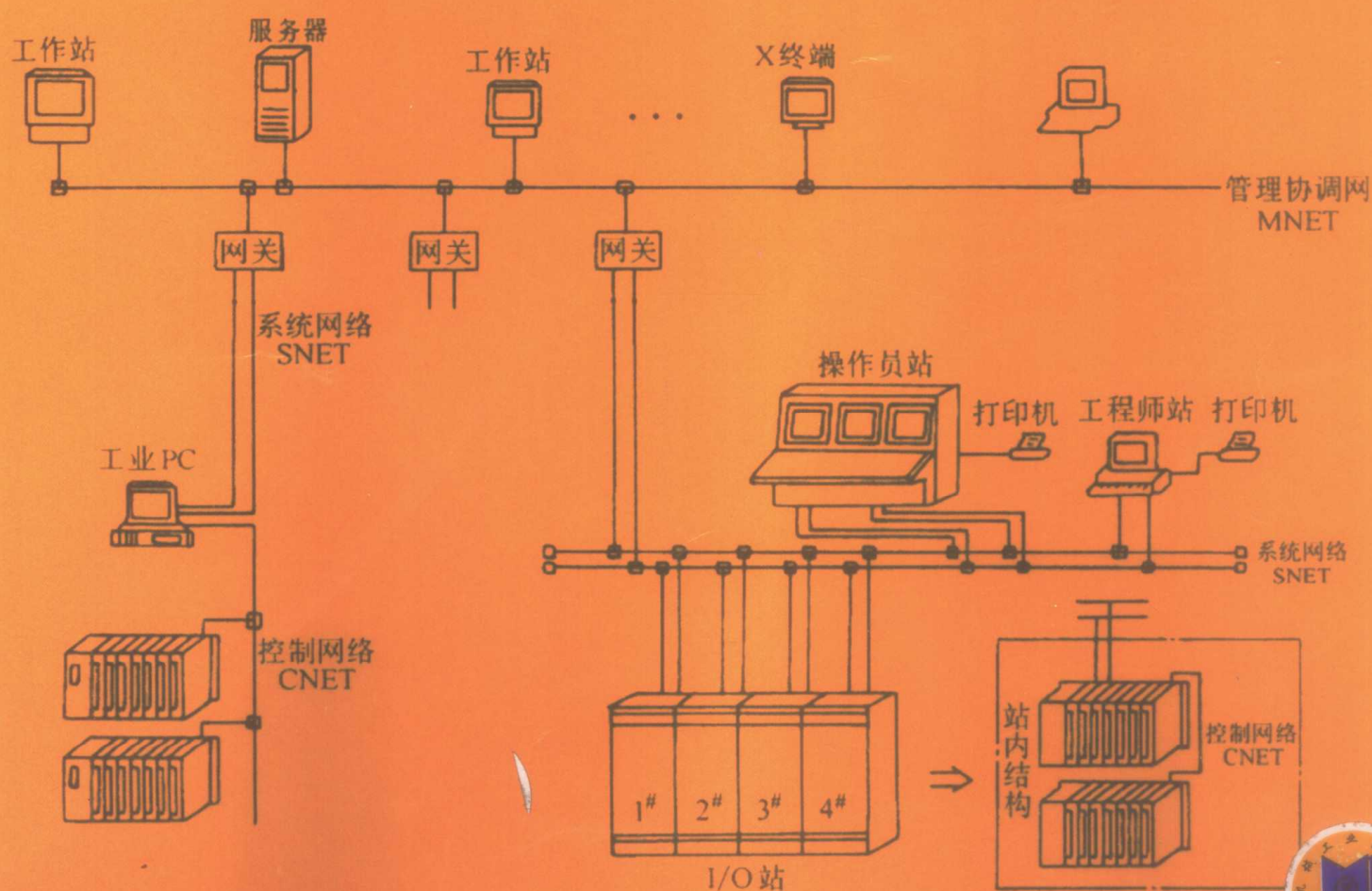


● 信息化带动工业化实用技术丛书

集散型控制系统 应用技术与实例

Jisanxing Kongzhi Xitong Yingyong Jishu Yu Shili

袁任光 编著



信息化带动工业化实用技术丛书

集散型控制系统 应用技术与实例

袁任光 编著



机械工业出版社

集散型控制系统(DCS)的实质是利用计算机技术对生产过程进行集中监控、操作、管理和分散控制的一种新型的控制技术,是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、网络通信技术和人机接口技术相互发展和渗透而产生的。自从1975年出现以来,它具有显著的优越性和很强的生命力,随着微电子技术的迅速发展,目前已出现控制功能更强的第三代DCS产品。集散型控制系统适用于固体废物焚烧发电、电力、化工、石油、造纸等流程工业,也适用于冶金、食品、玻璃、半导体、纺织等间隙过程工业。

本书主要包括:DCS概述和选用方法;国内外部分DCS产品的技术性能、选用方法和应用实例的介绍;DCS在固体废物焚烧发电、电力、炼油、冶金等行业的应用实例,重点介绍目前国内正在兴起的固体废物焚烧发电技术,供有关环保工程的管理干部和技术人员参考;书后附录有PLC在电厂锅炉控制系统中的应用、PROFIBUS过程现场总线和固体废物焚烧发电厂主要设备英中文对照表。

本书着重于实用性,主要介绍国内外部分DCS产品的技术性能、选用方法和应用事例。可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用,适合于大学、大专院校、电视大学、业余大学、技术职业教育学院和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器、机电一体化、电力工程及自动化、电工与电子技术、电气运行与控制、机电技术与应用、工业自动化和环保工程等专业的师生参考,也可作为有关专业人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

集散型控制系统应用技术与实例/袁任光编著. 北京:机械工业出版社,2003.3

(信息化带动工业化实用技术丛书)

ISBN 7-111-11703-4

I. 集… II. 袁… III. 集散系统-基本知识 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第010646号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:舒莹 版式设计:张世琴

责任校对:姚培新 封面设计:张静 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003年4月第1版·第1次印刷

890mm×1240mm A4·19.25印张·1插页·626千字

0 001—4 000册

定价:39.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

集散型(分布式)计算机控制系统(Distributed Computer Control System—DCCS)简称集散型(分布式)控制系统(Distributed Control System——DCS)。美国霍尼韦尔(HoneyWell)公司于1975年首先推出TDC—2000型集散型控制系统。随着微电子技术的迅速发展,目前已出现控制功能更强的第三代DCS产品。

集散型控制系统(DCS)的实质是利用计算机技术对生产过程进行集中监控、操作、管理和分散控制的一种新型的控制技术。DCS是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、网络通信技术和人机接口技术相互发展和渗透而产生的。它既不同于分散型的常规仪表控制技术,也不同于集中式的计算机控制系统,而是吸收两者的优点,在其基础上发展起来的一种先进的系统工程技术。它具有显著的优越性和很强的生命力。DCS的出现,是生产过程控制技术发展中的又一次飞跃。

现在,世界上大约有十几个国家,共有六十多家公司推出自己开发的DCS产品,型号很多,也不统一,用途各有侧重。集散型控制系统适用于固体废物焚烧发电、电力、化工、石油、造纸等流程工业,也适用于冶金、食品、玻璃、半导体、纺织等间隙过程工业。DCS在国外的应用比较普遍,在国内的使用也越来越多。

本书主要内容包括:DCS概述和选用方法;国内外部分DCS产品的技术性能、选用方法和应用实例的介绍;DCS在固体废物焚烧发电、电力、炼油、冶金等行业的应用实例,重点介绍目前国内正在兴起的固体废物焚烧发电技术,供有关环保工程的管理干部和技术人员参考;书后附录有PLC在电厂锅炉控制系统中的应用、PROFIBUS过程现场总线和固体废物焚烧发电厂主要设备英中文对照表。

