

*Jisuanji
Kongzhi Yuanli
Yu Jishu*

计算机 控制原理 与技术

刘明俊 杨壮志 张拥军 郭鸿武 编著



国防科技大学出版社

TP273

L690

计算机控制原理与技术

刘明俊 杨壮志 张拥军 郭鸿武 编著

国防科技大学出版社

· 长沙 ·

图书在版编目(CIP)数据

计算机控制原理与技术/刘明俊,杨壮志,张拥军,郭鸿武编著. —长沙:国防科技大学出版社,1999. 6

ISBN 7-81024-543-0

I. 计… II. 刘… III. ①计算机控制—理论 ②计算机控制—技术 IV. TP273

国防科技大学出版社出版发行

电话:(0731)4555681 邮政编码:410073

E-mail:gfkdcbs@public.cs.hn.cn

责任编辑:黄 煌 责任校对:文 慧

新华书店总店北京发行所经销

国防科技大学印刷厂印装

*

787×1092 1/16 印张:16.5 字数:381 千
1999年6月第1版第1次印刷 印数:1—4000册

*

定价:20.00 元

内 容 简 介

本书全面阐述计算机控制原理与控制技术,全书分十一章,包括:引论、信号的采样与复现、Z 变换、计算机控制系统的分析与设计、输入输出通道、数据采集与处理、PLC 可编程程序控制器、过程计算机数据通信技术及其可靠性。本书从工程技术角度出发,着重讲述基本理论、基本概念和基本方法,注重理论与应用相结合,设计与实践相结合,具有系统性和实用性特点。书中选编了例题和习题,以帮助读者对基本理论的理解和运用。

本书可作为自动控制、工业自动化专业的本科生的教材和教学参考书。

前 言

计算机控制系统是指计算机参与控制的闭环控制系统。近年来,微型计算机和控制技术发展很快,两者的结合推动了计算机控制理论和控制技术的飞速发展,计算机控制系统在军事、航天技术、工农业、交通运输、生产管理和经济管理、能源开发与利用等重要部门都获得了广泛的应用,计算机控制理论与技术越来越显示出它无限的生命力。

本书主要包括三个部分的内容:第一部分是计算机控制系统的理论基础,体现在第二章至第四章的内容中,主要讲述信号的采样与复现、Z 变换、计算机控制系统的特性分析;第二部分包括第五章和第六章的内容,重点介绍计算机控制系统的经典理论和现代控制理论的设计方法;第三部分包括第七章至第十一章的内容,主要阐述计算机基本控制技术,包括输入输出通道、数据采集与处理、PLC 可编程序控制器、过程计算机数据通信技术及其可靠性。

本书从工程技术角度出发,突出基本理论、基本概念和基本方法。叙述力求简练,深入浅出,选材实用,注重理论与应用结合,设计与实现结合,注重系统性和实用性。

本书可作为控制专业的本科生教材和教学参考书。通过对本书的学习,能够使读者掌握计算机控制的基本原理和基本控制技术,具有研究和开发新的计算机控制系统、解决实际工程问题的初步能力。

本书第一章至第六章由刘明俊编写,第七章、第八章、第十一章由杨壮志编写,第十章由张拥军编写,第九章由郭鸿武编写。国防科技大学俞克曜教授和彭宇行副教授先后仔细审阅了全书手稿,提出了许多宝贵意见,作者在此表示衷心的感谢。由于作者水平有限,书中缺点错误在所难免,恳切希望读者批评指正。

刘明俊

1999 年 3 月于长沙

目 录

第一章 引 论

1.1 引 言	(1)
1.2 计算机控制系统的一般组成	(2)
1.2.1 硬件组成	(2)
1.2.2 软件组成	(3)
1.3 计算机控制系统的一般类型	(3)
1.3.1 巡回检测和数据处理系统	(3)
1.3.2 直接数字控制系统(DDC)	(4)
1.3.3 监督控制系统(SCC)	(5)
1.3.4 集散控制系统(DCS)	(5)

