



计算机 控制技术

主 编 刘庆丰

副主编 秦 刚 冷朝霞 戴 斌



科学出版社

计算机控制技术

主 编 刘庆丰

副主编 秦 刚 冷朝霞 戴 斌



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了计算机控制系统的种类、应用场合、结构组成、设计方法及发展趋势。全书共分9章,着重阐述了输入/输出接口设计、过程通道结构分析、系统的干扰种类及抗干扰方法、控制器的设计方法及优化方法、计算机控制系统的设计原则、硬件和软件的设计方法及设计步骤、计算机网络控制系统的种类。

本书注重理论与实践相结合,注重相关学科新技术的应用,列举了实际科研工作中的开发实例,各章后附有习题,既便于教学,又便于实际应用。

本书可作为高等院校自动化、电气工程及其自动化、计算机应用等相关专业的本科生教材,也可作为相关领域科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制技术/刘庆丰主编. —北京:科学出版社,2011.6

ISBN 978-7-03-031486-4

I. ①计… II. ①刘… III. ①计算机控制系统 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第110445号

责任编辑:余江 张丽花/责任校对:赵桂芬

责任印制:张克忠/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年6月第一版 开本:720×1000 1/16

2011年6月第一次印刷 印张:16

印数:1—4 000 字数:341 000

定价:29.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

“计算机控制技术”是普通高等学校自动化、电气工程及其自动化专业的重要课程之一。它是将大学四年学习过程中的相关课程：电路基础、模拟电子线路、数字电子线路、微机原理、控制理论等内容高度系统化、应用化的统一体，是从事计算机控制系统设计与研究必不可少的课程。

随着科学技术的发展，计算机在工业、国防及日常生活中得到了广泛的应用，使控制技术得到了空前的发展，也为控制技术的新理论和新技术的应用提供了广阔的平台，相关的理论和应用技术被总结成为计算机控制技术。

随着集成电路技术、计算机技术和控制技术的发展，新型的电路芯片、先进的控制方法在计算机控制系统中被广泛使用。本书在典型计算机控制系统设计方法的基础上，结合新的技术手段，重点介绍了一些发展的观点和实现方法，在系统设计方面增加的新内容体现了计算机控制系统的发展趋势。

本书针对计算机控制系统的特点及系统结构中各个环节的相关性，编写时遵从整体到局部，再从局部到整体的思路和设计原则，完善计算机控制系统设计过程中的结构分配形式，做到结构清晰、重点突出、方法明确、步骤简练准确。结合相关课程内容，论述了计算机控制系统设计过程中的重点和难点，并且通过示例讲解，通俗易懂，便于读者掌握。

全书共分9章，总结了计算机控制系统的发展过程，介绍了计算机控制系统的特点及发展趋势，着重阐述了计算机控制系统的种类、应用场合、结构组成、硬件及软件的设计方法和设计步骤。

本书第1~5章由西安理工大学刘庆丰编写，第6章由西安工业大学秦刚编写，第7章由运城学院戴斌编写，第8章由长安大学刘永奎编写，第9章由西安理工大学冷朝霞编写，全书由刘庆丰统稿。另外，感谢第二炮兵工程学院刘岩、西安石油大学苏娟以及西安科技大学倪云峰对本书编写的大力支持。

由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2011年2月

目 录

前言

第 1 章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统的组成及特点	1
1.2 计算机控制系统的分类	5
1.3 计算机控制系统举例.....	13
1.4 计算机控制系统中的常用机型.....	15
1.5 计算机控制系统的发展.....	17
思考题	18
第 2 章 输入/输出接口技术	19
2.1 输入/输出接口概述	19
2.2 输入/输出接口控制方式	21
2.3 输入/输出接口的芯片选择	29
2.4 接口的设计.....	39
2.5 人机接口.....	49
思考题	53
第 3 章 过程通道概述	54
3.1 D/A 转换器	55
3.2 A/D 转换器	68
3.3 模拟量输入/输出通道	80
3.4 数字量输入/输出通道	84
思考题	89
第 4 章 计算机控制系统的抗干扰技术	90
4.1 干扰来源及分类.....	90
4.2 硬件抗干扰技术.....	92
4.3 软件抗干扰技术.....	95
思考题.....	103
第 5 章 数字控制器的模拟化设计	104
5.1 概述	104
5.2 传递函数设计方法	106
5.3 离散化设计方法	109
5.4 数字 PID 控制算法的改进	116

