

电厂新技术岗位培训教材

热控部分

分散控制系统的 原理及运行案例

中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电厂新技术岗位培训教材

热控部分

分散控制系统的

原理及运行案例

中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书从设计原理出发,全面介绍了分散控制系统的体系结构、软件技术、硬件技术、网络技术、抗干扰技术、通用接口技术以及检修维护技术等内容。全书理论联系实际,体系完整,内容丰富,深入浅出,反映了分散控制系统当前的新技术特征,具有很强的可读性和使用价值。

本书可供从事 DCS 设计、安装、调试、检修和维护等有关工作的工程技术人员阅读,或作为培训教材使用,也可供大中专院校自动化、工业仪表及热动力工程专业的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

分散控制系统的原理及运行案例/中国华电集团公司
电气及热控技术研究中心编. —北京:中国水利水电出版社, 2009

电厂新技术岗位培训教材. 热控部分

ISBN 978 - 7 - 5084 - 6321 - 6

I. 分… II. 中… III. 火电厂 - 分散控制 - 控制系统 -
技术培训 - 教材 IV. TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 027160 号

书 名	电厂新技术岗位培训教材
作 者	热控部分 分散控制系统的原理及运行案例
出版发行	中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E - mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 17.75 印张 420 千字
版 次	2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	38.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《电厂新技术岗位培训教材》编委会成员

主 任：邓建玲

副 主 任：张 涛 胡日查 姜家仁 张东晓 刘传柱
徐 刚 白绍桐

委 员：张国新 江炳思 黄 湘 杨铁军 严新荣
许全坤 毕诗方 刘志明 彭刚平 郭效军

丛书主编：彭刚平 郭效军

执行主编：陈云仑 乔旭梅

本书主要编写人员

主要编著者：周黎辉 孙海蓉 王 峰

参编人员：奚科伟 胡 昀 李 伟

技术顾问：许立昌 章素华

序

在电力工业的发展进程中，特别是厂网分开以来，发电装机容量的高速增长是前所未有的，单机容量已突破百万千瓦，发电技术已实现超超临界发电和空冷发电等。发电规模成倍增加及预期经济和社会效益充分发挥的关键是确保发电机组安全、稳定、高效运行，同时满足国家节能环保要求，这也是广大发电企业一个永恒的主题。

在电厂安全稳定运行中，电气控制技术（含继电保护、励磁、变频节能、除尘节能控制等）和热工控制技术（含分散控制系统、计算机网络技术、单元机组自动控制、PLC 可编程控制等）所起的作用是不言而喻的，而熟练掌握相应专业技术人才的不足已成为企业科学发展的瓶颈。因此，不断提高发电厂电气和热控专业技术人员的素质及运行管理水平，是电力企业的一项重要工作。为了充分体现发电技术的发展现状，给电气及热控专业人员培训提供系统、实用、可操作、案例丰富的教材，造就一支能力强、业务精、能打硬战的专业人才队伍，中国华电集团公司电气及热控技术研究中心组织编写了“电厂新技术岗位培训教材”。

本套教材是总结多年电厂岗位培训实践的结果，汇集了多位专家、教授和现场技术人员的集体智慧，反映了最新技术应用成果，具有一定的超前性和很高的实用性。以能力培养为主，全面提升继电保护、热工自动化、运行管理检修等专业人员的技术、技能水平；突出实用性、完整性和先进性，适合集中培训和自主学习。本套教材的出版必将有助于电气专业和热控专业及相关人员的学习和培训，有助于提高电厂运行、检修、管理人员应用继电保护（电气控制）及热工自动化基础理论解决生产运行中实际问题的能力，有助于发电企业运行、管理人员以及有关设计、研制人员提高业务素质，从而提高设备的运行管理水平。

本套教材的正式出版，是电力体制改革后，中国华电集团在缺少原有电力技术体系支撑的情况下，根据自身的发展需要，从实际需求出发，结合多年的技术进步，完全依靠自己的专家和技术优势编写而成。它区别于一般专业技术学历教育用教材，也不同于一般的技术交流和经验总结性丛书。它立足于发电企业，充分运用案例的示范效果，强化实用和解决实际问题，填补了该领域应用型技术在岗学习教材的空白，完全适用于国内其他发电集团的相关技术人员学习。特别是本套教材在出版之前已进行了一年多的培训试用，获得了受训学员的一致好评和电力系统同行的广泛认可，是近年来难得的专业培训用教材。

