行协调工作的。软件从功能上常分为系统软件和应用软件。

系统软件有一定的通用性,一般由微机设计者提供,是专门用来管理微机本身的程序。应用软件是面向用户的程序,是根据用户的需要解决实际问题的各种程序。软件和硬件必须有机地配合,才能充分发挥微机的优势,实现有效控制。

三、微机控制系统的发展

微机控制系统的发展大致可分为以下六个时期:

第一个时期为开创期。这个时期从 20 世纪 40 年代末期到 50 年代末期。控制理论处在经典控制理论形成和发展时期。计算机处在第一代计算机时期,即从 1946 年出现电子管计算机开始。这个时期的计算机价格贵、性能差且不稳定,主要实现的控制是操作指导控制。

第二个时期为直接数字控制时期。这个时期从 20 世纪 50 年代末期到 60 年代初期。控制理论已发展到现代控制理论阶段。1962 年英国帝国化学工业公司用计算机完全代替了原来的模拟控制设备,计算机直接测量二百多个量和控制一百多个阀门,模拟技术直接被数字技术代替,而系统的功能不变,称为直接数字控制(Direct Digital Control),简称 DDC。

第三个时期为小型计算机控制时期。这个时期从 20 世纪 60 年代初期到 70 年代初期,正是第三代计算机时期(1964 年—1971 年),其标志为计算机使用中小规模集成电路,体积小、速度快、可靠性高、价格便宜。20 世纪 60 年代后期,还出现了适合工业控制的小型计算机(Minicomputer)。典型的过程控制计算机的字长为 16 位,主机存储容量为 8~124KB,磁盘一般为辅助存储器。由于小型计算机的出现,过程控制计算机的台数从 1970 年的 5 000 台左右,增长到 1975 年的 50 000 台左右。

第四个时期为微型计算机控制时期。这个时期从 20 世纪 70 年代初开始到 80 年代初。1972 年出现了微型计算机(Microcomputer),计算机的发展进入第四代,其标志是逻辑和存储器使用大规模集成(Very Large Scale Integration)电路,简记为 VLSI,计算机进入崭新的发展阶段。微型计算机的出现,使计算机控制系统的结构形式发生了根本的变化,为集散控制提供了新的环境。这个时期微型机的价格性能比不断地下降,显示技术和通信技术也有了进一步提高。

第五个时期为数字控制广泛应用时期。这个时期从 20 世纪 80 年代初开始,正是计算机的发展从第四代进入第五代的过渡时期,其标志为使用超大规模集成(Super Large Scale Integration)电路,简记为 SLSI。计算机向着微型化、巨型化和智能化方向发展。用数字技术实现新的控制系统,已成为一般技术。

建立在计算机控制基础上的控制系统,几乎应用到所有控制领域,过程控制、制造业、交通运输业、娱乐业、汽车电子器件等各个领域都在广泛应用。

第六个时期为集散控制时期,或称分布式控制时期。这个时期从 20 世纪 90 年代开始,计算机发展正处在第五代计算机时期,网络化和智能模拟正以惊人的速度发展着。微处理器(Micro-processor)的发展,深刻影响着计算机控制的发展与应用。从 1971 年美国英特尔(Intel)公司研制成世界上第一台 4 位微处理器(CPU)INTEL4004 开始,到 1990 年微处理器已经得到广泛的应用。汽车电子器件的发展,导致了开发特殊目的的计算机——微控制器(Micro controller)。它是一个标准的计算机芯片,带有模数变换器(ADC)、数模变换器(DAC)、寄存器及与其他物理设备连接的接口等。这种微控制器通称为单片机。

集散控制系统是以微处理器和微型计算机为核心,采用数据通信技术、显示技术、人机接口技术、输入输出接口技术相结合的新型控制系统。微处理机在生产现场进行测量与控制,利用数据通道和阴极射线管(CRT)显示,对其他外部设备集中操作和显示,可以完成数据采集和处理、直接数字控制、顺序控制、最优控制等,以及生产指挥、调度和管理功能。集散控制系统在系统配置方面,采用组态方式,加之具有丰富的功能软件,通用性强,使用十分灵活,可以满足不同类型、不同规模工厂的要求,也可以分期建设,逐步建成。这种系统正在发展和普及中。新技术不断涌现、发展,影响着整个计算机控制系统发展的过程,这是新技术的前沿。