5.5	数字 PID 参数的整定	125
5.6	PID 参数的优化	132
	思考题	145
第 6 章	数字控制器的离散化设计	146
6.1	z 变换的基本概念	146
6.2	最少拍无差系统的设计	155
6.3	最少拍无波纹系统的设计	163
6.4	有扰动数字控制系统的设计	167
6.5	大林算法	171
	思考题	174
第 7 章	数字控制器的优化设计	176
7.1	状态空间设计法	176
7.2	模型预测控制	198
	思考题	203
第 8 章	计算机控制系统的设计	204
8.1	计算机控制系统的设计原则与开发过程	204
8.2	硬件设计	206
8.3	软件设计	209
8.4	系统的调试与运行	210
8.5	设计举例	212
	思考题	221
第 9 章	计算机网络控制系统	222
9.1	集散控制系统 DCS	222
9.2	现场总线局域网络控制系统	230
9.3	工业以太网控制系统	239
	思考题	246
	参考文献	247
附录 1	常见系统的 z 变换和广义 z 变换	249
附录 2	广义 z 变换简介	250

第 1 章 计算机控制系统概述

随着社会和科技的发展,计算机控制技术已经广泛应用于社会经济生活的各个层面。大到非常庞杂的控制系统,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。随着计算机技术的迅速发展及微型计算机的日益普及,尤其是各种性能优良、价格低廉的嵌入式微控制器的出现,使得用计算机实现的控制器成本不断降低,从而推动了计算机在控制系统中的应用。同时,由于通过软件编程可以实现各种复杂、灵活的控制算法,因而计算机控制技术广泛地应用于工农业生产、交通运输以及国防建设等各个领域,并取得了良好的控制效果。

1.1 计算机控制系统的组成及特点

自动控制是指通过控制装置使生产过程在没有人直接参与的情况下自动地按照预定的要求运行。计算机控制系统是以计算机为核心的实现生产过程自动控制的系统。用计算机来组建控制系统可以完成常规控制技术无法完成的任务,达到常规控制技术无法达到的性能指标。

计算机控制系统是在自动控制技术和计算机技术不断发展的基础上产生的。虽然经典控制理论已发展成熟,且在不同领域得到了成功的运用,但是它也有其局限性,对复杂的控制系统和复杂的算法,在实现上遇到了相当大的困难,不能满足系统的运行要求。现代控制理论的发展为自动控制系统的分析、设计与综合增添了理论基础,而计算机技术的发展为新型控制规律的实现提供了非常有效的手段,两者的结合极大地推动了自动控制技术的发展。

连续控制系统的典型结构如图 1-1 所示。

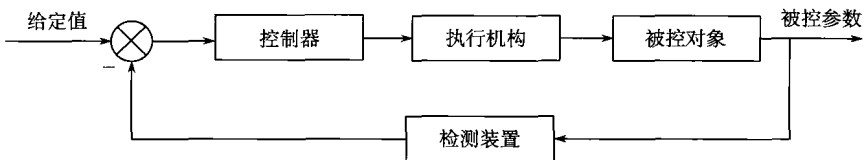


图 1-1 连续控制系统的典型结构图

该系统中各处的信号均为连续信号。此控制过程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,其结构图如图 1-2 所示。

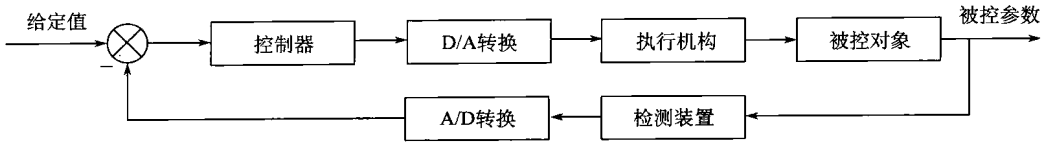


图 1-2 典型计算机控制系统结构图

在计算机控制系统中,计算机的输入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都是模拟信号。因此,需要有一个将模拟信号转换为数字信号的 A/D 转换器,以及一个将数字信号转换为模拟信号的 D/A 转换器。

计算机控制系统的控制过程通常可以归结为:

- (1) 数据采集及处理。即对被控对象的被控参数进行实时检测,并输入计算机进行处理。
- (2) 实时控制。即按已设计的控制规律计算出控制量,实时向执行器发出控制信号。

自动控制要求控制系统具有实时性,即要求信号的输入、计算和输出在一定的时间内(采样间隔)内完成。这个过程的不重复,使得整个系统能够按照一定的品质指标进行工作,同时也能够对被控参数和设备本身出现的异常状态进行监测并做出快速处理。

