

WEIJI KONGZHI JISHU

微机控制技术

冯根生 郭教之 编著
温阳东 主审

中国科学技术大学出版社

前 言

单片微型计算机以其结构简单、价格便宜及使用灵活等显著优点，在各控制系统中得到广泛应用。本书以 MCS-51 为控制工具，系统地介绍了计算机控制系统的基础知识和基本技术。

微型计算机控制技术是高等院校自动化专业的必修课，为便于作为教材使用，对本书作了精心安排，全书共分 8 章，教学时数为 60 学时。

第 1 章介绍计算机控制系统的组成；几种典型的微型计算机控制系统；计算机控制系统的发展。

第 2 章介绍微型计算机的并行接口、串行接口以及接口的扩展技术。

第 3 章介绍输入输出通道的软、硬件及其设计的基本知识。

第 4 章介绍顺序控制系统概念及类型；顺序控制系统的特点；顺序控制系统的典型实例。

第 5 章介绍数控系统的硬件组成；数控系统软件（插补原理）；数字控制系统的典型实例。

第 6 章介绍 PID 控制规律的离散化设计；数字 PID 控制器算法的改进；直流电机双闭环调速系统实例。

第 7 章介绍计算机应用系统设计的步骤，应用领域与应用开发。

第 8 章介绍微机控制系统中的几种可靠性技术。

本书由蚌埠坦克学院电子教研室冯根生、郭教之、肖献宝编写。其中，冯根生编写了 1、2、5 章，郭教之编写了 3、4、6、7 章，肖献宝编写了第 8 章。

合肥工业大学电气学院温阳东教授担任本书的主审，在编写过程中得到坦克学院及基础部领导和教研室全体同志的大力支持。在此一并表示深切的谢意。

由于作者的实践经验及水平的限制，书中会存在一些错误和不足之处，敬请读者不吝指正。

编著者

2002 年 5 月于蚌埠

目 录

1 微机控制技术概述	1
1.1 计算机控制系统的组成	1
1.1.1 常用控制系统	1
1.1.2 计算机控制系统的硬件	3
1.1.3 计算机控制系统的软件	5
1.2 工业控制计算机	5
1.3 几种典型的微型计算机控制系统	6
1.3.1 数据采集、处理系统	6
1.3.2 直接数字控制系统	7
1.3.3 监督控制系统	7
1.3.4 集散控制系统	9
1.4 微型计算机控制系统的发展	10
1.4.1 计算机控制系统的发展过程	10
1.4.2 微型计算机控制系统的发展趋势	11
习题 1	12
2 接口技术	13
2.1 微型计算机接口技术概述	13
2.1.1 微型计算机的接口电路	13
2.1.2 CPU 与外部设备进行数据传送的方式	16
2.1.3 微型计算机的接口编址方式	20
2.2 微型计算机的并行接口	20
2.2.1 并行接口	20
2.2.2 可编程并行通信接口芯片 Intel 8255A	22
2.2.3 可编程并行通信接口芯片 Intel 8155	27
2.3 微型计算机的串行接口	35
2.3.1 串行接口	35
2.3.2 可编程串行通信接口芯片 Intel 8251A	36

2.4 接口的扩展	41
2.4.1 地址译码器的扩展	41
2.4.2 负载能力的扩展	43
2.4.3 微机的总线	44
2.5 接口的应用举例	47
2.5.1 电路的硬件组成	47
2.5.2 地址译码器	47
2.5.3 数据输入接口	48
2.5.4 数据输出接口	48
习题 2	49
3 输入输出通道技术	50
3.1 输入输出通道	50
3.1.1 输入输出通道概述	50
3.1.2 输入通道	51
3.1.3 输出通道	56
3.2 D/A 转换器	59
3.2.1 数模转换器工作原理	59
3.2.2 主要芯片介绍	60
3.2.3 DAC0832 与 8031 接口	63
3.2.4 AD7520 与 8031 接口	65
3.3 A/D 转换器	66
3.3.1 A/D 转换器工作原理	66
3.3.2 主要芯片介绍	68
3.3.3 A/D 转换器与 MCS-51 单片机接口	70
习题 3	76
4 顺序控制系统	77
4.1 顺序控制系统概述	77
4.1.1 顺序控制系统概念及类型	77
4.1.2 顺序控制系统的典型实例	77
4.1.3 顺序控制系统的特点	79
4.2 顺序控制系统的组成与设计	79
4.2.1 顺序控制系统组成	79