希望通过本套教材的出版，能促进发电企业运行、检修岗位涌现出更多专家；更希望通过不断总结经验，不断提高运行、检修水平，为发电系统安全稳定、经济、节能环保运行作出贡献。

中国华电集团公司



2009年4月

前 言

分散控制系统 (Distributed Control System, 简称 DCS) 是一种重要的分布式计算机控制系统, 广泛应用于电力、化工、石油等生产过程中, 并且已经成为这些生产过程不可或缺的核心系统。当前, DCS 技术已日益成熟, 并被不断引入到控制策略、计算机软件技术、硬件技术、通信技术、数据库技术等领域, 这些新技术促使 DCS 不断推陈出新, 性能日益提高。

编者 10 年来一直从事有关 DCS 的科研和教学工作, 为电力行业的相关企业先后开发过多套 DCS, 同时在大学里主讲过 DCS 课程, 也为电力、化工、石油企业培训过众多检修、维护和运行人员。在这些工作中, 积累了较为丰富的实践和培训经验。本书就是在上述科研和教学工作的基础上整理编写的。

本书第 1 章介绍了工业自动化技术和 DCS 技术的发展过程, 同时对 DCS 与可编程控制器 (PLC)、现场总线控制系统 (FCS) 之间的关系作了分析; 第 2 章介绍了 DCS 的体系结构; 第 3 章介绍了 DCS 的各种硬件设备; 第 4 章介绍了 DCS 的网络与通信技术, 重点介绍现场总线技术和工业以太网技术; 第 5 章介绍了 DCS 的控制软件技术, 包括 DCS 控制软件的功能、构成、操作系统的原理、数据结构等方面的内容; 第 6 章介绍了 DCS 的监控级的软件, 包括监控级的软件的功能、构成, 还有监控级站点的功能分布方式; 第 7 章介绍了 DCS 相关的可靠性和抗干扰技术; 第 8 章介绍了 DCS 相关的数据管理技术; 第 9 章介绍了 DCS 相关的部分通用接口技术; 第 10 章介绍了 DCS 检修和维护技术; 第 11 章介绍了 DCS 组态示例。最后, 附录了近年来编者关于数字化电厂方面的一篇介绍。

本书可供从事 DCS 设计、安装、调试、检修和维护等有关工作的工程技术人员阅读, 或作为培训教材使用, 也可供大专院校自动化、工业仪表及热能动力工程专业的师生参考。

本书是在中国华电集团公司电气及热控技术研究中心的主持下编写的，由周黎辉担任主编，参加编写的有孙海蓉、王锋、闫立春、奚科伟、胡昀等，顾晓敏等也参与了部分资料的收集和文字整理工作。

本书由西门子电站自动化有限公司许立昌主审，参加评审的还有中国大唐集团公司江苏分公司高明，望亭发电厂藏旭东，国电南京自动化股份有限公司章素华等。

本书在收集资料和编写过程中，参阅了大量正式出版的参考文献，还有有关单位编制的技术资料、说明书等。在此一并表示衷心感谢。

由于本书涉及多交叉学科，加之作者学识有限，编写时间仓促，本书难免存在不足之处，诚望广大同行、读者批评指正。

编 者

2009年4月

目 录

序 前言

第 1 章 概述	1
1.1 工业控制技术的基本发展过程	1
1.2 DCS 的发展过程	5
1.3 DCS、PLC、FCS 的关系	10
第 2 章 DCS 的体系结构	16
2.1 DCS 的基本结构	16
2.2 DCS 的软件	19
2.3 DCS 的网络结构	23
第 3 章 DCS 硬件	28
3.1 机柜	28
3.2 电源转换设备	29
3.3 控制计算机	35
3.4 输入输出通道	41
3.5 监控级的硬件	60
3.6 典型 DCS 的硬件系统结构	61
第 4 章 DCS 的网络与通信	65
4.1 现场总线技术概述	66
4.2 常用现场总线技术介绍	72
4.3 现场总线的比较	77
4.4 工业以太网	84
第 5 章 DCS 控制软件	98
5.1 控制级软件的功能	98
5.2 控制器的操作系统	102
5.3 现场控制站的数据结构	113
5.4 站间实时数据的传递	116

