

高等学校轻工专业试用教材

微机控制技术

焦尚仁 主编

轻工业出版社



TP273

J67

高等学校轻工专业试用教材

微机控制技术

焦尚仁 主编

轻工业出版社

内 容 简 介

本书内容包括微机控制系统的组成、过程通道、输入/输出信号转换、各种控制规律、应用软件、总体设计以及分布式控制系统,还介绍了一些控制系统的实例。并在每章后面附有习题和思考题。

本书可供大专院校工业自动化、自动控制、电气技术及计算机应用等专业作《微机控制技术》课教材,也可供从事这方面工作的工程技术人员参考。

3500/19

高等学校轻工专业试用教材

微机控制技术

焦尚仁 主编

轻工业出版社出版

(北京广安门内大街25号)

地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米^{1/16} 印张: 21.25 插页: 1 字数: 500千字

1988年11月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 5.40元

ISBN7—5019—0387—5/TP·008

前 言

本教材系根据轻工业部组织的原轻工自动化专业教材编审委员会审定的教学大纲编写的。本教材由西北轻工业学院焦尚仁同志主编，西安交通大学李人厚同志主审。参考学时为70学时。可作为工业自动化、自动控制、电气技术和计算机应用等专业的教材，也可供从事微机应用和工业自动化方面的工程技术人员参考。

本教材对微机控制系统的硬、软件基础知识和应用技术进行了较为详尽的阐述。全书除绪论外共分八章。绪论对微机控制系统的特点、分类和发展进行了综述。第一章扼要地介绍微机系统的硬件和软件，加强了操作系统和监控程序的内容。第二章介绍微机控制系统的过程通道和输入、输出信号的转换。第三章直接数字控制系统、介绍PID控制及串级、前馈及大滞后补偿等控制规律。第四章介绍数字控制器的直接设计。第五章介绍现代控制理论在微机中的应用。第六章介绍微机控制系统常用程序。第七章介绍微机控制系统的总体设计以及部分实例。第八章介绍了分布式计算机控制系统。

教材的编写由无锡轻工业学院谢志刚分工编写第一章的硬件部分以及第二、七、八章，西北轻工业学院焦尚仁编写其余各章并统编了全书。夏德铃同志及教材编委会对本教材出版给予了很大的支持和关心。在编写过程中我们还得到西北轻院王孟效、孙怀禄，无锡轻院孙燕唐、张作民等同志的帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平所限，时间紧迫，教材中难免存在缺点和错误，恳请读者批评指正。

编 者

1986.11.

目 录

绪 论

第一节 计算机控制系统的组成及其发展	1
第二节 微型计算机控制系统的组成及特点	3
一、微型计算机控制系统的组成	3
二、微型计算机控制系统的特点	5
第三节 微型计算机控制系统的分类	7

一、巡回检测数据处理系统	7
二、操作指导控制系统 (OGC)	7
三、直接数字控制系统 (DDC)	8
四、监督控制系统 (SCC)	9
五、分布式计算机控制系统	9

第一章 微型计算机硬软件基本知识

第一节 微机硬件的基本组成	12
一、微机的基本组成框图	12
二、微处理器	13
三、存储器芯片	18
四、接口芯片	20

第二节 微机指令系统	26
一、微机的寻址方式	26
二、Z-80 指令系统	27

第三节 微型计算机的软件	32
一、系统软件	32
二、应用软件	36

第四节 微机操作系统	37
一、微机操作系统的概况	37
二、操作系统的功能及结构	37
三、作业管理	40
四、进程管理	41
五、存贮管理	42
六、设备管理	43
七、文件系统	44

