

火电厂热工自动控制技术丛书

过程计算机控制及 先进控制策略的实现



田涛 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

火电厂热工自动控制技术丛书

过程计算机控制及先进控制策略的实现

田 涛 编著



机械工业出版社

全书共分 10 章。其中有关计算机控制方面的内容,以 PC/PCI 总线工业控制计算机为基础展开,同时介绍了有关通信网络、分散控制系统和现场总线控制系统等知识;不仅介绍了 PID 算法、最小拍算法等常规控制算法,还介绍了自适应控制、模糊控制、神经控制等先进的控制策略及其计算机实现;以 3 类不同形式的火电厂热工控制工程实例阐述了控制算法的计算机实现方法。

本书适合于自动化相关专业的工程技术人员、大学本专科高年级学生及研究生阅读。

图书在版编目 (CIP) 数据

过程计算机控制及先进控制策略的实现 / 田涛编著. —北京: 机械工业出版社, 2006.6

ISBN 7-111-19268-0

I. 过... II. 田... III. 计算机控制 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 057404 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 吉 玲 (E-mail: jiling@mail.machineinfo.gov.cn)

责任印制: 李 妍

三河市汇鑫印务有限公司印刷

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19 印张·468 千字

0001—4000 册

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

编辑热线: (010) 88379768

[Http://www.machineinfo.gov.cn/book/](http://www.machineinfo.gov.cn/book/)

封面无防伪标均为盗版

前 言

本书面向生产过程自动化领域,以火电厂热工自动控制为背景,系统地介绍了计算机控制系统方面的原理、设计方法及工程应用,适合于自动化相关专业的工程技术人员,大学本科高年级学生及研究生作为培训、教学用书或技术参考用书。

计算机控制是自动控制技术、计算机技术、通信网络技术等多学科结合的综合性工程技术学科。从计算机应用的角度出发,自动控制工程是其重要的一个应用领域;而从自动控制工程来看,计算机技术又是一个重要的实现手段。

全书内容共分为 10 章。其中有关计算机控制装置方面的内容,以 PC/PCI 总线工业控制计算机为基础展开,同时介绍了有关通信网络、分散控制系统和现场总线控制系统等方面的基础知识;有关计算机控制算法部分,除了介绍数字 PID 算法、最小拍算法等常规控制算法外,还介绍了自适应控制、模糊控制、神经控制等先进的控制策略及其计算机实现;计算机控制系统的设计部分,是以 3 类不同形式的火电厂热工控制工程实例来阐明控制算法的计算机实现方法。本书内容按照由外而内、由硬件到软件的顺序逐步展开,先介绍控制计算机的抗干扰、输入/输出通道、IPC、控制网络基础等,再分析核心的控制算法,然后通过工程实例使读者对计算机控制系统的设计方法有一个总体的了解和把握。

本书在编写过程中力求理论分析计算与应用技术并重,强调计算机控制理论的实际运用,注重软件与硬件的有机结合,重视对近年来出现的新技术、先进控制方法的及时引入。同时,根据作者从事火电厂热工自动控制方面科研工作的亲身体会和经验,有机地融入了作者参加的国家 863 项目的科研成果,着重于对读者的分析问题能力、实际动手能力和创新思维能力的培养和训练。

本书作为教材使用,先修课程应包括微机原理及应用、自动控制原理、数字电路、模拟电路等,学时安排可以根据选用的章节灵活掌握。如果作为自动控制专业技术基础课程,一般不包含第 7 章分散控制系统与现场总线控制系统部分、第 9 章自适应控制部分(另设选修课程)以及第 10 章部分内容,参考学时大约 60 学时。

在本书的编写过程中,得到了华北电力大学白焰教授、大连轻工业学院林敏教授的热情帮助和大力支持,在此向他们表示诚挚的谢意!本书吸纳了许多兄弟院校计算机控制方面教材的长处,在此一并表示由衷的感谢!

