



DCS应用资料汇编

中国石油化工总公司

一九九一年

中国石油化工总公司

DCS 应用资料汇编



中国石油化工总公司

1991 年 10 月

中国石油化工总公司DCS应用资料汇编
(内部资料。注意保存)

编 道	中国石油化工总公司 DCS应用资料汇编编辑委员会
出 版	中国石化总公司自动化科技情报站
通讯地址	甘肃省兰州市西固区 兰州炼油化工总厂自动化研究室
电 话	总机 55911—559174 2884
电 报	3550——自
邮政编码	730060
内页印刷	兰化生活服务公司印刷
封面印刷	兰州新华印刷厂

中国石油化工总公司 DCS 应用 资料汇编编辑委员会

主 编：周瑞康
副 主 编：秦瑞岐 王立行 赵建华
编 委：吴俊良 刘华彬 王 东
杨彬彦 李德麟 王立奉
王吉溪 陆滨华 恽 春
董伟成 张书松 师 平
赵昭恺 万佩忠 李 旻

责任编辑：王 东 王 爽

编审及校对工作人员：

李 荣	贺秉恩	张鸣芳
王 红	曹玉也	彭蔚青
张志海	梅 星	张香菊

前 言

“七·五”期间,中国石油化工总公司所辖范围内投用的集散控制系统(DCS: Distributed Control System)已达九十多套,为生产的安稳长满优运行,为装置的达标和提高管理水平发挥了应有的作用,取得了明显的效益。

为充分发挥总公司企业集团的优势,进一步促进“八·五”期间总公司 DCS 应用技术的发展,总公司经济信息中心与生产部决定在九〇年总公司 DCS 应用调研基础上,组织编写《中国石油化工总公司 DCS 应用资料汇编》。旨在通过对总公司现有 DCS 应用情况的编撰,加强 DCS 技术力量的协作配合,以便在挖掘现有 DCS 资源潜力、提高 DCS 应用水平及新系统的选型、配置等方面相互借鉴,有效地避免盲目引进、重复开发等弊端,并在维修技术备件供应上,交流经验,互相支援,解决应急,更好地为石化生产装置达标服务。愿这本《汇编》能得到广大读者的欢迎。

本《汇编》的出版,基于总公司系统从事 DCS 应用工作的广大工程技术人员、操作人员在多年的生产实践中所积累的丰富经验,并得力于编者、作者、译者的辛勤劳作及兰州炼油化工总厂的鼎力支持,在此,谨向为《汇编》做过工作的各位有关人员及单位表示由衷的谢忱。

囿于我们的水平,也缘于时间的紧迫,本《汇编》错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者指正。

《中国石油化工总公司 DCS 应用资料汇编》编委会 1991 年 10 月

目 录

第一章 集散控制系统技术发展综述.....	王 东(1)
§ 1 集散控制系统的概念与产生	
§ 2 集散控制系统的设计思想及特点	
§ 3 集散控制系统发展经历的三个时期	
§ 4 集散控制系统的应用和经济效益	
§ 5 集散控制系统的新发展	
§ 6 DCS 与 CIMS	
§ 7 MAP/TOP 协议简况	
第二章 中国石油化工总公司 DCS 应用概况	(18)
§ 1 中国石油化工总公司过程控制 DCS 应用调研报告 总公司 DCS 调研组	
§ 2 中国石化总公司过程控制 DCS 汇总表	(26)
第三章 中国石油化工总公司 DCS 应用实例	
§ 1 PROVOX 集散控制系统在广州石油化工总厂第一套常减压蒸馏装置上的 应用..... 范运隆(33)	
§ 2 SPECTRUM 集散控制系统在大连石油化工公司第一套蒸馏装置上的应用 王 坚、罗 晖(54)	
§ 3 I/A S 集散控制系统在兰州炼油化工总厂第二套常减压蒸馏装置上的应用 陈桂发(63)	
§ 4 I/A S 集散控制系统在独山子炼油厂常减压蒸馏和延迟焦化两套装置上 的应用..... 贾维岳、罗 贞、杨权文(81)	
§ 5 SPECTRUM 集散控制系统在高桥石油化工公司炼油厂第二套催化裂化装 置上的应用..... 陈家忠(88)	
§ 6 SPECTRUM 集散控制系统在乌鲁木齐石油化工总厂炼油厂催化裂化装置 上的应用..... 师 平(96)	
§ 7 NETWORK—90 集散控制系统在巴陵石油化工公司长岭炼油厂重油催化 裂化装置上的应用	谯忠信、周湘云、陈海波(113)
§ 8 I/A S 集散控制系统在广州石油化工总厂炼油厂重油催化裂化装置上的应用 曹 钢(133)	
§ 9 TDCS—2000 集散控制系统在广州石油化工总厂炼油厂连续重整装置上的 应用	刘超平(144)
§ 10 RS-3 集散控制系统在燕山石油化工公司炼油厂第二套糠醛精制装置上的 应用..... 马国顺(157)	
§ 11 MOD—3000 集散控制系统在齐鲁石油化工公司胜利炼油厂重油加氢装 置上的应用..... 戈兆燕(166)	

