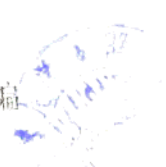


985937

高等学校教材

计算机在火电厂中的应用

华北电力学院 陈俊林 主编



02
4



49 191
PDG

高等学校教材

计算机在火电厂中的应用

华北电力大学 陈骏林 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是一本全面系统地介绍计算机技术在现代火电厂中应用的教材,全书共分六章,主要论述了在现代火电厂生产过程自动化中起到中枢神经作用的计算机控制系统的构成机理及其设计、实现技术。

本书介绍了现代火电厂中应用的各种计算机控制系统的基本概念、基本原理、设计思想、处理技术和实现方法,主要内容有:火电厂生产过程自动化中的计算机控制系统特点和系统类型,火电厂计算机监控系统的硬件、软件系统结构,火电厂生产过程中的集散控制系统,分布式计算机控制系统,火电厂计算机控制系统的通信网络和计算机仿真培训系统等,并举出了几个具体应用的实例。

本书可作为高等院校计算机应用专业、工业过程控制专业“计算机在火电厂中的应用”课程的教材,也可供从事计算机应用专业和工业过程自动化专业工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机在火电厂中的应用/陈骏林主编. -北京:中国电力出版社, 1996

高等学校教材

ISBN 7-80125-139-3

I. 计… II. 陈… III. 火电厂-计算机应用-高等学校-教材 IV. TM62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 03604 号

中国电力出版社出版

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

北京市地矿局印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1996 年 11 月第一版 1996 年 11 月北京第一次印刷

787×1092 毫米 16 开本 16.25 印张 364 千字

印数 0001—1970 册 定价 12.60 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

前 言

本书是根据原“能源部和水利部部属高校计算机及应用专业教学协作组”第三次会议通过的“计算机在火电厂中的应用”教学大纲的要求编写的,作为大学本科计算机及其应用专业的教材,以供有关院校选用,也可供从事计算机及其应用和发电厂生产过程自动化方面工作的科技人员以及有关院校计算机应用、工业过程控制专业的师生参考。

本书共分六章。第一章绪论,介绍了计算机在现代火电厂生产过程自动化中的应用,火电厂生产过程自动化中的计算机系统特点和系统类型及火电厂计算机应用的发展趋势。第二章火电厂计算机监控系统的硬件体系结构和软件系统结构,主要介绍了总线结构的监控计算机系统的硬件体系结构、监控计算机系统的软件系统结构、多种 PID 及其变型算法和相关的数据结构设计以及火电厂计算机监督控制系统应用实例。第三章火电厂生产过程中的集散控制系统,重点地介绍了 DDC 直接数字控制系统、集散控制系统的特点与构成、集散控制系统的软件系统与组态功能、集散控制系统的工程设计与实现、集散控制系统应用实例。第四章分布式计算机控制系统及其在电厂中的应用,较系统地介绍了分布式计算机控制系统中的分布式操作系统、分布式实时数据库系统、适合于分布式控制系统的递阶控制结构与分解—协调控制方法以及分布式计算机控制系统中的高可靠性技术。第五章火电厂计算机控制系统的通信网络,比较详细地介绍了计算机控制系统的通信网络体系结构、工业控制网络通信协议及标准、工业控制网络实例。第六章火电厂计算机仿真培训系统,介绍了国内外火力发电机组仿真培训系统的发展状况、火电厂仿真机基本概念、类型、功能、计算机监控系统与集散控制系统的仿真构成多媒体技术在特殊功能设备仿真中的应用和计算机仿真技术的发展态势。本书各章后面附有部分练习与思考题。

本书的第一章、第二章的第一节至第三节、第六章的第一节、第二节和第四节由华北电力大学陈骏林编写,第二章的第四节由陈骏林和电子部六所梁金华合写,第六章第三节由华北电力大学仿真控制研究所林永君编写,第三章至第五章由武汉水利电力大学俞宁编写。全书由东北电力学院权刚教授主审,陈骏林主编。

在第二章的第二节之一、二和第三章部分内容的编写中,得到了电子部六所王常力博士、高工的大力支持,在此表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请读者指正。

