

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

计算机控制系统及其在火电厂中的应用

牛玉广 范寒松 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

21.6-39

大型火电厂生产技术人员培训系列教材

计算机控制系统及其在火电厂中的应用

牛玉广 范寒松 编著

中国电力出版社
www.ccpp.com.cn



内 容 提 要

本书系统地阐述了计算机控制系统的组成原理及其在火电厂中的应用。主要内容包括：绪论；过程通道；过程控制计算机的人机接口；过程控制计算机通信网络技术；过程控制计算机控制算法；计算机控制系统的可靠性与抗干扰技术；集散控制系统；计算机控制系统在火电厂中的应用。

本书论述力求简洁明了，理论联系实际，并吸收了近年来计算机控制领域的新技术，对从事计算机控制系统设计、调试、维护的专业技术人员有一定的指导意义和参考价值。

本书可作为工程技术人员的培训教材，也可供大专院校相关专业师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机控制系统及其在火电厂中的应用/牛玉广,范寒松编著.

-北京:中国电力出版社,2002

(大型火电厂生产技术人员培训系列教材)

ISBN 7-5083-1170-1

I. 计… II. ①牛…②范… III. ①计算机控制系统-技术培训-教材 ②计算机控制系统-应用-火电厂-技术培训-教材
IV. ①TP273②TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 095254 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 14 印张 315 千字

印数 0001—5000 册 定价 27.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

序 言

随着科学技术的迅速发展,新技术、新材料、新工艺不断涌现并得到应用。电力生产是技术高度密集型产业,伴随科学技术及电力工业的发展,现代化电力生产也朝着“大容量、高参数、高自动化”的方向快速发展。快速发展的电力技术对电力生产技术人员和管理人员提出了更高的要求,迅速提高生产技术人员素质及观念,更新知识,已经成为当前电力生产的重要任务。

在职教育是提高劳动者素质的重要途径,高等学校发挥自身的人才优势,开展在职教育是现代高等教育发展的一大趋势。华北电力大学动力工程系统经过十多年的努力与探索,在开展在职教育,为电力生产企业培训高层次技术人才方面,取得了一定成绩,积累了丰富的实践经验。为满足电力生产企业培训及电力生产技术人员学习新技术、新知识的需要,华北电力大学动力工程系组织具有十多年培训经验的教师,编写了这套《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》。本套教材首批共8种:《火电厂锅炉设备及运行》、《火电厂汽机设备及运行》、《火电厂电气设备及运行》、《火电厂过程控制》、《火电厂开关量控制技术及应用》、《汽轮机控制、监视和保护》、《计算机控制系统及其在电厂中的应用》、《火电厂自动控制理论基础》。

本套培训教材的特点:

- 一、力求反映当前电力生产的新知识、新技术。
- 二、力求理论结合实际,明确理论在生产过程、生产设备及系统中的作用。
- 三、注重解决生产过程中的实际问题。

本套教材可供电力生产企业培训生产技术人员使用,也可供其他相关工程技术人员学习、参考。

这套教材的出版是编著者多年教学培训实践的积累结果,但不可避免地会存在一些问题和不足,热切地希望广大读者给予批评指正。

《大型火电厂生产技术人员培训系列教材》编委会

2000年7月

前 言

计算机控制系统将计算机技术与控制技术相结合,已广泛应用于生产过程的监测、控制与管理等诸多环节之中,从简单的、功能单一的数字式指示记录仪,到复杂的、多功能的集散控制系统,都是计算机应用于生产过程的具体实现形式。近年来,随着计算机技术及信息技术的迅猛发展,控制系统更新速度加快,新理论、新方法不断涌现,越来越使人难以应付。一个实用的计算机控制系统,往往是计算机软硬件技术、控制技术、通信网络技术、人机接口技术、可靠性技术等综合,内容十分繁杂,给学习理解带来一定的困难。

本书以计算机控制系统的基本构成为主线,主要讲述了过程通道、人机接口、通信网络、控制算法、抗干扰技术等内容,力求做到概念清楚、简单实用,避免复杂的理论计算,以利于工程技术人员学习和参考。针对火电厂计算机控制系统的最新进展,还专门介绍了集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)、火电厂监控信息系统(SIS)及管理信息系统(MIS),并给出了它们在火电厂中的应用实例。

