

TP273
379

新编计算机类本科规划教材

计算机控制技术

朱玉玺 崔如春 邝小磊 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书着重介绍计算机控制系统的组成、基本控制算法及软、硬件系统在工业控制中的应用技术。全书共8章,主要内容以典型微型计算机(工控机和单片机)控制系统为例,介绍一般性控制系统的基本概念、原理和各组成部分,分别讲述输入/输出通道接口技术、总线接口技术、顺序控制与数字程序控制、数字控制器的设计、模糊控制技术、多处理器控制系统、计算机控制系统设计等内容。

考虑到与高等院校计算机接口技术与通信、微型计算机原理、自动控制原理等先修课程和后续课程的衔接,本书采用软件与硬件相结合的方式进行讲述,侧重于实用技术的介绍。程序设计以8086汇编语言为主,结合使用C/C++语言,因此设计实例更具实用性。

本书可作为高等院校计算机应用、自动化、电子工程、机电工程等专业计算机控制技术课程的教材,也可作为从事计算机控制系统设计工程技术人员参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术 / 朱玉玺, 崔如春, 邝小磊编著. —北京: 电子工业出版社, 2005.6

新编计算机类本科规划教材

ISBN 7-121-01170-0

I. 计… II. ①朱… ②崔… ③邝… III. 计算机控制—高等学校—教材 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第042833号

责任编辑: 冉 哲 王 纲

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.25 字数: 428千字

印 次: 2005年6月第1次印刷

印 数: 5000册 定价: 23.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。

联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

信息与电子学科百本精品教材工程

《新编计算机类本科规划教材》编委会

主任委员：刘乃琦（电子科技大学）

副主任委员：徐建民（河北大学）

周 娅（桂林电子工业学院）

王 越（重庆工学院）

胡先福（电子工业出版社）

委 员：陈建铎 陈联诚 陈玉明 丁新民 焦占亚 雷景生 骆耀祖

马立权 任满杰 佟伟光 王 力 肖建华 杨 威 叶核亚

朱玉玺 朱战立 张孟玮 冉 哲 李 岩

编辑出版组

主 任：胡先福

成 员：张孟玮 冉 哲 李 岩 王 颖

凌 毅 韩同平 李维荣 张 昱

《新编计算机类本科规划教材》参编单位

(按拼音顺序排列)

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| ▶ 北方工业大学 | ▶ 贵州师范大学 | ▶ 山西师范大学 |
| ▶ 北京联合大学 | ▶ 哈尔滨工程大学 | ▶ 陕西科技大学 |
| ▶ 长春大学 | ▶ 海南大学 | ▶ 上海第二工业大学 |
| ▶ 长春税务学院 | ▶ 杭州电子工业学院 | ▶ 上海应用技术学院 |
| ▶ 重庆工学院 | ▶ 河北大学 | ▶ 邵阳学院 |
| ▶ 大理学院 | ▶ 合肥学院 | ▶ 沈阳工程学院 |
| ▶ 大连海事大学 | ▶ 湖北工业大学 | ▶ 首都经济贸易大学 |
| ▶ 大连民族学院 | ▶ 湖南工程学院 | ▶ 太原理工大学阳泉学院 |
| ▶ 大连轻工业学院 | ▶ 华北航天工业学院 | ▶ 武汉工业学院 |
| ▶ 电子科技大学 | ▶ 华南农业大学 | ▶ 武汉科技大学 |
| ▶ 佛山大学 | ▶ 江汉大学 | ▶ 五邑大学 |
| ▶ 广东嘉应学院 | ▶ 金陵科技学院 | ▶ 西安石油大学 |
| ▶ 广东韶关学院 | ▶ 南京工程学院 | ▶ 西安邮电学院 |
| ▶ 广西大学 | ▶ 南京师范大学 | ▶ 孝感学院 |
| ▶ 广西工学院 | ▶ 齐齐哈尔大学 | ▶ 烟台大学 |
| ▶ 桂林电子工业学院 | ▶ 青岛科技大学 | |
| ▶ 贵州工业大学 | ▶ 山西农业大学 | |

前 言

在自动控制领域,计算机在计算、数据处理等方面获得了极大的成功,它承担着控制系统中控制器的角色,直接参与控制,从而形成了计算机控制系统。它的参与对控制系统的性能、系统的结构及控制理论等多方面都产生了极为深刻的影响。本书介绍计算机控制系统的组成、工作原理及其特点,并着重说明计算机参与控制后给控制理论及控制系统设计所带来的新问题。由于理论基础、实际需要和物质条件这3个因素,使计算机控制成为一门迅速发展的新兴学科。在没有特别说明的情况下,本书主要阐述以微型计算机为控制器的控制系统,讲解系统的组成、原理、控制过程、系统特性及相关新技术应用,将控制对象、传感器、通道及接口、数字控制器、系统软件和各种应用软件组织成一个有机的整体,形成完整的计算机控制系统,从而达到完整的“控制”目的。

