

集散控制系统丛书

I/A S 集散控制系统

黄道 郑述平 编著



化学工业出版社

TP273

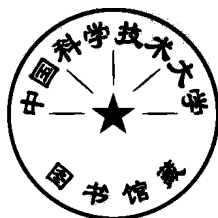
468063

H830

集散控制系统丛书

I/A S 集散控制系统

黄道 郑述平 编著



化学工业出版社
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

I/A S 集散控制系统/黄道,郑述平编著. —北京:化学工业出版社,1997.12

(集散控制系统丛书)

ISBN 7-5025-1523-2

I. I... I. ①黄... ②郑... III. 控制系统,集散式
N. TP271

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第23705号

集散控制系统丛书
I/A S 集散控制系统
黄道 郑述平 编著
责任编辑:刘哲
责任校对:蒋宇
封面设计:于兵

化学工业出版社出版发行
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码100029)
新华书店北京发行所经销
北京市燕山联营印刷厂印刷
北京市燕山联营印刷厂装订

*

开本787×1092毫米1/32 印张4 $\frac{3}{4}$ 字数105千字

1997年12月第1版 1997年12月北京第1次印刷

印数:1—3000

ISBN 7-5025-1523-2/TP·56

定价:8.50元

版权所有 盗印必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

内 容 提 要

本书着重介绍了美国 FOXBORO 公司的 I/A S 集散控制系统。全书共分六章。第一章为集散控制系统概论,介绍了集散控制系统的基本概念、I/A S 系统的简介,并在发展展望中对现场总线概念与发展作了描述。第二章专门介绍 I/A S 系统中节点的概念。第三章为综合控制软件,分别从连续控制和顺序控制两个方面介绍。第四章介绍操作站有关知识。第五章为软件支持系统,包括操作系统软件和信息管理软件,本章专门对集散系统在综合自动化中的应用进一步作了描述。第六章为 I/A S 系统应用实例。

本书适用于使用 I/A S 系统的工艺人员、仪表人员参考,也可供有关高等院校师生、科研工作者参考。

本书第一章、第五章由华东理工大学黄道教授编写。其余各章由四川化工总厂郑述平编写,由黄道教授对全书作了审核和修改。

目 录

第一章 集散控制系统概论	1
第一节 概述	1
第二节 集散控制系统特点和简介	4
第三节 I/A S 系统简介	9
第四节 发展与展望	23
第二章 节 点	29
第一节 I/A 系统的通讯网络	29
第二节 节点总线的类型	30
第三节 处理机组件	31
第四节 现场总线和现场总线组件	37
第五节 I/A 小系统	38
第六节 I/A 系统机柜	38
第三章 综合控制软件	40
第一节 概述	40
第二节 连续控制软件	40
第三节 梯形逻辑软件	58
第四节 顺序控制软件	59
第五节 综合控制应用实例	63
第四章 操作站	71
第一节 概述	71
第二节 硬件配置	71
第三节 菜单	75
第四节 显示系统软件	80
第五章 软件支持系统	108

第一节	操作系统软件	108
第二节	信息管理软件	111
第三节	集散系统在综合自动化中的应用和发展	119
第六章	应用实例	127
第一节	高压汽包液位控制系统	128
第二节	一段炉负荷控制系统	135
参考文献		144

第一章 集散控制系统概论

第一节 概 述

集散控制系统(Distributed Control System,简称DCS)是以满足现代大型工业生产和相互关系日益复杂的控制对象的要求为前提,从过程综合自动化的角度出发,研制出来的以微处理机为核心,与数据通讯系统、阴极射线管显示装置以及用于数据采集和控制的过程输入/输出接口相结合的新型控制系统。

集散控制系统的主要特性是它的集中管理和分散控制,而且,随着计算机技术的发展,网络技术已经使集散控制系统不仅主要用于分散控制,而且向着集成管理方向发展,系统的开发不仅使不同制造厂商的集散控制系统产品可以互相连接,而且使得它们可以方便地进行数据的交换,系统的开放也使第三方的软件可以很容易地在现有集散控制系统上应用,因此,集散控制系统早已在原有的概念上有了新的含义。集散控制系统由于其先进性、可靠性、灵活性、操作简单和良好的性能/价格比,已被广泛应用于化工、炼油、石油化工、造纸、冶金和纺织等工业领域。目前市场上流行的产品有FOXBORO公司的I/A S,Honeywell公司的TDC-3000LCN,横河公司的CENTUM-XL,CS系统,德国西门子公司的Teleperm M系统,美国的Fisher公司的Provox系统,ABB公司的Master系统等等。为了使集散控制系统应用得更好,对集散控制系统进行认真和细致的分析,进一步了解集散控制系统的选择、设计和应用的方法,是十分必

