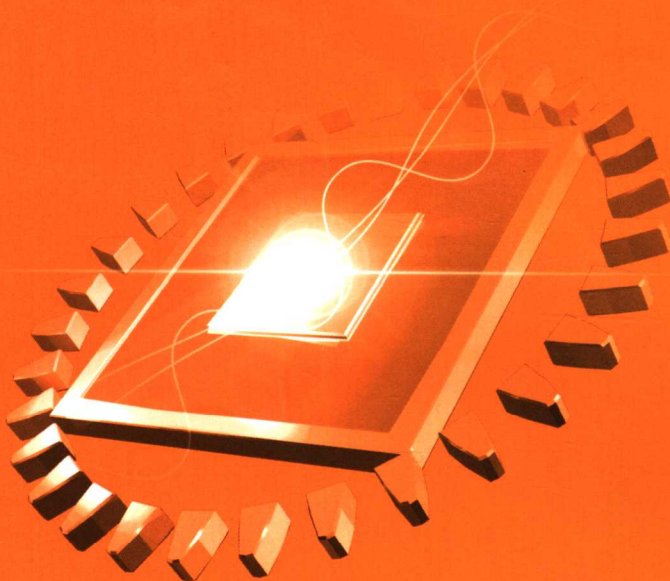




普通高等教育“十一五”国家级规划教材



21 世纪高等院校电气信息类系列教材

微型计算机控制技术

高国琴 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书从工程实际出发,以主流机型 PC 总线工业控制计算机为控制工具,并以 C 语言为编程语言,系统阐述了计算机控制系统的原理、设计及工程实现方法。内容包括:计算机控制系统的组成及典型形式;工业控制计算机的特点及 PC 总线标准;I/O 接口技术及 I/O 通道;数字控制器的模拟化设计方法;数字控制器的直接设计方法;现代控制技术;计算机控制系统应用软件设计;计算机控制系统设计的一般原则、步骤和实例;网络集成计算机控制系统。本书内容新颖,紧密联系工程实际,系统性和实用性强。

本书既可作为高等学校各类自动化、电子与电气工程、计算机应用、机电一体化等专业的教材,也可作为有关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机控制技术/高国琴等编著. —北京:机械工业出版社,2006.8

(21 世纪高等院校电气信息类系列教材)

ISBN 7-111-18979-5

I. 微... II. 高... III. 微型计算机—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 (2006) 第 035617 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划:胡毓坚

责任编辑:时 静

责任印制:洪汉军

北京汇林印务有限公司印刷

2006 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·13.25 印张·324 千字

0001—5000 册

定价:20.00 元

凡购本图书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话:(010)68326294

编辑热线:(010)88379839

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着科学技术的不断进步，整个国家自动化水平和信息化水平的长足发展，社会对电气信息类人才的需求日益迫切、要求也更加严格。在教育部颁布的“普通高等学校本科专业目录”中，电气信息类（Electrical and Information Science and Technology）包括电气工程及其自动化、自动化、电子信息工程、通信工程、计算机科学与技术、电子科学与技术、生物医学工程等子专业。这些子专业的人才培养对社会需求、经济发展都有着非常重要的意义。

在电气信息类专业及学科迅速发展的同时，也给高等教育工作带来了许多新课题和新任务。在此情况下，只有将新知识、新技术、新领域逐渐融合到教学、实践环节中去，才能培养出优秀的科技人才。为了配合高等院校教学的需要，机械工业出版社组织了这套“21世纪高等院校电气信息类系列教材”。

本套教材是在对电气信息类专业教育情况和教材情况调研与分析的基础上组织编写的，期间，与高等院校相关课程的主讲教师进行了广泛的交流和探讨，旨在构建体系完善、内容全面新颖、适合教学的专业教材。

本套教材涵盖多层面专业课程，定位准确，注重理论与实践、教学与教辅的结合，在语言描述上办求准确、清晰，适合各高等院校电气信息类专业学生使用。

机械工业出版社

前 言

随着微电子技术和计算机技术的发展,微型计算机已成为实现工业控制的重要工具。微型计算机控制技术是一门实用技术,它主要研究如何将计算机技术和自动控制理论应用于工业生产过程,并设计出所需要的计算机控制系统。“微型计算机控制技术”是我国高等学校各类自动化、电子与电气工程、计算机应用、机电一体化等专业的主干专业课程,同时也是用人单位十分关注、重点考核上述各专业学生的课程之一。

目前,这些专业所使用的同类教材,大部分以 Intel8086/8088 微型计算机为背景机,少部分以单片机为背景机,其中绝大部分教材的软件讲授采用汇编语言,大部分教材的硬件讲授仍然采用从芯片到系统的传统模式,与工程实际严重脱节。鉴于上述原因,并考虑到上述各专业“单片机原理及应用”一般单独设课,因此,本书以工业现场经常采用的工业控制计算机为背景机;其软件讲授采用实际工程开发所使用的 C 语言,同时介绍了一些常用的工业控制软件包;其硬件讲授采用基于 PC 总线形式,同时介绍了各种常用工业控制 I/O 接口模板,紧密联系了当前的工程实际。