本书主要特点是,对经典控制系统的基本控制算法、数学变换、控制参数整定等,采用适度引入,应用其定理、定义和结论的方法讲解;将输入/输出通道接口技术同相应的输入/输出设备及控制作为一个整体考虑,使读者容易接受控制系统中的模块化概念,使内容更具有连贯性和完整性;在模糊控制系统中,引入 FUZZY 理论,深度和广度适度,明确模糊理论在控制系统中的作用;在总线接口技术中,着重介绍当前应用于各种仪器设备上的 PCI 接口总线和 USB 接口总线;针对多机控制系统在现代计算机控制系统中的发展趋势,对几种主导市场的现场总线技术进行介绍;介绍计算机控制系统的设计方法和步骤,选取两个经典的实例,作为各种相关技术的综合应用。

另一方面,在本书编写过程中,着重于建立学生对计算机控制系统的整体概念,培养学生软件、硬件相结合的系统设计能力。对计算机及相近专业的学生,根据课程设置的需要,可选讲部分章节的内容。

本书的第1章、第6章、第7章由朱玉玺编写,第2章、第3章、第4章由崔如春编写,第5章、第8章由邝小磊编写。全书由朱玉玺统稿,阮世勋主审。在本书编写过程中,始终得到了《新编计算机类本科规划教材》编委会专家们的支持和指导,使本书得以顺利完成。

由于我们水平有限,加上时间仓促,书中一定会有一些错误,殷切希望得到广大读者和同仁的批评指正,以便使本书的质量得到进一步的提高。

编著者

2005年5月

新编计算机类本科规划教材

已出版教材

计算机组装、维修及实训教程

书号: ISBN 7-120-00093-4 定价: ¥24.80 作者: 刘瑞新

提供电子教案。本书覆盖微机所有硬件部分、常用外设和基础软件,详细讲授最新多媒体微机的选购、组装、软件安装和常见故障的维护维修技术。每章均安排有实习。

电路基础

书号: ISBN 7-121-00594-8 定价: ¥23.00 作者: 田学东等

提供电子教案。每章针对相应的重点和难点给出丰富的例题和习题,并引入计算机辅助电路分析方法。

离散数学

书号: ISBN 7-121-00564-6 定价: ¥20.00 作者: 焦占亚等

提供电子教案和习题解答。每节都附有大量习题。

汇编语言程序设计(第2版)

书号: ISBN 7-121-00880-7 定价: ¥28.00 作者: 徐建民等

提供电子教案。本书以 80x86/Pentium 系列微处理器为背景,系统介绍汇编语言程序设计的基础知识、基本方法和应用技术。

C++语言程序设计(第2版)

书号: ISBN 7-121-01032-1 定价: ¥33.80 作者: 吕凤翥

提供部分源代码。本书注重突出重点、详解难点和提出疑点;语言简明,概念准确,例题丰富,且一个例题针对一种规则或一种操作;每章都配有大量练习题,形式多样。

软件工程方法与实践

书号: ISBN 7-121-00455-0 定价: ¥22.00 作者: 李芷等

提供电子教案。本书以传统的软件工程和面向对象的软件工程为主线,根据软件开发“工程化”思想,结合大量应用实例,系统介绍软件工程的基本原理、软件过程、开发方法、应用技术和实用工具。

网络系统集成与工程设计

书号: ISBN 7-121-00675-8 定价: ¥24.00 作者: 骆耀祖等

提供电子教案。本书以方案设计为中心,全面系统地介绍网络系统集成技术及进行方案设计的方法。在介绍关键性技术的同时,特别关注技术细节和设备选型介绍。

Java 程序设计实用教程

书号: ISBN 7-121-00715-0 定价: ¥24.00 作者: 朱战立等

提供电子教案和程序源代码。本书内容全面、语言流畅,将 Java 语言和面向对象程序设计方法相结合,以大量实例介绍 Java 的编程思想和方法。每章都提供大量基本概念题和程序设计题。