第二章 信号的采样与复现

2.1 连续信号的采样和星号拉氏变换	(7)
2.1.1 连续信号的采样	(7)
2.1.2 理想采样开关的数学描述	(7)
2.1.3 利用卷积积分计算星号拉氏变换	(9)
2.1.4 星号拉氏变换 $F^*(s)$ 的特性	(10)
2.1.5 香农采样定理	(12)
2.2 信号的复现与保持器	(13)
2.2.1 信号的复现	(13)
2.2.2 零阶保持器	(13)
2.2.3 一阶保持器	(15)
2.3 过采样和不足采样	(16)
2.3.1 不足采样——频率混淆	(16)
2.3.2 选取采样周期的实际考虑	(17)
习 题	(18)

第三章 Z 变换

3.1 Z 变换定理及计算方法	(19)
3.1.1 Z 变换定义	(19)
3.1.2 基本函数的 Z 变换	(19)

3.1.3	求 Z 变换表达式的一般计算方法	(21)
3.1.4	Z 变换的基本定理	(23)
3.2	Z 反变换	(28)
3.2.1	幂级数法	(29)
3.2.2	部分分式法	(29)
3.2.3	反演积分法	(31)
3.2.4	用 Z 变换求解差分方程	(32)
3.3	线性离散系统的脉冲传递函数	(34)
3.3.1	脉冲传递函数的定义	(34)
3.3.2	脉冲传递函数的代数运算规则	(36)
3.3.3	Z 变换法分析闭环系统的响应特性	(41)
3.4	具有时间延迟系统的脉冲传递函数计算	(44)
	习 题	(46)

第四章 计算机控制系统的分析

4.1	线性定常离散系统的稳定性分析	(49)
4.1.1	z 平面的稳定性条件	(49)
4.1.2	朱利(Jury)判据	(50)
4.1.3	W 变换的稳定性判据	(52)
4.2	s 平面和 z 平面之间的变换	(53)
4.3	离散系统的稳态误差	(56)
4.3.1	离散系统的增益	(56)
4.3.2	采样时刻的稳态误差分析	(57)
4.3.3	采样周期对稳态误差的影响	(60)
4.4	线性定常离散时间控制系统的频率特性	(61)
4.5	W 变换和伯德图	(63)
4.5.1	W 变换	(63)
4.5.2	伯德图	(64)
	习 题	(66)

第五章 计算机控制系统的经典控制理论设计

5.1	离散与连续等效设计方法	(67)
5.1.1	各种离散化方法	(67)
5.1.2	离散与连续等效的设计方法	(75)
5.1.3	预先补偿零阶保持器相位迟后的系统设计方法	(76)
5.1.4	离散等效系统的稳态误差系数	(77)
5.1.5	采样周期 T 的选取	(78)
5.2	w 平面设计方法	(78)

5.3	根轨迹设计方法	(81)
5.4	数字 PID 控制器设计	(87)
5.4.1	数字 PID 控制算法	(87)
5.4.2	数字 PID 控制器基本结构	(88)
5.4.3	数字 PID 控制算法的改进	(89)
5.4.4	数字 PID 控制参数的整定	(91)
5.5	按最少拍原理设计随动系统	(94)
5.5.1	最少拍随动系统设计	(94)
5.5.2	最少拍无波纹随动系统设计	(99)
5.6	达林算法	(100)
5.7	史密斯预估算法	(103)
5.8	数字控制系统设计举例	(106)
5.8.1	磁悬浮球数字控制系统	(106)
5.8.2	恒温箱温控数字控制系统	(108)
	习 题	(111)