4.2.2 顺序控制器的设计方法	80
4.2.3 输入输出电路	81
4.3 顺序控制系统应用举例	84
4.3.1 自动剪板机动作控制	84
4.3.2 注塑机生产顺序控制	86
习题 4	89
5 数字程序控制系统	91
5.1 概述	91
5.1.1 数控系统的硬件组成	91
5.1.2 数控系统软件	92
5.1.3 微型机数控系统的特点	92
5.2 插补原理	93
5.2.1 逐点比较插补法	93
5.2.2 数字积分插补法	102
5.3 步进电机控制设计	106
5.3.1 步进电机工作原理	106
5.3.2 单片机 8031 与步进电机的连接	106
5.3.3 步进电机的程序控制	107
5.3.4 步进电机控制程序设计	108
5.4 数控机床的微机控制	112
5.4.1 数控机床的系统配置	112
5.4.2 输入输出接口的设置	113
5.4.3 加工指令和加工程序	114
习题 5	118
6 数字 PID 控制器设计	119
6.1 PID 的控制作用	119
6.1.1 比例 (P) 控制器	119
6.1.2 比例、积分 (PI) 控制器	120
6.1.3 比例、积分、微分 (PID) 控制器	121
6.2 PID 控制规律的离散化设计	122
6.3 数字 PID 控制器算法的改进	124
6.3.1 积分分离 PID 算式	124

6.3.2 不完全微分的 PID 控制算式	125
6.3.3 带有死区的 PID 控制	126
6.4 数字 PID 控制器参数的整定	126
6.4.1 采样周期的选取	127
6.4.2 PID 控制参数的整定	127
6.5 直流电机双闭环调速系统实例	131
6.5.1 调速系统的硬件组成	132
6.5.2 电流环、速度环数字控制器	137
6.5.3 控制程序设计	139
习题 6	141
7 微机控制系统设计	142
7.1 计算机应用系统的构成	142
7.1.1 通用计算机应用系统	142
7.1.2 专用计算机应用系统	143
7.1.3 混合型计算机应用系统	144
7.2 计算机应用系统设计的一般步骤	145
7.2.1 确定系统整体控制方案	145
7.2.2 确定控制算法	145
7.2.3 选择微型计算机	145
7.2.4 系统总体设计	147
7.2.5 硬件设计	148
7.2.6 软件设计	149
7.2.7 系统联调	149
7.3 微型计算机控制系统的软件	149
7.3.1 软件分类	149
7.3.2 应用程序的语言选择及设计步骤	151
7.4 单片机的应用领域与应用开发	153
7.4.1 单片机的应用领域	153
7.4.2 单片机应用系统构成方式	155
7.4.3 单片机应用系统的软、硬件开发	155
7.5 单片机应用系统设计举例	157
7.5.1 DDC 系统的工作原理	157
7.5.2 DDC 系统的数学模型及参数整定	158

7.5.3 单片机组成的系统硬件·····	158
7.5.4 软件设计·····	161
习题 7·····	164
8 微机控制系统的可靠性技术·····	166
8.1 可靠性概述·····	166
8.1.1 研究可靠性的意义·····	166
8.1.2 与可靠性有关的几个概念·····	166
8.1.3 提高微机控制系统可靠性的途径·····	167
8.2 接地技术·····	168
8.2.1 接地种类·····	168
8.2.2 接地系统·····	169
8.2.3 其它接地问题·····	170
8.3 屏蔽技术·····	171
8.4 隔离技术·····	172
8.4.1 物理隔离·····	172
8.4.2 光电隔离·····	172
8.5 滤波技术·····	173
8.6 抑制反电势干扰技术·····	174
8.7 故障自诊断技术·····	175
8.8 冗余技术·····	176
8.9 软件可靠性技术·····	176
8.9.1 利用软件来提高系统的可靠性·····	176
8.9.2 提高软件的可靠性·····	177
习题 8·····	178
参考文献·····	179

