



21 世纪精品教材系列

# 计算机控制技术

J I S U A N J I K O N G Z H I J I S H U

主编◎杨杰 陈木朝

 吉林大学出版社

21 世纪精品教材系列

# 计算机控制技术

主 编 杨 杰  
副主编 胡光夏 季 峰 周兰兰  
主 审 虞 沧

 吉林大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术 / 杨杰主编. — 长春 :  
吉林大学出版社, 2015. 1  
ISBN 978-7-5677-3084-7

I. ①计… II. ①杨… III. ①计算机控制  
IV. ①TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 018758 号

书 名: 计算机控制技术  
作 者: 杨杰 主编

责任编辑、责任校对: 刘守秀  
吉林大学出版社出版、发行  
开本: 787×1092 毫米 1/16  
印张: 15 字数: 290 千字  
ISBN 978-7-5677-3084-7

封面设计: 可可工作室  
北京楠海印刷厂 印刷  
2015 年 1 月 第 1 版  
2015 年 1 月 第 1 次印刷  
定价: 33.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 501 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-89580028/29

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: [jlup@mail.jlu.edu.cn](mailto:jlup@mail.jlu.edu.cn)

# 前 言

目前,计算机控制技术在人们的日常生活、工农业生产和国防建设等领域得到了飞速的发展。

大到非常复杂的控制系统,小到各种微型控制设备,计算机控制技术在其中均起着越来越重要的作用。计算机控制技术的相关知识不仅是电气信息类专业学生知识结构的主要部分之一,同时也已经成为工科其他各专业学生常用的必备知识。

为了更好地完成计算机控制技术类课程的教学任务,在参考了自动化专业知识领域的基本要求后,编者编写了本教材。该课程的教学可以由各校教师根据教学标准的要求在 50~70 学时调整实施。

本书作者力求将复杂的技术问题按照学生容易理解的方式叙述,强调工程应用,充实和扩展了一些现代工业控制中的新方法和新理论,注意加强解决工程实际问题基本方法的介绍。

本书是以计算机为控制工具,较深入地介绍计算机控制系统的基本知识和基本应用技术。全书共分十章:第一章介绍计算机控制系统的一些基本概念:计算机控制系统的组成、特点;计算机控制系统的分类;计算机控制理论及计算机控制系统的发展。第二章介绍计算机控制系统的过程通道与接地、电源、信号的采样与重构以及数字滤波等基本知识。第三章介绍计算机控制系统的数学基础,包括差分方程、 $z$  变换理论、脉冲传递函数。第四章介绍计算机控制系统数据采集和分析,包括系统测量数据的滤波算法、数据的处理、连续信号的采样与离散化处理。第五章介绍数字 PID 控制的基本原理、对标准 PID 算法的改进、PID 参数的整定及 PID 算法在西门子 STEP7 软件中的实现。第六章介绍解析设计方法范畴的最小拍控制设计方法以及最小拍控制设计方法的工程化改进与应用,数字控制器的程序实现方法等内容。第七章针对具有大延迟的系统讨论在闭环系统利用 Smith 预估补偿和 Dahlin 算法解决纯延迟时如何改进和提高系统的控制质量问题,并介绍一些先进的控制方案。第八章介绍工业控制领域常用的触摸屏的基本工作原理、触摸屏的组成、组态软件的发展,并专门介绍了 MCGS 和 WinCC 组态软件。第九章叙述计算机控制系统设计的基本要求、方法以及设计步骤,分析应用系统开发的一般过程,介绍了工业控制中如何提高系统的可靠性和抗干扰的措施。第十章通过两个实例,分别介绍一种典型的慢过程计算机控制系统各个环节的构建和一种快过程计算机控制系统各个环节的构建方法。

本书立足于基础性、实用性和先进性,从系统的概念出发讲述各部分内容,尽量用易于理解的方式和语言阐述问题。每一章后面都给出了一定的习题,其中部分习题需要学生自己通过网络方式查找,可以有效提高学生通过网络自学的能力。

学习本书一般需要具备以下背景知识:连续控制系统理论的基本知识;微机原理和微机接口技术的基本知识等。后续或平行课程可以有“控制系统数字仿真”“过程控制系统”“可编程控制器原理”等。