经过半个多世纪的发展,微机控制理论已逐步形成,微机控制系统的分析和设计方法日益完善,能够实现复杂的控制规律,系统辨识、最优估计、最优控制将得到广泛的应用,对我们的生产方式、工作方式、学习方式、生活方式也将产生很大的影响。

第二节 微机控制系统的分类

微机控制系统的分类方法较多,按信号传送的通路可分为微机开环控制系统、微机闭环控制系统两大类;按调节规律可分为程序控制系统、顺序控制系统、比例—积分—微分(PID)控制系统、前馈控制系统、最优控制系统和自适应控制系统六大类;按控制功能可分为数据采集控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、分级控制系统、集散控制系统 5 大类。下面介绍按调节规律的分类和按控制功能的分类。

一、按调节规律分类

1. 程序控制系统

如果微机控制系统是按着预先规定的时间函数进行控制的,这种控制称之为程序控制。如炼钢炉温按照一定的时间曲线进行控制就是程序控制。这里的程序是指随时间变化有确定的对应变化值,而不是微型计算机所运行的程序。

2. 顺序控制系统

顺序控制是使机械或生产过程按规定的时序而动作,或在输入信号作用下按预定规律而顺序动作的自动控制。如某些设备要求在输入信号的作用下,按一定的转换条件而实现有顺序的开关动作。冷加工过程中,钻孔动力头快进、工进、工进延时、快退、停止等工作状态的顺序是根据输入信号而定的。某些顺序控制则要求按一定的时间先后次序而实现有顺序的开关动作。

3. 比例—积分—微分(PID)控制系统

PID 控制是按偏差的比例、积分和微分进行控制的,常规的模拟调节仪表可以完成 PID 控

制。用微型计算机也可以实现 PID 控制。

4. 前馈控制系统

在通常的反馈控制系统中,干扰造成一定影响后才能通过反馈产生抑制干扰的控制作用,因而有滞后控制的缺点。为了克服这种滞后的不良控制,用微型计算机接受干扰信号后,在还没有产生后果之前插入一个前馈控制,使其刚好在干扰点上完全抵消干扰对控制变量的影响,因而又称为扰动补偿控制。

5. 最优控制(最佳控制)系统

使受控对象处于最佳运行状态的控制系统称之为最优控制系统。用微型计算机控制系统在现有的限定条件下,选择合适的控制规律(数学模型),使受控对象处于最优运行状态,如产量最大、消耗最小、质量合格率最高、废品率最低等都属于最佳状态。最佳状态是由数学模型确定的,有时是在限定的某几种范围内追求单项最好的指标,有时是综合性最优的指标。

6. 自适应控制系统

当工作条件或限定条件改变时,最优控制就不能获得最佳的控制效果。如果在工作条件改变的情况下,仍然能控制受控对象处于最佳状态,这样的控制系统称之为自适应系统。它要求数学模型体现出,在条件改变的情况下如何调整以达到最佳状态。