- § 12 CENTUM 集散控制系统在燕山石油化工公司化工一厂乙烯装置上的应用
..... 马 龙、刘 波、孙敦圣(182)
- § 13 CENTUM 集散控制系统在大庆石油化工总厂化工一厂乙烯装置上的应用
..... 王吉溪、周志忠、闫世昌(233)
- § 14 CENTUM 集散控制系统在兰州化学工业公司石油化工厂乙烯装置上的应用
..... 郭瑞华(248)
- § 15 TDCS-2000 集散控制系统在扬子石油化工公司烯烃厂乙烯装置上的应用
..... 赵昭恺(262)
- § 16 CENTUM 集散控制系统在齐鲁石油化工公司烯烃厂高密度聚乙烯装置上的应用
..... 侯福庄(271)
- § 17 TDC(S)-3000 集散控制系统在大庆石油化工总厂塑料厂线性低密度聚乙烯装置上的应用
..... 张 昆、李丛庚、魏延方(278)
- § 18 TDC(S)-3000 集散控制系统在扬子石油化工公司塑料厂聚丙烯装置上的应用
..... 张国强、惠大器(289)
- § 19 TDC(S)-3000 集散控制系统在齐鲁石油化工公司烯烃厂聚丙烯装置上的应用
..... 刘守岳(300)
- § 20 TDC(S)-3000 集散控制系统在燕山石油化工公司化工一厂聚苯乙烯装置上的应用
..... 刘彦波(315)
- § 21 CENTUM 集散控制系统在燕山石油化工公司化工一厂苯乙烯装置上的应用
..... 冯少伟(329)
- § 22 I/A S 集散控制系统在齐鲁石油化工公司橡胶厂乙腈装置上的应用
..... 陈建锋(341)
- § 23 TDC(S)-3000 集散控制系统在扬子石油化工公司烯烃厂乙二醇装置上的应用
..... 杨极平(356)
- § 24 ICC-6000 集散控制系统在上海石油化工总厂化工二厂乙醛/醋酸装置上的应用
..... 罗国华(362)
- § 25 CENTUM 集散控制系统在辽阳石油化纤公司化工二厂 DMT 装置上的应用
..... 褚乃刚(366)
- § 26 CENTUM 集散控制系统在上海石油化工总厂化工一厂对二甲苯装置上的应用
..... 唐有峰(370)
- § 27 CENTUM 集散控制系统在大庆石油化工总厂化工二厂丙烯腈装置上的应用
..... 张欣林、梁德利、张子良(378)
- § 28 TDC(S)-3000 集散控制系统在上海石油化工总厂化工二厂丙烯腈装置上的应用
..... 施盛林(387)
- § 29 PROVOX 集散控制系统在安庆石油化工总厂化肥厂合成氨装置上的应用
..... 包春珍(395)
- § 30 PROVOX-II 集散控制系统在大庆石油化工总厂化肥厂合成氨和尿素装置上的应用
..... 石长旭、李春华(400)
- § 31 SPECTRUM 集散控制系统在金陵石油化工公司化肥厂合成氨装置上的应用
..... 孙之达、邱慧玲、张克泰(410)

- § 32 CENTUM 集散控制系统在巴陵石油化工公司洞庭氮肥厂合成氨装置上的应用..... 董伟成(423)
- § 33 CENTUM 集散控制系统在齐鲁石油化工公司第二化肥厂合成氨装置上的应用..... 武胜利(434)
- § 34 YEWPACK 集散控制系统在辽阳石油化纤公司化工四厂尼龙线生产装置上的应用..... 谢春诚(444)
- § 35 MYCRO 集散控制系统在大庆石油化工总厂腈纶厂腈纶装置上的应用..... 王吉溪、王耀波、李秋野(448)
- § 36 YEWPACK 集散控制系统在巴陵石油化工公司锦纶厂己内酰胺装置上的应用..... 林秋霞(463)
- § 37 I/A S 集散控制系统在上海石油化工总厂涤纶二厂杜帮聚酯装置上的应用..... 何希惠、邵海元(472)
- § 38 CENTUM—XL 集散控制系统在巴陵石油化工公司建设指挥部己内酰胺装置上的应用..... 姚龙春(481)
- § 39 TDC(S)—3000 集散控制系统在上海石油化工总厂化工二厂空分装置上的应用..... 虞绪远(490)
- § 40 TDC(S)—3000 集散控制系统在福建炼油厂中的应用(设计)..... 恽 春、张 平(505)