编 者

1995 年 5 月

EA005/05

目 录

前言

第一章 绪论	1
第一节 计算机在火电厂生产过程自动化中的应用	1
第二节 火电厂生产过程自动化中的计算机系统特点和系统类型	9
第三节 火电厂计算机应用的发展趋势	15
练习与思考题	18
第二章 火电厂计算机监控系统的硬件体系结构和软件系统结构	19
第一节 总线结构的监控机系统的硬件体系结构	19
第二节 实时监控计算机系统的软件系统结构	24
第三节 多种PID及其变形算法和相关的数据库结构设计	55
第四节 火电厂计算机监督控制系统应用实例	65
练习与思考题	97
第三章 火电厂生产过程中的集散控制系统	99
第一节 DDC直接数字控制系统	99
第二节 集散控制系统的特点与构成	107
第三节 集散控制系统的软件系统与组态功能	119
第四节 集散控制系统的工程设计与实现	133
第五节 集散控制系统应用实例	142
练习与思考题	146
第四章 分布式计算机控制系统及其在火电厂中的应用	147
第一节 分布式计算机控制系统中的分布式操作系统	148
第二节 分布式计算机控制系统中的分布式实时数据库系统	158
第三节 分布式控制系统中的递阶控制结构与分解——协调控制方法	165
第四节 分布式计算机控制系统中的高可靠性技术	184
练习与思考题	196
第五章 火电厂计算机控制系统的通信网络	199
第一节 火电厂计算机控制系统的通信网络体系结构	200
第二节 工业控制网络通信协议及标准	208
第三节 工业控制网络实例	228
练习与思考题	233
第六章 火电厂计算机仿真培训系统	235
第一节 国内外火力发电机组仿真培训系统的发展状况	235
第二节 火电厂仿真机基本概念、类型、功能	237
第三节 多媒体技术在特殊功能设备仿真中的应用	246

第四节 计算机仿真技术的发展态势	248
练习与思考题	250
参考文献	251

第一章 绪 论

第一节 计算机在火电厂生产过程自动化中的应用

众所周知,现代科学技术作为推动经济社会发展的巨大力量,几乎所有的国家都在努力抓住世纪转换的关键时刻,大力推进高技术的研究及其商品化和产业化。20世纪90年代,国际上出现了六大技术领域(信息、生物、新材料、新能源、空间和海洋)、九大技术产业(软件、生物工程、生物医药、光电子信息、智能机械、超导、太阳能、空间和海洋),这就是所谓的高技术。在六大技术领域中,信息技术是至关重要的,它对社会经济的繁荣起到了关键作用。而信息技术中的超大规模集成VLSI(电路)创造出了奇迹般的惊人的贡献;超大规模集成芯片,其性能越来越高,而其价格却越来越低廉。据资料介绍,奔腾(Pentium)586微机处理器是Intel公司于1993年3月22日正式推出的,将先进的RISC技术引入该芯片的86系列产品。芯片面积为2.16平方英寸(13.9cm²)、芯片上集成310万支晶体管,字长为64位,其集成度为80486DX的三倍。66MHz的Pentium微机处理器运算速度达到112 MIPS(即每秒钟可执行1.12亿条指令)。今年,Intel公司又宣布性能强大的P₆(686)问世。P₆比Pentium微机处理器的性能高2倍,其主频为133MHz,可支持影象编辑、语音辨识、电视会议、多媒体编辑及交易和数据处理等应用。这样飞速发展的信息技术及其应用势必影响到作为国民经济基础的、衡量国力和现代水平重要标志的、技术密集型的电力工业的方方面面,特别影响到随着大机组、大电网、高电压的到来和自动化水平飞速提高的主力电厂生产过程自动化方面。

计算机在电力工业中的应用和它在所有传统产业中的应用一样,是由于电力工业本身的进一步发展在技术手段上的需要。发电设备由低参数到高参数,由小容量到大容量;输电由近到远,由低电压到高电压;电网由小到大……过程越来越复杂,变化速度越来越快,对过程自动化在准确、速度和有效等方面提出了越来越高的要求,满足这一要求的唯一途径就是应用计算机。在火电厂生产过程自动化中用计算机检测和控制,这对大型火电机组来说,具有重要作用。

火电厂生产过程自动化的目的是为了安全、稳发、满发、经济运行,以至减轻运行人员的操作强度。没有安全,机组事故就会迫使停机、停炉,损坏设备,严重的要造成人身伤亡。曾发生过的尾部烟道爆炸、降氧器爆炸、汽轮机超速、断轴以及屡有发生的炉膛爆炸等恶性事故、给电力生产造成了严重后果,其直接和间接的经济损失都是非常巨大的。提高大机组的经济运行水平,对节约煤、油等一次能源消耗亦是有重要意义。据有关资料,电力工业到2000年要翻两番,而做为火力发电用的主要一次能源——煤的生产只能翻一番,因此,要求火电厂一定要节约用煤,提高经济运行水平,否则国家是难以承受的。这自然

