

石油化工中等专业学校统编教材

集散控制系统

张德泉 主编



中国石化出版社

TP273
298

石油化工中等专业学校统编教材

集 散 控 制 系 统

张德泉 主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书主要讲述集散控制系统的基础知识、系统构成原理、功能特性、简单操作方法、系统生成与维护的方法,并结合实例,介绍了集散控制系统的应用技术。最后还简要介绍了较先进的CENTUM—XL、 μ XL、TDC—3000和I/A S等系统,力求使内容具有先进性、实用性和普遍性。

本书作为普通中等专业学校工业仪表及自动化专业的教材,也可供从事自动化仪表及过程控制专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

集散控制系统/张德泉主编. —北京:中国石化出版社,1997
石油化工中等专业学校统编教材 ISBN 7-80043-636-5

I. 集… II. 张… III. 综合分散型控制系统-专业学校-教材
IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 12540 号

x

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271859

<http://press.sinopec.com.cn>

金剑排版

海丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 11 印张 281 千字 印 2001—4000

1997 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 版第 2 次印刷

定价:11.00 元

前 言

本书是根据 1994 年中国石油化工总公司人教部颁发的普通中等专业学校教学计划编写的,作为工业仪表及自动化专业“生产过程计算机控制”课程的教材,也可供炼油、化工、石油化工、电力、冶金和轻工等行业从事工业自动化仪表及过程控制专业的工程技术人员参考。

自本世纪 70 年代中期第一套集散控制系统问世以来,全世界已发表的集散系统已不下百种,我国已引进及自行研制的也有几十种,要在一本书中较详细地介绍各种集散控制系统是很困难的。本书在讲述了集散控制系统的基础知识之后,主要以我国应用较为广泛的 CENTUM 系统为基本机型,较详细地剖析了这种系统软、硬件的构成、基本功能、简单操作方法、系统生成和维护方法,并结合实例,分析了该系统在生产实际中的应用。本书还对较先进的 CENTUM-XL、 μ XL、TDC-3000、I/A S 等系统进行了简要介绍。本书重点放在基本概念和基本原理的阐述,并注重理论联系实际,使之具有先进性和实用性。

本书由兰州化工学校张德泉(绪论、第一、二、三、五、六章)和兰州化学工业公司石油化工厂沈建明(第四章)编写。兰化公司石油化工厂王林(主审)详细审阅了全部书稿,并提出了宝贵的修改意见。兰州石油学校刘琨、邹益民,兰州化工学校张德森、李克勤、叶昭驹、杜效荣等老师参加了审稿会,对书稿进行了认真审议,提出了许多宝贵意见。在本书编写过程中,得到了许多单位的支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

绪 论

集散控制系统是70年代中期发展起来的以微处理机为基础的计算机综合控制系统。“集”和“散”两个字是集中监视、操作、管理和分散控制的简称。集散控制系统在其发展初期以分散控制为主，因此又称之为分散型控制系统，即DCS(Distributed Control System)。本书简称为集散控制系统。

一、集散控制系统的产生

自动控制装置是随着生产需求的变化和科学技术的发展而不断发展的。30年代到40年代，采用基地式仪表就地实现单回路控制。这种系统按地理位置分散于现场，自成体系，是原始的分散型控制系统。40年代到50年代，采用气动、电动模拟仪表组成过程控制系统，实现了集中监视、操作和控制，较好地适应了工艺设备大型化和生产过程连续化发展的需要。现在，我国大多数过程控制系统就是这种模拟仪表控制系统。

多年来，尽管模拟仪表采用了集成电路和数字显示等新技术，对仪表结构和性能作了不同程度的改进，使其更具有可靠性高、价格低、易于操作维护等优点，但是，随着生产规模和复杂程度的不断增加，生产过程各部分之间的相互作用和相互影响愈加强烈。常规模拟仪表的局限性越来越明显。首先，一台仪表只有一种控制规律，功能单一。要实现对某些工艺过程的前馈、非线性、大纯滞后补偿、多变量解耦等复杂控制就比较困难。其次，监视和操作费时费力。现代化大型工厂控制系统越来越多，控制仪表数量越来越多，控制室中模拟仪表盘越来越长，不便于进行集中监视和操作。第三，各分系统之间不便于实现通信联系，从而难以组成工厂、车间、装置的分级控制和综合管理系统。第四，对系统组成的变更比较麻烦，只有通过调换仪表以及更换仪表连线才能实现。

60年代初，人们开始将电子计算机用于过程控制，试图利用计算机所具有的能执行复杂运算、处理速度快、集中显示操作、易于通信、易于实现多种控制算法、易于改变控制方案、控制精度高等特点，克服常规模拟仪表的局限性。一台计算机控制着几十甚至几百个回路，整个生产过程的监视、操作、报警、控制和管理等功能都集中在这台计算机上。一旦计算机发生故障，将影响整个系统的工作，甚至造成全局性生产事故，这就是所谓“危险集中”。而采用一台计算机工作、另一台计算机备用的双机双工系统，或采用常规仪表备用方式，虽可提高控制系统的可靠性，但成本太高，经济性较差，用户难以接受。因此，有必要吸收常规模拟仪表和计算机控制系统的优点，并且克服它们的弱点，利用各种新技术和新理论，研制出新型的控制系统。