由于作者水平有限,加之计算机控制技术的发展日新月异,书中不足或缺点在所难免,敬请广大读者批评指正,提出宝贵意见。

编 者
于华北电力大学

目 录

前言

第1章 计算机控制系统概述	1
1.1 计算机控制系统的结构与组成	1
1.1.1 计算机控制系统的一般结构	1
1.1.2 计算机控制系统的硬件组成	2
1.1.3 计算机控制系统的软件组成	3
1.2 计算机控制系统的分类	4
1.2.1 按功能及结构分类	4
1.2.2 按控制规律分类	8
1.2.3 按控制设备分类	8
1.3 计算机控制系统的特点	11
1.4 计算机控制系统的主要研究内容	11
1.4.1 输入数据处理	11
1.4.2 输出处理	12
1.4.3 控制功能	13
1.4.4 人-机接口功能	14
1.4.5 通信功能	14
1.4.6 自诊断功能	14
1.4.7 冗余技术	14
1.5 计算机控制系统的发展	15
1.5.1 计算机控制技术的发展历程	15
1.5.2 计算机控制技术的发展动向	16
思考题	17
第2章 过程计算机控制的理论基础	18
2.1 信号变换原理	18
2.1.1 计算机控制系统的信号流程	18
2.1.2 脉冲采样器和采样过程	19
2.1.3 采样定理	20
2.1.4 过程计算机控制系统中采样周期的选择	23
2.1.5 信号复现与零阶保持器	24
2.2 连续模型与离散模型间的转换	26
2.2.1 传递函数与 z 传递函数间的转换	26
2.2.2 连续与离散状态方程之间的相互转换	30
2.3 采样控制系统的稳态及动态分析	32

2.3.1 采样控制系统的稳态分析	32
2.3.2 采样控制系统的动态分析	33
2.4 线性离散控制系统的稳定性分析	35
2.4.1 S 平面与 Z 平面的映射关系	36
2.4.2 线性离散系统的稳定域	36
2.4.3 线性离散系统的稳定性判据	37
思考题	41
第 3 章 过程计算机系统的抗干扰技术	43
3.1 干扰的来源与传播途径	43
3.1.1 干扰的来源	43
3.1.2 干扰的传播途径	44
3.2 串模干扰、共模干扰和长线传输干扰	46
3.2.1 串模干扰及其抑制	46
3.2.2 共模干扰及其抑制	47
3.2.3 长线传输干扰及其抑制	50
3.3 供电技术与接地技术	52
3.3.1 供电技术	52
3.3.2 接地技术	55
3.4 输入、输出通道信号隔离技术	58
3.4.1 数字信号输入、输出通道的隔离	59
3.4.2 模拟量输出通道的隔离	60
3.4.3 模拟量输入通道的隔离	61
3.4.4 常用隔离放大器	62
3.5 控制计算机的可靠性技术	64
3.5.1 故障自诊断技术	65
3.5.2 冗余技术	66
3.5.3 CPU 抗干扰技术	66
3.6 数字滤波技术	68
3.6.1 平均值滤波	69
3.6.2 限幅滤波与限速滤波	70
3.6.3 惯性滤波	70
思考题	71
第 4 章 过程输入、输出通道	72
4.1 过程输入、输出通道的控制方式	72
4.1.1 过程输入、输出通道与 CPU 交换的信息类型	72
4.1.2 过程通道的编址方式	72
4.1.3 CPU 对过程通道的控制方式	73
4.1.4 过程通道接口设计应考虑的问题	74
4.2 模拟量输出通道	75

4.2.1 D/A 转换器	75
4.2.2 D/A 通道的输出电路	82
4.3 模拟量输入通道	86
4.3.1 信号调理与放大	87
4.3.2 多路模拟开关	89
4.3.3 采样保持器	90
4.3.4 A/D 转换器工作原理	92
4.3.5 逐位逼近式 A/D 转换器及其接口	98
4.4 数字量输入、输出通道	106
4.4.1 数字量输入通道	106
4.4.2 数字量输出通道	111
4.5 量化误差与字长选择	115
4.5.1 量化误差来源	115
4.5.2 A/D、D/A 字长的选择	117
4.6 数据预处理	118
4.6.1 系统误差的自动校准	118
4.6.2 标度变换	119
4.6.3 越限报警处理	124
思考题	125
第 5 章 总线和总线式工控机	127
5.1 总线及其分类	127
5.1.1 总线的分类	127
5.1.2 总线的模板化结构	128
5.2 工业控制计算机的系统总线	128
5.3 总线式工业控制计算机	131
5.3.1 IPC 的硬件组成	131
5.3.2 IPC 的特点	132
5.4 IPC 产品简介	133
5.4.1 工业计算机机箱	133
5.4.2 工业级底板	134
5.4.3 工业级 CPU 卡	134
5.4.4 I/O 卡	136
5.5 远程数据采集与控制模块	138
思考题	142
第 6 章 控制网络技术基础	143
6.1 数据通信基础	143
6.1.1 数据通信系统	143
6.1.2 数据传输编码	145
6.1.3 多路复用技术	147

