

高等学校教材

计算机控制 原理及其应用

江秀汉 周建辉 汤楠 / 西安电子科技大学出版社



高等学校教材

计算机控制原理及其应用

江秀汉 周建辉 汤楠

西安电子科技大学出版社

1999

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书全面而系统地论述了计算机控制原理及其在工业过程中的应用。全书共 10 章,分别讨论了计算机控制的基本知识、过程通道与人机接口、数据采集与处理系统、程序控制与数据控制、控制规律的离散化设计方法、数字 PID、控制规律的模拟化设计方法、复杂控制规律的设计、集散控制系统和计算机控制系统的设计等内容。其特点是系统性、理论性和实用性较强。

本书可作为大专院校工业自动化及相关专业的教材,也可供有关工程技术人员和科研开发者参考。

高等学校教材

计算机控制原理及其应用

江秀汉 周建辉 汤 楠

责任编辑 谭玉瓦

西安电子科技大学出版社出版发行

西安辞源印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张: 30.75 字数 736 千字

1995 年 8 月第 1 版 1999 年 5 月第 3 次印刷 印数: 4 101 - 8 100

ISBN 7 - 5606 - 0393 - 9/TP · 0153(课)

定价: 25.00 元

前 言

本书是作者在总结多年教学和科研实践的基础上，吸收国内外先进的理论、方法和技术，经过多次试用和反复修改而写成的。

在内容组织上既注重全面性和实用性，又强调系统性与新颖性。全书由浅入深全面而系统地介绍了计算机控制的基本知识，硬件和软件，控制算法的设计以及计算机控制系统的设计与实现等内容。每章中都有大量的例题和综合应用实例，其中大多数给出了实用电路与程序清单以便于应用或模仿。本书还介绍了工业控制计算机、可编程控制器和集散控制系统等方面的最新技术及应用。