本书由牛玉广教授、范寒松副教授编著,牛玉广负责全书的统稿。

国家电力公司热工研究院曹建亭高级工程师认真审阅了全书,并提出了宝贵意见。华北电力大学自动化教研室赵文杰博士对全稿进行了认真的核对,在此向他们致以衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中错误与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2002年9月

目 录

序 言	
前 言	
第一章 绪论	1
第一节 计算机控制系统的结构及组成	2
第二节 计算机控制系统的类型	6
第三节 计算机控制系统在火电厂的应用概况及发展展望	7
第二章 过程通道	10
第一节 过程参数采样原理	10
第二节 模拟量输出通道	14
第三节 模拟量输入通道	20
第四节 开关量输入输出通道	33
第三章 过程控制计算机的人机接口	35
第一节 LED 显示器及其接口	35
第二节 键盘接口	38
第三节 指示报警接口	45
第四节 回路显示操作器	45
第五节 CRT 显示画面	48
第六节 工程师接口	55
第四章 过程控制计算机通信网络技术	60
第一节 数据通信概述	60
第二节 通信网络技术	66
第三节 网络互联协议	70
第四节 局域网协议	75
第五节 网络互联设备	77
第六节 通信与网络实例	80
第五章 过程控制计算机控制算法	90
第一节 数字 PID 控制算法	91

第二节	数字 PID 算法的工程实现	99
第三节	PID 控制器的参数整定	106
第四节	复杂控制系统	118
第六章	计算机控制系统的可靠性与抗干扰技术	127
第一节	可靠性概述	127
第二节	提高系统可靠性的措施	129
第三节	干扰源及干扰分类	133
第四节	抗干扰措施	139
第七章	集散控制系统	147
第一节	概述	147
第二节	典型集散控制系统介绍	153
第三节	现场总线控制系统	172
第八章	计算机控制系统在火电厂中的应用	178
第一节	计算机数据采集与处理系统	178
第二节	DCS 在火电厂中的应用	185
第三节	FCS 在火电厂球磨机控制中的应用	197
第四节	发电厂监控信息系统	204
第五节	发电厂管理信息系统	208
参考文献		216

绪 论

现代化工业生产过程系统规模日益扩大,系统复杂性迅速提高,控制系统由简单回路向多回路耦合、综合自动化发展,控制难度加大。且随着社会的进步,人们要求进一步提高产品质量、提高生产效率、降低能耗、减少污染、减轻劳动强度、提高可靠性,因而对生产过程自动控制水平提出了更高的要求。

电子计算机自本世纪 40 年代产生以来,经过几十年的发展,已具有十分强大的功能和很高的可靠性,被广泛应用于人类社会的各个领域。特别是随着微处理器的出现、计算机网络技术的发展、计算机外围设备的进步及控制理论研究的深入,使得计算机应用于生产过程控制的硬件、软件日臻成熟,用以计算机为主的新型控制系统代替常规模拟仪表控制系统已成为控制系统发展的必然趋势。

与常规控制系统(模拟仪表系统)相比,计算机控制系统具有以下特点:

(1) 运算精度高。计算机使用数字运算,避免了模拟系统中元器件老化、特性漂移对运算精度的影响,使运行人员更加准确地了解生产过程的运行状况。

(2) 控制性能好。计算机控制系统中除使用常规控制方法如 PID 进行控制外,还可方便地使用先进的控制算法改善控制性能。如使用 Smith 预估算法克服控制对象的大迟延、使用自整定调节器来弥补对象时变对控制性能的影响、使用鲁棒控制器提高控制系统的抗干扰能力等。另外,由于计算机控制系统中使用软件模块代替常规模拟控制仪表,使得整个系统接线简单,修改容易,便于构成复杂控制系统。

(3) 操作界面友好。计算机控制系统除可方便实现常规指示、记录、声光报警之外,还具有各种直观显示方式,如总貌显示、参数一览显示、流程图显示、趋势显示、报警显示,甚至操作指导、故障诊断等,协助运行人员分析生产过程现状,有利于提高控制水平与事故处理能力。

(4) 管控一体化。计算机网络技术的发展,使得多个计算机协同工作,可将设备(回路)控制、车间(机组)控制与全厂管理有机地结合在一起,实现控制与管理系统的信息共享,从而达到整体优化的目的。