6.1.4 通信同步技术	149
6.1.5 常用传输介质	151
6.2 通信网络技术	151
6.2.1 网络拓扑结构	151
6.2.2 网络控制方法	152
6.2.3 差错控制技术	153
6.3 OSI 模型	155
6.4 IEEE 802 标准	158
6.5 TCP/IP	160
6.5.1 TCP/IP 的网络层次结构	160
6.5.2 IP 地址	162
6.6 串行通信总线	163
6.6.1 RS-232C 通信总线	163
6.6.2 RS-422/485 通信总线	169
思考题	171
第 7 章 分散控制系统与现场总线控制系统	173
7.1 分散控制系统概述	173
7.1.1 分散控制系统的结构	173
7.1.2 分散控制系统的特点	175
7.1.3 分散控制系统的分散方式	178
7.1.4 部分 DCS 产品	178
7.2 分散控制系统的典型设备	179
7.2.1 过程控制站	179
7.2.2 运行员操作站	183
7.2.3 工程师工作站	185
7.3 现场总线控制系统概述	189
7.3.1 现场总线的概念	189
7.3.2 现场总线控制系统的构成	190
7.3.3 现场总线控制系统的特点	192
7.4 几种典型的现场总线	196
7.4.1 CAN 总线	196
7.4.2 LonWorks 总线	196
7.4.3 Profibus 总线	197
7.4.4 WorldFIP 总线	197
7.4.5 HART 总线	197
7.4.6 FF 总线	198
思考题	198
第 8 章 常规数字控制器的设计	199
8.1 数字控制器连续化设计	199

8.1.1	数字控制器的连续化设计步骤	199
8.1.2	数字 PID 控制器的设计	200
8.1.3	数字 PID 算法的改进	204
8.1.4	数字 PID 参数的整定	208
8.2	数字控制器离散化设计	211
8.2.1	数字控制器的离散化设计步骤	211
8.2.2	最少拍控制系统的设计	212
8.3	纯滞后控制	220
8.3.1	大林 (Dahlin) 控制算法	220
8.3.2	施密斯 (Smith) 预估控制算法	223
	思考题	224
第 9 章	先进控制技术基础	226
9.1	自适应控制	226
9.1.1	自校正控制	227
9.1.2	参考模型自适应控制系统	244
9.2	模糊控制	257
9.2.1	模糊控制器的输入、输出变量及其模糊化	258
9.2.2	建立模糊控制规则	260
9.2.3	模糊关系与模糊推理	262
9.2.4	模糊控制向量的模糊判决	263
9.2.5	模糊控制表	263
9.2.6	确定实际的控制量	264
9.2.7	模糊控制算法的工程实现	264
9.3	神经网络控制	265
9.3.1	神经元数理模型及其学习算法	265
9.3.2	BP 神经网络及其学习算法程序设计	268
9.3.3	Hopfield 神经网络	270
9.3.4	神经网络在控制工程中的应用	273
9.4	控制策略的渗透和结合	274
9.5	先进控制策略的实现	275
9.5.1	在 DCS、FCS 中组态的实现	275
9.5.2	在 DCS、FCS 中编程实现的途径	277
9.5.3	编程实现时需要注意的两个问题	279
第 10 章	控制算法的计算机实现工程实例	281
10.1	常规控制算法的工控机实现	281
10.2	常规控制算法的 DCS 实现	282
10.2.1	主蒸汽温度控制方案	282
10.2.2	主蒸汽温度控制系统的 Infi-90 实现	284
10.3	模型参考自适应预估控制的 DCS 实现	286

10.3.1	模型参考自适应预估算法的基本设计思想	286
10.3.2	模型参考自适应预估基本算法	287
10.3.3	算法在 Infi-90 中的编程实现	288
10.3.4	在火电厂燃烧协调控制系统中的应用	288
参考文献		293

第 1 章 计算机控制系统概述

计算机控制系统是自动控制理论、计算机技术以及现代通信网络技术紧密结合的产物，过程计算机控制是关于计算机技术如何应用于工业生产过程自动化的一门综合性学科。控制理论的发展，尤其是现代控制理论的发展，与计算机技术息息相关。利用计算机快速而又强大的数值计算、逻辑判断等信息加工能力，计算机控制系统可以实现比常规控制更复杂、更全面的控制方案。现代通信网络技术的发展更进一步扩展了计算机的信息处理能力。计算机和现代通信网络为现代控制理论的应用提供了有力的工具。同时，计算机控制系统应用于工业控制领域又产生了一系列理论与工程上的问题，进一步推动了控制理论和计算机技术的共同发展。

本书侧重于计算机对连续生产过程的控制，诸如电力、石油、化工、冶金、轻工、建材和制药等行业，其被控量主要是温度、压力、流量、物位和成分等各种连续模拟量。当然，对于机械制造与加工过程，诸如转速、位置等被控量的计算机控制系统，在原理与结构上也大致相同，只是在输入通道与输出通道上有些差异。

