

集散系统及系统开放

张新薇 高峰 陈旭东 等编著

第 2 版



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



集散系统及系统开放

第2版

张新薇 高峰 陈旭东 等编著
崔大林 审校



机械工业出版社

本书介绍了集散控制系统(DCS)的功能块编程、DCS的结构等,并对DCS这样一种类型的工业控制系统进行了系统开放的详细论述。还对不同系统的互连、互操作问题,DCS的编程标准问题,以及人机界面的标准和以太网进入工业控制等进行了探讨。

本书的一大特色是介绍了多元化的控制系统,如现场总线与DCS、PLC集成成为大型控制系统,最新的人机界面的软件等,还例举了很多维护DCS的经验。

本书可以作为从事DCS研究开发及维护人员的参考书,也可供大专院校的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

集散系统及系统开放/张新薇等编著. —2版. —北京:机械工业出版社, 2008.7

ISBN 978-7-111-24495-0

I. 集… II. 张 III. 集散系统 IV. TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第095707号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:张沪光 责任校对:陈延翔

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008年8月第2版第1次印刷

184mm×260mm·19印张·466千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24495-0

定价:40.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379767

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

2005年1月出版的《集散系统及系统开放》一书,基本是在2003年5~10月完成的,2003年以后,DCS又有了许多发展和改进,特别在系统开放方面脚步走的更快。如DCS与其他系统的互连、实时数据库的应用,自愈环形冗余以太网成为工业的事实标准等。都使得从事现场工作的技术人员压力增加。为了给现场工作的技术人员和高校师生提供一些参考,在第1版的基础上,根据DCS发展的情况做了一些修改。

另外,由于第1版第10章的作者周文明先生的不幸去世,不仅给我带来了忧伤,而且由于我在PLC方面不甚熟悉,迫使我们书对第10章作了重新修改和编写。

目前,有些技术我已经在现场得以应用,如DCS和PLC互连及实时、历史数据库;但由于新技术的迅速发展,自愈冗余环形以太网目前我还没有应用,所以本书难免存在许多不当之处,望读者批评指正。

作者

2008年1月

第1版序

1982年,张新薇老师开始广泛搜集DCS资料,并对此进行长达22年的研究和技术性服务工作。1985年,她出版了中国第一部有关DCS的专业书籍——《DCS汇编》,同年开始从事有关DCS的教学和培训工作。

多年以来,张新薇老师对国内已引进的22种传统DCS都进行了广泛深入的研究和比较,密切关注各种DCS的更新发展及演绎没落。本书对传统DCS在中国乃至全世界范围内的应用及发展进行了全面的论述和概括。本书对于从事自动化研究发展的科研机构,进行自动化选型设计的企事业单位的工程技术人员,及工厂DCS操作维护人员和相关专业技术人员,都会有很大帮助。

本书第1章介绍DCS的发展历史。第2章讨论DCS的选型,针对目前国内DCS盲目选型的问题,强调选型时最重要的技术指标。第3章论述系统结构和网络层次,强调当今世界的潮流和主流结构、合理层次、多种接口和系统开放性。第4章论述目前控制器中连网的方便性,介绍一些新型控制器的性能及结构。第5章论述传统控制器组态的不统一性,介绍原有各家系统的不同点和相同点。第6章介绍替代操作站和系统开放。第7章介绍现代DCS的内部通信网络、现场总线和以太网。第8章论述DCS操作站和局域网。第9~11章讨论操作站上的死机现象、PLC和DCS之间的连接、系统维护。第12章着重探讨自动化标准化的重要性,并呼吁标准化。第13章探讨现场总线的技术应用和以太网。第14章论述系统集成。

本书对中国自动化控制技术的发展在一定意义上起着承前启后的作用,它不仅全面地总结和概括了传统DCS的特点和应用,还讨论了其发展方向和相关新技术的诞生和演绎,并指出系统集成和对传统技术、现代技术的综合利用,这代表现代中国自动化控制的一种先进理念。

本书的一大亮点,是站在跨学科的高度,呼吁控制语言的XML化,XML这种先进技术在Internet领域已经广泛应用,目前在控制领域编程组态的标签语言有部分运用,但很不充分,而图形语言还没有建立相应格式或标准。建立一个统一的编程语言的XML格式或标准,不仅是中国自动化控制技术发展的难点,

也是全球自动化控制领域技术现代化的难点。这是一个世界性的问题，必须引起全球自动化控制领域学术界的高度重视。解决了这个问题，对世界上该领域未来的发展，将起到重要的作用。

