

主编:范赣军

主审:方康玲

单片微型计算机 控制技术



MICROCONTROLLER

大连海事大学出版社

DAN PIAN WEIXING JISUANJI KONGZHI JISHU

单片微型计算机控制技术

范赣军 陈 林 编著
刘 清 何友华

大连海事大学出版社

(辽)新登字 11 号

内 容 简 介

本书是“微型计算机控制技术”90年代的替换教材,内容注重理论联系实际,以实用技术为准则。全书共10章,分三个层次介绍了MCS—51单片微型计算机控制系统的输入/输出过程通道、常用应用程序、微机通信、最小应用系统开发方法;顺序控制、数字程序控制、数字控制器等设计;在电气传动、生产过程、集散控制系统中的单片微机控制专题综合设计。书中硬、软件实例齐全,并配有完整的参考程序清单。

本书适合于高等院校自动控制、计算机应用、电子工程等相关专业的本科生,专科生使用;也可作为理农医有关专业的教材和参考书,亦可供从事单片微机应用研制工作的研究生和工程技术人员参考。

单片微型计算机控制技术

主 编 范贻军

责任编辑 周建平

封面设计 龚昌奇

*

大连海事大学出版社出版、发行

(大连市凌水桥 邮政编码 116024)

武汉市长江印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/16 印张:31.75 字数:766千

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数:0001-3170 定价:29.80元

ISBN 7-5632-0978-6/TP·20

前 言

《单片微型计算机控制技术》是 80 年代以来编写的《微型计算机控制技术》教材的替换教材。本书编者注意理论联系实际,以实用技术为准则。内容取之于编者多年教学、科研、工程实践积累的经验和 90 年代最新资料。以国内普及应用的面向控制用的 MCS—51 单片微机为主流机,使传统的微机控制技术课程教学得以更新与充实。

考虑读者的需求,本书试图以循序渐进的方式,系统地介绍单片机控制系统的设计和应用。因此,本书适合于高等院校的自动控制、计算机应用、电子工程等相关专业的本科生、专科生使用,亦可供从事单片机应用研制工作的研究生和工程技术人员参考。

全书 10 章:第 1 章简单地介绍计算机控制系统的组成、分类及面向工业用单片机产品概念;第 2 章介绍控制系统的过程输入/输出通道硬、软件及其信号变换与处理等基本知识;第 3 章介绍控制系统中常用的判断、检测、滤波、标度变换、报警、显示、键盘、定时、抗干扰、监控等应用子程序设计;第 4 章介绍控制系统中单片机间以及与上位机的通信接口原理和通信软件设计;第 5 章介绍组成一个简单的单片机最小应用控制系统的原理和开发方法;第 6 章介绍工业中常用的顺序控制和数字程序控制,重点介绍了对数字程序控制中的多种插补方式和步进电机控制原理及其编程设计;第 7 章介绍适合单片机数字控制器的设计方法,包括按连续系统方法设计的离散化、数字 PID 控制器设计、数字控制器直接设计原理及其编程实现;第 8 章以专题综合设计形式介绍单片机电气传动数字控制系统:先介绍单片机控制系统设计的基本要求、特点、一般步骤以及应考虑的问题,然后按专项介绍数字伺服系统、直流数字调速系统,交流数字调压调速系统、交流数字变频调速系统的硬、软件设计;第 9 章专题综合设计形式介绍单片机生产过程控制系统:先介绍过程控制系统的组成,然后按专项介绍温度、压力、浓度的单片机控制的硬、软件设计;第 10 章专题介绍当前微机控制系统的重要发展方向——集散控制系统:先概述了集散控制系统的产生、背景、趋势、现状,然后介绍该系统的控制站、操作站、管理站、站间通信等组成结构;最后对单片机控制站实例的硬、软件进行剖析和设计。全书附有完整的参考程序编程清单。各章均有思考题与习题。

在学习本课程时,应先学完单片微型计算机原理、自动控制原理基础等先行课程。在教学过程中,可根据各类专业或本、专科生的区别,有选择地使用本书各章节内容。除第 8、9、10 章的课程设计和专题课程教学内容外,教学参考学时为 66 学时。

本书由武汉交通科技大学和武汉冶金科技大学联合编写。范贇军任主编,方康玲教授任主审。参加本书编著的有:陈林(第 3、5 章)、刘清(第 2、6 章)、何友华(第 4 章及第 9 章的 9.1、9.2)、范贇军(前言,第 1、7、8、10 章,第 9 章的 9.3、9.4,附录 1、2、3、4、5、6、7、8、9)。