本章主要介绍了计算机控制的结构与组成、系统分类、系统特点以及发展概况等内容。

1.1 计算机控制系统的结构与组成

1.1.1 计算机控制系统的一般结构

计算机控制系统是融计算机技术与工业过程控制于一体的综合性技术，它是在常规仪表控制系统的基础上发展起来的。若将自动控制系统中控制器的功能用计算机或数字控制装置来实现，就构成了计算机控制系统，其基本原理框图如图 1-1 所示。因此，简单说来，计算机控制系统就是由各种各样的计算机参与控制的一类系统。

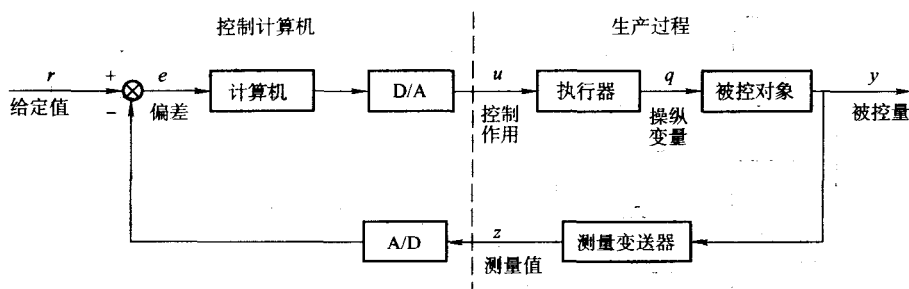


图 1-1 计算机控制系统基本原理框图

在一般的模拟控制系统中，控制规律是由硬件电路产生的，要改变控制规律就要更改硬件电路。而在计算机控制系统中，控制规律是用软件实现的，计算机执行预定的控制程序，就能实现对被控参数的控制。因此，要改变控制规律，只要改变控制程序就可以了。这就使

计算机控制系统的设计更加灵活、方便，特别是可以利用计算机强大的计算、逻辑判断、记忆、信息传递功能，实现更为复杂的控制规律，如非线性控制、逻辑控制、自适应控制及智能控制等。

在计算机控制系统中，计算机的输入和输出信号都是数字量，因此在这样的系统中，需要将反映工业对象连续信息的模拟量转换成计算机能接收的数字量，这由 A/D 转换器实现，同时将计算机控制输出的数字量转换为工业现场执行机构可接收的模拟量，这由 D/A 转换器实现。

计算机控制系统的控制过程一般可归纳为 3 个步骤：

- 1) 实时数据采集，对被控参数的瞬时值实时采集，并输入计算机；
- 2) 实时决策控制，对采集到的表征被控参数的状态量进行分析，并按已确定的控制规律，确定进一步的控制行为；
- 3) 实时控制输出，根据做出的控制决策，适时地向执行机构发出控制信号，在线、实时地实施控制。

以上过程不断地呈周期性重复，使整个系统能按照一定的动态性能指标进行工作。此外，计算机控制系统还能对被控参数和设备本身可能出现的异常状态进行及时监督和处理。这里的所谓“实时”，是指信号的输入、运算处理和输出能在一定的时间内完成，即要求控制计算机对输入信号要以足够快的速度进行测量与处理，并在一定的时间内反应或产生相应的控制作用，超过这个时间，就会失去控制时机。为了实现上述计算机控制的功能，需要控制计算机在硬件和软件两大部分的支持。

1.1.2 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、常规外部设备、过程输入输出设备、操作台和通信设备等组成，如图 1-2 所示。