全书共分十章。第 1 章主要介绍了计算机控制系统的概念、组成、典型形式、发展概况及趋势,还介绍了典型工业受控对象及实用计算机控制设备;第 2 章主要介绍工业控制计算机的主要特点及结构、PC 总线标准规范、PC 总线工控机的主要类型、主板及扩展板卡;第 3 章主要介绍 I/O 控制方式、I/O 接口设计及其常用工业控制 I/O 接口模板;第 4 章介绍数字控制器的模拟化设计,包括数字控制器的模拟化设计步骤、数字 PID 控制器的设计、改进及其参数整定;第 5 章介绍数字控制器的直接设计,包括数字控制器的直接设计步骤、最少拍快速有波纹系统设计、最少拍无波纹控制系统设计及大林控制算法;第 6 章介绍数字控制器的最优化设计、预测控制等现代计算机控制技术;第 7 章主要介绍计算机控制系统应用软件设计、常用采集/控制软件包及工业控制软件的发展趋势等;第 8 章从系统角度出发,介绍计算机控制系统设计的一般原则和步骤,并以温度控制为例,详细介绍了计算机控制系统的硬件及软件设计;第 9 章介绍计算机控制系统可靠性概念及提高硬件系统可靠性、软件系统可靠性的措施,还介绍了控制系统的故障自诊断;第 10 章简单介绍了网络集成计算机控制系统,包括计算机集散控制系统、现场总线控制系统及二者的比较。

本课程建议授课学时为 45~60 小时,实验学时为 10~20 小时,并要求先修 C 语言、微机原理及自动控制原理。

本书第 1、4、5 章由高国琴编写;第 3、8 章由盛占石编写;第 2、7 章由潘天红编写;第 6、9 章由方志明编写;第 10 章由张浩编写。全书由高国琴教授统稿,陆晶、牛雪梅绘制了部分图形。

感谢江苏大学领导对本书编写工作的大力支持,并衷心感谢所引用参考文献的各位作者。由于笔者水平有限,书中存在的错误和不妥之处,请读者提出宝贵意见。

作 者

目 录

出版说明

前言

第1章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统的概念	1
1.2 计算机控制系统的组成	2
1.2.1 计算机控制系统硬件	2
1.2.2 计算机控制系统软件	4
1.3 计算机控制系统的典型形式	5
1.3.1 操作指导控制系统	5
1.3.2 直接数字控制系统	5
1.3.3 监督控制系统	6
1.3.4 集散控制系统	7
1.3.5 现场总线控制系统	7
1.4 典型工业受控对象及其计算机控制系统	8
1.4.1 计算机过程控制系统	8
1.4.2 计算机运动控制系统	9
1.5 实用计算机控制设备介绍	10
1.6 计算机控制系统的发展概况及趋势	10
1.6.1 计算机控制系统的发展概况	10
1.6.2 计算机控制系统的发展趋势	14
1.7 习题	15
第2章 工业控制计算机	16
2.1 工控机的主要特点及结构	16
2.1.1 工控机的特点	16
2.1.2 工控机的结构	17
2.2 PC总线标准规范	18
2.2.1 概述	18
2.2.2 ISA总线标准	19
2.2.3 PCI总线标准	25
2.3 PC总线工控机主要类型、主板及扩展板卡	34
2.3.1 PC总线工业控制机主要类型	34
2.3.2 PC总线工业控制机主板	35
2.3.3 PC总线工业控制机I/O板卡	37
2.4 习题	37
第3章 I/O接口技术及I/O通道	38
3.1 概述	38
3.2 I/O控制方式	38
3.2.1 查询控制方式	38

3.2.2 中断控制方式	40
3.2.3 DMA 控制方式	41
3.3 I/O 接口设计	42
3.3.1 数字量 I/O 接口设计	42
3.3.2 模拟量输入接口设计	48
3.3.3 模拟量输出接口设计	54
3.3.4 脉冲量输入输出接口设计	57
3.4 工业控制 I/O 接口模板	58
3.5 习题	59
第 4 章 数字控制器的模拟化设计	60
4.1 数字控制器的模拟化设计步骤	60
4.2 数字 PID 控制器的设计	65
4.2.1 模拟 PID 调节器	65
4.2.2 数字 PID 控制器	65
4.3 数字 PID 控制器的改进	68
4.3.1 积分作用的改进	68
4.3.2 微分作用的改进	71
4.3.3 带死区的 PID 控制	72
4.3.4 自适应 PID 控制	73
4.3.5 模糊 PID 控制	74
4.4 数字 PID 控制器的参数整定	76
4.4.1 凑试法确定 PID 参数	77
4.4.2 实验经验法确定 PID 参数	78
4.4.3 自整定 PID 方法	80
4.4.4 按二阶工程设计法设计数字控制器	81
4.5 习题	84
第 5 章 数字控制器的直接设计	86
5.1 数字控制器的直接设计步骤	86
5.2 最少拍无差系统的设计	87
5.2.1 典型输入下最少拍控制系统的设计分析	87
5.2.2 最少拍快速有波纹系统设计的一般方法	93
5.2.3 最少拍无波纹控制系统设计	96
5.2.4 最少拍控制系统的局限性	99
5.3 达林控制算法	101
5.3.1 达林算法的数字控制器设计	102
5.3.2 振铃现象及其抑制	105
5.4 习题	107
第 6 章 现代控制技术	110
6.1 数字控制器的最优化设计	110
6.1.1 状态反馈设计法	110
6.1.2 状态观测器设计法	112