涉及到,除降低厂用电率外,还要改进燃烧状况,提高锅炉的热效率。为减轻运行人员的劳动强度,势必缩小运行人员的监视面,简化操作,使运行人员集中精力监盘,则必须提高自动化水平,有效地发挥自动检测、程序控制(包括联动操作和成组控制)、报警和运行参数的自动调节的作用,这是确保机组,特别是大型火电机组安全、经济运行的主要手段。

在计算机安全监视系统方面,先进的工业化国家的火电机组均已实现了用计算机作为机组安全、可靠经济运行的主要监视手段。它们实现的主要功能包括:数据采集、巡回检测、数据处理、CRT显示(数据、数组、曲线、模拟图、报警)、越限报警、事故追忆、性能计算、打印制表、事件顺序记录等。有些系统还可以实现机组运行指导,利用偏差分析提示运行人员调整运行参数以保证运行的经济性,有些系统还可以对机组启停过程的有关参数进行计算,如计算汽机转子的热应力并折算成寿命损耗值,还利用允许的寿命损耗值给出允许的汽机的升速率、保温时间、升负荷率等数值,以确保运行安全并延长设备的使用寿命。

在计算机闭环直接数字控制方面,工业发达国家中自70年代以来也是陆续地采用了计算机进行火电机组的控制。例如,1977年12月日本九州电力公司由计算机控制的全自动化的丰前发电厂1号机(发电机组容量为506MW,超临界压力直流锅炉)投入了运行。投入后运行情况一直很好。该发电机的计算机控制系统是在过去的模拟PID型控制器的基础上增加了计算机控制,组成所谓模拟数字协调控制系统(ADC)。用在线辨识法取得表示电厂动态特性的状态方程式,按用动态规划化求出的放大系数矩阵进行状态量反馈型的最佳控制。该系统保证了火电机组在调峰时对大幅度负荷变化的适应性以及显著地改善了锅炉汽温控制的特性。这样的自动控制系统标志着火电厂计算机控制系统跨入世界先进水平。70年代中期,美国霍尼维尔公司首先推出世界上第一台微机分散控制系统,其后贝利公司、利兹公司、福克斯波罗公司、日本日立公司以及西欧的西门子、BBC等公司生产的微机分散控制装置相继应用到各个工业部门,这样,作为有极高可靠性的火电厂,在应用微机分散控制系统上也迈出了较大的步伐,近几年来,国际上新建的电厂基本上均采用分散控制系统,并且老机组的自动化系统的改造也以该系统装置去替代原有控制装置,可以说在发达工业化国家这一技术已经成熟,并进入普遍推广应用阶段。

现代化大型发电机组均有以下特点:

- 1) 热力系数复杂。
- 2) 由于单机容量大,它的辅机和辅助设备数量多,容量大,结构亦复杂。
- 3) 生产工况变化多,操作频繁和复杂。

大机组需要监视的检测点数量相当多,特别是在机组的启停和事故处理过程中,机组处于不稳定的状态下运行,各种参数不断迅速变化,在同一瞬间需要同时进行几个参数的监视和操作,甚至有时要求运行人员在几分钟内完成几十个操作动作,稍有贻误就容易造成重大事故。随着机组容量的增加,需要监视与操作项目更多,如200MW机组I/O量为1500点左右,300MW机组I/O量为2000点~2500点,600MW机组I/O量达5000多

点。

4) 大型机组的控制对象和参数多, 控制机构多, 各种干扰也多。一些参数之间是相互关联的, 一个控制机构动作, 会影响很多受控参数的变化。

综上所述, 随着发电系统日趋复杂, 监视与控制项目数量增大, 如仍沿用过去的控制方式, 设计与运行上都有一定困难。这将使控制盘上安装常规仪表和操作开关的数量大增, 使操作监视困难, 劳动强度大, 且易造成误操作, 威胁机组安全。

针对这一状况, 在国内大型火力发电机组上广泛采用了计算机来提高热力控制水平和自动化程度, 以保证发电机组在整个生产过程中维持最佳运行状态并获得最好的经济指标。采用计算机控制发电机组, 具有以下优点:

- 1) 可减少和避免大事故, 延长设备寿命。
- 2) 可提高火电机组或全厂的运行效率, 达到稳发、满发、经济运行。
- 3) 节省运行人员, 减轻劳动强度。
- 4) 节约煤、油等一次能源消耗, 并保证供电质量。

当今的计算机性能好、功能强, 便于实现较完善的调节规律, 比如运用现代控制理论和新型的控制算法及先进的数学模型进行火电机组的最佳控制和火电厂中各机组间的最佳负荷分配, 从而达到节约大量的发电用燃料的目的。与此同时, 调节质量的改善使得机组和全厂的供电质量得到提高。

由于超大规模集成电路的飞速发展, 微机处理器性能价格比的提高, 火电厂控制中采用计算机的技术经济效益和社会效益愈来愈明显。有关资料分析表明, 因配置计算机控制系统而增加的火电建设投资, 其投资回收率少则 2~3 年, 多则 3~4 年内, 即可因经济运行后节约煤和油等一次能源消耗及降低成本费用而得到抵偿。不论国内还是国外, 对于新建的大型火电机组来说, 配置计算机控制系统的技术经济效益已不容置疑, 这正是今后的一个重要的技术发展趋势。

微型计算机在我国火电厂生产过程自动化中的应用也有了长足地发展。据 1991 年的有关资料表明, 电力工业的计算机应用, 比“六五”期间(见表 1-1、表 1-2)大大前进了一步, “七·五”期间建成的单机容量为 200MW 及以上的火电机组有 109 台, 全部应用了计算机监控系统, 这些装备的硬件和软件基本上都是我国自行装配开发的。此外, 有 23 台成套进口机组, 全部采用了分布式计算机控制系统。这些系统运行后, 效果非常显著。据陡河发电厂对 10 套计算机监控系统的统计, 1977~1990 年 13 年间, 平均年效益达 367.3 万元, 投资回收期为 2.74 年。望亭电厂用计算机对一台 300MW 的发电机组的热效率进行在线监测效益分析, 运行 6 年, 每年节煤可达 $2.5 \times 10^6 \text{kg}$ 。“八·五”期间对新、老 200MW 及以上的火电机组要实现计算机监测及不同程度的计算机监控, 并完成火电厂分布式控制系统的选型和扩大工程试点, 促进国产化率的提高。据有关资料说明, 电力工业计算机应用的奋斗目标: 到 2000 年计算机应用水平要达到发达国家 80 年代初期的水平。这一目标符合我国电力工业的具体情况, 符合电力工业发展和技术水平提高的要求。从实施情况看, 在总体水平达到发达国家 80 年代初期水平的同时, 在部分领域的水平可能达到 80 年代末期或者近期的水平。

表 1-1

“六五”期间我国大型火电站应用计算机情况汇总表

序号	电站名称	主机组数量 及 容 量	计算机型号	厂 家	主要功能	备 注
1	元宝山 2 号 机 组	1×600MW	Solar16/65	法国 SEMS	开环监视	1985 年投运
2	平圩电厂	2×600MW	Fox1/APLus	美国 Foxboro		1987 年投运
3	宝钢自备 电 站	2×350MW	MELCOM 350/50	日本三菱	开环监视 局部闭环	1983 年投运
4	沙角 B 厂	2×350MW	T-7/40E	日本东芝		1987 年投运
5	姚孟电厂	2×300MW	W-2500	美国西屋	开环监视	1985 年投运
6	石横电厂	2×300MW	Fox1/A	美 Foxboro		1987 年投运
7	望亭 12 号机	1×300MW	DJS-131	上海		1984 年投运
8	石洞口电厂	2×300MW	PDP-11/44	日本三菱		1987 年投运
9	古杜电厂	2×220MW	Fox-300	新加坡 Foxboro		1985 年投运 *
10	陡电三期	2×200MW	MLM-DAPS	电子部六所		1985 年投运 * *
11	陡电四期	2×200MW	Solar16/65	华南计算机 公 司		1986 年 9 月
12	石景山电厂	3×200MW	Micro-VAX - I	美 SCI		1987 年
13	邹县二期	2×300MW	PDP11/84	美 DEC		1988 年
14	神头电站	2×500MW	未 定	捷 克	未 定	正在谈判中
15	黄台电站	1×300MW	PDP11/44	DEC	开环监视	
16	太原一厂	2×300MW	未 定	波 兰		
17	蓟县电厂	2×500MW	未 定	原苏联		
18	沙岭子电站	2×300MW	TDC-2000	美 Honey well	分布式控制	正在谈判中
19	望亭 14 号机	1×300MW	WDPF	美 西 屋		
20	黄浦电厂	2×300MW	未 定	未 定	未 定	

