

集散控制系统原理及应用

集散控制系统 原理及应用

俞金寿 何衍庆 编著

73.851

版社

化学工业出版社

73.851

408

京080字登第(京)

集散控制系统原理及应用

俞金寿 何衍庆 编著

31530/01

化学工业出版社

北京

(京)新登字039号

集散控制系统原理及应用

图书在版编目 (CIP) 数据

集散控制系统原理及应用/俞金寿,何衍庆编著. —北京:
化学工业出版社, 1995

ISBN 7-5025-1529-1

I.集… I.①俞… ②何… II.集散控制-集散系统(自
动化) N.TP271

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第05817号

出版发行: 化学工业出版社 (北京市朝阳区惠新里3号)

社长: 傅培宗 总编辑: 蔡剑秋

经 销: 新华书店北京发行所

印 刷: 北京朝阳区东华印刷厂

装 订: 三河新集装订厂

版 次: 1995年8月第1版

印 次: 1995年8月第1次印刷

开 本: 787×1092¹/₁₆

印 张: 15³/₄

字 数: 391千字

印 数: 1—4000

定 价: 25.00元

前 言

自70年代中期第一套集散控制系统在工业控制领域应用以来,集散控制系统已经发展成为工业生产过程自动控制装置的主流。随着计算机技术、通信技术、控制技术、大规模集成电路技术、显示技术、软件技术以及其他高新技术的应用和发展,集散控制系统也得到了飞速的发展。各制造厂商相继推出或更新各自集散控制系统产品,产品的应用范围遍及工业控制领域的各个行业。显然,这些集散控制系统的型号各不相同,应用的行业和规模也各不相同,但是,它们的基本构成和功能、操作方法和与外部的连接要求等性能是具有同一性的。为了适应工业控制发展的需要,本书结合集散控制系统的应用经验,从集散控制系统的基本性能和基本操作出发,分析和讨论它们的共性和差别、工程设计和系统选型等问题。

本书共分八章。第一章概述讨论了集散控制系统的特点,它的过去、现在和发展趋势。第二章讨论集散控制系统的构成,介绍了五种典型集散控制系统产品的构成,并且分析了分散过程控制装置的构成。第三章介绍集散控制系统的性能指标,讨论了集散控制系统的评估和选型。第四章分析和讨论集散控制系统的常规算法和各种高级的控制算法。第五章介绍集散控制系统的显示和操作。第六章介绍集散控制系统中数据通信的有关概念和通信协议、网络标准。第七章介绍集散控制系统的工程设计符号,讨论了工程设计中的有关问题。第八章介绍典型集散控制系统在工业控制领域的应用实例。

当前,介绍集散控制系统的教材和书籍不少,但是大多数书本成为某些集散控制系统的产品介绍,较少讨论集散控制系统的共性和工程应用方面的问题。为此,本书在编写时注意了这方面的需要,并且介绍了有关工程应用的实际经验。

本书由何衍庆、俞金寿编著。本书的编写工作得到了蒋慰孙教授的关心和指导,孙辛己、沈伟愿、朱灵、陆明皓、王增增、梁靖国、杨伽茵、王铁国、王红彪等先生提供了大量的技术资料和帮助,王朋、何乙平、冯保罗、钱辛生等先生给予了技术支持,章莉华、范秀兰、陈军、何展敏等先生为本书做了大量的制图和抄写工作,在此一并表示诚挚的感谢!