由于编者水平有限,时间仓促,书中缺点和错误之处实为难免,敬请读者批评指正。

编 者

1995 年 11 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 微型计算机控制系统组成	(1)
1.2 微型计算机控制系统分类	(4)
1.3 计算机集成制造系统 CIMS	(9)
1.4 面向控制的单片机工业产品(IGP)概念	(11)
思考题与习题	(12)
参考文献	(12)
2 信号输入输出通道和数据采集处理	(13)
2.1 概述	(13)
2.2 输入输出通道	(14)
2.3 信号采样	(21)
2.4 数/模转换器(D/A)	(25)
2.5 模/数转换器(A/D)	(43)
思考题与习题	(62)
参考文献	(62)
3 单片机常用应用程序设计	(63)
3.1 判断程序设计	(63)
3.2 巡回检测程序	(65)
3.3 数字滤波程序	(67)
3.4 标度变换程序	(73)
3.5 上下限报警程序	(76)
3.6 显示程序	(81)
3.7 键盘程序	(88)
3.8 定时程序	(102)
3.9 软件的抗干扰设计	(103)
3.10 监控程序设计	(108)
思考题与习题	(114)
参考文献	(114)
4 单片机通信	(115)
4.1 单片机系统通信及其结构	(115)
4.2 单片机与上位机通信	(124)
思考题与习题	(138)
参考文献	(138)

5 单片机最小应用系统设计	(139)
5.1 单片机最小应用系统的构成	(139)
5.2 单片机最小应用系统的开发方法	(141)
5.3 单片机最小应用系统实例	(147)
5.4 单片机应用系统的可靠性与抗干扰设计	(156)
思考题与习题	(165)
参考文献	(165)
6 单片机顺序控制与数字程序控制	(167)
6.1 顺序控制	(167)
6.2 数字程序控制	(176)
6.3 数字程序控制系统举例	(204)
思考题与习题	(211)
参考文献	(212)
7 数字控制器的设计	(213)
7.1 数字控制系统的连续设计方法	(214)
7.2 数字 PID 控制器设计	(231)
7.3 数字控制器的直接设计方法	(258)
思考题与习题	(280)
参考文献	(281)
8 单片机电气传动数字控制系统	(283)
8.1 单片微机控制系统设计方法	(283)
8.2 直流数字 PWM 伺服系统	(294)
8.3 双闭环直流数字调整系统	(320)
8.4 双闭环数字交流调压调速系统	(334)
8.5 交流数字变频调速系统	(341)
思考题与习题	(362)
参考文献	(363)
9 单片机过程控制控制系统	(364)
9.1 单片机过程控制系统的组成	(364)
9.2 单片机炉温控制系统	(365)
9.3 JFY-1 型涂层织物透气性测控	(384)
9.4 织物漂练过程酸浓度的检测与控制	(388)
参考文献	(400)
10 集散控制系统中的单片机控制站	(401)
10.1 集散控制系统概述	(401)
10.2 集散控制系统的组成	(410)
10.3 单片机控制站实例剖析	(424)
参考文献	(461)

附录	(462)
附 1 单片机控制的角度伺服系统参考程序清单	(462)
附 2 单片机控制的位移伺服系统参考程序清单	(465)
附 3 双闭环直流数字调速系统参考程序清单(一)	(468)
附 4 双闭环直流数字调速系统参考程序清单(二)	(471)
附 5 双闭环数字交流调压调速系统参考程序清单(一)	(473)
附 6 双闭环数字交流调压调速系统参考程序清单(二)	(475)
附 7 交流数字变频调速系统参考程序清单	(477)
附 8 JFY-1 型涂层织物透气性测控参考程序清单	(482)
附 9 织机车间集散监测系统参考程序清单	(488)

1 绪 论

1.1 微型计算机控制系统组成

计算机控制系统是由计算机和控制对象两大部分所组成。

1.1.1 计算机控制系统基本结构

图 1.1 所示是一个典型的计算机控制系统,其中,控制器和比较器的工作由计算机完成。

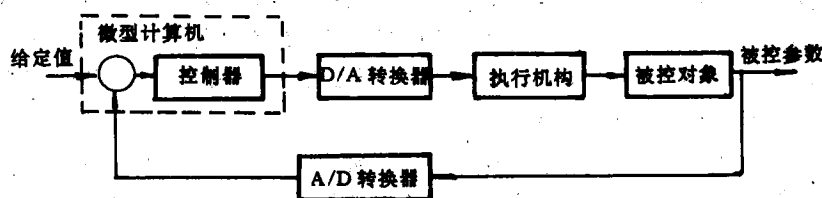


图 1.1 计算机控制系统基本框图

在此系统中,计算机具有比较、运算、控制等功能。由于计算机的输入和输出信号都是数字信号,而反馈测量元件输出的信号多数为模拟信号,执行机构多数也只能接收模拟信号,因此需要使用将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器(输入电路),以及将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器(输出电路)。对于其它形式的输入,输出信号,有时需其它输入,输出电路。例如,采用光电码盘测速装置时,需使用计数器方式的输入电路;采用步进电机作执行机构的控制系统,需要能输出步进电机控制脉冲的输出电路等。

计算机控制系统的控制过程可归纳为以下三个步骤:

- 1) 实时数据采集:即对系统输出(被控参数)的瞬时值进行检测,并输入到计算机中。
- 2) 实时决策:对实时的给定值与被控参数的实际数据按预定的控制规律,进行运算和推理,决定控制算法。
- 3) 实时控制:根据决策,适时地向执行机构发出控制信号。

上述过程中的实时概念,是指信号的输入,运算和输出都要在一定的时问(采样间隔)内完成。上述过程不断重复执行,使整个系统能按一定的静态和动态指标进行工作,这就是计算机控制系统的最基本的功能。