本书第一、三、五、七、八、十章由江秀汉编写，第二、四、六章，附录及全书习题由周建辉编写，第九章由汤楠编写，全书由江秀汉修改定稿。

由于作者水平有限，缺点与错误在所难免，恳切希望广大读者批评指正。

编者

1994年11月

目 录

前言

第一章 绪论

§ 1-1 计算机控制系统的一般组成

和结构 2

一、什么叫计算机控制系统 2

二、计算机控制系统的基本特点 2

三、计算机控制系统的控制过程 3

四、计算机控制系统的一般组成 3

五、计算机控制系统的一般结构 3

六、控制用计算机的特点 4

§ 1-2 计算机控制系统分类 5

一、按功能分类 5

二、按控制规律分类 11

§ 1-3 计算机控制系统的优越性 12

§ 1-4 计算机控制系统的发展概况 13

一、计算机控制系统的发展历史 13

二、计算机控制系统的发展趋势 13

§ 1-5 采样、量化与重构 14

一、采样 14

二、量化 16

三、重构 18

四、采样周期的选择方法 21

本章小结 22

思考题及习题一 22

第二章 过程通道与人机接口

§ 2-1 过程通道的分类 24

§ 2-2 模拟量输入通道 25

一、输入信号的处理 25

二、多路开关 26

三、放大器 31

四、采样保持器 33

五、模/数 (A/D) 转换器及其应用 35

§ 2-3 模拟量输出通道 42

一、多路模拟量输出通道的结构形式 42

二、D/A 输出方式 44

三、失电保护和手动/自动无扰动

切换 44

四、D/A 转换器的主要技术指标 45

五、典型应用例子 45

§ 2-4 数字量输入/输出通道 47

一、数字量输入通道 48

二、数字量输出通道 48

三、程序设计 49

§ 2-5 人机接口 49

一、键盘接口 50

二、显示器接口 51

三、打印机接口 52

§ 2-6 I/O 模板及工业控制计算机 57

一、STD 总线工业控制机 I/O 模板 57

二、台湾研华 IPC 工控机 59

本章小结 65

思考题及习题二 65

第三章 数据采集与处理系统

§ 3-1 微型计算机数据采集系统 68

一、基本的数据采集系统 68

二、高速微机数据采集系统 71

三、数据采集系统的发展 76

§ 3-2 数字滤波 76

一、程序判断滤波 77

二、算术平均滤波 79

三、加权平均滤波 80

四、中值滤波 81

五、惯性滤波 82

六、复合滤波 84

七、高通滤波 86

八、带通滤波 86

九、数字滤波小结 87

§ 3-3 线性化处理 87

一、计算机法 87

二、查表法与插值逼近 89

三、折线近似 90

§ 3-4 误差修正 91

一、传感器温度误差的修正 91

二、零点漂移的修正 92

§ 3-5 标度变换 92

一、线性参数的标度变换 92

二、非线性参数的标度变换 93

§ 3-6 越限报警处理	94	二、消除波纹的附加条件	200
§ 3-7 数据采集与处理系统实例	97	§ 5-3 最少拍设计的必进	201
一、二级分布式自动数据采集系统	97	一、增模程序法	201
二、钢水连续定氧微型机数据处理 系统	100	二、惯性因子法	202
本章小结	115	三、最小均方误差设计	203
思考题及习题三	115	四、非最少的有限拍控制	205
第四章 程序控制与数值控制		§ 5-4 W 变换法设计	206
§ 4-1 微型计算机顺序控制器	118	一、W 变换	206
一、一个顺序控制器程序的编制	118	二、W 变换法设计步骤	207
二、顺序控制器	121	三、设计举例	208
§ 4-2 开环数值控制	130	§ 5-5 根轨迹法设计	210
一、数值控制的基本原理	130	§ 5-6 数字调节器的计算机实现	212
二、逐点比较法插补原理	131	一、直接程序法——非正则形成	212
§ 4-3 步进电机的控制	146	二、直接程序法——正则形式 I	213
一、步进电机的工作原理	147	三、直接程序法——正则形式 II	215
二、步进电机控制系统原理	148	四、串行程序法	215
三、步进电机控制程序的设计	151	五、并行程序法	216
四、步进电机变速控制程序	155	六、小结和举例	217
§ 4-4 可编程序控制器	157	§ 5-7 计算机控制示教型机械手	224
一、可编程序控制器概述	157	一、示教型机型手的工作原理	224
二、PC 控制系统设计方法	159	二、机械手连续部分 (广义对象) 的 Z 传递函数 $G(z)$	226
三、PC 选型指南	163	三、机械手闭环数字调节器 $D(z)$ 的设计	226
四、PC 的编程语言和编程工具	167	四、示教型机械手的计算机实现	227
五、SYSMAC—P5R 30E 的指令系统 及其应用	170	本章小结	230
§ 4-5 PC 应用实例——自动售货机 的控制	176	思考题及习题五	230
一、控制要求	176	第六章 控制规律的模拟代设计方法	
二、流程图	177	(I) ——PID 调节器的数字化	
三、I/O 分配	178	§ 6-1 概述	235
四、画出梯形图并写出程序	178	一、什么叫模拟化设计方法	235
本章小结	183	二、模拟化设计方法分类	235
思考题及习题四	183	三、模拟化设计方法的基本条件	236
第五章 控制规律的离散化设计方法		四、计算机实现 PID 的优点	237
§ 5-1 最少拍有波纹系统数字 控制器的设计	187	§ 6-2 基本的数字 PID 控制	237
一、设计方法	187	一、位置式 PID	237
二、最少拍有波纹系统存在的问题	197	二、增量式 PID	239
§ 5-2 最少拍无波纹系统数字调节器 的设计	199	三、速率式 PID	239
一、波纹产生的原因	199	四、位置式与增量式 PID 的比较	240
		§ 6-3 数字 PID 控制的改进	243
		一、抑制积分饱和的 PID 算法	243
		二、抑制干扰的 PID 算法	246
		三、避免控制动作过于频繁的 PID 算法	

——带死区的 PID 控制	249	§ 8-3 串级控制	307
四、给定值频繁升降时对控制量进行		一、串级控制系统的组成和工作	
阻尼的 PID 算法	250	原理	307
五、混合过程 PID 算法	251	二、串级控制系统的特点	308
六、采样 PID 算法	252	三、串级控制系统的应用范围	313
七、批量 PID 算法	253	四、计算机串级控制系统	314
§ 6-4 PID 控制程序的设计	254	五、串级控制系统的设计原则	316
一、PID 程序设计时应考虑的		六、串级主控和副控调节器的选择	317
若干问题	254	七、副控回路微分先行串级控制	
二、位置式积分分离 PID 子程序	255	系统	318
三、增量式 PID 算法子程序	259	八、多回路串级控制系统	319
§ 6-5 数字 PID 调节器参数的整定	261	§ 8-4 比值控制	321
一、参数整定方法的分类	262	一、单闭环比值控制	321
二、试凑法	262	二、双闭环比值控制	322
三、扩充临界比例度法	263	三、变比值控制系统	323
四、扩充响应曲线法	263	四、串级比值控制系统	323
§ 6-6 设计举例	265	§ 8-5 前馈控制	323
一、隧道窑微型计算机控制系统	265	一、完全补偿条件	323
二、微型计算机温度控制系统举例	269	二、前馈通道解脉冲传递函数和差分	
本章小结	281	方程	324
思考题及习题六	282	三、前馈—反馈控制系统	325
第七章 控制规律的模拟化设计方法		§ 8-6 应用实例	326
(Ⅱ) ——模拟校正网络的数字		一、微型计算机纯滞后补偿控制	
滤波器实现		系统	326
§ 7-1 概述	284	二、锅炉微机控制系统	331
§ 7-2 $D(s)$ 离散化为 $D(z)$ 的方法	285	本章小结	337
一、冲击响应不变法	285	思考题及习题八	338
二、零极点匹配法	287	第九章 集散控制系统	
三、零阶保持器法	289	§ 9-1 概述	340
四、双线性变换法	289	一、集散控制系统的产生	340
五、双线性变换加频率预畸变法	291	二、集散系统的基本结构	342
六、差分变换法	293	三、集散系统的特点	345
七、几种离散化方法比较	295	四、集散系统的发展方向与趋势	346
§ 7-3 设计举例	295	§ 9-2 几种典型集散系统简介	346
本章小结	297	一、TDC-2000 和 TDC-3000	346
思考题及习题七	297	二、CENTUM 和 YEWPACK 系统	
第八章 复杂控制规律的设计		概述	349
§ 8-1 概述	300	三、I/A S 系统	354
§ 8-2 纯滞后对象的控制	300	四、CIM-PAC2000 分布式控制	
一、大林算法	301	系统概述	355
二、纯滞后补偿控制	304	§ 9-3 集散系统的通讯网络	359
三、大林算法与 Smith 补偿法比较	307	一、局部网络的定义与拓扑结构	359
		二、数据通讯基础	360