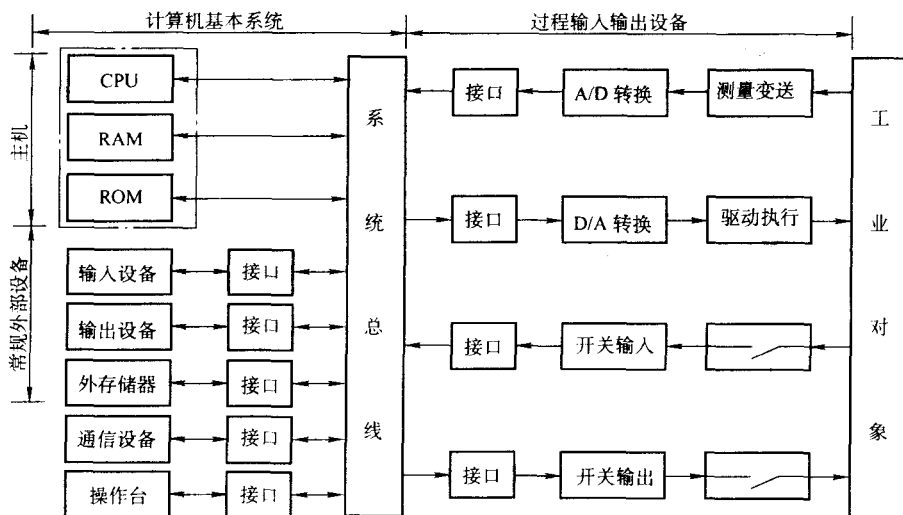


图 1-2 计算机控制系统硬件组成框图

与普通计算机硬件相比,控制计算机硬件具有如下3方面的特点:

1. 包含过程输入输出设备

过程输入输出设备是在计算机与工业对象之间起着信息传递和转换作用的装置,除了其中的测量变送单元和信号驱动单元属于自动化仪表的范畴外,主要是指过程输入输出通道,简称过程通道。过程输入通道包括模拟量输入通道(简称 A/D 通道)和数字量输入通道(简称 DI 通道),分别用来输入模拟量信号(如温度、压力、流量、液位等)和开关量信号(继电器触点、行程开关、按钮等)或数字量信号(如转速、流量脉冲、BCD 码等)。过程输出通道包括模拟量输出通道(简称 D/A 通道)和数字量输出通道(简称 DO 通道),D/A 通道把数字信号转换成模拟信号后再输出,DO 通道则直接输出开关量信号或数字量信号。

2. 可靠性高和可维护性好,能适应工业控制现场恶劣的运行环境

为了适应工业过程控制对系统的可靠性要求,控制计算机的硬件普遍采取了有效的抗干扰、冗余、自诊断等可靠性技术。例如,典型的总线式工业控制计算机(IPC),就采用了加固型工业机箱、正压送风、工业电源、无源底板、一体化主板(主要部件采用工业级芯片)、看门狗(WatchDog)技术、电子盘存储技术等措施来提高系统的可靠性,以适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等恶劣的工业环境,且具有较高的电磁兼容性。

3. 具有高可靠性的实时通信网络

现代化工业生产过程的规模一般比较大,其控制与管理也很复杂,往往需要几台或几十台计算机才能分级完成控制和管理任务。这样,在不同地理位置、不同功能的计算机之间就需要通过通信设备连接成网络,以便进行信息交换。与普通的通信网络相比,控制网络对通信的可靠性要求很高,如典型的 DCS 或 FCS 大多采用冗余的通信总线结构,同时与外部网络的连接也采用硬防火墙等网络隔离设备。此外,由于控制网络有实时性方面的要求,因此对网络通信的速度也有较高的要求。

1.1.3 计算机控制系统的软件组成

上述硬件只能构成计算机的裸机,仅为计算机控制系统的躯体。要使计算机正确地运行以解决各种问题,必须为它编制各种程序。软件是各种程序的统称,是控制系统的灵魂。因此,软件的优劣直接关系到计算机的正常运行、硬件功能的充分发挥及其推广和应用。控制计算机的软件通常分为系统软件和应用软件两大类。

系统软件是一系列支持系统开发、测试、运行和维护的工具软件,核心是操作系统。在计算机控制系统中,为了满足实时处理的要求,通常采用实时多任务操作系统。目前,控制计算机常用的操作系统主要有 UNIX、Windows NT、Windows 2000、Windows XP、RMX DOS 等具有抢先能力的多任务操作系统,在一些要求不高的场合也有使用 Windows 98 等不具有抢先能力的多任务操作系统,甚至是 DOS 等单任务系统。在实时多任务操作环境下,要求将应用系统中的各种功能划分成若干任务,并按其重要性赋予不同的优先级,各任务的运行进程及相互间的信息交换由实时多任务操作系统协调控制。另外,系统软件还包括编程语言等辅助工具,编程语言一般为面向过程或对象的专用语言或编译类语言。系统软件一般由计算机厂商以产品形式向用户提供。

应用软件是系统设计人员利用编程语言或开发工具编制的可执行程序。对于不同的控制对象,控制和管理软件的复杂程度差别很大。在一般的计算机控制系统中,以下几类功能模

块是必不可少的,即过程输入模块、基本运算模块、控制算法模块、报警限幅模块、过程输出模块及数据管理模块等。

作为计算机控制系统的设计人员,只有首先了解并会使用系统软件,才能编制出较好的应用软件。设计开发应用软件,已成为当前计算机控制应用领域中最重要的一个方面。

1.2 计算机控制系统的分类

计算机控制系统的分类方法很多,可以按照系统的功能、控制规律或控制设备等进行分类。

1.2.1 按功能及结构分类

计算机控制系统按照功能及结构一般可分为数据采集系统、操作指导控制系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统、分散控制系统、现场总线控制系统及以太控制网络系统等几类。