70年代初，大规模集成电路的问世及微处理机的诞生，为新型控制系统的研制创造了物质基础。同时，CRT图形显示技术和数字通信技术的发展，为新型控制系统的研制提供了条件，现代控制理论的发展为新型控制系统的研制和开发提供了理论依据和技术指导。根据“危险分散”的设计思想，过去一台大型计算机完成的功能，可以由几十台甚至几百台微处理机来完成。各微处理机之间可以用通信网络连接起来，从而构成一个完整的系统。系统中的一台微处理机只需控制几个至几十个回路，即使某一微处理机发生故障，只影响它所控制的少数回路，而不会对整个系统造成严重影响，从而使危险大大分散。这种把控制技术、计算

机技术、通信技术和 CRT 显示技术融合在一起研制出来的新型控制系统,就叫做集散控制系统。

二、集散控制系统发展概况

集散系统的发展,大致经历了 3 个时期。

(一) 1975 年至 1980 年为初创期

这个时期的集散系统基本上由 5 部分组成,即过程控制装置、数据采集装置、人一机接口装置、监控计算机和数据传输通道等。这个时期集散系统的技术重点是实现了分散控制,从而使危险分散;引入了网络通信技术,加强了可靠性设计。其技术特征表现为三个方面,一是用以微处理机为基础的过程控制装置实现了分散控制。在硬件制造、软件设计上应用了冗余技术;在信号处理时也采取了抗干扰措施,因而可靠性极高。二是人一机接口装置与过程控制装置相分离,使集中显示、操作、远程组态、全系统信息的综合管理与现场控制相分离。三是采用电缆和双绞线等作为传输介质的通信系统,将现场信息送至人一机接口装置和监控计算机,实现了集中管理和分散控制,大幅度减少了连线费用。

初创期集散系统的典型代表有:美国霍尼威尔(Honeywell)公司的 TDC-2000,福克斯波罗(Foxboro)公司的 SPECTRUM,日本横河(YOKOGAWA)电机公司的 CENTUM 及德国西门子(Siemens)公司的 TELEPERM M 等。

(二) 1980 年至 1985 年为成熟期

80 年代初,世界市场需求发生了很大变化。产品变换周期的缩短,要求集散系统强化批量控制功能,从而促使过程控制装置发展为多功能控制装置或在原系统中增加新的批量控制单元。为了增强产品在市场上的竞争力,生产厂家必须不断提高产品质量,降低生产成本。由此要求集散系统引入优化管理、质量管理等方法,实现全系统信息的综合管理。旧系统改造和扩建项目的增多,要求用同样的设备,通过软件来更新和扩展原系统,从而促使集散系统采用更先进的软件技术。大规模集成电路技术的迅速发展,16 位、32 位微处理机技术的应用,局部网络技术、高分辨率 CRT 显示技术的采用,使集散系统进入成熟期。

成熟期的集散系统由 6 部分组成,即局部网络、多功能过程控制站、增强型操作站、主计算机、系统管理站和网间连接器等。代表产品有: Honeywell 的 TDC-3000, YOKOGAWA 的 CENTUM A, B, C, Taylor 的 MOD-300 等。这个时期集散系统的技术重点是实现全系统信息的综合管理,为此,必然要引入先进的局部网络技术,以加强通信系统。局部网络是一种分布在有限地理范围内的计算机网络。局部网络可以使多个计算机互连,便于多机信息资源共享、分散控制和信道复用,实现全系统的管理。

(三) 1985 年以后为扩展期

尽管成熟期集散系统的性能已十分优良,技术水平也很高,但大多数系统网络通信体系是封闭式的。每个公司为了保护自身的利益,采用的都是专利网络。这些专利网络之间互不兼容,互不相通。对于使用集散系统的企业来说,有时根据生产的需要,会采用数个厂家的多种专利系统。这些专利系统对用户来说,就变成了一座座“自动化孤岛”,给用户使用、系统改造和扩展、全厂的综合管理带来许多问题。解决这些问题最好办法是采用标准化开放型通信系统,关键又是建立一个标准化的通信协议。1980 年,国际标准化组织(ISO)提出了开放系统互连参考模型(OSI)的 7 层模式,美国通用汽车公司等大企业制定出了以开放系统互连参考模型为基础的制造自动化协议(MAP),目的是使工业环境中多厂家的智能设备实现高性能价格比的公共通信,从而为各个“自动化孤岛”架起四通八达的“桥梁”。80 年代末,许多

公司推出的新型集散系统的特征是局部网络采用 MAP 协议，或与 MAP 兼容的协议。

扩展期集散系统的另一种特点是系统的智能向现场延伸，系统中引入了智能变送器 (Smart Transmitters) 和现场总线 (Field Bus) 技术。智能变送器是在传统的变送器中引入微处理器，使其变为以微处理器为基础的数字设备。现场总线是连接现场智能传感器、智能变送器及智能执行器等现场数字仪表的通信网络。智能变送器具有数字通信能力，通过现场总线与过程控制站或与局部网络节点相连接。在控制室或本节点工作站里便可对现场的智能变送器进行调零、调量程、组态、自动标定、自动诊断及自动排除故障等操作。

扩展期集散系统结构的主要变化是局部网络采用 MAP 协议，或与 MAP 兼容，或其本身就是实时 MAP 局部网络。其它单元无论是硬件还是软件都有较大改进，但系统的基本组成变化不大。