八、实时中断和实时时钟管理	46
九、微机操作系统举例	47
第五节 微机监控程序	50
一、TPBUG 的组成	50
二、TPBUG 的总流程图	51
三、初始化程序	52
四、显示程序 (DISUP)	53
五、键盘分析及执行程序 (DECKY)	54
第二章 过程通道和数据采集	58
第一节 概述	58
第二节 输入信号的采集和处理	59
一、数据采集和采样定理	59
二、对输入信号的变换和处理	61
三、数字滤波	64
第三节 过程通道	71
一、模拟量输入通道	71
二、模拟开关与采样保持器	71
三、数/模和模/数转换器	75
四、模拟量输出通道	80
五、开关量输入/输出通道	84
六、过程通道的抗干扰措施	85
七、几个典型芯片	86
第三章 直接数字控制系统 (DDC 系统)	89
第一节 直接数字控制系统的概念及组成	89
一、直接数字控制系统的基本概念	89
二、DDC 系统的组成及特点	90
第二节 DDC 系统的基本调节规律及其算法	92
一、PID 调节原理简介	93
二、PID 调节器数字化的算法	98
三、改进的 PID 算法	102
第三节 PID 算法的参数整定	110
一、调节器参数整定对系统特性的影响	111
二、按扩充临界比例度法整定 T 、 K_p 、 T_i 和 T_d	111
三、按扩充响应曲线法整定 T 、 K_p 、 T_i 和 T_d	113
第四节 其他控制规律及其算法	114
一、纯滞后补偿	114
二、串级控制	117
三、前馈控制	120
第五节 位置 DDC 的控制及其算法	124

一、位置 DDC 控制的基本要求及控制方案	124
二、位置 DDC 系统的硬件结构	125
三、位置 DDC 的算法	126
四、位置 DDC 系统的程序框图	127
五、位置 DDC 减速过程算法的改进	128
第六节 采样频率的选择	132
一、关于信号复现的问题	132
二、采样频率对系统动态特性及扰动的影响	132
三、采样频率对控制输出的影响	133
四、计算机的工作量问题	133
五、计算机的精度问题	136
第四章 用采样控制理论直接设计数字控制器	136
第一节 设计数字控制器的基本概念	136
第二节 具有最快响应的数字控制系统的设计	138
一、设计最少拍系统的约束条件	138
二、设计最少拍系统的方法	139
三、典型输入下的最少拍系统	140
四、最少拍系统对输入函数的适应性	143
五、设计举例	144
六、最少拍系统中确定 $\Phi(z)$ 的一般方法	147
第三节 最快响应的无纹波数字控制系统的设计	151
第四节 小结	156
第五节 对象具有纯滞后的数字控制器的设计——大林算法	157
一、大林算法	157
二、振铃现象的消除	159
第六节 用计算机实现数字控制器的算法	162
一、直接程序设计法	162
二、串行程序设计法	163
三、并行程序设计法	164
第五章 常用近代控制方法	166
第一节 多变量解耦控制	166
一、解耦条件	167
二、对角线矩阵综合法	169
三、单位矩阵综合法	170
第二节 状态空间表示法	171
一、线性时不变连续系统的状态空间表达式	172
二、线性时不变离散系统的状态方程	173
三、离散系统的特征方程	174
四、计算机控制系统的状态空间表达式	174

第三节	用状态变量反馈实现极点配置	176
第四节	离散系统的最优控制	179
一、	多变量系统的最小调整时间控制	179
二、	离散二次型性能指标的最优控制	184
第五节	自校正调节器及最小方差控制	190
一、	递推最小二乘法 RLS 参数估计	190
二、	自校正调节器的组成	195
三、	最小方差控制	196
四、	最小方差自校正调节器	199
五、	自校正调节器的应用	202
第六章	微机控制系统常用应用程序的设计	206
第一节	应用程序的一般设计方法	207
一、	模块程序设计	207
二、	自顶向下的程序设计	208
第二节	公共服务程序	208
一、	代码转换程序	209
二、	定时程序	215
三、	实时时钟和日历	217
第三节	过程分析及监测程序	219
一、	巡回检测程序	219
二、	数字滤波程序	221
三、	上、下限报警程序	227
四、	标度变换程序	230
五、	非线性参数的标度变换	233
第四节	过程控制程序	235
一、	产生周期性方波的程序	235
二、	产生阶梯形变化电压的程序	236
三、	增量式 PID 运算程序	237
第七章	微机控制系统的设计和举例	243
第一节	设计微机控制系统的基本原则	243
一、	满足工艺要求	243
二、	可靠性	243
三、	使用和维护方便	244
四、	通用性和可扩充性	244
五、	经济、合理性	244
第二节	微机控制系统的设计方法和步骤	245
一、	熟悉工艺建立对象的数字模型	245
二、	确定控制方案	246
三、	系统硬件配置	247