第六章 计算机控制系统的现代控制理论设计

6.1	离散时间系统的状态空间分析	(113)
6.1.1	线性定常离散时间系统的状态方程	(113)
6.1.2	连续状态方程的离散等效	(117)
6.1.3	求解离散状态方程	(118)
6.1.4	状态方程与脉冲传递函数的关系	(118)
6.1.5	具有时间延迟系统的状态方程模型	(119)
6.2	离散控制系统的可控性和可观测性	(121)
6.2.1	离散线性定常系统的可控性	(121)
6.2.2	离散线性定常系统的可观测性	(122)
6.2.3	可控性、可观测性的几个特性	(123)
6.3	极点配置和观测器	(126)
6.3.1	采用状态反馈实现闭环系统的极点配置	(126)
6.3.2	状态观测器设计	(127)
6.3.3	降阶观测器	(129)
6.4	离散系统的极大值原理	(130)
6.4.1	无约束离散系统的极大值原理	(130)
6.4.2	有约束离散系统的极大值原理	(132)
6.5	动态规划	(133)
6.5.1	最优性原理	(133)
6.5.2	动态规划基本递推公式	(135)
6.6	线性定常离散系统二次型最优控制	(138)

6.6.1 有限长时间线性数字调节器	(138)
6.6.2 无限长时间线性数字调节器	(141)
习 题	(141)

第七章 过程通道

7.1 过程通道的功能和类型	(146)
7.2 模拟量输入通道	(146)
7.2.1 模拟量输入通道的结构形式	(146)
7.2.2 A/D 转换器原理	(147)
7.2.3 A/D 转换器的主要特性参数	(150)
7.2.4 A/D 转换器与 CPU 的连接	(150)
7.2.5 输入过程通道及其主要部件	(152)
7.3 模拟量输出通道	(153)
7.3.1 模拟量输出通道的结构形式	(153)
7.3.2 D/A 转换器原理	(154)
7.3.3 D/A 转换器的主要特性参数	(155)
7.3.4 D/A 转换器与 CPU 的连接	(155)
7.4 数字量输入输出通道	(156)

第八章 数据采集及处理

8.1 基本的数据采集系统	(158)
8.1.1 数据采集系统的基本功能	(158)
8.1.2 设计数据采集系统主要涉及到的一些主要问题	(158)
8.1.3 数据采集系统的一般结构	(159)
8.1.4 数据采集的三种工作方式	(160)
8.2 数据处理	(160)
8.2.1 有效性检查	(161)
8.2.2 数字滤波	(161)
8.2.3 标度变换	(163)
8.2.4 非线性处理	(165)
8.2.5 越限报警	(166)

第九章 可编程序控制器

9.1 概 述	(168)
9.1.1 可编程序控制器的产生与发展	(168)
9.1.2 可编程序控制器的基本结构	(169)
9.1.3 可编程序控制器的工作原理	(170)
9.1.4 可编程序控制器的基本技术指标	(171)

9.1.5	可编程序控制器的特点	(171)
9.2	梯形图及其绘制	(172)
9.2.1	梯形图的符号	(172)
9.2.2	梯形图的绘制原则	(173)
9.2.3	控制系统的梯形图设计	(174)
9.3	可编程序控制器的指令系统	(174)
9.4	可编程序控制系统的设计	(179)
9.4.1	可编程序控制系统的设计步骤	(179)
9.4.2	基本程序环节设计	(179)
9.5	可编程序控制系统设计实例	(181)
9.5.1	水泵控制	(181)
9.5.2	十字路口交通信号灯控制	(181)

第十章 过程计算机数据通信技术

10.1	数据通信基础知识	(186)
10.1.1	数据传送方式	(186)
10.1.2	数据传输形式	(187)
10.1.3	同步技术	(189)
10.1.4	多路复用技术	(192)
10.1.5	差错控制技术	(192)
10.2	通信网络技术	(195)
10.2.1	通信网络功能及分类	(195)
10.2.2	网络拓扑结构	(196)
10.2.3	传输介质	(197)
10.2.4	网络访问控制技术	(199)
10.2.5	网络性能要求	(200)
10.3	通信网络协议	(201)
10.3.1	OSI/ISO 参考模型结构	(201)
10.3.2	OSI/ISO 参考模型各层协议	(202)
10.4	网络互连	(204)
10.4.1	网络互连的意义	(204)
10.4.2	网络互连设备	(204)
10.5	过程控制串行通信接口技术	(206)
10.5.1	串行通信接口的基本任务	(210)
10.5.2	RS-232C 通信接口	(210)
10.5.3	RS-422A/RS-449 通信接口	(211)
10.5.4	RS-485 通信接口	(212)
10.5.5	20mA 电流环接口	(213)