二、按控制功能分类

1. 数据采集控制系统

该系统将被控对象或过程的各种需要的参数进行巡回检测。主要功能是采集、变换、模数转换(A/D)后送微机进行分析处理、显示、记录、打印,对被控对象或过程进行监督。

这种系统不直接参与对被控对象或过程的控制,对过程不产生直接的影响,往往作为资料保存或供分析使用。数据采集控制系统原理框图如图 1-5 所示。

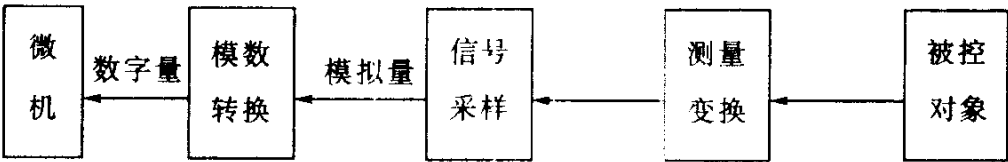


图 1-5 数据采集控制原理框图

2. 直接数字控制系统

直接数字控制(DDC)系统是用微机对多个被控参数进行巡回检测,将检测结果与设定值进行比较后进行运算,再输出到执行机构对生产过程进行控制,达到控制目的。因微机内部处理的是数字信号,而外部大部分部件处理的是模拟信号。当模拟信号送到微机时要进行模数(A/D)转换,当微机输出信号到外部时常常要进行数/模(D/A)转换。直接数字控制系统原理框图如图 1-6 所示。

DDC 控制的优点是灵活性大、集中可靠性高和价格便宜,能用数字运算形式对若干个回路,甚至数十个回路的生产过程进行比例—积分—微分(PID)控制、模糊控制等,使被控对象的状态保持在给定值上,偏差小且稳定,而且只要改变控制算法和应用程序便可实现较复杂的控制。

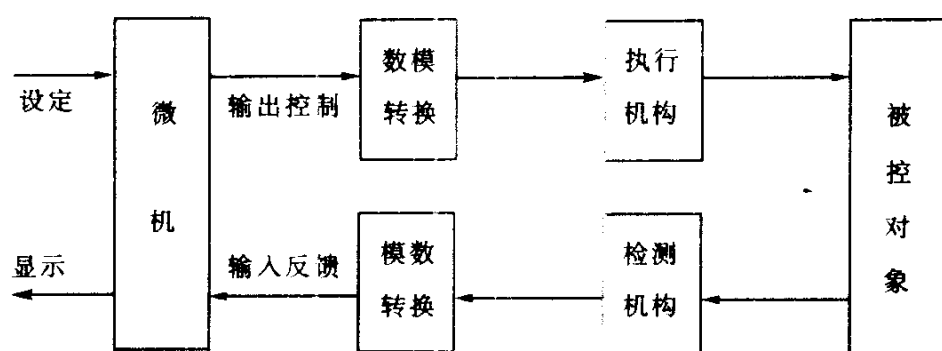


图 1-6 直接数字控制系统原理框图

DDC 控制已成为当前微型计算机控制系统中主要控制形式之一,广泛应用于机械、冶金、化工、热工等生产过程控制,以及家电中的洗衣机、空调、电冰箱、电饭锅等。

3. 监督控制系统

微型计算机监督控制系统(SCC)对测量的数据按照系统的数学模型进行运算,求得合适或最优的设定值,送给模拟控制器或 DDC 微机对过程进行控制,由 DDC 或调节仪表对生产过程各个点(运行设备)行使控制。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,是 DDC 控制系统的综合与发展。

SCC 系统的特点是能保证受控的生产过程始终处于最佳运行状态,因而获得最大效益。直接影响 SCC 效果优劣的首先是它的数学模型,为此要经常改进数学模型,并相应修改控制算法和应用控制程序。SCC 系统结构有两种:一是 SCC + 模拟控制器;另一种是 SCC + DDC 控制系统。

(1) SCC + 模拟控制器 系统原理图如图 1-7 所示。系统中微机的作用是收集检测信号及接收管理指令,再按系统的数学模型进行运算,求得合适的设定值,输出到模拟控制器。给定值在模拟控制器中与检测值进行比较,其偏差经模拟控制器计算后输出到执行机构,以达到调节生产过程的目的。这种系统适合传统工业的技术改造。