6.2 预测控制	114
6.2.1 动态矩阵控制的原理及算法	114
6.2.2 模型算法控制的原理及算法	116
6.2.3 应用实例	119
6.3 习题	121
第7章 计算机控制系统应用软件	122
7.1 计算机控制系统软件概述	122
7.1.1 基本功能	122
7.1.2 应用程序设计步骤	123
7.1.3 程序设计方法	124
7.1.4 程序设计语言选择	126
7.2 常用控制程序设计	126
7.2.1 报警程序设计	126
7.2.2 数字滤波程序设计	128
7.2.3 线性化处理程序设计	138
7.2.4 标度变换程序设计	140
7.2.5 PID算法程序设计	142
7.3 工业控制系统中的采集/控制软件	147
7.3.1 概述	147
7.3.2 实时工业控制软件包 FIX	147
7.3.3 MCGS组态软件	149
7.4 工业控制软件的发展趋势	151
7.5 习题	151
第8章 计算机控制系统设计	153
8.1 控制系统设计的一般原则和步骤	153
8.1.1 系统设计的原则	153
8.1.2 系统设计的步骤	154
8.2 微型计算机温度控制系统设计	157
8.2.1 温度控制系统的硬件设计	157
8.2.2 温度控制系统的软件设计	160
8.3 习题	165
第9章 计算机控制系统的可靠性	166
9.1 计算机控制系统可靠性的基本概念	166
9.1.1 衡量可靠性的几个主要标准	166
9.1.2 控制系统可靠性分析	167
9.1.3 计算机控制系统故障产生的主要原因及干扰	168
9.2 硬件系统可靠性的提高	170
9.2.1 硬件的正确选用	170
9.2.2 简化系统结构	171
9.2.3 冗余设计	171
9.2.4 电磁干扰的屏蔽与消除	174

9.3 软件系统可靠性的提高	178
9.3.1 软件故障产生的主要原因与特点	178
9.3.2 提高软件系统可靠性的措施	178
9.4 控制系统的故障自诊断	180
9.4.1 故障自诊断方法简介	180
9.4.2 计算机控制系统在线故障自诊断的方法	181
9.5 习题	182
第 10 章 网络集成计算机控制系统	183
10.1 集散控制系统简介	183
10.1.1 DCS 概述	183
10.1.2 DCS 的分散过程控制级	184
10.1.3 DCS 的集中操作管理级	185
10.1.4 DCS 的综合信息管理级	185
10.1.5 DCS 的数据通信	185
10.1.6 DCS 构成实例	186
10.2 现场总线控制系统简介	189
10.2.1 现场总线概述	189
10.2.2 现场总线的发展背景与趋势	190
10.2.3 现场总线标准	192
10.2.4 现场总线控制系统	193
10.2.5 现场总线对 DCS 结构的影响	194
10.3 FCS 与 DCS 的比较	196
10.4 习题	196
附录 采样系统的 Z 变换	197
参考文献	202

第1章 计算机控制系统概述

计算机控制系统是自动控制技术和计算机技术相结合的产物。控制理论特别是现代控制理论的发展给自动控制系统增添了理论工具,而计算机技术的发展为新型控制规律的实现以及高性能控制系统的构造提供了物质手段。两者的结合极大地提高了生产过程的自动化程度和系统的可靠性。同时,计算机控制系统在各领域的应用实践中所提出来的一系列理论与工程上的问题,又进一步促进了控制理论和计算机技术的发展。

计算机控制系统的应用领域非常广泛,不但是国防、航空航天等高精尖学科必不可少的组成部分,而且在现代化的工、农、医等领域也发挥着非常重要的作用。例如,通信卫星的姿态控制、电气传动装置的控制,以及数控机床、工业机器人、智能温室和医疗设备的控制等。随着计算机技术、高级控制策略、现场总线智能仪表和网络技术的发展,计算机控制技术水平必将大大提高。

本章主要介绍计算机控制系统的概念、组成、典型形式、典型工业对象和实用计算机控制设备,最后介绍计算机控制系统的发展概况及趋势。

1.1 计算机控制系统的概念

计算机控制系统是利用计算机(通常称为工业控制计算机,简称工控机)来实现生产过程自动控制的系统,它由控制计算机本体(包括硬件、软件和网络结构)和受控对象两大部分组成。