三、局部网络的通信协议	363	十二、系统的调试	433
四、网络间互连的接口	367	十三、系统试运行	434
五、集散系统网络通讯的特点	368	十四、编制文件	434
六、TDC-3000 BASIC 的高速数据 公路	368	十五、交付使用	434
七、CENTUM 系统的 HF 总线	370	§ 10-2 提高计算机控制系统可靠性 的措施	434
§ 9-4 集散系统的控制站	371	一、基本概念	434
一、集散系统控制站的功能	371	二、提高硬件可靠性的方法	435
二、集散系统控制站的结构	373	三、提高软件可靠性的方法	438
三、控制站的控制算法	374	§ 10-3 计算机控制系统的抗干扰 技术	439
四、TDC-3000 的基本控制器	378	一、干扰及其传播路径	440
五、YEWPACK II 的现场控制单元	385	二、空间抗干扰措施	440
§ 9-5 集散系统的操作站	397	三、I/O 通道的抗干扰措施	441
一、操作站的主要功能及特点	397	四、电源系统的抗干扰措施	444
二、操作站的主要结构	398	五、地线配置的抗干扰措施	445
三、TDC-3000 的 EOS	399	六、软件抗干扰措施	446
四、YEWPACK II 的 UOPS	403	§ 10-4 计算机控制系统的有限字长 效应	448
五、UOPS 上的基本操作	406	一、有限字长效应	448
§ 9-6 集散系统应用举例	422	二、A/D 和 CPU 字长的选取	448
一、YEWPACK MARK II 应用 ——批量反应罐控制	422	三、存储器字长的选取	450
二、TDC-3000 系统顺序控制应用 ——料罐液位开关控制的 SOPL 程序	423	四、D/A 字长的选取 (开环)	450
本章小结	425	五、闭环系统中 A/D、D/A 和运算 字长的选取	451
思考题及习题九	425	§ 10-5 微型计算机温度控制系统	451
第十章 计算机控制系统的设计		一、控制系统组成	451
§ 10-1 计算机控制系统设计的基本 要求、方法和步骤	428	二、数字控制的数学模型	455
一、基本要求	428	三、控制系统程序设计	458
二、设计步骤	429	本章小结	467
三、项目的提出	429	思考题及习题十	467
四、现场调研	430	附录	
五、提出系统要求	430	附录 A: 拉氏变换与 Z 变换表	473
六、系统的可行性评价	430	附录 B: Z 变换和扩展 Z 变换	476
七、系统总体设计	430	B. 1 Z 变换的定义	476
八、计算机及 I/O 通道的选择	431	B. 2 Z 变换的性质	478
九、检测文件、变送器及执行器的 选择	432	B. 3 Z 反变换	479
十、控制算法的确定	432	B. 4 扩展 Z 变换法	481
十一、应用程序的设计方法	433	参考文献	484

第一章 绪 论

控制论的创始人维纳 (Winer) 在 40 年代创立的古典反馈控制理论, 主要采用频率法和根轨迹法来分析和设计单输入单输出 (SISO) 线性控制系统。随着科学技术的发展, 自动控制系统日益复杂, 出现了多输入多输出 (MIMO)、非线性、时变参数、分布参数和最优控制等系统, 而且系统中除连续信号外, 还包含了离散信号和数字信号等多种信号形式。这样, 古典反馈控制理论已难以分析和设计上述系统, 因而就出现了以 Z 变换分析法为核心的离散系统理论、以香农 (Shannon) 采样定理为基础的采样系统理论、以数字控制器算法设计为基本内容的数字系统理论和以状态空间法为基础的现代控制理论。这些理论的形成与发展为数字计算机应用于自动控制领域奠定了理论基础。

工农业生产的发展, 科学技术的进步对自动控制提出了精度更高、速度更快、方式更灵活、范围更广、综合性更强和规模更大等要求。常规的模拟控制难以满足上述要求, 而数字计算机具有强大的计算能力、可贵的记忆和逻辑判断能力、丰富多采的外围设备和人机对话能力, 所以不仅能实现高级复杂的控制算法, 获得快速精密的控制效果, 还能把生产控制与生产管理有机结合起来, 从而实现对整个企业、工厂或车间的自动化控制和管理。因此计算机控制是社会发展的需要。

微电子技术、计算机技术和通讯技术的迅猛发展, 为计算机控制的发展和应用创造了物质条件。与电子技术相对应, 计算机经历了电子管、晶体管, 小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路等阶段, 现已进入模仿人的智能的第五代计算机的研制阶段。计算机在功能 (容量、速度、精度和操作方式等) 和体系结构上仍在快速发展和进步之中。

由于理论基础、实际需要和物质条件这三个因素, 使计算机控制成为一门迅速发展的新兴学科。学习、推广和应用计算机控制是新老工程技术人员的一项迫切任务。有人预料, 21 世纪科学技术最重大的发展之一将是计算机和自动化。整个车间、工厂和企业由计算机控制和管理在国外已不鲜见, 一个国家的国防、社会、经济、生态系统和交通管理由计算机来自动控制和管理时代不会久远。未来的“家庭主妇”也将是计算机控制的机器人。

作为基础工业的能源工业, 计算机控制的应用也非常广泛, 而且愈来愈多。例如在炼油厂、化工厂、钻井、采油、油气输送计量、地震勘探、水电厂和输变电站等部门中都广泛地应用了计算机控制; 在许多进口设备、技术改进、科学研究项目中也用到计算机控制。

本课程的特点是:

- ①以自动控制理论、计算机技术和自动化仪表等为基础。
- ②与过程控制和电力拖动控制系统等密切相关。
- ③技术性、综合性和实践性强。

本课程学习方法是:

①在掌握自动控制理论与计算机控制技术基础上,抓住计算机引入控制系统后,带来的特殊问题及其处理方法。

- a. 信号有连续,又有离散的;
- b. 系统成为数字和模拟混合的;
- c. 由于 a、b 引起的设计方法上的特点,与经典设计的联系与区别。

②认真对待实验。对每个实验的目的要明确;对实验线路原理要搞清;对每一种控制算法,要自己动手编程或对实验指导书上的程序要读懂;认真观察每一个现象,要能解释。

③尽可能多读一些参考书和报刊杂志。广泛了解计算机控制应用的范围、方法、特点和技巧,为今后的毕业设计和参加工作后应用计算机控制系统打下基础。

§ 1—1 计算机控制系统的一般组成和结构

一、什么叫计算机控制系统

简单地讲,含有计算机并且由计算机完成部分或全部控制功能的控制系统,就叫计算机控制系统。严格地讲,计算机控制系统是建立在计算机控制理论基础上的以一种以计算机为手段的控制系统。若计算机是微型机,则称微型机控制系统。

由模拟控制系统构成计算机控制系统最直接的方法是只要将图 1—1 中的模拟控制器换成计算机,再配以 D/A 和 A/D 等,即可构成图 1—2 的计算机控制系统。

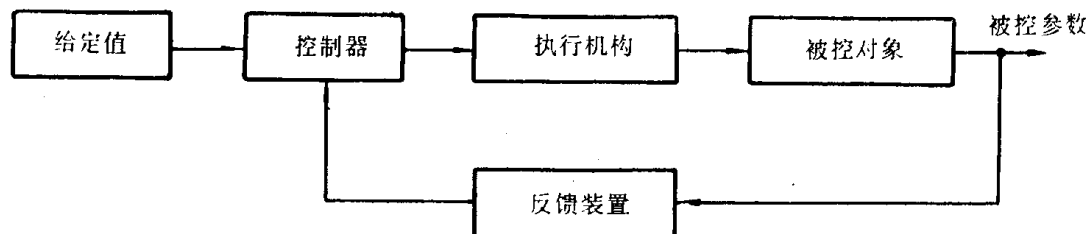


图 1—1 模拟控制系统

二、计算机控制系统的基本特点

(1) 出、入计算机的信号均为二进制数字信号,因此需要 D/A 和 A/D。A/D 和 D/A 两个转换过程将对系统的静态和动态性能产生影响。这是计算机控制系统碰到的一个特殊问题。

(2) 控制信号通过软件加工处理,充分利用了计算机的运算、逻辑判断和记忆功能,因而改变控制算法只要改编程序而不必改动硬件电路。

由于上述两个基本特点,给计算机控制系统带来了一些崭新的设计方法。

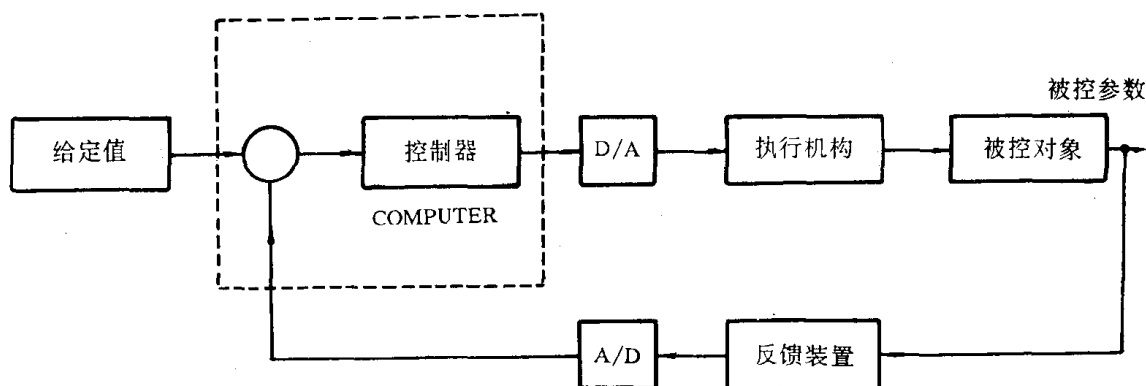


图 1-2 计算机控制系统

三、计算机控制系统的控制过程

从信息转化与使用角度看，计算机控制系统的控制过程可归纳为以下三个方面。

- (1) 实时数据采集：即对被控量的瞬时值进行检测和输入。
- (2) 实时决策：对实时的给定值和被控量的数值进行已定的控制规律运算，决定下一步的控制过程。
- (3) 实时控制：根据决策，适时地对执行机构发出控制信号。

上述的实时概念，是指信号的输入、计算和输出都要在一定的的时间（采样间隔）内完成。越出了这个时间就失去了控制的时机，控制也就失去意义。实时的概念也不能脱离具体过程，例如对炉温和液位控制，在几秒内完成一个上述循环，仍认为是实时的，而对一个火炮控制系统，当目标状态变化时，必须在几毫秒之内及时控制，否则就不能击中目标了。

四、计算机控制系统的一般组成

计算机控制系统	{	被控制对象：生产过程+检测元件+执行机构（广义对象）	
		计算机 {	硬件：主机+外设+接口+I/O 通讯
			软件： {
		应用软件：控制算法等	