管理信息系统实用教程

书号: ISBN 7-121-00869-6 定价: ¥22.80 作者: 张志清等

提供电子教案。本书案例丰富, 针对性强。

Visual C++实用教程

书号: ISBN 7-121-01067-4 定价: ¥27.00 作者: 刘惊雷

提供电子教案和程序源代码。本书内容丰富全面, 每章都配有大量的例题和类型多样的练习题。

SQL Server 2000 实用教程

书号: ISBN 7-121-00759-2 定价: ¥24.00 作者: 陈联诚等

提供电子教案。本书语言流畅、实例丰富、注重理论与实践相结合, 力求让学生在短时间内掌握开发网络数据库应用系统的基本方法。

网站建设、管理与维护

书号: ISBN 7-121-01012-7 定价: ¥24.00 作者: 杨威等

提供电子教案。本书结构清晰、通俗易懂、实用性强, 系统全面地介绍了网站规划设计、组建、管理、维护及评估的原理、方法和技术。

即将出版教材

汇编语言程序设计简明教程

书号: ISBN 7-121-01251-7 估价: ¥23.00 作者: 杨文显等

提供电子教案。本书按照程序设计逐步深入的过程, 精心地分割汇编语言的元素和知识点, 围绕着程序设计的需要学习相应的知识点。本书符合“以程序设计为中心”的课程教学要求。

嵌入式系统及其开发应用

书号: ISBN 7-121-01283-7 估价: ¥24.00 作者: 沈连丰等

本书有完备的多媒体课件和完善的实验和开发设备与之配套。本书系统地介绍了嵌入式系统的基本原理和主要技术, 以 ARM 和 Linux 为重点, 详细讨论其硬件结构和软件体系。

计算机网络实用教程

书号: ISBN 7-121-01282-0 估价: ¥25.00 作者: 路莹等

提供电子教案。本书在基础理论知识部分省略纯理论部分, 系统地保留与应用相关的理论知识, 并增加了网络系统集成和 Winsock 网络套接字程序设计内容。

单片机原理及应用

书号: ISBN 7-121-01311-8 估价: ¥29.00 作者: 张鑫等

提供电子教案。本书全面介绍 MCS—51 单片机, 注意剖析软硬件设计的技巧性, 同时注意介绍新技术, 系统实用, 附大量必选实验、创新实验和课程设计题目, 利于培养学生工程实践能力。

计算机导论 作者: 朱站立

提供电子教案。本书概括性地讨论了计算机学科主要课程的基本内容和重要应用, 宏观讨论了这些课程相互之间的内在联系, 并对常用软件的使用方法作了介绍。

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 控制系统组成	(1)
1.2 计算机控制系统的分类	(4)
1.3 工业控制计算机的特点	(8)
1.4 计算机控制系统的发展状况	(9)
习题 1	(11)
第 2 章 输入通道接口技术	(12)
2.1 信号测量与传感器技术	(12)
2.1.1 温度测量传感器	(12)
2.1.2 压力测量传感器	(14)
2.1.3 流量测量传感器	(15)
2.2 模拟信号输入通道接口	(15)
2.2.1 模拟多路开关	(15)
2.2.2 A/D 转换器	(19)
2.2.3 数据采集与处理方法	(25)
2.3 键盘接口技术	(28)
2.3.1 独立式按键	(29)
2.3.2 行列式键盘	(29)
2.3.3 软键盘与触摸屏接口	(33)
2.4 开关量信号输入接口	(35)
2.4.1 多路开关量信号输入接口技术	(36)
2.4.2 光电隔离与大功率输入接口技术	(37)
习题 2	(38)
第 3 章 输出通道接口技术	(39)
3.1 模拟信号输出通道接口	(39)
3.1.1 D/A 转换器	(39)
3.1.2 PWM 技术	(42)
3.2 LED 显示器及其接口技术	(43)
3.2.1 动态 LED 显示器接口技术	(44)
3.2.2 静态 LED 显示器接口技术	(46)
3.3 LCD 显示器接口技术	(48)
3.3.1 LCD 显示器的显示原理	(48)
3.3.2 LCD 器件的驱动方式	(49)
3.3.3 点阵式 LCD 显示器的接口	(51)
3.4 开关量输出接口技术	(53)

