

微型计算机集散控制系统

任成玉 王英彬 王明松 编著

北京科海总公司培训中心

微型计算机集散控制系统

任成玉 王英彬 王明松 编著

北京科海总公司培训中心

内 容 提 要

本书共分七章，主要介绍了微机集散控制系统的基本构成、工作原理和应用。并对CRT操作站、闭环控制站网络与通信和数据库及管理系统，从基本概念讲起，由浅入深的阐述了各部分的工作原理及在集散系统中的地位与作用。最后，对集散系统的可靠性进行了综合分析。

本书可供大学的教师、研究生和高年级学生作为选修课的教材，同时可作为从事微机控制系统研究、设计与应用方面的科技工作者们参考。

前 言

集散控制系统，全名为“分散型综合控制系统 (Total Distributed Control Systems, 缩写为TDCS, 简称集散系统)。它是70年代中期，在四C技术（即计算机技术、控制技术、通信技术和图型显示技术）相结合的基础上开发出来的新型过程控制系统。它克服了常规仪表和计算机集中控制系统的缺点，吸取了二者的优点，以微处理机为核心，把数据通信系统、显示操作装置、过程通道和模拟人仪表等有机结合起来的最先进的过程控制系统。它既能完成控制、又能实现集中管理，为工业综合自动化创造了有力条件。

集散控制系统是70年代中期研制出来的，目前在美国、日本、欧州等一些国家和地区已广泛应用于化工、石油、冶金、电力、纺织和食品等工业部门。我国80年代初开始引进试用，85年以后逐渐推广。为促进集散系统在我国尽快的推广应用，我们编写了这本教材。

全书共分七章，重点讲解了集散系统的产生与发展、系统构成原则及工作原理、特点及可靠性。并结合典型系统的应用进行了分析。本书可供从事微机控制系统研究、设计和应用的科技工作者学习；也可作为大学教师、研究生、高年级学生作为专业选修课的教材。

本书由任成玉、王英彬、王明松三位同志撰写，全书由任成玉同志统稿。本书在编写过程中得到了好多单位和个人的帮助，科海培训中心主任高级工程师董洪皋同志对全书进行了审阅，并提出了许多有益的意见和建议，副主任华根梯同志也给予了大力支持，在此表示衷心的感谢！

由于集散系统是世界上刚发展起来的新型系统，涉及知识面又很广，资料少，再加上时间仓促及编者水平有限，故不妥和错误之处在所难免，恳切广大读者批评指正。

编者

1987.9

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 集散系统的产生与发展,	(1)
第二节 集散系统的构成及工作原理	(4)
第三节 集散系统的特点、应用及展望	(11)
第二章 闭环控制站	(16)
第一节 闭环控制站硬件构成及工作原理	(16)
第二节 闭环控制站的软件结构	(26)
第三节 闭环控制站的可靠性	(39)
第三章 集散系统的网络结构原理及应用	(46)
第一节 何为计算机网络	(46)
第二节 局部计算机网络	(48)
第三节 局部网络的体系结构	(55)
第四节 集散系统中典型网络举例	(64)
第五节 火电厂集散系统的网络布置	(73)
第四章 集散系统的数据通信原理	(81)
第一节 数据通信的基本概念	(81)
第二节 数据通信的理论基础	(83)
第三节 传输线的传输特性	(90)
第四节 局部网络通信协议简介	(92)
第五章 数据库及其管理系统	(102)
第一节 数据库的基本概念	(102)
第二节 数据模型及特点	(104)
第三节 数据模式及特点	(108)
第四节 数据库管理系统	(108)
第六章 人机接口分析及CRT操作站	(112)
第一节 人一机接口的形成与发展	(112)
第二节 人一机通信分析	(113)
第三节 图形显示的一般概念	(116)
第四节 CRT显示设计	(121)
第五节 CRT操作站	(130)
第七章 集散系统的可靠性	(136)
第一节 衡量系统可靠性的主要指标	(136)
第二节 系统可靠性分析	(139)
第三节 提高系统利用率的技术措施	(146)
附录 I、II 有关概念和差错控制	(152)
参考文献	(162)

第一章 概论

第一节 集散系统的产生与发展

一、集散系统的产生

随着工业现代化的发展,工业生产设备越来越庞大与复杂,随着工业生产设备的复杂和自动化技术的发展。工业生产设备运行的监视与控制方式也在不断的变化,因此,监视和控制系统中所采用的设备也在不断的更新,到目前为止已经历了三个大的阶段。

第一阶段:三十年代到四十年代,采用大尺寸的基地式仪表,实现单体设备就地分散的局部自动化,各单体设备之间互不联系或联系很少。

第二阶段:四十年代到五十年代,相继采用各单元组合仪表和巡回检测装置,实现了集中监视、操作和控制、强化了生产,提高了设备的效率、适应了生产向大型化和连续化发展的需要。