1. 硬件组成

如图 1-3 所示，为计算机控制系统的一般组成。

2. 软件组成

系统软件是指帮助人们使用和管理计算机的一些软件。如单板机的监控程序；IBM 机等的 DOS，高级语言的解释和编译系统，诊断程序等。这些都由厂家提供。

应用软件是指用户自己编制的为完成自己的具体任务的一些程序。例如巡回检测与数据处理程序，控制算法程序，报警及事故处理程序，打印和绘图程序等。

五、计算机控制系统的一般结构

尽管被控制对象五花八门，被控参数千差万别，系统组成有大有小，但从控制结构讲，

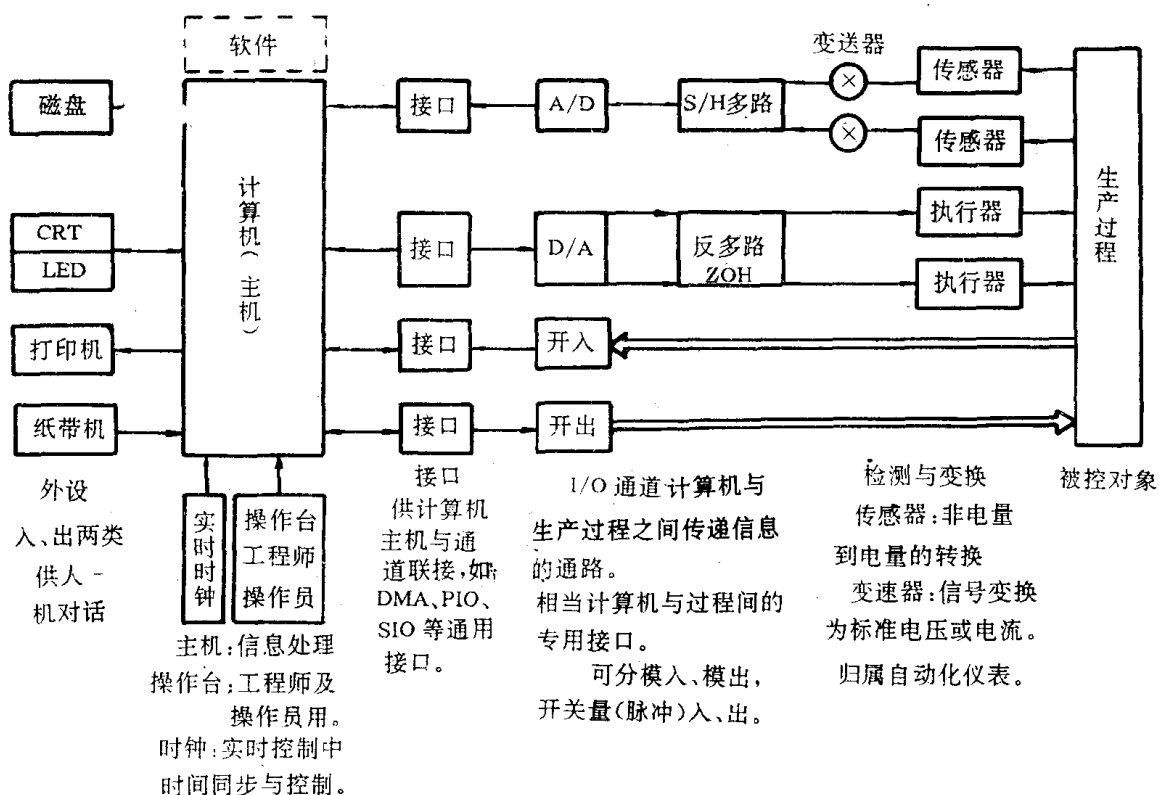


图 1-3 计算机控制系统的一般组成

主要有下述两种形式：

- (1) 输出反馈型：这适于经典控制理论研究。图 1-4 是这种系统的结构框图。
- (2) 状态反馈型：这适于现代控制理论研究。图 1-5 是这种系统的结构框图。

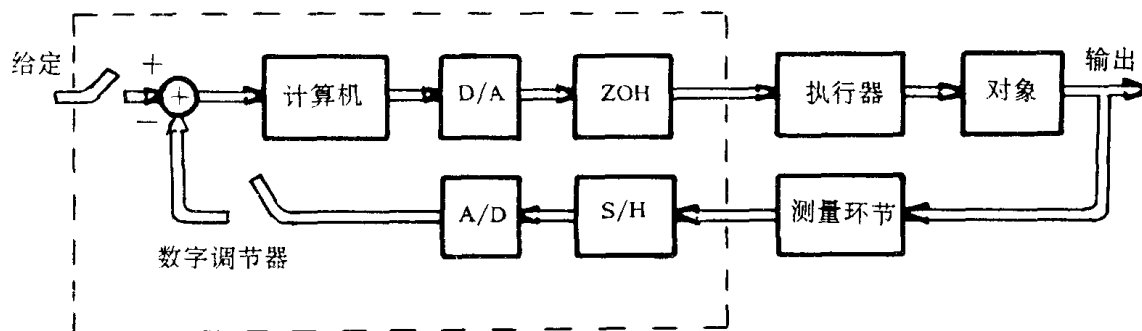


图 1-4 输出反馈型计算机控制系统

以上两种结构在控制算法上有些差异，但基本结构相同。

六、控制用计算机的特点

控制用的计算机主要对生产过程进行实时控制，一般是连续工作的，且现场条件远不如实验室、计算机故障对整个系统有重大影响，因此，与一般科学计算或数据处理计算机相比，对控制计算机有以下特殊要求：

- ①可靠性高;
- ②环境适应性强;
- ③实时性好;
- ④有较完善的 I/O 通道设备;
- ⑤有完善的软件系统;
- ⑥较强的中断处理能力;
- ⑦对字长、速度和内存容量要求不算太高。

