

高等学校教材

微型计算机 控制技术

潘新民 王燕芳 编著



高等教育出版社

352

TP273
P18

高等学校教材

微型计算机控制技术

潘新民 王燕芳 编著

高等教育出版社

内容提要

本书全面系统地讲述了微型计算机在工业过程控制中的各种应用技术。主要内容有:微型机控制系统的组成及分类、A/D 和 D/A 转换、数据采集、键盘处理、LED 及 LCD 显示、报警技术、电动机控制、步进电机控制、并行通信及其接口总线(STD 和 PC)、串行通信及其接口总线(RS-232-C、RS-422、RS-485)、现场总线、数字滤波、标度变换、自动量程转换、非线性补偿、PID 控制、直接数字控制、模糊控制、微型机控制系统设计方法及实例等。为了与现在各高等学校的微型计算机及原理课程相衔接,本书以工业 PC 机为主,采用 8088/8086 汇编语言及 Visual C++ 高级语言,重点讲述工业过程控制中的软件、硬件相结合的设计方法和技术。

为了帮助读者掌握各部分内容,书中每章后面都附有思考题和练习题。

本书可作为大专院校计算机应用、自动化、仪器仪表、电子通信、机电一体化等专业的微型机控制技术课程的教材,也可作为广大从事微型机过程控制系统设计技术人员的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机控制技术/潘新民,王燕芳编著. —北京:
高等教育出版社,2001.7

ISBN 7-04-008917-3

I. 微… II. ①潘…②王… III. 微型计算机—计算机
控制 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 18739 号

微型计算机控制技术
潘新民 王燕芳 编著

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 中国青年出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 2001 年 7 月第 1 版

印 张 21

印 次 2001 年 7 月第 1 次印刷

字 数 510 000

定 价 22.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

工业过程控制是计算机的一个重要应用领域,微型计算机控制技术正是为了适应这一领域的需要而发展起来的一门技术。如今,“微型计算机控制技术”已成为我国高等学校计算机应用、自动化、电子与电气工程、机电一体化等专业的主干课程,同时也是广大技术人员更新知识的必备参考书。

本人以前编写的《微型计算机控制技术》一书(以单片机为主),自1985年出版以来,已修订三版,受到广大读者的青睐,很多高等学校选用此书作为教材,并在中央电视台、湖北电视台以及天津电视台等举办过电视讲座。

随着微型机技术的发展,微型计算机控制技术也在不断更新。特别是,由于我国高等学校数量多,课程安排也不尽相同。目前许多学校只学微型机原理,因此希望能有一本与之配套的“微型计算机控制技术”教材。本书的特点是在以往编写的“微型计算机控制技术”教材突出实际应用的基础上,增加了近年来最流行的现场总线控制和模糊控制理论,并且以工业PC机为主进行讲述,同时还对最新的Visual C++在控制中的应用做了介绍。

本书采用硬件和软件相结合的方式进行讲述。硬件上囊括了工业PC整机、各种控制接口板和典型芯片等内容。软件上则包括刚刚问世的Visual C++,使用灵活的汇编语言和C96等。特别是本书还专门介绍了汇编语言与Visual C++混合应用的方法,这在目前所出版的微型计算机控制技术教材中还是第一次。如何把高级语言Visual C++与汇编语言结合起来,这正是目前广大微型机控制人员所探讨的问题。本书想在这方面通过自己的科研成果起到一个抛砖引玉的作用。

另一方面,本书在编写过程中,有意识地培养和建立学生的思维能力,使学生能真正建立起数据流及信息流概念,在控制应用中能够将软件、硬件有机结合。通过各章实例的讲述,使学生能真正掌握微型机软件、硬件相结合的设计方法。

本书第2章,第3章,第4章的4.3节、4.4节,第5章的5.1节、5.2节和第7章由王燕芳编写,其余部分由潘新民编写。此外,潘莉、潘峰在本书编写过程中,在收集资料、程序设计和调试、书稿整理等方面做了大量的工作,在此表示由衷的感谢。

本书可作为高等院校计算机应用、自动化、电子与电气工程、机电一体化等专业作教材,也可供相关专业人员参考。

由于我们水平有限,再加上时间仓促,书中错误之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

作 者

2000年12月

于天津

第 1 章 微型计算机控制系统概述

自从 20 世纪 70 年代初第一个微处理器 Intel 4004 问世以来,随着半导体技术的进步,微型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 位机几个大的发展阶段,目前 64 位机也已问世。就微型机种类而言,不但有 8088、8086、80286、80386、80486、80586、80686 这样功能齐全的高性能微型计算机相继问世,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,特别是近年来又随着 8096 系列 16 位单片机及 80960 系列 32 位单片机的出现,更使微型机在工业控制领域锦上添花,取得了长足的进步。由 20 世纪 80 年代的 Z80 单板机,到 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 机;从简单的单机控制到复杂的集散型多机控制,无不反映了微型计算机在工业控制中的强大生命力。如今,完全可以这样说,没有微处理器的仪器不能称其为仪器,没有微型机的控制系统更谈不上现代工业控制系统。作为现代从事工业控制和智能化仪表研究、开发和使用的人员来讲,不懂微型计算机,要想在工业控制领域里遨游,简直是寸步难行。