3.4.1	输出接口光电隔离技术	(53)
3.4.2	继电器输出接口	(54)
3.4.3	大功率输出接口	(55)
3.5	电动机控制接口技术	(56)
3.5.1	小功率直流电动机调速原理及控制接口	(57)
3.5.2	步进电机工作原理及控制接口	(59)
习题 3		(67)
第 4 章 顺序控制与数字程序控制		(68)
4.1	顺序控制	(68)
4.2	数字程序控制	(72)
4.2.1	逐点比较插补法	(72)
4.2.2	数字积分器插补法	(81)
习题 4		(89)
第 5 章 数字控制器的设计		(90)
5.1	计算机控制系统的理论基础	(90)
5.1.1	控制系统中信号的基本形式与控制系统的基本结构	(90)
5.1.2	连续系统的数学描述	(94)
5.1.3	离散系统的数学描述	(97)
5.1.4	Z 变换	(100)
5.1.5	离散系统的传递函数	(107)
5.1.6	采样周期的选择	(117)
5.2	数字控制器的 PID 设计方法	(121)
5.2.1	PID 设计方法	(121)
5.2.2	PID 算法的离散形式	(128)
5.2.3	PID 算法数字控制器的改进	(129)
5.2.4	PID 算法数字控制器的参数整定	(135)
5.3	数字控制器的直接设计方法	(139)
5.3.1	最少拍无差系统	(140)
5.3.2	最少拍无纹波系统	(150)
5.3.3	纯滞后系统	(153)
5.4	控制算法的实现	(159)
5.4.1	直接实现法	(159)
5.4.2	级联实现法	(161)
5.4.3	并行实现法	(164)
习题 5		(166)
第 6 章 模糊控制技术		(168)
6.1	模糊控制发展概况	(168)
6.2	简单模糊逻辑控制系统设计	(170)
6.3	常见的模糊规则及控制器类型	(172)
6.4	基本模糊控制器及设计	(174)

6.5 模糊数学模型	(180)
6.6 模糊控制的发展	(184)
习题 6	(184)
第 7 章 多微处理器控制系统	(185)
7.1 多微处理器控制系统的结构形式	(185)
7.2 多微处理器控制系统的通信	(187)
7.3 多微处理器控制系统总线	(189)
7.3.1 并行总线	(190)
7.3.2 串行通信标准总线	(198)
7.3.3 现场总线技术	(212)
习题 7	(217)
第 8 章 计算机控制系统的设计	(218)
8.1 计算机控制系统的设计步骤与方法	(218)
8.1.1 总体方案的确定	(219)
8.1.2 计算机控制系统输入部分的设计	(223)
8.1.3 确定控制算法	(226)
8.1.4 计算机控制系统输出部分的设计	(226)
8.1.5 计算机控制系统的调试	(227)
8.2 计算机控制系统的可靠性设计	(228)
8.3 计算机控制系统的抗干扰技术	(237)
8.3.1 硬件抗干扰技术	(237)
8.3.2 软件抗干扰技术	(248)
8.4 计算机控制系统设计举例	(249)
习题 8	(258)
附录 A 常用函数的 S 变换与 Z 变换对照表	(260)
参考文献	(261)

第1章 绪 论

自从 20 世纪 70 年代初第一个微处理器问世以来,随着半导体技术的进步,计算机以惊人的速度向前发展。在短短的二十几年时间里,经过了 4 位机、8 位机、16 位机、32 位机 4 个大的发展阶段,目前,64 位机也已问世。就计算机种类而言,功能齐全的高性能计算机相继问世,而且还出现了许多小巧灵活的单片机,如 Intel 公司的 MCS—51 系列、Zilog 公司的 Z8 系列、Motorola 公司的 68HCXX 系列等。特别是近年来随着 16 位、32 位单片机的出现,更使计算机在工业控制领域取得了长足的进步。由 20 世纪 80 年代的 Z80 单板机到 20 世纪 90 年代初的单片机,由结构简单、可靠性高的 STD 总线工业控制机到具有更加强大功能的工业 PC,从简单的单机控制到复杂的集散型多机控制,无不反映了计算机在工业控制中的强大生命力。

今天,完全可以这样说,没有微处理器的仪器就不能称其为“仪器”,没有计算机的控制系统更谈不上现代工业控制系统。作为从事工业控制及智能化仪表研究、开发和使用的技术人员,不懂计算机在工业控制领域里的应用,很难胜任现代工业控制工作。

由于理论基础、实际需要和物质条件这 3 个因素,使计算机控制成为一门迅速发展的新兴学科。在没有特别说明的情况下,本书主要阐述以微型计算机为控制器的控制系统。

1.1 控制系统组成

由计算机完成部分或全部控制功能的控制系统,称为计算机控制系统。严格地讲,它是建立在计算机控制理论上的一种以计算机为手段的控制系统(见图 1-1)。

在该系统中,输入/输出计算机的信号均为二进制数字信号,因此需要进行 D/A 和 A/D 信号的转换。控制信号通过软件加工处理,充分利用计算机的运算、逻辑判断和记忆功能,改变控制算法只需要改编程序而不必改动硬件电路。