本书着重于实用性,主要介绍国内外部分DCS产品的技术性能、选用方法和应用实例。可供工矿企业、设计单位和科研单位的工程技术人员、技术工人和供销人员使用;适合于大学、大专院校、电视大学、业余大学、技术职业教育学院和中等专业学校有关电气自动化、电气控制技术、低压电器、机电一体化、电力工程及自动化、电工与电子技术、电气运行与控制、机电技术与应用、工业自动化和环保工程等专业的师生参考;也可作为有关专业人员的培训教材。

集散型控制系统(DCS)的现场控制站,按照控制对象的实际需要,可分别选用可编程序控制器(PLC)、交流变频调速器(VVVF)、小型工业计算机(PC)、单片机和智能仪表等控制系统。读者如果需要了解可编程序控制器(PLC)和交流变频调速器(VVVF)的应用技术、性能规格选用方法和应用实例,可参阅本人编著的三本书:《可编程序控制器选用手册》(机械工业出版社);《可编程序控制器应用技术与实例》、《交流变频调速器选用手册》。

由于篇幅所限,有关固体废物焚烧发电厂的内容,不能一一介绍,例如有关项目、可行性报告、环境评估报告、技术图纸等。

本书主要由袁任光执笔,林由娟、袁海林、林敏、袁淑林、陈舜参加部分编写工作和校核工作。在编写过程中,摘编了有关专业书籍和产品介绍的某些内容,在此,谨向有关作者和单位表示衷心的感谢。

最后,恳请读者对本书不足之处提出批评与建议。

袁任光
2002年8月

目 录

前言

第1章 集散型控制系统 (DCS)	1
1.1 集散型控制系统的概述	1
1.1.1 DCS 的概念	1
1.1.2 DCS 的主要特点	2
1.1.3 DCS 的发展概况	3
1.2 集散型控制系统的体系结构	3
1.2.1 中央计算机集中控制系统的形成	3
1.2.2 DCS 体系结构的形成	4
1.2.3 DCS 的功能分层体系	5
1.2.4 DCS 各层次的功能	5
1.3 集散型控制系统的硬件结构	7
1.3.1 DCS 的过程控制级	7
1.3.2 DCS 现场控制站的组成	8
1.3.3 智能调节器和可编程序控制 器 (PLC)	13
1.3.4 DCS 的操作员站和工程师站	15
1.4 集散型控制系统的软件体系	22
1.4.1 DCS 的系统软件	22
1.4.2 DCS 的组态软件	23
1.5 集散型控制系统现场控制站的 软件系统	24
1.5.1 DCS 现场控制站的功能	24
1.5.2 DCS 现场控制站的软件结构	24
1.5.3 DCS 现场控制站的输入/输出软件	25
1.5.4 DCS 现场控制站的反馈控制软件	26
1.5.5 DCS 现场控制站的顺序控制功能	27
1.6 集散型控制系统的网络体系	28
1.6.1 DCS 网络体系的主要特点	28
1.6.2 计算机局部网络的主要特点	29
1.6.3 网络拓扑结构和传输介质	29
1.6.4 DCS 网络产品比较	30
1.7 集散型控制系统的评价和选用	32
1.7.1 DCS 评价的准则和参加人员	32
1.7.2 评价 DCS 的主要内容	32
1.7.3 DCS 的选用	35
1.7.4 选择 DCS 的原则	36
第2章 国内外部分集散型控制系 统 (DCS)	38
2.1 中国信息产业部六所 HS2000 集散型控制系统	38
2.1.1 HS2000 系统的主要特点	38
2.1.2 HS2000 系统的组成	39
2.1.3 HS2000 系统的各种配置方法	42
2.1.4 HS2000 系统的软件体系	43
2.1.5 HS2000 系统的 I/O 现场控制站	56
2.2 美国德州仪器 (TI-Texas Instruments) 公司 D/3 集散型控制系统	59
2.2.1 D/3 系统的功能	60
2.2.2 D/3 系统的特点	60
2.2.3 D/3 系统的以太网	61
2.2.4 D/3 系统的过程界面与控制	61
2.2.5 D/3 系统的过程控制软件	61
2.2.6 D/3 系统操作员接口	62
2.3 美国贝利控制 (Bailey Contrtols) 公司 INFI-90 集散型控制系统	65
2.3.1 INFI-90 系统简介	65
2.3.2 INFI-90 系统的通信网络	66
2.3.3 INFI-90 系统的过程控制单元	68
2.3.4 INFI-90 系统的操作接口站	75
2.3.5 INFI-90 系统的计算机接口和工程师 工作站	76
2.3.6 INFI-90 系统的软件	77
2.3.7 INFI-90 系统配置实例	81
2.3.8 INFI-90 系统汇总	85
2.4 美国福克斯波罗 (FOXBORO) 公司 I/A 集散型控制系统	85
2.4.1 I/A 系统的网络结构	85
2.4.2 I/A 系统的硬件结构	87
2.4.3 I/A 系统的软件结构	89
2.4.4 I/A 系统用于电站的应用软件包	92
2.4.5 电站应用实例	96
2.5 美国利诺 (Leeds & Northrup) 公司 MAX1000 集散型控制系统	101
2.5.1 MAX1000 系统的概述	101
2.5.2 MAX1000 系统的分散处理单元	102
2.5.3 MAX1000 系统的输入/输出模块	106
2.5.4 MAX1000 系统的操作员工作站	111
2.5.5 MAX1000 系统的工程师工作站	113
2.5.6 MAX1000 系统的数据高速公路	116
2.5.7 MAX1000 系统的配置	118
2.6 美国西屋 (Westing House) 公司	

WDPF 集散型控制系统	118	3.1.1 固体废物的组成	189
2.6.1 WDPF 系统概述	118	3.1.2 固体废物的处置方法	190
2.6.2 WDPF 系统的结构	120	3.2 固体废物焚烧发电厂的工艺流程	191
2.6.3 WDPF 系统的支持软件	122	3.2.1 固体废物焚烧发电技术	191
2.6.4 WDPF 系统的应用特点	123	3.2.2 固体废物焚烧发电厂的工艺流程	195
2.7 美国 ABB-CE (CE TAYLOR)		3.3 集散型控制系统在固体废物	
公司 MOD-300 集散型控制系统	125	焚烧发电厂的控制功能	196
2.7.1 MOD-300 系统的硬件配置	125	3.3.1 固体废物焚烧发电的运行与控制	
2.7.2 MOD-300 系统的数据采集系统	128	设计原理	196
2.7.3 MOD-300 系统的协调控制系统	129	3.3.2 焚烧炉锅炉系统的控制功能	199
2.8 美国霍尼韦尔 (HoneyWell) 公司		3.3.3 烟气处理系统的控制功能	206
TDC-3000 集散型控制系统和		3.3.4 汽轮发电机系统的控制功能	214
9000 小型集散型控制系统	130	3.3.5 DCS 的控制功能	220
2.8.1 霍尼韦尔 TDC-3000 系统	130	3.4 TI 公司 D/3 集散型控制系统在固体	
2.8.2 霍尼韦尔 9000 小型系统	131	废物焚烧发电厂的应用	226
2.8.3 霍尼韦尔 UDC6000 过程控制器	132	3.4.1 主要工艺流程	226
2.9 日本横河电机公司 Centum-XL		3.4.2 D/3 系统主要控制功能	226
集散型控制系统	137	3.4.3 D/3 系统主要设备	226
2.9.1 Centum-XL 系统的通信网络	138	3.4.4 D/3 系统部分显示图形	227
2.9.2 Centum-XL 系统的操作站	138	3.5 9 家固体废物焚烧 (发电) 厂	
2.9.3 Centum-XL 系统的过程控制级	138	简介	237
2.9.4 Centum-XL 系统的工程技术站	139	3.5.1 SENOKO 固体废物焚烧发电厂	237
2.9.5 Centum-XL 系统的 ECMP 计算		3.5.2 中国澳门焚烧厂	237
机站	139	3.5.3 丹麦废物焚烧厂	239
2.10 德国哈特曼·布劳恩 (Hartmann &		3.5.4 德国部分废物焚烧厂	239
Braun—H & B) 公司 Contronic E、		3.5.5 西班牙废物焚烧厂	240
Contronic S-Operation 集散型控制		第 4 章 集散型控制系统 (DCS) 在其他	
系统和 Digimatik 小型集散型控制		行业中的应用	241
系统	139	4.1 集散型控制系统在发电厂中的	
2.10.1 哈特曼·布劳恩 Contronic E		应用	241
集散型控制系统	139	4.1.1 发电厂的控制功能	241
2.10.2 哈特曼·布劳恩 Contronic S-		4.1.2 DCS 在发电厂中的应用	242
Operation 集散型控制系统	162	4.1.3 发电厂主要的关键技术	244
2.10.3 哈特曼·布劳恩 Digimatik 小型		4.2 集散型控制系统在炼油厂中的	
集散型控制系统	167	应用	245
2.11 中国康泰克 (CONTEC) 公司		4.2.1 友力-2000 系统硬件结构	245
CONNET-9000 集散型控制		4.2.2 友力-2000 系统软件	249
系统	184	4.2.3 友力-2000 系统控制流程	251
2.11.1 CONNET-9000 系统的主要特点	184	4.3 集散型控制系统在冶金厂中的	
2.11.2 CONNET-9000 系统的技术性能	184	应用	255
2.12 部分集散型控制系统的产品		4.3.1 DCS 在电炉冶炼中的应用	255
型号和性能比较	185	4.3.2 DCS 在加热炉中的应用	261
2.12.1 部分 DCS 的产品型号和生产公司	185	附录	266
2.12.2 部分 DCS 的性能比较	186	附录 A 可编程序控制器 (PLC) 在电厂	
第 3 章 集散型控制系统 (DCS) 在固体废		锅炉控制系统中的应用	266
物焚烧发电厂的应用	189	A.1 PLC 在锅炉吹灰器控制中的应用	266
3.1 固体废物的组成和处置方法	189	A.2 PLC 在锅炉定期排污系统中的应用	269
		A.3 PLC 在化学水处理系统中的应用	271