(5) 可靠性高。采用高质量的电子元器件、合理的电路制作工艺、有效的抗干扰措施、先进的软件编程技术是提高计算机控制系统可靠性的基础。另外,计算机控制系统的冗余、容错设计,使得当出现局部软、硬件故障时不影响系统的正常控制;计算机控制系统的分布式设计,使得当个别回路故障时不影响其他回路;计算机控制系统的自诊断技术,使得系统能及时发现故障,并提前采取措施。所有这些,都为计算机控制系统的长期稳定运行提供了保证。

第一节 计算机控制系统的结构及组成

一、计算机控制系统基本结构

典型的控制系统结构如图 1-1 所示。它是由被控对象、测量变送器、控制器和执行器

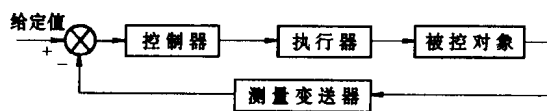


图 1-1 典型的输出反馈控制系统

构成的输出反馈控制系统。当图中控制器由模拟仪表实现时，称为连续控制系统；当控制器由计算机实现时，则称为计算机控制系统。由于计算机内部使用数字量进行数据的存储、运算与处理，而生产过程输入输出多

为连续模拟信号，因此，计算机控制系统中首先要解决计算机与生产过程间的信号转换问题。实现这一功能的器件是多路开关、采样保持器、模数转换器、数模转换器和保持器，控制器则由计算机实现。典型的输出反馈计算机控制系统结构如图 1-2 所示。

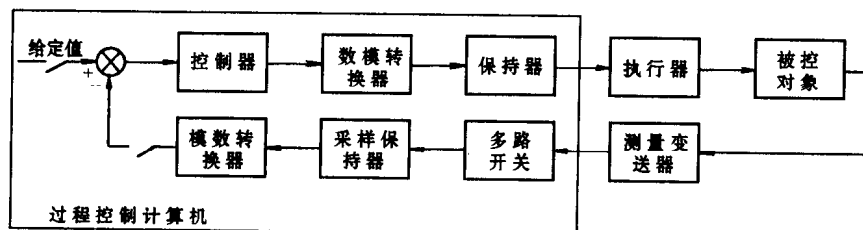


图 1-2 输出反馈计算机控制系统

输出反馈控制是状态反馈控制的特例。计算机的使用使实现状态反馈控制成为可能，从而为现代控制理论应用于生产过程控制创造了条件。状态反馈计算机控制系统的典型结构如图 1-3 所示。

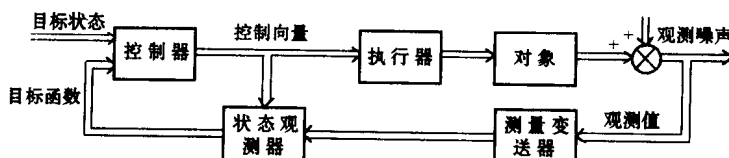


图 1-3 状态反馈计算机控制系统

计算机控制系统的主要组成部分说明如下：

(一) 被控对象

被控对象是指所要控制的装置或设备，如风机、水泵、阀门及锅炉、汽轮机、发电机等。在控制系统分析与设计中，被控对象以数学模型形式来描述，其一般形式为微分方程。当然，对于复杂系统，其完整准确的数学模型是难以获得的，工程上往往使用经过简化的、能满足控制要求的近似模型。当考虑被控对象参数在工作点附近波动时，可以假设被控对象具有线性输入输出关系，而以传递函数来表征，这也是目前使用最广泛的对象特性描述方法。

被控对象的传递函数可以归纳为以下几类：

1. 放大环节

$$G(s) = K$$

此类对象如线性阀门、杠杆系统等。

2. 惯性环节

$$G(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s) \cdots (1 + T_n s)} \quad n = 1, 2, \cdots$$

当 $T_1 = T_2 = \cdots = T_m$ 时，有

$$G(s) = \frac{K}{(1 + T_m s)^n} \quad n = 1, 2, \cdots$$

此类对象一般伴有物质、能量的传递过程，如沿管道的加热过程等。

3. 积分环节

$$G(s) = \frac{K}{T_i s^n} \quad n = 1, 2, \cdots$$

此类对象如水箱水位系统等。

4. 纯滞后环节

$$G(s) = e^{-\tau s}$$

此类对象反映物质流动或化学反应造成的纯滞后。

实际对象可能是放大环节、惯性环节、积分环节与纯滞后环节的串联。如喷水减温系统过热器出口温度对减温水调节阀开度的传递函数为惯性环节与纯滞后环节的串联，可表示为

$$G(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s) \cdots (1 + T_n s)} e^{-\tau s}$$