5.5	SAMA 图	117
5.6	现场控制站的控制软件	122
第 6 章	监控级的软件	134
6.1	监控级站点的数据结构	134
6.2	功能软件	134
6.3	监控级站点的功能分布	142
第 7 章	可靠性和抗干扰技术	144
7.1	工业现场的干扰及对系统的影响	144
7.2	硬件抗干扰技术	147
7.3	软件抗干扰技术	152
7.4	接地技术	156
7.5	电源系统的抗干扰技术	163
7.6	提高可靠性的技术措施	167
第 8 章	DCS 数据管理技术	169
8.1	概述	169
8.2	数据模型	169
8.3	通用数据库系统的体系结构	170
8.4	实时/历史数据库	174
8.5	内存数据管理	183
第 9 章	DCS 的通用接口技术	189
9.1	概述	189
9.2	基于 Modbus 协议实现与 DCS 通信	190
9.3	基于 DDE 协议实现与 DCS 通信	199
9.4	基于 OPC 协议实现与 DCS 通信	205
第 10 章	DCS 的检修和维护	216
10.1	概述	216
10.2	分散控制系统的出厂验收试验	217
10.3	分散控制系统的现场调试	230
10.4	分散控制系统的检修试验	242
10.5	分散控制系统的故障分析与处理	244
第 11 章	DCS 组态示例	248
11.1	DCS 系统配置	248
11.2	开发环境和应用步骤	253

11.3	用户登录和退出	253
11.4	数据点定义	255
11.5	控制策略管理	257
11.6	图形界面组态	258
11.7	实例	259
附录 数字化电厂的建设目标与关键技术		262
参考文献		272

第 1 章 概 述

1.1 工业控制技术的基本发展过程

分散控制系统 (Distributed Control System, 简称 DCS) 是过程控制技术发展历史上的一个重要里程碑, 是计算机控制技术应用工业生产中的一种较高的表现形式, 是控制技术、计算机技术和网络通信技术共同发展的产物。目前, 分散控制系统技术已经比较成熟, 并且广泛地应用于各种生产过程中, 同时还不断推陈出新, 发展迅速。各种新的设备、新的设计技术以及新的通信方式被不断引入分散控制系统。通用的操作系统, 能够与办公网络和广域网络方便连接的通信协议, 以及开放的数据库互连 (ODBC) 方式逐渐被广泛采用; 开发技术方面开始越来越多地采用面向对象的分析和设计方法, 以及可视化技术, 这使得分散控制系统的经济性、可靠性、实时性、开放性等方面都得以大大提高。

现场总线用于过程控制已经成为一种趋势, 但是目前国内的中小型火力发电厂的变送器等现场设备还大量使用着传统设备, 如果采用基于现场总线控制系统进行系统改造, 势必增加很高的成本来更换这些设备, 因此基于现场总线控制系统在中小型火力发电厂的推广受到了一定的制约。

本章将介绍工业控制系统的发展过程, 以及各阶段的技术特点, 从而了解 DCS 技术的发展过程及需要解决的问题。

1.1.1 工业控制领域的不同形式

从控制的角度看, 工业生产的方式分为两大类: 一类是流程工业; 另一类是制造业。

流程工业, 其被控对象是物质的物理化学性质的变化, 在这些变化的过程中, 往往伴随着能量的释放和转换。电力、化工、石油、造纸等都属于流程工业。比如, 传统火力发电厂, 其主要控制对象是燃料、氧气、水 (“风、煤、水”)。燃料在氧气作用下燃烧, 这是化学变化过程, 也是能量释放过程; 释放的热能使水 (工质) 从冷态逐步变成高温高压的蒸汽, 这是物理变化的过程; 蒸汽再推动汽轮机旋转做功, 这是从热能到机械能的能量转换过程; 汽轮机旋转带动发电机做功, 产生电能, 这是从机械能到电能的能量转换过程。

可以看出, 流程工业的控制过程主要是连续的过程, 由于物质的物理化学变化过程具有储能性和储时性, 因此如果用数学描述的话, 总是被描述成微积分的形式, 其对应的控制策略也是主要基于微积分的形式, 其中最经典的控制策略就是大家熟悉的 PID (比例-积分-微分) 控制。