计算机控制系统由硬件和软件两部分组成,硬件是系统构成的物质基础,软件是功能程序的总和。

1.1.1 计算机控制系统的硬件组成

计算机控制系统的硬件一般由主机、过程输入/输出通道、外部设备、操作台和被控对象等组成,如图 1-3 所示。

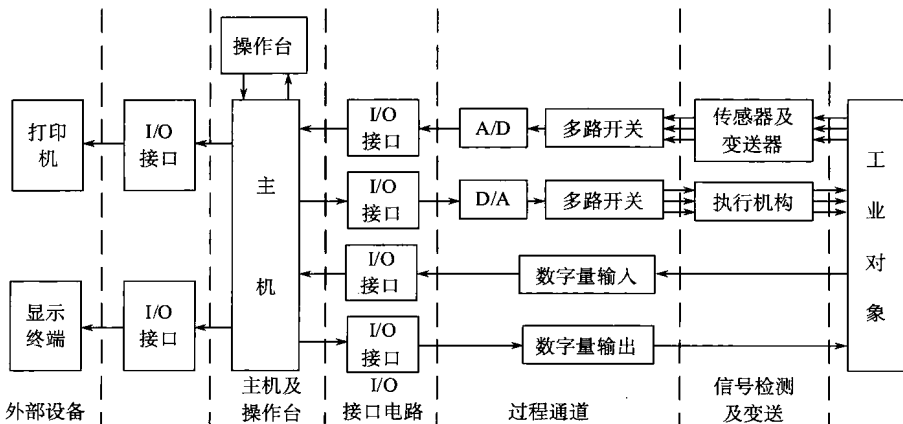


图 1-3 计算机控制系统的硬件组成框图

1. 主机

主机是计算机控制系统的核心,通过接口可以向系统的各个部分发出各种命令,同时对被控对象的被控参数进行实时检测及处理。其具体功能是完成程序存储、程序执行、数值计算、逻辑判断和数据处理等工作。

2. 过程通道

过程输入/输出通道是在主机和被控对象(或生产过程)之间设置的信息传送和转换的连接通道。

过程输入通道把被控对象(或生产过程)的被控参数转换成计算机可以处理的数字代码;过程输出通道把计算机输出的控制命令和数据,转换成可以对被控对象(或生产过程)进行控制的信号。

过程输入/输出通道一般分为模拟量输入通道、模拟量输出通道、开关量输入通道和开关量输出通道。

3. I/O 接口

I/O 接口是主机和通道、外部设备进行信息交换的纽带,由于外部设备是不能直接由主机控制的,必须由接口来传送相应的信息和命令。接口电路有并行接口、串行接口、脉冲接口和直接数据传送接口等。接口的任务是实现主机与外部设备的连接,外设不同,接口的形式也不一样。目前,绝大部分 I/O 接口都是采用可编程接口芯片,它们的工作方式可以通过编程设置,各种 CPU 都有配套的接口芯片。

4. 外部设备

外部设备是用来实现计算机和外界交换信息的设备。常用的外部设备有输入设备、输出设备和外存储器,用来显示、打印、存储和数据传送。

输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等,主要用来输入用户命令和数据。

输出设备有打印机、显示器、记录仪、绘图仪、声光报警器等,主要用来显示或记录各种信息和数据。

外存储器有磁盘驱动器、光盘驱动器、磁带录音机等,兼有输入输出功能,主要用来存储程序和有关数据。

5. 操作台

操作台是操作人员与计算机控制系统进行“对话”的设备,通过它可以向计算机输入命令、修改参数、显示被测参数和发出各种操作指令。主要由以下四部分组成。

(1) 作用开关。电源开关、数据及地址选择开关、自动/手动切换开关等可通过接口与主机相连。它们完成对主机进行启/停、对设备进行启/停或修改数据、选择控制方式等功能。

(2) 功能键。通过功能键向主机申请服务。主要包括复位键、启动键、打印键、显示键、工作方式选择键等。

(3) 显示终端。LED、LCD 或 CRT 显示屏,显示操作者所要求的内容或报警信息。在小型系统中,更多的是采用 LED、LCD 显示屏;而在规模比较大,要求比较高的

系统中,可以选用 LCD、CRT 显示器。因为 LCD、CRT 显示器不仅可以显示数据表格,而且可以显示各种图形,如控制系统流程图、参数变化趋势图、调节回路指示图等。清晰美观的显示,便于操作人员的工作,提高系统的性能。

(4) 键盘。用于输入或修改参数。

操作台的各组成部分都通过对应的接口电路与主机相连,由主机实现对各部分的管理。

6. 其他

在计算机控制系统中,工业对象、执行机构、检测变送等设备,也是计算机控制系统硬件的组成之一,具体的工业被控对象不同,它的组成结构、执行机构及其检测设备也不相同。因此,设计计算机控制系统时,要根据具体的工业被控对象选择相应的执行机构和检测设备。

1.1.2 计算机控制系统的软件组成

对于计算机控制系统而言,软件也是它的组成部分。软件是指能够完成各种功能的计算机控制系统的程序总和。它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的指挥下进行工作的。它分为系统软件和应用软件两大部分,如图 1-4 所示。