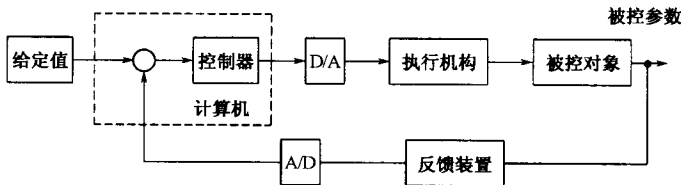


图 1-1 计算机控制系统

一般的计算机控制系统由计算机、I/O 接口电路、通用外部设备和工业生产对象等部分组成,其电路原理如图 1-2 所示。

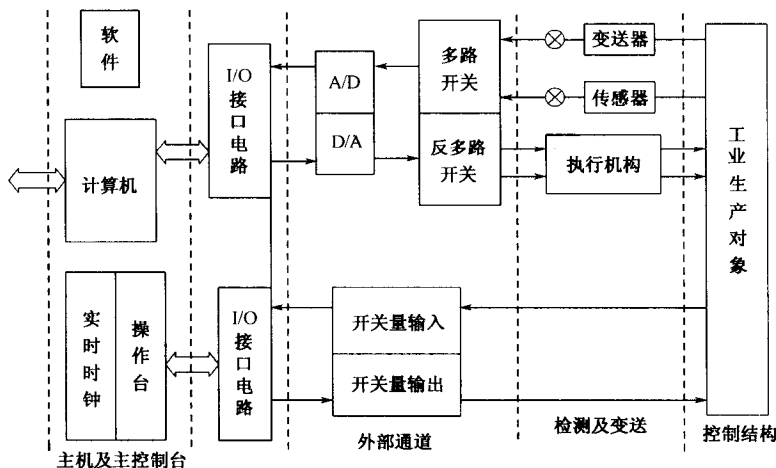


图 1-2 计算机控制系统电路原理

在图 1-2 中，被测参数经传感器、变送器，转换成统一的标准电信号，再经多路开关分时送到 A/D 转换器进行模数转换，转换后的数字量通过 I/O 接口电路送入计算机，通常称为模拟量输入通道。在计算机内部，用软件对采集的数据进行处理和计算，然后经模拟量输出通道输出。输出的数字量通过 D/A 转换器转换成模拟量，再经反多路开关与相应的执行机构相连，以便对被控对象进行控制。可以用表 1-1 来说明一般计算机控制系统的基本组成。

表 1-1 计算机控制系统的基本组成

计算机控制系统		
被控制对象	计 算 机	
生产过程 + 检测元件 + 执行机构（广义对象）	硬 件	软 件
	中央处理器 + 通用外部设备 + I/O 接口电路	系统软件和应用软件

1. 计算机控制系统的硬件构成

1) I/O（Input/Output）接口电路

I/O 接口电路是主机与被控对象进行信息交换的纽带。主机通过 I/O 接口电路与外部设备进行数据交换。目前，绝大部分 I/O 接口电路都是可编程的，即它们的工作方式可由程序进行控制。目前，在工业控制机中常用的接口有：并行接口（如 8155 和 8255 等），串行接口（如 8251 等），直接数据传送控制器（如 8237），中断控制接口（如 8259），定时器/计数器（如 8253）和 A/D、D/A 转换接口。

由于计算机接收的是数字量，而一般连续化生产过程中的被测参数大多数都为模拟量，如温度、压力、流量、液位、速度、电压及电流等，因此，为了实现计算机控制，还必须把模拟量转换成数字量，即 A/D 转换。同样，外部执行机构的控制量也多为模拟量，所以计算机计算出控制量后，还必须把数字量变成模拟量，即 D/A 转换。

2) 通用外部设备

通用外部设备主要是为了扩大主机的功能而设置的，它们用来显示、打印、存储及传送数据。目前已有许多种类的通用外部设备，如：打印机、显示终端、数字化仪、数码相机、纸带读入机、卡片读入机、声光报警器、磁带录音机、磁盘驱动器、光盘驱动器及扫描仪等。它们就像计算机的眼、耳、鼻、舌、四肢一样，从各方面扩充了主机的功能。

3) 中央处理器 (CPU)

CPU 是整个控制系统的指挥中心, 通过 I/O 接口电路及软件可向系统的各个部分发出各种命令, 同时对被测参数进行巡回检测、数据处理、控制计算、报警处理及逻辑判断等。因此, CPU 是计算机控制系统的重要组成部分, CPU 的选用将直接影响系统的功能及接口电路设计等。最常用的 CPU 芯片有 Intel 80x86 及单片 Intel8051、8096 系列等。由于主控芯片种类繁多、功能各异, 因此, 主控芯片的选用和接口电路的设计有十分密切的联系。