汽包水位对给水量的传递函数为积分环节与纯滞后环节的串联，可表示为

$$G(s) = \frac{K}{T_i s^n} e^{-\tau s}$$

被控对象也可以按照输入、输出量的个数分类。当仅有一个输入 $U(s)$ 和一个输出 $Y(s)$ 时，称为单输入单输出对象，这是最简单的情况。当对象具有多个输入和单个输出时，称为多输入单输出对象。当对象具有多个输入和多个输出时，称为多输入多输出对象，这是最普遍的情况。

对于锅炉汽轮机系统，在一定条件下可以简化为二输入二输出系统，如图 1-4 所示。其中 μ_B 为进入锅炉的热量， μ_T 为汽轮机调门开度， N 为实发功率， P 为机前压力。该图说明锅炉汽轮机系统为耦合系统， μ_B 既通过 $G_{11}(s)$ 影响 P ，又通过 $G_{12}(s)$ 影响 N ； μ_T 既通过 $G_{22}(s)$ 影响 N ，又通过 $G_{21}(s)$ 影响 P 。设计上述对象的控制系统时，要用到多变量解耦理论与方法。

掌握被控对象特性对调节器参数整定十分有用。关于被控对象特性的求取、分析及应用请参阅有关资料，此处不作详述。

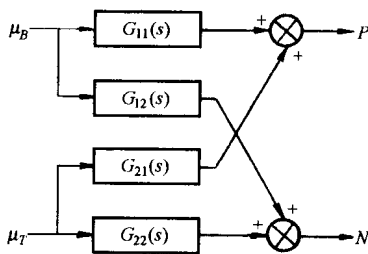


图 1-4 机炉控制对象

(二) 执行器

执行器是控制系统中的重要部件,它根据控制器输出的控制信号,通过调节机构改变被调介质的流量或能量,使生产过程符合预定的要求。按照采用的动力方式,执行器可以分为电动执行器、气动执行器和液动执行器三大类。

执行器通常由执行机构和调节阀两部分组成,调节阀的特性有线性特性、等百分比特性和快开特性等三种,如图 1-5 所示。

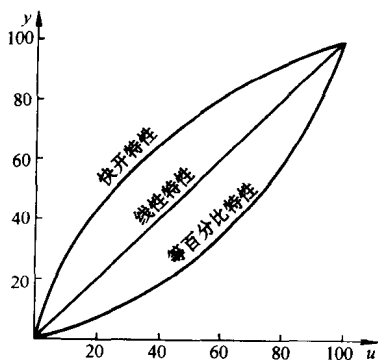


图 1-5 调节阀的输入输出特性

执行器性能的好坏对控制系统控制效果将产生重要影响。因此,使用前要对其进行调校,以减少死区、增加可调范围、缩小回差。控制系统设计时还要加入阀门特性非线性补偿环节。

(三) 测量变送器

测量变送器由传感器和测量线路组成,它将过程参数转换为某种形式的信号,以便于传输、显示或计算。生产过程中常用的测量变送器有测量温度的热电偶、热电阻,测量压力的压力变送器,测量流量的差压变送器及液位传感器、力传感器、应变传感器、振动传感器、火焰探测器等。在计算机控制系统中,首先要将过程参数通过测量变送器转换为电信号,再经过隔离、调理及模数转换后变成数字量进入计算机,本书第二章将对其作详细描述。

(四) 控制器

数字控制器的核心为数字计算机,数字控制器的控制规律是由计算机程序来实现的。由于计算机程序编写的灵活性,使得数字控制器比传统模拟控制器能实现更强大的功能。关于数字控制器的控制规律及实现算法将在以后章节作详细描述。

二、过程控制计算机组成

应用于生产过程控制的计算机系统,除具有一般计算机系统的基本结构之外,必不可少的还有计算机与生产过程的接口。另外,为适应生产现场特有的恶劣环境,如干扰、高温、腐蚀、粉尘、振动等,以及为满足工业生产连续运行需要,过程控制计算机比商用或家用计算机要有更高的可靠性。第六章将就如何提高计算机控制系统的可靠性作详细描述。

过程控制计算机由硬件与软件两大部分组成。

(一) 过程控制计算机硬件组成

过程控制计算机硬件主要由主机、外部设备、过程通道、人机接口设备和通信设备等组成,如图 1-6 所示。现分别说明如下:

1. 主机

主机由中央处理器(CPU)和内存存储器(RAM、ROM)组成,是计算机系统的核心。系统运行时,主机首先将程序从外部存储器(磁盘)调入内存存储器,然后在 CPU 控制下逐条执行。当调入内存的程序为用户编写的生产过程控制程序时,那么该系统将完成数据采集、控制运算、控制输出等一系列任务。

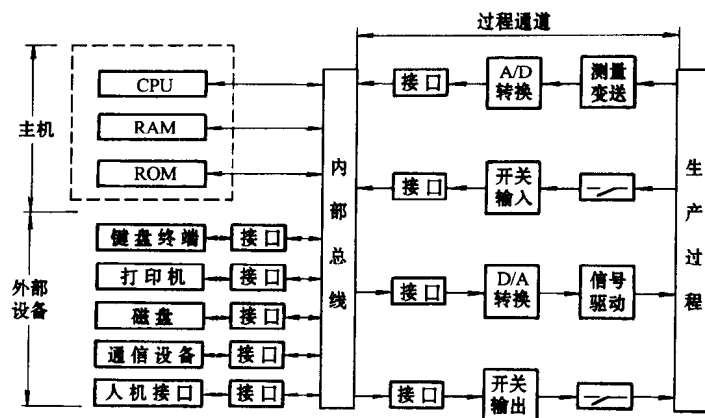


图 1-6 过程控制计算机硬件组成

2. 外部设备

外部设备也称外围设备。常用的外部设备有输入设备（键盘、鼠标等）、输出设备（CRT、打印机等）及外存储器（软盘、硬盘、光盘等）。外部设备作为计算机系统的标准配置，能够满足一般数据输入输出与管理的基本要求。随着计算机技术的发展，不断有新的设备出现，如声音输入、图像输入、触摸屏、大屏幕等，这些新设备为计算机的应用提供了更好的条件。

3. 过程通道

过程控制计算机与通用计算机的重要区别是其具有与生产过程的接口，称之为过程通道。常见的过程通道有：模拟量输入通道（简称 AI 通道）、开关量输入通道（简称 DI 通道）、模拟量输出通道（简称 AO 通道）、开关量输出通道（简称 DO 通道）。

4. 人机接口设备

运行维护人员通过人机接口设备了解和干预生产过程。对运行人员来说，要及时掌握生产设备及流程的运行现状，必要时进行相应的操作；对系统维护工程师来说，要负责控制系统的管理与维护，根据需要还可对控制系统、控制策略及参数进行修改。前者一般由操作员接口（操作员站）完成，后者一般通过工程师接口（工程师站）完成。

5. 通信设备

复杂生产过程的控制与管理，仅由单台计算机是难以胜任的，往往需要多台计算机的协同工作。每个计算机完成不同的功能，在地理上也可能是分散的。它们之间的信息交换要通过通信设备或计算机网络来实现。关于计算机通信网络的内容将在第四章介绍。

（二）过程控制计算机软件

软件是各种程序的总称。计算机硬件只有配备相应的软件后才能完成特定的功能。计算机软件通常分为系统软件与应用软件两大类。

系统软件是用来使用和管理计算机本身以及为应用软件提供开发环境的程序。如操作系统、数据库系统、计算机语言编译程序等。

应用软件是用户针对具体应用对象而编制的程序。如过程控制计算机中的数据采集与

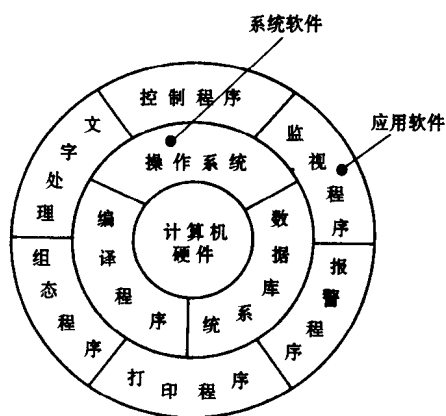


图 1-7 计算机软件系统

处理程序、控制算法程序、报警处理程序等。

系统软件、应用软件和计算机硬件的关系如图 1-7 所示。

(三) 过程控制计算机系统的主要性能指标

衡量过程控制计算机系统性能的主要指标有：

(1) 主机。字长，主频，内存容量等。目前 CPU 字长有 8 位、16 位、32 位及 64 位等。

(2) 外部设备。外存容量，CRT 尺寸及分辨率，打印机类型等。

(3) 通信性能。通信速率，联网能力，网络可靠性等。

(4) 过程接口。转换精度，转换速率，隔离性能等。

(5) 软件。实时性，方便性，可靠性等。

(6) 系统可靠性。抗干扰能力，可用率等。

过程控制计算机的应用形式是很广泛的，从简单的显示仪表、单回路控制器到大型的融控制、管理于一身的计算机网络，不同应用场合对计算机系统的要求是有很大差别的。选择计算机系统要从实际应用出发，使性能价格比达到最优。