1 微机控制技术概述

计算机控制技术是计算机技术和自动控制技术相结合的应用技术，是计算机应用领域的一个重要方面。自 70 年代初微型计算机及微处理器诞生以来，微型计算机以其成本低、体积小、功耗少、可靠性高和使用灵活等优势飞速发展，其应用已深入到了社会生活和社会生产的各个方面。与此同时，微型计算机及微处理器的应用也引起了自动化技术的手段和方法的重大变革。故此，自动控制领域中设计应用的控制装置当以微机控制装置为首选对象，实现信息自动化与过程控制相结合，构造大规模的工业自动化系统。

1.1 计算机控制系统的组成

1.1.1 常用控制系统

按控制系统的基本结构，可以分为开环控制系统和闭环控制系统两大类。

1. 开环控制系统

从控制理论可知，如图 1.1.1 所示的系统，其控制器的输出只随给定值变化，而与受控对象的被控参数变化无关，这样的系统称为开环控制系统。如果需要调整被控参数，可以调整给定值，改变控制器的输出，通过执行器动作位置的变化，达到改变被控参数的目的。

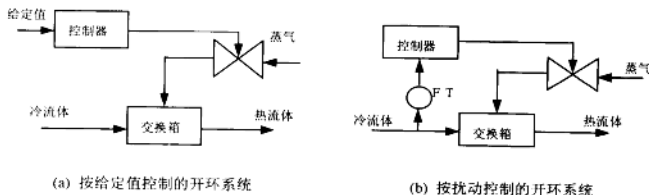


图 1.1.1 开环控制系统的基本结构

开环控制系统分两种，一种是按给定值进行控制，如蒸汽加热器，其蒸汽流量与给定值保持一定的函数关系，当给定值变化时，操纵变量随之变化，图 1.1.1 (a) 即为其原理

图。另一种是按扰动进行控制，即所谓前馈控制。在蒸汽加热器中，如果负荷是主要扰动，则使蒸汽流量与冷流体流量保持一定的函数关系。当扰动出现时，操纵变量随之变化，图 1.1.1 (b) 即为前馈控制的原理图。在开环控制系统中，被控制量在整个控制过程中对控制量不产生影响，控制性能较差。

2. 闭环控制系统

闭环控制系统又称反馈控制系统，它是按偏差进行控制。在蒸汽加热器出口温度控制系统中，温度调节器接受检测元件及变送器送来的测量信息，并与给定值相比较，根据偏差的大小和极性，按一定的控制规律，调整蒸汽阀门的开度，以改变蒸汽量。图 1.1.2 即是它的原理图。

由图 1.1.2 可以看出，操纵变量（蒸汽量）作用于被控对象去影响被控变量（温度），而被控变量又会通过自动控制去影响操纵变量。从信息的传送关系来看，构成了一个闭合的回路，所以称为闭环控制系统。被控变量的信息要送回到自动控制装置，所以也称为反馈控制系统。

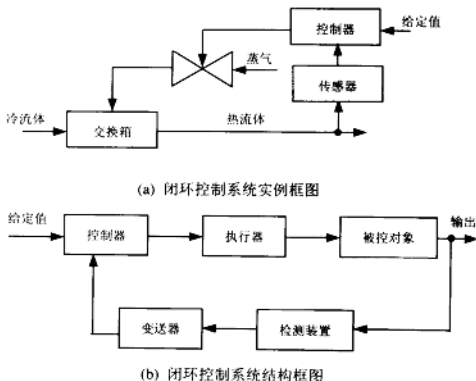


图 1.1.2 闭环控制系统的基本结构

在闭环控制系统中，按照给定值情况的不同，可分为三种类型。

(1) 定值控制系统

所谓定值控制系统，是指这类控制系统的给定值是恒定不变的。例如蒸汽加热器在工艺上要求出口温度按给定值保持不变，因而它是一个定值控制系统。定值控制系统的基本

任务是克服扰动对被控变量的影响,即在扰动作用下仍能使被控变量保持在给定值或其附近。工业生产领域里的自动控制系统,凡要求工艺变量恒定不变的,都属于定值控制系统。

(2) 随动控制系统

随动控制系统又称为自动跟踪系统,这类系统的给定值是事先未知的时间函数。这类控制系统的主要任务是使被控变量能够尽快地、准确无误地跟踪给定值的变化,而不考虑扰动对被控变量的影响。在工业自动化控制中,有些比值控制系统就属于此类,例如要求甲物体的角度量与乙物体的角度量保持一定的比值,当甲物体的角度量变化时,乙物体的角度量能按一定比例随之变化。