1.1.2 计算机控制系统的组成

计算机控制系统分计算机系统和控制对象两大部分,其中计算机包括硬件和软件。

1.1.2.1 硬件组成

硬件由计算机主机,接口电路及外部设备组成,如图 1.2 所示。控制对象的被测参数经传

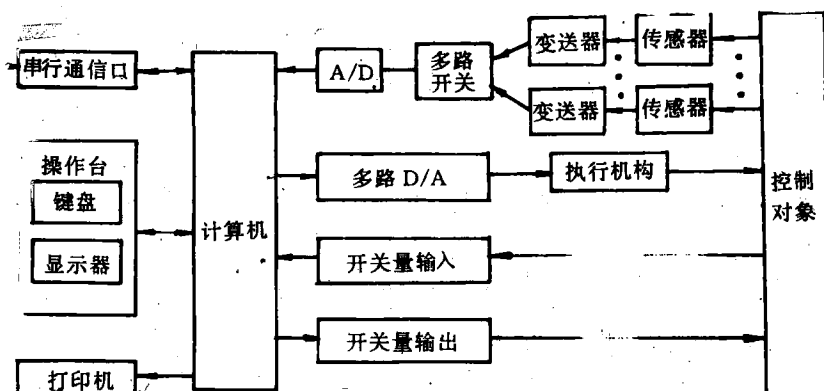


图 1.2 计算机控制系统的组成

感器、变送器，转换成统一的标准信号，再经多路开关送到 A/D 转换器进行模拟/数字变换，变换后的数字量经接口送入计算机，这就是模拟量输入通道。除此之外，有些被测参数为数字量、开关量或脉冲量，它们可通过接口直接加至计算机，计算机对数据进行处理和计算，然后经模拟量，或开关量输出通道输出，对被测参数进行控制。

(1) 计算机。它是整个控制系统的指挥部。它可接收从操作台来的命令，对系统的各参数进行巡回检测，执行数据处理、计算和逻辑判断，及报警处理等，并根据计算的结果通过接口发出输出命令。它是组成计算机控制系统的主要部分。

根据控制对象和要求的不同，可使用不同的计算机。对于大型和集中型过程控制，一般使用中小型计算机。其它控制系统均使用微型计算机。特别是由于单片微型计算机在一片芯片中集成了控制系统所需要的 CPU、RAM、ROM、I/O 接口，定时器、串行通信口，A/D 等各种部件，具有价格低、功能强、体积小、可靠性高等特点，已广泛应用于各种小型控制系统中，被称为微控制器(Microcontroller)。

(2) 接口与输入/输出通道。通道是计算机与被控对象进行信息交换的纽带。计算机输入数据或向外发命令都是通过接口及输入输出通道进行的。由于计算机只能接收数字量，而一般被控参数多数为模拟量，因此需要把模拟量变换成数字量或把数字量变换成模拟量。这样，输入输出通道均可分为数字量(包括开关量和脉冲量)和模拟量通道。对于单片微型机，这些接口与输入输出通道有时都可集成在一片单片机芯片中。

(3) 外部设备。计算机控制系统中最基本的外部设备为操作台。它是人机对话的联系纽带。通过它可发出各种操作命令，显示控制系统的工作状态和数据，并可输入各种数据。不同的控制系统操作台也不同。一般操作台包括开关(如电源开关，操作方式选择开关等)、功能键(如启动键、显示键、打印键等)、显示器(用于显示控制系统工作状态，如运行/停止等和各种被测参数)和数据键(用于输入数据或修改控制系统的参数)。

除了操作台外，计算机控制系统还常配有一串行通信口，用于和上级计算机进行通信，有时还配有打印机、CRT 显示终端设备。

(4) 传感器和执行机构。计算机控制系统需要使用各种传感器把各种被测参数转变为电量信号(也称非电量转换)，再转换成统一电平(0~5V)送到计算机中。同时，需要使用各种执行

机构,按计算机的输出量去控制被控对象。常见的执行机构有电动、液压和气动等各种控制形式。

1.1.2.2 计算机控制软件

软件是指能完成各功能的计算机程序的总称。对于计算机控制系统来讲,软件可分为两大类:实时软件和开发软件。实时软件指在进行实际控制时使用的软件;开发软件是指在开发、调试控制系统时使用的软件。

(1)实时软件。它可分为两大类:系统软件和应用软件。系统软件是通用的软件,一般由计算机设计者提供,专门用来使用和管理计算机。对计算机控制系统来讲,最主要的系统软件为实时多任务操作系统。还可能使用数据库、中文系统、文件管理系统等。应用软件是面向用户本身的程序,如控制系统中各种 A/D、D/A 转换程序,数据采样滤波程序、计算程序及各种控制算法程序等。

(2)开发软件。它包括各种语言处理程序(如汇编程序、编译程序)、服务程序(如装配程序、编辑程序)、调式和仿真程序等。它一般仅在开发计算机控制系统时使用,调试完成后,在实时运行时一般不使用开发软件。

1.1.3 工业控制机的特点

大部分计算机控制系统是用于工业生产控制(包括过程控制)的。作为工业控制用的计算机系统一般具有以下的特点:

1. 具有高的可靠性。用计算机控制连续性生产过程要求高度可靠。所谓可靠性是指在规定的时间内运行不发生故障。它决定系统在控制上的可用程度。

2. 控制的实时性。所谓实时是指信号的输入、计算和输出都要在一定的时间内完成,亦即计算机必须对输入信息以足够快的速度进行处理,并在一定的时间内作出反应或进行控制输出。为此,工业控制机必须配有实时多任务操作系统,它包括实时钟和强有力的中断系统。它的 CPU 的字长和运算速度必须符合控制对时间的要求,并且与所使用的算法有关。随着控制技术的发展,对计算机字长和速度的要求也越来越高。

3. 较完善的输入/输出通道。为了对生产装置和生产过程进行控制,计算机需不断地测量输入被控对象的参数(即称之为信号的采样),需输出模拟量或数字量去控制被控对象,因此需要较完善的输入/输出通道。

4. 环境的适应性强。工业控制机除特殊情况外,一般安装在生产现场,其环境条件(如温度、湿度、腐蚀性气体、强电磁场干扰等)比较差。这要求工业控制机一方面必须具有高的抗干扰能力,能不受电源或外界电磁场变化的影响而正常工作,即使发生停电等意外情况也不能因失控而引起生产事故;另一方面,必须能在各种恶劣的环境下正常工作,特别是高温和低温环境。一般应选用可工作在 $-40\sim+85^{\circ}\text{C}$ 的集成电路来设计工业控制机。

5. 良好的可维护性。为了实现长期连续工作,可维护性是必需的。一方面要经常不断地检查系统各部分工作的正常与否,另一方面在发生故障时,应能快速得到维修。

1.2 微型计算机控制系统分类

计算机控制系统与其所控制的对象密切相关,控制对象不同,其控制系统也不同。

1.2.1 操作指导控制系统

所谓操作指导是指计算机的输出量不直接用来控制生产对象,而只是对系统过程参数进行

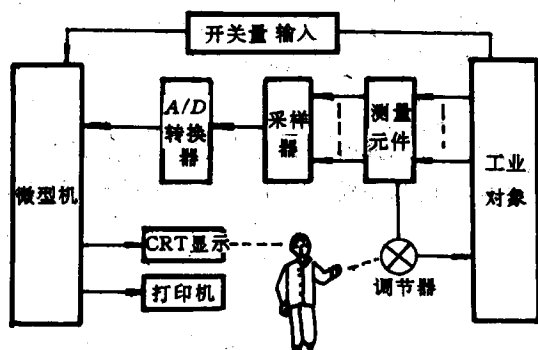


图 1.3 操作指导控制系统组成框图

采集、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,其原理框图见图 1.3 所示。在这种系统中,每隔一段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,然后进行报警、显示,并可定时存贮或打印采集的数据。操作人员根据报警或显示的数据进行必要的操作,(包括修改设定值)。

该系统最突出的优点是比较简单,且安全可靠;特别是对于未摸清控制规律的系统更为适用。它常用于数据检测处理或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序。缺点

是人工操作,速度受到限制。目前电力部门的电力调度控制系统多采用操作指导控制系统。

1.2.2 直接数字控制系统(DDC)

直接数字控制(Direct Digital Control)是用一台计算机对被控参数进行检测,再根据设定值和算法进行运算,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。其系统框图如图 1.4 所示。

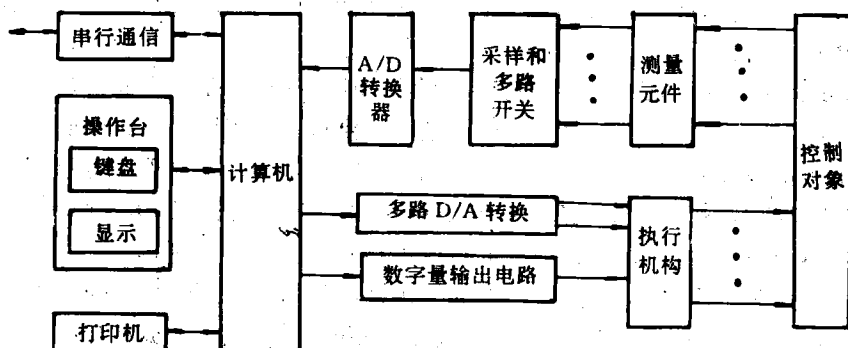


图 1.4 直接数字控制系统原理图

DDC 系统中的计算机完成闭环控制,它不仅能完全取代模拟调节器,实现多回路的 PID

(比例—积分—微分)调节,而且不需改变硬件,只通过改变程序就能实现各种较复杂的控制,如前馈控制、非线性控制、自适应控制、最优控制、模糊控制等。

DDC 系统是计算机用于工业生产过程控制的最典型的一种系统,它已广泛应用于热工、化工、机械、冶金等部门。随着廉价的单片微机的广泛应用,它已应用于以冰箱、空调器、洗衣机等各种家用电器中。

1.2.3 计算机监督控制系统(SCC)