四、软件设计	248
五、系统调试	249
第三节 玻璃窑炉的料道恒温控制系统	250
一、工艺分析及控制要求	250
二、方案选择	250
三、系统的工作原理	251
四、系统配置	253
五、系统抗干扰措施	261
六、控制效果及所达到的技术经济指标	262
第四节 微机在造纸机可控硅直流调速系统中的应用	262
一、开环脉冲调速系统	263
二、造纸机可控硅直流调速系统	263
三、造纸机总车速的微机控制	265
四、微机控制的造纸机双闭环调速系统	267
五、纸机直流调速系统的讨论	276
第五节 发酵过程微机控制	277
一、饲料发酵过程工艺分析	277
二、系统组成	277
三、软件结构	279
四、系统的发展	283
第八章 分布式计算机控制系统	284
第一节 概述	284
一、分布式计算机控制系统发展概况	284
二、分布式计算机控制系统的特征	285
第二节 分布式计算机控制系统的结构	285
一、星形结构的计算机系统	285
二、共享总线式计算机系统	286
三、环形总线式计算机系统	291
四、分级分布式计算机系统	294
第三节 计算机网的通信协议	297
一、计算机通信协议的概念和参考模型	297
二、物理层协议	298
三、数据链路层协议	299
第四节 分布式计算机控制系统的接口总线	301
一、IEEE-488 总线	302
二、CAMAC 接口	304
三、S-100 总线	306
四、串行接口	308
第五节 分布式计算机控制系统应用举例	310

一、分布式微机监测系统.....	311
二、小型分布式微机控制系统.....	316
附录 A 差分方程.....	320
B 数字系统的 Z 变换	322
C Z -80和8080/8085基本指令对照表	327
参考文献.....	329

绪 论

第一节 计算机控制系统的组成及其发展

电子数字计算机的发明是本世纪科学技术最突出成就之一。计算机有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,可靠性提高,价格降低,在数据处理和工业控制方面也得到越来越广泛地应用。计算机在工业控制方面的应用虽然起步较晚,但目前在国外已相当普及。计算机控制最早应用于石油、化工、冶金、电力等工业部门,在轻工业方面,开始用于数控、程控和群控方面,后来又发展到造纸、制糖、食品、玻璃等连续化的生产过程的计算机控制。特别是当微型计算机问世以来,用微机组成的控制系统应用更加广泛。现在微型机或微处理器已深入到人们的生活领域,深入到各种家用电器,如带电脑的洗衣机、录音机、炊事机械等。由于用电子计算机来控制工业生产,使得生产能力、效率和产品质量都得到较大的提高。

用计算机来控制生产过程与工业生产的自动化水平有密切关系。原始生产过程是由人来进行控制的,即通过人的视觉、听觉、触觉进行检测,经过人的分析、判断,作出决策,再通过手进行控制。在这里,人起着检测仪表、调节器和执行器三者的作用。随着生产的发展,在生产过程中装上检测仪表和控制器,人只起执行器的作用。这样,一个人就可以控制几个被控制量。但是,当生产变得越来越复杂,人受到体力、准确性和持久性的限制,不可能控制太多的参数,也不能胜任过于频繁和快速的操作,因而无法保证产品的质量。到19世纪30年代出现了以单机自动化为主的单参数调节系统。该系统包括检测仪表、调节器和执行器三部分。从而将人从繁重的操作中解放出来,使控制过程达到一致性、合理性,排除人为因素的影响。随着生产规模的不断扩大和生产水平的上升,到20世纪40~50年代,国外(主要是美国和苏联)出现了用气动、电动、液动(三动)制成的基地式仪表(或称组合式仪表),这时上述的单参数调节系统即让位于这类组合式仪表。因为组合式仪表无论从可靠性、互换性、调节品质、手动-自动切换等性能都较前者大为提高。直至现在,许多工业生产部门仍沿用这些仪表。但是,上述的仪表控制系统都存在共同的缺点,即一个控制器最多只能控制一、二个工艺参数,在两个控制器之间一般地不能进行信息交换。因此对于复杂的生产过程,需要对多个参数进行综合控制时就无能为力了。对于复杂控制规律,如根据数学模型进行控制,最优控制,自适应控制等更是仪表系统所无法完成的。这些只有借助计算机才能实现。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,这只要改变一套计算程序即可。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,以微型机和中