要的。

现今,生产 DCS 的厂家已达数百家之多,但从其构造原理与功能划分,可分为以下五个组成部分:基本控制单元,操作者接口,过程接口单元,管理计算机及通信总线系统。图1-1为系统基本组成框图。

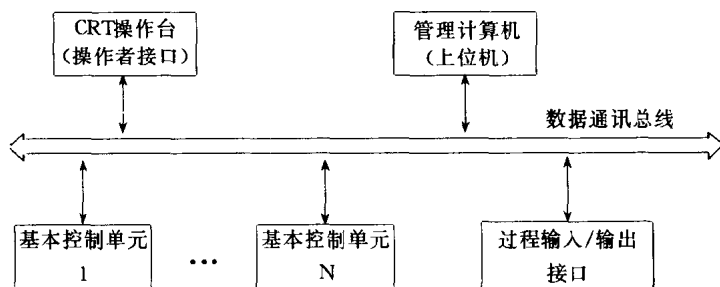


图 1-1 系统基本组成框图

1. 基本控制单元(控制站)

它相当于若干台常规模拟调节器,能够完成模拟调节器的全部运算及控制功能,它还具有丰富的控制算法软件资源,可通过软件组态的方式,灵活地构成满足不同要求的复杂控制系统。其作用是接受来自现场的 mA、mV、脉冲序列及接点信号等进行转换(模拟量—脉宽—数字量),再通过内部微处理机进行各种运算处理,经过输出转换后,再转换为标准的4~20mA 直流信号或接点信号,去操作各类执行器,以实现自动控制的目的。

基本控制单元通常由端子板、过程 I/O 接口、存储器、中央处理单元、显示和外围设备控制单元、通讯总线接口、电源装置等组成。

2. 操作者接口(操作站)

它是人与机器联系和过程进行对话的关键设备,主要用于操纵工艺生产过程,并监视工厂的运行状态及回路组态,调整回路参数(如 PID 值、设定点、极限报警值等)。通常,它由数据通讯总线接口、CRT 监视器、操作键盘、打印机及软盘驱动装置、磁带机等设备组成。

其中 CRT 监视器是一个带有微处理机及外围设备接口单元的智能显示装置,以分级显示的形式反映工厂的运行状态。分级显示的画面一般有总貌显示、组显示、单回路细目显示、历史趋势显示、在线流程图画面显示、报警显示等。操作者可通过操作键盘很方便地选择所希望显示的画面。现今不少 DCS 的操作站已广泛采用触摸屏操作,即可以直接用手指在屏幕上操作,以调出所希望的画面。

3. 过程输入/输出接口

该单元是带有微处理机的智能装置,主要用于采集过程信号,并将其变换到适合于系统数字通信所要求的信号格式,在有上位管理计算机的情况下,它可以用开关量和模拟信号的方式,向过程终端元件输出计算机的控制指令。

4. 管理计算机

管理计算机通过通信总线和系统中各智能单元,采集和索取各种数据信号,并综合下达诸如设定点控制(SPC)等各种高级命令,它可以执行工厂的集中管理和优化控制、程序控制、离线计算以及程序开发的特殊功能。管理计算机通常有可供用户进一步开发的高级语言软件,可完成有关工艺参数之间复杂的运算和数据分析工作。此外,管理计算机可配置专用的彩色 CRT 监视器,也可实现一机多屏方式显示操作站 CRT 监视器的全部内容。打印机可编制时、班、日、月等各类数据报表,如果需要还可以附加彩色拷贝机,以拷贝过程数据和工艺动态流

程图。

5. 数据通讯总线

数据通讯总线是一条同轴电缆或光导纤维,高速率地传送基本控制单元、过程输入/输出接口单元与显示操作站之间的数据,所以又称为数据高速公路。为了避免通信冲突,一般采用分时多路通信技术,其传输距离大多为 $1.5\sim 4.5\text{km}$ 。有些系统经过加设中继器,距离还会加长。通常,DCS 系统除了主通讯总线之外,还配置有冗余通讯总线,以提高信息传输的可靠性。