扩展期集散系统的代表产品有：Honeywell 的 TDC-3000/PM，YOKOGAWA 的 CENTUM-XL，Foxboro 的 I/A S，Bailey Control 的 INFI-90 等。

90 年代以来，集散系统又有了新的发展。

(1) 集散系统向计算机集成制造系统发展。计算机集成制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System) 是将企业的生产制造、开发设计、生产管理、经营销售、过程控制、制造业控制等生产活动的全过程组合在一起的计算机一体化生产系统。CIMS 将改变集散系统的组建观念，影响集散系统的结构和形态，促使其单元结构向标准化发展，加强全系统信息的综合管理，甚至一些集散系统直接被开发为 CIMS。

(2) 中小规模集散系统迅速发展。面对激烈的市场竞争和工厂整体自动化的挑战，许多企业需要价格低廉、功能完善、可靠性高的中小规模集散系统，分期分批地进行装置改造，逐步实现全厂生产过程的自动化。许多集散系统制造厂家顺应市场需求，相继开发了多种中小型集散系统，如 Honeywell 的 Micro TDC-3000，YOKOGAWA 的 μ XL，Foxboro 的 PC-Based 等。

(3) 信息综合管理功能进一步强化。操作站采用了高分辨率的彩色显示器，运用窗口技术和智能显示技术，画面内容十分丰富。除了设有操作键盘外，还采用了触摸式屏幕、球标和鼠标器等设备，方便了操作。有些系统增加了工程技术站、人工智能站、计算机站等，以加强全系统信息的综合管理能力。

(4) 广泛采用人工智能技术。新型集散系统广泛应用自整定和自适应控制器、实时数据采集、故障诊断、生产计划和调度、过程优化、控制系统的计算机辅助设计、仿真培训和在线维修等知识库系统以及专家系统，使人工智能在集散系统的各级实现。

我国使用集散系统是在 70 年代末、80 年代初。国家为了满足国内新建项目和老厂技术改造的需要，从国外引进了几百套集散系统，用于化工、石化、炼油、冶金、电力、轻工等工业生产的過程控制，取得了良好的技术经济效益。同时，坚持自力更生、自主开发与引进技术相结合的方针，把引进国外先进技术与对其及时消化、吸收与创新，作为发展我国科学技术的重要途径。一方面，工业自动化仪表部门与外商合资合作，引进技术，组装国外集散系统，并逐步国产化。例如，西安仪表厂与日本横河公司合资生产 YEWPACK、CENTUM、CENTUM-XL、 μ XL 等系统。四川仪表总厂引进 TDC-3000 系统技术，产品已投放市场。上海福克斯波罗公司合资生产 I/A S 系统，北京贝利控制有限公司合资生产 N-90、INFI-90 系统，上海调节器厂引进技术，生产 MAX1、MAX100 等系统。另一方面，国家组织了精悍的队伍，联合攻关，研制适合中国国情的集散系统。例如，由中国石化总公司和航空航天部联

合研制的装置型国产化集散系统友力—2000，采用国际工业标准的开放式和模块化设计。该系统由工程师站、操作站、控制站、监测站、双重化总线型通信网络以及系统软件和应用软件组成，已成功地应用在沧州炼油厂的催化裂化装置上。重庆工业自动化仪表研究所等单位联合研制的 DJK—7500 型中、小规模集散系统，由过程级、监控级和管理级组成。从工程应用的角度出发，该系统可以为用户提供 5 种不同规模的系统配置模式：小型系统、中型系统、大型系统、综合型系统和单机应用系统。

一些科研机构、高等院校和公司也开发了体系结构灵活实用、全汉字化操作系统、图形化人机界面、适合中国国情的集散系统，这将促使我国集散系统的研制和应用的大发展。

三、集散控制系统的特点

集散系统与常规模拟仪表及集中型计算机控制系统相比，具有十分显著的特点。

(一) 采用了分布式计算机系统结构

分布式计算机系统是一个由多个子系统组成的、通过局部网络互连起来的系统，每个子系统都由各自的计算机来控制和管理。从总体结构上看，集散系统可以分解为通信网络和工作站两大部分，每个工作站相当于分布式计算机系统中的一个子系统。各工作站按各自的目标相对独立地运行，而整个集散系统的目标和任务按操作、显示、管理集中化，控制、监测、负荷、通信分散化的方式事先安排给各工作站。工作站采用标准化和系列化设计，结构较为简单，与其它工作站的联系中断时其功能基本不受影响，而本工作站的故障影响尽量限制在本单元范围内，对整个系统的安全不构成威胁，从而使危险分散，可靠性提高，从根本上增强了系统长期连续运行的能力和抗故障影响的能力。

(二) 采用局部网络通信技术

集散系统采用局部网络 LAN(Local Area Network)把各工作站连接起来，实现数据、指令及其它信息的传输。局部网络实行无主站的 $n:n$ 平等通信，信息传输速率高，误码率低，实时性好，安全可靠，分布式数据库资源共享，便于信息的综合管理、集中显示和操作，便于控制功能的分散。采用局部网络和标准化通信协议，可以将多厂家设备引入系统，有利于全企业整体自动化的实现。

(三) 完善的控制功能和窗口功能

集散系统可以进行连续的反馈控制、间断的批量控制和顺序逻辑控制；可以执行 PID 运算和 Smith 预估补偿等控制运算；不但可以完成简单的单回路控制，而且还可以完成复杂的多变量多回路模型优化控制；利用专家系统，可以实现自适应等控制。