工业生产中的自动控制系统随控制对象、控制算法和采用的控制器结构的不同而有所差别。其结构形式一般分为闭环系统和开环系统两种。

图 1-1a 即控制系统的闭环负反馈结构形式,它是自动控制的基本形式。图中,系统通过测量传感器对被控对象的被控参数(如温度、压力、流量、液位、位置及速度等物理量)进行测量,再由变送单元将这些量变换成一定形式的电信号,反馈给控制器。控制器将反馈信号对应的工程量与系统给定的设定值工程量比较,并依据比较的误差产生控制信号来驱动执行机构进行工作,使被控参数的值与给定值保持一致。

图 1-1b 是控制系统的另一种结构形式,即开环控制形式,它与闭环形式的控制系统的区别在于:它不需要控制对象的反馈信号,是直接根据给定信号去控制被控对象工作的。这种系统本质上不会自动消除被控参数与给定值的误差,其控制结构简单,但性能较差,常用在一些要求不高的控制场合。

自动控制系统的各个环节中,控制器是最重要的部分,决定控制系统的性能和应用范围。

如果把图 1-1 中的控制器用计算机系统代替,就构成计算机控制系统,其基本框图如图 1-2 所示。计算机控制系统在结构上,与一般自动控制系统一样,同样分为开环系统和闭环系统两种。

控制系统中引进计算机,可以充分运用计算机强大的运算、逻辑判断和记忆等功能。只要

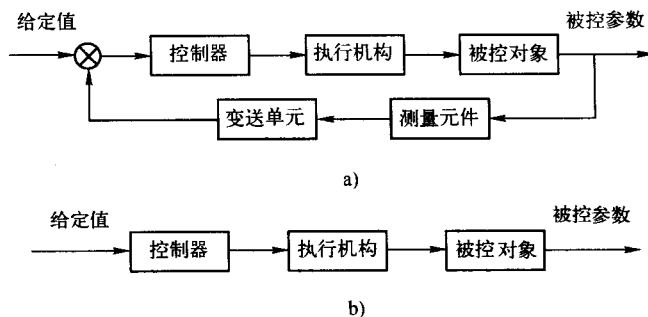


图 1-1 控制系统的一般形式
a) 闭环控制系统框图 b) 开环控制系统框图

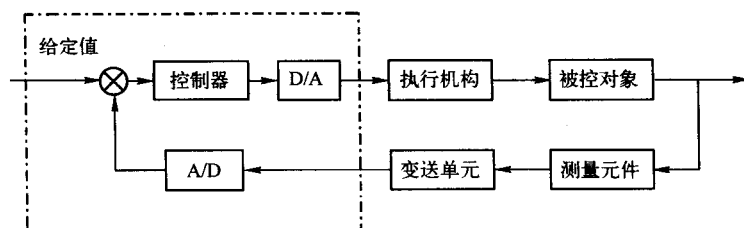


图 1-2 计算机控制系统基本框图

运用微处理器的各种指令,就能编出符合某种控制规律的程序。微处理器执行该程序,就能实现对被控参数的控制。

在计算机控制系统中,计算机处理的输入和输出信号都只能是数字信号。因此,需要有将模拟信号转换为数字信号的模/数(A/D)转换器,以及将数字控制信号转换为模拟输出信号的数/模(D/A)转换器。

上述计算机控制系统中,生产过程和计算机直接连接并受计算机控制,这样的方式称“在线方式”或“联机方式”。如生产过程不和计算机相连,不受计算机直接控制,而是靠人进行联系并作相应操作的方式,称为“离线方式”或“脱机方式”。

如果计算机能够在工艺要求的时间范围内及时对被控参数进行测量、计算和控制输出,则称为实时控制。

实时的概念不能脱离具体过程,一个在线的系统不一定是实时系统,但一个实时控制系统必定是在线系统。

1.2 计算机控制系统的组成

典型计算机控制系统的组成可用图 1-3 示意,它可分为硬件和软件两大部分。

1.2.1 计算机控制系统硬件

计算机控制系统硬件一般包括:计算机主机、输入输出(I/O)接口、I/O 通道、传感器及变送器、执行机构、人机联系设备(如键盘和显示器)、网络通信接口和电源等。它们通过微处理器的系统总线(地址总线、数据总线和控制总线)构成一个完整的系统。