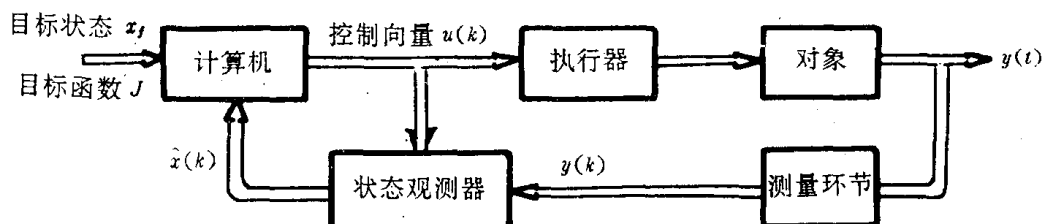


图 1-5 状态反馈型计算机控制系统

§ 1-2 计算机控制系统分类

采用什么样的计算机控制系统与生产对象的复杂程度及控制要求有关。对象不同，要求不同，控制方案也不同。计算机控制系统一般可按系统的功能分类，也可按控制规律来分类。

一、按功能分类

按功能不同，计算机控制系统可分为 6 类。

1. 数据处理系统 (DPS—Data Processing System)

这种系统又叫数据采集与处理 (DAP—Data Acquisition and Processing)，也叫巡回检测与数据处理。

(1) 结构：如图 1-6 所示为数据处理系统结构。

(2) 工作原理：在计算机的指挥下，定期地对生产过程的参数作巡回检测，并对其进行处理、分析、记录及参数越限报警等。

(3) 特点：计算机不直接参与过程控制，而是由操作人员（或别的控制装置）根据测量结果改变设定值或进行必要的操作。由于计算机的结果可以帮助、指导人的操作，故这种系统也称“操作指导系统”。

(4) 优点：数据处理系统有如下优点。

- ①一台计算机可代替大量常规显示和记录仪表，从而对整个生产过程进行集中监视。
- ②对大量数据集中进行综合加工处理，得到更精确更需要的结果，对指导生产过程有利。

③在计算机控制系统设计的初始阶段，尚无法构成闭环系统，可用 DPS 来摸清系统的数学模型、控制规律和调试控制程序。

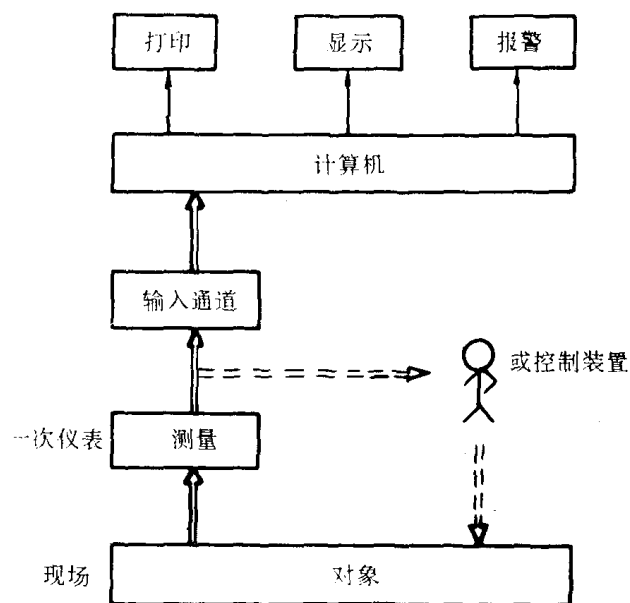


图 1-6 数据处理系统

(5) 说明：DPS 严格讲不属计控系统，但由于计控系统都必然包含数据采集与处理，故仍将其作为计控系统的一类。

2. 直接数字控制 (DDC—Direct Digital Control)

(1) 结构：如图 1-7 所示为直接数字控制系统。

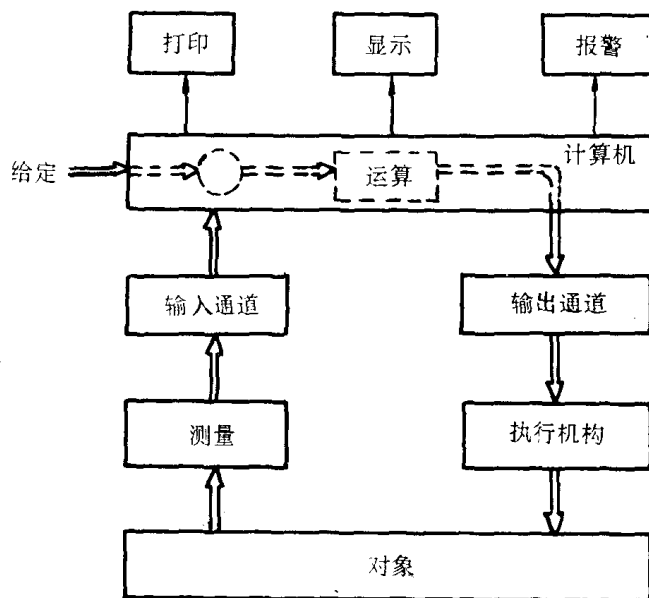


图 1-7 直接数字控制系统

(2) 工作原理：计算机对多个被控参数进行巡回检测，并将检测结果与给定值进行比较，再按已定的控制规律进行计算，计算结果经输出通道对生产过程进行控制。

(3) 特点：与 DPS 相比有以下几个特点：

①计算机参与了直接控制，系统经计算机构成了闭环，而 DPS 中是通过人工或别的装置来控制，计算机与对象未形成闭环。

②给定值是预先设定好后送给或存入计算机内，控制过程中不变化。

(4) 优点：

①一台计算机可以取代多个模拟调节器，非常经济。这利用了计算机的分时能力。

②不必更换硬件，只要改变程序（或调用不同子程序）就可实现各种复杂的控制规律（如串级、前馈、解耦、大滞后补偿等）。

3. 监督控制 (SCC—Supervisory Computer Control)