本书由武汉职业技术学院电子信息工程学院杨杰老师担任主编,武汉职业技术学院沧老师担任主审。武汉职业技术学院电子信息工程学院胡光夏老师、季峰老师和武钢通信公司周兰兰工程师担任副主编,其中杨杰老师编写第一、四、五、六、七章;胡光夏老师编写第二、三章;季峰老师编写第八章;周兰兰编写第九章和第十章。

由于编者水平有限,书中不当和错误之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正。

编 者  
2014 年 12 月



# 目 录

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 第一章 计算机控制系统概述 .....         | (1)   |
| 第一节 计算机控制系统简介 .....         | (1)   |
| 第二节 计算机控制系统的分类 .....        | (7)   |
| 第三节 计算机控制理论 .....           | (12)  |
| 第四节 计算机控制系统应用实例 .....       | (14)  |
| 第五节 计算机控制的发展前景 .....        | (16)  |
| 第二章 工业控制器简介 .....           | (20)  |
| 第一节 工业控制机的特点 .....          | (20)  |
| 第二节 工业控制机分类 .....           | (21)  |
| 第三节 总线 .....                | (22)  |
| 第四节 计算机控制系统总线 .....         | (24)  |
| 第五节 现场总线(Fieldbus) .....    | (29)  |
| 第六节 IPC 的基本组成 .....         | (40)  |
| 第七节 可编程控制器 PLC .....        | (42)  |
| 第八节 单片机 .....               | (44)  |
| 第九节 数字控制器 .....             | (45)  |
| 第三章 计算机控制系统的硬件设计技术 .....    | (48)  |
| 第一节 开关量输入 .....             | (48)  |
| 第二节 开关量输出 .....             | (52)  |
| 第三节 模拟量输入 .....             | (55)  |
| 第四节 模拟量输出 .....             | (65)  |
| 第五节 工业计算机 I/O 模板 .....      | (67)  |
| 第六节 计算机控制系统中的电源 .....       | (70)  |
| 第七节 应用实例 .....              | (77)  |
| 第四章 计算机控制系统的数据处理 .....      | (79)  |
| 第一节 数字滤波 .....              | (79)  |
| 第二节 数据处理 .....              | (83)  |
| 第三节 采样与量化 .....             | (89)  |
| 第五章 计算机控制的 PID 控制设计方法 ..... | (98)  |
| 第一节 标准 PID 控制 .....         | (98)  |
| 第二节 标准 PID 算法的改进 .....      | (103) |



|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 第三节 数字 PID 参数的选择 .....         | (107) |
| 第四节 数字 PID 控制的工程实现 .....       | (113) |
| 第五节 S7-300/400 PID 功能模块 .....  | (117) |
| 第六章 计算机控制的直接设计方法 .....         | (124) |
| 第一节 直接设计方法的基本原理 .....          | (124) |
| 第二节 最小拍控制器的设计方法 .....          | (125) |
| 第三节 最小拍控制器的工程化改进 .....         | (131) |
| 第四节 数字控制器的程序实现 .....           | (137) |
| 第七章 计算机控制的复杂设计方法 .....         | (145) |
| 第一节 补偿纯迟延的常规控制 .....           | (145) |
| 第二节 Smith 预估补偿控制 .....         | (147) |
| 第三节 Dahlin 算法 .....            | (152) |
| 第四节 先进控制方案 .....               | (158) |
| 第八章 触摸屏与组态软件 .....             | (170) |
| 第一节 触摸屏 .....                  | (170) |
| 第二节 组态软件 .....                 | (175) |
| 第三节 组态软件 MCGS 和 WinCC 介绍 ..... | (184) |
| 第九章 计算机控制系统的设计 .....           | (194) |
| 第一节 计算机控制系统设计的基本要求和特点 .....    | (194) |
| 第二节 计算机控制系统的可靠性与抗干扰技术 .....    | (202) |
| 第十章 计算机控制系统应用实例 .....          | (211) |
| 第一节 电阻炉温度控制系统 .....            | (211) |
| 第二节 随动控制系统 .....               | (223) |
| 参考文献 .....                     | (234) |



# 第一章 计算机控制系统概述

工业控制是计算机的一个重要应用领域,计算机控制正是为了适应这一领域的需要而发展起来的一门专业技术,它主要研究如何将计算机技术、通信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。