由于编者的水平所限,加上编写的时间仓促,书中难免存在错误和不当,敬请读者批评指正。

编者

1994年3月

目 录

第一章 概述	1
第一节 集散控制系统的基本概念	1
一、集散控制系统的发展历史	1
二、集散控制系统的基本结构	3
三、开放系统	4
第二节 集散控制系统的特点	4
一、分级递阶控制	4
二、分散控制	5
三、自治和协调性	6
第三节 集散控制系统的展望	6
一、系统的硬件	7
二、系统的软件	8
三、标准化	9
第二章 集散控制系统的构成	10
第一节 集散控制系统的构成方式	10
一、集散控制系统的各层功能	10
二、集散控制系统的基本构成	12
第二节 集散控制系统的构成要素	13
一、集散控制系统的结构特征	13
二、集散控制系统的结构分类	17
第三节 典型集散控制系统的构成实例	18
一、TDC-3000系统	18
二、CENTUM-XL系统	33
三、I/A S系统	42
四、PROVOX系统	53
五、MASTER系统	57
第四节 分散过程控制装置的构成	61
一、分散过程控制装置的类型	61
二、分散过程控制装置的构成特点	62
第三章 集散控制系统性能指标的评估	64
第一节 招标文件的编制	64
一、编制前的准备工作	64
二、招标文件的编制	64
第二节 集散系统的可靠性	66
一、可靠性	66

02164

二、提高可靠性的途径	70
第三节 集散系统的易操作性	73
一、操作透明度	74
二、易操作性	74
第四节 集散系统的可组态性	78
一、组态	78
二、组态语言	84
第五节 集散控制系统的其他性能指标	87
一、可扩展性	87
二、实时性	89
三、环境适应性	92
四、经济性	94
第六节 集散控制系统的评估和选型	96
一、集散控制系统评估和选型的步骤	96
二、集散系统评估的方法	96
第四章 集散控制系统的控制算法	99
第一节 PID控制算法	99
一、理想PID控制算法	99
二、控制度和采样周期	100
三、理想PID控制算法的改进	101
第二节 选择性控制系统	104
一、超驰控制系统	104
二、测量信号的选择性系统	106
三、实现带有逻辑运算规律的选择性系统	106
第三节 前馈控制	106
一、前馈控制	106
二、前馈补偿装置及控制算法	108
三、前馈控制系统实施中的若干问题	110
第四节 解耦控制	110
一、系统的关联分析	110
二、串接解耦控制	112
第五节 时滞补偿控制	114
一、史密斯预估补偿控制方案	114
二、增益自适应时滞补偿器	115
三、观测补偿器控制方案	116
第六节 推断控制	117
一、采用计算指标的控制	117
二、反馈推断控制	119
三、前馈性推断控制	120
第七节 预测控制	121

第八节 自适应控制	125
一、简单自适应控制系统	126
二、模型参考型自适应控制系统	127
三、自校正控制系统	128
第九节 顺序控制	129
一、顺序控制的基本概念	129
二、梯形逻辑图及其编制方法	132
三、程序条件的编制	134
第十节 计算机优化控制	136
一、目标函数	136
二、过程优化模型	137
三、约束	138
四、最优化方法	139
五、应用实例	141
第五章 集散控制系统的操作和显示	144
第一节 集散控制系统的操作方式	144
一、仪表盘操作方式	144
二、CRT操作方式	146
第二节 显示画面	158
一、显示画面的分层结构	158
二、概貌显示画面	160
三、过程显示画面	161
四、仪表面板显示画面	161
五、操作点显示画面	162
六、趋势显示画面	162
七、报警显示画面	164
八、电子表格	165
九、系统显示画面	165
十、显示画面的动态效果	166
第六章 集散控制系统的通信	167
第一节 数据通信的基本概念	167
一、计算机网络和局部网络	167
二、数据通信	168
三、通信媒体共享技术	170
四、通信交换技术	172
五、差错控制	173
六、网络拓扑	175
第二节 集散控制系统中的网络标准	176
一、集散控制系统中通信网络的特点	176
二、OSI参考模型	177