(3) 程序控制系统

这类控制系统的给定值也是变化的,但给定值是时间的已知函数,给定值按一定的时间程序变化。在工业生产中的间歇反应器控制系统、玻璃熔化炉的升温控制系统都属于此类系统。程序控制系统应用日益广泛,一些定型的和非定型的程序控制装置越来越多地被应用到工业生产中。

1.1.2 计算机控制系统的硬件

如果把图 1.1.2 中的控制器用计算机来代替,这样就可以构成计算机控制系统。如果计算机是微型计算机,就组成微型计算机控制系统。其基本框图如图 1.1.3 所示。在微型计算机控制系统中,运用各种指令,就能编出符合控制规律的程序。微处理器执行这样的程序,从而实现对被控参数的控制。若要改变控制规律,只要修改控制程序即可。

在计算机控制系统中,由于计算机的输入和输出信号都是数字信号,因此在这样的控制中,需要有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。

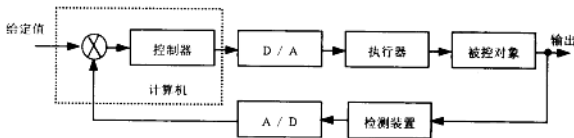


图 1.1.3 计算机控制系统基本框图

微型计算机控制系统的硬件一般由主机、输入输出通道、接口、控制操作台等组成,如图 1.1.4 所示。

1. 主机

包括中央处理器 CPU、存储器 ROM、RAM 和系统总线在内的几部分称为主机,它是

整个系统的核心部分。它主要是执行人预先编制好并存放在存储器中的程序，收集从工业生产过程送来的过程参数，并进行分析、判断和运算等方面的处理，得到相应的控制信息，然后输出，使过程参数趋于预定值。控制程序反映了控制器输入与输出之间的数学关系。主机一旦启动后，便从存储器逐条取出程序指令并加以执行。该程序被不断地重复地执行，于是便能对生产过程按一定的规律连续地进行控制。

2. 输入输出通道

输入输出通道是计算机和生产过程之间进行信息传递和变换的连接通道，它的作用有：一方面将工业对象的生产过程参数取出，经传感器（一次仪表）变换成计算机能够接受和识别的代码。另一方面将计算机输出的控制命令和数据，经过变换后作为操作执行机构的控制信号，以实现生产过程的控制。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、开关量输出通道。

3. 接口

接口是通道与微机之间的中介部分，经过接口联系，通道便于接受微机的控制。使用它，微机可由多个通道中选择特定的通道。系统所用的接口通常是通用的数字接口，其中分为并行接口、串行接口。目前，各种型号的 CPU 均有一系列配套的通用可编程接口芯片。