中国科学院院士

吳宏鑫

204.3.30

第1版前言

一般从国外进口的 DCS, 初次安装费用很高, 备品配件的费用更高, 甚至高得不可理解, 漫天要价。操作站的一块硬盘达到人民币 6 万多元, 显示器 11 万多元。通常备件到货时间很长, 有时用户非常着急, 往往因缺少备件而严重影响生产。我想若能在这方面做些工作, 急用户所急, 为用户分忧, 少影响生产, 不仅可以大幅度降低用户采购成本, 还可以减少进口。现在由于我们的介入, 一些国外的公司在备品备件方面也不再敢狮子大张口了, 自己也算是对国家作点贡献。然而, 我们的力量终究是非常有限的, 20 多年的 DCS 教学和现场维护的经历, 有成功的喜悦, 也有因自己的水平所限而解决不了系统故障的苦闷。

写这本书的目的之一, 是想让大家能够比较客观地认识国外的控制技术。我国的媒体对国外的系统向来都是一片赞美之词, 比如说他们的系统如何开放、如何故障少等, 实际上也不尽然。有些企业花费巨资购买国外的控制系统, 结果却并不理想, 如果让国内合适的专业公司去做, 不仅费用低得多, 也许只是他们的几分之一甚至十几分之一, 关键技术性能指标还可能比某些国外的系统高很多。

一般国内的企业通常对国外技术缺陷抱着极度宽容的态度, 而对国内技术相关的指标非常苛刻, 即使你的缺陷只是国外同类技术缺陷的 1/10, 往往还是不被接受。

国外的控制技术固然普遍比国内先进, 但是也不绝对, 国外各家的技术有他们的优点, 但缺点往往也无法掩盖。尤其是关于系统开放, 国内媒体对国外系统的评价不够客观, 没有统一的标准, 没有多家产品支持是没有办法实现开放的, 我认为应该还 DCS 的本来面目。

2001 年刚开始写这本书时, 进展很快, 后来感到脚步越来越沉重, 还常常有江郎才尽的感觉。2003 年下决心去美国和加拿大考察 DCS 的发展和应用状况, 走访了几十家厂家和商社后, 才豁然开朗。

陈旭东、周文明先生参与了本书部分章节的编写, 在写书过程中, 包钢自动化部崔大林先生给予了很多支持, 提出了一些意见, 并对全书作了审核。

感谢中国科学院院士吴宏鑫先生在百忙之中抽出时间为本书作序。

由于编著者水平有限, 肯定会有许多不当之处, 希望读者指正。

张新薇

目 录

第 2 版前言	
第 1 版序	
第 1 版前言	
第 1 章 集散控制系统的发展历史	1
1.1 过程控制系统	1
1.2 DCS 的发展历史	2
1.3 DCS 发展的新焦点	6
1.4 DCS 应用范围的扩展	8
1.5 传统 DCS 的基本组成	9
第 2 章 DCS 选型中的几个问题	11
2.1 按投资预算确定控制系统	11
2.2 按输入/输出点数确定工作站、控制器的型号和数量	14
第 3 章 DCS 的系统结构	20
3.1 传统 DCS 的概述	20
3.2 传统 DCS	22
3.3 传统 DCS 的结构和系统规模的关系及开放型系统	34
3.4 控制引擎使 PLC 实现 DCS 的功能	40
3.5 Ovation、Delta V 系统和国产 DCS	42
第 4 章 传统 DCS 的控制器	47
4.1 回路控制器	47
4.2 插件式控制器和导轨式控制器	53
4.3 DCS 控制器的软件系统和硬件结构	54
4.4 控制器的 I/O 模块	58
4.5 软 DCS 和软 PLC	62
第 5 章 传统 DCS 的控制算法	65
5.1 控制器中的软件	65
5.2 控制器中的 PID 控制算法及其应用	66
5.3 控制器中的功能块和控制策略的实现	79
第 6 章 DCS 的操作站和替代操作站	103
6.1 操作站的功能及组成	103
6.2 操作站的发展	107
6.3 PCI 总线	111
6.4 DCS 的新操作站和替代操作站	117
第 7 章 DCS 的通信网络	127
7.1 数据通信的基本知识	127
7.1.1 数据通信概述	127

7.1.2	数据传输原理	129
7.1.3	通信介质	131
7.1.4	频率和数据传输速率	135
7.1.5	编码和解码	136
7.2	DCS 的分层通信网络	137
7.2.1	分层通信网络概述	137
7.2.2	链路规程	143
7.2.3	DCS 网络的控制方式	146
7.2.4	DCS 网络的路径问题	147
第 8 章	DCS 的人机界面和局域网	148
8.1	传统 DCS 的人机界面	148
8.2	操作站的主 - 从结构	153
8.3	操作站及其后门网络	155
8.4	通信系统的“语言”和客户机/服务器格式	156
8.5	不同应用软件的数据交换和 OPC	161
8.5.1	数据交换的几种不同方法和 OPC 的一般介绍	161
8.5.2	OPC 的数据访问接口 (OPC DA)	166
8.5.3	OPC 的报警和事件接口标准 (简称 OPC AE)	173
8.5.4	Archestr A	179
8.6	网络的 OSI 七层参考模型	180
第 9 章	人机界面的死机现象	182
9.1	DCS 人机界面的死机现象	182
9.2	客户机/服务器结构的人机界面的死机现象	185
第 10 章	DCS 与 PLC 互连、PLC 与 PLC 互连	191
10.1	DCS 和其他系统的互连	191
10.2	系统互连举例	195
10.3	Modbus 通信协议	198
10.4	能完成 DCS 功能的 PLC	205
第 11 章	如何延长 DCS 的生命周期	206
11.1	如何保证传统 DCS 操作站的生命周期	206
11.2	如何延长控制器和接口板的寿命	214
11.3	系统地线和隔离的重要性	217
11.4	替代操作站和系统迁移	222
第 12 章	自动化国际标准和通用编程环境	227
12.1	自动化设计标准	227
12.2	ISaGRAF 软件编程环境	233
12.3	OpenPCS、MOST 和其他符合国际标准的编程软件	237
第 13 章	现场总线和工业以太网	239
13.1	现场总线概述	239
13.2	基金会总线	244