在这一章里,主要介绍微型机控制系统的基本概念,微型机控制系统的组成及分类。

1.1 微型计算机控制系统组成

微型计算机控制系统由微型计算机、接口电路、外部通用设备和工业生产对象等组成,其原理电路如图 1-1 所示。

在图 1-1 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

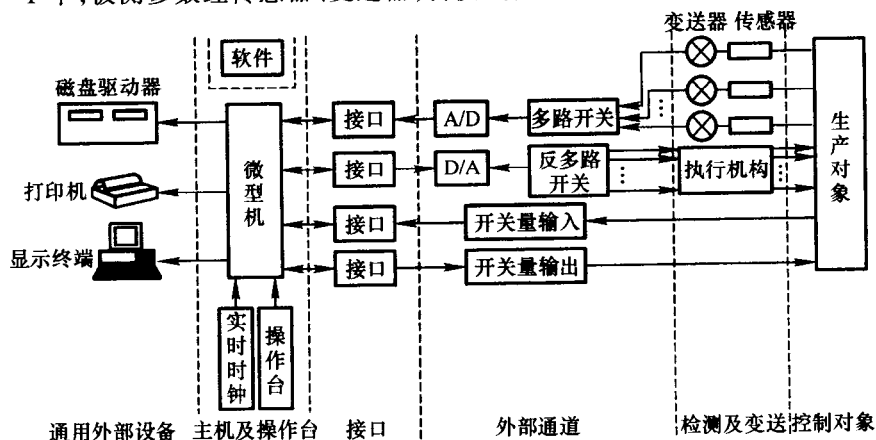


图 1-1 典型微机控制系统原理图

到 A/D 转换器进行模拟/数字转换,转换后的数字量通过接口送入微型计算机,这是模拟量输入通道。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,以便对被测参数进行控制。

下边介绍微型机控制系统的硬件及软件功能。

1.1.1 微型机控制系统硬件结构

系统硬件是由主机 CPU、接口电路及外部设备组成的。由于要求的不同,组成微机控制系统的硬件也不同,一般可根据系统的需要进行扩展。现在已经生产出具有各种功能的接口板,并用标准总线连接起来。用户可根据实际需要进行挑选,使用非常方便。如 STD 总线工业控制机、PC 总线工业控制机等等,即属此类工业控制机。

1. 主机(CPU)

它是整个控制系统的指挥部,通过接口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、报警处理以及逻辑判断等等。因此,主机(CPU)是微型机控制系统的重要组成部分。主机(CPU)的选用将直接影响到系统的功能及接口电路的设计等。目前最常用的有 Intel 80x86 及单片机 Intel 8051、8096 系列等。由于主控芯片种类繁多、功能各异,因此,在选用单片机作为主控芯片时,对接口电路的设计必须引起高度注意。

2. I/O 接口

I/O 接口是主机(CPU)与被控对象进行信息交换的纽带。主机通过 I/O 接口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:

- (1) 并行接口 8155 和 8255;
- (2) 串行接口 8251 等;
- (3) 直接数据传送控制器 8237;
- (4) 中断控制接口 8259;
- (5) 定时器/计数器 8253。

此外,由于计算机只能接收数字量,而一般的连续化生产过程被测参数大都为模拟量,如温度、压力、流量、液位、速度、电压以及电流等。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也多为模拟量,所以计算机计算出控制量之后,还必须把数字量变成模拟量,即 D/A 转换。

3. 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。目前已有许多专门厂家生产出各种各样的通用外部设备,如电传打印机、CRT 显示终端、纸带打孔机、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等。这些专用设备就像微型机的眼、耳、鼻、舌、四肢一样,从各方面扩充了主机的功能。

4. 检测元件及执行机构

在微型机控制系统中,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、流量、液位、成分等。为此,必须通过检测元件,即传感器,把非电量参数转换成电量,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。这些信号经变送器转换成统一的标准信号(0~5 V 或 4~20 mA)后,再送入微型机。因此,检测元件精度的高低,直接影响微型机控制系统的精度。

此外,为了控制生产过程,还必须有执行机构,它们的作用就是控制各参数的流入量,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,也有的采用电动机、步进电机以及可控硅元件等进行控制。关于这部分内容将在第4章4.2节详细介绍。

5. 操作台

操作台是人-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,显示被测参数以及发出各种操作命令等。它主要由以下四个部分组成:

(1) 作用开关。如电源开关、数据及地址选择开关以及操作方式(如自动/手动)选择开关等。通过这些开关,人们可以对主机进行启停、设置和修改数据以及修改控制方式等等。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。所有这些功能键都是以中断方式与主机进行联系的。

(3) LED数码管及CRT显示。用来显示被测参数及操作人员感兴趣的内容。随着微型机控制技术的发展,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、棒状指示图、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,以及报警、索引等。

(4) 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第3章讲述。

1.1.2 微型机控制系统软件

对于微型机控制系统而言,除了上述硬件组成部分以外,软件也是必不可少的。所谓软件是指完成各种功能的计算机程序的总和,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。它们是微型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。按使用的语言来分,软件可分为机器语言、汇编语言和高级语言;就其功能来分,软件可分为系统软件、应用软件及数据库。