4. 控制操作台

控制操作台是操作人员用来与计算机控制系统进行联系的必要设备，其基本功能如下：

(1) 有显示装置，如 CRT 显示屏或 LED 数码显示器，以显示操作人员要求显示的内容或报警信号。为便于数据分析处理，还应配备打印机、记录仪等输出设备。

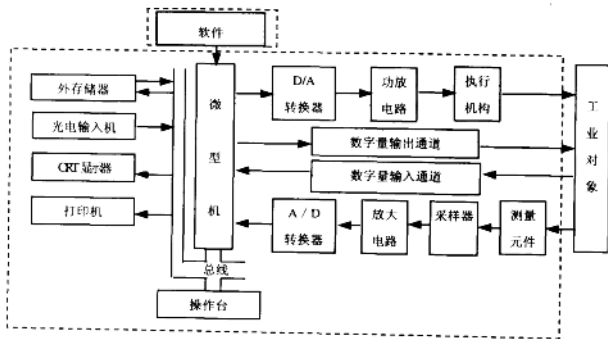


图 1.1.4 微型计算机控制系统的基本组成

(2) 有一组或几组功能键, 功能键旁有其功能标志, 按动功能键, 微型机即执行该标志所标明的动作。

(3) 有一组或几组送入数字的数字键, 用来送入某些数据或修改控制系统的某些参数。

操作台有多种形式, 键盘式是常用的一种形式, 有时把它和微型机控制台组合在一起。

1.1.3 计算机控制系统的软件

计算机控制系统的软件是指计算机控制系统的程序系统。软件通常分为两大类: 一类是系统软件, 另一类是应用软件。

系统软件包括程序设计系统、诊断程序、操作系统以及与计算机密切相关的程序。带有一定的通用性, 一般由计算机制造厂商提供。

应用软件是用户根据要解决的实际问题而编写的各种程序。在微型机控制系统中, 每个控制对象或控制任务都配有相应的控制程序, 用这些控制程序来满足对各个控制对象的不同要求。这种为控制目的而编制的程序, 通常称为应用程序。这些程序的编制涉及到对生产工艺、生产设备、控制工具、控制规律的深入理解。首先要建立符合实际的数学模型, 确定控制算法和控制功能, 然后将其编成相应的程序。此外, 要充分使用系统程序为控制系统服务, 以减少应用程序的编制工作量。

计算机控制系统随着硬件技术的日臻完善, 对软件提出了越来越高的要求。只有软件和硬件相互间有机地配合, 才能充分发挥计算机的优势, 研制出完善的计算机控制系统。

1.2 工业控制计算机

数字电子计算机的运算和逻辑功能, 可以有效地满足当代复杂生产过程的控制要求。用于生产过程控制的数字电子计算机, 通常称为生产过程控制用计算机, 简称工业控制机或工控机。

工业控制机一般有以下特点:

1. 工业控制机的可靠性和可维修性好

工业控制机的可靠性和可维修性是两项非常重要的因素, 它们决定着系统在控制上的可用程度。使用计算机控制的连续性生产过程要求高度可靠。

可靠性的简单含义是指设备在规定的时间内运行而不发生故障, 为此需采用可靠性技术来解决。

为了实现高度的可用性, 可维修性是重要的。工控机设计使系统通过相同电子线路的集装件的替换而得到快速修理。另外, 工业控制机有诊断程序, 这些程序能在闲余时间里, 通过检验和测试计算机的不同部位来确定其故障的存在。

2. 环境适应性强

工业控制机（简称工控机）除了特殊要求外，一般应用在生产现场，易受到环境条件（如强电流、强磁场、腐蚀性气体、灰尘、温度变化）的影响，这些都会影响计算机的可靠性和使用寿命。然而，工控机能适应这些比较恶劣的环境条件。

3. 控制实时性

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，超出了这个时间，就失去了控制的时机，控制也就失去了意义。为此，工业控制机配有实时时钟和完善的中断系统，能在一定的时间内完成控制任务。

4. 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，计算机经常不断地与被控制的工业对象交换信息。通常，工控机配备较完善的输入输出通道，如模拟量输入通道、开关量输入通道、模拟量输出通道、开关量输出通道、人-机通信设备等。

5. 较丰富的软件

工业控制机配有比较完整的操作系统和适合生产过程控制的应用程序，使机器的操作简单，使用合理，控制性能高。

1.3 几种典型的微型计算机控制系统

1.3.1 数据采集、处理系统

数据采集、处理系统的硬件组成框图如图 1.3.1 所示。

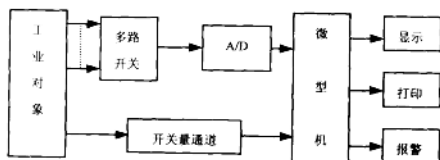


图 1.3.1 数据采集、处理系统框图

该系统属开环控制型结构。数据采集、数据处理系统主要是对生产现场产生的大量数据（如温度、压力、流量、成份、速度、位移等）进行检测、收集、记录、统计、运算、

分析和判断等处理,最后由显示器或打印机输出结果。如遇到参数越限或其它故障,进行报警处理。因此,这种系统除了可取代大量常规的显示和记录仪表,对整个生产过程进行集中监视外,若将采集到的信息经过计算机的加工处理后,还可作为指导生产过程的人工操作信号。