三、PROWAY工业过程控制用数据公路标准	180
四、MAP制造自动化协议	180
五、现场总线标准	181
第三节 集散控制系统中应用的网络协议	182
一、以太网(Ethernet)	182
二、RS-232C标准接口	184
三、IEEE802.3通信协议	187
四、IEEE802.4通信协议	189
五、IEEE802.5通信协议	192
六、IEEE802.2通信协议	192
七、IP网际通信协议	193
第七章 集散控制系统的工程设计	197
第一节 图形符号和文字符号	197
一、功能图描述符号	197
二、分散控制、共用显示、逻辑和计算机系统的设计符号	197
三、过程显示图形符号和文字符号	201
四、应用示例	202
第二节 集散控制系统的工程设计	215
一、施工图设计的基本程序	215
二、工程设计中的相互关系	217
三、集散控制系统工程设计中的若干问题	219
第八章 集散控制系统应用实例	225
第一节 TDC-3000系统在大型炼油厂的应用	225
一、硬件配置	225
二、系统的软件配置	226
三、控制系统分析	227
第二节 CENTUM系统在乙烯生产过程中的应用	228
一、集散控制系统的主要配置和功能	228
二、裂解炉控制系统	229
第三节 PROVOX系统在纯碱生产过程中的应用	232
一、概述	232
二、硬件配置和系统软件	232
三、主要控制系统	234
第四节 I/A S系统在涤纶短纤维生产过程中的应用	236
一、系统配置	236
二、硬件的类型及功能	237
三、控制系统分析	237
四、系统组态	239
第五节 MASTER系统在制药工业发酵过程的应用	239
一、工艺过程概述	239

二、集散控制系统的配置.....	240
三、主要控制系统的配置.....	241
参考文献.....	242
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	
22.	
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	
30.	
31.	
32.	
33.	
34.	
35.	
36.	
37.	
38.	
39.	
40.	
41.	
42.	
43.	
44.	
45.	
46.	
47.	
48.	
49.	
50.	
51.	
52.	
53.	
54.	
55.	
56.	
57.	
58.	
59.	
60.	
61.	
62.	
63.	
64.	
65.	
66.	
67.	
68.	
69.	
70.	
71.	
72.	
73.	
74.	
75.	
76.	
77.	
78.	
79.	
80.	
81.	
82.	
83.	
84.	
85.	
86.	
87.	
88.	
89.	
90.	
91.	
92.	
93.	
94.	
95.	
96.	
97.	
98.	
99.	
100.	

第一章 概 述

第一节 集散控制系统的基本概念

集散控制系统 (Total Distributed Control System)是以微处理器为基础的集中分散型控制系统。自70年代中期第一套集散控制系统问世以来,集散控制系统已经在工业控制领域得到了广泛的应用,越来越多的仪表和控制工程师已经认识到集散控制系统必将成为过程工业自动控制的主流,在计算机集成制造系统CIMS(Computer Integrated Manufacturing System)或计算机集成作业系统CIPS(Computer Integrated Production System)中,集散控制系统将成为主角,发挥它们的优势。

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,而且向着集成管理的方向发展,系统的开放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方便地在现有的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。我国已引进的不同型号集散控制系统的数量多达几百套,应用的工业控制领域也已遍及石油化工、冶金、炼油、建材、纺织、制药等各行各业。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,研究集散控制系统的共性和各个制造厂商产品的不同点,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。

一、集散控制系统的发展历史

集散控制系统是1975年首先由美国霍尼威尔(HONEYWELL)公司推出的。由于当时过程工业控制应用中采用模拟电动仪表控制系统难于解决有关的控制问题,采用计算机的直接数字控制也难以克服,它们是:

(1) 生产过程规模的不断扩大,使得中央控制室的仪表数量越来越多,操作人员对过程的监视和操作的要求也越来越高,原有的模拟仪表难以胜任;

(2) 仪表技术和其他高新技术一样,发展的速度很快,更新换代的周期越来越短,工业技术的发展要求仪表控制系统能适应它们发展的需要;

(3) 当时计算机已经在工业控制领域开始应用,它具有的数字化控制算法使控制系统的实施变得方便,更改也十分容易,但是,由于它的价格很贵,采用的是直接数字控制DDC(Direct Digital Control)或监督计算机控制SCC(Supervisory Computer Control),因此,如何把因计算机的故障造成的危害减小,使危险分散,成为应用计算机控制系统首要解决的问题;

(4) 集中和综合的操作和监督要求对全厂、各车间和工段级的控制和操作有相应的数据通信联系,它不仅要求有大量的数据传递,也要求有高速的数据传输速率。

HONEYWELL公司的TDC-2000正是在这种情况下推出的。它的基本思路是:

首先,把集中的计算机控制系统分解为分散的控制系统,为此,应该有专门的过程分散控制装置,它们在过程控制级各自完成过程中的部分控制和操作。

其次,从模拟电动仪表的操作习惯出发,应开发人-机间良好的操作界面,用于操作人员的操作监视。

最后,为了使操作站与过程控制装置之间建立数据的联系,应建立数据的通信系统,使数据能在操作人员和生产过程间相互传递。

为此,在系统的硬件和软件上都进行了深入的研究,通过计算机技术(Computer)、控制技术(Control)、通信技术(Communication)和显示技术(CRT)的结合,进入了仪表控制系统的新起点。

TDC-2000的推出,为其他的制造厂商指明了方向。以生产模拟电动仪表为主的仪表制造厂沿着HONEYWELL的研究方向,在常规控制方面进行了深入的研究,形成了第一种DCS的特色,即在常规控制方面见长。以生产继电器、开关等逻辑器件为主的制造厂在逻辑控制、顺序控制方面发挥了他们的特长,在可编程逻辑控制器的研究基础上向DCS发展,形成了第二种DCS的特色,它们在逻辑控制方面有明显的优势。以生产计算机、半导体和集成电路为主的制造厂则在数据通信、计算机技术等方面进行了深入的研究,并向DCS发展,形成了第三种DCS的特色,它们在通信、显示、内存、运算速度、网络等方面发挥了特长。

当时,DCS还在初创阶段,产品还是集散控制系统的雏形。但是,系统已经包括了DCS的三大组成部分,即分散过程控制装置、操作管理装置和数据通信系统。它也有了DCS的基本特点,即集中管理、分散控制。

当时DCS产品的类型有:HONEYWELL公司的TDC-2000;TAYLOR公司的MOD3;FOXBORO公司的SPECTRUM;横河公司的CENTUM;西门子公司的TELEPERM M;肯特公司的P4000等。

随着半导体技术、显示技术、控制技术、网络技术和软件技术等高新技术的发展,集散控制系统也得到了飞速的发展。第二代集散控制系统的主要特点是系统的功能扩大或者增强,例如,控制算法的扩充;常规控制与逻辑控制、批量控制相结合;过程操作管理范围的扩大,功能的增添;显示屏分辨率的提高;色彩的增加;多微处理器技术的应用等。而一个明显的变化是数据通信系统的发展,从主从式的星形网络通信转变为对等式的总线网络通信或环网通信。但是,各制造厂的通信系统各自为政,在不同制造厂集散控制系统间通信存在一定的困难。这个时期内,各制造厂的集散控制系统产品有了较大的改进,在各行各业的应用越来越多,人们对集散控制系统已经从知之甚少发展到不仅能应用而且能开发。在第二代集散控制系统中,通信系统已采用局域网络,因此,系统的通信范围扩大,同时,数据的传送速率也大大提高。典型的集散控制系统产品有HONEYWELL公司的TDC-300;TAYLOR公司的MOD300;BAILEY公司的NETWORK-90;西屋公司的WDPF;ABB公司的MASTER;LEEDS & NORTHROP公司的MAX1等。

美国FOXBORO公司在1987年推出的I/A S系统标志着集散控制系统进入了第三代。它的主要改变是在局域网络方面,I/A S系统采用了10兆位/秒的宽带网与5兆位/秒的载带网,符合国际标准组织ISO的OSI开放系统互联的参考模型。因此,在符合开放系统的各制造厂产品间可以相互连接、相互通信和进行数据交换,第三方的应用软件也能在系统中应用,从而使集散控制系统进入了更高的阶段。紧随其后,各DCS的制造厂也纷纷推出了各自的第三代DCS产品,例如,HONEYWELL公司带有UCN网的TDC-3000;横河公司的带有SV-NET网的CENTUM-XL;LEEDS & NORTHROP公司的MAX1000;BAILEY公司的INFO-90等。