所谓系统软件一般是由计算机厂家提供的,专门用来使用和管理计算机的程序,系统软件包括:

(1) 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、MS C等;

(2) 监控管理程序、操作系统、调整程序以及故障诊断程序等。

这些软件一般不需要用户自己设计,对用户来讲,它们只是作为开发应用软件的工具。

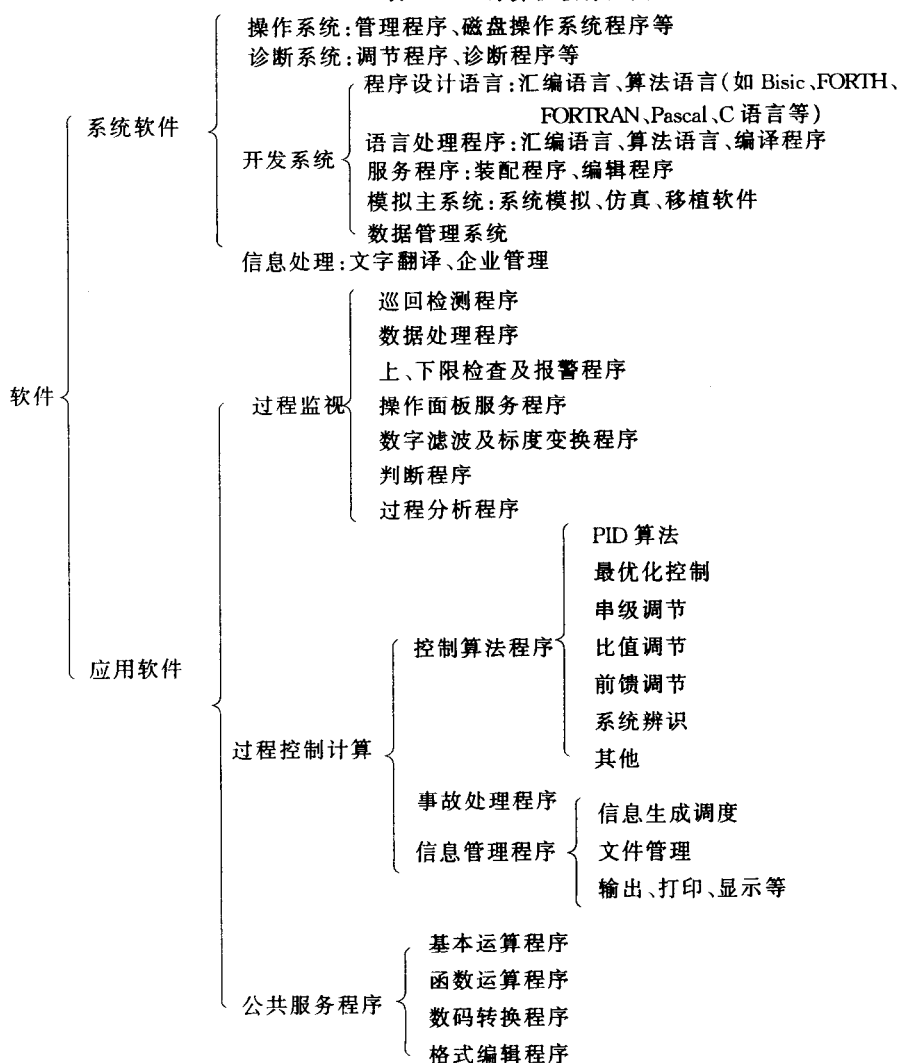
应用软件是面向生产过程的程序,如A/D、D/A转换程序、数据采样、数字滤波程序、标度变换程序、键盘处理程序、显示程序、过程控制程序(如PID运算程序、数字控制程序)等等。应用软件大都由用户自己根据实际需要进行开发。本书将在以后各章中详细讲述这些程序的设计方法。目前

也有一些专门用于控制的应用软件,如 LEBTECH/CONTROL, ONSPEC 等等。这些应用软件的特点是功能强、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。

数据库及数据库管理系统就是专门讲述如何建立数据库以及如何查询、显示、调用和修改数据等等,主要用于资料管理、存档和检索。近年来,随着计算机软件的发展,数据库开发软件得到了迅速的发展,出现了许多数据库开发软件,如 FoxPro, Visual Basic(VB), Microsoft SQL Server 等数据库软件的出现,使微型机控制系统向大型化发展成为可能。例如,一些大型控制系统经常采用 VB 作平台和数据库管理,VC(Visual C)作为面向对象程序,并辅之以汇编语言作为 I/O 接口处理就是目前最流行的设计方法之一。