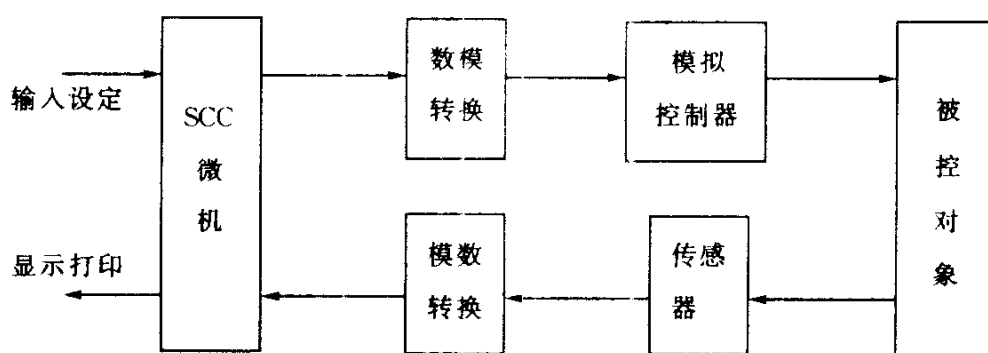


图 1-7 SCC + 模拟控制器系统原理框图

(2) SCC + DDC 控制系统 SCC + DDC 控制系统原理图如图 1-8 所示。这种系统是一个两级控制系统,一级为监督级 SCC,完成最优分析和计算任务,确定最优设定值,送给 DDC 微机。二级为 DDC 微机,将给定值与测量值进行比较,得到的偏差计算后经 D/A 转换和多路开关对各执行机构进行调节。与 SCC + 模拟控制器系统相比,其控制规律可以改变,使用灵活。

若 DDC 系统发生故障,可由 SCC 微机完成控制任务。若 SCC 微机发生故障,DDC 微机可

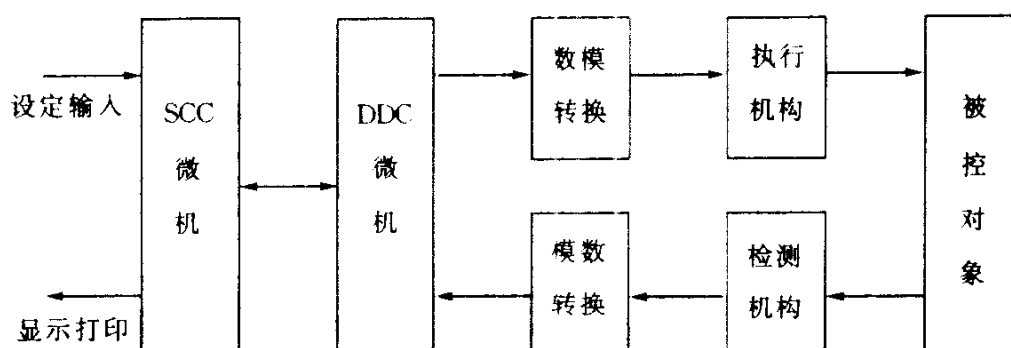


图 1-8 SCC + DDC 控制系统原理框图

独立完成操作控制,且能实现报警,系统的可靠性较高,但其数学模型复杂,实际的控制难度较大。

4. 分级控制系统

在现代生产企业中,不仅需要解决生产过程的在线控制问题,而且还要求解决生产管理问题,每日生产品种、数量的计划调度以及月季计划安排,制定长远规划、预报销售前景等。于是出现了分级控制系统。如图 1-9 所示,它具有直接数字控制(DDC)、微机监督控制(SCC)、集中控制微机和经营管理微机 4 个层次系统。