13.3	PROFIBUS	246
13.4	现场总线的前景	248
13.5	DCS 和工业以太网	256
第 14 章	系统集成在过程控制系统中的作用	264
14.1	现场总线集成于 DCS、PLC 系统及集成中的几个重要问题	266
14.2	几种集成的开放型系统及其采用的硬件和软件	276
14.3	工业连接软、硬件接口, 优化控制和 SCADA/HMI 软件	286
参考文献		292

第1章 集散控制系统的发展历史

1.1 过程控制系统

工业生产过程是把原材料转变成产品并具备一定生产规模的过程，生产过程总是在一定工艺参数条件下进行的，因此需要对这些参数进行控制。这些参数有两种类型，它们是如电动机起、停这样的开关量（即状态量）和如电流、温度、流量、压力、液位的大小（高低）这样的连续变化的模拟量。在工业生产中，经常要对这些物理量进行测量、运算、控制和显示观察。过程控制系统的设计工作，其实质是根据不同被控对象的特性及控制系统要求的性能指标，来确定控制方案，从而选用不同的控制系统。过程控制系统的应用是 Backmen 公司在 20 世纪 40 年代提出的，到现在已有 70 年的历史。在 20 世纪的 70 年代以前，开关量的控制是用继电器的各种不同组合来实现的，模拟量的控制都采用常规模拟仪表控制。常规模拟仪表经历了自力式、基地式、气动单元组合式、电动单元组合式和组件组合式等不同仪表装置。就单元组合而言，又分为 I 型、II 型、III 型表，在我国还曾经出现过 IV 型表（即 S 系列表）。I 型、II 型、III 型表都是用模拟电路中的电阻、电容的不同组合来实现其功能的。II 型仪表的统一输入标准信号为 $0 \sim 10\text{mA}$ ，III 型表的统一输入标准信号为 $4 \sim 20\text{mA}$ 。一个调节器只能完成一个回路的控制，控制原理和所用设备如图 1-1 所示。图 1-1a 是一个贮罐， F_1 表示液体物料的流入量， F_2 表示液体物料的流出量， L 表示液位。有进料阀门和出料阀门，生产稳定时，进料和出料应该相等。由于工况变化，会使得液位变化，控制系统的任务是使液位稳定在设定的液位上。图 1-1b 是一个液位控制系统的原理图，LC 为液位输出，在液位超过设定时，控制输出阀门，加大流出量，达到设定时，关闭阀门。图 1-1c 是所用调节器的模拟表的面板，在面板上有手动指示灯、自动指示灯、手动/自动切换开关、手动操作拨盘、内给定拨盘和输出指示表等。图 1-1d 是调节器构成原理的示意图，图 1-1e 是反馈控制系统的控制原理框图。

随着工业生产装置的不断扩大，为了提高生产效率、降低能源消耗、提高产品质量和发展品种等，对控制系统提出了更高的要求。近年来开始采用临界参数的新型生产设备，原因是用模拟仪表实现现代生产设备的控制要求已经变得非常困难。首先，为了减少模拟仪表的零点漂移而采用温度补偿的办法所花的代价很高，而且各个控制回路之间没有联系，对多变量的控制系统无能为力，控制精度不可能满足要求。另一方面，把模拟仪表都安装在中央控制室，现场仪表的信号用电缆送到中央控制室，通过仪表解算以后又用电缆把控制信号送到执行机构，因此需要很多电缆。此外，一块表只能完成很单一的任务，使得模拟仪表盘的面积越做越大，以致中央控制室的体积也越来越大。

20 世纪 70 年代，计算机技术已有很大的发展。开关量控制已经可以不用继电器，而采用可编程序控制器（PLC）实现顺序逻辑控制。在这种背景下，用数字控制代替模拟仪表控制的呼声很高。到 1975 年，用数字计算机代替模拟仪表成为可能，美国 Honeywell 公司首先