目前,软件设计已经成为计算机科学中一个独立的分支,而且发展非常快。表 1-1 表示出了各种软件的分类。

表 1-1 计算机软件分类



1.2 微型计算机控制系统的分类

微型计算机控制系统与其所控制的生产对象密切相关,控制对象不同,其控制系统也不同。下面根据微型机系统的工作特点分别进行介绍。

1.2.1 操作指导控制系统

操作指导是指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,其原理方块图如图 1-2 所示。

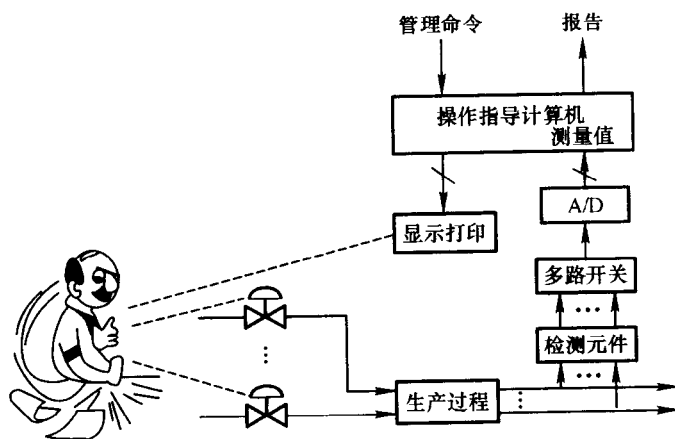


图 1-2 操作指导控制系统原理图

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。操作人员根据此结果进行设定值的改变或必要的操作。

该系统最突出的特点是比较简单,且安全可靠,特别是对于未摸清控制规律的系统更为适用。常常被用于计算机控制系统的初级阶段,或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。它的缺点是仍要人工进行操作,所以操作速度不能太快,太快了人跟不上计算机的变化,而且不能同时操作几个回路。它相当于模拟仪表控制系统的手动与半自动工作状态。

1.2.2 直接数字控制系统(DDC)

DDC(Direct Digital Control)控制是用一台微型机对多个被控参数进行巡回检测,检测结果与设定值进行比较,再按 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。其系统原理图,如图 1-3 所示。

由于微型计算机的速度快,所以一台微型机可代替多个模拟调节器,这是非常经济的。

DDC 控制系统的另一个优点是灵活性大,可靠性高。因为计算机计算能力强,所以用它可以实现各种复杂的控制规律,如串级控制、前馈控制、自动选择控制以及大滞后控制等。正因如此,DDC 系统得到了广泛的应用。

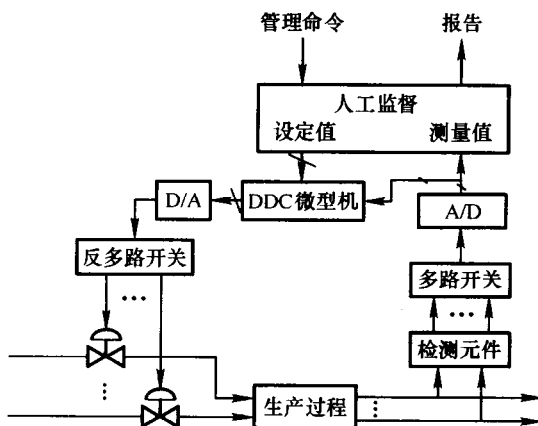


图 1-3 DDC 控制系统原理图

1.2.3 计算机监督系统(SCC)

计算机监督系统(Supervisory Computer Control)简称 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。而在计算机监督系统中,则是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情况,它不仅可以进行给定值控制,同时还可以进行顺序控制、最优控制以及自适应控制等,它是操作指导系统和 DDC 系统的综合与发展。

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

SCC + 模拟调节器控制系统原理图,如图 1-4 所示。

在此系统中,SCC 监督计算机的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计算后,输出给定值到模拟调节器。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,以达到调节生产过程的目的。这样,系统就可以根据生产工况的变化,不断地改变给定值,以达到实现最优控制的目的。而一般的模拟系统是不能改变给定值的。因此这种系统特别适合于老企业的技术改造,既用上了原有的模拟调节器,又实现了最佳给定值控制。

2. SCC + DDC 控制系统

SCC + DDC 控制系统原理图,如图 1-5 所示。

本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 + 模拟调节器系统相比,其控制规律可以改变,用起来更加灵活,而且一台 DDC 可以控制多个回路,使系统比较简单。

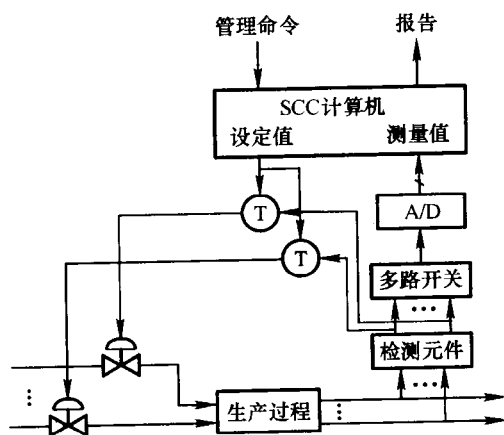


图 1-4 SCC + 模拟调节器控制系统原理图

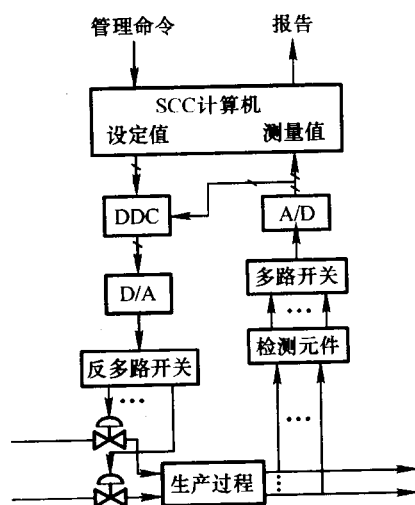


图 1-5 SCC + DDC 控制系统原理图

总之, SCC 系统比 DDC 系统有着更大的优越性,可以接近于生产的实际情况。另一方面,当系统中模拟调节器或 DDC 控制器出了故障时,可用 SCC 系统代替调节器进行调节。因此,大大提高了系统的可靠性。