10.6	过程控制现场总线技术	(213)
10.6.1	现场总线产生背景	(214)
10.6.2	现场总线的要求及特点	(214)
10.6.3	CAN 总线	(215)
10.6.4	LonWorks 控制网络	(219)
10.7	计算机局域网	(223)
10.7.1	局域网标准组成及参考模型	(223)
10.7.2	典型局域网——以太网	(224)
第十一章 计算机控制系统的可靠性		
11.1	概 述	(228)
11.2	系统方案设计时可靠性原则	(229)
11.3	抗干扰技术	(230)
11.3.1	干扰的基本概念	(230)
11.3.2	接地技术	(231)
11.3.3	屏蔽技术	(232)
11.3.4	隔离技术	(233)
11.3.5	串模干扰的抑制	(234)
11.3.6	共模干扰的抑制	(235)
11.3.7	长线传输的抗干扰问题	(238)
11.3.8	电源干扰的抑制	(241)
11.4	软件可靠性技术	(244)
11.4.1	利用软件提高系统的可靠性	(244)
11.4.2	提高软件自身的可靠性	(245)
11.5	冗余技术	(245)
11.6	故障自诊断技术	(246)
参考文献		(248)

第一章 引 论

1.1 引 言

数字计算机在控制工程中的主要用途有两个方面:在复杂的控制系统的分析、综合任务中进行数字仿真并完成复杂的工程计算;数字计算机作为控制系统中的一个重要组成部分,完成预先规定的各种控制任务。数字控制系统又称计算机控制系统,是采用数字技术实现各种控制功能的自动控制系统。数字控制系统的特点是系统中一处或几处的信号具有数字代码的形式。在计算机控制系统中,计算机的作用主要有三个方面:信息处理,对于复杂的控制系统,输入信号和根据控制规律的要求实现的输出偏差信号的计算工作量很大,采用模拟解算装置不能满足精度要求,需要采用数字计算机;用数字计算机的软件程序实现对控制系统的校正以保证控制系统具有所要求的动态特性;由于数字计算机具有快速完成复杂的工程计算的能力,因而可以实现对系统的最优控制、自适应控制等高级控制功能及多功能计算调节。

控制系统中的信号一般可以分为四种类型(如图 1.1 所示):时间是连续的,信号的幅值是连续的,称连续时间模拟信号;连续时间阶梯形模拟信号;采样数据信号是时间离散、幅值连续的脉冲信号;数字信号是时间离散的,信号的幅值也是离散的。

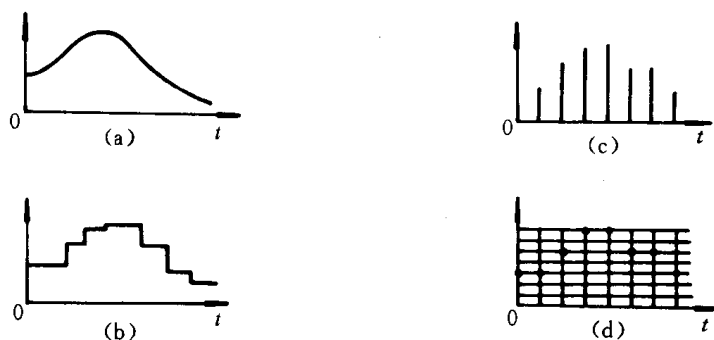


图 1.1 四种类型信号形式

(a) 连续时间模拟信号

(c) 采样数据信号

(b) 连续时间阶梯形模拟信号

(d) 数字信号

采样数据信号是一串幅值调制的脉冲,每个脉冲的幅值在数值上是连续的;而数字信号通常指由数字计算机和数字式传感器所产生的信号,它的幅值是量化的,以某种形式的编码表示。采样数据信号和数字信号统称离散时间信号。