窗口功能是指集散系统的人—机接口功能。操作站采用高分辨率彩色显示器和复合窗口技术，画面非常丰富，各种数据、信息及时恰当地呈现在操作人员面前。平面密封式操作键盘、各种软键、触摸式屏幕、鼠标器、跟踪球标操作器等，使操作更为灵活、可靠、方便。操作站所配备的拷贝机和打印机，适应了现代化生产管理对画面和报表的要求。

(四) 安全可靠性强

集散系统在设计、制造时，采用了多种可靠性技术。系统结构采用容错技术，任一单元失效时，不会影响其它单元的工作。即使在全局性通信或管理站失效的情况下，局部站仍能维持工作。系统硬件采用冗余技术，操作站、控制站和通信线路采用双重化等配置方式。软件采用程序分段、模块化设计和容错技术。元器件严格挑选，降额使用，线路板采用表面安装技术制造，组件密封在坚固的塑料外壳结构中，可抵御各种恶劣环境的侵蚀。系统各单元具有强有力的自诊断、自检查、故障报警和隔离等功能。系统具有抗干扰能力，对测量信号

和控制信号要经过隔离处理，信号电缆进行良好的接地和屏蔽。采用不间断供电设备，用带屏蔽的专用电缆供电。考虑到交流电源停电事故，采取镍镉电池、铅钙电池及干电池的掉电保护措施。采用危险分散、连续监视、故障报警、横向联锁、分级操作、手动操作等措施，保证全系统安全可靠地运行。

（五）系统构成灵活，扩展方便，适应性强

集散系统采用标准化、模块化、积木式结构，可以灵活组建系统。采用局部网络，使系统扩展十分方便。系统用组态方法构成各种控制回路，无需增添设备或更换接线就能修改控制方案，对生产工艺及流程的改变具有较强的适应性。

四、学习集散控制系统的目的、要求和方法

集散系统已广泛应用于现代工业的各个生产领域，正成为工业控制的主流系统。从事工业自动化仪表及过程控制专业的人员，应该懂得一些集散控制系统的知识。通过本课程的学习，掌握集散系统的基本构成、功能原理和实际应用知识，了解系统的设计思想、技术特点和发展趋势，培养学习新知识、掌握新技术、解决工程实际问题的能力，扩大知识面，提高专业技术水平。

在学习本课程时，应当首先掌握必要的集散系统基础知识，然后从一种较典型的系统入手，了解其特点，掌握其构成原理、功能特性、基本操作方法及系统生成、组态和维护方法、实际应用技术等知识。在此基础上，了解并初步掌握其它类型的集散系统。通过对几种集散系统的分析和比较，逐步加深印象，充分理解，更全面地掌握它的技术内涵。

目 录

前言	
绪论	I
一、集散控制系统的产生	I
二、集散控制系统发展概况	II
三、集散控制系统的特点	IV
四、学习集散控制系统的目的、要求和方法	V
第一章 集散控制系统基础知识	1
第一节 集散控制系统的组成	1
一、过程控制装置	1
二、数据采集装置	2
三、人一机接口装置	2
四、监控计算机	2
五、通信系统	3
第二节 集散控制系统的基本功能	3
一、过程控制装置的基本功能	3
二、人一机接口装置的基本功能	5
三、通信系统的基本功能	6
第三节 信号采样和数字滤波	7
一、信号采样	7
二、数字滤波	8
第四节 基本控制算法	10
一、理想PID算式	10
二、实际PID算式	12
三、PID算式的改进	14
第五节 数据通信的概念	16
一、数据通信原理	16
二、局部网络技术	18
第二章 CENTUM 系统现场控制站	23
第一节 CENTUM 系统概述	23
第二节 CENTUM 系统现场控制站的构成	23
一、现场控制站的基本类型	23
二、现场控制站的硬件配置	24
三、现场控制站的主要单元	24
四、现场控制站的功能	29
第三节 几种常用的内部仪表	31
一、内部仪表的概念	31
二、内部仪表模块构成原理	34
三、几种常用的内部仪表	35
第四节 内部仪表的基本功能	43
一、输入处理功能	43
二、补偿运算、积算功能	45
三、输入输出补偿控制功能	46
四、输出处理功能	47
五、回路连接功能	48
第五节 顺序控制功能概述	55
一、顺控表	55
二、顺控元件	59
第六节 现场监视站概述	61
一、现场监视站的构成	62
二、现场监视站的功能	64
第三章 CENTUM 系统的操作站和通信系统	66
第一节 操作站的基本构成	66
一、功能概述	66
二、基本构成	66
三、COPSV 操作站的硬件结构	67
第二节 虚拟控制盘	68
一、画面显示部	68
二、键盘操作部	70
三、功能画面体系	73
第三节 基本操作	75
一、系统监视操作	75
二、操作员应用操作	88
三、画面展开	90
第四节 通信系统	91
一、HF 总线	91
二、HDLC 帧格式	91
三、HF 总线通信的令牌传送	92