制造业,其主要控制对象是时间顺序(时序)和条件。在时间顺序的变化中,需要对计件数量和加工条件的变化进行控制。汽车、飞机、电器、机床、电子设备等都属于制造业。比如,传统加工业,生产一个金属器皿,需要经过板材裁剪、冲压、打磨、喷漆、烘烤、上螺丝等工序,这些工序表现为时间上的先后顺序以及相互制约的条件。

可以看出,制造业的控制过程主要是离散的过程,时序和条件用数学描述,可以描述成与、或、非、定时、延时等逻辑形式,其对应的控制策略也是主要基于逻辑和程序控制的形式。

流程工业的大规模自动化,最终形成了以分散控制系统(DCS)为代表的控制方式,而制造业的大规模自动化,最终形成了以可编程控制器(PLC)为代表的控制方式。由此可以看到,DCS和PLC的“出身”不同,关于DCS与PLC的关系,将在后面章节详述。

一个完整的生产过程,一般都是连续过程和离散过程的混合体。比如在火力发电厂的生产过程中,除了上面描述过的连续生产过程,实际上还有许多逻辑和程序控制任务,如化学水处理、点火、吹灰、炉膛保护、电气保护等。在制造业也有同样的情况。只是由于在流程工业和制造业中,自动化技术发展的阶段不同,技术侧重点也不同,因此发展的技术手段也就出现了差异。比如火力发电厂中,早期的逻辑和程序控制任务主要是人工操作或者通过以继电器为主的控制系统实现的,因此自动控制方式主要发展了连续控制系统。制造业也是类似的情况。开始阶段,自动化主要解决类似生产流水线的问题,在流水线的每个环节(工序)内,主要是人工操作的。但是现在随着自动化程度的提高,在生产的每个环节,都要求实现自动化,因此控制系统也出现了技术融合的趋势。

1.1.2 过程控制设备的发展

过程控制的基本结构如图1-1所示。

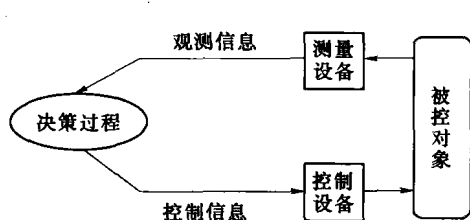


图 1-1 过程控制的基本结构

过程控制的基本结构包括两个关键过程：

- ①决策过程,由一系列控制策略和算法组成;
- ②信息的传递过程,由一系列测量仪表、执行机构和传输介质构成。

实际上,控制技术几十年的发展,一直是围绕着这两个方面的问题进行的,但是在不同时期的侧重点是不同的。

在过去近60年的发展过程中,随着过程工业操作方法的改变、工艺的复杂化和生产过程的强化,控制设备起了突飞猛进的变化。从它的发展过程来看,人类经历了四个时代:

(1) 机械化时代。1940~1950年,工业生产过程的操作管理,还没有单元操作控制室,所有测量仪表都分散在生产单元各个部分,操作员围绕着生产过程现场查看生产设备和仪表,过程物流直接用管子与仪表相连接,因此,不用复杂的变送器,压力、温度、流量和液面的控制都是单回路控制系统,工业生产过程也比较简单,操作员最多只能照看10~20个信号和回路。工业生产过程变得越来越复杂,需要众多的控制回路和单元生产控制过程集中化。相应的过程变量变送器的开发显得十分必要,许多生产工艺管路不可

能绕着弯汇总到控制室，既不经济也不安全。因此，原来的控制阀就变成用气动来驱动。控制系统的信号也用气动信号。这个时期的控制方式主要是就地、人工的方式，可以称为“目力所及，臂力所及”。

(2) 电气化时代。大量的气动管路结构复杂、成本高，也不利于远距离传输。因此人们开始寻找用电的办法来解决这一难题，即开发电动类型的测量仪器和控制设备，用电动仪表取代气动仪表。1960~1970年，电子技术有了迅速的发展，半导体产品取代了电子真空管，进而又用集成电路逐步取代分立元件，使得电子仪表可靠性大大提高。此时以4~20mA电流信号为代表的信号传递方式开始大规模普及，以信号变送器为代表的二次仪表得到了大规模使用。此类信号可以传递到较远的距离，并集中到集中控制室里，操作员可以在远离现场的地方同时监控大量的回路和数据。所以这个时期重点解决了信号远距离传递的问题。