但是,由于生产过程的复杂性,其数学模型的建立是比较困难的,所以此系统实现起来比较困难。

1.2.4 分布控制系统(DCS)

分布控制系统(Distributed Control System)也称集散控制系统。在整个生产过程中,由于生产过程是复杂的,设备分布又很广,其中各工序、各设备同时并行地工作,而且基本上是独立的,故系统比较复杂。然而,随着微型机价格的不断下降,人们越来越注意把原来使用中小型计算机的集中控制用分布控制系统(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室,而绝大部分时间都是各个计算机并行地就地工作。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)和生产管理级(MIC)组成,其原理框图,如图 1-6 所示。

分散过程控制级 DDC 是 DCS 的基础,用于直接控制生产过程。它由各工作站组成,每一工作站分别完成数据采集、顺序控制或某一被控制量的闭环控制等。分散过程控制级收集的数据供监控级调用,各工作站接收监控级发送的信息,并依此而工作。可见分散过程控制级基本上属于 DDC 系统的形式,但将 DDC 系统的职能由各工作站分别完成。由于工作任务由各站来完成,因此局部的故障不会影响整个系统的工作,从而避免了集中控制系统中“危险集中”的缺点。

监控级的任务是对生产过程进行监视与操作。监控级根据生产管理级的技术要求,确定分散过程控制级最优给定量。监控级能全面地反映各工作站的情况,提供充分的信息,因此本级的操作人员可以据此直接干预系统的运行。

管理级则是整个系统的中枢,它根据监控级提供的信息及生产任务的要求,编制全面反映整

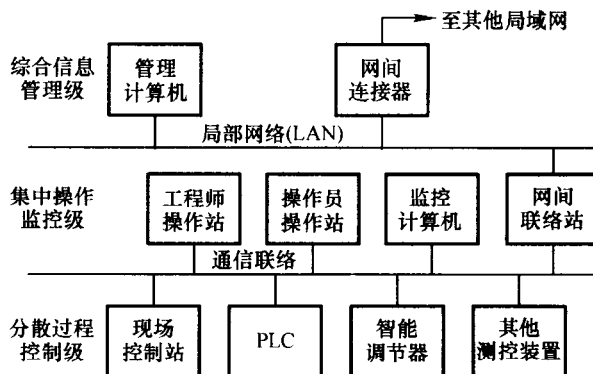


图 1-6 分布控制系统的组成

个系统工作情况的报表,审核控制方案,选择数学模型,制定最优控制策略,并对下一级下达命令。

分布式控制系统(DCS)实质是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制技术。它是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术和人机接口技术相互发展、渗透而产生的。具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装简单规范化、调试方便、运行安全可靠的特点。能够适应工业生产过程的各种需要,提高生产自动化水平和管理水平,提高产品质量,降低能源消耗和原材料消耗,提高劳动生产率,保证生产安全,促进工业技术发展,创造最佳经济效益和社会效益。

1.2.5 计算机集成制造系统(CIMS)

CIMS是 Computer Integrated Manufacturing System 的缩写,CIMS体现了一种对企业生产过程与生产管理进行优化的新哲理。它认为企业的计划、采购、生产、销售等各个环节是不可分割的,整个生产运作过程实际上是对各个有关环节信息的采集、传递、加工、协调、回控的过程,必须统一考虑以利优化决策。这种哲理首先是在 1973 年由美国 Joseph Harrington 博士提出。20 多年过去了,虽然至今仍无权威性的定义,但追溯近几十年来科技与生产力的发展不难看出,CIM 是计算机技术、自动控制技术、制造技术、信息技术、管理技术、网络技术、系统工程技术等新技术发展的结果,这些新技术的发展,使原先几乎相互无关或关系不密切的技术学科终于走到一起来了,从而形成一种新的综合技术 CIMS。

CIMS 的结构是采用多任务分层体系结构,经过 20 多年的发展,现在已经形成多种方案。如,美国国家标准局(AMRF)的自动化制造实验室提出的五层递阶控制体系结构,面向集成平台的 CIMS 体系结构,连续型 CIMS 体系结构以及局域网型 CIMS 体系结构等等。但不管结构如何变化,其基本控制思想都是采用递阶控制。

所谓递阶控制(Hierarchical Control),是一种把所需完成的任务按层次分级的层状或树状的命令/反馈控制方式。高级装置控制次一级的装置,次一级的功能更具体,而最后一级就是完成要求的最具体的最后一道任务。