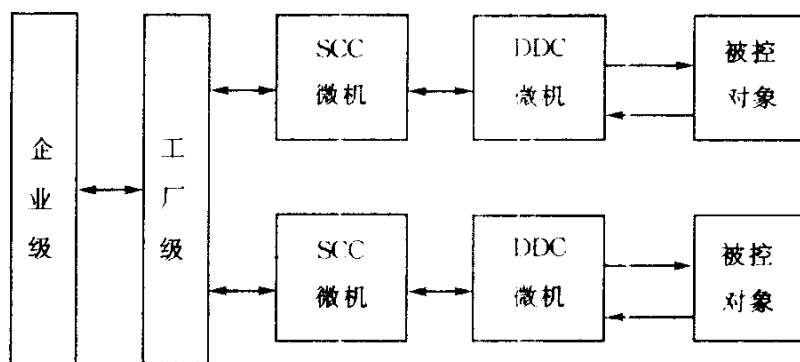


图 1-9 分级控制系统原理框图

第一级为现场级 DDC,主要用于直接控制生产过程,进行 PID 或前馈控制。第二级为监督控制级 SCC,它根据 DDC 微机给出的过程数据等信息,进行最佳控制或自适应控制或自学习控制计算,DDC 级通常用微型计算机,SCC 级一般用小型计算机或高档微型计算机。第三级是集中监控级,承担制定生产计划、人员调配、工资管理,完成上级下达的任务,上报 SCC 级和 DDC 级的情况。第四级是经营管理级,承担管理生产过程、收集信息、制订各种计划、完成总调度并向上级部门报送数据。

分级控制是系统工程大系统,它解决的不仅是局部的最优化问题,还有一个工厂、公司甚至一个区域的最优化问题,即综合自动化问题,反映了技术、经济、环境等多方面的综合性要求。

5. 集散控制系统

集散控制系统也称分布型微机控制系统(简称 DCCS),或者称为综合分散控制系统(简称

TDCS)。

集散控制系统是以最优化为目标,以微处理技术为基础,集成了控制技术、计算机技术、通信技术、屏幕显示技术,用于数据采集、过程控制、生产管理,实现地理和功能上的分散控制,通过高速数据通道将若干个独立的局部控制子系统联系起来,进行集中监控,实现复杂的控制,构成全新的控制系统。微型计算机的出现与迅速发展,为实现分散控制提供了物质和技术基础,近年来分散控制得以迅速的发展,且已成为微型计算机控制发展的重要趋势。其系统框图如图 1-10 所示。

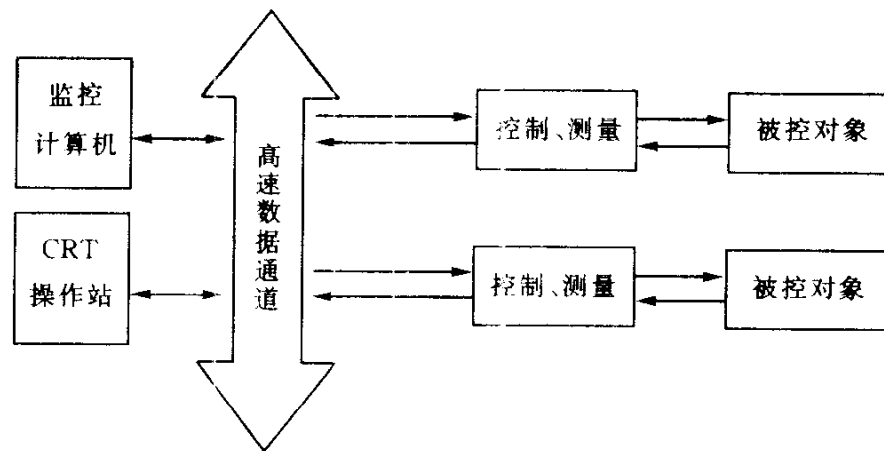


图 1-10 集散控制系统原理框图

第三节 微机控制系统的基本要求

一、对控制系统的基本要求

对于一个控制系统,要求能对被控对象实现稳定、快速和准确的控制,因而对整个系统提出了要求,主要有以下几个方面。

1. 系统稳定性要求

微机控制系统在工作时会受到外界各种因素的干扰。干扰作用于系统称为扰动作用,扰动作用将使系统输出量偏离要求值而出现偏差。一个稳定的控制系统,当被控变量偏离期望值时,它的偏差随时间的增长而渐渐减小或趋于零。如系统不稳定,当被控量一旦偏离期望值,偏差将随时间的增长而发散,无法实现控制目的。系统的稳定性是控制系统正常工作的必要条件。