2. 检测元件及执行机构

1) 检测元件

在计算机控制系统中, 为了对生产过程进行控制, 首先必须对各种数据进行采集, 如温度、压力、液位、成分等。因此, 必须通过检测元件传感器, 把非电量参数转换成电量参数, 例如, 热电偶可以把温度转换成毫伏级电压信号, 压力变送器可以把压力变成电信号。这些信号经过变送器, 转换成统一的标准信号 ($0\sim 5V$ 或 $4\sim 20\text{ mA}$) 后, 再送入计算机。因此, 检测元件精度的高低, 直接影响计算机控制系统的精度。

2) 执行机构

为了控制生产过程, 还必须有执行机构, 其作用就是控制各种参数的调节。例如, 在温度控制系统中, 根据温度的误差来控制进入加热炉的煤气 (或油) 量; 在水位控制系统中, 控制进入容器的水的流量。执行机构有电动、气动、液压传动等几种, 也有的采用电动机、步进电机及可控硅元件等进行控制, 在后面章节中将详细介绍这些内容。

3. 主控制台

主控制台是人机对话的联系纽带。通过它, 人们可以向计算机输入程序, 修改内存的数据, 显示被测参数及发出各种操作命令等。通常, 主控制台由以下几个部分组成。

1) 作用开关

作用开关有电源开关、数据和地址选择开关及操作方式 (自动/手动) 选择开关等。通过这些开关, 人们可以对主机进行启动、停止、设置数据及修改控制方式等操作。作用开关可通过接口与主机相连。

2) 功能键

设置功能键的目的, 主要是要通过各种功能键向主机申请中断服务, 如常用的复位键、启动键、打印键、显示键等。此外, 面板上还有工作方式选择键, 如连续工作方式或单步工作方式。这些功能键是以中断方式与主机进行联系的。

3) LED 数码管及 CRT 显示

它们用来显示被测参数及操作人员需要的内容。随着计算机控制技术的发展, CRT 显示的应用越来越普遍, 它不但可以显示数据表格, 而且能够显示被控系统的流程总图、柱状指示图、开关状态图、时序图、变量变化趋势图、调节回路指示图、表格式显示及报警等。

4) 数字键

数字键用来送入数据或修改控制系统的参数。关于键盘及显示接口的设计将在后面章节详细讲述。

4. 计算机控制系统的软件构成

对于控制系统而言, 除上述几部分以外, 软件也是必不可少的。所谓软件, 是指能够完

成各种功能的计算机程序总和，如操作、监控、管理、控制、计算和自诊断程序等。软件分为系统软件和应用软件两大部分（见表 1-2）。它们是计算机控制系统的神经中枢。整个系统的动作都是在软件指挥下进行协调工作的。

表 1-2 计算机控制系统软件分类

软件	系统软件	操作系统	管理程序、磁盘操作系统程序	
		诊断系统	调节程序、诊断程序等	
		开发系统	程序设计语言（汇编语言、高级算法语言）	
			服务程序（装配程序、编译程序） 模拟主机系统（系统模拟、仿真、移植软件） 数据管理系统	
		信息处理	文字翻译、企业管理	
	应用软件	过程监视	上、下限检查及报警、巡回检测、操作面板服务、滤波及标度变换、判断程序、过程分析等	
		过程控制计算	控制算法程序	PID 算法、最优化控制、串级调节、系统辨识、比值调节、前馈调节、其他
			事故处理程序	
			信息管理程序	文件管理、输出、打印、显示
		公共服务	数码转换程序、格式编辑程序、函数运算程序、基本运算程序	

1) 系统软件

系统软件是指专门用来使用和管理计算机的程序，它们包括各种语言的汇编、解释和编译软件（如 8051 汇编语言程序、C51、C96、PL/M、Turbo C、Borland C），监控管理程序，操作系统，调整程序及故障诊断程序等。

这些软件一般不需要用户自己设计。对用户来讲，它们仅作为开发应用软件的工具。

2) 应用软件

应用软件是面向生产过程的程序，如 A/D、D/A 转换程序，数据采样程序，数字滤波程序，标度变换程序，键盘处理、显示程序，过程控制程序等。

另外，有一些专门用于控制的应用软件，其功能强大，使用方便，组态灵活，可节省设计者大量时间，因而越来越受到用户的欢迎。

目前，计算机控制系统的软件设计已经成为计算机科学中一个独立的分支，而且发展得非常快，且正逐渐规范化、系统化。

1.2 计算机控制系统的分类

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，产生的控制方案及组成的控制系统也不同。在一般情况下，计算机控制系统可按系统的功能来分类，也可按控制规律来分类，例如，程序控制和顺序控制、PID(Proportional-Integral-Defferential) 控制、最少节拍控制、复杂规律控制、智能控制等。本节将主要介绍按系统功能来划分控制系统的类型。