* 机组已经投产，但计算机尚未投入。

** MLM-DAPS 为三台 ISBC-80 单板机（8 位）组成，5 号机组投产后一年，才发挥作用。

表 1-2

12 个电站应用计算机的情况一览表

序 号	火 电 厂 名 称		元宝山电厂 (2号机组)	平 圩 电 厂	宝 钢 电 厂
1	电厂序号		1	2	3
2	主机组容量及厂家		1×600MW (法国 阿尔斯通公司)	2×600MW (引进 美国生产技术)	2×350MW (日本 三菱)。
3	计算机型号及厂家		Solar-16/65 法国 SEMS 公司	FOX1/APLUS 美国 FOXBORO 公司	MELCOM350/50 日本三菱电机制造
4	人 机 联 系 设 备	CRT (台)	彩色 2	彩色 7, 其中程序 员用 1	2
		打印机 (台)	3	5	4
		硬拷贝 (台)		1	1
5	计 算 机 系 统 主 要 参 数	字长 (位)	16	24	16
		平均运算速度	$>5.0 \times 10^5 \text{s}^{-1}$	—	$1.0 \times 10^5 \text{s}^{-1}$
		内存容量	128kW	512kW	128/96kW
		外存容量	磁盘 512kW+512kW	1024kW+75MW	1024kW
		M T B F (h)	>5000	—	2160
		可用性		99.5%	99.5%
		扫描速度 (点/s)	—	全部测点	—
6	输 入 输 出 点 数	模入 AI (点)	600	1330	602
		开入 DI (点)	1100	1147	490
		脉冲输入 PI (点)	—	16	14
		模出 AO (点)	—	18	12
		开出 DO (点)	200	32	74
		脉冲输出 PO (点)	—	—	12
7	主要功能		巡回检测 数据处理 性能计算	巡回检测, 数据处理 性能计算, 各种报表 CRT 显示, 数字显示, 事故追忆, 报警诊断, 操作指导, 趋势记录	巡回检测, 数据处理 性能计算, 越限报警 制表打印, 趋势记录 CRT 显示, 事故追忆, 机组启停
8	投产时间		1985 年 12 月	1987 年	1983 年

续表 1-2

序 号	火 电 厂 名 称		姚孟电厂二期	石 横 电 厂	沙角电厂 (B)
1	电厂序号		4	5	6
2	主机组容量及厂家		2×300MW (比利时)	2×300MW (引进美国生产技术)	2×350MW, 日本石川、东芝
3	计算机型号及厂家		W-2500 2台分别完成各自的任务 (美国西屋公司)	FOX1/A 美国 FOXBORO 公司	T-7/40E, 两台主机其中1台备用 (日本东芝)
4	人机联系设备	CRT (台)	2	彩色 7, 其中程序员用 1	彩色 3
		打印机 (台)	2	5	3
		硬拷贝 (台)	—	1	1
5	计算机系统主要参数	字长 (位)	16	24	16
		平均运算速度	—	—	$4.5 \times 10^5 \text{s}^{-1}$
		内存容量	64kW	256kW	1MB
		外存容量	1MB	2×1024kW +12.8MW	12MB
		M T B F (小时)	—	4368	8760
		可用性	—	99.5%	—
		扫描速度 (点/秒)	—	全部测点	150 (模拟量)
6	输入输出点数	模入 AI (点)	402	1120	500
		开入 DI (点)	474	1080	736
		脉冲输入 PI (点)	34	24	25
		模出 AO (点)	3	16	12
		开出 DO (点)	—	30	300
		脉冲输出 PO (点)	—	—	—
7	主要功能		巡回检测, 数据处理 性能计算, CRT 显示 打印制表, 趋势记录	巡回检测, 数据处理 性能计算, 各种报表 趋势记录, CRT 显示 数字显示, 事故追忆 报警诊断, 操作指导	巡回检测, 数据处理 性能计算, 越限报警 制表打印, 趋势记录 CRT 显示, 机组启停
8	投产时间		1985 年 12 月	1987 年	1987 年 6 月