1.3.2 直接数字控制系统

直接数字控制系统即 DDC (Direct Digital Control) 系统是工业生产计算机控制系统中应用得最广泛的一种系统形式。其硬件组成如图 1.3.2 所示。DDC 系统是一个实时的闭环控制系统。微机通过测量元件对一个或多个物理量进行巡回检测,经采样、A/D 转换为数字量,并根据规定的控制规律进行运算,然后发出控制信号直接去控制执行机构,使各个被控量达到预定的要求。

DDC 系统中的微型机参加闭环控制过程。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(或很少)改变硬件结构,只需通过改变程序就能有效地实现较复杂的控制。在 DDC 系统中,使用微型机作为数字控制器,在热工、化工、机械、冶金等部门已获得广泛应用。

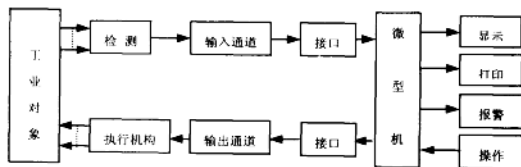


图 1.3.2 直接数字控制系统组成框图

1.3.3 监督控制系统

监督控制系统 (Supervisory Computer Control) 简称 SCC 系统,其硬件组成框图如图 1.3.3 所示。在直接数字控制系统中,是用微型机代替模拟调节器进行控制的。而在计算机监督控制系统中,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 微型机。最后由模拟调节器或 DDC 微型机控制生产过程,从而使生产过程始终处于最优工作状态。

监督控制系统有两种不同的结构形式。一种是 SCC+模拟调节器,另一种是 SCC+DDC 控制系统。模拟调节器或 DDC 微机直接面向生产过程,SCC 微机是面向模拟调节器或 DDC 微机,也就是说,含有 SCC 的系统至少是一个两级控制系统。这种系统具有较高的运行性

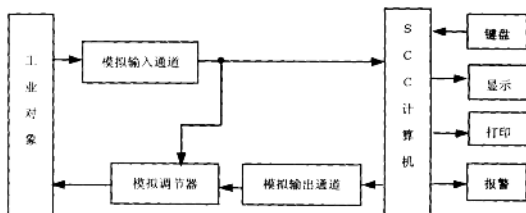
能和可行性。

1. SCC+模拟调节器的控制系统

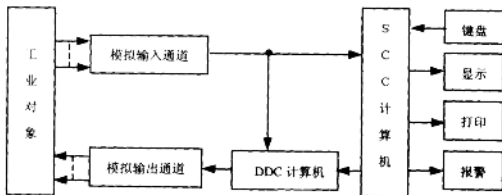
该系统原理如图 1.3.3(a)所示。在此系统中，由微型机系统对各物理量进行巡回检测，按一定的数学模型，计算出最佳给定值并送给模拟调节器。此给定值在模拟调节器中与检测值进行比较后，其偏差经模拟调节器计算后输出到执行机构，以达到调节生产过程的目的。当 SCC 微型机出现故障时，可由模拟调节器独立完成操作。

2. SCC+DDC 的控制系统

该系统原理如图 1.3.3(b)所示。这实际上是一个二级控制系统，一级为监控级 SCC，其作用与 SCC+模拟调节器系统中的 SCC 一样，完成车间或工段高一级的最优化分析和计算，并给出最佳给定值，送给 DDC 级微型机直接控制生产过程。两台计算机之间通过接口进行信息联系，当 SCC 级微型机出现故障时，可由 DDC 级微型机代替，因此，大大提高了系统的可靠性。