计算机监督控制(Supervisory Computer Control)系统简称为 SCC 系统。在 DDC 系统中,是用计算机代替模拟调节器进行控制的;而在 SCC 系统中,则是由计算机测量被控参数,按照描述生产过程的数学模型,计算出最佳给定值送给模拟调节器或者 DDC 计算机,最后由模拟调节器或 DDC 计算机控制生产过程,从而使生产过程处于最优工作状态。SCC 系统较 DDC 系统更接近生产变化实际,它不仅可以进行给定值控制、还可以进行顺序控制,最优控制及自适应控制等。它是操作指导和 DDC 系统的综合与发展。SCC 系统就其结构来讲,可分为 SCC + 模拟调节器和 SCC + DDC 控制系统两类。

1.2.3.1 SCC + 模拟调节器控制系统

SCC + 模拟调节器控制系统,如图 1.5 所示。在此系统中,SCC 计算机收集被测参数及管理命令,然后按照一定的数学模型计算后,输出给定值到模拟调节器。模拟调节器按给定值和检测值的偏差进行计算后,输出控制执行机构,以达到调节生产过程的目的。这样,系统可根据生产情况的变化,不断地改变给定值,以达到实现最优控制的目的。在实际系统中,一台 SCC 计算机可控制多个模拟调节器,形成一个两级控制系统。它特别适合于使用模拟调节器的老企业的技术改造,可实现最佳给定值控制。

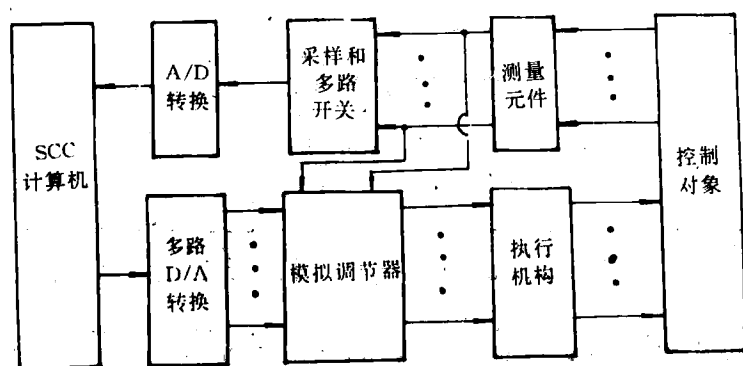


图 1.5 SCC+模拟调节器控制系统原理图

1.2.3.2 SCC + DDC 控制系统

SCC + DDC 控制系统的原理框图见图 1.6 所示。本系统为两级控制系统,一级为监督级 SCC,其作用与 SCC + 模拟调节器中的 SCC 一样,用来计算最佳给定值。直接数字控制器(DDC)用来把给定值和测量值比较,并进行数字控制计算,然后控制执行机构进行调节。与 SCC + 模拟调节器系统相比,其控制规律可以改变,使用更灵活;同时,由于 DDC 本身具有 A/D 测量电路,它可直接把测量得到的数字量传送到 SCC,而 SCC 可把给定值的数字量直接发

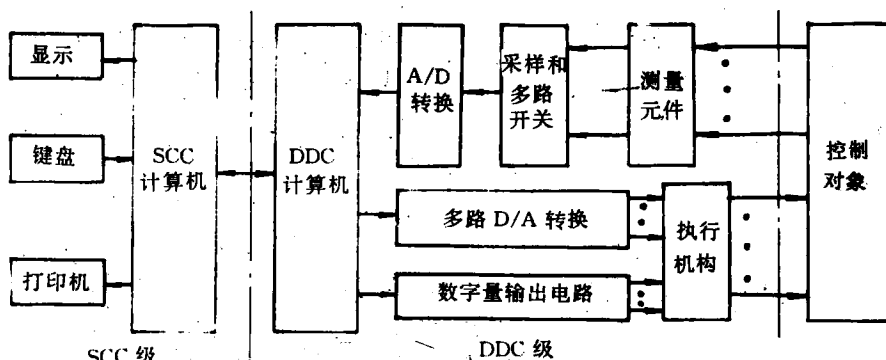


图 1.6 SCC+DDC 控制系统原理图

送给 DDC, 从而可省去图 1.5 中的 A/D、D/A 和相应的电路。

总之, SCC 系统比 DDC 系统有着更大的优越性, 更接近于生产的实际情况, 并且可构成多级控制系统。但是, 由于生产过程的复杂性, 其数学模型的建立比较复杂, 所以该系统实现起来比较复杂。

1.2.4 分级计算机控制系统

生产过程中既存在控制问题, 也存在大量的管理问题。过去, 由于计算机价格高, 复杂的生产过程控制系统往往采用集中控制方式。它既完成生产过程中的各个环节的控制功能, 又完成生产的管理工作, 这种方法可充分利用昂贵的计算机资源。但由于任务过于集中, 一旦计算机出现故障, 将会影响全局。廉价而功能完善的微型计算机特别是单片微型机的出现, 允许用多