2. 动态过程满足动态性能指标的要求

控制系统在给定信号的作用下应能快速达到稳态,到达稳态之前的过程,称为动态过程或过渡过程,而描述这个过程中输出响应变化特征参数,就称为动态性能指标,如动态过程时间(调节时间)、超调量、振荡次数等。一般控制系统包含惯性元件,这些元件的能量不能突变,当系统加上输入量或受到干扰时,控制过程就会发生延时,因而控制系统必须满足动态性能指标的要求。

3. 满足稳态误差的要求

实际的控制系统,由于各种因素的影响被控量的稳态值与期望值之间存在误差,称为稳态误差。系统的稳态误差必须满足一定的要求。

二、对控制系统中微机的要求

微机控制系统中的微机也称工业控制微机。它是应用于工业环境,适应工业自动化要求的计算机。它处理来自传感器等检测元件的输入信号,并把处理结果输出到执行机构,控制生产过程,同时对生产进行监视管理。它是现代工业实现综合自动化不可缺少的技术工具,是工业自动化仪表体系中不可缺少的重要组成部分。

1. 具有完善的过程通道

工业控制微机是与基本工艺过程和机械设备相匹配的控制系统有机组成部分,为实现对生产过程的控制,要将控制对象的各种测量数据(如检测元件采集的参数)按要求的方式输入计算机,经计算机运算、处理后的结果以数字量输出,再将数字量变换为适合对生产过程进行控制的量,所以工业控制微机必须设置信息传递和变换的连接通道(也称为输入与输出通道),包括模拟量输入、模拟量输出、数字量输入和数字量输出等通道,这是工业控制微机能否投入运行的重要条件。

2. 具有比较完善的中断系统和高速数据通道

工业控制微机应具有时间驱动和事件驱动的能力,要能对生产过程工况变化进行实时监视和控制。当过程参数出现偏差甚至故障时,能迅速响应,予以判断,及时处理。为此,需配有实时操作系统、过程中断系统等,没有这些就无法很好地执行工业控制任务。

对来自过程输入/输出通道的中断请求,分成中断优先级别,使来自生产过程的信息处理分轻重缓急。现场保存时间短的信号,优先级别就高,以便先进行处理。如炼钢过程中测量钢水温度的信号,在请求输入后,2 s之内必须将测温的热电偶信号输入,并转换成数字量送入计算机。这样急于处理的信号走高速通道,并把中断级别定高,使之在2 s之内能将信号输入计算机。又如由光谱仪测量钢的成分,每种成分的数据在送入计算机时,请求计算机接受,限定计算机必须在330 ms之内取走,不然就送下一种成分了。这要求将光谱仪送计算机数据的中断级别定高,便于优先处理,免得在规定时间内没有取到相应的数据。来自生产过程的检测信号按照要求响应时间的长短来定出优先级别,由完善的中断功能保证控制机能协调工作。

3. 具有高可靠性

微机控制系统常常是全天候的,这就要求控制计算机具有高度可靠性,不能中途停机,不能发生故障。目前的计算机都能做到几千小时不出一次故障,就是出了故障由于故障检查程序比较完善也能在几分钟之内修复。为了减少微机出故障的机会,输入与输出信号时常用一些隔离措施,如用继电器隔离、变压器隔离、光电管隔离等,目的是使微机与外界的过程控制器和检查仪表之间没有公共地线。

4. 具有完备的人机联系功能

人机对话,便于及时地对生产过程进行必要的干预。生产过程常常会发生生产设备出现问题、控制失灵等,需要人工停止计算机控制,或控制发生偏差,人工可修正控制。

5. 具有能正确反映生产规律的数学模型

数学模型只能近似反映出生产规律,其近似误差愈小,或者说近似程度愈高,就愈容易实现生产过程最佳控制,达到增加产量、提高产品质量、降低消耗、降低成本的目的。因此,实现计算机控制以后,要不断地改善、修正数学模型,提高数学模型近似程度是一项不可缺少的工作。