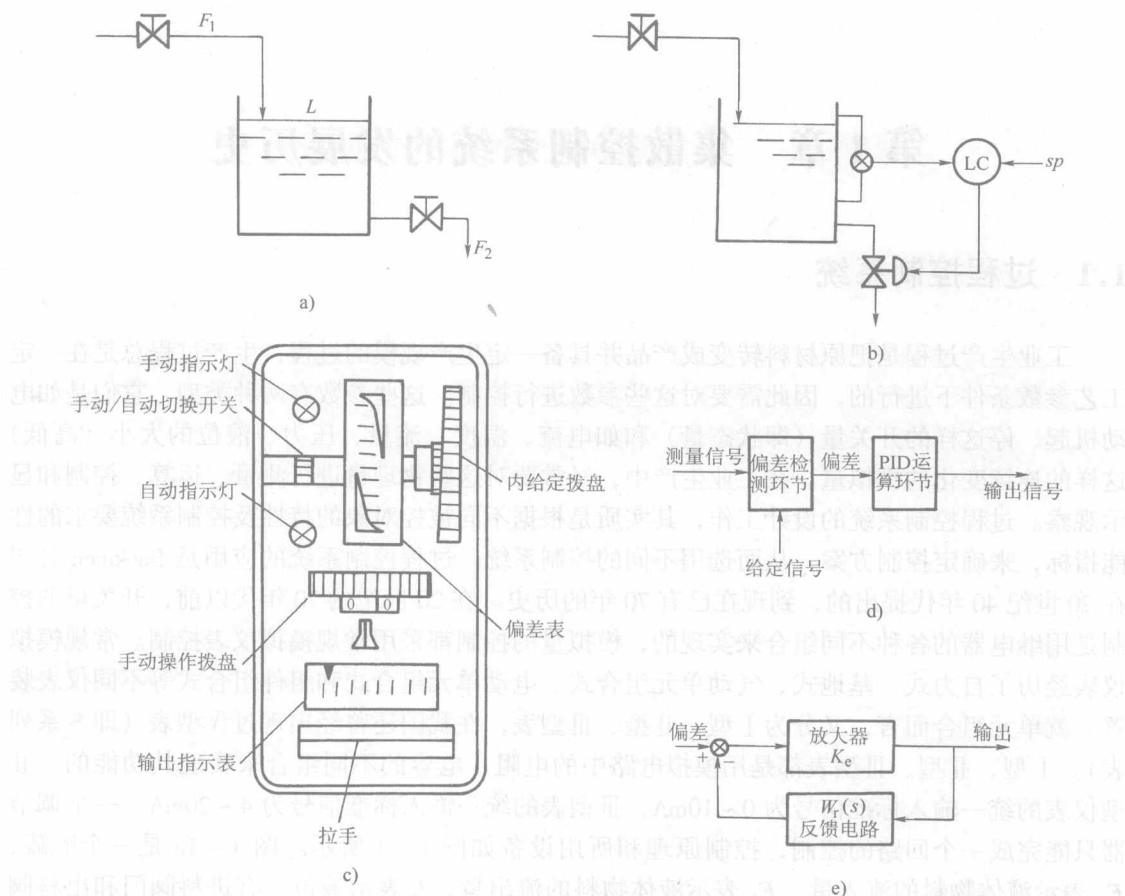


图 1-1 液位控制系统的原理和控制设备

a) 贮罐 b) 液位控制系统 c) DTL-121 调节器的正面图

d) 调节器的构成原理示意图 e) PID 运算环节的构成方框图

推出 TDC2000 集散控制系统 (DCS)。TDC2000 的诞生如雨后春笋, 在欧洲、日本都出现了许多不同品牌的 DCS。

1.2 DCS 的发展历史

在工业生产过程中, 需要测量和控制的变量有温度、压力、流量、液面、称重量、电量 (电流、电压、功率) 和成分等。随着电子技术、计算机技术以及测量技术的不断发展, 这些变量的基本测量和控制原理变化不大, 但是信号转换、信号显示和控制装置的变化却十分迅速。最近几十年从气动仪表到电动仪表, 从现场就地控制到中央控制室, 从在仪表屏上操作到用计算机操作站 (显示采用 CRT、LCD、LED) 操作, 从模拟信号到数字信号等, 发展速度是很惊人的。从 I 型、II 型、III 型表到回路控制器 (我国称为 IV 型表或 S 系列表)、PLC 和 DCS、开放型网络化系统经历虽不到 50 年的时间, 但是与控制原理上的发展和实现控制的手段相比, 装置的改进可以说是日新月异。

1975 年以前, 实现模拟量数字控制采用像 PDP11/24 这样的小型机, 用电缆将现场传感

器的信号送到中央控制室。经过计算机的运算以后,把结果送给执行器。一台机器不仅要完成许多回路的控制,又要采集数据和做逻辑运算,还要实现人机接口的功能,把工艺过程的情况送到显示器显示。一旦小型机坏了,控制、数据采集、逻辑运算和显示都没有了,危险比较集中。把危险分散,把管理集中,这就是集散控制的基本设计思想。20世纪70年代初期和中期,我国曾经做过采用小型机进行电厂控制这样的尝试,由于可靠性很差,所以没有达到预期的结果。