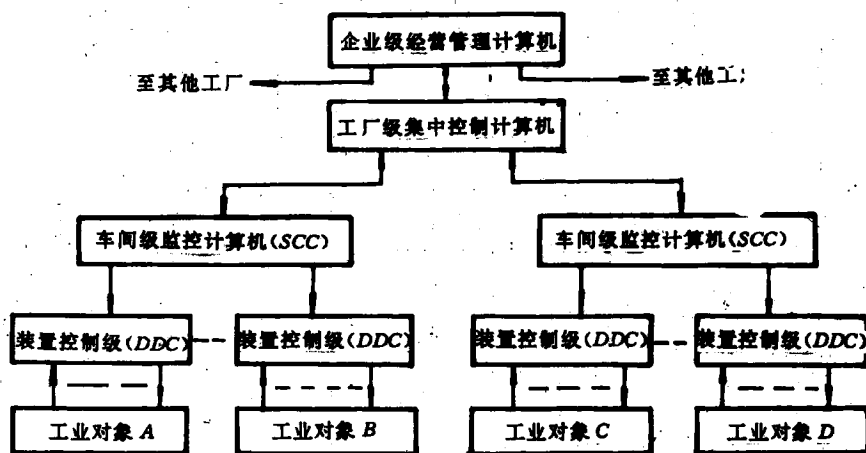


图 1.7 分级计算机控制系统

台微型计算机分别执行不同的控制功能, 用 PC 微型计算机完成上级控制和管理功能。它具有使用灵活方便、可靠性高、功能强等特点。图 1.7 所示的分级计算机控制系统是一种四级的分布式系统, 各级计算机的功能如下:

(1)装置控制级(DDC级)。它对生产过程或单机进行直接控制,如进行PID控制或模糊控制,使所控制的生产过程在最优化的状况下工作。有时,它也完成各种数据采集功能。这一级直接与被控对象打交道,有时也称它为传感器级。它一般采用单片微机完成。

(2)车间监督级(SCC级)。它根据厂级下达的命令和通过装置控制级获得的的生产的数据,进行最优化控制,并担负整个车间(或系统)内各装置的工作协调控制和对装置控制级进行监督。它一般采用PC微型计算机构成。

(3)工厂集中控制级。它根据上级下达的任务和本厂情况,制定生产计划,安排本厂工作,进行人员调配、仓库管理和工资管理,并及时将SCC级和DDC级的情况向上级反映。

(4)企业管理级。制定长期发展规划、生产计划、销售计划,发命令至各工厂,并接受各工厂、各部门发回的信息,实现全企业的总调度。工厂和企业管理级的计算机根据规模的不同,可使用高档微型计算机、工作站或中小型计算机。它们一般配有较完善的外部设备和大容量的外部存储器,并有计算机局域网络通信。

1.2.5 计算机控制系统的发展

从50年代起,计算机开始应用于工业控制。在60年代,计算机控制进入实用和开始逐步普及的阶段。特别是60年代后期,由于小型计算机的出现,使可靠性不断提高,成本逐年下降,计算机在生产过程中的应用得到了迅速的发展。70年代以来,高性能、低价格的微型计算机的大量推广,使得计算机控制进入了一个崭新的阶段。下面介绍计算机控制系统的一些发展趋势。

1.2.5.1 各种新型计算机控制系统大量涌现

随着计算机技术的发展,使许多先进的控制理论得以实际应用,特别是近年来智能控制的实现,更体现了计算机控制系统是控制理论与计算机技术的结合物。

(1)最优控制。在生产过程中为了提高质量、增加产量、节约原材料和能源,要求生产管理及生产过程处于最佳工作状态。最优控制就是使生产过程获得最好经济效益的控制。最优控制比一般控制要复杂多。随着控制理论的发展和各种高性能微型计算机的出现,最优控制系统已越来越多。

(2)自适应控制。在最优控制系统中,当被控对象的参数、环境以及原材料的成分等发生变化时,就不再继续处于最佳状态,控制指标将明显下降。若系统本身能适应外界变化而自动改变控制规律(算法),使系统仍能处于最佳工作状态,这就是自适应系统。自适应系统包括性能估计(辨识)、决策和控制三部分。

(3)模糊控制。经典控制理论在解决线性定常系统的控制问题方面十分有效。但是,对于那些大滞后、非线性等复杂工业对象,或难以获得数学模型的工业系统,则无法有效地实现自动控制。近几年来,一种仿照人的思维方法的基于模糊数学的计算机控制子系统得以迅速发展,对复杂工业对象的控制取得了良好的效果。目前它在国内外正得到越来越广泛的应用。

(4)智能控制。人工智能是利用计算机来模拟人的智能的学科。第五代计算机的主要目标是实现知识信息、处理,延伸人类智能。人工智能的发展促进了智能控制的发展。智能控制是高级自动化系统的一种控制方式,它具有以下两个特点:一是智能控制系统以知识为基础进行推理,用启发式来引导求解过程;二是对实际环境或过程进行决策或规划,采用符号信息处理、

信发式程序设计、知识表示以及自动推理和决策等相关技术,实现广义的问题求解。随着人工智能科学的发展,智能计算机的研制开发及生物控制论的日臻完善,智能控制必将获得蓬勃的发展,把计算机控制技术推向一个崭新的阶段。