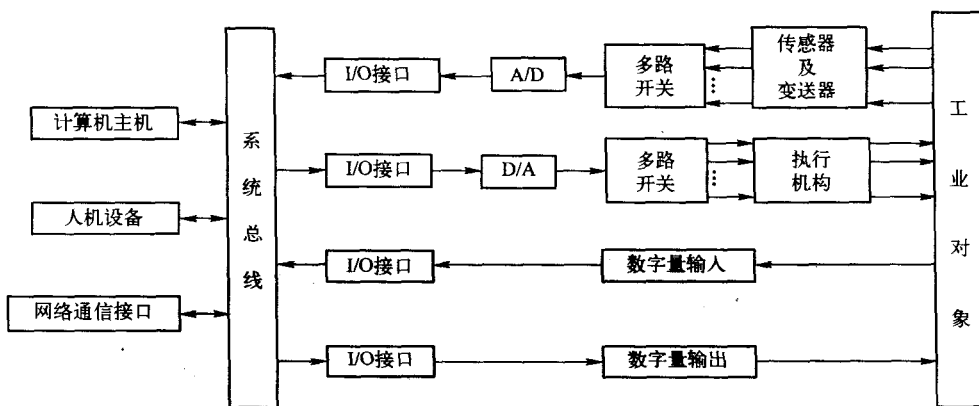


图 1-3 典型计算机控制系统组成框图

1. 计算机主机

主机由 CPU 和存储器构成。它通过由过程输入通道发送来的工业对象的生产工况参数,按照人们预先安排的程序,自动地进行信息的处理、分析和计算,并作出相应的控制决策或调节,以信息的形式通过输出通道,及时发出控制命令。

2. 输入输出通道

计算机的输入输出通道,又称过程通道。为了实现计算机对生产过程的控制,必须在计算机和生产过程之间设置信息的传递和变换的连接通道,这就是过程输入输出通道。过程通道一般可分为:模拟量输入通道、模拟量输出通道、数字量输入通道、数字量输出通道。模拟量 I/O 通道的作用是,一方面将经由传感器得到的工业对象的生产过程参数转换成二进制代码传送给计算机;另一方面将计算机输出的数字控制量变换为控制操作执行机构的模拟信号,以实现对生产过程的控制。数字量通道的作用是,除完成编码数字输入输出外,还可将各种继电器、限位开关等的状态通过输入接口传送给计算机,或将计算机发出的开关动作逻辑信号经由输出接口传送给生产机械中的各个电子开关或电磁开关。

3. 传感器、变送器及执行机构

传感器的主要功能是将检测到的非电学量参数转变成电学量,如热电偶把温度变成电压信号,压力传感器把压力变成电信号等。

变送器的作用是将传感器得到的电信号转变成适合于计算机接口使用的标准的电信号(如 DC 0~10 mA)。

为了控制生产过程,还需有执行机构。常用的执行机构有各种电动、液动、气动开关,电液伺服阀,交、直流电动机,步进电动机等。

4. I/O 接口

过程通道是不能直接由主机控制的,必须由“I/O 接口”来传送相应的信息和命令。常用的 I/O 接口有并行接口、串行接口等。

5. 人机联系设备

操作台是人机对话的联系纽带。计算机向生产过程的操作人员显示系统运行状态,发出报警信号,生产过程的操作人员通过操作台向计算机输入和修改控制参数,发出各种操作命令;程序员使用操作台检查程序;维修人员利用操作台判断故障等。

计算机控制系统的运行操作台示例如图 1-4 所示,它应该具备如下功能:

- 要有屏幕或数字显示器,以显示过程参数、状态、画面和报警。
- 要有一组简单功能键进行控制操作。
- 要有一组数字键进行数据操作。
- 采用硬保护和软保护措施,保证键盘的误操作不致引起严重的后果。



图 1-4 运行操作台示例

6. 通用外围设备

通用外围设备主要是为了扩大计算机主机的功能而配置的。它们用来显示、存储、打印、记录各种数据。常用通用外围设备有:打印机、记录仪、图形显示器(CRT)、软盘、硬盘及外存储器等。

7. 网络通信接口

对于复杂的生产过程,通过网络通信接口,计算机控制系统可构成网络集成式计算机控制系统。系统采用多台计算机分别执行不同的控制功能,既能同时控制分布在不同区域的多台设备,同时又能实现管理功能。

1.2.2 计算机控制系统软件

计算机控制系统的硬件只是控制系统的躯体,还必须要有相应的软件才能构成完整的控制系统。软件是指能够完成各种功能的计算机控制系统的程序系统。它是系统的神经中枢,整个系统的动作都是在软件的协调指挥下进行工作的。

从功能区分,软件可分为系统软件和应用软件。

- 系统软件是指为提高计算机使用效率,扩大功能,为用户使用、维护和管理计算机提供方便的程序的总称。系统软件通常包括操作系统、语言加工系统、数据库系统、通信网络软件和诊断系统。操作系统如 DOS、Windows、Windows NT、UNIX 等。语言加工软件如汇编、编译软件等。系统软件具有一定的通用性,一般由计算机制造厂商提供,控

制系统设计人员只要掌握其使用方法。

- 应用软件是控制系统设计人员根据要解决的某一具体生产过程而编写的各种控制和管理程序,比如各种数据采集、滤波程序、控制量计算程序、生产过程监控程序等。目前,控制系统编程所采用的主流语言是面向对象的 VC 和 VB 等,采用的主要技术有 OLE, DDE, ActiveX 及 OPC 等。应用软件的编写涉及生产工艺、控制理论、控制设备等相关领域的知识,一般由控制系统设计人员自行编制或根据具体情况在商品化软件的基础上自行组态。应用软件的优劣,对控制系统的功能和性能有着很大的影响。