第四章 集散控制系统应用工作实施要求

- § 1 DCS 应用工作实施步骤及内容..... 杨彬彦、王吉溪(524)
- § 2 DCS 选型要点及对设置环境的基本要求..... 王立奉、黄步余(536)

附录

- 附录一 中国石油化工总公司 SPECTRUM 系统备品配件集资储备情况 ... 师 平(544)
- 附录二 几种集散控制系统简介
 - § 1 TDC—3000 型集散控制系统 董道美、张书松、刘延江、鞠晓程(547)
 - § 2 CENTUM, CENTUM—XL, μ XL 型集散控制系统 张书松、孙学信(572)
 - § 3 I/A S 型集散控制系统 陈建锋(594)
- 附录三 集散控制系统国内主要合资厂商及其 DCS 产品 (607)
 - § 1 上海·福克斯波罗有限公司
 - § 2 西仪横河控制系统有限公司
 - § 3 中国四联仪器仪表集团公司
 - § 4 北京贝利控制有限公司

第一章 集散控制系统技术发展综述

兰州炼油化工总厂自动化研究所 王 东

集散控制系统是七十年代中期发展起来的新型控制系统。它融合了计算机技术、控制技术、转换技术、通信技术和图形显示技术。利用它可以实现对生产过程集中操作管理和分散控制。在美国、日本、欧洲等国家和地区,已被广泛应用于石油化工、冶金、纺织、电力和食品加工等工业上。我国石化、钢铁、煤炭、电力、铁道、矿山、食品、建材等工业生产中,也先后应用起来,并取得了良好的技术经济效益。近年来,我国也开始自行开发和研制集散控制系统。

§ 1 集散控制系统的概念与产生

“集”和“散”这两个字是集中操作管理和分散控制的简称。集散控制系统这个词的含意是利用微型处理机或微型计算机技术对生产过程进行集中管理和分散控制的系统。

据一些专家讨论后认为,这个名词较国外惯用的“分散系统”,“彻底分散系统”,“多递属系统”来得确切一些[1]。如果只强调分散控制而不同时强调集中操作管理,就体现不出兼有通信、计算、显示、控制功能的特点和优越性。如果只强调集中而不同时强调分散就势必回到五、六十年代的直接数字控制(DDC)老路上去。

控制仪表开始使用的是气动PID调节器。后又发展为气动单元组合仪表。五十年代后,出现了电动单元组合仪表。把调节器和显示操作站集中到中央控制室,将变送器和执行机构留在现场,构成综合模拟仪表控制系统。六十年代以来,开始使用电子计算机的DDC控制。用一台过程控制机对数百个回路进行控制,实现对生产过程进行集中控制和检测;克服了模拟仪表过于分散,监视及操作不方便的缺点;并使常规仪表难以实现的复杂控制系统,控制策略能得以实施。一台计算机要控制几十个,甚至几百个回路,随着控制功能向计算机高度集中,事故发生的危险性也被高度的集中了,即“危险集中”。一旦计算机出现故障,许多控制回路瘫痪,对生产影响很大,甚至造成全局性的重大事故。于是,七十年代出现了集散控制系统。它按控制功能或按区域将微处理器进行分散配置;各个控制站利用微处理器可在生产现场控制几个、十几个、以至几十个回路;用若干台微处理器就可控制整个生产过程,从而使“危险分散”。它使用众多彩色图形显示器CRT进行监视和操作;并通过通信手段将各个站连结起来。由此看来,集散控制系统是以微处理器为核心的控制系统。它比常规模拟仪表有更强的通信、显示、控制功能。并且,它又比集中型的过程控制机的可靠性更高。实践证明,集散控制系统能够适应工业生产的各种需要。集散控制系统这一重要的进步,大大促进了计算机在各个生产企业中的应用和推广。

§ 2 集散控制系统的设计思想及特点

据不完全统计,迄今全世界已有60余家公司,开发了各种类型的集散控制系统1500余种,并投放到市场上[2]。集散控制系统的销售总量已达1万套左右。虽然推出的各种集散控制系统因制造公司的不同而有所区别,但它们都有一个共同点,即各自都将控制功能相对地分

散,而把信息集中进行管理。从而提高了整个系统的可靠性和管理能力。

集散控制系统从结构上看,具有较强的分散功能,各个局部系统都能独立工作。各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,集散控制系统一般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。在过程控制级可以实现平稳操作的目标;在优化控制管理级,可以进行协调管理或进行点优化工作,或者向更上一级上位机通信。

纵观各种集散控制系统,有下面几个共同的特点:

①集散控制系统虽然品种繁多,但都是由操作站,控制站和数据通信总线等构成的。用户可依据自己被控系统的大小和需要,选用或配置不同类型,不同功能,不同规模的集散控制系统。