(5)神经网络控制系统。国外 80 年代重新掀起了神经网络(Neural Network 简称 NN)及应用研究热潮,90 年代以来我国也开始这方面的研究。由于 NN 的特点,使它的应用愈来愈广,其中一个重要的方面是智能控制,包含机器人控制。其主要特点是大规模的并行处理和分布式的信息存贮,良好的自适应性、自组织性,并且有很强的学习功能、联想功能和容错功能。人工神经网络模拟人脑神经的思维功能,因此它可能成为一种特殊的具有自学习能力的控制器,可通过学习控制,可改变控制指标。

1.2.5.2 计算机控制系统应用面越来越广

计算机控制系统除了向深度发展外,还在向广度发展。计算机控制系统已不光应用于常规的工业控制,还广泛应用于国民经济的各个领域。特别是各种价格低廉的单片机的出现和模糊控制理论的发展,使得各种家用电器都使用了计算机来完成各种控制功能。这使计算机控制系统的数量翻了成千上万倍。

1.2.5.3 分布式控制系统的大量使用

采用分布式控制系统是计算机控制系统的发展趋势之一。工业控制一般采用集散式(本书第 10 章)或主从式(本章 1.3 节)控制系统。它使用单片微机来进行直接数字控制,置于分级控制系统的最底层。而用微型计算机或小型计算机作为上级计算机,完成协调各控制的工作、优化系统特性、采集数据等功能。另外,在需要时,还有更上一级的管理计算机,完成制定生产计划、产品管理、财务管理、人员管理、销售管理等功能,它一般使用高档微机或中、小型计算机(具有大容量外存和各种外部设备)。

分布式控制系统比起集中控制系统来说,是有可靠性高、速度快、系统模块化、价格低、设计开发维护简便等特点。

可靠性高,是由于在分布式系统中,各个控制功能分散到各个微机控制器中,使它们的功能明确,组成简单;且由于这些控制器一般多使用专用于控制的单片微型机,因而大大提高了系统的可靠性。

分布式系统中的各级并行工作,很多采集和控制功能分散到各个子系统中,它们并行完成各自的功能。这一方面加快了数据处理和控制的速度,另一方面也大大减少了信息传输量,从而使分布式系统的速度比集中式控制系统有很大的提高。

分布式系统采用分级的和模块化结构。它的低层一般采用价格极低的单片微型机构成。在各层之间一般采用串行通信,只需几根线即可完成整个系统的通信任务。在通信距离较远时,通信线的代价是很高的。这时采用串行通信,可大大降低通信线的代价。这些均降低了分布式系统的价格。但分布式系统也有其特殊特点,即必须仔细设计其结构和通信方式、通信规程,如果考虑不周,将引起通信出错率高,甚至引起整个系统停止工作。

随着分布式系统的大量使用,现已出现了多种专门用于工业控制用的分布式系统结构,它们有各自的通信方式和通信规程。如 Intel 公司推出的 BIBUS 系统, Motorola 等公司联合推出的 LONWorks 系统和适用于汽车等控制系统使用的 CANBUS 等。

1.2.5.4 可编程控制器的普及使用

以微处理器为基础的可编程控制器,是过程控制的专用微机系统。它是面向生产过程控制的新型自动化装置。这种可编程控制器,一般分为可编程逻辑控制器(PLC 组成)和可编程调节器(PC 组成)。前者作用于开关量的输入和输出(如限位开关、压力开关、温度开关等离散输入和电磁开关、电磁启动离合器、电磁阀、继电器线圈及指示灯通断等输出控制);后者是一种带有 A/D、D/A 接口通道和 PID 调节功能,作用于过程变量的输入和输出(如温度、压力、流量、液位等连续输入量和输出为连续控制阀门)。关于可编程控制器,将在第 10 章中详细论述。

1.3 计算机集成制造系统 CIMS

近年来,计算机的网络技术,人工智能中的专家系统,分布式数据库及知识库的广泛应用,使分布式控制系统得到了进一步的发展,计算机集成制造系统 CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)就是一种新型分布式控制系统。

1.3.1 计算机集成制造系统 CIMS 结构

1973 年,Harrington 博士就提出了 CIMS 的结构。CIMS 包含了制造工厂中的产品设计、产品制造及经营管理三种主要功能,并通过分布式数据库、网络通信和运行系统的环境支持,把上述三个功能集成在一起。事实上,CIMS 是一种新型分布式控制系统,其结构如图 1.8 所示。

图中 MAP/TOP (Manufacturing Automation Protocol/Technical and Office Protocol)网络协议是用于工厂自动化和办公室自动化局域网。MAP 是美国通用汽车公司于 80 年代初提出的用于生产自动化的局域网协议, TOP 是美国波音公司在 80 年代初提出的用于办公室自动化的局域网协议。此后,分别建立了 MAP 用户协会和 TOP 用户协会,并于 1986 年合并成 MAP/TOP 用户协会,于 1987 年制