(3) 自动化时代。1980~1990年，由于计算机技术，特别是微型计算机技术的迅速发展，以微处理器为基础的分散型控制开始形成。控制室越来越小，一个工厂用一个中央控制室的情况，在工程实践中已很普遍。数字计算机开始在工业生产中进行在线控制。在这个阶段，计算机的自动控制策略开始大规模取代人工控制，形成自动决策过程。这些决策过程是由一系列的算法组成的，因此，这个时期基础控制理论得到了较大的完善。可以看出，这个时期主要解决了自动决策问题。

(4) 信息化时代。1990年至今，随着网络技术的迅速发展，如何实现大规模数据远距离迅速可靠的传输，成为控制界面临的突出问题之一。同时，控制的规模和复杂程度大大增加，对复杂决策技术的需求日益强烈，“自动化孤岛”问题、大规模预测控制问题等都迫切地需要解决。当前这些问题还没有完全得到解决。

当前，生产过程的规模日益庞大，被控系统日益复杂。以火力发电机组为例，在过去的20多年中，单机容量已经从125MW、200MW发展到了300MW、600MW，甚至1000MW；用于监控的现场测点数则从2000点左右增加到了8000点左右，甚至10000点左右；控制系统的结构普遍采用了分散控制系统（DCS）结构，而且对DCS的实时性、开放性要求日益提高。这使得DCS中通信流量、控制设备的负荷都大大增加。为了降低成本，当前许多DCS在应用时都充分发挥硬件能力，甚至逼近硬件能力的极限。

1.1.3 控制理论的发展

控制技术的发展有两条相辅相成的主线：一条是上述控制设备的发展；另一条是控制理论的发展。控制理论的发展经历了三个时期：

(1) 经典控制理论时期（1930~1950年）。经典控制理论主要解决单入单出（SISO）线性定常系统的分析与控制问题。它以拉氏变换为数学工具，采用以传递函数、频率特性、根轨迹等为基础的经典频域方法研究系统。对于非线性系统，除了线性化及渐近展开计算以外，主要采用相平面分析和谐波平衡法（即描述函数法）研究。波特于1945年提出了频率响应分析方法，即简便而实用的波特图法。埃文斯于1948年提出了直观而简便的图解分析法，即根轨迹法，在控制工程上得到了广泛应用。

经典控制理论能够较好地解决SISO反馈控制系统的问题，但它具有明显的局限性，

突出的是难以有效地应用于时变系统和多变量系统,也难以揭示系统更为深刻的特性。同时,当时主要依靠手工的计算和作图方式进行分析与设计,因此很难处理高阶系统问题。

(2) 现代控制理论时期(1960~1980年)。这个时期由于计算机技术、航空航天技术的迅速发展,控制理论有了重大的突破和创新。现代控制理论主要解决多人多出(MIMO)线性定常系统的分析与控制问题。现代控制理论以状态空间法为基础,以线性代数和微分方程为主要数学工具,分析和设计控制系统。所谓状态空间法,本质上是一种时域分析方法,它不仅描述了系统的外部特性,而且揭示了系统的内部状态和性能。现代控制理论分析和综合系统的目标是在揭示其内在规律的基础上,实现系统在某种意义上的最优化,同时使控制系统的结构不再限于单纯的闭环形式。

美国的贝尔曼于1956年提出了寻求最优控制的动态规划法。美国的卡尔曼于1958年提出递推估计的自动优化控制原理,奠定了自校正控制器的基础,并于1960年引入状态空间法分析系统,提出能控性、能观性、最优调节器和卡尔曼滤波等概念。1961年,苏联的庞特里亚金证明了极大值原理,使得最优控制理论得到极大发展。瑞典学者阿斯特勒姆1967年提出最小二乘辨识,解决了线性定常系统的参数估计问题和定阶方法。1970年,英国学者罗森布罗克等人提出多变量频域控制理论,丰富了现代控制理论领域。