控制理论、电子技术、计算机技术、软件技术和网络通信技术的不断飞速发展,为计算机控制的发展和应用提供了必需的技术条件。计算机控制系统可以完成常规控制方法不能完成的控制任务,满足现代工业及其他领域对控制指标和系统可靠性更高更复杂的要求,而且使用户的操作和维护更加方便。

本章主要介绍计算机控制系统的概念、结构和组成,计算机控制系统的分类,计算机控制理论,计算机控制系统的发展前景等基本概念。



## 第一节 计算机控制系统简介

计算机控制系统(Computer Control System,简称 CCS)是应用计算机参与控制并借助一些辅助部件与被控对象相联系,以获得一定控制目的而构成的系统。这里的计算机通常指数字计算机,可以有各种规模,如从微型到大型的通用或专用计算机。辅助部件主要指输入输出接口、检测装置和执行装置等。与被控对象的联系和部件间的联系,可以有线方式,如通过电缆的模拟信号或数字信号进行联系;也可以是无线方式,如用红外线、微波、无线电波、光波等进行联系。被控对象的范围很广,包括各行各业的生产过程、机械装置、交通工具、机器人、实验装置、仪器仪表、家庭生活设施、家用电器和儿童玩具等。控制目的可以是使被控对象的状态或运动过程达到某种要求,也可以是达到某种最优化目标。

### 一、计算机控制系统的发展

在生产过程中采用数字计算机的思想出现在 20 世纪 50 年代中期,1956 年 3 月,美国 TRW 航空公司与美国德克萨斯州的一个炼油厂合作,进行计算机控制的研究,他们设计出了一个利用计算机控制实现反应器供料最佳分配,根据催化剂活性测量结果来控制热水的流量以及确定最优循环的系统。

这项具有跨时代意义的工作为计算机控制技术的发展奠定了基础。从此,计算机控制技术迅速发展,并被各行各业广泛应用。伴随着计算机技术的飞速发展,计算机控制技术也



紧随其后,迅猛地发展起来,其发展过程大致可以分为四个阶段。

#### (1) 开创时期(1952—1962 年)

1952 年开始把计算机用于生产过程,实现了自动测量和数据处理,为操作人员提供了对管理有用的信息。1954 年用计算机构成了开环控制系统,能够帮助操作人员对一部分被控参量进行调节。1957 年采用计算机构成闭环控制系统,最初应用于石油蒸馏过程的调节;一年后,又在—个电站和—个炼油厂采用直接数字控制方式,实现了计算机闭环定值控制,这是计算机在线过程控制系统。1960 年,在合成氨和丙烯腈生产过程中完成了计算机监督控制,计算机开始侧重于最优控制,并逐步向分级控制和网络控制方向发展。虽然每隔二、三年计算机应用于生产过程控制就有一些新发展,但在 1965 年以前基本上处于单项工程试验阶段。

#### (2) 直接数字控制时期(1962—1967 年)

由计算机直接控制过程变量,完全取代了原来的模拟控制,称为直接数字控制系统,简称 DDC(Direct Digital Control)。

1962 年,英国的帝国化学工程公司利用计算机完全代替了原来的模拟控制。该计算机控制系统实现了 244 个数据采集量和 129 个阀门控制。

#### (3) 小型计算机时期(1967—1972 年)

在试验阶段用于控制的计算机基本上还是模拟常规调节仪表所采用的调节规律,只在控制形式上由连续变为离散,因而调节效果得不到明显改善。直到 60 年代后期出现了小型机,才使计算机控制得以普及。由于小型机具有体积小、速度快、工作可靠、价格较便宜等特点,所以使得计算机控制系统不再只是大型企业的工程项目,对于较小的工程问题也能利用计算机来控制了。这一时期主要是计算机集中控制,即用—台计算机控制尽可能多的调节回路。在高度集中控制时,若计算机出现故障,将对整个生产产生严重影响。提高可靠性的措施就是采用多机并用的方案,即增加小型机数目。因此由于小型机的出现,过程控制计算机的台数迅速增长。这一时期为实用及普及阶段。

#### (4) 微型计算机时期(1972 至今)

随着计算机技术的发展,出现了微型计算机,从而使计算机控制技术进入了崭新的阶段。

这一时期以微型机为主体。在控制结构上,对于简单生产过程或装置,采用单台微型机独立控制,如以单片机、工业控制机、可编程控制器为核心的计算机控制系统;对复杂生产过程或装置则采用集散型控制系统,将计算机分散到生产装置中去,采用多级分布式结构,从下而上分为过程控制级、控制管理级、生产管理级和经营管理级,进行分散控制、集中操作、分级管理、—协调的工作,既能使危险分散,又能实现整体的协调和优化,大大提高了系统的安全可靠性和通用灵活性。所以这一时期也是大量推广和分级控制阶段。