1. 直接数字控制 (Direct Digital Control, DDC) 系统

(1) 原理: 用一台计算机对多个被控参数巡回检测, 结果与设定值相比较, 按 PID 规律或直接数字控制方法进行控制运算, 然后输出到执行机构, 对生产过程进行控制, 使被控参数稳定在给定值上。其控制原理图如图 1-3 所示。

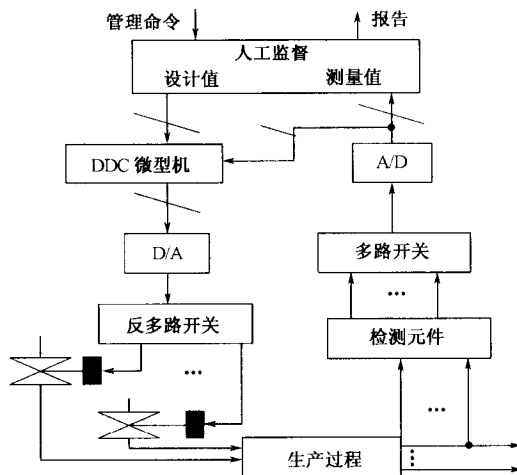


图 1-3 DDC 系统控制原理图

(2) 特点: 计算机直接参与控制, 系统经计算机构成了闭环。而在操作指导控制系统中, 是通过人工或别的装置来进行控制的, 计算机与对象未形成闭环, 给定值是预先设定好后送给或存入计算机内的, 在控制过程中不变化。

(3) 优点: 一台计算机可以取代多个模拟调节器, 它利用了计算机的分时能力。在不更换硬件的情况下, 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)。

2. 操作指导控制系统

操作指导控制系统又称数据处理系统 (Data Processing System, DPS)。

(1) 原理: 计算机的输出不直接用来控制生产对象, 而只是对系统过程参数进行收集、加工处理, 然后输出数据。操作人员根据这些数据进行必要的操作, 其原理图如图 1-4 所示。

在这种系统中, 每隔一定的时间, 计算机进行一次采样, 经 A/D 转换后送入计算机进行加工处理, 然后再进行报警、打印或显示操作。操作人员根据此结果进行设定值的改变或必要的操作。

(2) 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) 根据测量结果来改变设定值或者进行必要的操作。由于计算机的结果可以帮助并指导人的操作, 因此, 把这种系统称为操作指导系统。

(3) 优点: 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; 对大量数据集中进行综合加工处理, 可得到更精确的结果, 对指导生产过程有利; 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 来确定系统的数学模型、

控制规律和调试控制程序（DPS 属于计算机控制系统中特殊的一种类型）。

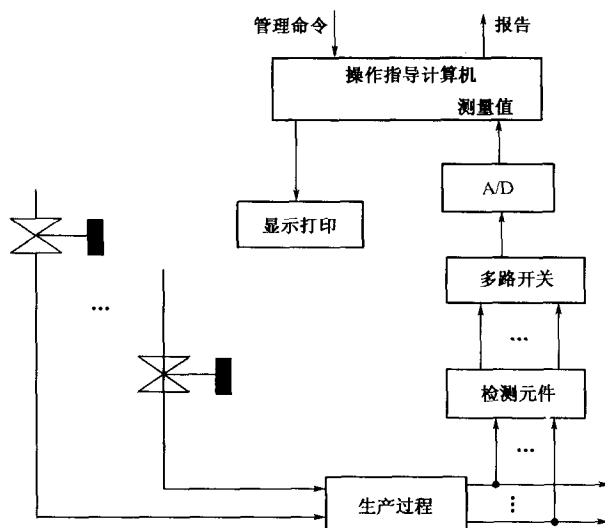


图 1-4 操作指导控制系统原理图

3. 计算机监督控制（Supervisory Computer Control, SCC）系统

（1）原理：在 DDC 系统中，用计算机代替模拟调节器进行控制。而在 SCC 系统中，则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后，送给模拟调节器或 DDC 计算机，并由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程，使生产过程处于最优工作状态。

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

① SCC+模拟调节器控制系统。在此系统中，SCC 对计算机的监督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进行计算后，把给定值输出到模拟调节器中。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中，以达到调节生产过程的目的。而一般的模拟系统是不能改变给定值的。因此，在系统技术改造时可充分利用原有的模拟调节器，同时又实现了最佳给定值控制，其原理图如图 1-5（a）所示。