(3) 智能控制理论时期(1990年至今)。智能控制的发展始于20世纪60年代,它是一种能更好地模仿人类智能的、非传统的控制方法。它突破了传统的控制中对象有明确的数学描述和控制目标是可以数量化的限制,主要解决复杂系统和非线性系统的控制问题。它所采用的理论方法主要来自于人工智能理论、神经网络、模糊推理和专家系统等。

当前智能控制理论还存在许多问题有待解决,所以在大多数工业场合还难以推广应用。

1.1.4 从模拟技术到数字技术

在过去20多年里,各种工业控制系统都不可逆转地从模拟技术向数字技术过渡。但是,必须认识到数字技术不是万能的,也不是在各个方面都优于模拟技术的。模拟技术和数字技术各自的特点有以下方面:

(1) 数字信号最重要的优势是便于采用计算机进行处理。采用计算机处理可以在很小的体积内实现非常复杂的和大规模的算法,而采用模拟信号的传统控制仪表则完全做不到这点。

(2) 计算机的人机交互手段也比模拟仪表有了革命性的改变。基于计算机的交互界面可以为单一用户提供大规模的信息交互,而且不断发展出许多新的先进交互方式。在替代大规模仪表盘的同时,还可以提供分级的安全管理手段。

(3) 采用数字技术可以提供灵活而低成本的数据格式,便于统一信号格式(协议),从而可以实现网络化处理,同时可以在一条线路上连接大量节点,节约电缆。而在模拟技术条件下很难做到这点。

(4) 采用数字技术可以轻松实现大规模历史数据的保存,而且以数字方式保存的数据可以通过计算机来进行复杂的数据分析,从而实现控制系统的智能分析与优化,这是在模拟技术条件下完全做不到的。

(5) 采用数字技术, 分辨率受到表达字节数(位数)的限制, 而采用模拟技术没有这个问题, 所以理论上数字信号没有模拟信号分辨率高。但是由于测量仪表的精度有限而且模拟信号的读取困难, 所以实际上模拟信号的高分辨率往往失去实际意义。

(6) 模拟信号基本上都是基于能量消耗的表达方式, 因此信号获取和传递的鲁棒性较强, 而数字信号一旦被干扰, 则完全错误, 所以表现为容错性差。但是数字信号可以通过复杂校验编码和各种应答措施来避免被干扰, 在一定条件下, 可以保证信息完全正确地传递。可以说数字技术是一种“更娇贵但更准确”的技术。

(7) 当前数字技术条件下, 信号传递方式主要是串行方式, 因此必须仔细考虑通信速率问题, 也就是数字信号的传递是有延迟的。而模拟信号基本上可以认为是以光速传递的, 是没有任何延迟的。即使在经过多级设备转发的情况下, 模拟信号的延迟基本可以忽略, 而采用数字技术的设备由于当前计算机是串行化的结构, 信号每级都存在延迟, 多级转发后必将造成较大延迟。

通过上述分析, 可以看到, 采用数字技术是大势所趋, 但是在采用数字技术时, 一定要特别注意可靠性和抗干扰技术的保障, 同时要仔细地进行实时性设计。

1.2 DCS 的发展过程

1.2.1 引言

20 世纪 70 年代以来, 计算机控制系统逐渐向管理的集中化和控制的分散化方向发展, 到了 20 世纪 70 年代中期, 微处理器高速发展, 微机性能价格比不断提高, 结合网络通信技术, 出现了若干微型计算机通过网络连接而构成的大型计算机系统, 整个系统的任务可以分散进行, 实现了计算机系统的功能分散化, 从而大大降低了系统出现故障的风险。分散化思想的日益成熟、计算机网络技术的发展, 推动了分散处理系统的发展。分散处理系统成功应用于工业控制领域, 从而更进一步促进了分散控制系统的发展。分散控制系统发展至今大致可以分为下述三个阶段, 并向新一代产品发展。

1.2.2 第一代分散控制系统

1975 年美国最大的仪表公司 Honeywell 率先推出综合分散控制系统 TDC-2000, 从而开创了分散控制系统的新时代。这以后美国、西欧、日本的一些著名公司开发了自己第一代分散控制系统, 如美国贝利公司的 NETWORK-90、日本横河公司的 CENTUM、德国西门子公司的 TELEPERM-M、美国西屋公司的 WDPF、美国 Foxboro 公司的 SPECTRUM、英国肯特公司的 P4000 等。第一代分散控制系统的基本结构如图 1-2 所示, 它主要