我国建设在清华大学的国家 CIMS 工程技术研究中心 CIMS-ERC 的总体结构采用四层递阶控制体系结构,其功能模型如图 1-7 所示。

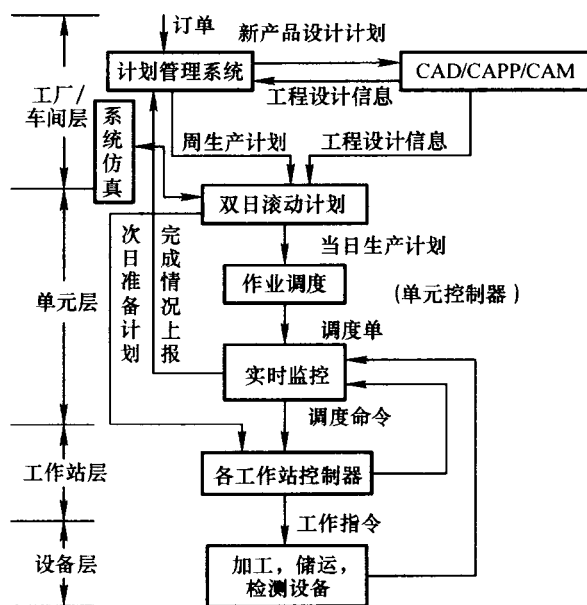


图 1-7 CIMS-ERC 四层递阶控制功能模型

图 1-7 中各层的主要作用是：

(1) 工厂/车间层。它的主要任务是市场预测,长期生产规划和资源规划。并可根据订单的要求编制指令性计划,最终输出周生产计划。

(2) 单元层。根据周生产计划、工程设计信息和车间的实际生产能力及生产完成情况生成双日滚动计划;然后通过仿真软件进行仿真和适当调整;最后由调度软件根据计算机辅助工艺过程计划(CAPP)制定的工艺规划对当日要加工的零件进行排序,产生调度单,并完成对各工作站的实时调度与监控。

(3) 工作站层。它根据单元层中的单元控制器下达的生产作业调度单去调用数控 NC 代码,对各设备进行控制并协调各种设备动作,实现对当日生产零件的加工,同时将设备状态实时地反馈给单元控制器。

(4) 设备层。即生产线上的制造设备。若制造设备出现故障,则根据故障的性质,由单元控制器、工作站控制分别加以处理,以保证整个生产线仍然正常运行。

总之,CIMS 是在 DCS 系统之后发展起来的更高一级的控制系统。其根本区别在于 CIMS 的管理级不单是编制生产计划、制订控制方案,而是对市场信息、生产规划、销售等进行全面统一管理。DCS 主要任务是控制,而 CIMS 则是管理加控制。

1.2.6 现场总线控制系统(FCS)

现场总线控制系统(Fieldbus Control System)是分布控制系统(DCS)的更新换代产品,并且已经成为工业生产过程自动化领域中一个新的热点。

现场总线控制系统(FCS)与传统的分布控制系统(DCS)相比,有以下特点:

1. 数字化的信息传输

无论是现场底层传感器、执行器、控制器之间的信号传输,还是与上层工作站及高速网之间的信息交换,系统全部使用数字信号。在网络通信中,采用了许多防止碰撞、检查纠错的技术措施,实现了高速、双向、多变量、多地点之间的可靠通信,与传统的 DCS 中底层到控制站之间 4~20 mA 模拟信号传输相比,在通信质量和连线方式上都有重大的突破。

2. 分散的系统结构

废除了传统的 DCS 中采用“操作站-控制站-现场仪表”三层主从结构的模式,把输入/输出单元、控制站的功能分散到智能型现场仪表中去。每个现场仪表作为一个智能节点,都带有 CPU 单元,可分别独立完成测量、校正、调节、诊断等功能,靠网络协议把它们连接在一起统筹工作。任何一个节点出现故障只影响本身而不会危及全局,这种彻底的分散型控制体系使系统更加可靠。

3. 方便的互操作性

FCS 特别强调“互联”和“互操作性”。也就是说,不同厂商的 FCS 产品可以异构,组成统一的系统,可以相互操作,统一组态,打破了传统 DCS 产品互不兼容的缺点,方便了用户。

4. 开放的互连网络

FCS 技术及标准是全开放式的。从总线标准、产品检验到信息发布都是公开的,面向所有的产品制造商和用户。通信网络可以和其他系统网络或高速网络相连接,用户可共享网络资源。

5. 多种传输媒介和拓扑结构

FCS 由于采用数字通信方式,因此可采用多种传输介质进行通信,即根据控制系统中节点的空间分布情况,可采用多种网络拓扑结构。这种传输介质和网络拓扑结构的多样性给自动化系统的施工带来了极大的方便,据统计与传统 DCS 的主从结构相比,只计算布线工程一项即可节省 40% 的经费。

FCS 的出现将使传统的自控系统产生革命性的变革,它改变了传统的信息交换方式、信号制式和系统结构,改变了传统的自动化仪表功能概念和结构形式,也改变了系统的设计和调试方法,它开辟了控制领域的新纪元。

FCS 控制层结构如图 1-8 所示。

现场总线的节点设备称为现场设备或现场仪表,节点设备的名称及功能随所应用的企业而定。用于过程自动化构成 FCS 的基本设备如下:

① 变送器。常用的变送器有温度、压力、流量、物位和分析五大类,每类又有多个品种。变送器既有检测、变换和补偿功能,又有 PID 控制和运算功能。

② 执行器。常用的执行器有电动、气动两大类,每类又有多个品种。执行器的基本功能是信号驱动和执行,还内含调节阀输出特性补偿、PID 控制和运算等功能,另外还有阀门特性自校验和自诊断功能。