第三阶段,六十年代至今,从车间集中在向全厂综合自动化发展。尤其是电子数字计算机的出现与应用,使工业自动化发展到了一个崭新的阶段。由于电子计算机运算速度快,计算精度高,存贮信息容量大,有逻辑判断功能等特点,因此在各个领域中的应用都发展很快。从一九五二年开始,在化工、石油、电力、冶金等工业部门都前后展开了应用。从计算机控制系统的应用方式看,由开环监视、闭环控制、监督控制发展到分级控制系统等。这类控制系统与用模拟常规仪表构成的控制系统比较,不仅克服了常规仪表系统的缺点,而且在控制性能方面实现了多变量相关对象的控制和复杂的控制规律。如:计算机直接控制系统,自适应控制系统和最优控制系统等,并提高了控制精度;在操作监视方面,实现了集中显示和操作、克服了随着工业生产设备容量增大,模拟仪表屏越来越多,运行操作台越来越长,使运行人员监视不便的缺点。但是,由于以上系统都是属于“集中型”监控系统,一台计算机控制上百乃至几百个回路,所以,一旦计算机发生故障,将会影响整个系统的工作,而且影响很大,既所谓“危险集中”致使系统的安全可靠性很差。为了提高可靠性,若用一台计算机,就要求硬件的可靠性很高,在国外,对工业控制机的连续运转率提出99.95%的高指标(既一年时间内,事故停机只允许在四小时之内)。在现阶段,这种高的可靠性单靠一台计算机是难以达到的。因此,常采用一台计算机工作,而另一台计算机备用的双工系统,或计算机和模拟仪表共存于一个系统,这样又将导致自动化系统投资昂贵,用户难以接受。

其次,在实现集中型计算机控制的过程中,建立相应的数学模型是一个十分困难的问题:控制系统包含的范围越大,相应的数学模型也就越复杂,控制软件的设计就越困难。

总之,国外在十多年的计算机应用中,对于工业控制,采用集中型还是采用小范围的局部控制,既“分散型”作了大量的探索,也发表了不少评论。实践证明,“分散型”取得了显著的效果,而“集中型”却屡次失败。

随着现代化工业的发展,生产规模的不断扩大,使得生产工艺日趋复杂,因此对过程

控制系统提出了更高的要求,不但要求系统有优越的控制性能,很好的性能/价格比,很好的可维修性,还要求有高可靠性,灵活的构成方式和简易的操作方法。

现代工业企业的特点是高速连续化,大型化。装置与装置、设备与设备之间联系紧密,特别是为了降低能量消耗,提高产品产量和质量,仅仅实现局部控制的最优化是难以获得显著效果的。必须考虑一个整体的总目标函数的最优化问题,既所谓生产过程的综合自动化问题。这种目标函数不但包括产量、质量,而且还包括能耗、成本、污染等指标。为了实现生产过程综合自动化、最优化问题,大系统理论引入了“分解”和“协调”的设计原则。所谓“分解”就是在设计中,将高价对象大系统分解成若干个低级小系统,并解除小系统之间的耦合,使之互相独立,以便使用一般最优控制理论,设计局部控制器,使之最优化。所谓“协调”,就是在局部最优化的基础上考虑各子系统之间的相互影响和相互耦合的作用,设计协调控制器,达到整个系统的最优化。这就需采取“分散”和“集中”相结合的控制方式。分散控制计算机比集中控制计算机所处理的信息大大减少,这样不但简化了控制器的结构,而且使数学模型,控制软件变得容易实现,由于控制分散,危险也分散了,大大提高了系统的可靠性。同时,也实现了集中处理整体最优和实现管理的功能。七十年代初期,大规模集成电路的工艺技术过关,随之而来的微处理器、微型计算机产品系列化,各种应用器件芯片化,不但体积小,而且可靠性高,价格低廉,以上的理论和物质基础都为新型控制系统的研制创造了有利条件。

七十年代中期出现的集散系统,全名称为分散型综合控制系统(Total Distributed Control Systems缩写为TDCS,简称集散系统)。它是四C技术(即计算机—Computer;控制器—Controur;通信—Communication和CRT显示技术)相结合的产物。它以微处理机为核心,把微型计算机、数据通信系统、显示操作装置、过程通道、模拟仪表等有机的结合起来,采用单元组合组装方式(积木方式),为综合自动化创造了有利的条件。

二、集散系统的发展概况

任何控统系统的发展都和它的应用需要分不开的,应用推广的快慢和系统的性能好坏是密切相关的。集散系统从七十年代中期到现在,开发的时间并不长,由于工业的需要,其发展推广应用相当快,目前在国外许多控制领域都已得到了广泛的应用。美国、日本和欧洲的一些国家,从1970年以前就开始研制分散型综合控制系统。由于当时微处理机刚刚出现,高性能的单片微处理器还没有达到实用阶段,因而只有采取中、小规模集成电路进行研制,当微处理机研制成功后再取而代之,以争取该系统及早问世的时间。例如,美国的Honeywell公司和通用仪器公司(GI)在参照PDP-11计算机设计的基础上,共同研制出了CP-1600单片微处理器。接着Honeywell公司于1975年11月首先发表了分散型综合控制系统IDC-2000,引起了人们的关注。接着1976年3月美国的西布罗公司泰逻过程分部发展了MODIV系统。然后,日本的横河公司和日本的电气公司(NEC)共同研制出MC-OM-16系列的微处理器。接着,日本横河制作所的CENTUM,北原公司的900/TX以及日立公司的 Σ 系统也相继发表。这些系统在八年内就广泛应用于石油、化工、冶金、造纸、电力等工业领域。可以这样认为:1975年—1976年是集散系统发展的第一个高潮。有关资料介绍,1976年到1978年底仅三年的时间就有126个公司在196个生产装置中使用了TDC-2000系统。到