DCS是继1969年PLC问世后,由Honeywell公司在1975年首先推出的计算机过程控制系统,称为集散控制系统。代替原来由模拟仪表完成的,对流量、压力和温度等量的控制。Honeywell公司最先推出的系统是TDC2000,它把控制和显示的功能分开了。TDC2000的基本控制器只有8个回路的模拟量控制。在1s的时间内,能把8个通道都扫描一遍,称为基本控制器(BC)。另外,还有实现数据采集的过程接口单元(PIU)和模拟单元(AU)。当时的操作站没有图形显示,通信网络称为数据高速公路(DHW),在DHW上有交通指挥器(HTD)。按照在HW上的通信规则,可分为以下3种设备:只答设备,如基本控制器和模拟单元;询问设备,如过程接口单元;优先存取设备,如操作站等。现场运行人员利用键盘操作实现控制过程,通过CRT监视键盘操作下的工厂设备的运行状态。

随后,相继有几十家美国、欧洲和日本的仪表公司也推出了自己的系统。如Foxboro公司的Spectrum系统,日本日立、横河仪表、东芝和富士电机等公司也推出自己的系统。同时,由于DCS、PLC的应用得到用户的好评,负责制造传动设备的公司和计算机公司也开始涉足DCS的开发、生产。

从不同方向发展起来的DCS,在结构、通信网络、组态方式和监控软件方面差别很大。仪表公司开发的DCS的控制器的算法部分比较符合仪表工程人员应用的习惯,如Honeywell公司的TDC2000、Bailey公司的N90、横河仪表公司的YEWPACK MARK II,特别是组态方式比较方便。传动公司设计的DCS更像PLC系统。如西屋公司开发的WDPF I系统,它的输入/输出卡就是可编程的NL系列的输入/输出卡。后来WDPF II的输入/输出的总线改用Q总线,代替NL的I/O卡,所以它的开关量部分比较好。计算机公司设计的DCS的人机界面比较友好,通信网络比较先进。相继出现的DCS有MAX-1、Spectrum、RS3、MOD III、N90、D/3、WDPF I、Micro、ECS-1200;日本横河仪表公司的YEPARK MARK II,东芝公司的Tosdic;英国的P4000;德国的Teleperm、Procontrol P;瑞典的AC210等。还有飞利浦、埃卡尔德等公司也相继推出了自己的系统。在此后的20多年时间里,系统虽然有一些改进,但在本质上没有很大的变化。如它们的控制器、人机界面和通信网络都是专用的,和现在完全开放的新系统区别很大。为了方便叙述一些问题,与开放性系统区别,在以后的章节中称这些封闭的系统为传统DCS。

DCS的发展与计算机技术的发展密切相关,但由于一些DCS的开发商总是想把计算机的新技术应用到工业控制当中,所以DCS的发展比计算机技术的发展要滞后一些。DCS一旦定型,在一段时间内不会做大的改动。尤其是控制器部分,在相当长的时间内没有变化。对于一个好的系统,即使新的控制器已经推向市场,也能和老的控制器相兼容。操作站的变化受到微机发展的影响比较大,但也有相对稳定的时间。过去的媒体总报道什么型号的集散系统为第几代产品,但实际上并没有严格的规定,国际上连区分的标准也没有,甚至也没有权威机构来确认这件事情。对DCS的开放问题,有的厂商在20世纪80年代就宣布自己的产

品是开放的,实际上,当时并没有什么开放的标准,也没有多家产品的支持,一个公司怎么自己能达到开放的目的呢!只是能连接自己的产品,总希望其他厂家的产品统一到自己的产品上来,实际上,这是不可能的。甚至到现在,传统 DCS 的开放问题解决得还不是十分好。即使有动态数据交换 (DDE)、快速 DDE 来实现系统互连,第三方的软件进入 DCS 仍然不方便。只是在人机界面这一层通过替代操作站或 PC 为硬件、Windows 为操作系统的操作站或专门为读取数据而建立的动态数据服务器 (安装目标连接嵌入式过程控制 (OPC) 服务器) 来实现开放。DCS 本身还必须采用 DCS 开发商开发的、专用的、昂贵的接口。