(1) 结构：可以有两种形式，如图 1-8 所示。结构之一：SCC+模拟调节器；结构之二：SCC+DDC。

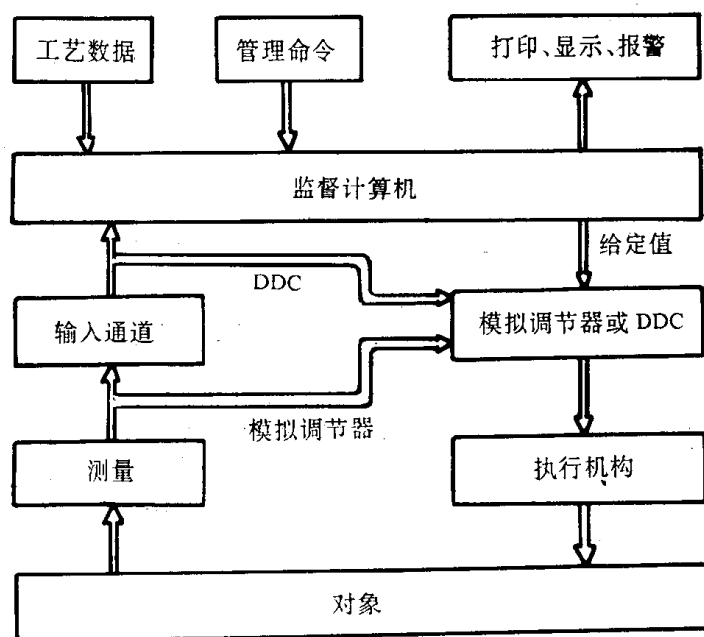


图 1-8 监督控制

(2) 工作原理：在计算机控制下，不断检测生产过程的参数，并根据给定的工艺数据，管理命令和控制规律，计算出最佳给定值。这个给定值可以送给模拟调节器或数字调节器 DDC，进而控制生产过程。由于这儿给定值是根据当时各种参数计算出的最佳给定，故可使生产过程始终处在最优工况状态。

(3) 特点：这儿给定值是计算出来的，要保证系统最优工况运行，因而又称设定值控制 (SPC—Set Point Control)，而 DDC 中设定值是预先给定的，不随参数或命令而改变。

(4) 优点：

①能根据工况变化，改变给定值，以实现最优控制。

②SCC+模拟调节器法适合于老企业改造，即用上了原来的模拟调节器，又用计算机实现了最佳给定值控制。

③可靠性好。SCC 故障时可用 DDC 或模拟调节器工作，或 DDC 故障时用 SCC 代之。

④仍有 DDC 的那些优点。

4. 分布式控制 (Distributed Control)

这种控制又称综合—分散控制系统 (TDCS—Total Distributed Control Systems), 简称集散系统, 是 70 年代发展起来的大系统理论。也有人称为第三代控制理论, 它把一个状态变量数目很多的大系统分解为若干个子系统, 以便于处理。它以整个大系统的优化为目标 (如产量最高, 质量最好, 成本最低, 能耗最少, 污染最小等)。因为整个系统的优化不完全等同于各个子系统的分别优化, 所以要有一套分析与综合的方法。目前主要由两类控制结构: 一是分散控制; 二是递阶控制。

分散控制也称分布式控制或集散系统。

(1) 结构: 如图 1-9 所示为分布式控制系统。

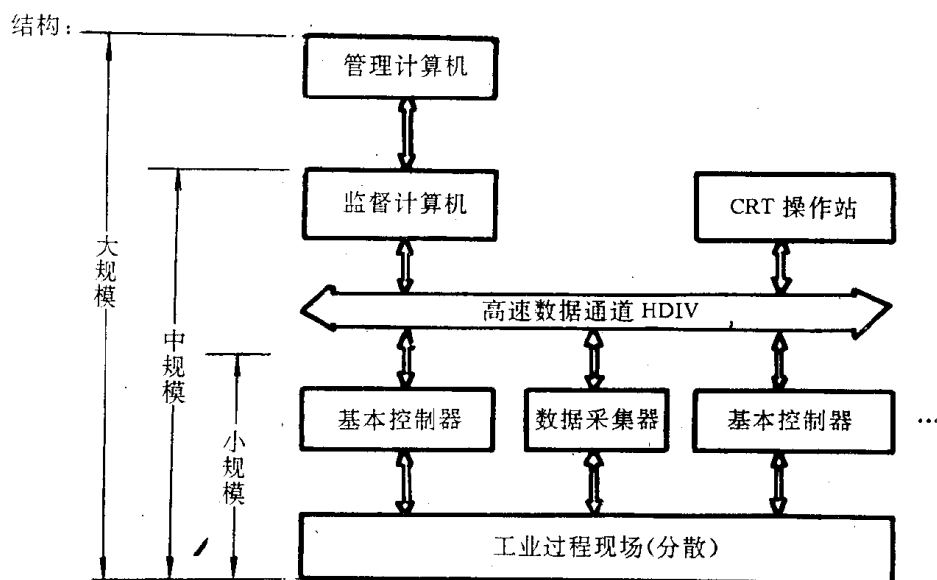


图 1-9 分布式控制系统

(2) 工作原理: 以微处理机为核心的基本控制器实现地理上和功能上的分散控制。又通过高速数据通道把各个分散点的信息集中起来送到监控计算机和操作站, 以进行集中监视和操作, 并实现高级复杂规律的控制。