A.4 电厂中其他可应用 PLC 控制的系统	273	B.6 PROFIBUS-DP	283
附录 B PROFIBUS 过程现场总线	275	B.7 PROFIBUS-FMS 与 PROFIBUS-DP 的混合操作	288
B.1 过程现场总线 PROFIBUS 的主要 特点	275	B.8 PROFIBUS 的具体实现	288
B.2 PROFIBUS 的组成	276	B.9 设备认证	289
B.3 PROFIBUS-FMS 和 PROFIBUS-DP 的基本特性	276	B.10 英文缩写术语解释	289
B.4 PROFIBUS-FMS	279	附录 C 固体废物焚烧发电厂主要设备 英中文对照表	291
B.5 PROFIBUS-FMS-Profiles (行规)	283	参考文献	301

第 1 章 集散型控制系统 (DCS)

1.1 集散型控制系统的概述

1.1.1 DCS 的概念

现代科学技术领域中, 计算机技术和自动化技术被认为是发展最快的两个分支, 计算机控制技术是这两个分支相结合的产物, 它是工业自动化的重要支柱。工业自动化的广泛应用, 能够提高工厂装备的技术水平、节约能源、降低消耗、促进生产的柔性化和集成化, 提高产品质量、发展品种、提高劳动生产率以及产品的国际竞争能力, 控制环境污染、改善劳动条件、保证生产安全可靠。因此, 工业自动化成为适应国内外市场竞争的重要手段, 是促进企业现代化大生产的有力工具。

工业自动化根据生产过程的特点又可分为过程控制自动化和制造工业自动化以及各种自动化测量系统。过程控制自动化是以流程工业(如化工、石油、电力、造纸等)为对象, 制造工业自动化是以离散型制造业(如汽车、飞机、电子设备及机床等)为对象, 混合型制造业(又称间隙过程工业)自动化则以冶金、食品、玻璃、纸制品、半导体和纺织为对象, 对于这些不同的工业对象发展相应的控制技术。流程工业的控制一般选用集散型控制系统(DCS), 离散型制造业的控制采用可编程序控制器(PLC)更为合适, 而间隙过程工业的控制则以 DCS 和 PLC 混合使用最好。随着 DCS 和 PLC 相互渗透发展继而扩大自己的应用领域, 将出现 DCS 和 PLC 融合于一体的集成过程控制系统。

自 20 世纪 50 年代第一台计算机应用于控制以来, 开始由于计算机成本高, 软件、硬件功能差, 可靠性不高, 所以工业控制计算机未能迅速推广应用。微型计算机技术及超大规模集成电路技术和通信网络技术的发展, 为计算机用于工业生产过程创造了良好的条件。工业控制逐步地从单机的监控、直接数字控制(DDC)发展到集散型控制系统(DCS)和计算机集成制造系统(CIMS)。

集散型控制系统(DCS)的出现是工业控制的一个里程碑。今天, DCS 已广泛应用于工业过程控制, 并延伸到实验室自动化和大型研究试验以及离散制造业。而 CIMS 是在已有自动化技术基础上发展起来, 并支持未来工厂自动化模式的新型工厂自动化系统, 它把孤立的工厂局部自动化技术和子系统在新的管理模式与工艺指导下综合运用信息技术、自动化技术, 并通过计算机及其支持软件而有机地综合起来, 构成一个完整的系统, 对生产过程的物质流与管理过程的信息流和决策过程的决策流进行有效的控制和协调, 以适应新的竞争模式下市场对生产和管理过程提出的高质量、高速度、高灵活性和低成本的要求。

20 世纪 90 年代的 DCS 以 CIMS 为目标, 以新的控制方法、智能化仪表、专家系统和局域网等新技术为用户实现过程控制自动化与信息管理自动化相结合的管控一体化的综合集成系统。

管理的集中性和控制的分散性, 这一实际需要推动了 DCS 的发展。DCS 的结构是一个分布式系统, 从整体逻辑结构上讲, 是一个分支树结构, 这与工业生产过程的行政管理结构相一致。按系统结构进行垂直分解, 它分为过程控制级、控制管理级和生产管理级, 各级既相互独立又相互联系, 每一级又可按水平分解成若干子集。从功能分散看, 纵向分散意味着不同级的设备有不同的功能, 如实时控制、实时监视和生产过程管理等; 横向分散则意味着在同级上的设备有类似的功能。按照这种思想来设计集散型控制系统的硬件和软件, 就是要贯彻既集中又分散的原则。

集散型计算机控制系统(DCCS)又名分布式计算机控制系统, 简称集散型控制系统(DCS), 目前它尚无确切的定义, 其实质是利用计算机技术对生产过程进行集中监视、操作、管理和分散控制的一种新型控制技术。它是由计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络技术和人机接口技术相互渗透发展而产生的, 既不同于分散的仪表控制系统, 又不同于集中式计算机控制系统, 它是吸收了两者的优点, 在它们的基础上发展起来的一门系统工程技术, 具有很强的生命力和显著的优越性。集散型控制

系统概括起来由集中管理部分、分散控制监测部分和通信部分组成。集中管理部分又可分为工程师站、操作站和管理计算机。工程师站主要用于组态和维护,操作站则用于监视和操作,管理计算机用于全系统的信息管理和优化控制。分散控制监测部分按功能可分为控制站、监测站或现场控制站,它用于控制和监测。通信部分连接集散型控制系统的各个分布部分,完成数据、指令及其他信息的传递。集散型控制系统软件是由实时多任务操作系统、数据库管理系统、数据通信软件、组态软件和各种应用软件所组成。使用组态软件这一工具,就可生成用户所要求的实用系统。

集散型控制系统具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、安装简单规范化、调试方便、运行安全可靠的特点。它能够适应工业生产过程的各种需要,提高生产自动化水平和管理水平,提高产品质量,降低能源消耗和原材料消耗,提高劳动生产率,保证生产安全,促进工业技术发展,创造最佳经济效益和社会效益。