四、HF 总线通信种类	94	第二节 CENTUM 系统在石化工业中的应用	130
五、光通信系统简介	94	一、CENTUM 系统在石油裂解装置上的应用	130
第四章 CENTUM 系统生成与维护 ...	96	二、CENTUM 系统在苯乙烯装置上的应用	134
第一节 系统生成	96	第六章 几种集散控制系统简介	142
一、系统生成菜单	96	第一节 CENTUM-XL 集散控制系统	142
二、系统生成一般过程	97	一、CENTUM-XL 系统构成	142
三、系统生成方法	99	二、人一机接口	143
四、操作站功能生成	100	三、控制站	146
五、现场控制站生成	104	四、工程技术站	149
六、系统生成小结	115	五、计算机站	149
第二节 系统测试	116	六、通信系统	149
一、反馈控制功能测试	116	第二节 μ XL 集散控制系统	150
二、顺序控制功能测试	116	一、操作站	151
第三节 系统维护	118	二、控制单元	151
一、站状态显示	118	第三节 TDC-3000 集散控制系统	152
二、控制站内容的装载/保存	121	一、TDC-3000 系统的构成和特点 ...	152
三、操作站内容的装载/保存	121	二、局部控制网络及其模件	154
四、变更打印机的运行状态	122	三、数据高速通道及其装置	156
五、数据库均衡	122	四、万能控制网络及其装置	159
六、硬件维护	123	第四节 I/A S 集散控制系统	160
第五章 CENTUM 系统的应用	125	一、系统构成	160
第一节 CENTUM 系统在复杂控制中的应用	125	二、I/A S 节点	161
一、串级控制系统	125	三、I/A S 软件	165
二、比值控制系统	126	参考文献	166
三、前馈-反馈控制系统	126		
四、选择性控制系统	128		
五、具有温度压力补偿的流量检测系统 ...	129		
.....	129		

第一章 集散控制系统基础知识

第一节 集散控制系统的组成

集散系统继承了模拟控制仪表和集中型计算机控制系统的优点，克服了它们多方面的缺陷，采用网络通信技术，实现了显示、操作、信息管理的集中和控制功能、控制负荷的分散，从而使危险分散，提高了整个系统的可靠性和管理能力。综观各种集散系统，尽管其品种规格繁多，设计风格各异，但大多数都包含有过程控制装置、数据采集装置、人一机接口装置、监控计算机和通信系统等 5 个基本组成部分。系统的组成如图 1-1 所示。

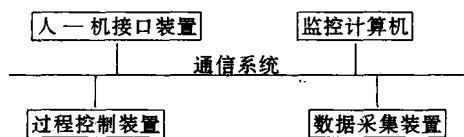


图 1-1 集散控制系统的组成

一、过程控制装置

过程控制装置(PCD; Process Control Device)又称作过程控制单元(PCU; Process Control Unit)，在有些集散系统中称作现场控制站或基本控制器等。它可以控制一个或多个回路，具有较强的运算能力和多种控制功能，是集散系统中实现分散控制的最关键部分。

过程控制装置一般由微处理器、内部总线、接口和过程通道等几部分组成，如图 1-2 所示。

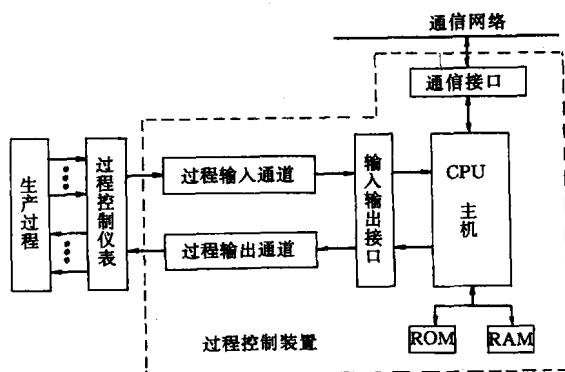


图 1-2 过程控制装置结构框图

微处理器是过程控制装置的核心，它主

要由微处理器(CPU)、只读存储器(ROM)、读写存储器(RAM)和输入/输出(I/O)接口等组成。它存储各种程序和数据，根据过程通道输入的过程信息进行相应的处理、分析、运算和判断，产生所需的控制信息，并通过过程通道和现场控制仪表作用于被控对象。

过程通道又分为过程输入通道和过程输出通道，是过程控制装置与生产过程之间信息传递和变换的桥梁。过程输入通道把传感器或变送器输出的信息变换成微处理机所能接受和识别的代码，而输出通道则把微处理输出的控制命令和数据变换成执行器所能接受的控制信号，以实现生产过程的控制。

过程输入通道包括模拟量输入通道、开关量输入通道及脉冲量输入通道等；过程输出通道包括模拟量输出通道、开关量输出通道及脉冲量输出通道等。

内部总线连接了微处理器、存储器、过程通道接口和通信接口等部分，是微处理机与外界交换信息的通路。

接口是过程通道、外部设备与微处理器总线的信息交换部件。其作用是扩展系统的输入输出能力，进行数据格式或电平转换，传递控制信息，或者作为缓冲器。

过程控制装置的工作过程如下：来自现场传感器、变送器的模拟信号送入模拟量输入通道，首先变换成统一规格的直流1~5V电压信号，然后送入预处理电路进行放大、滤波、补偿、隔离等处理，再对处理后的信号进行模/数(A/D)转换，并送入输入缓冲器。微处理器则根据预先固化在ROM中的测量补偿、控制算法对输入数据进行运算、比较、判断，并将运算结果存储在RAM中。通过接口，一方面由输出缓冲器送至显示器或打印机输出；另一方面由过程输出通道进行数/模(D/A)转换，变换后的模拟信号送至执行器，控制生产过程。