(3) 特点:

①分散性。这有两层含义, 一是控制功能上的分散, 各基本控制器控制不同的参数或对象; 二是地理位置上的分散, 各控制单元可分散在现场。因此, 这种系统结构灵活, 可采用积木式, 即组合组装式, 以便于扩展; 另外可靠性高, 现场某一控制单元出问题不致影响其它, 将单一计算机集中控制中“危险集中”化为“危险分散”, 而且备用控制单元可随时切入。

②集中性。用集中监视和操作, 代替庞大的仪表屏, 固而灵活方便。

③有通讯功能。

国际上流行的 TDCS 有: TDC-2000, TDC-3000, New Centum, Yewpark, Spetrum 等。

(4) 优点：具有高可靠性和组成灵活。它是目前国际上公认的最好的控制方式。

5. 递阶控制 (Hierarchical Control)

它是 4C 技术相结合的产物 (4C—Computer, Control, Communication, CRT)。它使计算机控制系统不单纯包含控制功能，而且包含了生产管理和指挥功能，在原苏联把这种系统称为管控系统，欧美等称为递阶控制。它有三种基本结构形式。

结构形式 1：分级控制 (Multilevel Control)。它是按生产规模或者说按对象自身结构的分级特点进行分解的结构方案，如图 1-10 所示。这种结构有以下特点：①按对象自身结构的分级性特点进行分解的结构方案，这正好适合于目前大多数国家的企业管理体制。②下级受上级制约，相邻级之间有信息交换，但较少有越级变换信息。

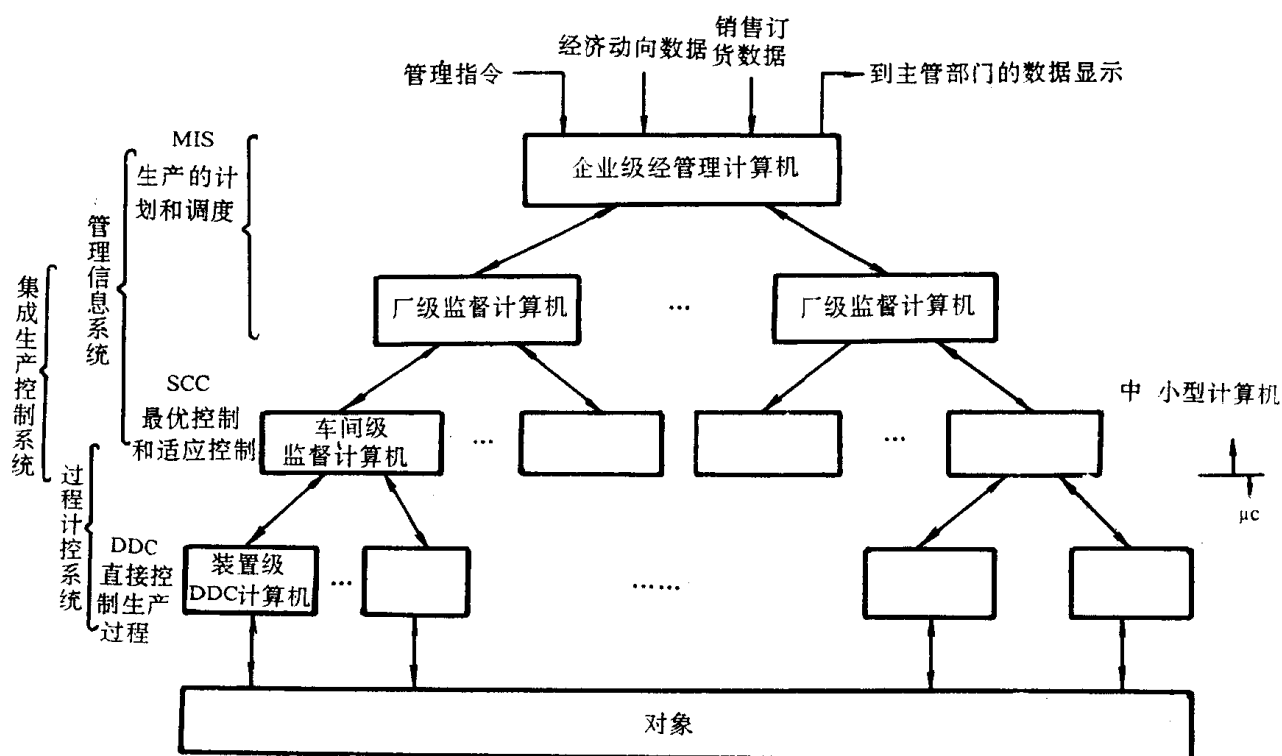


图 1-10 递阶控制结构形式 1——分级控制

结构形式 2：分层控制 (Multiplayer Control)。这是按控制任务或要求来分层次，如图 1-11 所示。这种结构有如下特点：①它是按控制任务进行分解的结构方案，可把控制任务分成几个不同层次，由各层计算机分别完成，下层任务的目标函数受上层控制器决策的影响。②下级向上面各级都有信息反馈传递，不像分级控制那样较少越级变换信息。

结构形式 3：分段控制 (Multisection Control)，它是按控制职能分层次，如图 1-12 所示。其特点是：①按控制职能分层。②最下层的控制过程按时序进行，其时序控制由调度层控制和切换。

递阶控制的特点有：

- ①越是处于高层单元，对系统性能影响范围就越广。
- ②高层单元主要处理系统行为中变化较慢的因素，故决策周期比低层单元长。