1.1.2 DCS 的主要特点

集散型控制系统是采用标准化、模块化和系列化设计,由过程控制级、控制管理级和生产管理级所组成的一个以通信网络为纽带的集中显示操作管理,控制相对分散,具有灵活配置、组态方便的多级计算机网络系统结构。集散型控制系统具有以下的主要特点:

1. 自主性

系统上各工作站是通过网络接口链接起来的,各工作站独立自主地完成合理分配给自己的规定任务,如数据采集、处理、计算、监视、操作和控制等。

系统各工作站都采用最新技术的微型计算机,存储容量容易扩充,配套软件功能齐全,是一个能够独立运行的高可靠性子系统,而且可以随着微处理器的发展而更新换代。

系统操作方便、显示直观,提供了装置运行下的可监视性。

控制功能齐全,控制算法丰富,连续控制、顺序控制和批量控制集中于一体,还可实现串级、前馈、解耦和自适应等先进控制,提高了系统的可控性。

控制功能分散,负载分散,从而危险分散,提高了系统的可靠性。

2. 协调性

各工作站间通过通信网络传送各种信息协调地工作,以完成控制系统的总体功能和优化处理。

采用实时性的、安全可靠的工业控制局部网络,使整个系统信息共享,提高了畅通性。

采用 MAP/TOP 标准通信网络协议,将集散型控制系统与信息管理系统连接起来,扩展成为综合工厂自动化系统。

3. 友好性

集散型控制系统软件是面向工业控制技术人员、工艺技术人员和生产操作人员设计的,其使用界面就要与之相适应。

实用而简捷的人机会话系统,CRT 彩色高分辨率交互图形显示,复合窗口技术,画面日趋丰富:综观、控制、调整、趋势、流程图、回路一览、报警一览、批量控制、计量报表和操作指导等画面,菜单功能更具实时性。平面密封式薄膜操作键盘、触摸式屏幕、鼠标器、跟踪球操作器等更便于操作。语音输入/输出使操作员与系统对话更方便。

提供的组态软件包括系统组态、过程控制组态、画面组态、报表组态,是 DCS 的关键部分,用户的方案及显示方式由它来解释生成 DCS 内部可理解的目标数据,它是 DCS 的“原料”加工处理软件。使用组态软件可以生成相应的实用系统,易于用户制定新的控制系统,便于灵活扩充。

4. 适应性、灵活性和可扩充性

硬件和软件采用开放式、标准化和模块化设计,系统积木式结构,具有灵活的配置,可适应不同用户的需要。可根据生产要求,改变系统的大小配置,在工厂改变生产工艺、生产流程时,只需要改变某些配置和控制方案。以上的变化都不需要修改或重新开发软件,只是使用组态软件,填写一些表格即可实现。

5. 在线性

通过人机接口和 I/O 接口,对过程对象的数据进行实时采集、分析、记录、监视、操作控制,并包

括对系统结构和组态回路的在线修改、局部故障的在线维护等，提高了系统的可用性。

6. 可靠性

高可靠性、高效率和高可用性是集散型控制系统的生命力所在，制造厂商在确定系统结构的同时，进行可靠性设计，采用可靠性保证技术。

(1) 系统结构采用容错设计，使得在任一单元失效的情况下，仍然保持系统的完整性。即使全局性通信或管理站失效，局部站仍能维持工作。

(2) 系统的所有硬件包括操作站、控制站、通信链路都采用双重化。

(3) 为提高软件的可靠性，采用程序分段与模块化设计、积木式结构，采用程序卷回或指令复执的容错设计。

(4) 结构、组装工艺精心的可靠性设计，严格挑选元器件，降额使用，加强质量控制，尽可能地减少故障出现的概率。新一代的 DCS 采用专用集成电路 (ASIC) 和表面安装技术 (SMT)。

(5) “电磁兼容性”设计，所谓“电磁兼容性”是指系统的抗干扰能力与系统内外的干扰相适应，并留有充分的余地，以保证系统的可靠性。因此，系统内外要采取各种抗干扰措施：系统放置环境应远离磁场、超声波等辐射源的地方；做好接地系统，过程控制信号、测量和信号电缆一定要做好接地和屏蔽；采用不间断供电设备、带屏蔽的专用电缆供电；控制站、监测站的输入输出信号都要经过隔离，接到安全栅再与装置的现场对象连接起来，以保证系统的安全运行。

(6) 在线快速排除故障的设计，采用硬件自诊断和故障部件的自动隔离、自动恢复与热机插拔的技术；系统内发生异常，通过硬件自诊断功能和测试功能检出后，汇总到操作站，然后通过 CRT 显示，或者声响报警或打印机打出，将故障信息通知操作人员；监测站、控制站各插件上都有状态信号灯，指示故障插件。由于具有事故报警、双重化措施、在线故障处理、硬手操器备份等手段，提高了系统的可靠性和安全性。

1.1.3 DCS 的发展概况

1975 年，美国霍尼韦尔 (HoneyWell) 公司推出的 TDC2000 集散型控制系统。这是一个具有许多微处理器的分级控制系统，以分散的控制设备来适应分散的过程对象，并将它们通过数据高速公路与基于 CRT 的操作站相连接，互相协调，一起实施实时工业过程的控制和监视，达到掌握全局的目的，实现了控制系统的功能分散、负载分散，从而危险也分散，克服了集中型计算机控制系统的一个致命弱点。

在此期间，世界各国也相继推出了自己的第一代集散型控制系统。比较著名的有美国福克斯波罗 (FOXBORO) 公司的 Spectrum 系统、美国贝利控制 (Bailey Controls) 公司的 Network90，英国肯特 (Kent) 公司的 P4000，德国西门子 (Siemens) 公司的 TelepermM，日本东芝 (TOSHIBA) 公司的 TOSDIC，日立 (HATACHI) 公司的 UUITROLBΣ 以及横河 (YOKOGAWA) 公司的 CENTUM。

20 世纪 80 年代，随着微处理器运算能力的增强，超大规模集成电路集成度的提高和成本的不断降低，给过程控制的发展带来新的面貌，使得过去难以想象的功能付诸了实施，推动着以微处理器为基础的过程控制设备和集散型控制系统、可编程序控制器、可编程序调节器和过程变送器等同步发展。在这一时期中出现了第二代、第三代产品。

20 世纪 90 年代，DCS 发展很快，出现了生产过程控制系统与信息管理系统紧密结合的管控一体化的新一代 DCS。DCS 向综合性、开放化发展，大型 DCS 在进一步完善和提高自己的同时，还发展了小型 DCS，并采用了人工智能技术等。

1.2 集散型控制系统的体系结构

1.2.1 中央计算机集中控制系统的形成

在 20 世纪 60 年代前期，大量的工业控制计算机用来解决一些特定而明确的工业控制问题（如进行数据采集、数据处理、过程监视等），这类计算机通常称作专用机。由于专用机只用来处理一个特定的事

情,因此,工厂中就必然需要一系列的这类计算机来解决各种各样的问题,而且各专用机之间也不直接发生联系。若需要相互之间联系的话,也只有依靠数据传输介质(磁带、纸带、卡片)来传输,这样来传送它们之间的联系信息实在是太麻烦和费时。后来,由于中央计算机的引入,各专用机都可连接到中央计算机上,因此各专用机之间的联系就可以通过中央计算机转换而实现,这样无疑给系统的集成带来了方便。由于专用机之间可以不用人工干预就可以达到相互联系的目的,进而整个系统就有可能协调一致地运转,从而奠定了集中控制模式的基础。

到了20世纪60年代中期,由于出现了大型而高速的过程控制计算机,就使得采用单独的一台大型控制计算机来代替先期的众多专用小型机,以监视和控制多个装置成为可能,这样的系统就形成了中央集中式的计算机控制系统。在当时,由于很多工厂企业都有中央控制室,因而分布在各车间的变送器、执行器以及其他各种仪器仪表都直接连接到控制室。