在数字控制系统中的信号有一处或几处的信号是离散时间信号,该控制系统称离散时间控制系统。如果内部的离散时间信号属于采样数据信号,称采样数据控制系统;内部

的信号属于数字信号,称数字控制系统。大多数实际控制系统既含有连续时间信号也含有离散时间信号。我们采用离散时间控制系统这一术语从广泛的含义上来描述所有这一类系统。

虽然数字控制系统和采样数据控制系统在结构和元件上存在着基本差别,但应当强调指出:从分析的观点看,两种类型系统分析方法是相同的。

图 1.2 指出了采样数据控制系统的基本元件和结构。采样器可以简单地表示为一个元件或理解为一种操作,一个连续信号送到采样器后,它的输出是一串脉冲序列,相邻两脉冲之间不传送任何信息,其中误差信号 $e(t)$ 送至采样器的输入端, $e^*(t)$ 是采样器的输出信号,它是一串脉冲序列。 T 称采样周期, τ 是采样脉冲的实际宽度。

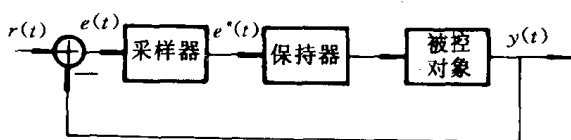


图 1.2 闭环采样数据控制系统

因为大多数被控对象是接受连续控制信号的,通常在被控对象和采样器之间设置一滤波器,滤波器主要作用是平滑采样输入信号,使系统输出平稳,图 1.2 中的保持器就是滤波器形式的一种。

1.2 计算机控制系统的一般组成

计算机控制系统已广泛应用到国防和工业领域,由于被控对象、控制功能及控制设备不同,因而计算机控制系统是千变万化的。计算机控制系统的最基本特征是一个实时系统,它由硬件和软件两大部分组成。

1.2.1 硬件组成

计算机控制系统的硬件一般由被控对象(生产过程)、过程通道、计算机、人机联系设备、控制操作台等几部分组成,如图 1.3 所示。

(1) 主机。通常包括微处理器(CPU)和内存存储器(ROM, RAM),它是数字控制系统的核心。主机根据由输入通道送来的命令和测量信息,按照预先编制好的控制程序,按照一定的控制规律进行信息处理、计算,形成的控制信息由输出通道送至执行机构和有关设备。

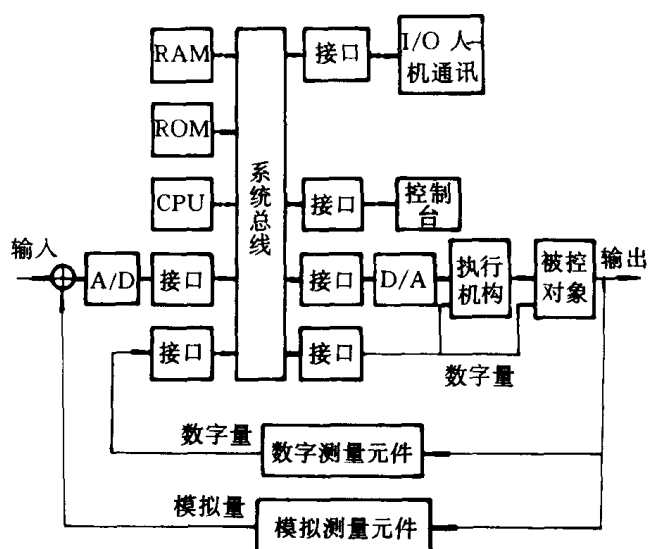


图 1.3 计算机控制系统的一般硬件组成

(2) 测量元件和执行机构。测量元件包括数字测量元件和模拟测量元件,执行机构根据需要可以接受模拟控制量和数字控制量。

(3) 输入输出通道又称过程通道。输入输出通道把计算机与测量元件、执行机构、生产过程和被控对象连接起来,进行信息的传递和变换。输入输出通道一般可分为模拟量输入通道、数字量输入通道、模拟量输出通道和数字量输出通道。模拟量输入输出通道主要由 A/D 变换器和 D/A 变换器组成。