连续控制系统的典型结构如图 1-1 所示,系统中各处的信号均为连续信号。



图 1-1 连续控制系统的典型结构

图 1-1 中,给定值与反馈值经过比较器比较产生偏差,控制器对偏差进行调节计算,产生控制信号驱动执行机构,从而使被控参数的值达到期望值。

将连续控制系统中的比较器和控制器的功能用计算机来实现,就组成了一个典型的计算机控制系统,其基本框图如图 1-2 所示。在计算机控制系统中,计算机的输入信号和输出信号都是数字信号,而被控对象的被控参数一般都是模拟量,执行器的输入信号也大多是模拟量。因此,需要将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器,以及将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器。

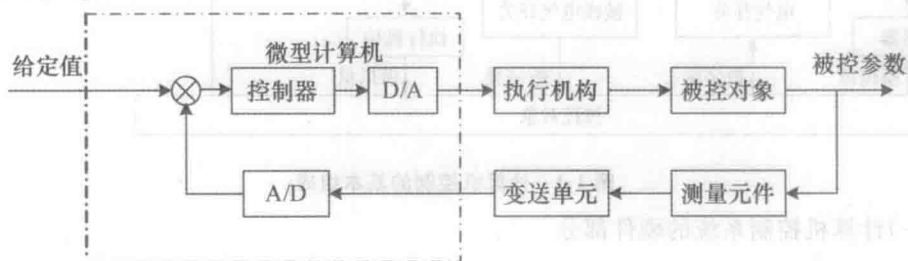


图 1-2 计算机控制系统基本框图

从本质上看,计算机控制系统的工作原理可归纳为以下三个步骤:

1. 实时数据采集:对来自测量元件、变送单元的被控量的瞬时值进行检测和输入。
2. 实时控制决策:对采集到的被控量进行分析和处理,并按已定的控制规律,决定将要采取的控制行为。
3. 实时控制输出:根据控制决策,适时地对执行机构发出控制信号,完成控制任务。

过程中的实时概念,是指信号的输入、计算和输出都要在一定时间(采样间隔)内完成。上述过程的不断重复,使整个系统能够按照一定的品质指标工作,并且对被控参数和设备本身所出现的异常状态及时进行监测并作出迅速处理。