二、数据采集装置

数据采集装置(DAD;Data Acquisition Device)亦称为过程接口单元(PIU;Process Interface Unit)。其主要作用是采集非控制变量信息，进行数据处理，经通信系统送给人—机接口装置或监控计算机，实行全系统信息的统一综合管理。同时又可以将会—机接口装置或监控计算机的信息输出给过程。

数据采集装置与过程控制装置相比，除不具有控制功能外，对信息处理的其它功能是类似的，它们的硬件结构基本相同。

三、人—机接口装置

人—机接口装置又称作操作站，是人和机器联系的通道及系统与外界联系的窗口。它一般由微处理器、CRT显示器、键盘、大容量外部存储器、打印机和硬拷贝机等组成。它可以显示各类过程信息，反映系统运行状况，改变回路操作状态，调整回路参数，进行系统生成、组态和维护，存储过程数据，打印各种报表。其构成如图1-3所示。

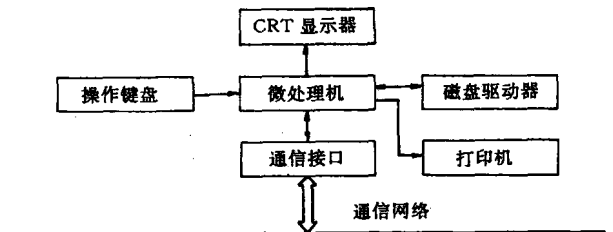


图 1-3 人—机接口装置结构框图

微处理器是人—机接口装置的核心部分。集散系统的人—机接口装置一般采用16位或32位微处理器，有的还采用了多微处理器结构。

CRT显示器和微处理器构成智能显示装置，它以分级显示的方式，反映生产过程的运行状态。分级显示的画面通常为总貌显示、分组显示、单回路细目显示、流程图显示、历史趋势显示和报警概貌显示等。集散系统的显示器具有多功能和高分辨率的特点。

键盘是发出指令的专用设备。按操作性质不同分为调节键盘和操作键盘。调节键盘与画面上的虚拟仪表相对应，用来进行操作方式切换和回路参数调整。操作键盘用来进行画面选择、功能请求、数据输入和报警确认等。按操作者的职责和权限，又分为操作员键盘和工程师键盘。操作员键盘主要用于工艺生产的日常操作和管理，工程师键盘主要用来完成系统组态、生成和维护等任务。

打印机以时、班、日等报表的形式，用字母和数字记录各种过程操作数据。硬拷贝机用来拷贝各种实时显示画面。

软磁盘驱动器，是将存储在软磁盘上的程序加载到人—机接口装置数据库的专用设备。通常，制造厂配给的磁盘上存有组态程序、操作程序及故障诊断程序。在系统正常运行时，还可自备软磁盘，用于存储操作站数据和通信网络上的数据。

四、监控计算机

监控计算机又称为上位机，是集散系统的主计算机，多采用小型计算机，配以相应的软盘驱动器、打印机、管理站等即可构成一个工厂级管理系统，通过通信接口，综合监视全系

统的各工作站,管理全系统的所有信息。监控计算机一般都具有进行大型复杂运算的能力,具有多输入多输出控制功能。通过它可以实现全系统的最优控制和全工厂的优化管理。

五、通信系统

通信系统将集散系统的各工作站连接起来。过程控制装置、数据采集装置的现场信息经由通信系统传递至人一机接口装置和监控计算机进行集中处理;而人一机接口装置和监控计算机的操作指令、管理信号经由通信系统传递至过程控制装置和数据采集装置。通信系统的进步推动着集散系统的发展,通信系统所采用的技术决定着集散系统的形态和机制。

第二节 集散控制系统的基本功能

集散系统自问世至今,已发表的不下百种。它们结构类型各具特色,功能特性有弱有强,但一般的集散系统具有以下基本功能。

一、过程控制装置的基本功能

现代集散系统的过程控制装置是多功能型的,其基本功能包括反馈控制功能、顺序控制功能、批量控制功能、数据采集与处理功能和数据通信功能等。

(一) 反馈控制功能

过程控制装置反馈控制功能的构成和信号系统如图 1-4 所示。主要功能有:

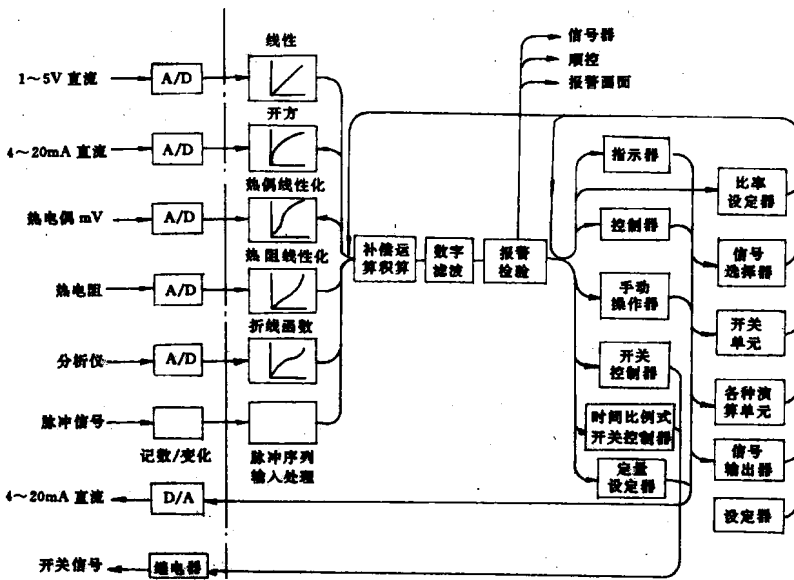


图 1-4 反馈控制功能的构成及信号系统

1. 输入信号处理功能

对于过程的模拟量信号,一般要进行采样、模/数转换、规格化、合理性检查、零偏校正、数字滤波、热电偶冷端温度补偿、线性化、工程量变换等

2. 报警检验功能

报警检验功能包括仪表异常检验、上下限报警检验、变化率报警检验、偏差报警检验等。

仪表异常检验功能是当测量信号超过测量范围上限或下限规定值(如上限 110%, 下限 -10%)时,可认为检出元件或变送器出现断线等故障,发出报警信号。上下限报警检验功能

是当测量值或仪表控制输出值超过上下限报警设定值时，发出报警信号。变化率报警检验功能是当测量值或控制输出值的变化率(一定时间间隔的变化量)超过设定值时，发出报警信号。偏差报警检验功能是当测量值与设定值之差超过偏差设定值时，发出报警信号。

3. 补偿运算和积算

测量流体流量时，由于流体操作条件下的温度和压力的实际值与仪表设计时的基准温度和基准压力可能不一致，这将使测量结果产生误差。因此，在测量气体或蒸汽流量时，通常进行温度和压力补偿；在测量液体流量时，通常进行密度或温度补偿。

涡轮流量计、涡街流量计、罗茨流量计及一些机械计数装置等输出的测量信号均为脉冲信号。这些脉冲信号可以按计数速率大小线性转换成瞬时值，通过计数器可以实现脉冲累积。数据采集装置每次扫描时，从计数器存储单元读取累积值，叠加到数据库的累加器中，进行总量累加，并执行累加极限检查。计数器被“读”后即复位，从零开始计数。

4. 控制运算功能

控制算法有常规 PID、微分先行 PID、积分分离、开关控制、时间比例式开关控制、信号选择、比率设定、时间程序设定、Smith 预估控制、多变量解耦控制、一阶滞后运算、超前一滞后运算及其它运算等。

5. 回路连接功能

过程控制装置中的回路连接功能类似于模拟仪表的信号配线和配管。由于过程控制装置的输入、输出信号处理功能、报警检验功能和控制运算功能等是由软件实现的，这些软件构成了集散系统内部的功能模块或称作内部仪表。将几个内部仪表根据需要通过软件连接起来，构成检测回路或控制回路，就完成了回路连接。因此，这种回路连接是“软”连接，是通过“组态”进行的。

6. 输出信号处理功能

输出信号处理功能有输出开路检验、输出上下限检验、输出变化率限幅、模拟输出、开关输出、脉冲宽度输出等功能。

(二) 顺序控制功能

顺序控制就是按一定的动作顺序，依次执行各阶段动作程序的过程。在顺序控制中可以兼用反馈控制、逻辑控制和输入/输出监视的功能。顺序控制的编程，不采用 FORTRAN、COBOL 等高级语言，而是采用面向现场、面向过程的简单而直观的控制语言。编程语言分逻辑形和动作形两大类，前者从传统的继电器电路变换而来，如梯形图、逻辑图、程序单、指令字及逻辑代数等编程语言；后者由机械动作直接变换而来，如流程框图、步进表等语言。比较常用的是填表方式、梯形图和面向过程的顺序语言(如 SOPL: Sequence Oriented Procedural Language)等。

(三) 逻辑控制

逻辑控制是根据输入变量的状态，按逻辑关系进行的控制。在集散系统中，由逻辑块实现逻辑控制功能。逻辑运算包括与(AND)、或(OR)、非(NO)、异或(XOR)、连接(LINK)、停止延时(OFF DELAY)、进行延时(ON DELAY)、触发器(FLIP-FLOP)、脉冲(PULSE)等。逻辑块的输入变量包括数字输入/输出状态、逻辑块状态、计数器状态、计时器状态、局部故障状态、控制 SLOT 的操作方式和上位机的计数溢出状态。逻辑控制可以直接用于过程控制、实现工艺连锁，也可以作为顺序控制中的功能模块，进行条件判断、状态变换等。

(四) 批量控制功能

批量控制就是根据工艺要求将反馈控制与顺序控制结合起来，使一个间歇式生产过程得到合格产品的控制。例如，配制生产一种催化剂溶液，需经投料、加入定量溶剂、搅拌、加热并控制到一定温度，保温一段时间、过滤排放等步骤。在这种生产过程中，每一步操作都是不连续的，但都有规定的要求，每步的转移又依赖一定的条件。这里除了要进行温度、流量的反馈控制外，还需要执行打开阀门、启动搅拌等的开关控制及计时判断，要用顺序程序把这些操作按次序连接起来，定义每步操作的条件和要求，直接控制有关的现场设备，以得到满意的产品。由此可见，批量控制中的每一步中有的可能是顺序控制，有的可能是连续量的反馈控制。于是，反馈控制的报警信号、回路状态信号、模拟信号的比较、判断、运算结果都可以作为顺序控制的条件信号。回路的切换、参数的变更、设定值的改变、控制算法的变更、控制方案的变更等又成为由顺序控制转换为反馈控制的条件。彼此交换信息，转换间断的各步，最终完成批量控制。