小型机相配合,实现对生产过程的分散综合控制。可以用多台廉价的单板机组成子系统,每台机进行一个到几个回路的分散控制,再由上级机(一般为高档微机或中、小型机)进行综合控制、协调关系。采用这种分布式计算机系统可以实现对整个企业、工厂的生产管理,从而把工业自动化水平推向新的高度。

另一方面,计算机控制的发展与计算机本身的发展是分不开的。从1946年美国推出第一台 *ENICA* 计算机开始,经历了第一代电子管计算机,第二代晶体管计算机,第三代小规模集成电路计算机,第四代大规模集成电路计算机(微型计算机)等几个阶段,现在又在研制第五代具有更高智能的计算机。早期的计算机体积庞大,价格昂贵,可靠性差,不适用于生产过程的实时控制。随着计算机的发展,其性能/价格比不断提高。特别是大规模集成电路和微型计算机的出现,使计算机在自动控制方面的应用得以迅速推广。近些年来,又在模式识别、语音识别及处理、汉字输入/输出等领域取得突出成果,将使计算机特别是微型机在企业管理和过程自动化方面的应用更为普及。目前许多国家,包括我国在内已开始研制第五代具有智能的计算机,即能模仿人类大脑神经系统,具有“联想”和“学习”功能的计算机。许多国家特别是日本正在大力开展智能机器人的研究。可以想象,将来这些成果应用于自动控制领域时,会起到多大的作用。还需要突出的是计算机控制的发展在很大程度上取决于软件系统的开发和应用。计算机的软件系统为自动控制理论的应用和发展提供非常灵活而方便的条件,这是一般以硬件为基础的仪表系统所无法比拟的。

计算机控制系统的发展也促进了控制理论的发展。如采样控制理论就是在计算控制的基础上产生的。系统辨识、最优控制、自适应控制等理论的研究最终也只能借助计算机控制系统来实现。当然自动控制理论特别是现代控制理论本身的发展又反过来推动了计算机控制系统的应用和发展,促进工业生产自动化水平的不断提高。为计算机控制提供更新的理论基础。

计算机控制系统的发展过程从国外(主要是美国)来看大体上经历了三个阶段,1965年以前是试验阶段,1965~1969年为实用和普及阶段,从1970年开始才大量应用和推广并进入分级控制阶段。例如1952年首先在化工生产上用计算机进行自动测量和数据处理。1954年开始用计算机组成开环控制系统。1957年在石油工业实现了蒸馏过程的计算机闭环调节。1958试验成功直接数字控制并用于电站和炼油厂,实现了计算机的在线控制。1960年又在合成氨和丙烯腈生产过程中实现了计算机监督控制。直到1966年以后才开始侧重于过程最优控制,并开始向分布计算机控制的方向发展。从上面三个发展阶段来看,其所以较长时间停留于试验阶段,原因是由于早期的计算机主要应用于巡回检测 and 数据处理,在控制算法上大多是模拟常规仪表的调节规律(如 *PID* 调节),因此调节效果不易获得明显的改善。加之早期计算机价格昂贵,推广使用的人往往用增加控制回路数来降低每个控制回路的造价来与仪表系统相竞争,结果使系统过于庞大,可靠性下降,投运周期长,以致对生产造成影响,因而得不到用户的支持。这种矛盾随着计算机的发展,性能/价格比的提高,特别是微型机的出现,其价格低廉,可靠性高,结构灵活,可以组成小规模的控制系統,适于采用分散综合控制。才使得计算机在工业上的应用得到迅速推广。

在国内,计算机控制起步较晚,约自1965年开始,国家在兰州化肥厂、北京京津唐电力系统、上海南市发电厂等处开展计算机应用试点。随着试点工作的进行,其它许多单位也开始了这方面的研究工作。以兰州化肥厂合成氨车间为例,已实现以工业控制机对工艺