②集散控制系统都采用分布式结构形式,控制和故障相对分散,从根本上提高了系统长期连续运行的能力和抗故障能力。

③通过高速数据通信总线,把检测、操作、监视、管理等部份,有机地连接成一个整体。可以进行集中显示和操作,从而使系统组态和操作更为方便,且大大提高了排除系统故障及调整操作的速度。

④集散系统的处理器,内部总线,电源、控制用输入输出插件等均采用双重配置。系统内部还有很强的自诊断功能。在集散系统的现场接口,各级的人——机接口,控制器等各级,都采用了冗余技术。对某些重要的控制回路还采用了手动作为自动备用,因而提高了系统的可靠性。这对要求长期不间断正常工作的石化过程控制来说,是十分重要的。

总之,控制分散,危险分散,而操作,管理集中是 DCS 的基本设计思想。分级递阶的分布式结构,灵活、易变更、易扩展是 DCS 的特点。

§ 3 集散控制系统发展经历的三个时期

集散控制系统的发展,大致经过了三个时期:

一、1975 年至 1980 年为初创期

1. 在这个时期,美国霍尼威尔(HONEYWELL)公司推出了 TDCS-2000,福克斯波罗(FOXBORO)公司推出了 SPECTRUM,贝利(Bailey)公司推出了 Network 90。日本横河电机公司开发出了 CENTUM。德国西门子公司开发出了 TELEPERM M 等。

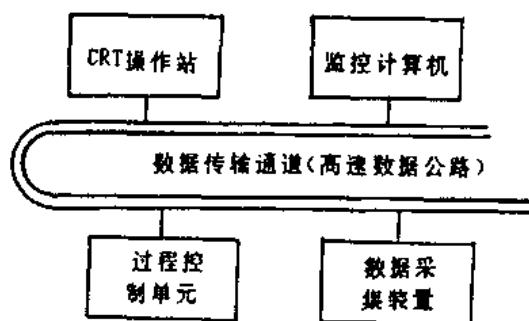


图 1-1 初创期集散控制系统结构

2. 这时的 DCS 基本上由 5 部份组成:过程控制单元,数据采集装置,CRT 操作站,监控计算机和数据传输通道。参见图 1-1。

① 过程控制单元(PCU; Process Control Unit)

亦称现场控制单元(FCU; Field Control Unit)或基本控制器(Basic Controller)。一般它是由微处理器(CPU)、存储器(ROM, RAM)、多路转换器、I/O 输入输出板、A/D、D/A 转换、内总线、电源、通信接口等组成。它可以控制一个和多个回路,具有较强的运算能力和较复杂的控制

功能。它的 PCU 主要具有反馈控制功能,对连续量控制。

②数据采集装置(DAU;Data Acquisition Unit)

亦称过程接口单元(PIU;Process Interface Unit)。它也是以微处理器为基础的微型计算机结构。其主要作用是采集非控制变量,进行数据处理,并将所采集的过程信息经数据传输通道(通信系统)送到监控计算机。它使集散控制系统获得了分散数据采集的能力。

③CRT 操作站

它是集散控制系统的人—机接口,是系统与外界联系的单一窗口。CRT 操作站,由 CRT、微型计算机、键盘、外存装置、卡片阅读机、打印机等组成。它可以以高分辨力彩色画面显示过程的各类信息,并对 PCU 进行组态和操作,对全系统进行管理。

④监控计算机

它是集散控制系统的主计算机,国内习惯上称它为上位机。多采用小型计算机。它综合监视全系统的各工作站(PCU,DAU,CRT),管理全系统的所有信息。一般都具有进行大型且复杂运算能力,具有多输入 多输出控制功能。通过它可以实现全系统的最优控制和全工厂的优化管理。

⑤数据传输通道

亦称数据高速公路(Hiway)。它是集散控制系统的通信系统,也是关键的一部分。它一般由通信电缆和数据传输管理指挥装置组成。经由它,PCU、DAU 的现场信息送至 CRT 操作站和监控计算机进行集中处理。经由它,监控机和 CRT 操作站的管理信息、操作信息送至 PCU 和 DAU。

3. 这个时期集散控制系统的技术重点是实现了分散控制。其特征表现如下[3]:

①过程控制单元(PCU),以微处理机为基础。利用过程控制单元实现了分散控制。

②带显示器(CRT)操作站与过程控制单元相分离。使集中显示,集中操作,远程组态,全系统信息的综合管理,与现场控制相分离。

③采用电缆和双绞线作传输介层,将现场信息送至中央操作站或上位机。这是集中管理的关键。连线的费用,可以降低 90%。

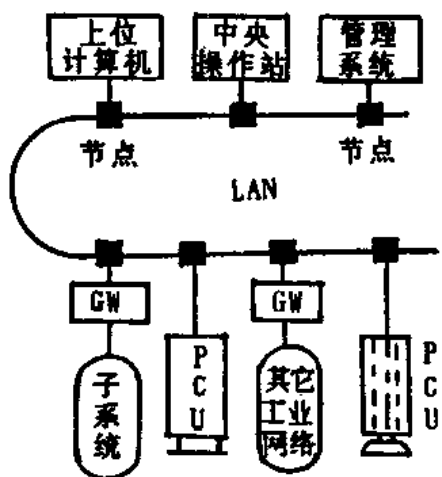


图 1-2 成熟期的集散控制系统结构

二、1980 年至 1985 为成熟期

1. 在这个时期内,美国的霍尼威尔公司推出了 TDC(S)-3000。西屋公司开发出了 WDPE。Leed & Northrup 公司开发出 MAX-1。日本横河电机推出了 CENPUM A、B、D。日立公司推出了 EX-1000A 和 HX-1000 等。

2. 此时的 DCS 的基本结构一般由 6 个部份组成的:局部网络,多功能过程控制单元,主计算机,增强型操作站,网间连接器(Gateway)和系统管理模件。请参见图 1-2。

①局部网络(LAN;Local Area Network)

局部网络又称局域网络。是成熟期集散控制系统的通信系统,是系统的主干,决定了系统的基本特性。局部网络由传输介质(例如,同轴电缆、双绞线等)和网络节点组成,网络通信功能

有较复杂的机制。不同型号的集散控制系统局部网络取名不同,例如 HONE WELL 的 TDC-3000 系统取名局部控制网络,横河公司的 CENTUM 的局部网络为 HF 总线。

②节点工作站或多功能过程控制单元

一般讲,局部网络节点都称作节点工作站。这里所讲节点工作站是专指过程控制站(PCU)、现场控制单元。此时集散控制系统的过程控制站是由初创期的 PCU 基础上发展而来,采用了更先进的 CPU 芯片,更大存贮量的 ROM、RAM 或 EPROM。CPU 也发展为 16 位以至于 32 位机。此时 PCU 不仅具有完善的连续控制功能,也具有顺控、批控功能,兼有数据采集能力,是一种多功能 PCU。同时,它的通信功能较完善,这是作为节点工作站所必需的。

③中央操作站或增强型操作站

此时集散控制系统的中央操作站是挂接在 LAN 上的节点工作站。它的主要作用是对全系统的信息进行综合、管理(主要通过画面功能和键盘功能进行)。一般由图像显示器、图像生成模件、强功能微机等组成。配有操作键盘(或其他操作手段)。配有彩色拷贝机、打印机、专用软件包等。它是全系统人一机联系的窗口。中央操作站可以显示各节点工作站所包容的每一个数据点的信息,可以通过调用画面来了解系统各部分的各类信息,可以操作管理各节点工作站,以至于各节点工作站所辖各点。它是全系统主操作站。

④系统管理站或系统管理模件

系统管理站或称系统管理模件(SMM; System Management Module)。此时集散控制系统比初创期的集散控制系统的技术进步主要反映在全系统管理功能的加强。因此,一些著名公司所生产的集散控制系统在局部网络节点上挂接了专司管理的系统管理模件,有历史单元模件、计算单元模件、应用单元模件、系统优化模件等。它可以克服主计算机和中央操作站的某些局限性。有些集散控制系统并未设有这样的专门硬件单元,而是用强化管理软件来达到同样功能。

⑤主计算机

主计算机亦称管理计算机。它是挂接在局部网络上的主计算机,一般为小型计算机,带海量存贮器、温盘等外部设备,具有复杂运算能力和较强管理能力。有些性能优良的集散控制系统并不专带主计算机,可以是无主机系统,这时它的中央操作站具有更强功能,而且各节点工作站得到了加强。

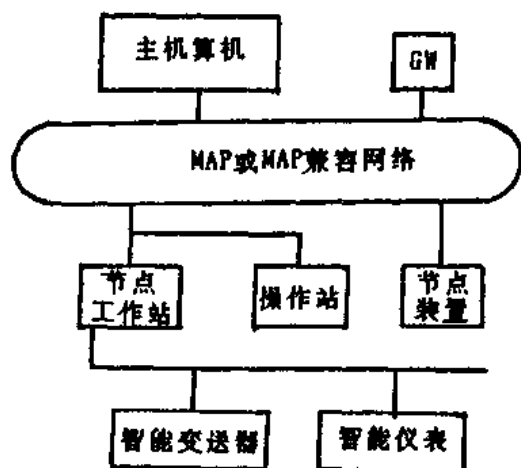


图 1-3 扩展期集散控制系统的基本结构

⑥网间连接器(GW; Gate Way)