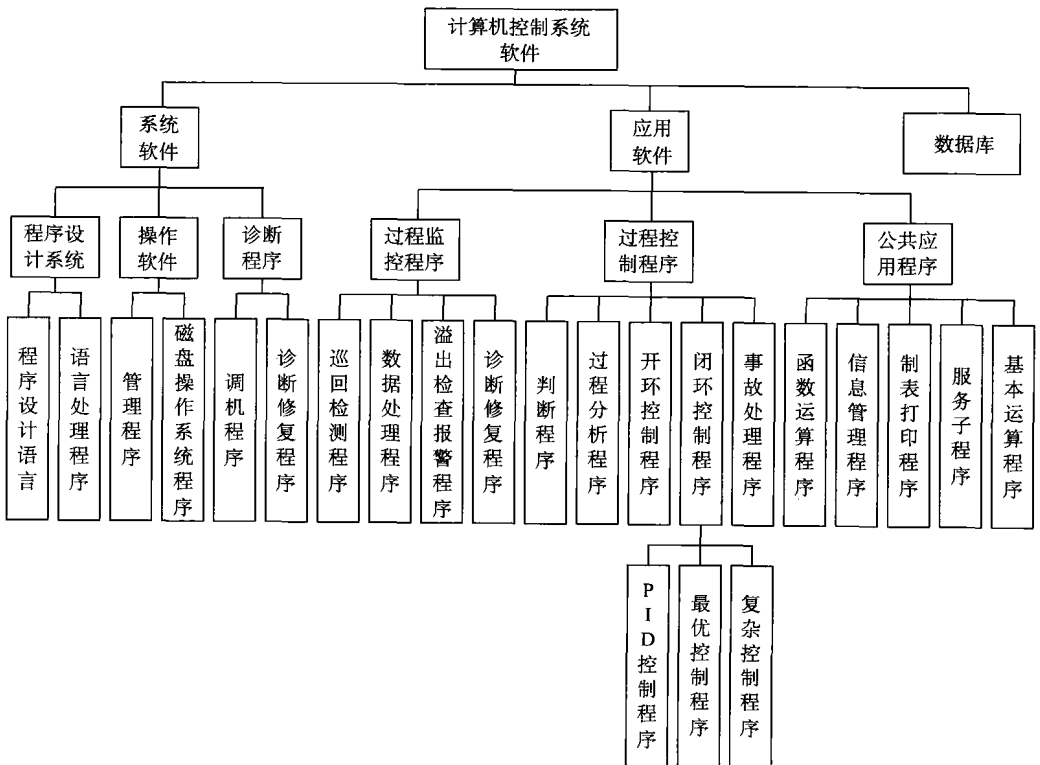


图 1-4 计算机控制系统的软件组成

系统软件是计算机运行操作的基础,是用于管理、调度、操作计算机各种资源,实现对系统监控与诊断,提供各种开发支持的程序,如操作系统、监控管理程序、故障诊断程序、各种语言的汇编、解释和编译程序等。系统软件一般由计算机厂家提供,用户不需要自己设计开发。

应用软件是用户根据要解决的控制问题而编写的各种程序,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。应用软件的优劣,将给控制系统的功能、精度和效率带来很大的影响。用于应用软件开发的设计语言有机器语言、汇编语言及各种高级语言。目前也有一些专门用于控制的应用组态软件,具有功能强、使用方便、组态灵活的特点,可节省设计者大量的时间。

在计算机控制系统中,软件和硬件不是独立存在的,设计时必须注意两者之间的有机配合和协调,这样才能研制出满足生产要求的高质量控制系统。

1.1.3 计算机控制系统的特点

与连续控制系统相比,计算机控制系统具有明显的特点。

(1) 连续控制系统中,系统处理的是模拟信号,构建的是模拟系统;而计算机控制系统既有模拟信号又有数字信号,构建的是混合系统。

(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,所需的模拟电路往往越多,要修改控制规律,一般要改变原有的电路结构;而在计算机控制系统中,只需修改相应的程序,就能达到改变控制规律的目的。

(3) 计算机控制系统具有强大的运算能力和逻辑判断能力,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,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,一个数字控制器可以采用分时控制的方式,同时控制多个回路。

(5) 采用计算机控制系统,如分级计算机控制系统、集散控制系统、计算机网络控制系统等,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。