从第三代集散控制系统的结构来看，由于系统网络通信功能的增强，各不同制造厂的产品能进行数据通信，因此，克服了第二代集散控制系统在应用过程中出现的自动化孤岛等困难。此外，从系统的软件和控制功能来看，系统所提供的控制功能也有了增强，通常，系统已不再是常规控制、逻辑控制与批量控制的综合，而是增加了各种自适应或自整定的控制算法，用户可在对被控制对象的特性了解较少的情况下应用所提供的控制算法，由系统自动搜索或通过一定的运算获得较好的控制器参数。同时，由于第三方应用软件可方便地应用，也为用户提供了更广阔的应用场所。

图1-1是集散控制系统与仪表、计算机控制系统的发展史图。

随着计算机技术、通信技术、显示技术、半导体集成技术、控制技术、表面安装技术及其他高新科学技术的发展，集散控制系统也将得到发展，并发挥更大的效益。

二、集散控制系统的基本结构

虽然集散控制系统的发展已经经历了三代，但是，从它的基本结构来看，它们有相同的特性，在研究和分析各制造厂的众多产品时，既要了解各自产品的个性，也要了解它们的共性。在了解共性的基础上，分析它们各自的个性，可以达到事半功倍的效果。下面是集散控制系统的三大基本部分。

(1) 分散过程控制装置

分散过程控制装置是集散控制系统与生产过程间的界面，生产过程的各种过程变量通过分散过程控制装置转化为操作监视的数据，而操作的各种信息也通过分散过程控制装置送到执行机构。在分散过程控制装置内，进行模拟量与数字量的相互转换，完成控制算法的各种运算，对输入与输出量进行有关的软件滤波及其他的一些运算。

(2) 操作管理装置

操作管理装置是操作人员与集散控制系统间的界面，操作人员通过操作管理装置了解生产过程的运行状况，并通过它发出操作指令给生产过程。生产过程的各种参数在操作管理装置上显示，以便于操作人员监视和操作。

(3) 通信系统

分散过程控制装置与操作管理装置之间需要有一个桥梁来完成数据之间的传递和交换，这就是通信系统。

有些集散控制系统产品在分散过程控制装置内又增加了现场装置级的控制装置和现场总线的通信系统；有些集散控制系统产品则在操作管理装置内增加了综合管理级的控制装置和相应的通信系统。这些集散控制系统使系统的分级增加，系统的通信系统对不同的装置有不同的要求，但是，从系统总的结构来看，还是由三大部分组成的。

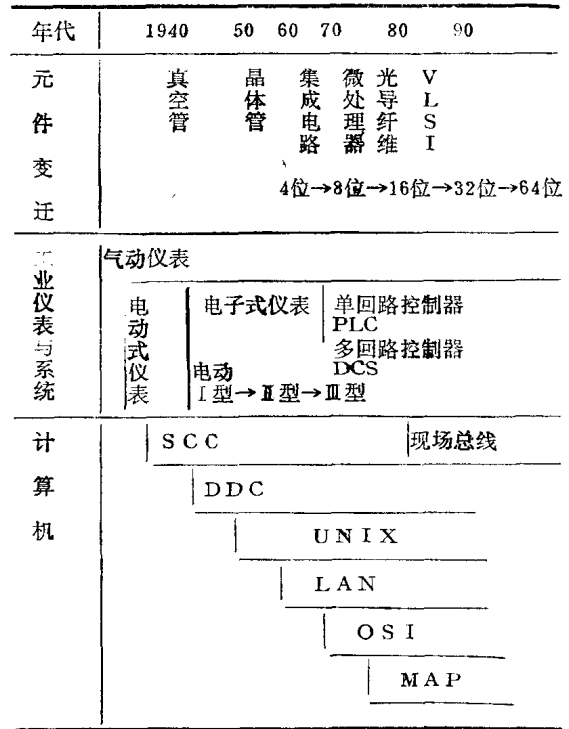


图 1-1 集散控制系统与仪表、计算机系统的发展史

三、开放系统

开放系统是第三代集散控制系统的主要特征。开放系统的定义还未统一,根据X/OPEN协会的定义,开放系统是以规范化与实际存在的接口标准为依据而建立的计算机系统、网络系统及相关的通信系统,这些标准可为各种应用系统的标准平台提供软件的可移植性、系统的互操作性、信息资源管理的灵活性和更大的可选择性。作为第三代集散控制系统的标志,开放系统已渐为人知。