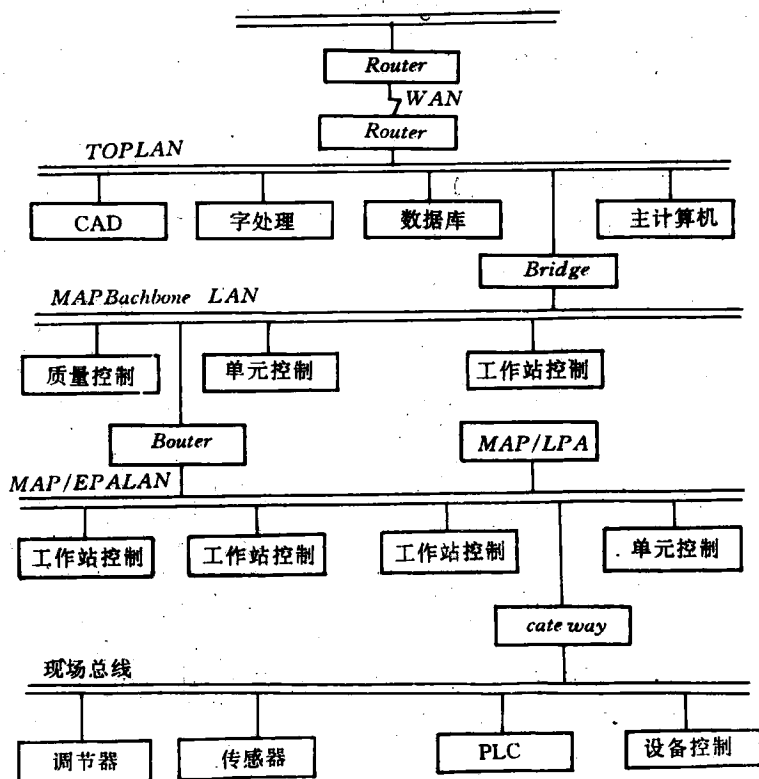


图 1.8 计算机集成制造系统 CIMS 结构

订出 MAP/TOP3.0 版的协议标准。MAP/TOP 协议是基于 ISO 的开放系统互连模式 OSI,有

7 层结构,其中,相当一部分与 ISO/OSI 的协议标准兼容。

1.3.1.1 产品设计功能

产品设计功能包括(1)CAD(Computer. Aided Design)计算机辅助设计;(2)CAE(Computer. Aided Engineering)计算机辅助工程;(3)CAM(Coputer. Aided Manufacturing)计算机辅助制造;(4)CAPP(Computer. Aided Process Plpning)计算机辅助工艺计划。

1.3.1.2 产品加工制造

产品加工制造由以下工作站完成:(1)加工工作站:完成指定的加工任务;(2)物料输送及贮存工作站:完成自动运载、传送、装卸和控制;(3)检测工作站:用于各种检测后的各种自动化测试设备;(4)刀具管理工作站:管理各种加工的刀具;(5)装配工作站:装配各种产品。

完成上述各种功能的工作站可以由单片机或微机来实现,并通过上一级的单元控制器(Cell Controtter)来完成它们之间的协调和控制。

1.3.1.3 计算机辅助生产管理 CAPM

计算机辅助生产管理 CAPM(Computer. Aided Production Management)包括以下功能:(1)制定年、月、周的生产计划,物料需求计划(MRP. I),生产能力(资源)平衡;(2)进行财务、仓库等管理(结合起来为 MRP. I);(3)市场预测及制定中长期发展战略计划的经营管理。

1.3.2 CIMS 中控制的层次结构

从控制角度来看,可以把 CIMS 分成工厂层、车间层、单元层、工作站层和设备层等 5 层。如图 1.9 所示。

1.3.2.1 工厂层

工厂层是 CIMS 系统的最高层决策与管理层,包括市场预测、生产规划、资源规划、产品开发与工艺设计的厂级生产管理等。

1.3.2.2 车间层

车间层是根据生产制造计划来协调车间的作业与资源、能力平衡预测、进行物料(工件、刀具、夹具)的配置等,下达并管理作业计划(包括向单元层发布作业计划和接受该层的作业计划执行情况的报告)。

1.3.2.3 单元层

单元层主要进行单元的作业调度、指令发放与监控,并对加工现场所产生的随机事故进行动态调度。

1.3.2.4 工作站层

工作站层包括加工、物料贮运、刀具管理、装配和检测等各类工作站,分别安排了各种装置

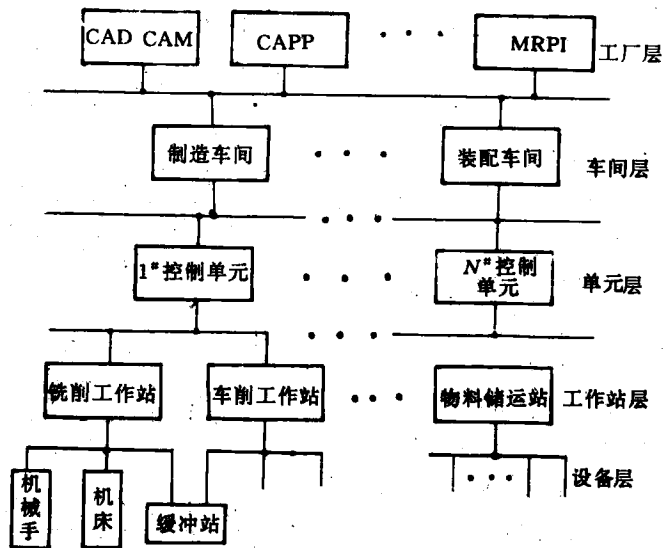


图 1.9 CIMS 的层次结构