DCS 开发商总是不愿意第三方的软件 (如第三方的监控软件、优化控制软件等),进入到自己的系统中,都希望能开发这种软件的公司开发的驱动软件来与 DCS 连接。DCS 的开发商总是希望不论是基础级控制,还是上层的协调控制,都由 DCS 厂商一家来供货。即使某 DCS 能与另外一个系统互连,也得在该厂商的安排下,用它的专用接口和专用驱动软件来实现互连。有人曾调侃地说,DCS 是一种技术“毒品”,也可以说是一种“宗教”。这种局面的打破,需要有新技术的出现。如目前的 OPC 服务器的出现,完全开放的以 PC 为硬件的控制器、工业连接软件、硬件的出现等,使得互连的问题有了希望。系统不可能长期封闭,20 世纪 70~80 年代,美国的 DEC 公司在小型机领域几乎独霸天下。它的所有部件,如显示器、硬盘、键盘和内存都是专用的,以避免其他公司的产品能代替一部分备件。这种政策的结果,使 DEC 公司的产品销售在 20 世纪 90 年代开始走下坡路,1996 年终被 COMPAQ 公司兼并。DEC 公司的小型机被不少 DCS 作为操作站的主机。2002 年惠普公司又把 COMPAQ 公司兼并,DEC 公司不复存在。不少 DCS 厂家不得不开发新的操作站,以满足市场的需要。

目前,自动化领域新的发展趋势除由厂家专门提供系统外,还可以采用 PC 作为控制器的硬件,另外还可按照 IEC61131 的国际标准,开发通用的软件平台。各硬件生产厂家专门生产硬件,使硬件的成本减到最低。软件厂商 (包括编程平台、SCADA/HMI 和工业连接软件) 专门开发软件,也可以由系统集成商集成各种控制系统。

20 世纪 90 年代末 DCS 通信网络开始采用工业以太网。21 世纪初,DCS 和实时数据库系统相结合,实现优化控制和各工艺过程的协调生产,还与管理信息系统 (MIS) 组成综合管理信息系统,送到全厂显示和存入工厂关系数据库中,通过 Web,与商业活动联系在一起,供管理人员随时查询生产情况。MIS 的数据传输,载体采用光纤网和电话线网、电力网相结合的方式。传输数据多的地方采用光纤,传输数据少的地方用电话线,或电力网。很像公共交通中的高速公路和国道联合使用一样。电话网称为对称数字用户线 (SDSL) 技术。国内已有非对称数字用户线 (ADSL) 技术。在价格上,SDSL 和电力线比 ADSL 要高出很多,目前已经很少采用 SDSL 和电力线。通信网络的协议基本上都是采用轮询方式的,在网络上设交通指挥器。20 世纪 80 年代就发生变化了,通信网络较多地使用广播发送的令牌方式。20 世纪 90 年代操作站出现了采用硬件,如 PC 和小型机,打开了 DCS 形成的自动化“孤岛”。自动化“孤岛”的形成,既有历史原因,也有商业原因。

20 世纪 70 年代操作站的硬件、操作系统、监控软件都是专用的,由各 DCS 厂家自己开发的操作站没有动态流程图,只有文本显示。到 20 世纪 80 年代初期,操作站已经有图形显示。

操作站的开放,使黑客和病毒容易侵入,如何保证数据安全就成为最重要的课题。目前许多传统 DCS 的控制器操作系统都采用专用的。到 20 世纪 90 年代也有采用 Win-

dows 平台的操作系统的控制器。争论还比较激烈, 有人认为 Windows 平台不够稳定, 实时性差, 在控制器中应用不太合适。当时还出现一些实时性比较好的操作系统, 被用于控制器中。采用 PC 作为控制器的系统被称作软 DCS 或软 PLC。开放型系统的控制器有采用 Linux、VxWork WindowsXP 等操作系统。

20 世纪 80 年代有两项技术的出现, 为系统开放做好了技术准备, 一是 80 年代初 FIX、Intouch 监控软件推向市场, 二是 1986 年现场总线的出现, 把现场总线技术用到 DCS 中, 作为 DCS 控制器的输入/输出, 解决远程信号的传输问题。如把 HART 总线做成 DCS 的一种输入卡, 可以有 16 个变送器连接在 HART 总线上。又如 LonWorks 总线作为 Moore 的 353 回路控制器的输入、输出。把只有两个控制回路的控制器增加到 25 个控制回路, 同时还能有 100 个开关量。变送器、执行机构和 DCS 的控制器的距离可达 1km 以上。不仅解决了远程信号的数据传输问题, 还节省了从现场检测仪表到控制器的连接电缆。现场总线本身也能组成系统, 把控制用的算法下放到变送器和执行机构中, 在组成系统时通过网络调用功能块实现闭环控制。它也可以与 DCS 连在一个系统中, 组成一个更大的系统, 如 DeltaV 系统。

现场总线的提出到现在已有 20 来年的历史, 由于现场总线都是由各厂家提出来的, 各家有各自的通信标准, 因而很难形成一个统一的标准。经过 14 年的争论, 经过国际标准化组织 (ISO) 投票, 决定产生 IEC61158 标准。一共有 8 种总线成为标准。它们中有 FF HI、Control Net、PROFIBUS、INTERBUS、P-Net、World FIP Swift-Net、FF 之高速 Ethernet (即 HSE)。其中 P-Net、Swift Net 是专用总线, Control Net、PROFIBUS、INTERBUS、World FIP 是由 PLC 发展起来的, FF HI 和 HSE 是由 DCS 发展起来的。加上以前已经成为国际标准的 4 种现场总线共有 12 种。这 12 种总线采用的通信标准协议完全不同, 因此要实现这些总线的兼容和互操作是十分困难的。