在通讯方面各个 DCS 制造商都有自己的特点,从而使不同 DCS 系统的单元之间难以交互使用。近年来,几家集散控制系统的主要制造商已共同认识到“不统一”所带来的弊端,并针对现场信号 $4\sim 20\text{mA}$ 已难以满足现代工业对仪表在精度、速度及成本方面更高的要求,由 IEC(国际电子技术委员会)自1985年开始着手“现场总线标准”的制定,并命名为“Fieldbus”,其重点工作是用数字信号取代 $4\sim 20\text{mA}$ 的模拟信号。在这样的统一标准下,各类现场单元不受制造厂商、型号等限制而易于互换。这显然将给用户带来极大的好处。近年来,“现场总线”的标准制定进展很快,现在“Fieldbus”的产品已经出现,这方面的工作将对 DCS 的进一步推广带来巨大的推动力,并使过程控制进入一个全新的阶段。

第二节 集散控制系统特点和简介

从基本设计思想看,控制分散,危险分散,而操作、管理集中是 DCS 的基本思想。即将控制功能相对地分散,而把信息集中进行管理,从而提高整个系统的可靠性和管理能力。

集散控制系统从结构上看,分级递阶的分布式结构,灵活易变,易扩展是 DCS 的基本特点。首先,它具有较强的分散功能,

各个局部系统都能独立工作,各个局部系统之间的信息通过高速数据总线进行通信。从控制系统的功能上看,集散控制系统大都表现出递阶控制思想,即整个系统分为优化控制管理级和过程控制级。在过程控制级主要完成对象基本控制要求,达到平稳操作的目标。而在优化控制管理级,完成各单元之间协调管理或实现控制点的优化工作,还可向更上一级的计算机系统(或网络)实现双向通信。

集散控制系统能被广泛应用的原因是它具有优良的特性。如它具有连接方便,采用软连接的方法还可使连接更容易更改,易于扩展。此外,它的显示方式灵活,显示内容多样,数据存储量大等优点,越来越受到人们的欢迎,在各行各业各个领域都得到了广泛应用。

一、分级递阶控制

集散控制系统是分级递阶控制系统。它在垂直方向或水平方向都是分级的。最简单的控制系统至少在垂直方向分为二级,即操作管理级和过程控制级。在水平方向上各个过程控制级之间是相互协调的分级,它们把数据向上送达操作管理级,同时接收操作管理级的指令,各个水平分级间相互也进行数据的交换,这样的系统是分级的递阶系统。集散控制系统的规模越大,系统的垂直和水平分级的范围也越广。现在常见到的 CIMS 是集散控制系统的一种垂直方向和水平方向的扩展。因此,从广义的角度来说,CIMS 是在管理级扩展的集散控制系统,它把操作的优化、自学习和自适应的垂直分层各级加入到集散控制系统,把计划、销售、管理、控制的各水平级综合在一起,因而有了新的内容和新的含义。目前来看,集散控制系统的管理级还只限于操作管理级。从集散控制系统的构成来看,分级递阶是它最基本的特征。

分级递阶系统的优点是各个分级具有各自的分工范围,相互之间可以协调,通常,它是由上一级来执行或完成这一协调任务。上下各分级间的关系通常是下面的分级把该级及比它更低的分级的数据送到上一级,由上一级根据生产的要求来进行协调,并给出相应的指令,通过通信系统把这些指令(数据)送到下层的各分级。在集散控制系统中,过程控制级采集过程的各种数据信息,把它们转换成相应的数字量。这些数据经过计算后输出到对应的执行机构上,经转换成为执行机构的输入信号,使执行机构动作。可以看到,在集散控制系统中,各个分级有各自的功能,完成各自的操作。它们之间既有分工又有联系,在各自的工作中完成各自的任务,同时它们相互协调,相互制约,使整个系统在优化的操作条件下运行。

与计算机直接数字控制系统相比,在计算机直接数字控制系统中,组成系统的某些部件的故障将造成整个系统的瘫痪。由于系统没有分级,因此,系统中的各个组成部分具有相同的等级。各级间的数据由同一个 CPU 进行处理,虽然可以进行优先级别的分配,但是系统的调整较不方便,而且由于没有分级,系统对可靠性的要求必定是大大提高,使得系统的危险性也相应增大。

二、分散控制

分散控制是集散控制系统的又一重要特点,分散是针对集中而言的。在计算机控制系统的应用初期,控制系统是集中式的,即一个计算机完成全部的操作监督和过程控制。

集散控制系统另一个名称为分散控制系统,分散的含义不仅包括分散控制,它还包含了其他意义。例如,人员分散、地域分散、功能分散、危险分散、设备分散和操作分散等。分散的根本目的在于使危险分散,并提高设备的可利用率。