(4) 接口电路。输入输出通道、控制台等设备通过接口电路传送信息和命令,接口电路一般有并行接口、串行接口和管理接口。

(5) 控制台。操作人员通过运行控制台与计算机进行“对话”,随时了解生产过程和控制状态,修改控制参数、控制程序,发出控制命令,判断故障,进行人工干预等。

1.2.2 软件组成

计算机控制系统的软件通常分为两大类:一类是系统软件,另一类是应用软件。

系统软件是计算机操作运行的基本条件之一,它包括操作系统、监控程序、编译程序和故障诊断程序等,这类程序具有通用性。由于计算机系统硬件发展很快,应用领域不断扩大,系统软件的发展也很迅速。

应用软件主要是用户根据需要解决的控制问题而编写的各种程序,对于不同的被控对象和不同的控制任务,应用软件有很大的差别。在计算机控制系统中,应用软件与有关的硬件及系统软件相互配合,完成信息的获取、加工和传递任务。控制系统中的应用软件主要是直接控制软件,包括对系统起直接监测、控制作用的前沿程序;包括人机联系、对外围设备管理作用的服务程序;包括保证系统可靠运行的自检程序之类的后沿程序。应用软件的质量好坏直接影响控制系统的控制效果。

计算机控制系统中的计算机与一般进行科学计算的计算机相比较,控制系统的计算具有以下特点:

(1) 实时性。计算机的运行速度要保证实现实时的数据采集、实时的决策运算、实时控制和实时报警。

(2) 高可靠性。

(3) 环境的适应性。计算机控制系统工作条件比较恶劣,要保证机器在恶劣环境下能够长期可靠地工作。

1.3 计算机控制系统的一般类型

1.3.1 巡回检测和数据处理系统

巡回检测和数据处理系统是计算机应用于过程控制的最早形式之一。计算机对一次性仪表产生的参数进行巡回检测,并由计算机进行必要的数据处理,如数字滤波、仪表误差修正等;对大量的数据进行记录,对过程进行集中监视,根据事先存入的各种参数的极限值,处理过程中可进行越限报警,以确保生产过程的安全。巡回检测和数据处理系统的

结构图如图 1.4 所示,这是一个开环控制系统,计算机不直接参与过程控制,对生产过程不会直接产生影响。

1.3.2 直接数字控制系统(DDC)