1.2.2 DCS 体系结构的形成

对于集中式计算机控制系统,其两大应用指标就是中央计算机的处理速度和计算机自身的可靠性。计算机的处理速度越快,它在一定时间范围内就可以管理更多的被控设备。可它的处理速度是受到当时技术条件限制的,此外还有一点就是与以往一样,工厂中已有的仪器仪表装置(如所有的变送器、执行器等)都不得不连接到计算机上,这样在计算机和仪器仪表间就存在着成百上千的连接装置。若是利用中央计算机来进行技术改造,利用现存的连接装置,整个控制系统的完成就比较省劲。若是要重建工厂就不太容易了,因为计算机变得越来越便宜,而连接装置的造价则相对变化不大,这就会使得连接装置比计算机的花费还要大。另外,所有的控制功能都集中到单台计算机上来完成,而一旦计算机出了问题,就意味着所有功能都将失效,这是设计师和工程师们很头痛的事情。对于这种状况,必须寻求一种更加可靠的计算机自动化控制系统,其方案有以下两种:

(1) 使计算机本身更加可靠。

(2) 引入功能上可替代的集散型控制技术,以改善系统的可靠性。

对于第一种方案,就意味着要中央计算机更加可靠,其实施的方法可以采用大规模集成电路过程控制计算机或是采用多计算机(多CPU)结构。大家都知道,后来是朝着集散型控制技术方向发展的。其原因可以归结如下:

20世纪60年代末到70年代初,由于低成本的集成电路技术的发展,出现了小型、微型计算机,使得小型、微型计算机的功能更加完善,而且价格便宜,因而可以用这种小型计算机来替代中央计算机的局部工作,以对在其周围的装置进行过程监测和控制,有人将这些小型机叫做第一级计算机。而中央计算机只处理中心自动化问题和管理方面的问题,从而产生了两级自动化控制系统的结构(见图1.2-1),也有人把这种结构叫做分散式计算机系统,这种结构在20世纪70年代得到了很广泛的应用,在20世纪70年代末,一开始是当成多计算机自动化系统由制造商们推出,而一旦用户采用了分散式计算机控制系统,就必然会在满足自己应用的前提下,

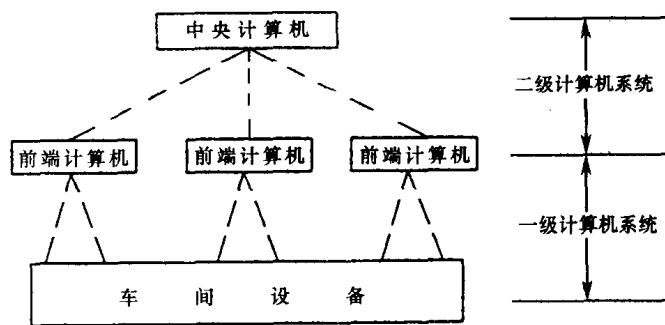


图 1.2-1 两级自动化控制系统结构

下,选择价格更加合理的不同厂家的计算机产品,而且当分散式控制系统逐渐建成后,就会与现存的过程控制计算机集成起来,一起完成它们的主要功能,这些小型计算机主要是完成实时处理、前端处理功能,而中央计算机只充当后继处理设备。这样,中央计算机不用直接跟现场设备打交道,从而把部分控制功能和危险都分散到前端计算机上,如果中央计算机一旦失效,设备的控制功能依旧能得到保证。

图1.2-1中所示的多计算机结构比较适合于小型工业自动化过程,在这些系统中存在的前端计算机较少,然而当控制规模增大后(例如一座钢铁厂的自动化控制系统),就得有很多台前端计算机才能满足应用要求,从而使中央计算机的负载增大,难以在单台中央计算机的条件下及时地完成诸如模块上优化、系统管理等方面的工作,在这种应用的条件下,就出现了具有中间层次计算机的控制系统,在整个控制

系统中,中间计算机分布在各车间或工段上,处于前端机和中央计算机之间并担当起一些以往要求中央计算机来处理的职能(见图1.2-2),到此,系统结构就形成了三级计算机控制模式,这样的结构模式在工厂自动化方面得到了很广泛的应用,至今仍常常见到。举例来说,对于一座炼油厂,一定存在不同的车间,各车间中都有相应的各种被控装置,只要在各车间安装一台中间级控制计算机,它直接向下与前端计算机相连,向上与中央计算机相连,前端计算机就直接控制诸如温度、压力、流量等。把中央计算机与工厂办公自动化系统连接起来,工厂自动化控制系统就集成到信息处理系统中,使工厂制造与办公室、实验室、仓库等商业和事务管理等系统构成了一体化,这也是现代化工厂的结构模式。

1.2.3 DCS 的功能分层体系

目前,层次化已成为DCS的体系特点,使其体现集中操作管理、分散控制的思想。可以将DCS的层次分成以下四级(见图1.2-3)。

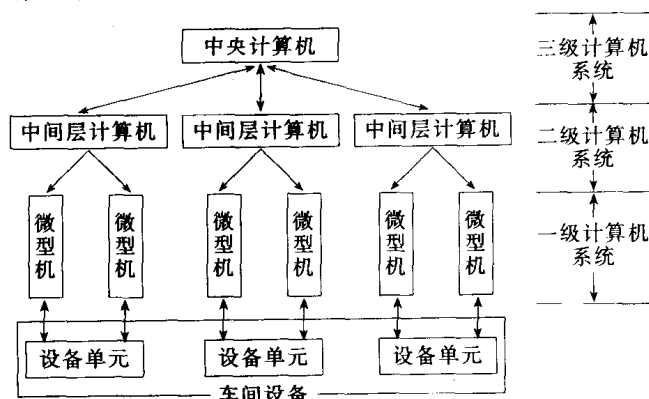


图1.2-2 具有三层结构模式的计算机控制系统

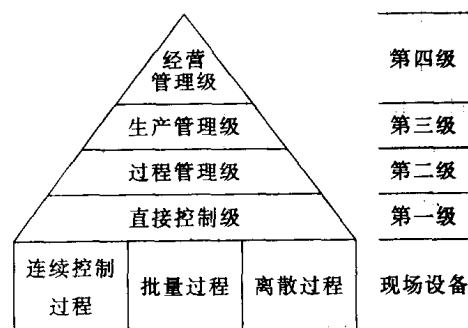


图1.2-3 DCS的四层结构模式

(1) 现场装置管理层次是直接控制级(过程控制级) 在这一级上,过程控制计算机直接与现场各类装置(如变送器、执行器、记录仪表等)相连,对所连接的装置实施监测、控制,同时它还向上与第二级的计算机相连,接收上层的管理信息,并向上传递装置的特性数据和采集到的实时数据。

(2) 过程管理级 在这一级上的过程管理计算机主要有监控计算机、操作站、工程师站。它综合监视过程各站的所有信息,集中显示操作,控制回路组态和参数修改,优化过程处理等。

(3) 生产管理级(产品管理级) 在这一级上的管理计算机根据产品各部件的特点,协调各单元级的参数设定,是产品的总体协调员和控制器。

(4) 工厂总体管理级(经营管理级) 这一级居于中央计算机上,并与办公自动化连接起来,担负起全厂的总体协调管理,包括各类经营活动、人事管理等。

1.2.4 DCS 各层次的功能

从图1.2-3中可以看出,新型的DCS是开放型的体系结构,可方便地与生产管理的上位计算机相互交换信息,形成计算机一体化生产系统,实现工厂的信息管理一体化。图1.2-4列出了各级所实现的功能。