(a) SCC+模拟调节器系统



(b) SCC+DDC 控制系统

图 1.3.3 监督控制系统组成框图

1.3.4 集散控制系统

随着微机控制系统应用的发展,到了 20 世纪 70 年代中期出现了一种称为综合分散型的控制系统 TDC(Total Distributed Control system),也称分级分布式控制系统,简称集散系统,它是计算机、控制器、通讯和显示技术相结合的产物。其主题思想是:分散控制,集中管理。由于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取集中控制方式,以便对计算机充分利用。这种控制方式由于任务过于集中,一旦计算机出现故障,将会影响全局。价廉而功能完善的微型计算机的出现,则可以由若干台微处理器或微型计算机分别承担部分任务,这种分级(或分布式)计算机系统有代替集中控制的趋势。该系统的特点是将控制功能分散,用多台计算机分别执行不同的控制功能,既能进行控制又能实现管理。由于计算机控制和管理的范围缩小,所以,这种系统使用灵活方便,可靠性高。图 1.3.4 所示的分级计算机控制系统是一个四级系统。

装置控制级(DDC 级)对生产过程或单机进行直接控制。

车间监督级(SCC 级)根据厂级下达的命令和通过装置控制级获得的生产过程数据进行最优化控制。它还担负着车间内各工段间协调控制及担负对 DDC 级进行监督。

工厂集中控制级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。进行人员调配及各车间的协调,并及时将 SCC 级和 DDC 级的情况向上级反映。

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、各部门发回来的信息,实行全企业的总调度。

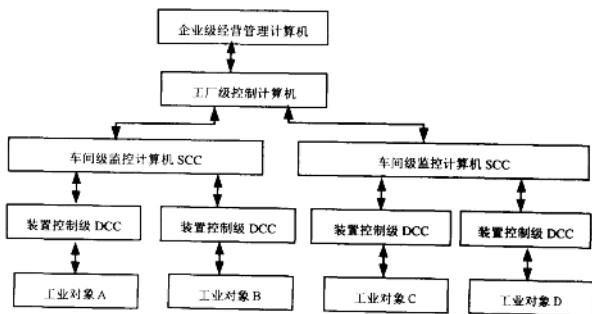


图 1.3.4 集散控制系统组成框图

1.4 微型计算机控制系统的发展

1.4.1 计算机控制系统的发展过程

自 1946 年世界上第一台电子计算机 ENIAC 正式使用以来,电子数字计算机在世界各国得到极大的重视和迅速的发展。20 世纪 70 年代微型计算机的推广,标志着计算机的发展和应用进入了新的阶段。

计算机技术的发展给控制系统开辟了新的途径。现代控制理论以及各种新型控制规律和组合控制规律的发展又给自动控制系统增添了理论支柱。经典的和现代的控制理论与计算机相结合,出现了新型的计算机控制系统。

使用计算机来控制生产过程,从美国工业控制机的发展和应用来看,大体上经历了三个阶段:1965 年以前是试验阶段。早在 1952 年,化工生产中实现了自动测量和数据处理。1954 年开始用计算机构成开环系统。1957 年采用计算机构成的闭环系统开始应用于石油蒸馏过程的调节。1959 年在美国一个炼油厂建成了第一台闭环计算机控制装置。1960 年在合成氨和丙烯晴生产过程中实现了计算机监督控制。

1965 年到 1969 年是计算机控制进入实用和开始逐步普及的阶段。由于小型计算机的出现,使计算机控制系统可靠性不断提高,成本逐年下降,计算机在生产过程中的应用得到了迅速发展。但这个阶段仍然主要是集中型的计算机控制系统。经验证明,在高度集中控制时,若计算机出现故障,将对整个生产装置和整个生产系统带来严重影响。虽然采用多机并用的方案,可以提高集中控制的可靠性,但这样就要增加投资。

1970 年以来为大量推广和分级控制阶段。现代一些工业的特点是高度连续化、大型化,装置与装置、设备与设备之间的联系日趋密切。因此,为了降低能量消耗、提高产品质量和数量,仅仅实现局部范围内的孤立的控制,是难以取得显著效果的。为了实现现代化工业企业的综合管理和最优控制,已开始运用系统工程学的方法来实现大规模综合管理系统。这种控制系统通常不是由一台计算机或数台独立的、相互无关的小型机来进行控制的,而是由大、中、小型计算机组合起来,形成计算机系统。在这种采用了分段结构的计算机控制系统中,按照计算机各自的特点,在充分发挥各自的潜力下,形成分级控制。近几年来,微型计算机具有可靠性高、价格便宜、使用方便等优点,为分级计算机控制的发展创造了良好的条件。