1.3 计算机控制系统的典型形式

计算机控制系统所采用的形式与它所控制的生产过程的复杂程度密切相关,不同的被控对象和不同的控制要求,应有不同的控制方案。计算机控制系统大致可分为以下几种典型形式。

1.3.1 操作指导控制系统

操作指导控制系统的构成如图 1-5 所示。该系统不仅具有数据采集和处理的功能,而且能够为操作人员提供反映生产过程工况的各种数据,并相应地给出操作指导信息,供操作人员参考。

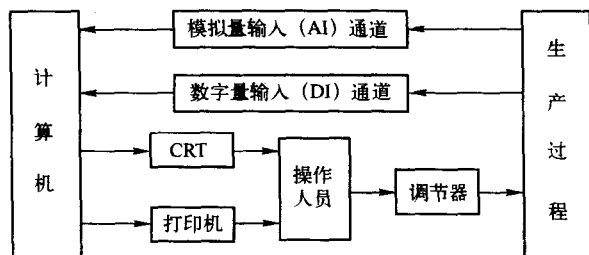


图 1-5 操作指导控制系统

该控制系统属于开环控制结构。计算机根据一定的控制算法(数学模型),依赖测量元件测得的信号数据,计算出供操作人员选择的最优操作条件及操作方案。操作人员根据计算机的输出信息,如 CRT 显示图形或数据、打印机输出等去改变调节器的给定值或直接操作执行机构。

操作指导控制系统的优点是结构简单,控制灵活和安全。缺点是要由人工操作,速度受到限制,不能控制多个对象。

1.3.2 直接数字控制系统

直接数字控制(Direct Digital Control,简称 DDC)系统的构成如图 1-6 所示。计算机首先通过模拟量输入通道(AI)和开关量输入通道(DI)实时采集数据,然后按照一定的控制规律进行计算,最后发出控制信息,并通过模拟量输出通道(AO)和数字量输出通道(DO)直接控制生产过程。DDC 系统属于计算机闭环控制系统,是计算机在工业生产过程中最普遍的一种应用方式。

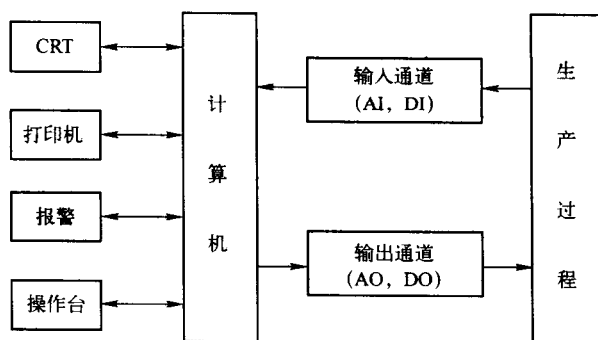


图 1-6 直接数字控制系统

由于 DDC 系统中的计算机直接承担控制任务,所以要求实时性好、可靠性高和适应性强。为了充分发挥计算机的利用率,一台计算机通常要控制几个或几十个回路,那就要合理地设计应用软件,使之不失时机地完成所有功能。

1.3.3 监督控制系统

监督控制(Supervisory Computer Control,简称 SCC)中,计算机根据原始工艺信息和其他参数,按照描述生产过程的数学模型或其他方法,自动地改变模拟调节器或以直接数字控制方式工作的微型机中的给定值,从而使生产过程始终处于最优工况(如保持高质量、高效率、低消耗、低成本等)。从这个角度上说,它的作用是改变给定值,所以又称设定值控制(Set Point Control,简称 SPC)。监督控制系统有两种不同的结构形式,如图 1-7 所示。

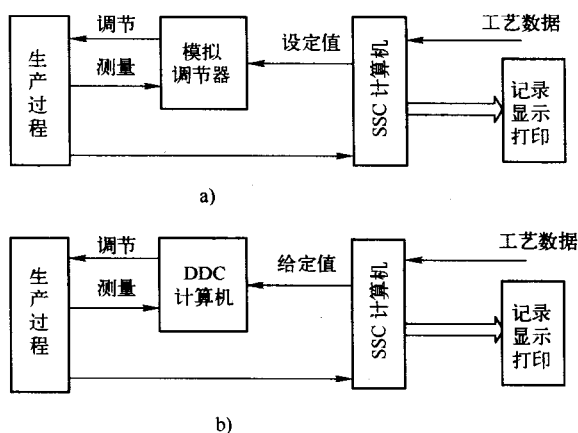


图 1-7 监督控制系统的两种结构形式
a) SCC+模拟调节器系统 b) SCC+DDC 系统

(1) SCC 加上模拟调节器的控制系统。该系统是由微型机系统对各物理量进行巡回检测,并按一定的数学模型,对生产工况进行分析、计算后得出控制对象各参数最优给定值,送给调节器,使工况保持在最优状态。当 SCC 微型机出现故障时,可由模拟调节器独立完成操作。