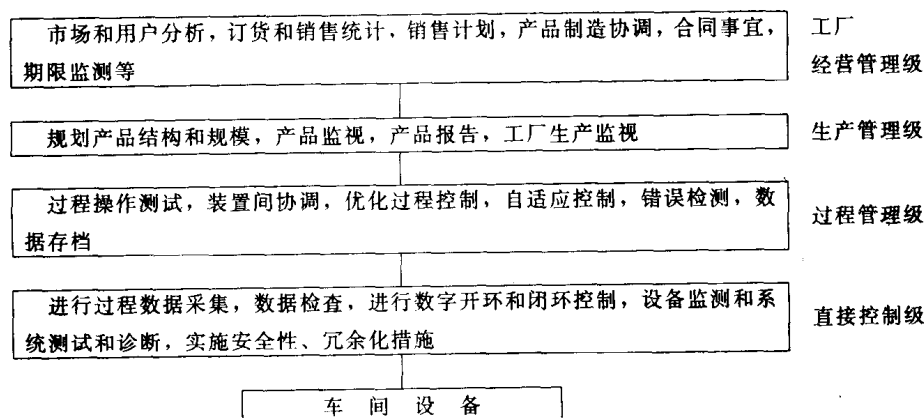


图1.2-4 DCS体系结构的各级功能

1. 直接控制级

直接控制级是 DCS 的基础，其主要任务有：

(1) 进行过程数据采集 即对被控设备中的每个过程量和状态信息进行快速采集，使进行数字控制、开环控制、设备监测、状态报告的过程等获得所需要的输入的信息。

(2) 进行直接数字的过程控制 根据控制组态数据库、控制算法模块来实施实时的过程量（如开关量、模拟量等）的控制。

(3) 进行设备监测和系统的测试和诊断 把过程变量和状态信息取出后，分析是否可以接受以及是否可以允许向高层传输。进一步确定是否对被控装置实施调节，并根据状态信息判断计算机系统硬件和控制板的性能（功能），在必要时实施报警、错误或诊断报告等措施。

(4) 实施安全性、冗余化方面的措施 一旦发现计算机系统硬件或控制板有故障，就立即实施备用件的切换，保证整个系统安全运行。

例如，由中国石化总公司和原航空航天部联合研制的友力 2000 系统的过程控制级就是由监测站或（和）控制站组成，可以完成 A/D、D/A 转换，信号调理，开关量的输入/输出，并把采集到的现场数据由 A/D 转换、信号调理或某些信号的直接输入，经过整理、分析，实时地通过高速数据公路传递到上一层计算机中，对于要求控制的量实施实时的调节控制，当发现某一 CPU 板或数据采集板或信号输出板等出现故障就立即向上报告。并根据条件实施切换，以确保系统的正常工作。

2. 过程管理级

过程管理级主要是应付单元内的整体优化，并对其下层产生确切的命令，在这一层可完成的功能有：

(1) 优化过程控制 这可以根据过程的数学模型以及所给定的控制对象来进行，优化控制只有在优化执行条件确保的条件下方能达到，但即使在不同策略条件下仍能完成对控制过程的优化。

(2) 自适应回路控制 在过程参数希望值的基础上，通过数字控制的优化策略，当现场条件发生改变时，经过过程管理级计算机的运算处理就得到新的设定值和调节值，并把调节值传送到直接过程控制层。

(3) 优化单元内各装置，使它们密切配合 这主要是根据单元内的产品、原材料、库存以及能源的使用情况，以优化准则来协调相互之间的关系。

(4) 通过获取直接控制层的实时数据以进行单元内的活动监视、故障检测存档、历史数据的存档、状态报告和备用。

例如，友力-2000DCS 的过程管理级是由多个操作站和工程师站组成的。操作站相互备份，完成数据、图形、状态的显示；历史数据的存档，故障声响报警，故障记录打印，故障状态显示，定时报表打印；实时动态调整回路参数，优化控制参数等过程控制功能，在工程师站上可进行控制优化，通过重新对控制回路的组态，由高速数据公路下载到直接过程控制级，以改变回路的控制算法，实施优化策略。

3. 生产管理级

产品规划和控制级完成一系列的功能，要求有比系统和控制工程更宽的操作和逻辑分析功能，根据用户的订货情况、库存情况、能源情况来规划各单元中的产品结构和规模，并且可使产品重新计划，随时更改产品结构，这一点是工厂自动化系统高层所需要的，有了产品重新组织和柔性制造的功能，就可以应付由于用户订货变化所造成的不可预测的事件。由此，一些较复杂的工厂在这一控制层就实施了协调策略。此外，对于综观全厂生产和产品监视，以及产品报告也都在这一层来实现，并与上层交互传递数据。在中小企业的自动化系统中，这一层可能就充当最高一级管理层。

4. 工厂经营管理级

经营管理级居于工厂自动化系统的最高一层，它的管理范围很广，包括工程技术方面、经济方面、商业事务方面、人事活动方面以及其他方面的功能。把这些功能都集成到软件系统中，通过综合的产品计划，在各种变化条件下，结合多种多样的材料和能量调配，以达到最优化地解决这些问题。在这一层中，通过与公司的经理部、市场部、计划部以及人事部等办公自动化相连接，来实现整个制造系统的最优化。

在经营管理这一层，其典型的功能有：市场分析，用户信息的收集，订货统计分析，销售与产品计划，合同事宜，接收订货与期限监测，产品制造协调，价格计算，生产能力与订货的平衡，订货的分发，生产与交货期限的监视，生产、订货和合同的报告，财务方面的报告等。

1.3 集散型控制系统的硬件结构

DCS 的一个突出优点是系统的硬件和软件都具有灵活的组态和配置能力。DCS 的硬件系统是通过网络系统将不同数目的现场控制站、操作员站和工程师站连接起来，共同完成各种采集、控制、显示、操作和管理功能。

目前，世界上有名的 DCS 厂家就有近百家。不同的系统采用的计算机硬件差别很大。对于现场控制站，从可编程序控制器（PLC）到单片机组成的小型控制采集装置；从 STD 和工业 PC 等小型工控机到各种 16 位和 32 位总线型工业控制计算机系统；从智能仪表控制系统到交流变频调速器（VVVF）等；都是可选的现场控制站系统，而各厂家的 DCS 的操作员站和工程师站差别就更大了，很多厂家的 DCS 均采用自己生产的操作员站系统。所以，只能着重从功能上和类型上来介绍 DCS 的现场控制站和操作员站的组成。

1.3.1 DCS 的过程控制级

1. 过程控制级的功能

在 DCS 中，各种现场检测仪表（如各种传感器、变送器等）送来的过程信号均由过程控制级各单元进行实时的数据采集，滤除噪声信号，进行非线性校正及各种补偿运算，折算成相应的工程量，根据组态要求还可进行上下限报警及累积量计算。所有测量值和报警值经通信网络传送到操作站数据库，供实时显示、优化计算、报警打印等。在过程控制单元，根据过程控制组态还可进行各种闭环反馈控制、批量控制与顺序控制等，并可接受操作站发来的各种手动操作命令进行手动控制，从而提供了对生产过程的直接调节控制功能。

在 DCS 中，显示与操作功能集中于操作站，正常运行过程中，在过程控制单元一般不设置 CRT 显示器和操作键盘，但有的系统备有袖珍型现场操作器，在开停工或检修时可直接连接过程控制单元进行操作，也有的系统在前面板上有小型按钮与数字显示器的智能模件，可进行一些简单的操作。

在不同的 DCS 中，过程控制单元的名称各异，例如：过程接口单元（Process Interface Unit）、基本控制器（Basic Controller）、多功能控制器（Multifunction Controller）等，但是所采用的结构形式大致相同，由安装在控制柜内的一些标准化模件组装而成。高度模块化的结构可以根据过程监测和控制的需要，灵活配制成由几个监控点到数百个监控点的规模不等的过程控制单元。若从其具有的功能方面来划分，又可分成功能齐全的现场控制站、仅具有数据采集功能的监测站或仅具有顺序控制功能的顺序控制站等。模块化的结构还允许在上述各种过程站（统称为现场控制站）中根据不同的可靠性指标采用冗余结构。