随着大规模集成电路的发展和微型计算机的产品化,在1975年以后,国外各家公司生产的集散系统不断涌现。到1985年底,世界上大约有60多家公司推出了自己开发的集散系统。从整个世界推出集散系统的先后次序看,最先推出的是美国、其次是日本、西德,再次是西欧一些国家。据不完全统计,已发表的集散系统已有几十种以上,根据收集的资料把世界各国的集散系统列入表1-1中,以便学习和选型时参考。

国 别	公 司 名 称	系 统 名
美 国	Beckman Instruments	DIDCOM
	EMC Controls	EMCON-D
	Bristol	UCS-3000
	Bell & Howell	System 200, PMS-500
	Process system	MICON-IN
	Honeywell	TDC-2000, TDC-3000
	Robertshaw Controls	DCS-1000
	Fischer Portor	DCI-4000
	Foxboro	SPECTRUM
	Bailey	NETWORK-90
	Leeas & Northrup	MAX-1
	WESTINGHOUSE	WDPF
	Powell	MICON MDC-200
	Taylor	MOD III, MOD 30, MOD 3000
	Rexnord	D/3 (Emcon D/3)
	Rosemount	S3
	Fisher	PROVOX
FORNEY ENGINEERING	ECS-1200	
Robertshaw	DCS-1500	
BECKMAN	MV-8000	
日 本	山武-霍尼维尔	TDCS-2000, TDCS-3000
	日立制作所	VnitrolΣ EX系列, HIA CS-3000
	日本福克斯·波罗	SPECTRUM
	日本触媒化学工业	CATOX
	三菱电机	MACTUS 620, MACTUS 700
	日本贝利	NETWORK-90
	明治技术服务中心	MEIMOS

续表 1-1

国 别	公 司 名 称	系 统 名
日 本	日机装 三菱事务机械 横河北辰电机 千野制作所 岩井机械工业 东芝 岛津 日本费希尔	MAX-1 MDDC YEWPACK, MARK II, CENTUM F-1, SYSTEM SC-1000 TOSDIC-AS TOSDI-CMS SIMAC-8 PROVOX
西 德	SIEMENS Hertmann & Braun BBC ECKARDT AEG-TELEFUNMEN	Teleperm Contronic 3 Contronicp procontronicp PLS 80 LOGISTAT CP80-A500
法 国	Control Bailey	MICROZ
英 国	Kent	P-1000