续表 1-2

序 号	火 电 厂 名 称		石洞口电厂	望亭电厂 12 号机组	石杜电厂 (巴基斯坦)
1	电厂序号		7	8	9
2	主机组容量及厂家		2×300MW 上海机组	1×300MW 上海机组	2×220MW 哈尔滨机组
3	计算机型号及厂家		PDP-11/44 日本三菱	DJS-131	FOX-300 新加坡 FOXBORO 公司
4	人 机 联 系 设 备	CRT (台)	彩色 3	彩色 2	
		打印机 (台)	1	2	
		硬拷贝 (台)	1		
5	计 算 机 系 统 主 要 参 数	字长 (位)	16	16	16
		平均运算速度	$1.0 \times 10^6 \text{s}^{-1}$	$3.0 \times 10^5 \text{s}^{-1}$	$8.0 \times 10^5 \text{s}^{-1}$
		内存容量	1MB	32kW	256kW
		外存容量	121MB	2×10MB	3.2MW
		MTBF (小时)	2880		
		可用性	99.5%	95.28%	99.8%
		扫描速度 (点/秒)	200	100	976
6	输 入 输 出 点 数	模入 AI (点)	540	512 (实接 380)	300
		开入 DI (点)	380	890 (实接 229)	128
		脉冲输入 PI (点)	10	3	
		模出 AO (点)	20	64	
		开出 DO (点)	50	32	
		脉冲输出 PO (点)			
7	主要功能		巡回检测, 数据处理 CRT 显示, 制表打印 趋势记录, 顺序记录 性能计算, 设定值修 正, 操作指导	巡回检测, 数据处 理, 开关量跳变记录, 制表打印、CRT 显示, 事故追忆, 性能计算, 偏差损失计算	巡回检测, 数据处 理, 事故追忆, 性能计 算, CRT 显示, 制表打 印
8	投产时间		1987 年	1984 年	1985 年机组已投 产, 计算机正在调试

续表 1-2

序 号	火 电 厂 名 称		陡河电站三期	陡河电站四期	石景山电厂
1	电厂序号		10	11	12
2	主机组容量及厂家		2×200MW 哈尔滨机组	2×200MW 哈尔滨机组	3×200MW 供热 机组 (哈尔滨)
3	计算机型号及厂家		MLM-DAPS 多 微计算机系统 电子部六所	Solar16/65 华南计算机公司	MICRO-VAX-1 美国 SCI
4	人 机 联 系 设 备	CRT (台)	彩色 2	彩色 2	彩色 2
		打印机 (台)	2	3	3
		硬拷贝 (台)			
5	计 算 机 系 统 主 要 参 数	字长 (位)	8	16	32
		平均运算速度		$7.6 \times 10^5 \text{s}^{-1}$	$2.0 \times 10^6 \text{s}^{-1}$
		内存容量	152kW	256kW	4MB
		外存容量	512kW	2×20MB	73MB
		M T B F (小时)		1037	
		可用性		99.5%	99.5%
		扫描速度 (点/秒)	100	200	500
6	输 入 输 出 点 数	模入 AI (点)	250	384	400
		开入 DI (点)	160	304 (中断型 64 点)	200
		脉冲输入 PI (点)	6	8	2
		模出 AO (点)	8	8	8
		开出 DO (点)	16	32	16
		脉冲输出 PO (点)			
7	主要功能		巡回检测、数据处理 打印制表、追忆打印 CRT 显示, 性能计算 趋势记录、越限报警	巡回检测、数据处理 打印制表、追忆打印 CRT 显示, 性能计算 趋势记录、越限报警	巡回检测、数据处理 趋势记录, 顺序记录 事故追忆, 性能计算 CRT 显示, 制表打印 越限报警
8	投产时间		1985 年	1986 年 9 月	1987 年

第二节 火电厂生产过程自动化中的计算机 系统特点和系统类型

一、火电厂生产过程自动化中的计算机系统特点

计算机是实现过程控制自动化的中枢。计算机控制系统由中央处理机 (CPU)、外围设备和外部设备组成。图 1-1 示出了计算机控制系统在火电厂中与生产过程的联系。为了实现电厂过程控制自动化、对计算机控制系统提出如下要求。