② SCC+DDC 控制系统。其原理图如图 1-5（b）所示。系统为两级计算机控制系统。一级为监督级 SCC，其作用与 SCC+模拟调节器控制系统中的 SCC 一样，用来计算最佳给定值；而 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 转换器和反多路开关分别控制各个执行机构进行调节。与 SCC+模拟调节器控制系统相比，其控制规律可以改变，使用起来更加灵活，而且一台 DDC 可控制多个回路。该系统的特点是：给定值是计算得到的，以保证系统在最优工作状态下运行，因而又称其为设定值控制（Set Point Control, SPC）系统。而在 DDC 中，设定值是预先给定的，不随参数或命令的改变而改变。

（3）优点：该系统能根据工作状态的变化，改变给定值，以实现最优控制。SCC+模拟调节器法适合于老企业技术改造，既用上了原来的模拟调节器，又通过计算机实现了最佳给定值控制。SCC 有故障时，可用 DDC 或模拟调节器工作；或者 DDC 有故障时，用 SCC 代

替，故可靠性好。

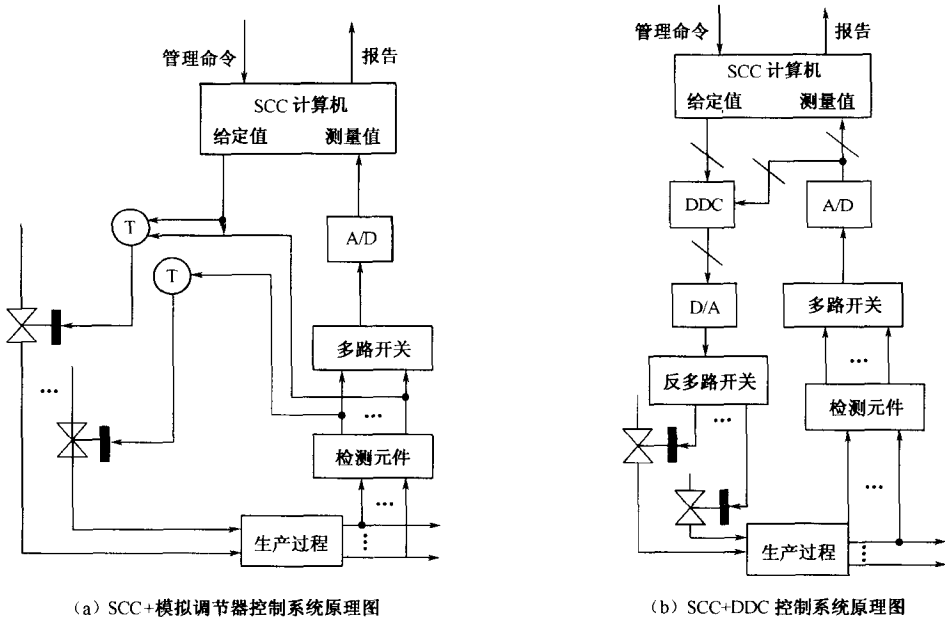


图 1-5 计算机监督控制系统原理图

4. 分布式控制系统

分布式控制系统 (Distributed Control System, DCS) 也称集散控制系统。由于生产过程复杂, 设备分布又很广, 其中各工序和设备同时并行地工作, 而且基本上是独立的, 系统比较复杂。然而, 随着计算机价格的不断下降, 人们越来越希望把原来使用中小型计算机的集中控制系统用分布式控制系统 (DCS) 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, 只有必要的信息才传送到上一级计算机或中央控制器中, 而大部分时间都是各个计算机并行地工作。分布式控制系统由分散过程控制级 (DDC)、计算机监督控制级 (SCC) 和综合信息管理级 (MIC) 组成, 如图 1-6 所示。

(1) 原理: 分散过程控制级是 DCS 的基础, 用于直接控制生产过程。它由各工作站组成, 每一个工作站分别完成数据采集、顺序控制或某一个被控制量的闭环控制等。分散过程控制级收集的数据供计算机监督控制级调用, 各工作站接收计算机监督控制级发送的信息, 并依此而工作。

(2) 特点: 分散过程控制级基本上属于 DDC 系统的形式, 但工作任务由各工作站来完成, 因此, 局部的故障不会影响整个系统的工作; 计算机监督控制级的任务是对生产过程进行监视与操作, 确定分散过程控制级最佳给定值, 它能全面地反映各工作站的情况, 本级的操作人员可以依此直接干预系统运行; 综合信息管理级根据计算机监督控制级提供的信息, 编制审核控制方案, 制定最优控制策略。

(3) 优点: 该系统通用性强、组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、调试方便、运行安全可靠, 能够适应工业生产过程的多种需要, 是目前国际上公认的最好的控制方式之一。