集中式的计算机控制系统是在中央控制室集中控制的基础上发展而来。在中央控制室,各种过程的参数经检测、变送集中送到中央控制室,并在控制室的仪表盘上显示或记录,对要调节的参数则通过控制器的运算,输出信号到相应的执行机构。操作人员在中央控制室通过仪表盘上的仪表来监视和操作。这种集中控制的方式大大方便了操作,对过程参数的信息管理也有较好的效果。

但在一台计算机上把所有的过程信息的显示、记录、运算、转换等功能集中在一起,也产生了一系列的问题。首先是一旦计算机发生故障,将造成操作的全线瘫痪,其后果是十分危险的。为此,有人提出了危险加以分散的想法,冗余的概念也就产生了。但是,要采用一个同样的计算机控制系统来作为后备,无论从经济上还是从技术上都是行不通的。对计算机功能的分析表明,在过程控制级进行分散,把过程控制与操作管理进行分散是可能的和可行的。

随着生产过程规模的不断扩大,设备的安装位置也越来越分散,把大范围内的各种过程参数集中到一个中央控制室变得很不经济,而且操作也不方便。因此,地域的分散和人员的分散也提了出来。而人员的分散还与大规模生产过程的管理有着密切的关系。地域的分散和人员的分散也要求计算机控制系统与其相适应。在集中控制的计算机系统中,为了操作的方便,需要有几个操作用的显示屏与键盘,各个操作人员在各自的操作屏前操作,由于是在同一个计算机系统内运行,系统的中断优先级、分时操作等的要求也较高,系统还会出现因多个用户的中断而造成计算机的死机。操作的分散和多用户多进程的计算机操作系统的要求也因此提了出来。

分散控制系统则是解决集中计算机控制系统不足的有效途

径。同时,在实践中人们也在不断地改进分散控制系统的性能,使之更好地满足生产控制的需要。

三、自治和协调性

在集散控制系统中,分散控制装置是一个自治的系统,它的各个组成部分各自完成各自的功能,又能做到各自为政,相互之间互相有联系,数据信息相互交换,各种条件互相制约,但均在系统的协调下共同工作。如控制装置完成数据的采集、信号处理与计算及数据输出等功能;操作管理装置完成数据的显示、操作监视和操纵信号的发送等功能;通信系统则完成操作管理装置与分散过程控制装置间的数据通信。

由于整个系统是一个相互协调的系统,因此,虽然各个组成部分是自治的,但是,任何一个部分的故障也会对其他部分有影响。例如,操作站发生故障时,虽然此时控制站仍在有效地工作,但因操作站的故障使操作人员无法知道过程的实际运行情况;又如通信系统的故障会使数据传送出错;控制站的故障则使过程无法正常控制。但是有一点要指出的是,不同部件的故障对整个系统的影响的大小是不同的,例如控制站的故障有可能是致命的,所以,DCS的制造厂商对不同部件的可靠性设计也不相同。针对控制站而言,各制造厂商提出的平均无故障时间(MTBF)均要达到十万小时以上,使用户可以放心地选用。有些则采用冗余和热备份技术,即系统设计中包含有后备系统,且后备系统处于带电状态,一旦系统自诊断出某一部分有故障后,会极快地将故障系统切除,后备系统投入运行,这一过程是十分快捷、平滑、无扰地进行的。

在集散控制系统中,各个分散的自治系统是在统一集中管理和协调下各自分散工作的。

第三节 I/A S 系统简介

I/A S 系统是美国 FOXBORO 公司的集散控制系统产品,也是自 FOX-3(第一代计算机控制系统)到 FOXBORO 的 SPECTRUM(第二代计算机控制系统)后的第三代产品,前面两代已不再生产。I/A S 系统的推出在整个集散控制系统产品中是具有划时代意义的。I/A S 系统率先将通用计算机的思想引入集散控制系统,使其功能得到更大范围的拓宽,其他集散控制系统制造厂商则吸取了 I/A S 的合理思想,对各自的集散控制系统进行改进。可以说,I/A S 系统的推出,领导了整个 DCS 系统更新换代的潮流,使 DCS 获得了更大的发展,也更为用户所广泛采用。

I/A S 系统的全称是 Intelligent Automation Series,即智能自动化系列系统。图1-2为该系统的结构图。图1-2中符号说明如下:

AP:应用处理器	FBI:现场总线隔离器
COMM:通信处理器	TP:油罐处理器
WP:工作站处理器	DP:盘显示处理器
CP:控制处理器	BLI:宽带局域网接口
LP:行式打印机	PDS:盘显示站
PC:个人计算机	CLI:载波带局域网接口
IGI:仪表网间连接器接口	CIJP:彩式喷墨打印机
ABG: Allen-Bradley PLC 网 间连接器	PW:个人工作站
MDG:Modicon 网间连接器	760:760型单回路控制器
SSG:Spectrum 从站网间连接 器	M/T:鼠标或球标
	NBE:节点总线扩展器
	IU:接口单元