第二节 集散系统的构成及工作原理

虽然世界上各家公司生产的集散系统各有自己的特点,但从它们的基本功能来看,可以简化成图1-1的结构形式。

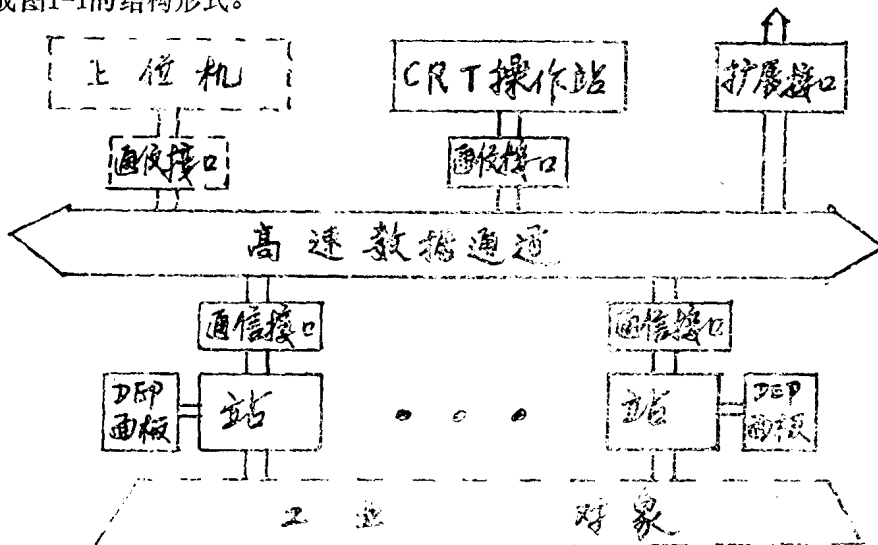


图1-1 集散系统的基本构成

从图1-1中可以看出,集散系统由上位机(有的无上位机)、CRT操作站(有的还设有操作中心)、高速数据通道、各种功能不同的“站”(DEP为站的操作面板)、通信接

口和扩展接口组成。下面就对其主要部分作一简要介绍。

一、CRT操作站和上位机

CRT操作站和上位机主要完成集散系统的管理、调度和静态优化处理任务，并协调指挥各站的工作。总之它是完成整个系统的优化和综合管理任务的。在设有上位机的系统中，集散系统刚刚推出的时候，上位机和CRT操作站使用的计算机都是小型机，当微机发展起来以后均采用功能很强的微型机（如16位、32位微型机）；在不设上位机的系统中，上位机的功能分设在各个站中（主要分设在CRT操作站中），这样各站的功能有所加强。由于这样做功能更加分散，故可靠性更高。在上位机和CRT操作站中使用的语言有专用高级语言和过程控制语言。在上位机或CRT操作站中需要处理的任务很多，因此需要存贮着大量的软件（如各种操作软件，优化处理软件，后台软件、离线组态软件和故障诊断软件等）和有关的各种数据及表格。因此设有海量存贮置。

为了系统调试、使用、维修方便，在上位机室还适当设有打印机、CRT显示器和键盘等辅助设备。

集散系统的人—机接口分简易和复杂两类，在小型的系统中，可以不设高速数据通道，只有简易操作台，在简易操作台上设有显示部件、组态部件和操作部件三大部分。通过显示部件可以显示定值、过程变量输出值及报警等；通过组态部件可以对各控制站进组态和输入数据；通过操作部件可完成各种运行操作、调节和手/自动切换等。在大型系统中人—机接口往往是分级设置的，一般分为两级，如比较复杂的操作站和本站简易操作台（即简易操作面板DEP——在第二章里结合闭环控制站讲解）。CRT操作站有系统组态工作台、运行操作工作台、CRT显示器和打印机、硬、软盘通信接口等。运行工程师可以通过系统组态工作台给控制器进行组态和调整回路参数等。操作人员可以通过运行操作工作台完成各种操作命令，并通过CRT显示器，按着规定的显示目录（菜单），显示各种画面、参数、报警信号、趋势预报和工艺流程的变化等。各种显示还可以按一定周期更新。打印机可以打印时、班、日各种报表和拷贝CRT屏幕上的画面等。

由于CRT操作站是整个集散系统的集中管理操作的中心，所以各站的信息按规定的时间和方式通过高速数据通道传送到CRT操作站，供CRT操作站完成计算管理任务时选用；CRT操作站计算处理好各种信息，按规定的时间和方式再传送到各个站去，实现集中管理的任务。因此，高速数据通道便成了整个集散系统的大动脉。

二、高速数据通道

集散系统中的高速通道（又称高速通信母线、大道、公路等）实际是一种具有高速通信能力的信息总线。该总线的构成多采用双绞线、同轴电缆和光导纤维等，它是集散系统的支柱。

1. 集散系统的通信网络结构

集散系统在结构上不但采用了分级设计的思想，而且用多台处理机构成各站，并可进行分散设置的系统，因此，各站之间信息的传送变得十分重要。为解决好这个问题，就需要选择好适当的通信网络结构。

在集散系统中,为实现各处理机(即各站)之间数据的合理传送,必须将通信系统构成一定的网络形式,使各处理机形成一个计算机网络。通信网络的种类很多,如星型、总线型(又称支型)、环型、全互连型(又称分散型),宝塔型(又称树型)等。下面就集散系统中常用的几种网络结构(如星型、总线型、环型)作一简要的介绍。

①星型网络结构

星型网络结构如图1-2所示。这种网络的形状呈星型,在网络中各站有主、从之分。主站的处理机要求功能强、可靠性高。主、从站之间的链路是专用的,因此线路的传输效率高,而且便于程序集中研制和资源共享,通信也简单。但是由于主站负责信息的协调和传输工作,全部信息的交换都要通过主站进行,因此主站负荷很大,系统对主站的依赖性强。一旦主站发生故障,整个集散系统的通信就会中断。另外,这种系统投资较大。采用星型网络结构的集散系统如美国LN公司的MAX-1系统、Powell公司的MICON MDC-200系统的垂直通信链、Robertshaw公司的DCS-1500系统等。

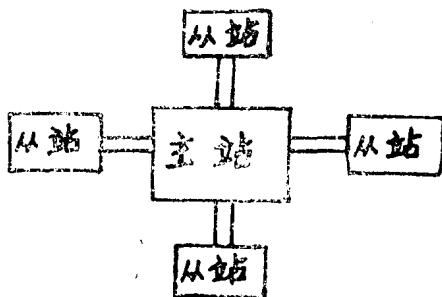


图1-2 星型网络结构

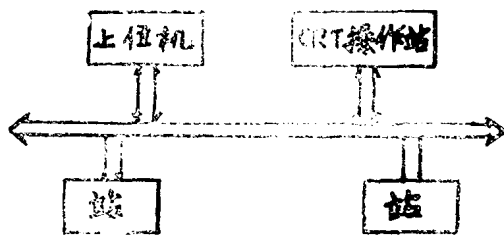


图1-3 总线型网络结构

②总线型网络结构

总线型网络结构如图1-3所示。它的最大特点是所有站(包括上位机)都挂在总线上,各站有的分主、从,有的不分主、从。为控制各站之间和各站与上位机之间的通信,有的设有通信控制器,有的把通信控制功能分设在各站的通信接口中。这种网络结构简单,系统构成可大可小,扩展方便,易设置备用,而且按装费低,故适应于各种形式的工程应用。如日本横河公司的CENTUM系统,瑞士BBC公司的Procontrol P系统、美国西屋公司的WDPF系统和Honeywell公司的TDC-2000、TDC-3000系统等,都属于这种型的网络结构。