(6) 计算机控制系统具有强大的故障诊断能力,方便维护工作。

1.2 计算机控制系统的分类

计算机控制系统的类型与它所控制的对象复杂程度密切相关,不同的被控对象和不同的被控要求,应选择不同类型的控制系统。计算机控制系统的分类从不同角度出发有各种各样的结构和形式,按反馈方式可分为开环控制和闭环控制;按采用的控制规律可分为数字程序控制、常规控制(PID控制)、高级控制(最优控制、自适应控制、预测控制、非线性控制等)、智能控制(模糊控制、专家控制、人工神经网络控制等);按完成的功能和结构,可分为操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督控制系统、集散控制系

统、现场总线控制系统和计算机集成制造系统等。在设计计算机控制系统时一般都是采用构建系统的形式进行分类,即按完成的功能和结构分类,其具体形式如下。

1.2.1 操作指导型控制系统

该系统是指计算机的输出不直接控制被控对象,只是每隔一定时间,计算机进行一次数据采集,将系统的一些参数经 A/D 转换器转换后送入计算机进行计算及处理,然后进行报警、打印和显示。操作人员根据这些结果去改变控制器的设定值或直接操作执行机构。操作指导型控制系统是一个开环控制结构,该控制系统如图 1-5 所示。

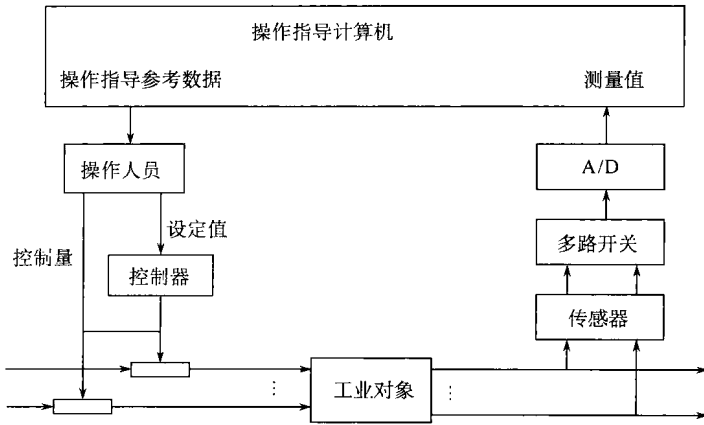


图 1-5 计算机操作指导型控制系统框图

操作指导型控制系统的优点是结构简单,控制灵活和安全,特别适用于未摸清控制规律的系统,常常被用于计算机控制系统研制的初级阶段,或用于试验新的数学模型和调试新的控制程序等。但是要人工操作,速度受到限制,故不适合于快速过程的控制和多个对象的控制。

1.2.2 直接数字控制系统

直接数字控制系统(Direct Digital Control, DDC),是计算机用于工业过程控制中最普遍的一种模式。计算机通过测量元件对一个或多个被控参数进行巡回检测,并经过输入通道将检测数据送入计算机,计算机根据规定的控制规律进行计算,发出控制信号直接控制执行机构,使系统的被控参数达到预定的要求。在 DDC 系统中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,而且通过改变程序就能有效地实现较复杂的控制规律,如前馈控制、非线性控制、自适应控制、最优控制等。系统结构框图如图 1-6 所示。

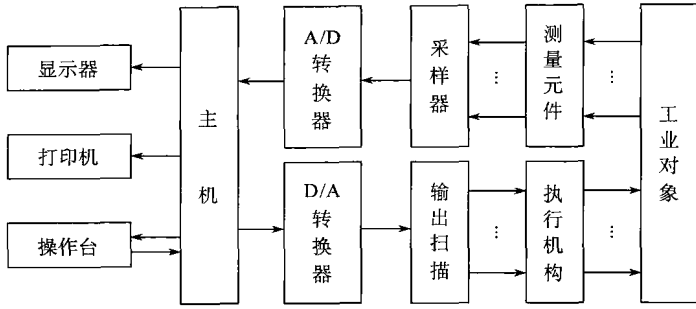


图 1-6 直接数字控制系统框图

1.2.3 监督计算机控制系统

监督计算机控制系统(Supervisory Computer Control, SCC)是一个两级控制系统,计算机按照描述生产过程的数学模型计算出最佳给定值,并送入模拟调节器或者 DDC 计算机,由模拟调节器或者 DDC 计算机控制生产过程,从而使生产过程始终处于最佳工作状态。该系统能对生产过程进行分析,做出故障诊断和预报。SCC 系统有两种类型,一种是 SCC+模拟调节器,另一种是 SCC+DDC 控制系统,监督计算机系统结构如图 1-7 所示。下面将分别介绍。