开放系统的基本特征是:

(1) 可移植性 (Portability)

第三方的应用软件能很方便地在系统所提供的平台上运行,有时可能有小的修改,但从系统的应用来看,各个制造厂集散控制系统的软件有了可相互移植的可能。但是,软件的可移植性也带来了安全性的问题,为此,应有相应的安全措施。

可移植性能保护用户的已有资源,减少应用开发、维护和人员培训的费用。可移植性包括程序可移植性、数据可移植性和人员可移植性。

(2) 互操作性 (Interoperability)

网络上的各个节点,例如,操作监视站、分散过程控制站等,由于网络的连接,使得在网络上其他节点的数据、资源和处理能力等被它所应用。

开放系统的互操作性指不同的计算机系统与通信网互相连接起来;通过互连,能正确有效地进行数据的互通;并在数据互通的基础上协同工作,共享资源,完成应用的功能。

集散控制系统在现场总线标准化后,将使符合标准的各种检测、变送和执行机构的产品可以互换或替换,而不必考虑该产品是否是原制造厂的产品。

(3) 可适宜性 (Scalability)

系统对计算机的运行要求变得更为宽松,在某些较低级别的系统中能运行的应用软件也能在高级别的系统中运行,反之,系统软件版本高的能适用于版本低的系统。

(4) 可得到性 (Availability)

系统的用户可对产品进行选择,而不必考虑所购买的产品能不能用在已购的系统上。由于各制造厂的产品具有统一的通信标准,因此,对用户来说,选择产品的灵活性得到增强。

为了实现系统的开放,对系统的通信系统也有了更进一步的要求,即通信系统应符合统一的通信协议。国际标准化组织对开放系统互连已提出了一个参考模型,即OSI参考模型。在此基础上,各有关组织已提供了几个符合标准模型的国际通信标准,例如,MAP制造自动化协议、IEEE802通信协议等,在集散控制系统中已得到了应用。

第二节 集散控制系统的特点

集散控制系统能被广泛应用的原因是它具有优良的特性。与模拟电动仪表比较,它具有连接方便、采用软连接的方法连接容易更改、显示方式灵活、显示内容多样、数据存储量大等优点;与计算机集中控制系统比较,它具有操作监督方便、危险分散、功能分散等优点。因此,在各行各业各个领域得到了应用。

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。最简单的集散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、自学习和自适应的各垂直级加入到集散控制系统中；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，集散控制系统把管理级仅限于操作管理级，单从系统的构成来看，分级递阶是它的基本特征。

分级递阶系统的优点是各个分级具有各自的分工范围，相互之间有协调，通常，这种协调是通过上一分级来完成的。上下各分级的关系通常是下面的分级把该级及它下层的分级数据送到上一级，由上一级根据生产的要求进行协调，并给出相应的指令即数据，通过数据的通信系统，把数据送到下层的有关分级。在集散控制系统中，过程控制级采集过程的各种数据信息，把它们转换成数字量。这些数据经过计算获得作用到执行机构的数据输出量，然后，经转换为执行机构的输入信号，送到执行机构去。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。

与模拟电动仪表相比，模拟电动仪表相互间的协调和制约较难解决，系统控制方案的更新也较为困难，各级的相互联系虽然可通过信号的串联或并联来完成，但是它受到输出阻抗和输出功率的限制，并且联系的更改十分困难。

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，但是系统的调整是较不方便的。正因为没有分级，系统的可靠性要求必然需要大大提高，而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另一特点，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的控制。

国外对集散控制系统常称为分散控制系统，即DCS。其原因是把分散控制放在十分重要的位置。分散的含义不单是分散控制，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、设备分散及操作分散等。分散的目的是为了使危险分散，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。

计算机的出现使人们自然而然地把它应用到过程的控制领域，集中控制式的计算机控制系统因此而产生。由于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，将造成过程操作的全线瘫痪，为此，危险分散的想法就提了出来，冗余的概念也产生了。但是，要采用一个同样的计算机控制系统作为原系统的后备，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，各个操作人员在各自的操作屏进行操作，由于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提了出来。