③环型网络结构

环型网络结构如图1-4所示。这种网络结构是集散系统中应用较广泛的一种网络形式。这种网的首尾相连成环型。这种网络的可用性较好,但是过程扩展不如总线型方便。另外,这种网络的通信控制权不采用集中的形式,而是把权分散到各个站。这种网络信息的传送是从始发站依次经过诸站,最后又回到始发站的。为防止信息被中断,对每个站要求有很高的可靠性,而且当某站出现故障时,站内应有自动旁路信息的功能,因此增加了站的复杂性。采用这种网络结构的集散系统较多,如日本富士公司的MICREX系统和日立公司的UNITROLΣ系统

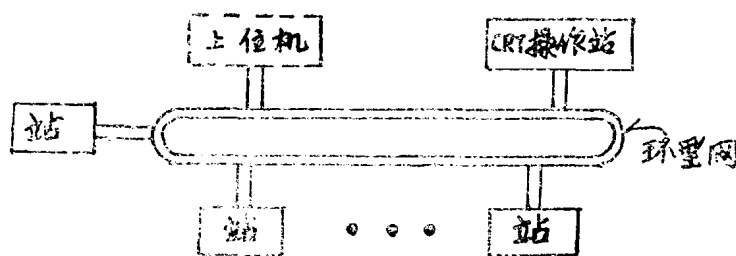


图 1-4 环型网络结构

在比较大的集散系统中，为提高其可用性，常把几种网络结构合理的运用于一个系统中，发挥其各自的优点，也是今后发展的一种方向。如图1-5(a)(b)所示。在已发表的

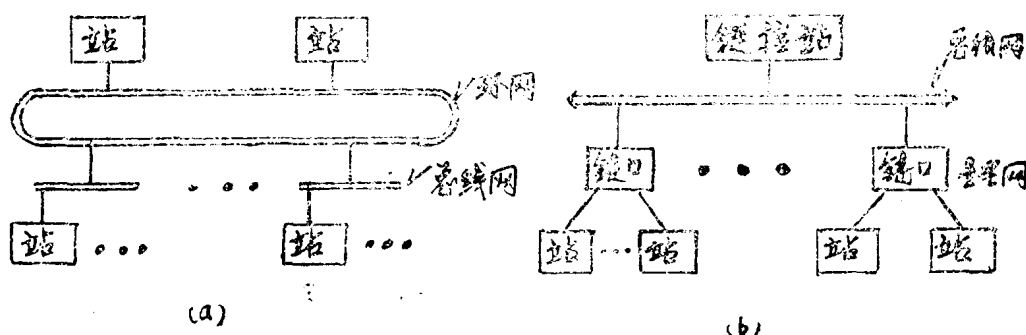


图 1-5 组合网系统

集散系统中，如美国Bailey公司Network-90和日本日立公司的HACS-3000系统都是环型网和总线型网相结合的系统；又如美国Foxboro公司的SPECTRUM系统便可以看作星型网和总线型网相结合的系统。

2. 集散系统的通信网络协议

在已发表的集散系统中，通信网络协议大致分为两种，一种是广播式，另一种是存储转发式。两种方式各有各的特点，应用都比较广泛。

①广播式协议：广播式协议的重要标志是在同一个时间内，只有一个站在发送信息，而其它站都在收听信息。在环型网和总线型网中采用广播协议的比较多。广播式协议又可分为自由竞争式、通行标记（令牌）式和时间分槽（片）式。

自由竞争式是在网络上的各站自由竞争发送信息，当发现有冲突时，发送信息的站都退回，经过随机延时后再重发信息，就可以躲过冲突。这种方式可靠性比较高，但软件比较复杂。如美国Bailey公司Network-90集散系统中PCU内部模块总线就是遵循广播式协议中自由竞争方式发送信息的以太网协议。

通行标记式（即令牌式）是当某个站接到通信标记时，该站就发送信息，当信息发送完以后，再把标记交给下一个站，下一个站就可以发送信息，这就是通行标记式的广播协议。日本日立公司的HACS-3000中的环形网就是采用令牌方式发送信息的。

时间分槽（片）式是把一段时间分成若干个时间槽，在这个时间槽内，某站发送信

息；在另外一个时间槽内，另外一个站发送信息，这种办法又称为广播或协议的静态配置。美国西屋公司的WDPF系统便是采用这种方式发送信息的。

②存贮转发式：存贮转发式的含意是：首先接收信息进行存贮，而后再转发出去，这种方式多用于环型和星型网中。

在星型网络中，“存贮转发”常采用询问形式，主站依次询问各从站，由从站把信息发给主站，再由主站把信息转发给需要的其他从站，这种方式信息响应较慢。在环型网中，“存贮转发”是在同一时间内，挂在网上的所有站都发送和接收信息。一个信息从始站发出，通过网上所有站的校验，又返回到原始点才被消掉。如美国Bailey公司的Net-work-90系统厂区环路就是采取的这种协议方式。