它是局部网络与其子网络或其它工业网络的接口装置,起着通信系统转接器,协议翻译器或系统扩展的作用。

GW 可以将成熟期的子系统连局部网络,这一子系统在结构形式上与初创期集散控制系统相似。但各单元的功能都大大加强了。

这个时期集散控制系统的技术重点是实现全系统的管理。针对市场需求,面对加强全系统信息管理的形势,就必然要加强通信,引入局部网络技术。局部网络或局域网是一种分布在有限地理范围内的计算机

网络。利用局部网络可以使多个计算机互连,便于多机资源共享,分散控制和信道复用[3]。

三、1985 年以后为扩展期

1. 在这个时期内,把过程控制,监督控制,管理调度有机地结合起来;并加强了逻辑控制功能;采用了专家系统;使用了 MAP 标准;应用了表面安装技术。有的制造公司,在原有产品的基础上进行扩展,美国霍尼威尔公司扩展出 TDCS—3000 LCN/UCN—PM(LM);横河电机公司的 CENTUM—XL 和 μ XL;美国西屋公司的 WDPF I, II 等。也有的公司是开发全新的集散控制系统,如福克斯波罗公司推出全新的 I/A Series。

2. 这个时期的技术重点是解决不同公司生产的不同型号的集散控制系统互连问题。采用大家都可以接收的通信标准化协议。这项工作尚未完结,还有待于进一步完善,参见图 1—3。

§ 4 集散控制系统的应用和经济效益

国外石化企业为了不断提高产品质量,增加利润,提高市场竞争力,纷纷采用集散控制系统。据美国燃烧工程 SIMCOM 公司统计,在炼油厂中,美国有 35% 炼制加工装置采用了 DCS; 英国有 45% 炼制装置使用了 DCS; 加拿大为 50%; 日本为 75% [4]。

中国石化总公司共有集散控制系统 122 套。其中炼油 27 套,化工 47 套,化纤 18 套,化肥 13 套,公用工程及三剂生产等 14 套。从实际使用情况来看,对安全、平稳、长周期,满负荷的生产有促进作用,取得了较好的经济效益 [5]。

美国仪表学会的石油和化学工业分会于 1989 年 10 月 26 日,在费城召开有关控制系统改造的经验交流会。根据该会议的资料 [6],列出如下几个数字,并稍加综合说明,供读者参考和研究分析。

(1) 生产装置由模拟控制仪表改为集散控制系统取得的经济效益占整体效益的 60%。原因是集散控制系统的日常维修费用可减少 30%。其次,集散控制系统的每台操作人员可操作管理 200 个控制回路,而以前每名操作人员只能照看 100 个回路。操作人员可减少许多。再次,生产装置可以长期平稳运行。

(2) 先进控制策略所取得的经济效益占整体效益的 30%。原因是先进控制可以减少开工过渡时间,合理减少产品质量的裕度,提高了产品收率,延长开工周期,减少能耗等。

(3) 优化控制所取得的经济效益占整体效益的 8%。原因是它可以改善静态操作区,缩短产品切换的时间,挖掘设备潜力等。

(4) 信息管理系统 (MIS; Management Information System) 的效益占整体效益的 2%。在对装置生产,产品质量,安全运转等作出重要决策时, MIS 系统可以向人们及时提供充分可靠的信息,从而得益。

另据国外统计 [7],集散控制系统的投资回收期为 1~2 年。采用先进控制策略后,可使回收期缩短至 0.5~1 年。

§ 5 集散控制系统的新发展

集散控制系统自问世以来,已经过几次更新换代。其结构和性能,日臻完善。越来越受到人们欢迎和青睐。

一、系统开放化

开放化系指系统本身能够与其它系统或其它计算机相连。过去的集散控制系统都是把其固有的局部网置于中央,然后接上本制造公司的各种装置或各个站,而构成系统。在原系统内一般不能接其它厂家的产品或不同机型的产品。如果想接其它厂家的产品,大多要接一个接口,传送内容上,也常要附加一些约束条件。过去的集散控制系统以有限范围为对象,故可称为封闭系统。而新型的集散控制系统是一个开放系统网络;相互连接的规则是标准的,开放式的;只要遵循这个规则,哪个厂家的计算机都可以自由连接〔8〕。

各生产厂家开发的集散系统或计算机系统有自己独特的通信方法。生产厂家为了自身的利益分别推出不同的计算机网络体系结构。相互之间不兼容。可以互通的只占 15%。为了解决互连的困难,就要在两个不同网络之间插入一个网络接口或“信关”。显然,这个网络接口或“信关”的主要任务是解决两个相连网络之间的协议转换及网间寻址问题。为此,国外集中了国际上专家学者们的智慧和宝贵的经验,做了大量工作,最后提出一个供大家遵守和使用的统一的通信标准(MAP/TOP)。目前,MAP/TOP 已获成功,并为世界各国所接受。尽管它还不是国际标准,但可以确信,不久它将成为国际公认的正式标准。