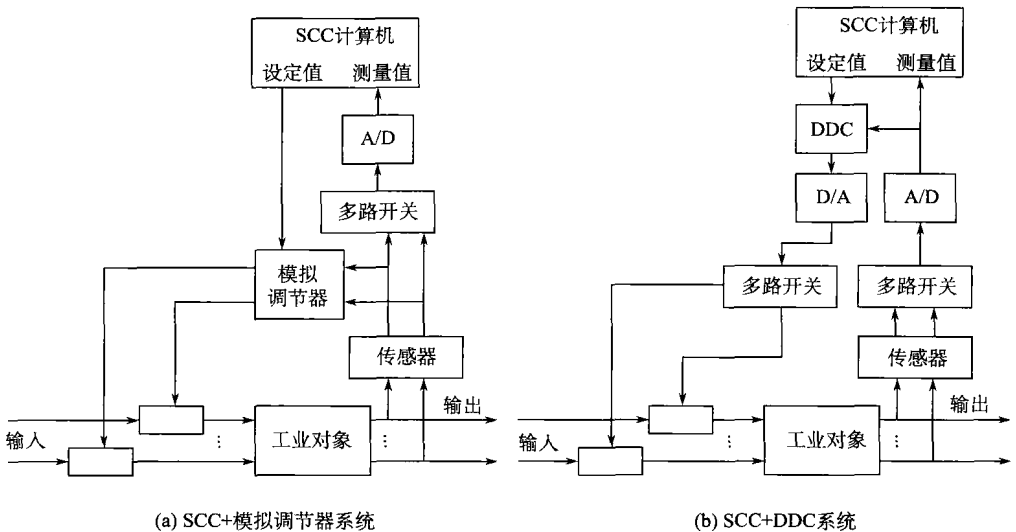


图 1-7 监督计算机控制系统框图

1. SCC+模拟调节器的控制系统

在该类型的系统中,计算机对各过程参量进行巡回检测,并按一定的数学模型对生

产工况进行分析计算,得出被控对象各参数的最优设定值送给调节器,使工况保持在最优状态。当 SCC 计算机发生故障时,可由模拟调节器独立执行控制任务。

2. SCC+DDC 的控制系统

这是一种二级控制系统,SCC 可采用较高档的计算机,它与 DDC 之间通过接口进行信息交换。SCC 计算机完成工段、车间等高一级的最优化分析和计算,然后给出最优设定值,送给 DDC 计算机执行控制。

通常在 SCC 系统中,选用具有较强计算能力的计算机,其主要任务是输入采样和计算设定值。由于它不参与频繁的输出控制,有时间进行具有复杂控制规律的处理,因此,SCC 能进行最优控制、自适应控制等,并完成某些管理工作。SCC 系统的优点是不仅可进行复杂控制规律的控制,而且其工作可靠性较高,当 SCC 出现故障时,下级仍可继续执行控制任务。

1.2.4 集散控制系统

集散控制系统(Distributed Control System,DCS),也称为分布式控制系统或分散式控制系统,就是由若干个微处理器或管理计算机分别承担部分任务而组成的计算机控制系统。该系统的特点是将控制任务分散,用多台计算机分别执行不同的任务,既能进行控制又能实现管理。其框图如图 1-8 所示。

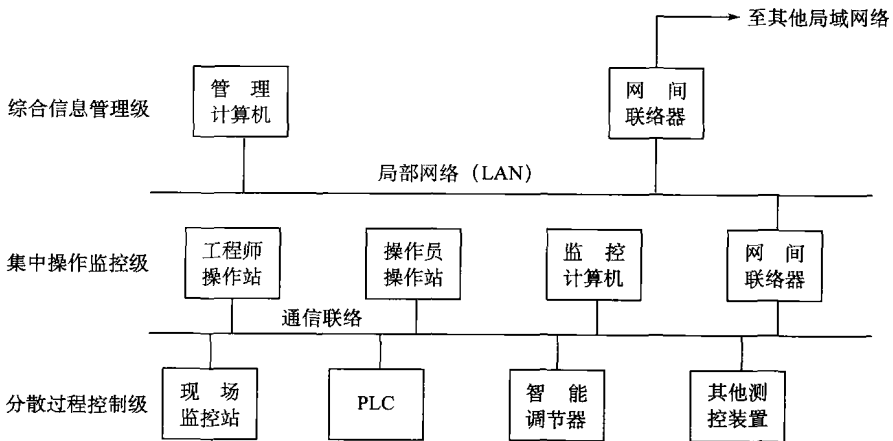


图 1-8 集散控制系统框图

集散控制系统采用了分散控制、集中操作、分级管理、分而自治和综合协调的原则,形成具有层次化体系结构的分级分布式控制。集散控制系统一般分为三个层次:过程控制级、集中操作监控级和综合信息管理级。各级有一台或多台计算机,级内计算机和级间计算机都通过网络进行通信,相互协调,构成一个严密的整体。每一级的功能明确,下面分别介绍。