过程控制中的通信可靠性要求很高，因此常采用检验码和发送确认技术，发现错误就要反复重发，直到成功为止。另外，为减少网络中的信息量，常采用“例外报告”（其含义见附录I）的传送方式。这是一种合理化通信次数，既可靠又不堵塞的通信系统。如NETW-OK-90和PROVOX等系统中都采用了例外报告的方式传送信息。

三、高速通信接口

在集散系统中的通信都是按一定格式在高速数据通道上传送的。高速通信接口是配合高速数据通道完成各站之间通信的基本部件。它的结构和站的功能有关，主要包括移位寄存器、地址译码寄存器、驱动器和收发电路等部件（详见第二章）。在设有专用通信指挥器（或称通信控制站）的系统中，由通信指挥软件通过它控制各高速通信接口进行通信；在未专设通信指挥器的系统中，由通信软件直接控制各高速通信接口进行各站间的通信。

1. 高速通信接口的主要功能

- ①完成串—并数码的互换；
- ②发送信息、识别地址和接收通信数据；
- ③对发送数据加上检验段，并接收数据的检验段；
- ④把由高速通道送来的地址，翻译成相应站内的内存地址；而后把传送来的数据存入站内内存中；
- ⑤提供站内与高速数据通道之间的电平匹配。

2. 高速数据通信的格式

在高速数据通道上以串行二进制数据格式传送三类信息，即指令字、状态字和数据字。指令字规定接收单元的工作状态。如从内存读取某数据、写入某数据、发送状态字等；状态字表示发送单元的现行状态。如是否允许接收数据，接收到的数据是否经过检验合格，要否请求发送数据等。数据字即是要传送的数据。关于字的具体格式，各集散系统虽然有不同的规定，但都由以下几部分组成：标志段（即同步信号）、地址段（数据字无此段）、信息段和检验段。

3. 通信的控制方式

数据通信的方式主要有两种：即采用数据通信指挥器“监督”和不采用通信指挥器的“默契”方式。

①“监督”通信控制方式

在这种控制方式下，高速数据道是在通信指挥器的指挥下工作的。通信指挥器是高速数据通道的枢纽，主要完成下列功能：

- ▲重播某站的通信信息，为所有站实现通信；
- ▲给各站分配通信优先权；
- ▲实现通信线与备用线的切换；
- ▲查询各站状态等。

在这种通信系统中的设备，分成优先设备和询问设备两类。优先设备（如上位机和CRT操作站）能自动提出通信申请信号。询问设备则由通信指挥器发出定时询问，根据设备的状态字决定它能否占有高速数据通道使用权。

②默契通信控制方式

这种方式不专设通信控制器，通信控制器的有些功能已分散到各站的接口中。因此使接口变得比较复杂，而且负担加重。采用这种控制方式的网络多是环型的，通道控制权不是按申请的时间或申请设备的优先级，而是按通信接口在网络中的物理位置依次传递的，获得通信权的站，就可进行一次通信。若某站发生故障，它就处于“通过”状态，允许信息流过。由于这种通信控制方式的通信控制权是自然形成的，不需要进行应答判断，故可提高通信效率。由于这种优先权处理方法过于死板，在信息量大时，会发生通信积压现象。

从已发表的集散系统看，广播方式的传播速率比较高。

4. 通信系统的可靠性

为了保证系统安全可靠的工作，通信不被中断，常采用如下措施：

①冗余措施

一般高速数据通道和通信接口都进行双重设置，有的系统让其同时工作，有的系统一备一用，故障时可随时切换。

②对传输信息鉴别检验

这种方法常用的有位检查、字的BCH码检查、位计数和回波检查等（有关传输信息的一些差错控制可参考附录Ⅱ）。以上检查只要有一项有错，数据就重发。重发一定次数仍有错，说明通信系统有故障，自动切到备用，并发出报警。

③诊断功能

利用诊断程序对高速数据通道、通信指挥器、高速通信接口进行检查，并在CRT上以状态画面的形式显示其诊断结果。这种诊断在线和离线都可进行。

通过上面的简单分析可以看出，集散系统中采用高速通信接口与高速数据通道配合不仅提高了信息的传输能力，而且在节省大量电缆、降低工程费用、分散其危险性、提高系统的可靠和完全性、增加扩展功能等方面，具有特殊的效果。

四、各种功能的工作站

在集散系统中，除上位机外，挂在高速数据通道上的其它装置都统称为“站”。功能不同，站的具体构成也不同，因此也赋予不同的站名。如CRT操作站、闭环控制站、开环监视站、计算站、数据采集站和通信指挥站等。虽然各站完成的具体功能不同，但是它们都是以微处理机为基础的，每个站都通过自己的高速通信接口与高速数据通道相连。