1. 数据采集系统

数据采集系统(DAS, Data Acquisition System)是计算机应用于生产过程控制最早、也是最基本的一种类型,如图1-3所示。生产过程中的大量参数由仪表发送并经A/D通道或DI通道巡回采集后送入计算机,由计算机对这些数据进行分析处理,并按操作要求进行屏幕显示、制表打印和越限报警。该系统可以代替大量的常规显示、记录报警仪表,对整个生产过程进行集中监视。因此,该系统对于指导生产以及建立或改善生产过程的数学模型,具有重要的作用。

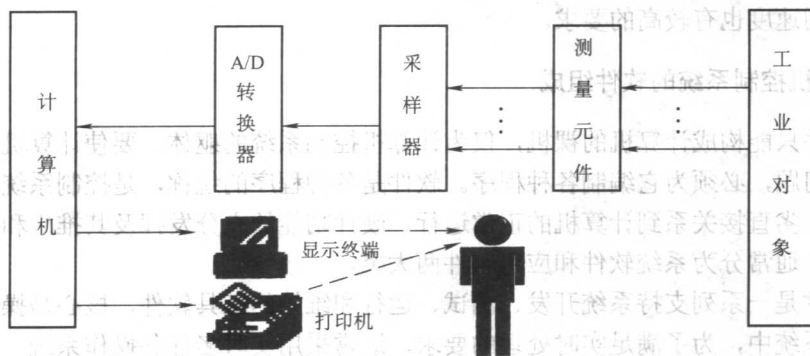


图 1-3 数据采集系统

2. 操作指导控制系统

操作指导控制(OGC, Operation Guide Control)系统是基于数据采集系统的一种开环系统,如图1-4所示。计算机根据采集到的数据以及工艺要求进行最优化计算,计算出的最优操作条件,并不直接输出到控制生产过程,而是显示或打印出来,操作人员据此去改变各个控制器的给定值或操作执行器,以达到指导操作的目的。显然,这属于计算机离线最优控制的一种形式。

操作指导控制系统的优点是结构简单、控制灵活和安全;缺点是要由人工操作,速度受

到限制,不能同时控制多个回路。因此,操作指导控制系统常用于计算机控制系统设置的初级阶段,或用于试验新的数学模型、调试新的控制程序等场合。

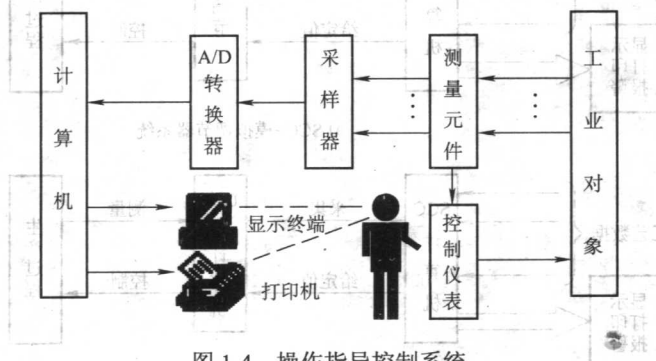


图 1-4 操作指导控制系统

3. 直接数字控制系统

直接数字控制 (DDC, Direct Digital Control) 系统是用计算机不仅完成对多个被控参数的数据采集,而且能按一定的控制规律进行实时决策,并通过过程输出通道发出控制信号,实现对生产过程的闭环控制,如图 1-5 所示。为了操作方便,DDC 系统还配置一个包括给定、显示、报警等功能的操作控制台。