(1) 综合信息管理级。一般采用大中型计算机作为管理计算机,根据监控级提供的信息及生产任务的要求,向决策者提供各种信息,如生产计划、调度和管理方案,实现生产、人、财、物等的综合管理和办公自动化。根据企业的规模和管理范围的大小,它又可以分为几级,例如车间管理级、工厂管理级、公司管理级等,如图 1-9 所示。按照各级职责不同,每一管理级的计算机任务也不同。

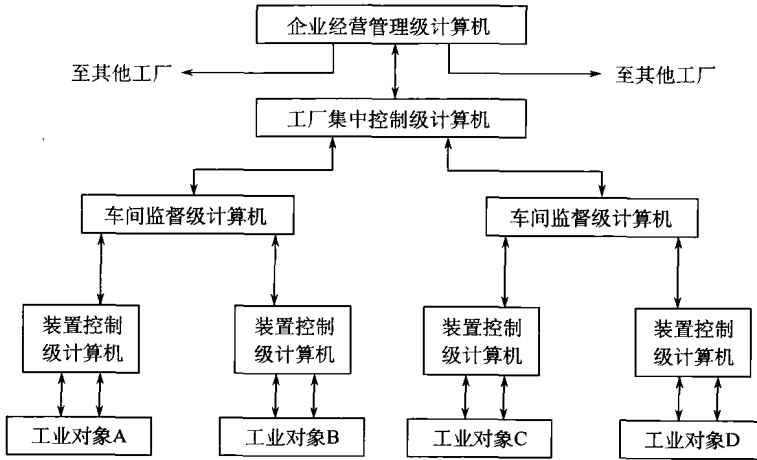


图 1-9 分级计算机控制框图

(2) 集中操作监控级。用于监视控制各站点的信息,实现信息的集中显示和对生产过程的集中控制操作,实现对各控制回路的组态、参数的设定和修改以及优化控制等。监控级有监控计算机、工程师操作站、操作员操作站。由于监控级能全面地反映控制级各工作站的情况,提供充分的信息,因此本级的操作人员可以直接干预系统的运行。

(3) 过程控制级。它是 DCS 的基础,用于直接控制生产过程。在这一级有许多计算机、PLC 或专用控制器分布在生产现场,完成对现场设备的直接监测和控制。过程控制级收集的数据供监控级调用,同时接收监控级发送的信息。由于生产过程由各站点分散控制,分散了危险,局部的故障不会影响整个系统的工作,提高了系统工作的可靠性。

1.2.5 现场总线控制系统

现场总线控制系统(Field Control System, FCS)是基于现场总线技术的计算机控制系统。它是集当今计算机技术、网络技术和控制技术为一体的先进的计算机控制技术,是一种全分散、全数字、全开放的控制系統。它适用于工业过程、制造业及楼宇自动化等控制领域,将逐渐成为计算机控制系统的主流形式。FCS 系统是用现场总线将各智能现场设备、各级计算机和自动化系统互连,形成一种数字式、全分散、双向串行传输、多分支结构、多点通信的控制网络,如图 1-10 所示。