第二节 计算机控制系统的类型

按照功能与结构的不同，计算机控制系统可以划分为数据采集与处理系统、直接数字控制系统、监督计算机控制系统及集散控制系统几大类。

一、数据采集与处理系统 (DAS)

任何一个计算机控制系统都离不开数据的采集与处理。数据采集与处理系统对生产过程参数作巡回检测、处理、分析、记录以及参数越限报警。同时，通过对大量参数的统计和分析，可以更好地掌握生产过程的运行状况及各参数的变化趋势，并在必要时给出操作指导。数据采集与处理系统结构如图 1-8 所示。

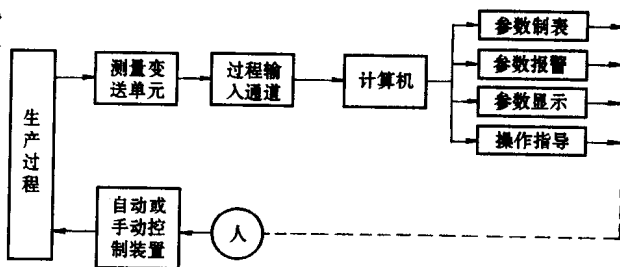


图 1-8 数据采集与处理系统

二、直接数字控制系统 (DDC)

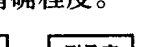
直接数字控制系统与模拟控制系

统相似，只不过是以计算机代替模拟调节器来实现控制功能。计算机根据测得的参数，按照一定的控制规律进行计算，运算结果经过过程输出通道输出并作用到被控对象。计算机的使用，除能够实现 PID 调节规律之外，还能实现复杂控制规律。直接数字控制系统结构

三、监督控制系统 (SCC)

三、监督控制系统 (SCC)

的精确程度。



```
graph LR; A[生产过程] --> B[测量变送单元]; B --> C[过程输入通道]; C --> D[计算机]; D --> E[过程输出通道]; E --> F[执行机构]; F --> A;
```

该框图展示了生产过程计算机控制系统的组成。它由一个垂直的“生产过程”块、一个“测量变送单元”、一个“过程输入通道”、一个“计算机”、一个“过程输出通道”和一个“执行机构”组成。信号流从“生产过程”开始，经过“测量变送单元”和“过程输入通道”进入“计算机”。计算机的输出通过“过程输出通道”和“执行机构”返回到“生产过程”，形成一个闭环。

图 1-9 直接数字控制系统

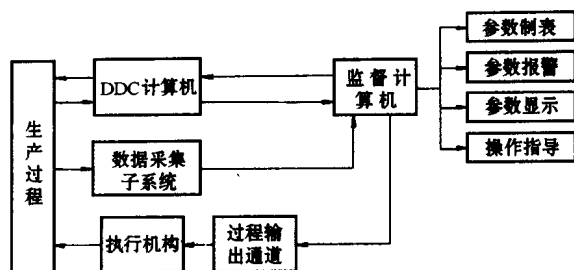


图 1-10 监督控制系统

监督控制可以提高系统的可靠性,当监督控制级发生故障时,DDC 计算机独立完成操作,当 DDC 计算机发生故障时,监督控制级可以代替前者执行控制任务。

四、集散控制系统 (DCS)

集散控制系统将多台带有微处理器的现场控制站或过程监测站分散在生产现场，各自实现不同的测量和控制任务，从而具有功能分散和地理分散的特点，避免了 DDC 系统中测量、控制高度集中带来的危险性和常规仪表控制功能单一的局限性；数据通信技术和显示技术的发展使 DCS 能够方便地实现集中操作、显示和报警。