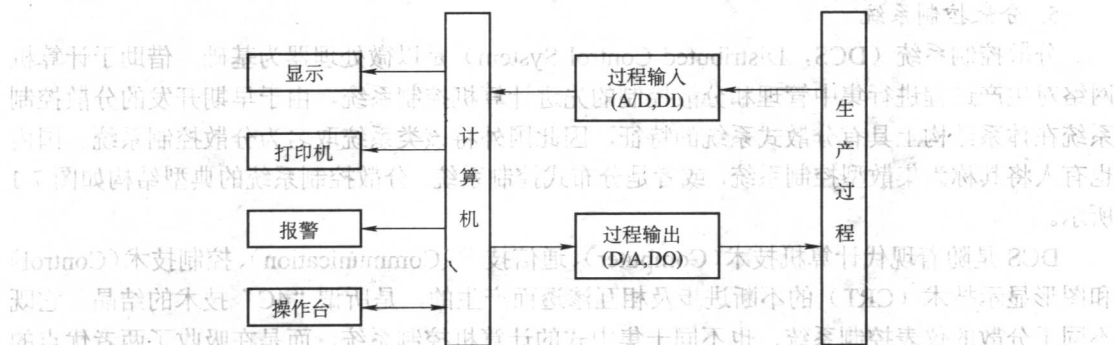


图 1-5 直接数字控制系统

在 DDC 系统中,一台计算机就可以完全取代多个模拟调节器,而且在各个回路的控制方案上,可以不改变硬件而只通过改变软件程序,就能有效地实现各种复杂控制。因此,DDC 系统是计算机在工业生产过程中的最普遍的一种应用方式。

4. 监督计算机控制系统

监督计算机控制 (SCC, Supervisory Computer Control) 系统是 OGC 系统与常规仪表控制系统或 DDC 系统综合而成的两级系统,如图 1-6 所示。SCC 系统有两种不同的结构形式:一种是 SCC+模拟调节器系统(也可称计算机设定值控制系统,即 SPC 系统);另一种是 SCC+DDC 控制系统。其中,作为上位机的 SCC 计算机按照描述生产过程的数学模型,根据原始工艺数据与实时采集的现场变量计算出最佳动态给定值,送给作为下位机的模拟调节器或 DDC 计算机,由下位机控制生产过程。这样,系统就可以根据生产工况的变化,不断地修正给定值,使生产过程始终处于最优工况。显然,这属于计算机在线最优控制的一种形式。

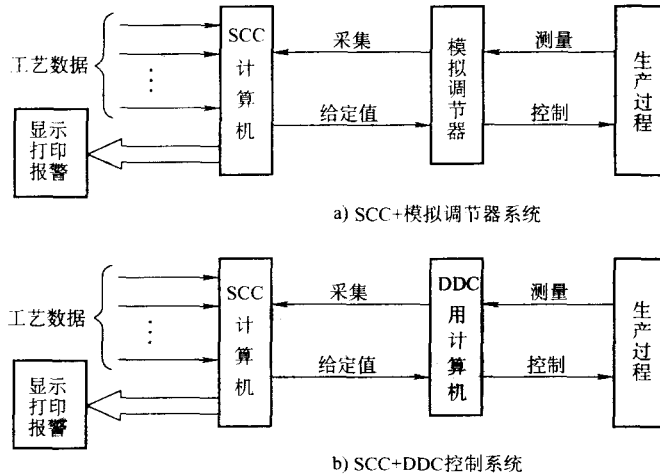


图 1-6 监督计算机控制系统的两种结构形式

另外，当上位机出现故障时，系统要求下位机可以独立完成控制功能。下位机直接参与生产过程控制，要求其实时性好、可靠性高和抗干扰能力强；而上位机承担高级控制与管理任务，应配置数据处理能力强、存储容量大的高档计算机。

5. 分散控制系统

分散控制系统（DCS, Distributed Control System）是以微处理器为基础，借助于计算机网络对生产过程进行集中管理和分散控制的先进计算机控制系统。由于早期开发的分散控制系统在体系结构上具有分散式系统的特征，因此国外将该类系统取名为分散控制系统。国内也有人将其称为集散型控制系统，或者是分布式控制系统。分散控制系统的典型结构如图 7-1 所示。

DCS 是随着现代计算机技术（Computer）、通信技术（Communication）、控制技术（Control）和图形显示技术（CRT）的不断进步及相互渗透而产生的，是所谓“4C”技术的结晶。它既不同于分散的仪表控制系统，也不同于集中式的计算机控制系统，而是在吸收了两者的优点的基础上发展起来的具有崭新结构体系和独特技术风格的新型自动化系统。DCS 通过计算机网络将每个分散的过程控制装置和各种操作管理装置有机结合起来，不仅具有先进、可靠的控制性能和集中化的监视、操作功能，而且还有强大的信息处理能力、数据交换能力，以及灵活的构成方式，因而能够适应工业生产过程的各种需要，表现出顽强的生命力和显著的优越性。

6. 现场总线控制系统

现场总线控制系统（FCS, Fieldbus Control System）是新一代分布式控制结构。该系统改进了 DCS 成本高和由于各厂商的产品通信标准不统一而造成的不能互连等弱点，采用集管理、控制功能于一身的工作站与现场总线智能仪表的三层结构模式，把原 DCS 控制站的功能分散到智能型现场仪表中去。每个现场仪表（如变送器、执行器）均作为一个智能节点，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。这种彻底的分散控制模式使系统更加可靠，现场总线控制系统的典型结构如图 7-12～图 7-14 所示。