现场控制站与操作站仅需通过一条通信电缆（或光缆）相连接，而输入、输出信号线却可能有数百条之多，为减少信号电缆长度，以减少长距离传输的干扰，提高可靠性，并降低系统造价，现场控制站一般均放置在靠近过程装置的地方，为适应工业生产环境，各厂家对其产品均进行了加强处理，使其具有防尘、防潮、防电磁干扰、抗冲击、抗振动及耐高低温等恶劣环境的能力。但系统安装时，有的用户还像他们操作以前的模拟仪表那样，把现场控制站安装在传统的控制室中。因此，用户一般还没有利用这些系统带来的好处——在现场连线方面减少费用。

2. 用于过程控制级的数字调节器与可编程序控制器（PLC）

构成 DCS 过程控制级的除上述标准结构的现场控制站外，越来越多地采用了各种智能数字调节器与可编程序控制器（PLC），新型的数字调节器与 PLC 不仅容量更大，速度更快，而且都增设了较强的联网通信能力。可以采用以廉价的双绞线为传输介质的现场总线网，将作为主节点的现场控制站与作为从节点的数十个数字调节器、PLC 或数字化智能变送器连接在一起，也可以将数台 PLC 通过网关直接接入高

速数据总线路,组成过程控制级的顺序控制站。这样一来,DCS的控制功能进一步分散,控制速度与功能的可靠性又得以进一步提高,如图1.3-1所示。

在一些小型DCS中,也有一些是以数字调节器与PLC为过程级而用个人计算机为管理级构成的系统,如图1.3-2所示。

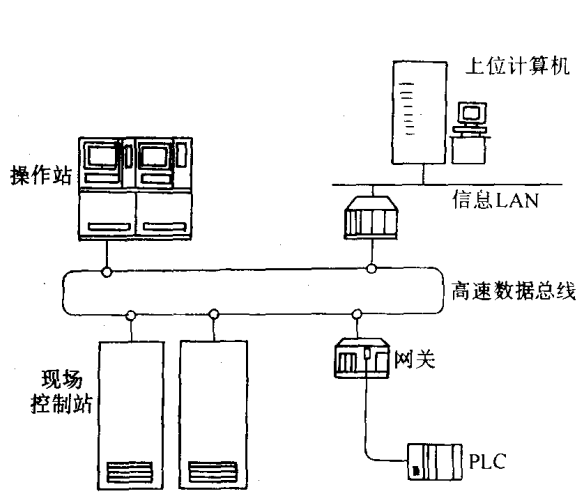


图 1.3-1 PLC 与 DCS 的连接

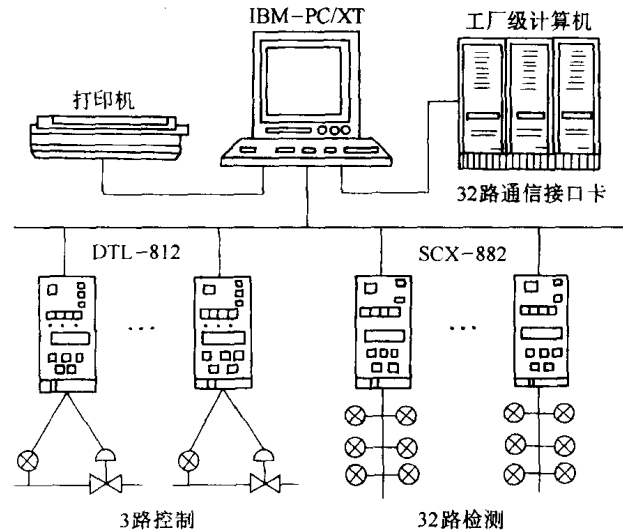


图 1.3-2 小型 DCS

1.3.2 DCS 现场控制站的组成

现场控制站是一个可独立运行的计算机监测与控制系统,由于它是专为过程测控而设计的通用型设备,所以其机柜、电源、输入输出通道和控制计算机等与一般的计算机系统相比又有所不同,分述如下:

1. 机柜

现场控制站的机柜内部均装有多层机架,以供安装电源及各种模块之用。机柜要可靠接地,接地电阻应小于 4Ω 。一般柜内装有风扇,作为散热降温用。如果柜内温度超过正常范围时,现场控制站机柜会自动发出报警信号。

2. 电源

(1) 它是具有效率高、稳定性好、无干扰的交流供电系统。每一个现场控制站采用交流双电源供电。在石油、化工等对控制连续性要求特别高的场合,要装设不间断供电电源(UPS)。

(2) 柜内直流稳压电源一般有 $+5V$ 、 $\pm 15V$ (或 $\pm 12V$)、 $+24V$ 等。有的采用冗余的双电源供电方式。

3. 控制计算机

现场控制站是一个智能化的可独立运行的数据采集与控制系统,作为其核心的控制计算机必须由CPU、存储器、总线、I/O通道等基本部分组成。

(1) CPU 目前各厂家生产的DCS现场控制站已普遍采用了高性能的16位的微处理器,有的已使用了准32位或32位的微处理器,大多为美国Motorola公司生产的68000系列CPU和美国Intel公司生产的80×86CPU系列产品,时钟频率已达25~33MHz,很多系统还配有浮点运算协处理器,因此数据处理能力大大提高,工作周期可缩短到0.2~0.1s,并且可执行更为复杂先进的控制算法,如自整定、预测控制、模糊控制等。

(2) 存储器 一般分为只读存储器(ROM)和随机存储器(RAM)两大部分,由于控制计算机在正常工作中运行的是一套固定的程序,为了工作的安全可靠,大多采用了程序固化的办法,不仅将系统启动、自检及基本的I/O驱动程序写入ROM中,而且将各种控制、检测功能模块,所有固定参数和系统通信、系统管理模块全部固化,因此在控制计算机的存储器中,ROM占有较大的比例,一般有数百千字节。有的系统将用户组态的应用程序也固化在ROM中,只要一加电,控制站就可正常运行,使用更加方便、可靠,但修改组态时要复杂一些。

RAM 为程序运行提供了存储实时数据与计算中间变量的空间,用户在线操作时需修改的参数(如设定值、手动操作值、PID 参数、报警界限等),也须存入 RAM 中;当前一些较为先进的 DCS 为用户提供了在线修改组态的功能。显然,这一部分用户组态应用程序亦必须存入 RAM 中运行。由于在现场控制站一般不设磁盘机、磁带机,上述后两部分内容一般存入具有电池后备的 SRAM 中,当系统一旦掉电时,可保持其中的数据、程序数十天以上不被破坏,这对于事故的查询及快速恢复正常运行是很重要的。RAM 空间一般为数百千字节至数兆字节。

在一些采用了冗余 CPU 的系统中,还特别设有一种双端口随机存储器,其中存放有过程输入、输出数据及设定值、PID 参数等;两块 CPU 板可分别对其进行读写,从而实现了双 CPU 间运行数据的同步,当原在线主 CPU 出现故障时,原离线 CPU 可立即接替工作,而对生产过程不产生任何扰动。

(3) 总线 DCS 是在微处理器技术的基础上发展起来的,因此其过程控制计算机中所使用的总线自然也就采用了最流行的几种微机总线,常见的有 Intel 公司的多总线 (MULTIBUS)、“EOROCARD”标准的 VME 总线 (IEEE1014 标准),这些都是支持多主 CPU 的 16 位/32 位总线,VME 总线采用了针式插座,抗振动等性能更好,更适合于恶劣环境使用。

国内开发的一些小型 DCS 多采用价格低廉、工作可靠的 STD 总线,但这是一种 8 位数据线的总线,不适用于大规模的 16 位以上的系统。

20 世纪 80 年代以来,由于个人计算机 (PC) 的广泛流行,积累了极丰富的软件资源,因此 PC 在过程控制领域得到了较广泛的使用,PC 总线 (ISA 总线) 在中规模 DCS 的过程站中也得到了应用。