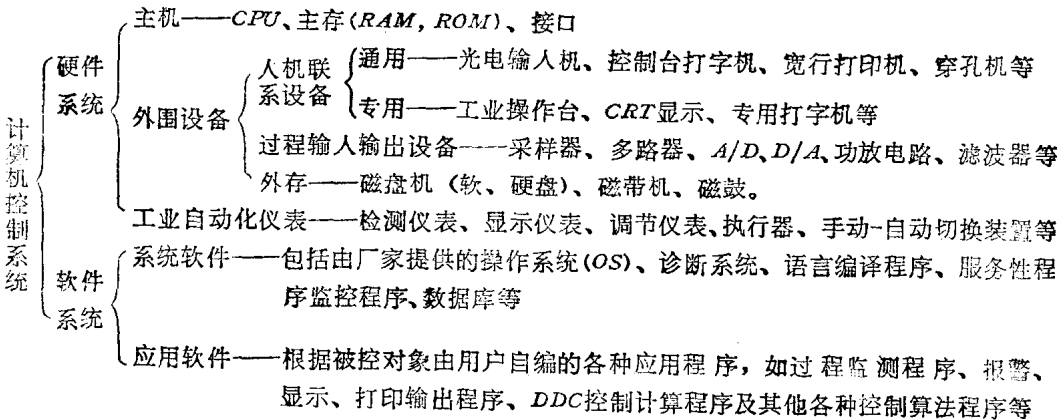
参数进行巡回检测 and 数据处理，同时进行了直接数字控制。该系统具有制表、显示、报警功能，并能对部分参数实现最优控制，采用直接搜索法求取数学模型。机器在70年时可连续运行2800小时。

在轻工业方面的例子也很多，北京面粉厂对辊机实行计算机控制，使出粉率、面粉白度、小麦利用率都有提高。上海国棉二十八厂实现了织布机的分级计算机监测，提高工效，减轻了劳动强度。上海无线电三十厂对注塑机以及上海羊毛衫厂对针织横机都实现了群控。以上都是在轻工业方面的计算机控制卓有成效的例子。近些年来又在玻璃工业和造纸工业方面成功的使用了计算机控制。如难度较大的纸张的定量、水分控制，从引进国外先进技术，结合我国实际都已研制成功并投入了生产。引进国外技术的如福建青州造纸厂、上海江南造纸厂等。我国自行研制的如浙江嘉兴造纸厂、广州造纸厂等都已试验成功并投入生产。

第二节 微型计算机控制系统的组成及特点

一、微型计算机控制系统的组成

计算机控制系统顾名思义是一个由计算机为核心来控制生产过程的自动控制系统。微型计算机控制系统是由微处理器、存储器、I/O接口配以适当的输入/输出通道以及生产过程组成的自动控制系统。微机控制系统结构灵活，可由微型计算机装置、单板机、单片机或微处理器为核心组成不同规模的控制系统。但是从它的组成来看，都可分为两大部分，一部分为计算机及其输入/输出通道，另一部分为工业生产设备（包括被控对象及自动化仪表）。有关工业生产设备不属本书范围，这里不作介绍。生产过程的被控参数包括热工参数（温度、流量、压力、液位等）、位移参数、转速（或速度）参数以及开关量、数字量及脉冲信号等。这些参数通过输入通道送入计算机。计算机则根据一定的控制策略进行运算，求出控制量，再通过输出通道送至被控对象，从而实现有关参数的调节和控制。而计算机要完成以上操作必须通过软件系统才能付诸实现。因此一个计算机控制系统是由硬件和软件两部分组成。如下表所示。



上表为通用计算机控制系统的组成，对于微机控制系统，一般不采用光电输入机及穿孔机输出，而用软（硬）磁盘机或磁带机输入/输出。小型微机系统可用音频盒式磁带机输入/输出，非常方便。主存贮器包括 RAM、ROM 及 EPROM。一些常用程序可以固化在

ROM (EPROM) 中,使用起来非常方便。现将微机控制系统的组成加以说明。

1. 微型计算机的硬件系统

(1) 主机 是控制系统的核心部件,包括 CPU、存储器(RAM, ROM, EPROM)、完善的接口通道及总线。以及方便的指令系统等。

(2) 外围设备 包括以下几部分:

• 人机联系设备——是操作人员与计算机进行对话的联系设备。又分通用和专用设备。通用设备是为微机系统本身配置的,如 CRT 显示终端、软、硬磁盘、磁带机、宽行(窄行)打印机、汉字输入/输出设备及绘图仪等。专用设备是针对被控对象而设置的,如工艺操作台,通过它可以系统发出显示、打印的命令,可以修改参数和设定值。可以进行紧急情况下的自动-手动切换等。其他还有专用屏幕显示设备,可以用 CRT 显示也可用大屏幕显示生产现场的有关数据、曲线等。有时还配备专用打字机输出有关的生产数据。

• 过程输入/输出设备——它是计算机与工业自动化仪表之间的通道。包括采样器、多路分配器、A/D 和 D/A 转换器以及功放电路、滤波器等。这部分内容将在第二章介绍。

• 外存储器——对微型机而言,有磁盘机和磁带机等。

外围设备近些年来发展很快,在光缆输入、图形输入/输出、语言识别及输出以及汉字输入/输出等方面都有较快的发展。

(3) 工业自动化仪表 它是被控对象与过程通道发生联系的工具。有检测仪表(包括传感器和变送器)、显示仪表(包括模拟显示、数字显示仪表)、调节仪表或控制器、执行器以及手动-自动切换装置。该装置在计算机故障时或调试新程序时可由操作人员从自动转到手动,以保证生产的安全。

计算机硬件部分的框图如图 1 所示。

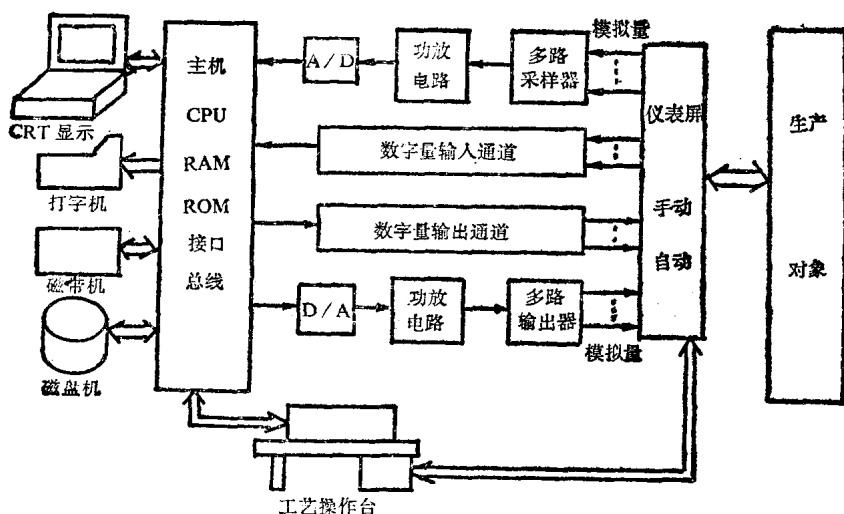


图 1 微型计算机控制系统硬件框图

2. 微型计算机的软件系统

软件系统是指计算机提供的指令系统、程序设计语言、操作系统 OS 及其控制下的各种程序系统以及针对被控对象所编制的各种应用程序的总称。又可分为系统软件和应用软件两大类。

(1) 系统软件 是指由制造厂家提供, 为扩大计算机的功能, 让用户使用方便、对主机和外部设备进行统一管理和控制的各种程序系统。其中主要的为操作系统 OS、诊断程序、语言编译程序或解释程序、服务程序、数据库以及监控、调试程序等。

(2) 应用软件 指的是有关为求解工艺对象的数学模型、描述控制规律的算式以及为实现控制动作的全部职能所编制的程序。内容大致包括过程监测程序、报警、显示、打印程序和各種控制规律的算法程序等。应用程序只能根据特定的工艺对象来设计, 厂家无法统一提供。必须由用户自行编制。从发展眼光看, 应用程序的重要性将越来越突出。因此开发应用程序将是发展计算机控制的一个重要方面。