## 二、计算机控制系统的组成

计算机控制系统的硬件主要包括:计算机主机、过程输入/输出控制通道、操作控制台和常用的外设,应该指出的是,随着计算机网络技术的快速发展,网络设备也成为计算机控制



系统硬件不可缺少的一部分。

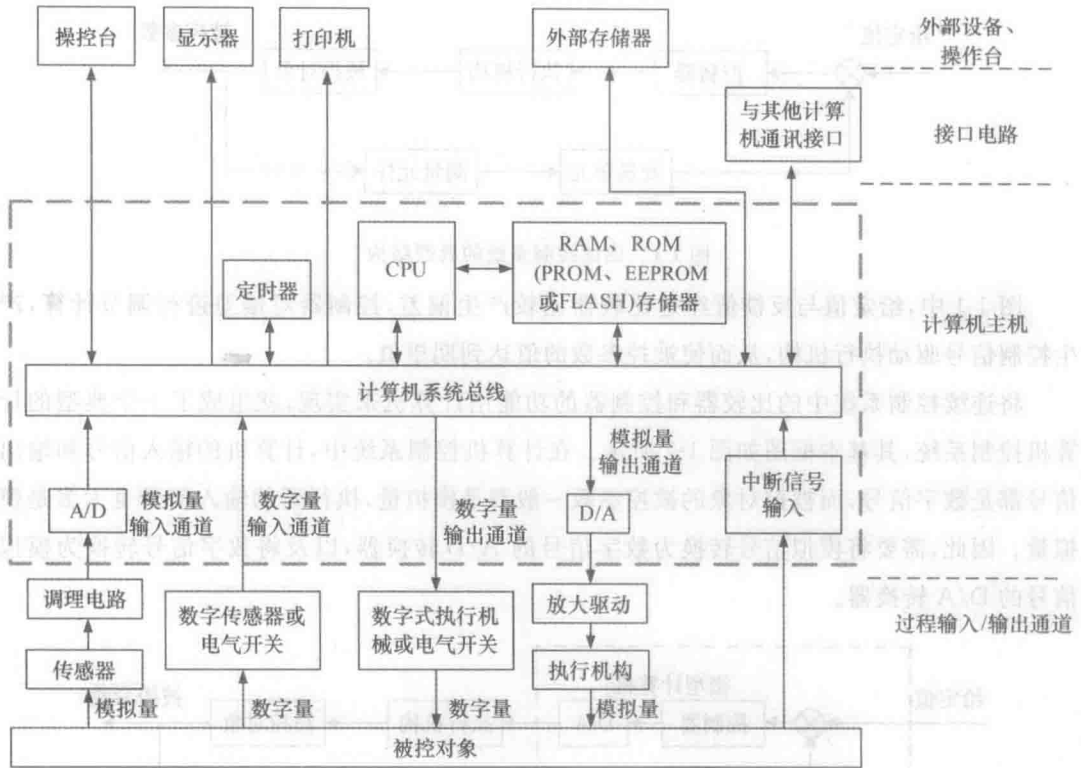


图 1-3 计算机控制的基本组成

#### (一) 计算机控制系统的硬件部分

##### 1. 主机

组成: 中央处理器(CPU)和内存器(RAM 和 ROM)。

作用: 根据输入通道送来的被控对象的状态参数, 进行信息处理、分析、计算, 作出控制决策, 通过输出通道发出控制命令。

##### 2. 接口电路

作用: 计算机主机与外部设备、输入、输出通道进行信息交换时, 通过接口电路的协调工作, 实现信息的传送。

##### 3. 过程输入/输出通道

作用: 主机和被控对象实现信息传送与交换的通道。

输入/输出通道分为模拟量输入通道(AI)、模拟量输出通道(AO)、数字量输入通道(DI)、数字量输出通道(DO)。

##### 4. 外部设备

外部设备按功能可分成三类: 输入设备、输出设备和外存储器。

常用的输入设备有键盘、磁盘驱动器、纸带输入机等, 输入设备主要用来输入程序和



数据。

常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。输出设备主要用来把各种信息和数据以曲线、字符、数字等形式提供给操作人员,以便及时了解控制过程。

外存储器有磁盘、磁带等,主要用来存储程序和数据。

### 5. 操作台

一般操作台有 CRT 显示器或液晶(LCD)显示器,用以显示系统运行的状态;有功能键,以便操作人员输入或修改控制参数和发送命令。

### (二) 计算机控制系统的软件部分

计算机控制系统的软件是指控制系统中使用的所有程序的总称。软件通常又可分为系统软件和应用软件。

#### 1. 系统软件

系统软件是给用户使用、维护和管理计算机专门设计的一类程序,它具有一定的通用性。计算机控制系统软件主要由操作系统、语言加工系统、应用软件三部分组成。

##### (1) 操作系统

操作系统就是对计算机本身进行管理和控制的一种软件。从功能上看,可把操作系统看作是资源的管理系统,实现对处理器、内存、设备以及信息的管理,例如对上述资源的分配、控制、调度和回收等。

##### (2) 语言加工系统

语言加工系统就是将用户编写的源程序转换成计算机能够执行的机器代码(目的程序)的软件的总称。语言加工系统主要由编辑程序、编译程序、连接、装配程序、调试程序及子程序库组成。

##### ① 编辑程序

建立源程序文件的过程就是由编辑程序完成的。该程序可对一个程序进行插入、增补、删除、修改、移动等编辑加工,并且在磁盘上建立源程序文件。

##### ② 编译程序

将源程序“翻译”成机器代码。

##### ③ 连接、装配程序

使用连接、装配程序可将不同计算机语言编写的程序模块连接起来,成为一个完整的可运行的绝对地址目标程序。

##### ④ 调试程序

调试程序用来检查源程序是否符合程序设计者的设计意图。

##### ⑤ 子程序库

为了用户编程方便,系统软件中都提供了子程序库。了解这些子程序的功能和调用条



件之后,就可方便地在程序中调用它们。

### (3) 诊断系统

诊断系统是用于诊断维护计算机的软件。

## 2. 应用软件

应用软件是用户为了完成特定的任务而编写的各种程序的总称。包括控制程序、数据采集及处理程序、巡回检测程序和数据管理程序等。

### (1) 控制程序

主要实现对系统的调节和控制,它根据各种控制算法和被控对象的具体情况来编写,控制程序的主要目标是满足系统的性能指标。

### (2) 数据采集及处理程序

包括:数据可靠性检查程序——用来检查是可靠输入数据还是故障数据;