在具体的应用中,由于现场要求的功能不同,集散系统的“组态”(组态的含意见附录I)规模大小也就不一样。所以,在一个具体系统中,包括的功能站有多有少,如有的系统中只有CRT操作站、数据采集站和闭环控制站;而有的系统除CRT操作站外,则还有许多同一功能的开环监视站。另外,站可大可小,组态灵活方便。如闭环控制站,可以是单回路的,也可以是多回路的;可以完成简单控制,也可以实现复杂控制。同时还可以结合在一起,构成多功能控制站,完成直接数字控制、顺序逻辑控制和分批控制。

1. 各站的基本功能

数据采集站是对非控制变量专门设置的数采集系统。并能对各种数据实现予处理。同时它为CRT操作站和相关的各功能站提供现场实时数据。以便对数据按规定的模型进行计算和输出。开环监视站实际就是一个微机开环监视系统,它不但能完成数据采集及予处理,而且还可以对实时数据完成进一步加工处理,供CRT操作站和本地操作显示器,显示和打印处理结果,为操作员提供对现场运行状态的监视信号。计算站,只有大的集散系统中才设有,它是专作为数据的复杂处理用的(如自适应算法和优化算法的处理,还有各种指标的计算等),在一般系统中,这部分功能由上位机或CRT操作站来完成。闭环控制站是集散系统中最重要的一個功能站(在第二章中详细介绍),掌握了它,对其它站也就容易理解了。CRT操作站和通信指挥站在其它部分已有提及,这里就不重述。

集散系统是把闭环控制、顺序逻辑控制和数据采集等功能结合在一个系统中,用户使用比较方便。集散系统的输入模拟量信号有电压和电流两种,电压有高信号和低信号两种,如0—5V, 0—50mV, 0—10mA, 4—20mA等,模拟量输出信号有4~20mA、和0~10mA和0~5V等;开关信号的输入/输出都带有隔离器而且逻辑电压值比较高。另外,许多集散系统都有用以顺序控制的可编程控制接口,能和可编程控制器联合使用。

五、集散系统的软件

任何计算机系统都有硬、软件两部分构成。集散系统由于主要以微型计算机为核心,构成多微机分散处理各种功能的系统,因此,集散系统的软件也必然和硬件相适应,即硬件分散设置,软件也必然分布配置。

1. 硬、软件配置的基本原则

在集散系统中,根据功能分散的基本要求,硬、软件配置的基本原则是:硬件尽可能简单化、标准化;软件既要功能丰富又要作到基本功能模块化。这样,硬、软件都便于设计、建造和调试,同时也便于故障检查和维修。在该原则的指导下,集散系统的硬、软配置是统一的、相互联系的。如CRT操作站,配有操作管理系统软件,它主要包括:管理操作程序、~~前~~打印程序、显示程序、运算处理程序、报警程序、诊断程序等,有的还设有通信控制程序。总之,都是为紧密配合本站的硬件系统而设计的。

若单从软件系统的整体来看,可以简单分成两大部分,即通用软件和应用软件。通用软件主要是指各站中都可使用(只是赋值不同)的软件,如组态程序、各种服务性公共子程序等。应用软件主要是指各站中和具体任务有直接关系的应用软件,如数据采集程序、PID调节程序等。从发展趋势看,由于硬、软件逐渐标准化,因此通用软件在整个软件系统中占的比重将越来越大。

2. 各功能站中软件的构成与各站之间的联系

从国外已推出的集散系统来看,由于各站的功能是相对独立的,因此各站中的软件也是单独进行工作的。在每个站中,基本上包括三部分软件,即管理程序、任务处理程序和各种标准算法(模块)程序(详见第二章闭环控制站的软件结构部分)。各站之间的联系,是利用分散在各站中的数据库,由通信软件通过高速数据通道完成各站间信息通信的。如CRT操作站需要某站的信息,可启动通信软件,根据规定的通信控制方式和协议,把需要的数据调入CRT操作站中的数据库,便可达到自由使用该信息的目的。若从CRT操作站改变某闭环控制站的给定值,同样也是采用上述方法,把新的给定值传送到闭环控制站的数据库中来实现。总之高速数据通道是完成各功能站之间的桥梁。

由于集散系统是以分散控制为主,集中管理为辅,各站的独立性很强,所以各站之间需要传输的信息量大大减少,联接也变得简单化。

若设有上位控制机的系统,由于上位机的功能比较集中,因此在上位机中常设有“实时多路操作系统”软件,这样一来,各站与上位机的通信联系就变得比较复杂,故软件的配置也就比较复杂。