二、微型计算机控制系统的特点

由上述计算机控制系统的组成可知, 计算机控制系统是一个较为复杂的系统, 它涉及面很广。不但需要有一整套完善的硬、软件系统, 还需要针对被控对象建立符合实际的数学模型, 根据所要达到的质量指标确定采用何种控制规律, 编出相应的运行程序。此外还需要考虑生产现场的条件、工人操作的方便性以及故障的处理等。所以一般的计算机控制系统应具有以下特点。而作为特例的微型计算机控制系统与一般计算机控制系统相比, 有其共性, 又有其特殊性。下面针对一般计算机控制系统的要求来讨论微机控制系统的特点。

1. 高可靠性和可利用率

可靠性 (*reliability*) 是指系统能够正常工作的能力。国际上通用的衡量可靠性的指标为“平均故障间隔时间” (*MTBF*)。由于计算机控制的生产过程大多为连续生产过程或批量生产过程, 可靠性要求很高。一般规定平均故障间隔时间不得小于数千小时。微机控制系统的核心部件微处理器和内存贮器由于采用了超大规模集成电路的工艺可靠性较高, 制造厂家还提供了各种系列化的 RAM、ROM 和外围接口电路, 以及 A/D 和 D/A 等芯片。使整个系统的可靠性大大提高。

可利用率 (*availability ratio*) 是用来衡量系统处于可用状态的程度。一般用运转率表示。其算式如下:

$$\text{运转率} = \frac{\text{平均故障间隔时间}}{\text{平均故障间隔时间} + \text{平均机器失效时间}}$$

平均机器失效时间包括诊断时间、修理时间以及定期的离线检修时间。机器失效是指 CPU 发生故障, 或 1/3 ~ 1/4 的 I/O 点失效而言, CPU 一次奇偶校验错不能认为是机器失效。计算机控制系统的运转率要求达到 99.95% 以上。即年平均停机时间为 4 小时。从运转率的算式可看出, 可靠性越高, 平均机器失效时间越短则运转率越高。所以关键在于提高可靠性, 而要缩短机器失效 (故障) 时间, 则应加强维护工作。

提高可靠性的方法除了在元件、工艺、设计、安装等方面采取措施外, 还可以采用双机系统。即两套计算机并行运行, 共享外存和部分 I/O 设备。当一套计算机故障时, 立即自动切换至另一套。以保证生产的正常运行。采用双机系统成本高, 但对于微机系统, 由于它价格低, 采用双机系统耗资不大, 易于实现。

2. 可维护性

为提高系统的利用率 (运转率), 除了应提高可靠性外, 还应尽可能缩短机器故障的

时间。关键在于有效的维护工作。设计系统时应考虑到维护工作的方便和快速等方面。所以机器的硬件结构应该采用插件式,修理时只需更换一块备用插板而不致影响生产的正常运行。微机控制系统大都采用插件式和标准芯片组成系统,所以维修方便。由于它价格低,即使更换一台主机(即低档微机或单板机等)也是容易做到的。此外计算机的程序系统中应配备诊断程序,以便及时发现故障和判断故障的部位。诊断程序应在管理程序控制下,利用计算机空闲时间执行,以便在不间断系统运行的情况下随时判断是否有故障及其部位,以便工作人员及时进行维护。

3. 环境的适应性

由于多数工业对象处于强电、高压或强磁场的环境下,不可避免的在计算机输入通道中引入各种干扰,这和一般通用计算机处于良好的机房环境中不同,因此计算机控制系统要加强抗干扰措施,除了采用滤波器和屏蔽等技术外,还常常采用数字滤波等。另一方面计算机应能适应各种工业环境如尘埃、高温、高湿等环境的要求,如果遇到有腐蚀性气体的环境,那更需采取各种有效的防护性措施,以延长机器的寿命。小型机对环境的要求较高,一般要有单独的机房和空调环境。而微型机对于环境的要求不高,一般情况下可以不用空调或单独的机房。由于微机体积小,屏蔽和隔离都比较容易,不需要庞大的供电系统,可直接与生产机械连成一体。因此它环境适应性强,远非一般计算机控制系统可比拟。这也是微机在工业上便于推广的原因之一。此外,配套的外部设备对环境的要求较高,如微型宽行打印机等,在设计时也应加以注意。