A/D 转换及采样程序;

数字滤波程序——用来滤除干扰造成的错误数据或不宜使用的数据;

线性化处理程序——对检测元件或变送器的非线性特性用软件进行补偿。

### (3) 巡回检测程序

包括:数据采集程序——完成数据的采集和处理;

限报警程序——用于在生产中某些量超过限定值时报警;

事故预告程序——根据限定值,检查被控量的变化趋势,若有可能超过限定值,则发出事故预告信号;

画面显示程序——用图、表在显示器上形象地反映生产状况。

### (4) 数据管理程序

这部分程序用于生产管理,主要包括:统计报表程序;产品销售、生产调度及库存管理程序;产值利润预测程序等。

## 三、计算机控制系统的特点

计算机控制系统与连续控制系统相比,具有以下特点:

1. 在连续控制系统中,各处的信号是连续模拟信号。而在计算机控制系统中,除仍有连续模拟信号外,还有离散信号、数字信号等多种信号。因此,计算机控制系统是模拟和数字的混合系统。

2. 在连续控制系统中,控制规律是由模拟电路实现的,控制规律越复杂,所需要的模拟电路往往越多。如果要修改控制规律,一般必须改变原有的电路结构。而在计算机控制系统中,控制规律是由计算机(或数字控制器)通过程序实现的,修改一个控制规律,只需修改程序,一般不对硬件电路进行改动,因此具有很大的灵活性和适应性。

3. 计算机具有丰富的指令系统和很强的逻辑判断功能,能够实现模拟电路不能实现的

复杂控制规律。

4. 在连续控制系统中,给定值与反馈值的比较是连续进行的,控制器对产生的偏差也是连续调节的。而在计算机控制系统中,计算机每隔一定时间间隔,向 A/D 转换器发出启动转换信号,并对连续信号进行采样,经过计算机处理后,产生控制信号通过 D/A 转换输出,将离散信号转换成连续信号,作用于被控对象。因此,计算机控制系统并不是连续控制的,而是离散控制的。

5. 在连续控制系统中,一般是一个控制器控制一个回路。而在计算机控制系统中,由于计算机具有高速的运算处理能力,一个数字控制器经常可以来用分时控制的方式,同时控制多个回路。

6. 采用计算机控制,如分级计算机控制、集散控制系统、计算机网络等,便于实现控制与管理一体化,使工业企业的自动化程度进一步提高。

## 第二节 计算机控制系统的分类

### 一、操作指导控制系统

在操作指导控制系统中,计算机的输出不直接作用于生产对象,属于开环控制结构。计算机根据数学模型、控制算法对检测到的生产过程参数进行处理,计算出各控制量应有的较合适或最优的数值,供操作员参考,这时计算机就起到了操作指导的作用。操作指导控制系统的构成如图 1-4 所示。

操作指导控制系统的主要功能有数据采集、数据处理、给出操作指导信息。

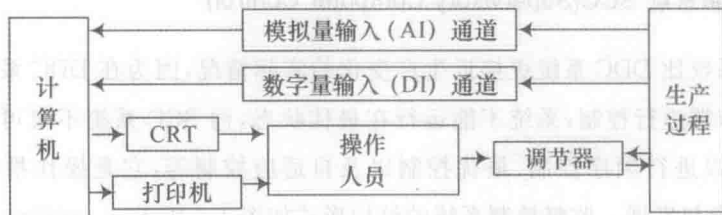


图 1-4 操作指导控制系统的结构图

操作指导控制系统优点是结构简单,控制灵活和安全可靠。缺点是要由人工进行操作,操作速度受到了人为的限制,并且不能同时控制多个回路。该系统常用在计算机控制系统设计与调试阶段,进行数据检测、处理及试验新的数学模型,调试新的控制程序等。