直接数字控制系统(Direct Digital Control)简称 DDC,其基本组成如图 1.5 所示。直接

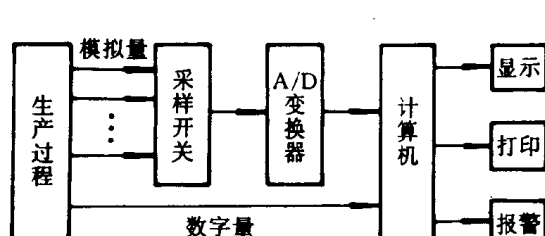


图 1.4 巡回检测和数据处理系统结构图

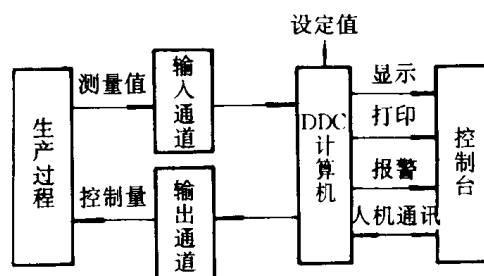


图 1.5 直接数字控制系统结构图

数字控制系统是利用计算机的分时处理功能直接对多个控制回路实现多种形式控制的多功能的数字控制系统,它是在巡回检测和数据处理系统的基础上发展起来的。数字计算机是闭环控制系统的组成部分,计算机产生的控制量经输出通道直接作用于生产过程,故有“直接数字控制”之称。在直接数字控制系统中,计算机通过多点巡回检测装置对过程参数进行采样,并将采样值与存于存储器中的设定值进行比较形成偏差信号,然后根据预先规定的控制算法进行分析和计算,产生控制信号,通过执行机构对系统被控对象(生产过程)进行控制。

直接数字控制系统具有在线实时控制、分时方式控制和灵活性、多功能性三个特点。

1. 在线实时控制

直接数字控制系统是一种在线实时控制系统,对被控对象的全部操作(信息检测和控制信息输出)都是在计算机直接参与下进行的,无需管理人员的干预。实时控制是指计算机对于外来的信息处理速度足以保证在所允许的时间区间内完成对被控对象各种状态参数的检测和处理,并形成和实施相应的控制。这个允许的时间区间的大小与计算机的计算速度、被控对象的动态特性、控制功能的复杂程度等因素有关。计算机应当配有实时时钟和完整的中断系统以满足实时性要求。

2. 分时方式控制

直接数字控制系统是按分时方式进行控制的,按照固定的采样周期对所有的被控制回路逐个进行采样,依次计算并形成控制输出,以实现一个计算机对多个被控回路的控制。计算机对每个回路的操作分为采样、计算、输出三个步骤。为了在满足实时性要求的前提下增加控制回路,可以将上述三个步骤在时间上交错安排,例如对第 1 个回路进行控制时,可同时对第 2 个回路进行计算处理,而对第 3 个回路进行采样输入。这既能提高计算机的利用率,又能缩短对每个回路的操作时间。

3. 灵活和多功能控制

直接数字控制系统的特点是具有很大的灵活性和多功能控制能力,它除了有数据采

集、打印、记录、显示和报警等功能,还可以根据事先编好的控制程序,实现各种控制算法和控制功能。

1.3.3 监督控制系统(SCC)

监督控制系统(Supervisory Computer Control)简称 SCC,它是利用计算机对工业生产过程进行监督管理和控制的计算机控制系统。监督控制是一个二级控制系统,DDC 计算机直接对被控对象和生产过程进行控制,其功能类似于 DDC 直接数字控制系统。直接数字控制系统的设定值是事先规定的,但监督控制系统可以通过对外部信息的检测,根据当时的工艺条件和控制状态,按照一定的数学模型和优化准则,在线计算最优设定值,并及时送至下一级 DDC 计算机,实现自适应控制,使控制过程始终处于最优状态。监督控制系统结构图如图 1.6 所示。

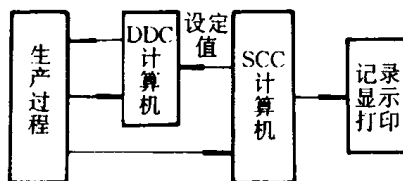


图 1.6 监督控制系统结构图

1.3.4 集散控制系统(DCS)

集散控制系统(Distributed Control Systems)简称 DCS,是由多台计算机分别控制生产过程中多个控制回路,同时又可集中获取数据和集中管理的自动控制系统。集散控制系统是控制(Control)、计算机(Computer)、数据通讯(Communication)和屏幕(CRT—阴极射线管屏幕)显示技术的综合应用,通常也将集散控制称为 4C 技术。

集散控制系统采用微处理器分别控制各个回路,而用中小型工业控制计算机或高性能的微处理机实现上一级的控制,各回路之间和上下级之间通过高速数据通道交换信息。集散控制系统具有数据获取、直接数字控制、人机交互以及监督和管理等功能。生产过程的控制系统的,经历了从模拟控制系统、直接数字控制系统、计算机监督控制系统、多级控制系统到集散控制系统的发展过程。