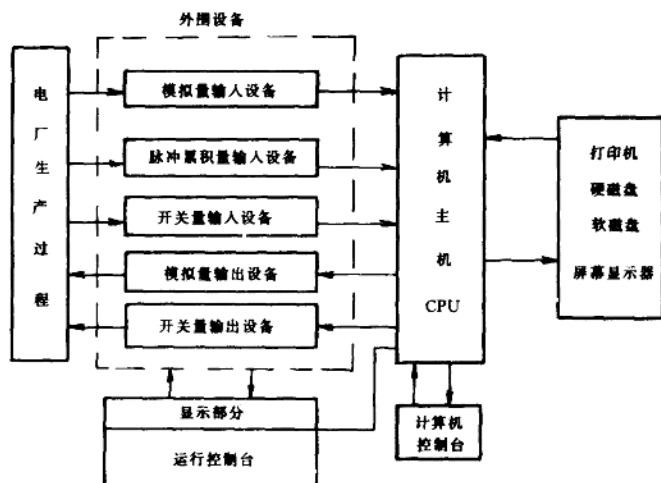


图 1-1 计算机控制系统与电厂生产过程的联系

(一) 中央处理机 (CPU)

为了使生产过程的各种参数按照一定的调节规律或数学模型进行计算和分析，CPU 必须具备运算功能，并包括其主要部件，诸如运算器、控制器、存贮器、外部设备接口等。

(二) 外部设备

包括计算机控制系统正常工作所必需的设备，如打印机、硬磁盘存贮器、软磁盘存贮器、磁带机、光盘机等。此外，还应包括与运行人员进行交互的设备，如键盘、鼠标器、屏幕显示器、触摸屏、制表打印机、数码显示器、液晶显示器、趋势记录仪等。

(三) 外围设备

发电厂生产过程状态的参量，大致可归纳为两类：模拟量和开关量。模拟量是指连续变化的量，如压力、温度、电流、电压等。开关量是指非连续变化而只有两个状态变化的量，如某开关的“合”与“断”，某台水泵的“开”与“停”等。

计算机控制系统要对生产过程进行监视与控制，必须把生产过程的模拟量和开关量输入 CPU 中，根据这些输入量进行计算、分析、判断后，再输出模拟量和开关量，以进行调

节和操作。因此，计算机控制系统必须具备这种模拟量和开关量的输入和输出装置，这些装置统称为外围设备或叫做生产过程通道。外围设备又是 CPU 与生产过程联系的纽带，是过程控制机的主要组成部分。

由于要求的系统类型和控制方式的不同，因而各电厂生产中，过程控制机的功能亦有所不同，但总的来讲，在发电厂生产过程自动化中的计算机系统，应当实现以下一些功能。

(1) 数据处理。能对生产过程中各系统的控制点和监视点的参量进行巡回检测、越限报警、过程画面显示、主要参数轮流显示、选点显示，生产记录报表和定时制表等。

(2) 正常调节。在正常运行时，对锅炉、汽机、发电机等主辅设备进行直接或间接自动控制。

(3) 管理计算。可按数学模型对生产过程进行计算、寻找最优工况、实现最优控制；也可对各运行指标进行计算，改善全厂的运行管理，通过电厂管理信息系统辅助决策，还可实现发电生产主要指标预测、可靠性分析与检修计划决策以及供电煤耗评估、预测，耗差分析与降耗措施等。

(4) 事故处理。可对生产过程进行监视和跟踪线和历史线趋势显示。事故发生时，能对事故进行分析和处理并记录下事故发生时的设备状态和参数以供运行人员事后分析。

(5) 机组启停。由计算机实现发电机组的自动启停。

从实现上述的功能来讲，不仅需要前面介绍的硬件支持，还需要有软件的支持，它包括实时多任务操作系统核心、实时数据库及其管理任务，历史数据库及其管理任务、过程画面显示管理、报警信息的管理、参数列表管理、生产记录报表管理等。

(四) 电厂生产过程自动化中的计算机系统特点

用于火电厂生产过程控制的计算机系统与只承担科学计算或数据处理任务的通用计算机相比有许多不同点，电厂生产过程自动化中的计算机系统特点主要有：

(1) 具有极高的可靠性。发电厂是连续生产的行业，故要求计算机系统能够长期稳定地运行。为了确保发电机组安全运行，通常采用双重化结构（即双机运行），以提高可靠性。

(2) CPU（不管是中、小型或微型计算机还是压板级的总线结构的工控机），其运算速度和精度可比大型通用机低些。

(3) 具有较强的中断系统。众所周知，中断系统是个不大的部件，没有中断系统，操作系统如同一潭死水。较强的中断系统能自动响应生产过程或计算机系统中的各种请求，通过中断系统可暂时停止正在执行的任务，转入处理更为紧迫的任务（如处理生产中的事故，在某预定时间完成某项操作），待处理完成后，根据任务调度返回执行原来被中断的任务。