### 二、直接数字控制系统 DDC(Direct Digital Control)

DDC 系统就是通过检测元件对一个或多个被控参数进行巡回检测,经输入通道送给计



算机,计算机将检测结果与设定值进行比较,再进行控制运算,然后通过输出通道控制执行机构,使系统的被控参数达到预定的要求。

DDC 系统是闭环系统,是计算机在工业生产中最普遍的一种应用形式。DDC 系统的构成如图 1-5 所示。

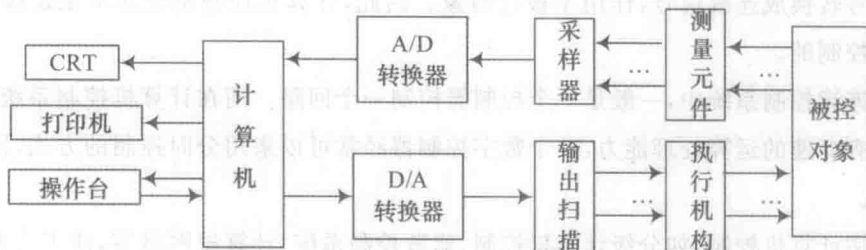


图 1-5 直接数字控制系统

DDC 系统的优点是灵活性大。在常规模拟调节器控制系统中,控制器一经选定,其控制方法也就确定了,要改变控制方法就必须改变硬件,这往往难度较大。而在 DDC 系统中,由于计算机代替了常规模拟调节器,因此要改变控制方法,只要改变程序就可以实现了,无须对硬件线路作任何改动。另外,计算机计算能力强,可以有效地实现较复杂的控制,用来改善控制质量,提高经济效益。当控制回路较多时,采用 DDC 系统比采用常规控制器控制系统要经济合算,因为一台计算机可代替多个模拟调节器。

在 DDC 系统中的计算机参与闭环控制过程,它不仅能取代模拟调节器,实现多回路的 PID(比例、积分、微分)调节,而且,只通过改变程序就能有效地实现较复杂的控制,如前馈控制、非线性控制、自适应控制、最优控制等。

### 三、监督控制系统 SCC(Supervisory Computer Control)

监督控制系统比 DDC 系统更接近生产变化的实际情况,因为在 DDC 系统中计算机只是代替模拟调节器进行控制,系统不能运行在最佳状态,而 SCC 系统不仅可以进行给定值控制,而且还可以进行顺序控制、最优控制以及自适应控制等,它是操作指导控制系统和 DDC 系统的综合与发展。监督控制系统的结构形式如图 1-6 所示。

监督计算机控制系统有两种不同的结构形式。一种是 SCC+模拟调节器系统;另一种是 SCC+DDC 系统。

#### (一) SCC+模拟调节器系统

该系统原理图如图 1-6(a)所示。在此系统中,计算机对系统的被控参数进行巡回检测,并按一定的数学模型对生产工况进行分析,计算出被控对象各参数的最优给定值送给模拟调节器。此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较,偏差值经模拟调节器计算后输出给执行机构,以达到调节被控参数的目的。当 SCC 计算机出现故障时,可由模拟调节器独立