③ 服务器和网桥。服务器下接 H_1 和 H_2 ,上接局域网 LAN(Local Area Network);网桥上接 H_2 ,下接 H_1 。

④ 辅助设备。 H_1 /气压、 H_1 /电流和电流/ H_1 转换器;安全栅;总线电源;便携式编程器等。

⑤ 监控设备。工程师站供现场总线组态,操作员站供工艺操作与监视,计算机站用于优化

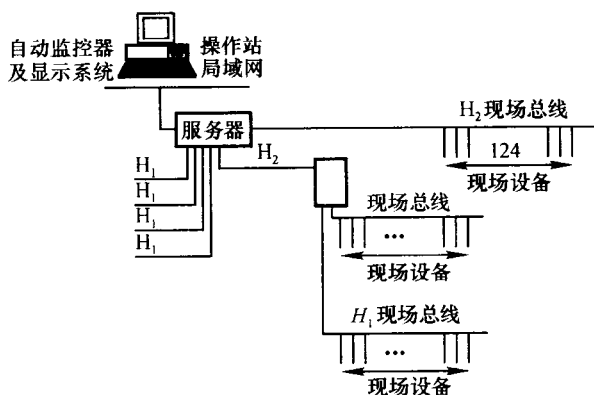


图 1-8 现场总线控制系统结构

控制和建模。

FCS 的核心是现场总线。现场总线技术是 20 世纪 90 年代兴起的一种先进的工业控制技术,它将当今网络通信与管理的观念引入工业控制领域。从本质上说,它是一种数字通信协议,是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、全分散、双向传输、多分支结构的通信网络。是控制技术、仪表工业技术和计算机网络技术三者的结合,具有现场通信网络、现场设备互连、互操作性、功能块分散、通信线供电、开放式互联网络等技术特点,这些特点不仅保证了它完全可以适应目前工业界对数字通信和自动控制的需求,而且使它与 Internet 互连构成不同层次的复杂网络成为可能,代表了今后工业控制体系结构发展的一种方向。

现场总线控制系统作为一种新一代的过程控制系统,无疑具有十分广阔的发展前景。但是,我们同时也应看到,FCS 与已经经历了二十多年不断发展和完善的 DCS 系统相比在某些方面尚存在着一些问题,要在复杂度很高的过程控制系统中应用 FCS 尚有一定的困难。当然,随着现场总线技术的进一步发展和完善,这些问题将会逐渐得到解决。有关现场总线的详细内容将在本书第 5 章 5.4 节讲述。

1.3 微型计算机控制系统发展概况及趋势

微型计算机的发展,促进了工业控制的进步。目前,已有各种各样的微型机控制系统在工业生产中应用,按被控对象的规模来分,主要有下面介绍的几种。

1.3.1 单片微型计算机

单片微型计算机(Single Chip Microcomputer),简称单片机。它是工业控制和智能化系统中应用最多的模式。这种模式的最大特点是设计者可根据自己的实际需要开发、设计一个单片机系统,因而更加方便、更加灵活,并且成本低。其基本方法是在单片机的基础上扩展一些接口,如用于模拟/数字转换的 A/D、D/A 转换接口,用于人机对话的键盘处理接口,LED 和 LCD 显示接口,用于输出控制的电动机、步进电机接口等等。然后再开发一些应用软件(大都采用汇编语言,

近来也有不少人采用高级语言,如 Basic、PL/M、C51 等),即可组成完整的单片机系统。

与微型计算机相比,单片机具有以下特点。

1. 集成度高、功能强

微型计算机通常由微处理器(CPU)、存储器(RAM、ROM)以及 I/O 接口组成,其各部分分别集成在不同的芯片上,然后,再由几个芯片组成一台微型计算机。例如,大家熟悉的由 8088/8086 组成的 IBM PC/XT 微型计算机,其最小模式的基本配置主要由 8088/8086CPU、时钟发生器 8284、地址锁存器及数据总线收发器组成,如图 1-9 所示。