作为现场总线系统本身还有许多事情要做, 如通信协议的认可虽然很困难, 但还在努力, 功能算法按 IEC61508 标准统一等。另外, DCS、PLC 本身也在发展, 如以 PC 为基础的软 DCS, 它们与现场总线联合使用, 特别是以太网的现场总线进入工业控制领域、控制引擎的应用成功, 完全开放的替代操作站的出现和在操作站中安装以太网卡能与关系数据库通信等。后来又出现 OPC 服务器, 工业连接软件的开发, 在总体解决方案中, 通过工业以太网把过程控制用的 DCS、PLC 中的控制器连成系统, 解决专用接口硬件和驱动软件昂贵的问题, 并能和总线控制系统、办公自动化系统连在一个网上, 与互联网的 Web 技术, 把商业应用也结合在一起, 实现资源共享。DCS 和 PLC 与原来的概念有很大的区别。工业控制出现多元化的局面。

从 20 多年的应用来看, DCS 在硬件结构、软件应用和网络协议方面, 大约有几个新的技术出现, 对 DCS 的发展起了极其重要的作用。

1) 20 世纪 80 年代初期, Intellution 公司的 FIX 软件和 Wonderware 公司的 Intouch 软件在 DCS 上运行开发成功, 为 PC 进入工业控制领域做了技术准备。使 20 世纪 90 年代替代操作站在 DCS 上的应用成为可能。

2) OPC 服务器的出现, 解决了不同机型互操作和互连的问题。

3) IEC61131-3 编程标准的发布, 有可能使 DCS 控制器的编程实现“一次学习, 到处使用”。

4) 现场总线技术的发展, 解决控制器远程信号的传输问题。FF 使通信技术到最底层。

这是一种通信和控制相结合的技术。

5) 几年前国际上有一些公司已推出了完全以工业以太网为基础的系统,其工厂级、监控级和现场级均采用基于 TCP/IP 的工业 Ethernet, 配备 Web server 功能, 以十分迅速地速度进入工业控制领域。

总的来看, DCS 控制器的 I/O 卡的发展主要体现在现场总线的应用和 I/O 卡 A/D 转换位数的增加。操作站的变化体现在软、硬件的改变, 通信网络结构、协议的改进。操作站由专用机变化到通用机, 监控软件由专用逐渐变化到通用, 如普通微机 (PC) 和小型机、FIX 和 Intouch 等监控软件用于操作站。专用操作站的硬件在 20 世纪 90 年代初就被淘汰, 专用监控软件的操作站由于销售量小, 软件方面存在的问题虽然解决了许多, 但死机现象还是时有发生, 后来也被淘汰。

控制器相对来讲变化要小得多, 它只是由于芯片水平的提高而做一些调整。各个系统功能块的算法和组态方式是不变的。

1.3 DCS 发展的新焦点

为了降低 DCS 的高昂费用, 一定要尽量采用通用的部件, 使系统成为开放的系统, 使得和其他系统的互连变得非常容易, 第三方的软件在花费不多的情况下读取 DCS 中的数据, 如优化控制的信息很容易地送给控制器, 以实现优化控制。以前为完成某一个功能, 如一个软件, 需要读/写 DCS、PLC 的数据, 软件公司都要开发一个专用的驱动软件, 通过专用的接口读/写, 这种专用的驱动软件和接口的费用都是很高的。如 Wanderware 公司的 Intouch 有 700 多个驱动软件, Intellution 公司的 iFIX 有 400 多个驱动软件, Pi 公司的 OSI 有 300 多个驱动软件等, 这一些驱动软件都是专用的, 专用驱动软件和专用接口硬件, 使得企业在费用上无法忍受。这些驱动软件和接口都是适用于传统 DCS 和 PLC 的。系统开放或者说是操作站、控制器的开放和与现场总线技术融合, 成为新一轮控制系统竞争的焦点。