现在,新推出的集散控制系统,均采用了开放系统互连的标准模型。通信协议或规程满足 MAP/TOP 的要求。改变了以往集散控制系统厂家自成一套的封闭局面。既能与符合 MAP/TOP 通信协议的产品和设备连接在一起,又能方便地组成多节点的局域网络。有关 MAP/TOP 进一步的情况或资料,请读者参见后面的叙述。

二、中、小型及微型化

各制造厂家为了满足不同用户的需要,除了大型集散控制系统以外,又开发了中、小型规模的集散控制系统,受到用户们欢迎。如日本的 μ XL,其性能和 CENTUM-XL 相似,只是规模较小。适合于中、小型连续或间歇式操作的炼油、化工车间使用。当前,中小规模的集散控制系统市场购销两旺,发展迅速。

由于竞争激烈,大多数厂家正走向称之为小型集散控制系统的市场。据预测,目前有不到 10% 的厂家把小型系统作为通向大型集散控制系统的基石;大约有 40% 的厂家把小型系统与其现有的大型集散控制系统合为一体,对原来的系统增加些新的内容;其余 50% 的厂家,集中精力,增加投资,改进自己的小型系统。有越来越多的人意识到,在小型系统方面,还有许多有意义的事情等着大家去做。各制造厂家也正在尽最大努力,以微型集散控制系统来满足用户的需要。九十年代,可靠廉价的微型集散控制系统有强大的吸引力〔9〕。

三、操作站的功能强化

随着科学技术的发展,世界上大约 3~5 年就要推出一类新型的集散控制系统。系统不断更新,功能不断增强。操作监视站处理的信息量较以前扩大了;处理加工信息的质量也较以前提高了。近来,又采用了高分辨率的彩色图形显示器;使用了触摸式屏幕,转球式光标跟踪器及鼠标器,运用了窗口技术及智能显示技术。

操作站除了供用户自己把工艺设备和工艺过程的自控回路任意进行图形化,编制出各种工艺流程画面外,还有操作站的标准画面。在 CRT 画面上,可以把过程变量、设定值、控制参数,报警状态,变化趋势等信息,用文字、数字及图形、清楚面形象地显示出来。内容十分丰富,直观。画面可以上下,左右滚动;也可以进行翻页,使用十分方便。画面显示响应速度加快了,仅为 1 秒。画面上还开有各种超级窗口,以便于监视和操作。按一下正在显示画面上的软键,就可以看到相应的展开画面。所有工艺操作或调整,全部集中在操作站,完全实现了 CRT 化的

操作〔10〕,〔11〕。

除操作站之外,还增设了专用工程工作站计算机站等,以满足用户的多种需求。

四、通信网络光缆化

1. 计算机网络是用通信线路和通信设备,将分散在不同地点并具有独立功能的多个计算机系统互相连接,按照网络协议进行数据通信,实现共享资源(网络中的硬件,软件,数据库等)的计算机集合。计算机通信网络,是指以计算机之间传输信息为目的而连接起来的计算机系统的集合。

计算机通信网络具有如下几个功能〔12〕:

(1)数据传送

终端与计算机,计算机与计算机之间能相互传送数据和交换信息。对地理上分散的生产单位和业务部门能进行实时控制与管理。

(2)共享数据,共享数据库

使大量分散的数据能迅速正确的集中,分析和处理。各计算机间可以不同方式交换数据,充分利用网内数据资源。

(3)共享软件

网内共享软件(各种语言处理程序,服务程序及应用程序等),在网内各计算机间可以相互被调用。

(4)共享硬件

在网络内共享一些贵重的专用设备,以少投资。

(5)可靠性高

网上各站点的计算机可以互为后备。某站点计算机发生故障时,全网仍能正常工作。

(6)分担负荷

网上某站点计算机负担过重时可以把新作业任务传递到网中任务不饱满的计算机上去处理,以均衡负担,减少等待时间。

2. 通信网络的拓扑结构有总线形、环形、星形、树形和网形。目前,集散控制系统普遍采用总线形、环形或它们的组合式的拓扑结构。星形结构由于自身的限制,已逐渐不用了。

(1)总线型网络

总线型网络是将所有的关键点连在一个公共通道口,节点工作站之间的通信通过总线进行。所有的工作站共享总线,因此,每次只有一台设备传送信息,需要按一定的访问控制方法来决定设备的传输权力。