(2) SCC 加上 DDC 的分级控制系统。这实际上是一个二级控制系统,SCC 可采用高档微型机,它与 DDC 之间通过接口进行信息联系。SCC 微型机可完成工段、车间高一级的最优化分析和计算,并给出最优给定值,送给 DDC 级执行过程控制。当 DDC 级微型机出现故障时,可由 SCC 微型机完成 DDC 的控制功能,这提高了系统的可靠性。

1.3.4 集散控制系统

集散控制系统 (Distributed Control System, 简称 DCS), 采用分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调的设计原则, 把系统从上到下分为分散过程控制级、集中操作监控级、综合信息管理级, 形成分级分布式控制, 其结构如图 1-8 所示。

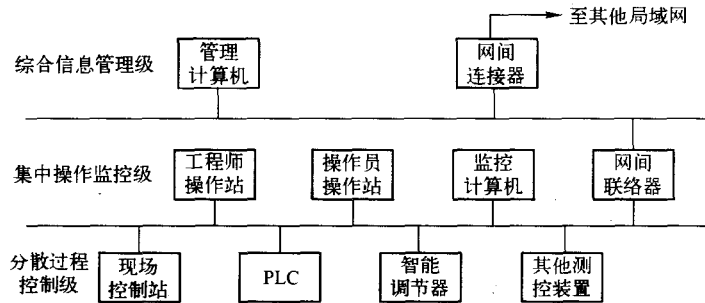


图 1-8 集散控制系统

1.3.5 现场总线控制系统

现场总线控制系统 (Fieldbus Control System, 简称 FCS) 是新一代分布式控制结构。20 世纪 80 年代发展起来的 DCS, 其结构模式为: “操作站—控制站—现场仪表” 三层结构, 系统成本较高, 而且各厂商的 DCS 有各自的标准, 不能互联。FCS 与 DCS 不同, 它的结构模式为: “工作站—现场总线智能仪表” 二层结构, FCS 用二层结构完成了 DCS 中的三层结构功能, 降低了成本, 提高了可靠性。目前, 世界上出现多种现场总线的企业、集团或国家标准。长期以来, 统一现场总线标准显得十分困难, 其一是技术原因, 其二是商业利益。2000 年 1 月 4 日, 国际电工委员会 IEC 投票通过了现场总线 IEC61158 国际标准。IEC61158 协议包括 7 种有影响的现场总线技术, 形成了多总线并存的局面。

FCS 的体系结构如图 1-9 所示, 它由三层网络组成。最下一层为低速现场总线 Fieldbus H_1 连成的控制网络 CNET, 中间一层为高速现场总线 Fieldbus H_2 连成的系统网络 SNET, 最上一层为普通商用管理网络 MNET。最底层的 H_1 现场总线连接着各类现场智能仪表, 包括压力变送器、温度变送器、流量测量仪表及调节阀等。低速现场总线 Fieldbus H_1 通过耦合器连到高速现场总线 Fieldbus H_2 上, 作为 H_2 总线的节点。对 FCS 进行管理和运行控制的工程师站和操作员站作为 H_2 总线的节点, 也连接到 FCS 的 H_2 总线上。在图 1-9 所示的 FCS 中, PLC 和 DCS 通过接口单元作为高速现场总线的节点挂接到 H_2 总线上。此外, FCS 还通过网关接到上层管理网上。