(4) 可靠的外围设备。为了对生产过程实现定时在线控制，必须配置模拟量的输入输出设备（简称通道）、开关量输入输出设备和脉冲量输入输出设备。发电厂中，这些通道的抗干扰能力必须很强。

(5) 实时钟。生产过程的各种检测、调节和操作，按规定时间进行，根据时钟执行各种定时任务。

二、过程控制方式和类型

(一) 过程控制方式

对火电厂生产过程的控制方式可为两种：开环控制方式和闭环控制方式。

1. 开环控制方式

这是计算机系统通过它的巡检系统将发电机组的运行参数和状态全部采集到计算机中，对所采集的数据进行某些处理后，以一定的方式（显示或打印）报告给运行人员，然后由运行人员直接或间接地进行控制操作。这是一种在电厂生产过程应用计算机的最简单方式。这种开环控制方式也叫做计算机监视，如 DAS 就属于这种控制方式。

2. 闭环控制方式

所谓闭环控制方式，即计算机系统将控制信号直接或间接（通过局部控制设备）地发送给发电设备，而发电设备运行时的参数与状态再反馈给计算机，因此在计算机系统—受控对象—计算机系统间形成了闭合的信号流通环路。闭环控制方式，可分为三种：DDC、SCC、STC。

(1) 直接数字控制方式 (DDC)：其结构示意图如图 1-2 所示。

由图 1-2 可见，计算机本身就是控制装置，计算机由受控的设备上采集信号进行后再直接将控制信号发给受控对象。显然，这是一种较完善的控制方式。

从 60 年代起迄今这种控制方式仍被广泛应用，尤其国内外流行的大型集散控制系统，如 N-90, INFI-90, HIACS-3000 等控制器均用 DDC 方式。这种控制方式适用于线性或非线性以及运算规律较复杂的控制，适用于变化较慢的过程控制和进行前馈控制、最佳控制、自适控制等场合。在火电厂中可用于锅炉的点火灭火、锅炉的升温升压、给水泵的切换、磨煤机的起停、汽机的升速和加载、汽机的阀门切换、油温控制以及正常运行的汽温、汽压、负荷、给水控制等几乎所有的项目均可采用 DDC 方式。

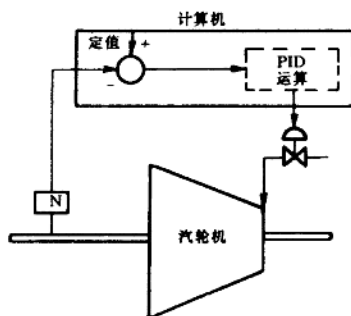


图 1-2 DDC 方式结构示意图

DDC 方式的不足之处，在于计算机控制是一种断续的控制，各种调节轮流进行，若控制的项目多而且调节周期又短时，则计算机的负担太重，势必影响处理的速度。另外，若计算机出故障时则全部控制将无法进行，因此，DDC 方式也要考虑双重化结构问题。

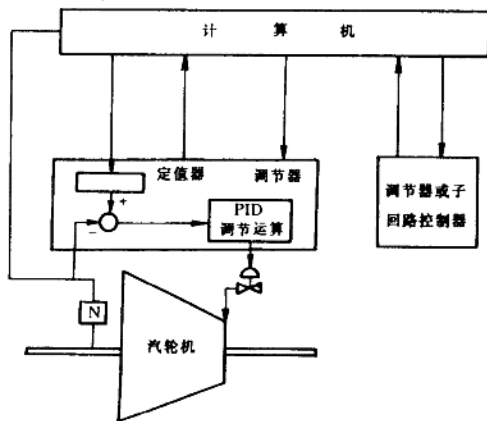


图 1-3 SCC 方式结构示意图

(2) 监视控制 (SCC) 方式：这是指计算机通过常规的调节仪表或回路控制器等去控制发电设备。计算机只给常规的控制装置发出启停或定值等信号，同时包含开环控制方式的功能，即也由现场测量采集受控的参数或状态进行监视。其系统结构如图 1-3 所示。