目前,中国石化总公司引进和使用的集散控制系统,多数采用的是总线型通信网络。

(2)环形网的优点

①传输速率高,波特率最高可达 100 兆。

②传输媒体的适应性好。不仅可以采用低速的双绞线和中速的同轴电缆,而且对光纤更具有好的适应性。

③实时性强。由于环形拓扑是非争用性网络,即环形的响应时间是可确定的,因此特别适用于实时控制的场合。

④接口电路简单,成本低,易于集成化。

⑤可靠性提高。针对环的易损特点,采取了多种措施,以提高其可靠性。甚至设置冗余的环。

3. 网络的传输介质

集散控制系统通信网络的物理基础是连接多机的物理介质或传输介质。它在很大程度上决定了网络的一些性能。集散控制系统的通信传输介质主要有基带同轴电缆,宽带同轴电缆,光纤和双绞线。

四种介质的选择主要按它们的性能指标来考虑。(1)带宽,指系统有效利用的频率波段宽度,它决定了能支持多高的传输速度。(2)连接性能,介质不同,适于不同结构的网络传输。(3)地理覆盖范围。(4)抗干扰能力。(5)安全保密。表 1-1 列出了它们的性能比较。

集散控制系统的数据通信多选用同轴电缆,从表 1-1 中同轴电缆的各项性能中可以看出为什么这样选择[3]。

表 1-1 集散控制系统通信网络的传输介质

项 目 \ 类 型	双 绞 线	基带同轴电缆	宽带同轴电缆	光 纤
传输信号	数字,模拟	数 字	数字,模拟	模 拟
最大带宽	100K~1MHz	10m~50m	300m~400m	实际不受限制
可使用部件	可广泛获得	受限制	可广泛获得	非常受限制
部件价格	非常低	中 下	中 上	非常高
互连的复杂性	不复杂	不太复杂	较复杂	复 杂
介质价格	¥0.20/m	¥2.00/m	¥7.00/m	¥10.00/m
多站适用性	差	相当好	极好	差
结点数目(个)	10	10~100	100/信道	2(点-点)
信号噪声比	低	中	中	高
技术状态	成熟	正在发展	发展到成熟	正在形成
最大传输距离	100m	2.5Km	300Km	100Km

4. 七十年代以来,光导纤维在通信技术上应用,引起各国普遍重视,并迅速地发展起来。现在,光纤通信已广泛用于石油、化工、电力、铁路、航空、广播、军事等方面。高速通道的通信线路将由双绞线,同轴电缆,逐渐变为光纤或光缆。

利用光纤或由光纤制成的光缆,进行通信及传输信息,有许多优点。光纤的主要技术特性,请参见表 1-2[13]。

新型集散控制系统在局域通信网上,已逐步采用光缆。从而大大改善了通信效能。

表 1-2 光纤的主要特性

特 性	说 明
衰减很小	0.3~10dB/Km(波长 $\lambda=0.6\sim1.5\mu\text{m}$)
频带宽	30 兆赫~1 万兆赫
耐曲性好	折曲半径 20mm $\pm$ 90° 反复弯曲可达 5 万次
光纤非常细	直径 150 μm , 加尼龙涂层后直径 0.9mm
重量轻	数百克/米芯线
无感应	19 千安一匝/米及 1550 千伏/米的脉动磁场和电场,对其无影响。
绝缘性好	20 厘米长可以承受的表面放电电压达 80 千伏
耐水性良好	石英光纤特别高
耐高温	石英光纤的熔点达 1700℃ 以上
抗核辐射	高纯石英芯光纤的耐放射线的性能最好
防爆性好	属于本质安全防爆型
容量大	比电通信的容量要大千万倍
传输速度高	传输的波特率 100~400 兆
传输的距离远	无中继的传输距离可达 100 公里

五、DCS 和 PLC 相互渗透

1. 自 1948 年世界上首台可编程序控制器(PLC)诞生以来,发展十分迅速。PLC 是一种具有逻辑、定序、定时、计数和四则运算等特殊功能的数字式工业顺序控制器。PLC 使用可记忆的存储器来存放指令,执行诸如逻辑、定序、定时、计数与四则运算;并通过各类开关量、模拟量输入、输出等模块,实施控制;还可通过通信模块与上位机通信。PLC 支持梯形图等编程语言。可以十分方便地利用定时器,计数器和其它元件完成各种组合逻辑,顺序逻辑控制。PLC 是种灵活的、易变更的控制工具。

八十年代,在市场竞争的背景下,PLC 有了许多新发展:

①改进结构

现在的 PLC 也仿效 DCS,把一些任务(如运算、控制任务)分给一些小 PLC,再用高速通信把它们连接起来。这样,它的结构就有点象 DCS 了。

②加强通信

几台小 PLC 组成从属站。各个从站,各司其职。有的做批处理,有的完成顺序逻辑。由主站进行整个协调。主站又和通信网相连。在网络上,也可对所有这些 PLC 进行操作。在一个网络上,还可连接其它的 PLC 系统,数据集中器,监控器等。这一切,全靠通信来完成。

③增强运算

PLC 内增加了 PID 运算,模拟量运算,累积加法运算,电机控制算法等。增加了热偶、热电