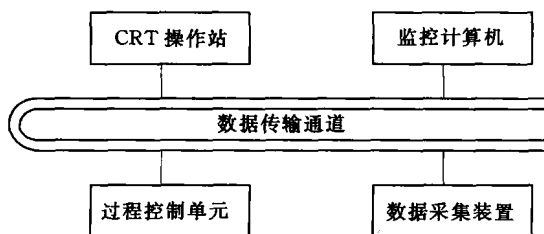


图 1-2 第一代分散控制系统基本结构图

由以下五部分组成。

(1) 过程控制单元 PCU (Process Control Unit)。PCU 由 CPU、I/O 板、A/D 和 D/A 板、多路转换器、内总线、电源、通信接口和软件等组成,有较强的运算能力,具有反馈控制功能,可自主完成一路或多路连续控制任务,达到分散控制的目的。

(2) 数据采集装置或过程接口单元 PIU (Process Interface Unit)。它是微计算机结构,用来采集过程变量、开关量,进行数据处理和信息传递,一般无控制功能。

(3) CRT 操作站。它是由微处理器、高分辨率 CRT、键盘、外存、打印机等组成的人机系统,实现对过程控制单元进行组态和操作,对全系统进行集中显示和管理,包括制表、打印、拷贝等功能。

(4) 监控计算机(上位机)。它是分散控制系统的主计算机,大多采用小型计算机或高性能的微机,具有大规模的复杂运算能力及多输入、输出控制功能,它综合监视全系统的各工作站或单元,管理全系统所有信息,通过它可以实现全系统的最优控制和全厂的优化管理。

(5) 数据传输通道(数据公路)。它由通信电缆、数据传输管理指挥装置以及通信软件等组成。它是联系 CRT、PCU、PIU 及监控计算机的桥梁,是实现分散控制和集中管理的关键,由它实现上通下达的纽带功能。

第一代分散控制系统的诞生,是控制技术、计算机技术、通信技术和 CRT 技术互相渗透的结果。一方面,它具有集中型计算机控制系统的优点;另一方面,采用分散控制,使危险分散,克服了集中型计算机控制系统的致命弱点。CRT 操作站具有丰富的画面,覆盖全系统的报警、诊断功能,以及先进的管理功能。然而,第一代分散控制系统还处于分散控制系统发展的初级阶段,在技术上尚有明显的局限性。

1.2.3 第二代分散控制系统

自 20 世纪 70 年代末以来,产品生产和销售的竞争日趋激烈,批量生产的控制需求剧增,厂家对信息管理要求也不断提高。另外,局部网络的成熟和对工业控制领域的渗透,导致了第二代分散控制系统的产生。其代表产品有贝利公司的第二代 NETWORK-90、L&N 公司的 MAX-1000、Honeywell 公司的 TDC-3000、西屋公司的 WDPF-II、西门

子公司的 TELEPERM-ME、ABB 公司的 PROCONTROL-P 等。

第二代分散控制系统的基本结构如图 1-3 所示,它主要由以下六部分组成:

(1) 节点工作站(过程控制单元 PCU 或分散处理单元 DPU)。它的中央处理器 CPU 发展到 16~32 位,具有更大存储量的 ROM、RAM、EPROM。它是在第一代过程控制单元基础上发展而来的,不仅具有完善的连续控制功能,还具有顺序控制、批量控制功能,兼有数据采集、事件

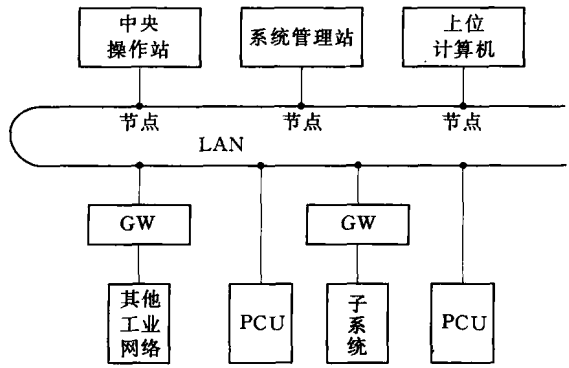


图 1-3 第二代分散控制系统基本结构图