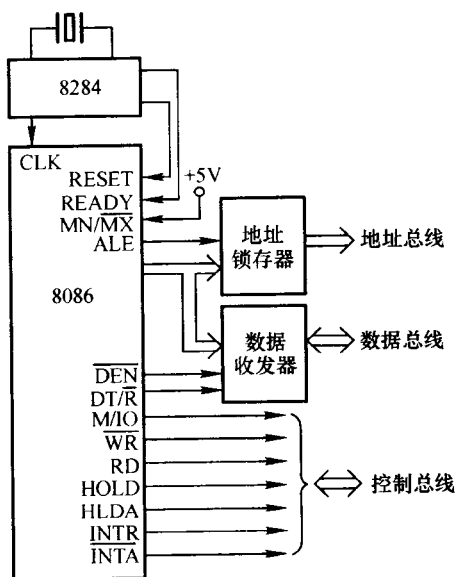


图 1-9 8088/8086 最小模式下的配置

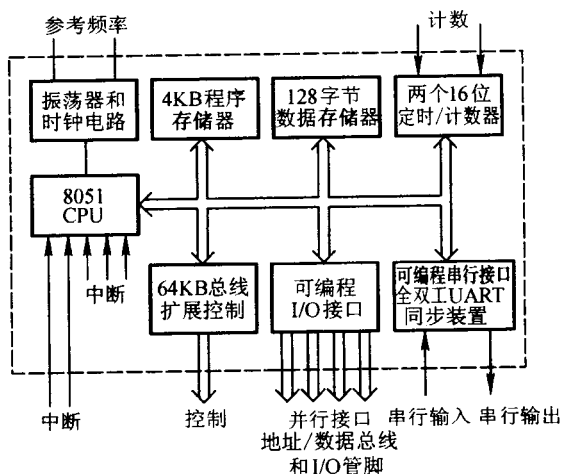


图 1-10 典型的单片机结构

单片机则是把 CPU、ROM、RAM、I/O 接口,以及定时器/计数器都集成在一个芯片上。目前应用最多的 MCS-51 系列单片机的结构,如图 1-10 所示。

由图 1-9 和图 1-10 可以看出,单片机与微型计算机进行比较,它不仅是体积大大减小,而且功能大为增强。MCS-51 系列单片机内部还有定时/计数器、串行接口以及中断系统等,甚至有的还有 A/D 转换。而 8088/8086 微型计算机要想具有这些功能,就必须增加相应的芯片,如 8253、8251、8259 以及 A/D 转换器等。

2. 结构合理

目前,单片机大多采用 Harvard 结构。这是数据存储器与程序存储器相互独立的一种结构。而在许多微型计算机,如 Z80、Intel 8085、M6800 以及 8088/8086 等,大都采用两类存储器合二为一(即统一编址)的方式。单片机采用独立结构主要有以下两点好处:

(1) 存储容量大。例如,采用 16 位地址总线的 8 位单片机可寻址外部 64 KB RAM 和 64 KBROM(包括内部 ROM)。此外还有内部 RAM(通常为 128B)。正因如此,使用单片机不仅可以进行控制,而且能够进行数据处理。单片机不仅设有监控程序,还可同时驻留汇编、反汇编、高级语言以及各种函数库、子程序及图表。因此使单片机的功能大为加强,用户使用起来十分方

便。

(2) 速度快。由于单片机主要用于工业控制方面,一般都需要较大的程序存储器,用以固化控制程序;而数据存储器的容量相对来讲用量比较少,主要用来存放少量的随机数据。小容量随机存储器直接装在单片机内部,可使数据传送速度加快。

3. 抗干扰能力强

由于单片机的各种功能部件都集成在一个芯片上,特别是存储器也集成在芯片内部,因而布线短,数据大都在芯片内部传送,所以不容易受到外界的干扰,从而增强了抗干扰的能力,使系统运行更可靠。

4. 指令丰富

单片机一般都有传送指令、逻辑运算指令、转移指令、加、减法运算指令等,有些单片机还具有乘法及除法运算指令。特别是位操作指令十分丰富。例如在 MCS-51 系列单片机中,专门设有布尔处理器,并且有一个专用的处理布尔变量的指令集。指令集中包括布尔变量的传送、逻辑运算、控制转移、置位等指令,因而使单片机能在逻辑控制、开关量控制以及顺序控制中得以广泛应用。例如,欲检查某开关量的状态,并根据此状态判断程序的转移地址,在 8088/8086 微型机系统中,至少需要三条指令;

```
IN    AL,    port
AND   AL,    10000000B
JNZ,    rel
```

但是在 MCS-51 系列单片机中,只要用 JB P1.7,rel 一条指令,即可完成任务。

随着大规模集成电路技术的发展,近年来出现了各种各样功能完备的单片机。如内含可编程计数器阵列的 8XC51FX、内含 A/D 转换器的 8XC51GB、内含硬件定时监视器的 80C51FX、内含增强型串行口的 8XC52/54/58、C51FX、C51GB、内含 DMA 的 8XC152 和内含键盘控制器的 80C51SL-BG 以及内含全局串行通道 8XC152 等等[5],是智能化仪器应用最多的机型。

由于单片机品种繁多,功能各异,因而在众多的系列单片机中总有一种适合你,因此,单片机的开发与应用愈来愈受到人们的重视,是微机控制系统应用最多的机型之一。

1.3.2 可编程逻辑控制器

可编程逻辑控制器(Programmable Logical Controller),简称 PLC(是早期的继电器逻辑控制系统与微型计算机技术相结合的产物)。它吸收了微电子技术和微型计算机技术的最新成果,发展十分迅速。如今的 PLC 几乎无一例外地采用微处理器作为主控制器,而采用大规模集成电路作为存储器及 I/O 接口,因而使其可靠性、功能、价格、体积都达到了比较成熟和完美的境界。并以其卓越的技术指标和优异的抗干扰能力得到了广泛的应用,受到工业界人士的瞩目。目前,从单机自动化到工厂自动化,从柔性制造系统、机器人到工业局部网络无不有它的应用。

1. PLC 的功能

作为完整微型机控制体系,通常具有如下功能:

(1) 条件控制

由于 PLC 具有很强的逻辑控制能力,所以用它可以代替继电器进行开关量控制。

(2) 定时控制