通过分析和比较，人们认识到分散控制系统是解决集中计算机控制系统不足的较好的途径。同时，在实践中，人们也在不断地改善分散控制系统的性能，使它成为过程控制领域的一支主流。

三、自治和协调性

集散控制系统的各组成部分是各自为政的自治系统，它们各自完成各自的功能，相互间又有联系，数据信息相互交换，各种条件相互制约，在系统的协调下工作。

在集散控制系统中，分散过程控制装置是一个自治的系统，它完成数据的采集、信号处理、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。集散控制系统的各部分是各自独立的自治系统，但是，在系统中它们又是互相协调工作的。

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，操作管理装置的故障将使操作人员无法知道过程的运行情况；通信系统的故障会使数据传送出错；过程控制装置的故障使系统无法正常工作。应该指出，不同部件的故障对整个系统影响的大小是不同的，为此，在集散控制系统的选型和系统配置时应考虑重要的部位设置较高可靠性的部件或有必要的冗余措施等。

分散的基础是被分散的系统应是自治的系统。递阶分级的基础是被分级的系统是相互协调的系统。

在集散控制系统中，分散的内涵是十分广泛的。分散数据库、分散控制功能、分散数据显示、分散通信、分散供电、分散负荷等，它们的分散是相互协调的分散，因此，在分散中有集中的数据管理、集中的控制目标、集中的显示屏幕、集中的通信管理等等，为分散作协调和管理。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 集散控制系统的展望

集散控制系统的问世标志着仪表计算机控制系统已经进入了一个新的历史时期。在短短的二十年中，集散控制系统已经经历了三个更新换代的变迁，系统的功能不断完善，与外部系统的联结变得方便，系统的可靠性、可操作性和其他性能得到了改善，已经为各行各业的人员所接受，并发挥着越来越大的作用，向着更广更深的层次发展，成为工业领域具有举足轻重的应用装置。

从集散控制系统的发展历史来看，集散控制系统的每个发展都与某些高新技术的发展有关。例如，局域网络技术的发展产生了第二代的集散控制系统，开放系统产生了第三代集散控制系统。可以说，集散控制系统的发展是其他高新技术发展的产物，它的发展也推动了其他高新技术的发展。

集散控制系统将向着两个方向发展，一个方向是向着大型化的CIMS计算机集成制造系统、CIPS计算机集成过程系统发展，另一个方向则是向着小型化的方向发展。

一、系统的硬件

集散控制系统硬件的发展与半导体集成技术、数据存储技术、通信技术等高新技术的发展有着密切的关系。

集散控制系统的主机系统将采用工作站；系统的结构将是客户机/服务器（Client/Server）的结构；系统的通信网络将是开放系统的网络。

（1）开放结构的工作站

工作站采用一系列新技术和新体系，在图形图象处理、人工智能和软件工程、计算机辅助设计和制造、工业领域的过程控制和管理等领域有着微型机和小型机不能替代，大型机不便替代的特点。

工作站通常采用32位到64位的RISC微处理器组成。在集散控制系统中，工作站具有下列特性：

- ① 整体运算速度高。
- ② 存储容量大。
- ③ 配置图形子系统及高分辨率显示器，图形功能强，显示和图形处理速度快。
- ④ 采用基于X-Windows的图形用户界面(GUI)。
- ⑤ 开放系统的网络体系。
- ⑥ 采用多任务、多用户的UNIX操作系统或其改进的版本。系统是开放的，可为第三方的应用软件移植提供良好的界面。
- ⑦ 良好的安全保护系统。
- ⑧ 友好的人-机界面。
- ⑨ 实时性。

（2）现场总线

现场总线是集散控制系统向着全数字化系统发展的结果，也是集散控制系统向下开放的产物。它为系统的互操作性提供了基础，是系统开放的一个重要的方面。

现场总线的应用需要有统一的通信标准，要有实现这个标准的有关硬件和软件的支持。现场总线的应用将是集散控制系统发展的必然趋势。在现场总线的应用研究方面也已取得了一定的进展。