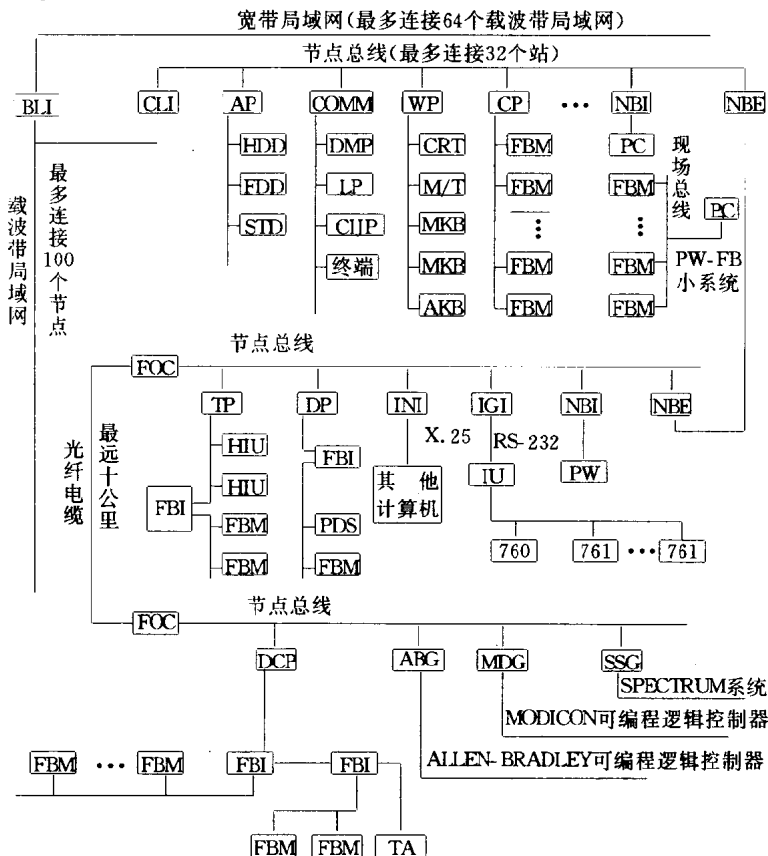


图 1-2 I/A S系统的结构图

DGP:冗余远程现场总线的控制处理器

AKB:工程师键盘

NBI:节点总线接口

FBM:现场总线模块

HDD:硬盘驱动器

TA:连接组件

STD:磁带机

FTD:软盘驱动器

FOC:光纤转换器

HIU:油罐静压接口单元

CRT:监视器

DMP:点阵打印机

MKB:操作员键盘

INI:信息网接口

761:761型单回路控制器

一、I/A S 系统构成

1. 通信系统

I/A S 系统的所有网络通信采用的通信标准均符合国际标准化组织(ISO)的开放系统互连(OSI)参考模型所规定的开放系统通信框架。因此,它是一个开放系统,它允许其他符合 OSI 模型的计算机系统、集散控制系统等直接并入网络。这为 I/A S 系统的扩展或与其他系统的联网提供了方便,也是 I/A S 系统与前两代产品相比很大的发展。

I/A S 系统的通信系统由四层形式的模块化网络组成。它们是宽带局域网、载波带局域网、节点总线和现场总线。

(1) 宽带局域网 I/A S 系统的宽带局域网(Broadband Local Area Network)符合 IEEE 802.4 通信协议,它采用令牌总线存取方式。传输速率为 10Mbps。通信媒体为半刚性同轴电缆(Semi-rigid coax)。可最多连接 64 个载波带局域网络。宽带局域网最大传输距离是 15km。它与载波带局域网之间采用宽带局域网接口连接。

(2) 载波带局域网 I/A S 系统的载波带局域网符合 IEEE802.4 通信协议,也采用令牌总线存取方式,但传输速率为 5Mbps。通信媒体有两种,一种是发泡塑料绝缘的同轴电缆,另一种采用共用电视天线同轴电缆 CATV,它们的特征阻抗均是 75Ω 。发泡绝缘材料的同轴电缆是半柔性的通信媒体,易于安装,但仅允许几个连接头和较短距离。而后者则可连接较多接头,且有较长距离。它最多可连接 100 个节点。最大传输距离是 2km。它与节点之间通过载波带局域网接口及 RG-6 支路电缆