完成操作。

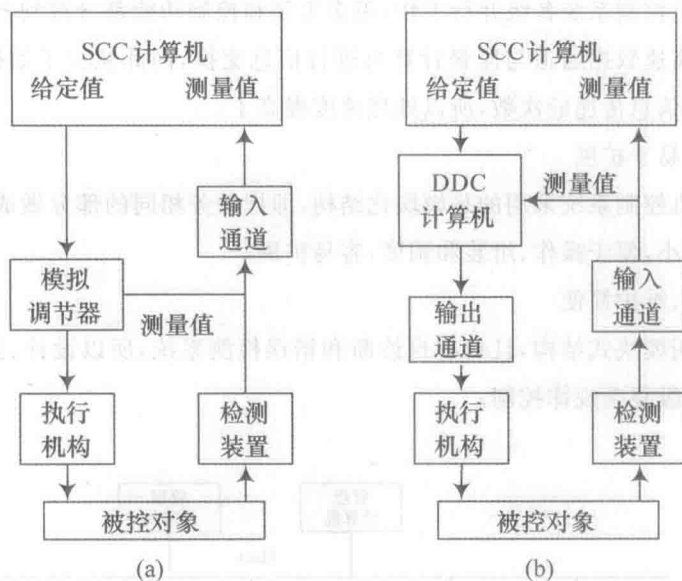


图 1-6 监督计算机控制系统

(a) SCC+模拟调节器控制系统原理图; (b) SCC+DDC 控制系统原理图

## (二) SCC+DDC 系统

该系统原理图如图 1-6(b)所示。在此系统中, SCC 与 DDC 组成了二级控制系统, 一级为监督控制级 SCC, 其作用与 SCC+模拟调节器系统中的 SCC 一样, 完成车间或工段等高一级的最优化分析和计算, 给出最佳给定值, 送给 DDC 级计算机直接控制生产过程。SCC 级计算机与 DDC 级计算机之间通过接口进行信息传送, 当 DDC 级计算机出现故障时, 可由 SCC 级计算机代替, 因此, 大大提高了系统的可靠性。

## 四、分散型控制系统 DCS(Distributed Control System)

DCS 系统是采用积木式结构, 以一台主计算机和两台或多台从计算机为基础的一种结构体系, 所以也叫主从结构或树形结构, 从机绝大部分时间都是并行工作的, 只是必要时才与主机通信。DCS 系统的结构如图 1-7 所示。

DCS 系统采用分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调的设计原则, 把系统从下到上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。

该系统代替了原来的中小型计算机集中控制系统, 它具有如下特点:

### 1. 可靠性高

分布式计算机控制系统能实现地理上和功能上分散的控制, 使每台计算机的任务相应减少, 功能更明确, 组成也更简单, 因此可靠性提高了。



## 2. 速度快

分布式计算机控制系统各级并行工作,很多采集和控制功能都分散到各个子环节中,仅在必要时才通过高速数据通道与监督计算机进行信息交换,因此减少了数据集中串行处理的时间,也减少了信息传递的次数,所以处理速度提高了。

## 3. 结构灵活,易于扩展

分布式计算机控制系统采用的是模块化结构,即把任务相同的部分做成一个模块,系统结构灵活,可大可小,便于操作、组装和调度,容易扩展。

## 4. 设计、开发、维护简便

由于系统采用模块式结构,且具有自诊断和错误检测系统,所以设计、开发及维护都很方便,并能实现高级复杂规律控制。

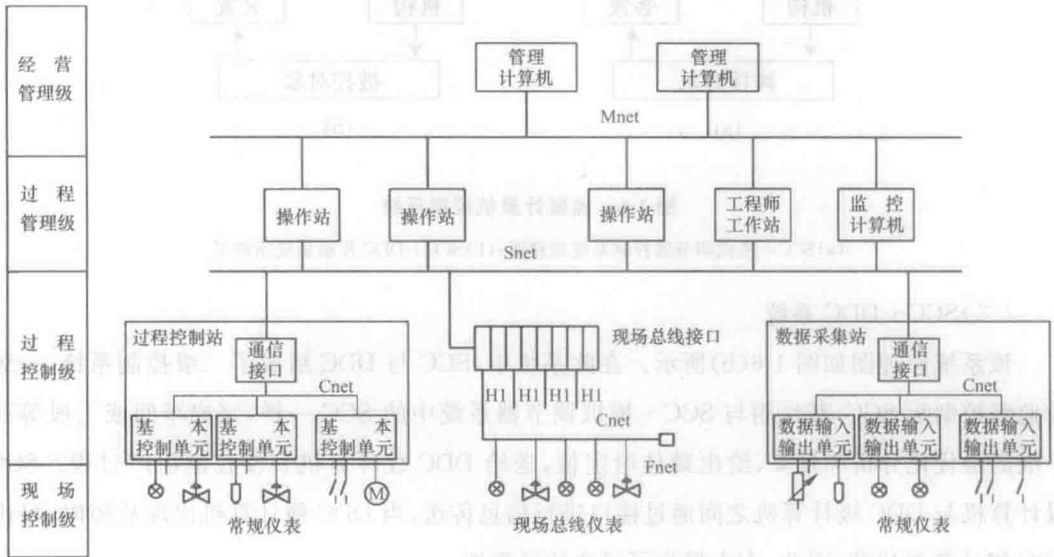


图 1-7 DCS 控制系统结构图

## 五、现场总线控制系统 FCS(Fieldbus Control System)

DCS 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 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,国际标准统一后,可实现真正的开放式互连系统结构。系统结构如图 1-8 所示。