如果控制器、网络和人机界面都要开放的话, 最为通用的硬件是 PC, 应用最广泛的网络是以太网。从 DCS 发展的情况来看, 最近几年推出的大部分 DCS 的操作站采用个人微机, Windows NT、2000 等操作系统, 监控软件用作操作站的话, 应该能支持脚本语言, 如 VB 和 Java 等, 另外也支持微软的 Active X, 通过以太网卡, 直接连到以太网。安装 OPC 服务器, 在以太网上, 不同机型可以通信。控制器开放的意思是向上能挂到以太网上, 向下能与多种现场总线相连。传统 DCS 和 PLC 由于控制器是封闭的, 使得网络接口必须专用, 所以它的价格很高, 每个接口都在 2 万美元左右。如果采用通用的控制器, 网络接口的费用就会下降。通用控制器的采用, 标志着原来封闭的控制器、网络接口, 甚至人机界面都要停止生产, 取而代之的是开放的控制器、开放的人机界面和通用的网络接口。由于网络技术的发展, 如果操作站的台数比较多, 采用客户机/服务器的方式比较合适, 只要两台服务器, 就可以采用多台客户机, 这样就可以减少网络接口的数量, 但人机界面 (即客户机) 的数量不仅不减少, 而且在一定程度上可以不限数量。控制器直接在以太网上工作, 控制器之间交换数据可以通过以太网, 也可以用其他网络进行, 比如 Controllink。人机界面采用的硬件为个人微机, 这样, 操作站的费用也可以下降。软件通常是在 Windows 平台, 面向对象的设计方式, 支持 ActiveX 脚本语言, 能设计高级应用, 能嵌入微软 VB 语言, 利用 VB 类型的脚本扩

充体系支持性能的提升,从而能编写高级动画,画出的过程流程图有三维效果。保留原 DCS 的工程师站,以直观逻辑图形构造模拟和数字混合控制流程的设计方案。在网上能连接历史数据服务器,存储的容量可以很大,还可以连接 Web 服务器。

1999 年,Invensys 公司购买了 Wonderware 公司,并与 Foxboro 公司成为一个集团,预示着新的系统即将诞生。到 2001 年 Invensys 公司推出 A² 系统,尤其是 2004 年 4 月 7 日 Invensys 公司宣布的 Dserver 支持 AB 公司的 ControlLogix,标志着完全开放的系统已经成熟,并且推向市场。A² 系统中 ControlLogix 是 PLC,它继承了 PLC 运行可靠、开放的优点,同时,它在 PLC 销售时,销售量比较大。现在通过 Dserver,产生新的系统架构。A² 系统又能完成 DCS,只要能连接到以太网的控制器,都能与 ControlLogix 联合运行。Invensys 公司推出了完全新的系统。因为 Wonderware 公司是一个软件公司,它不生产硬件,它的工作涉及人机界面以上的软件。把 Intouch 软件分成两部分,从 DCS、PLC 读取数据,然后到 IAS,再到监控软件 Intouch 的显示部分。

目前,在北美市场应用较多的 DCS 是 Delta V、A² 和 Ovation 系统。传统 DCS 在做系统改造时,为节省投资,可以采用原系统的一部分,移植到 DeltaV、A² 系统或其他开放的系统,以达到开放的目的。如现场总线系统、第三方的软件和装置也很容易互连,真正做到资源共享。

Honeywell 公司和 ABB 公司都推出了自己最新的开发成果。前者推出的是过程知识系统 (PKS),它与 A² 是同时代的产品,如图 1-2 所示。图中,PKS 的控制器是 C200,它与原来的 TPS 用的控制器有很大差别。C200 控制器既能连接插件式的 I/O,也能连接导轨式的 I/O,同时,也能连接基金会现场总线。它向下是开放的,人机界面也与原 TPS 系统的 US、GUS 不同。它采用的软件也是新的,可以嵌入 VB 语言,支持 ActiveX,所以它是一个全新的系统,也是开放的系统。不过 C200 控制器是连在 ControlNet 上的,它只能用于 C200 的通信,它还是专用的,也就是说 C200 控制器向上不开放。它通过服务器连到能容错的以太网上,过程服务器的软件也是他们自己开发的,专用性很强。整个系统与原来的 TPS 系统的继承性不太好,想必它的开发费用很大,所以在价格上会存在有不如其他系统的可能性。PKS 系统的结构与 TPS 虽然有差别,但有相似性。容错以太网也是 Honeywell 公司自己开发的,不过,它能连接标准以太网的设备。

ABB 公司前几年开发有两种控制器,原贝利公司 INFI90 部分推出新的 BRC100 和 BRC300 控制器,能和老的 IMMFOX 系列控制器一起工作,外形也与原来的一样。它的 I/O 可以是原来的,也可以是远程的 S800,间接能与 PROFIBUS 现场总线通信。操作站有新的软件称为过程入口 (Process Portal),与原贝利公司 INFI90 相连的称为 Process Portal B,与瑞典系统 Advant OCS 相连的称为 Process Portal A,以 Conductor NT 的图形软件为基础,微软公司的一些软件能够应用,使操作站开放。ABB 的系统总称为 Industrial IT 系统。分为控制 IT、操作 IT 和信息 IT。它购买一些第三方公司的产品,主要集成在自己的信息 IT 中,并根据用户要求集成系统。Industrial IT 的核心是 AC800 控制器和相应的 I/O,能与 PROFIBUS 相连。在美国,除第三方的替代操作站外,Process Portal B 已经作为 INFI90 系统改造时的主流操作站,在中国也有应用。

ABB 公司也购买了 SL-GMS 的图形软件,经二次开发后可成为 N90、INFI90 系统 Conductor NT 操作站。