计算机多级控制系统是按照企业组织生产的层次和等级配置多台计算机来综合实施信息管理和生产过程控制的数字控制系统。通常计算机多级控制系统由直接数字控制系统、计算机监督控制系统和管理信息系统三级组成。

(1) 直接数字控制系统(DDC)位于多级控制系统的最末级,其任务是直接控制生产过程,实施多种控制功能,并完成数据采集、报警等功能。直接数字控制系统通常由若干台小型计算机或微型计算机构成。

(2) 监督控制系统(SCC)是多级控制系统的第二级,指挥直接数字控制系统的工作,在有些情况下,监督控制系统也可以兼顾一些直接数字控制系统的工作。

(3) 管理信息系统(MIS)主要进行计划和调度,指挥监督控制系统工作。按照管理范围还可以把管理信息系统分为若干个等级,如车间级、工厂级、公司级等。管理信息系统的工作通常由中型计算机或大型计算机来完成。多级控制系统的示意图如图 1.7 所示。

多级控制系统存在一些问题,因而应用受到限制。在此基础上发展起来的集散控制系统是生产过程中的一种比较完善的控制和管理系统。在集散控制系统中,按地区把微处理

机安装在测量装置与执行机构附近,将控制功能尽可能分散,管理功能相对集中。这种集散化的控制方式会提高系统的可靠性,不像在直接数字控制系统中那样,当计算机出现故障时会使整个系统失去控制。在集散控制系统中,当管理级出现故障时,过程控制级仍有独立的控制能力,个别控制回路出现故障也不会影响全局。相对集中的管理方式有利于实现功能标准化的模块化设计,与计算机多级控制相比,集散控制系统在结构上更加灵活,布局更加合理,成本更低。

集散控制系统通常具有二层结构模式、三层结构模式和四层结构模式。图 1.8 给出了二层结构模式的集散控制系统的结构形式。第一级为前端计算机,也称下位机、直接控制单元。前端机直接面对控制对象完成实时控制、前端处理功能。第二层称为中央处理机,又称上位机,完成后续处理功能。中央处理机不直接与现场设备打交道,如果中央处理机一旦失效,设备的控制功能依旧能得到保证。在前端计算机和中央处理机间再加一层中间层计算机,便构成了三层结构模式的集散控制系统。四层结构模式的离散控制系统中,第一层为直接控制级,第二层为过程管理机,第三层为生产管理机,第四层为经营管理级。集散控制系统具有硬件组装积木化、软件模块化、组态控制系统、应用先进的通信网络并具有开放性、可靠性等特点。

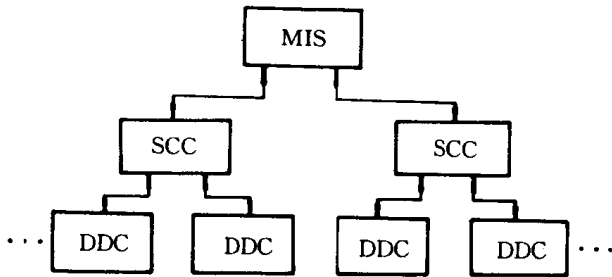


图 1.7 计算机多级控制系统示意图

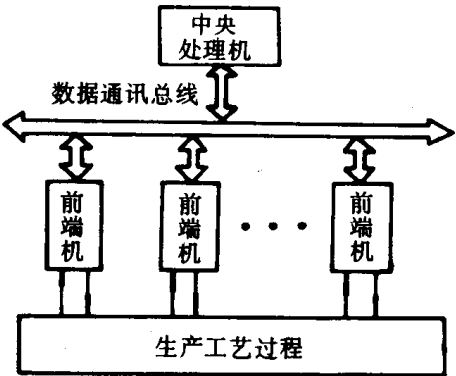


图 1.8 二层结构模式的集散控制系统的示意图