由于现场控制站中的控制计算机最多要连接数百个过程量输入点与控制量输出点,其模板个数可能多达数十个,而单一机架内一般只能插入十几块模板,因此必须将总线扩展,连接到数个机架。在这些扩展机架内,只插入 I/O 模板,所使用的总线信号比主机总线要少,因此有些厂家的产品中 I/O 扩展总线采用了非标准的简化的形式,仅提供了 I/O 模板所必需的数据线、地址线与控制线。

(4) I/O 通道 在过程控制计算机中,种类最多、数量最大的就是各种 I/O 接口模板,从广义上讲,现场控制站计算机的 I/O 接口,亦应包括它与高速数据公路的网络接口以及它与现场总线 (fieldbus) 网的接口,高速数据公路连接着系统内各个操作站与现场控制站,是 DCS 的中枢,而现场总线则把现场控制站与各种智能化调节器、变送器在线仪表以及可编程序控制器 (PLC) 连接在一起,对这两部分,各 DCS 生产厂家正致力于开放式标准化的设计工作,这里专门介绍现场控制站中用于过程量直接输入与输出的通道。一般 DCS 中过程量 I/O 通道,有模拟量 I/O 通道、开关量 (或称为数字量) I/O 通道及脉冲量输入通道几种,分述如下:

1) 模拟量输入通道 (AI) 生产过程中各种连续性的物理量 (如温度、压力、压差、应力、位移、速度、加速度以及电流、电压等) 和化学量 (如 pH 值、浓度等),只要由在线检测仪表将其转变为相应的电信号,均可送入模拟量输入通道进行处理。一般输入的电信号有以下几种:

①毫伏级电压信号:这一般是由热电偶、热电阻及应变式传感器产生的。

②电流信号:由各种温度、压力、位移或各种电量、化学量变送器产生的,一般均采用 4~20mA 标准范围。一些老式的变送器 (如 DDZ-2 系列) 也有用 0~10mA 标准范围的。

另外,在一些信号传送距离短、损耗小的场合,也有采用 0~5V 或 0~10V 电压信号的。

模拟量输入通道,一般均由端子板、信号调理器、A/D 模板及柜内连接电缆等几部分构成。

①端子板:用于连接现场信号电缆,对每一路信号线提供+、-极两个接线端子及屏蔽层的接地端子。有的厂家的产品上还设有保护及滤波电路,也有的产品将端子板与信号调理器做在一起。

②柜内电缆:用于端子板、信号调理器与 A/D 模板之间的信号连接,为防止干扰,多采用双绞多芯屏蔽电缆。

③信号调理器:用于将各种范围的模拟量输入信号统一转变成 0~5V 或 0~10V 的电压信号送入 A/D 模板。为了使 DCS 有较高的抗干扰能力,一般都是采用差动放大器,并且每一路都串接了多级有源和无源滤波器;在环境噪声较强,且各测点间可能存在有较大共模电压的情况下,应使用具有隔离放大器的信号调理器,使现场信号线与 DCS 系统及各路信号线之间有良好的绝缘,一般耐压在 500V 以上。各厂家生产的信号调理器的共模抑制比 (CMRR) 一般为 100~130dB,串模抑制比 (NMRR) (对 50Hz 工频

信号)一般为 30~60dB。非线性为 0.01%左右。

对于专用于热电偶的信号调理器,有的还设有冷端补偿与开路检测电路。

目前最新型的信号调理器,由于采用了带有微处理器的专用集成电路,使用便携式编程器,可在现场改变测量范围和非线性补偿方式(如进行开平方运算)。因此,可以处理紧急的测量条件变更,并且可大幅度减少备品的种类与数量。

④A/D 模板:用于将信号调理器输入的多路模拟信号,按 CPU 的指令逐一转变为数字量送给 CPU。A/D 精度有 8、10、12、16 位等多种,但在 DCS 中使用较多的是 12 位的 A/D 转换器,转换时间一般在 100 μ s 左右。

每块 A/D 模板一般可直接输入 8~64 路模拟信号,由多路切换开关选择某一路接入。有的系统提供模拟子模板,用以将 A/D 模板的输入路数进一步扩展。

A/D 模板的隔离方式有两种:一为采用隔离输入放大器;二为采用光耦合器在 A/D 模板与机架总线之间数字量传输通道上,进行电气上的隔离。采用第二种方式时应注意 A/D 模板模拟电路的电源应是浮置的,最好采用板内 DC/DC 变换器供电,以保证板内电路对大地的绝缘。有的产品还将 A/D 转换电路置于一金属屏蔽罩中,以进一步提高它与大地之间的绝缘阻抗和防止外界的电磁干扰。

2) 模拟量输出通道(AO) 模拟量输出通道一般是输出连续的 4~20mA 直流电流信号,用来控制各种直行程或角行程电动执行机构的行程,或通过调速装置(如各种交流变频调速器)控制各种电动机的转速,亦可通过电-气转换器或电-液转换器来控制各种气动或液压执行机构,例如控制气动阀门的开度等等。根据执行机构的需要,亦有输出 0~10mA 与 1~5V 电压的 AO 模板。

在现场控制站中,模拟量输出通道一般由 D/A 模板、输出端子板与柜内电缆等几部分构成。

①输出端子板:用以提供 AO 通道与现场控制电缆之间的连接,并通过柜内电缆与 AO 模板相连。

②D/A 模板:随着大规模集成电路的发展,当前,现场控制站的模拟量输出通道,一般都是采用每路安装单独的一套 D/A 转换器与 V/I 变换集成电路,来输出 4~20mA 模拟控制信号,也有使用单一的 D/A 转换器,然后通过多路模拟开关周期性地向多个保持电容器充电来获得多路模拟量输出的型式。采用数字锁存的方式来保持输出值,不存在输出值随时间而衰减的现象。而与早期在计算机控制系统中,曾使用过的步进电动机带动电位器的输出方式相比,更有体积小、电路简单、可靠、功耗小、价格低等优点。

常用的 D/A 转换器精度有 8、10、12 位 3 种,输出负载能力一般要求不小于 500 Ω 。根据使用要求,亦可通过板内开关或跳线的设置改用 1~5V 电压输出。与现场连接的电路与主机在电气上是隔离的。各厂家的 D/A 模板一般每板可提供 4~8 路模拟输出。

3) 开关量输入通道(SI) 用来输入各种限位(限值)开关、继电器或电磁阀门连动触点的开关状态;输入信号可能是交流电压信号、直流电压信号或干触点。

开关量输入通道亦由端子板、SI 模板及柜内电缆几部分组成。

①端子板:除用于连接信号电缆外,一般还设有过电压、过电流等保护电路,与 SI 模板通过柜内电缆相连接。

②SI 模板:各种开关量输入信号在 SI 模板内经电平转换、光隔离并去除触点抖动噪声后,存入板内数字寄存器中。外接每一路开关的状态,相应地由二进制寄存器中的一位数字的 0 或 1 来表示。CPU 可周期性地读取各板内寄存器的状态来获取系统中各个输入开关的值。有的 SI 模板上设有中断申请电路,当外部某些电路的开关状态变化时,即向 CPU 发出中断申请,提请 CPU 及时处理。

每块 SI 模板输入的开关量数目一般为字节位数 8 的倍数,8~64 路不等。

4) 开关量输出通道(SO) 用于控制电磁阀门、继电器、指示灯、报警器等只具有开、关两种状态的设备,它是由端子板、SO 模板及机柜内电缆构成。

①端子板:用于连接现场控制电缆,一般还设有过电压、过电流等保护电路,与 SO 模板通过柜内电缆相连接。

②SO 模板:用于锁存 CPU 输出的开关状态数据,这些二进制数据每一位的 0、1 值,分别对应一路输出的开、关状态,经光隔离后可通过 OC 门去控制直流电路中的设备,亦可通过双向晶闸管(或固态继