(五) 附加功能

除了以上各种功能外，过程控制装置还必须具有一些附加功能才可以完成实际的过程控制。

1. 控制方式

(1) 手动方式(MAN)。由操作站经由通信系统进行手动操作。

(2) 自动方式(AUT)。以本回路设定值为目标进行自动运算，实现闭环控制方式。

(3) 串级方式(CAS)。以另一个控制回路的输出值作为本回路的设定值进行自动运算，实现串级控制方式。

(4) 计算机方式(COMP)。监控计算机输出的数据，经由通信系统作为本回路设定值进行自动运算的控制方式，或者直接作为输出值的控制方式。

2. 测量值跟踪

增量型和速度型 PID 算法通常具有测量值跟踪功能。即在手动方式时，使本回路的设定值不再保持原来的值，而跟踪测量值。这样，从手动切换到自动时，偏差总是零，即使比例度较小，PID 输出值也不会产生扰动。切换到自动后，再逐步把设定值调整到所要求的数值。

3. 输出值跟踪

混合型 PID 算法，在设置测量值跟踪的同时，还需要设置输出值跟踪功能。即在手动方式时，使内存单元中 PID 输出值跟踪手操输出值。这样，从手动切换到自动时，由于内存单元中的数值与手操输出值相等，从而实现了无平衡无扰动切换。

4. 初始化与反算

对于串级控制系统，当主回路的输出信号与副回路的给定信号之间处于断开状态时，把副回路的设定值送到主回路的输出单元的作法，称为初始化。这样，如果串级系统的主回路设置了测量值跟踪，副回路设置了初始化和测量值跟踪，则系统从非串级方式切换到串级方式时，都是无平衡无扰动的。

有些串级回路的 PID 算法中插有“定位型输出”算法(例如加、减运算)，这种算法一般具有反算功能，即当副回路处于串级断开状态时，除将次级回路的设定值送主回路外，“定位型输出”算法块必须反算出(逆运算)一个值作为主回路输出。

二、人一机接口装置的基本功能

人一机接口装置的主要功能表现为以下 6 个方面：

(一) 显示功能

操作站的 CRT 彩色显示器具有很强的显示功能。它以模拟方式、数字方式及趋势曲线方式实时显示每个控制回路的测量值(PV)、设定值(SV)及控制输出值(MV)。所有控制回路以标记形式显示于总貌画面中,而每个回路中的信息又可以详尽地显示于分组画面中。非控制变量的实时测量值以及经处理后的输出值也可以各种方式显示于 CRT 屏幕中。

在 CRT 显示器上,工艺设备和控制设备等的开关状态,运行、停止及故障状态,回路的操作状态(手动、自动、串级),顺序控制、批量控制的执行状态等能以字符方式、模拟方式、图形及色彩等多种方式显示出来。

操作站还具有极强的画面生成、转换及协调能力,功能画面非常丰富、大大方便了操作和监视。

(二) 操作功能

操作站可对全系统每个控制回路进行操作,对设定值、控制输出值、控制算式中的常数、顺控条件值和操作值进行调整,对控制回路中的各种操作方式(如手动、自动、串级、计算机、顺序手动等)进行切换。对报警限值、顺控定时器及计数器的设定值进行修改和再设定。为了保证生产的安全,还可以采取紧急操作措施。

(三) 报警功能

操作站以画面方式、色彩(或闪光)方式、模拟方式、数字方式及音响信号方式对各种变量的越限和设备状态异常进行报警。

(四) 系统组态、生成功能

集散系统实际应用于生产过程控制时,需要根据设计要求,预先将硬件设备和各种软件功能模块组织起来,以使系统按特定的状态运行,这就是对系统的组态。将需要组态的内容输入到计算机中,通过计算机的运行编译、确认的过程,就是系统生成。有些系统的组态和生成是同步进行的,组态、生成在概念上没有明显的差别。

(五) 系统维护功能

集散系统的各装置具有较强的自诊断功能,当系统中的某设备发生故障时,一方面立刻切换到备用设备,另一方面经通信网络传输报警信息,在操作站的 CRT 上显示故障信息,蜂鸣器等发出音响信号,督促工作人员及时处理故障。

在系统生成、修改时,将其内容保存在软磁盘中。还可以进行操作站之间的信息等值化。

(六) 报告生成功能

根据生产管理需要,操作站可以打印各种班报、日报、操作日记及历史记录,还可以拷贝流程图画面等。

三、通信系统的基本功能

通信系统是集散系统的主干,决定着系统的基本特性。通信系统引入局部网络技术后,促进了集散系统的更新换代,增强了全系统的功能。网络通信机制比较复杂,其主要功能有以下几点。

(一) 连接系统各装置,实现信息传输

通信系统把过程控制装置、数据采集装置、人一机接口装置和监控计算机等部分互连起来,将分散的信息综合,将管理的信息分散,对分散于现场的控制装置进行操作、控制和集中管理。采用局部网络通信技术,使集散系统的通信变为无主站的 $n:n$ 通信,系统各组成部分在通信系统中处于“平等”的地位,各工作站在网络中可以互相通信,都有线路控制权。