4. 控制的实时性

所谓实时,即“即时”或“适合时机”的意思。对生产过程的控制大多为实时控制,具有实时性要求。如检测生产过程的各种参数时,对输入数据要进行实时处理,其他如修改工艺参数、设定值也要求实时处理。特别是紧急事故处理,其实时性要求更高。因此要求系统的响应速度要快。一般的低档微机,字长8位(或8位以下),钟频2MHz,处理速度不高,但用于一般的热工、化工类的生产过程的自动控制是完全可以的。对于一些快速反应的生产过程则应采用字长16位以上,钟频较高的微处理机,或仍用8位微机,但采用减少控制回路数的办法来解决。

为满足实时性的要求,工业控制机必需须配有实时时钟,并要求有完善的中断系统。能根据生产过程的重要性和急迫性确定不同的中断优先级。有关这部分内容在后面还要介绍。

5. 应有完善的过程通道设备及I/O指令

计算机控制系统不但需配置足够的通用外部设备,还需配置完善的过程输入/输出通道。同时计算机应具有完善的输入/输出指令和逻辑判断指令。现有的微处理机一般都具有较丰富的中断及I/O指令以满足控制和数据处理的要求。

6. 具有手动-自动切换装置

在计算机失灵或调试新开发程序时都将引起生产波动,如果不及时切换至备用仪表装置或手动装置,将对生产造成损失。故计算机控制系统都必须设置此类切换装置。同时要求做到无扰动切换。能平稳的从自动切换至手动,或其逆过程。

7. 有正确反映生产过程的数学模型

为了改进产品质量,必须摸清生产过程的控制规律。这就需要掌握生产过程的数学模

型，找出生产过程的最优工况，实现最优控制，或自适应控制。在此数学模型是个关键问题。现在有些生产过程的数学模型还不能完全被掌握，而且模型参数也随工况变化，采用PID调节虽然可以不考虑模型问题，但其控制效果不太理想，因此数学模型的辨识是计算机控制系统需要解决的重要问题之一。

8. 有比较完善的软件系统

要求有较完善的实时操作系统和诊断程序以及监控程序。对于微机控制系统，一般规模较小，例如单板机只配备监控程序。对一般的生产过程的控制已够用。若采用微机系统则应配有实时操作系统。对于分布式计算机控制系统，软件的要求则更高一些，除操作系统外还应有通讯软件。如果机器兼作管理，还应配备各种语言加工程序和数据库等大型软件。

第三节 微型计算机控制系统的分类

微型计算机控制系统与生产过程有紧切的关系，应根据生产过程的复杂程度采用不同的控制系统。例如，对于一些简单的生产过程，可以用单板机进行控制的就不必要采用复杂的控制系统。现在根据计算机参与控制的方式、控制目的来介绍几种不同类型的计算机控制系统。

一、巡回检测数据处理系统

它是计算机控制系统中发展最早的类型。其他各种类型的系统都是在它的基础上发展而成的。此系统属开环控制系统。参看图2。

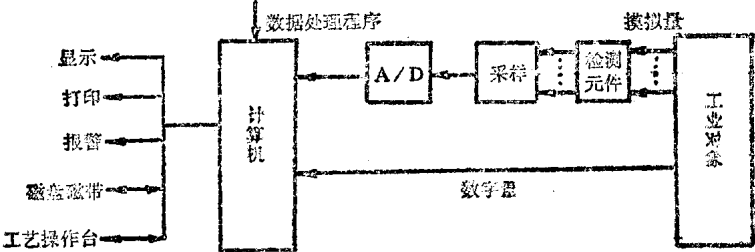


图2 计算机巡回检测系统

计算机将生产现场检测仪表送来的模拟信号，按一定的次序巡回地经过采样、A/D转换变为数字信号送入计算机。计算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作用。也可用来记录生产过程参数变化的历史资料，供建立或改善生产过程的数学模型之用。此外，在采用直接数字控制系统或其它类型的控制系统之前，往往先进行一段时间的巡回检测，以积累系统的有关信息和资料。

二、操作指导控制系统(OGC-Operator Guide Control)

操作指导控制也是在巡检的基础上发展而成的，它属于在线检测、离线控制的系统。其中计算机不直接用于控制而只起参谋作用。系统的功能如下：计算机每隔一定时间间隔(根