FCS 的核心是现场总线，它将当今网络通信与管理的概念引入工业控制领域。从本质上说，现场总线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、双向传输、多分支结构的串行通信网络。FCS 代表了今后工业控制体系结构发展的一种方向。

7. 以太控制网络系统

图 1-7 是基于以太控制网络技术的多总线集成控制系统的典型结构。目前，以太控制网络在工业自动化和过程控制领域得到了迅猛的发展。

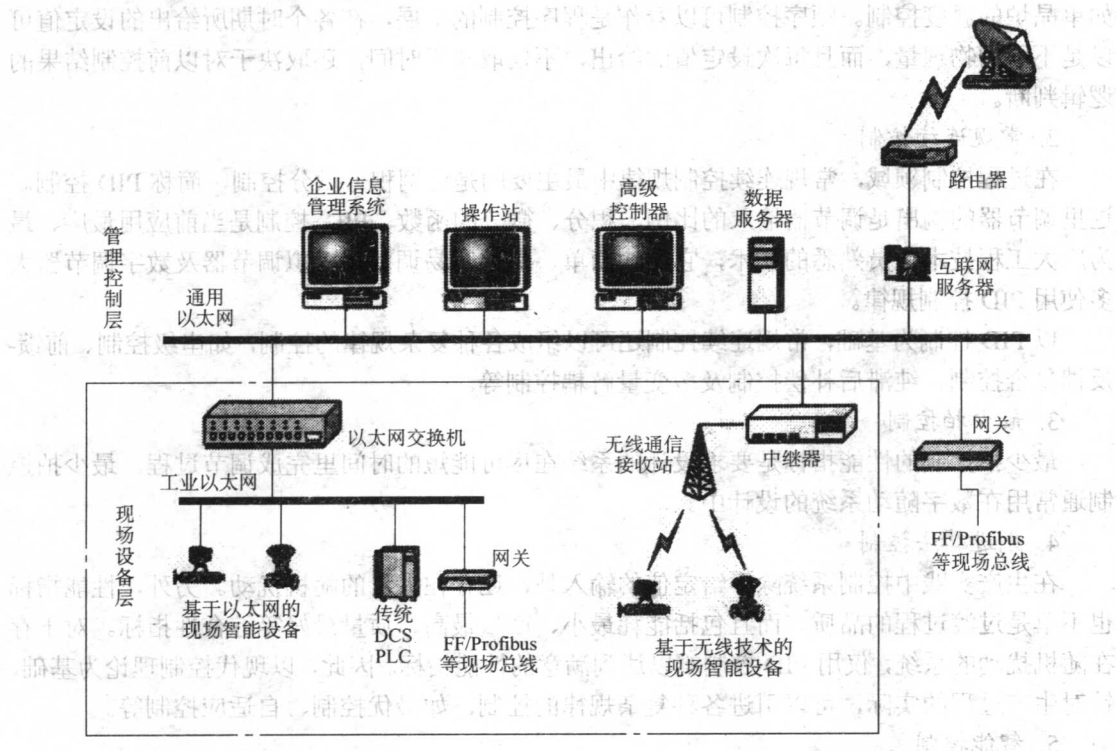


图 1-7 基于以太控制网络技术的多总线集成控制系统

以太网与其他控制网络相比具有很多优点，主要体现在以下几个方面：

- 1) 开放性：采用公开的标准和协议；
- 2) 平台无关性：具有伸缩性，可以选择不同厂家、不同类型的设备和服务；
- 3) 信息服务：能提供 E-mail、WWW、FTP 等多种信息服务；
- 4) 图形用户界面：具有统一、友好、规范化的图形界面，操作简单、易学易用；
- 5) 信息传递速度：信息传递快速、准确；
- 6) 多现场总线的集成能力：能够相互包容，易于集成多种现场总线协同完成测控任务；
- 7) 多系统集成能力：实现现场总线控制系统与传统控制系统的集成、各种现场总线控制系统之间的集成；以太控制网络易与信息网络集成，组成统一的企业网络。集成主要体现在现场通信协议的相容、不同系统数据的交换以及组态、监控、操作界面的统一；
- 8) 多技术集成能力：易于实现设备互操作性技术、OPC (OLE for Process Control) 技术、Ethernet 技术、TCP/IP 技术、Web 技术、现场总线设备管理技术和无线通信技术的集成。