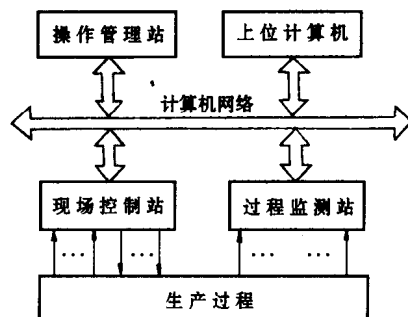


图 1-11 集散控制系统

集散控制系统能够完成直接数字控制、顺序控制、批量控制、数据采集和处理以及高级控制策略。近年来,集散控制系统中还包含了生产指挥、调度和管理的功能。集散控制系统是当前计算机在火电厂控制领域应用最广的一种形式。

第三节 计算机控制系统在火电厂的应用概况及发展展望

一、计算机控制的发展及其在火电厂中的应用概况

(一) 计算机控制的发展概况

计算机在生产过程中的应用，可以归纳为以下几个阶段：

(1) 开创阶段。20 世纪 50 年代末至 60 年代初。1959 年世界上第一台过程控制计算机 TRW-300 在美国 Port Arthur 炼油厂投入运行。该计算机系统能够控制 26 个流量、72 个温度、3 个压力和 3 个成份。

早期的计算机采用电子管，运算速度慢、体积大、可靠性差，主要用于数据处理和操作指导。

(2) 小型计算机阶段。20 世纪 60 年代后期，随着集成电路技术的发展，使得计算机运算速度加快，体积减小，价格下降，可靠性提高，出现了专用于工业生产过程控制的小型机，如 PDP-11 等。

(3) 微型计算机阶段。20 世纪 70 年代初，随着大规模集成电路技术的发展，出现了微型计算机，使得计算机在生产过程中的应用开始普及，并从传统的集中控制系统发展为集散控制系统。

(4) 集散控制系统阶段。20 世纪 80 年代以后，计算机的控制功能更加分散，基本控制器控制回路数减少，可靠性进一步提高，并朝着智能化、综合化方向发展。

2. 过程控制计算机在火电厂中的应用概况

计算机在火电机组上的应用是从数据采集与处理开始的，逐渐出现了 DDC；随着微处理器的出现，以微处理器为核心的数字调节仪表得到了推广使用，如数字组装仪表、单回路调节器、可编程控制器等。近年来，大型火电机组热工控制系统广泛使用了集散控制系统 (DCS)。采用 DCS 的单元机组主控系统如图 1-12 所示。

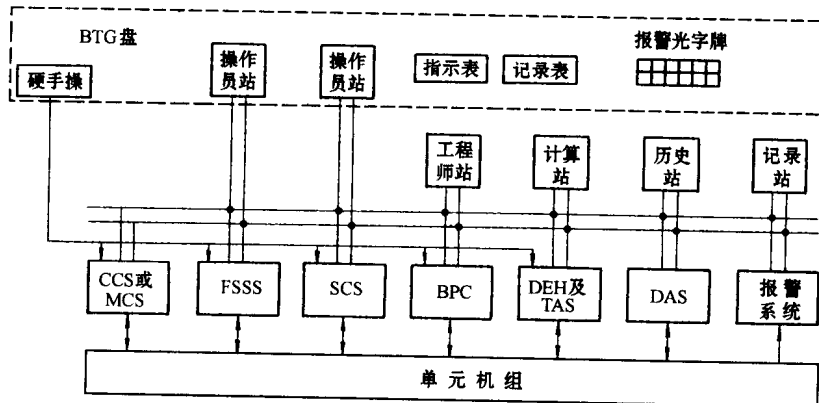


图 1-12 采用 DCS 的单元机组主控系统

大型火电单元机组热工自动化主要着重于控制、报警、监测与保护四个方面。为满足这四个方面的功能，一般大型单元机组的过程计算机控制都包括下列主要功能系统：数据采集系统（DAS—Data Acquisition System），机炉协调控制系统（CCS—Coordinated Control System），顺序控制系统（SCS—Sequence Control System），锅炉炉膛安全监视系统（FSSS—Furnace Safeguard Supervisory System），汽机旁路控制系统（BPC—Bypass Control System），汽机电液控制系统（DEH—Digital Electric Hydraulic Control System）等。

二、过程控制计算机在火电厂的应用展望

计算机控制技术的发展是日新月异的，新理论、新方法、新技术的应用正在改变着火

电厂传统的控制、操作与管理模式。

(1) 电气控制将纳入 DCS，使机、炉、电作为一个整体进行控制。

(2) 采用大屏幕显示器，减轻运行人员长期监视 CRT 造成的视觉疲劳，并为实现一人监盘提供新的技术措施。

(3) FCS 的应用。FCS 是现场总线控制系统 (Fieldbus Control System) 的简称。现场总线为智能化现场仪表 (如智能变送器等) 与计算机系统的数字通信链路。使用现场总线，可以节约大量电缆，提高控制信号传输的准确性和可靠性，简化系统的设计、安装、调试和维护等。