① 现场总线的国际标准。

应用现场总线的主要目的是为了减少模拟控制连接线的费用，提供仪表设备的远程校验，进行现场仪表的诊断，对多台同一现场总线上连接的设备进行数据的通信及不同制造商产品的互操作性。仪表设备的智能化也是现场总线应用的一个重要前提。

对现场总线的要求因应用条件的不同而不同，因此，对现场总线标准的制订提出了适用性的要求。

各制造厂商对现场总线标准的制订也在施加一定影响，它们希望自己研制的现场总线标准为国际标准化组织确认，成为国际标准。而应用的单位由于已经有大量的电动仪表运行在现场，对现场总线标准的制订采取了消极的态度。尽管现场总线标准还未公布，但现场总线的通信协议采用OSI参考模型的第一、二和第七层的结构已基本确定。现场总线的网络结构采用两种方法，即星形的主从式结构和总线式结构也已确定。网络拓扑结构可以是星形、树

形、桥形或环形等。

现场总线标准的制定已有了可喜的进展，国际上的两大组织SP50和WORLDVIP已有了合作的意向，并开始了有意义的工作。

② 现场总线的实验研究。为实施现场总线，不少半导体集成芯片的制造厂商对现场总线的集成芯片进行了研制，并已有相应的芯片问世。

现场总线的实验包括现场总线芯片的实施、硬件和软件的实现等一系列的实验，它们是互相有联系的，而且互相受到制约。例如，传输速率和传输的距离；信号的强度和信噪比；通信系统的吞吐量和传输速率等等。

(3) 开放的网络系统

集散控制系统将是开放系统，它具有开放系统的特征，系统具有可操作性，可以互相联接，可以共享系统的资源，可以运行第三方的软件等。

开放系统的网络应符合国际标准的通信协议和规程。在集散控制系统中已经采用的国际通信标准有IEEE802、PROWAYC和MAP等。

IEEE802局域网通信标准有几个分协议。例如，IEEE802.2是逻辑链路控制协议；IEEE802.3、IEEE802.4和IEEE802.5分别是媒体存取控制协议；PROWAY是过程控制数据通信协议；MAP则是制造自动化协议。这些标准化的通信协议和规程是集散控制系统成为开放系统的根本。光导纤维通信技术在集散控制系统中也得到了应用。

(4) 数字仪表综合化

数字仪表的一个重大优点是能实现包括计算机在内的控制系统的阶层化，同时，容易实现区域上大范围的控制。由于数字仪表这一阶层实现了数据采集、控制功能运算、操作监视、报警和控制，一些仪表还包括了高级的控制算法，使计算机的处理功能和范围发生了变化，同时，数字仪表的综合化也使通信系统的功能得到下延，在仪表级采用数字通信可以大大节约现场的接线和安装费用，现场信号可以用同轴电缆传送到上一级，使仪表系统向综合化方向发展。

二、系统的软件

集散控制系统的软件与系统的硬件相适应。软件系统的发展与图形处理技术、显示技术、控制技术等高新科学技术的发展有着密切的关系。

1. 采用多任务多用户的UNIX操作系统。从发展的观点来看，UNIX系统将会改进，使得它的实时性更好，应用更方便。系统将向CIMS或CIPS发展。

2. 引入人工智能。在集散控制系统中引入人工智能包括：

(1) 采用智能变送器、智能控制器和智能执行机构等智能仪表。仪表具有自诊断的功能，容易在现场或控制室方便地调校，量程的范围可以很大，并能在恶劣的工业环境工作。

(2) 采用智能控制算法。在集散控制系统中采用综合控制软件，它把常规控制、逻辑顺序控制和批量控制的算法结合在一起，从而使用户方便地应用该软件完成较复杂的控制算法。另一方面是在集散控制系统中采用了人工智能、专家系统、神经网络及其他高级控制算法。

(3) 采用管理、调度等优化软件包。由于系统的开放，为第三方的优秀软件的移植提供了方便。

3. 功能完善和增强。在集散控制系统、可编程逻辑控制器和遥测遥控系统之间分界将变得不明显。DCS中的控制算法将有常规控制算法、逻辑顺序控制算法和批量控制算法等，