关于集散系统的各部分的具体软件,请参看有关章节。各种软件的具体设计,请参阅“计算机原理”和“计算机控制技术与系统”等有关专著。

第三节 集散系统的特点、应用及展望

一、集散系统的主要特点

集散控制系统之所以发展、推广应用非常快,和它所具有的特点及先进性是分不开的。

前面已经提到,常规仪表控制系统,多是单参数简单控制系统,它突出的优点是可靠性高,其缺点是硬连接,不便改动和扩展,无法实现复杂的控制,而且体积大等。计算机集中控制系统,是一种多任务、多目的控制系统。由于计算机具有速度快、有记忆判断功能,能实现各种复杂控制,并提高了控制品质,但是做集中控制的计算机,在系统中占有极重要的地位,它一旦失效将会导致整个过程瘫痪,甚至造成破坏性事故。因此对计算机的可靠性要求非常高,目前单台的计算机还达不到这样的要求。因此常采用冗余措施,再加上集中控制信息电缆太长,因而,增加了系统的投资,同时,系统越大,系统软件亦越复杂,这样就给软件设计带来困难,而且维护不便。

集散控制系统是克服模拟控制系统和计算机集中控制系统的缺点,吸取两种系统的优点,在先进的四C技术的基础上发展起来的。它根据危险分散的原则,在局部控制上,不但能进行一般的调节(如PID调节),而且还能实现高级的控制(如自适应控制)。对全局,通过CRT操作站和管理机还可以实现整体优化。到目前为止,无论是集散系统的生产厂家,还是广大的用户都认为它是目前最先进的一种过程控制系统。对它的主要优点归纳如下:

1. 主机功能强,配套合理

集散系统的核心是微型计算机,目前普遍采用的是16位机或32位机,微处理器的主时钟频率超过了8MHz,并且中断能力强。在闭环控制站中使用的存储器有ROM和RAM,并配有电池后备存储器,存储容量一般在256KB以上,信息保存时间可达五年。在CRT操作站内,

除备有硬、软盘外,为提高速度和可靠性,还采用了磁泡存储器,存储容量在1MB以上。和CPU配套的接口,全是大规模和超大规模集成电路芯片,匹配性能好,可靠性高。

2. 操作方便,显示集中

在集散系统中,操作显示采用了集中和分散相结合的方法,而且设计思想是分级的。集中部分一般设有CRT操作站,有平面封装式操作盘(使用方便、可靠)。采用19~24吋彩色显示器,屏幕的分辨率高(640×480)。有的系统还设有屏幕触模式选择和用户可定义软操作键,操作更加方便。在CRT操作站中还设有高速处理器和专用图形协处理器,画面形成时间小于2秒。不同的显示内容,可以分别显示在几个CRT屏幕上,显示密度高度集中。这样以来,完全改变了过去操作人员在很长的仪表盘前来回寻找数据进行操作的情况,实现了把工艺过程的全部数据,在适当时间以易懂的方式呈现在操作人员面前。使操作员统观全局,方便自如的进行操作。为操作灵活方便,除CRT操作站外,在各站一般还设有DEP操作面板,可以完成对本站的有关操作。以上谈的主要是运行人员进行操作的部分。另外在CRT操作站,还专设有工程师操作台(即操作键盘和CRT显示器),是供工程师系统组态用的。组态时,利用标准功能软件调出系统模块直接显示在屏幕上,用线条和图形,采用交互式屏幕作图法直接组合成各种控制回路、顺序控制时序等。这种方法显示直观、修改方便,组态灵活,时间短。在各站的DEP面板上,也可以进行简单的组态工作。

3. 程序模块化,编程方式简单

集散系统的生产厂家,根据自己推出系统的功能配置,已设计好了丰富的软件系统,该软件系统包括操作管理软件、功能软件和基本算法软件三大部分。对这三部分软件都进行了标准化和模块化处理,处理好的模块,并根据本系统的具体规定赋予特定的代码。以上工作,在系统推出时都已经生成。用户使用集散系统组成自己所需要的各种功能性软件,并不是象过去使用计算机一样,对计算机系统进一步开发,再设计一套复杂的软件,而是采用“组态”的办法,好象操作一种新形式的仪表一样简单。从已发表的集散系统看,组态的基本办法有两种,即“基本组态”和“专用语言组态”。基本组态是用特定代码组态,专用语言组态,是用面向问题的语言组态。这两种方法与过去使用计算机时编程的过程进行比较,既灵活又简单。因此,可以方便的组态成各种应用功能。

4. 可靠性高,灵活性好

集散系统的可靠性之所以很高($MTBF > 50000$ 小时,可用率 $A = 99.999\%$ 以上)是和它采取的具体措施分不开的,主要有:

①控制功能分散,危险分散,出问题不会影响全局。由于控制回路连线缩短,提高了实时性,并减少了干扰的引进;

②有完备的冗余手段(如电源、控制站(卡)通信链、接口等)和快速自动切换功能,并配有后备硬手操作。

③有完整的在线、离线自诊断程序,发现问题快,维修率高;

④由于硬软件标准化,可靠性高,便于设置备用,维护方便;

⑤采用高速通信母线,减少了电缆,安装费低;并为各站分散设置创造了条件;

⑥灵活性可扩展性好,硬、软件组态灵活。当用户需要变更控制方案时,不用改变接线,只要从新组态程序即可。当用户需要扩充应用范围时,只要直接在数据通信网上增加相应的功能站就可使用。