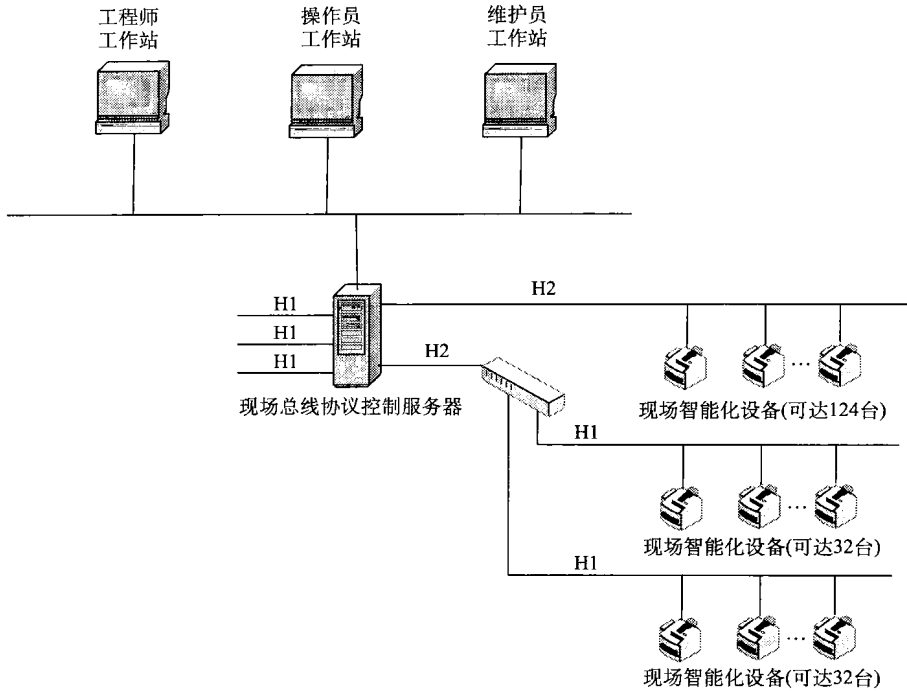


图 1-10 现场总线控制系统图

FCS 本身是一个两级系统,即工作站级和现场级,并可方便地从工作站级向上联网,构成厂级或公司级网络,智能化现场设备和现场总线是组成 FCS 的两个重要部分。

现场级由现场总线智能化设备(智能变送器和智能执行器)组成,现场总线智能化设备以现场总线技术为基础,以微处理器为核心,以数字化通信为传输方式,并根据实际情况内置各种控制算法模块,从而完成数据采集、回路控制等功能,实现控制功能的彻底分散。现场总线智能化设备与一般智能传感器相比,需有以下功能。

- (1) 共用一条总线传递信息,具有多种计算、数据处理及控制功能,从而减少主机的负担。
- (2) 取代 4~20mA 模拟信号传输,实现传输信号的数字化,增强信号的抗干扰能力。
- (3) 采用统一的网络化协议,成为 FCS 的节点,实现传感器与执行器之间的信息交换。
- (4) 系统可对之进行校验、组态、测试,从而改善系统的可靠性。
- (5) 接口标准化,具有即插即用特性。

工作站级位于控制室,分为工程师工作站(用于组态操作、系统仿真和调试)、操作员工作站(用于工艺操作、系统监视报警和报表打印等)和维护员工作站(用于掌握现场

设备的详细信息,查找和确认故障,进行预测性维护)。

FCS用现场总线在控制现场建立一条高可靠性的数据通信线路,实现各现场智能化设备之间及其与主控机之间的数据通信,把单个分散的现场设备变成网络节点。现场智能设备中的数据处理有助于减轻主控站的工作负担,使大量信息处理就地化,减少了现场设备与主控站之间的信息往返,降低了对网络数据通信容量的要求。经过现场设备预处理的数据通过现场总线汇集到主机上,进行更高级的处理(主要是系统组态、优化、管理、诊断、容错等),使系统由面到点,再由点到面,对被控对象进行分析判断,提高了系统的可靠性和容错能力。这样 FCS 把各现场设备连接成了可以互通信息、共同完成控制任务的网络型控制系统,更好地体现了 DCS 系统“信息集中,控制分散”的设计理念,提高了信号传输的准确性、实时性和快速性。

当前,各种形式的现场总线协议并存于控制领域。在楼宇自动化控制领域, Lon works和 CAN 网络具有一定的优势;在过程自动化控制领域,主要有过渡型的 HART 协议、得到广泛支持的 FF 现场总线协议以及同样较有竞争力的 PROFIBUS 协议。HART 协议将是目前几年内智能化仪表的主要通信协议;基金会现场总线是过程自动化领域中较有前途的一种现场总线,得到许多自动化仪表设备厂商的支持。

1.2.6 计算机集成制造系统

计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing System,CIMS)。近年来,随着计算机技术的发展和计算机应用的日益广泛,传统机械制造业已远不能适应现代市场产品品种多、变化快、生产周期短和质量高的要求。人们逐步认识到以用户为核心、利用计算机网络技术、采用计算机控制的辅助系统将生产过程的各环节高层次的集成,即组成更高水平的计算机辅助管理集成制造系统 CIMS,才是今后的发展方向。

计算机集成制造系统是在自动化技术、信息技术和制造技术的基础上,通过计算机及软件,将制造厂全部生产活动有关的各种分散的自动化系统有机地集成起来,并适合于多品种、中小批量生产的总体高效率、高柔性的制造系统。计算机集成制造系统在概念上,主要强调两点:首先在功能上,它包含了一个工厂的全部生产经营活动,即从市场预测、产品设计、加工工艺、制造、管理至售后服务以及报废处理的全部活动。因此它比传统的工厂自动化的范围要大得多,是一个复杂的大系统,是工厂自动化的发展方向;其次在集成上,它涉及的自动化不是工厂各个环节的自动化的简单叠加,而是在计算机网络和分布式数据库支持下的有机集成。这种集成主要体现在以信息和功能为特征的技术集成,即信息集成和功能集成,以便缩短产品开发周期、提高质量、降低成本。

CIMS 的组成一般可划分为 4 个功能子系统和 2 个支撑系统,它们分别是:工程设计自动化子系统、管理信息子系统、制造自动化子系统、质量保证子系统以及计算机网络支撑子系统和数据库支撑子系统,如图 1-11 所示。