(4) 机组自动控制水平进一步提高，运行维护更加简单，出现驾驶仓式控制室。驾驶仓式控制室的含义为：物理上控制室小型化；功能上控制中心进一步智能化、自动化。主要表现在：①机组成千上万个信息应尽可能浓缩后提供给运行操作人员；②对机组实行全程控制；③有完善的事故处理能力。

(5) 智能控制应用。针对机组对象具有非线性、大时滞、变结构和无精确模型的特点，将更多地使用智能控制的方法。主要有：①模糊控制，从行为上模拟人的模糊推理和决策过程；②分级递阶智能控制，模拟人脑的分层结构，由执行级、协调级和组织级构成控制系统；③专家控制，将人的感性经验 (浅层知识) 和定理算法 (深层知识) 相结合；④神经网络控制，从机理上对人脑生理系统进行简单结构模拟的一种新兴控制和辨识方法；⑤拟人智能控制，模拟、延伸和扩展人的多层次智能即人控制器的控制方法；⑥预测控制，利用模型预测被控对象未来的输出，以此进行超前控制。

(6) 管控一体化。DCS 或 FCS 与 SIS (监控信息系统)、MIS (管理信息系统) 互相渗透、彼此结合，形成一个多层次、网络化，融控制、管理、调度 and 决策于一体的综合自动化系统。

第二章

过程通道

过程通道是过程控制计算机与被控对象间进行信息传递的通道。过程参数（压力、温度、流量、成分、位移等）及设备状态（启停、开关等）要以适当的形式输入到计算机中，而计算机运算处理结果或控制作用还要返回到被控对象以影响系统的运行。根据生产过程能够产生与接受的信号种类，过程通道可分为模拟量输入通道（AI）、开关量输入通道（DI）、模拟量输出通道（AO）及开关量输出通道（DO）。

本章首先介绍过程参数采样原理，它是设计、选择过程通道的基础，然后分别讨论各种过程通道的构成原理及接口技术。

第一节 过程参数采样原理

一、信号的采样

1. 采样过程

计算机控制系统中，被控对象的运行参数是模拟量，在时间上是连续的，而计算机能处理的是数字量，在时间上是离散的。把这两种不同的量组织在一个系统中，必须通过信号转换。图 2-1 给出计算机控制系统的信号流程图。一个连续的模拟信号，经过采样器和模/数转换器（A/D），就变成离散的数字信号了，这个信号就能够被计算机所接受。经计算机处理后，输出一个离散的数字信号去控制被控对象。这时，要经过数/模转换器（D/A）和保持器，以把离散的数字信号变为连续的模拟信号。

图中主要有四种信号：模拟信号—时间上连续，幅值上也连续的信号，如 $y(t)$ ；离散模拟信号—时间上离散，幅值上连续的信号，如 $y^*(t)$ ；数字信号—时间上离散、幅值

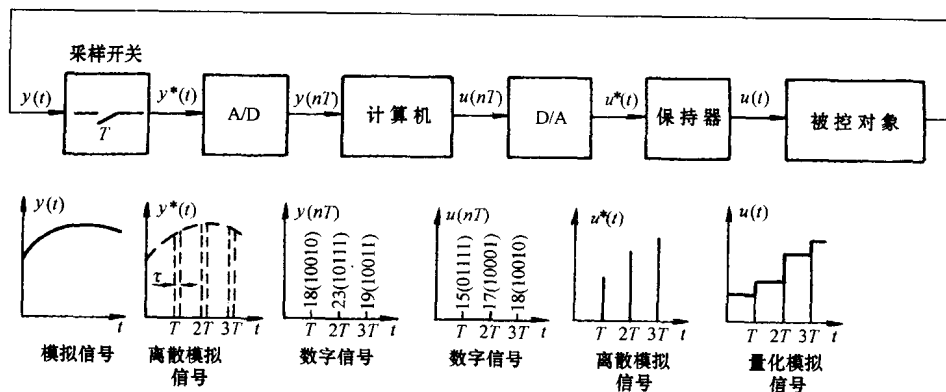


图 2-1 计算机控制系统信号流程图