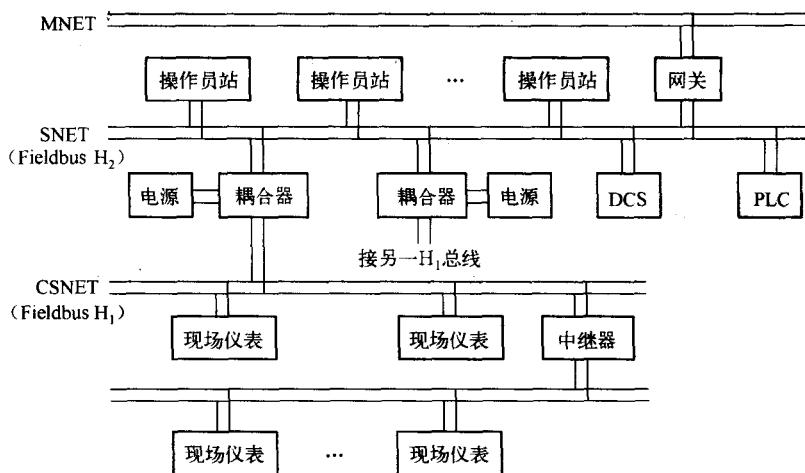


图 1-9 现场总线控制系统

1.4 典型工业受控对象及其计算机控制系统

从控制目标狭义区分,典型工业受控对象可分为过程控制对象及运动控制对象,采用计算机控制时,相应构成计算机过程控制系统或计算机运动控制系统。

1.4.1 计算机过程控制系统

用计算机对温度、压力、流量、液位、速度等过程参数进行测量与控制的系统称为计算机过程控制系统。

图 1-10 介绍了工业炉计算机控制的典型情况,其燃料为燃料油或者煤气。该系统的控制参数为燃料和空气的比值、炉温、炉膛压力、炉子的热效率等。

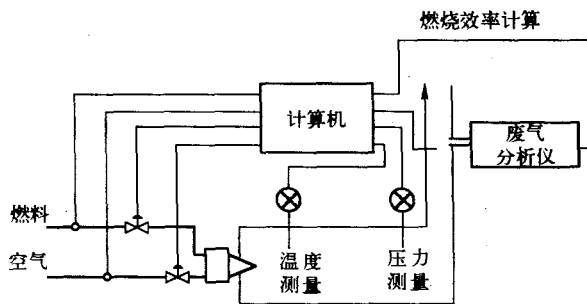


图 1-10 工业炉计算机控制

为了保证燃料在炉膛内正常燃烧,必须保持燃料和空气的比值恒定,以防止空气太多时,过剩空气带走大量热量;同时防止当空气太少时,由于燃料燃烧不完全而产生一氧化碳和碳黑。

为了保持所需的炉温,将测得的炉温送入数字计算机计算,进而控制燃料和空气阀门的开度。

为了保持炉膛压力恒定,避免在压力过低时从炉墙的缝隙处吸入大量过剩空气,或在压力过高时大量燃料通过缝隙逸出炉外,该系统还采用了压力控制回路。测得的炉膛压力送入计算机,进而控制烟道出口挡板的开度。

为了提高炉子的热效率,系统还需对炉子排出的废气进行分析,一般是用氧化锆传感器测量烟气中的微量氧,通过计算而得出其热效率,并用以指导燃烧调节。

1.4.2 计算机运动控制系统

运动控制系统是近 10 多年来在国际上流行的一个技术术语,运动控制通常是指在复杂条件下,将预定的控制方案、规划指令转变成期望的机械运动。运动控制系统使被控机械运动实现精确的位置控制、速度控制、加速度控制、转矩或力的控制,以及这些被控机械量的综合控制。目前,电力电子技术的进步、微机技术的应用和新型控制策略的出现,正改变着运动控制的面貌。典型的运动控制系统有运输机械、数控机床及机器人等。

一个完整的以电力为动力,以位置控制为目的的计算机运动控制系统的结构如图 1-11 所示。

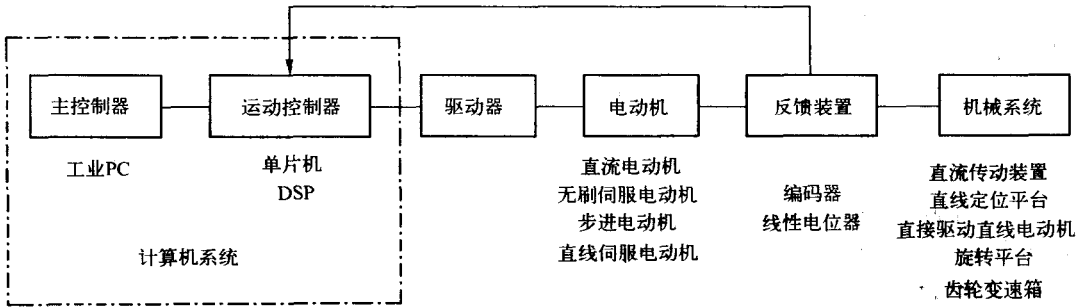


图 1-11 计算机运动控制系统结构

在图 1-11 中,电能通过电动机提供原始的运动,使机械系统能产生运动。不同的电动机为了实现复杂的运动规律,一般需要通过基于电力电子技术的驱动器,将控制器发出的命令信号转变为电动机的有效驱动电流。

反馈装置利用传感器及其信号处理电路,从运动控制系统中提取运动参数信息,这些信息可提供给控制器,为控制器的控制策略提供依据。

机械系统及其工作对象是电动机的负载,如一般工业系统中的风机、水泵及流体,轧机中的传送机构,轧辊和轧制中的钢材,机床中的主轴、刀架和工件,机械手和机器人的手臂、行走机构和施力对象等。作为电动机的负载,它们不仅包括机械系统的工作部分(如刀具和工件),也包括机械系统中的机械传动链(如齿轮箱、传动带和滚珠丝杠)。这些机械装置由于其力学特性对系统的影响,在对运动控制系统进行的完整的系统分析中是不可忽略的组成部分。

控制器按照期望的机械运动向电动机的实际动作发出指令,运动控制系统一般通过它形成闭环,在它的控制下,整个系统按照一定的性能指标实现期望运动。

运动控制器的控制目标取决于处于上级地位的提供者提供的指令,这些指令在恒速系统中是速度给定值,在伺服系统(又称随动系统)中可以是速度—时间曲线,也可以是一条定位指