

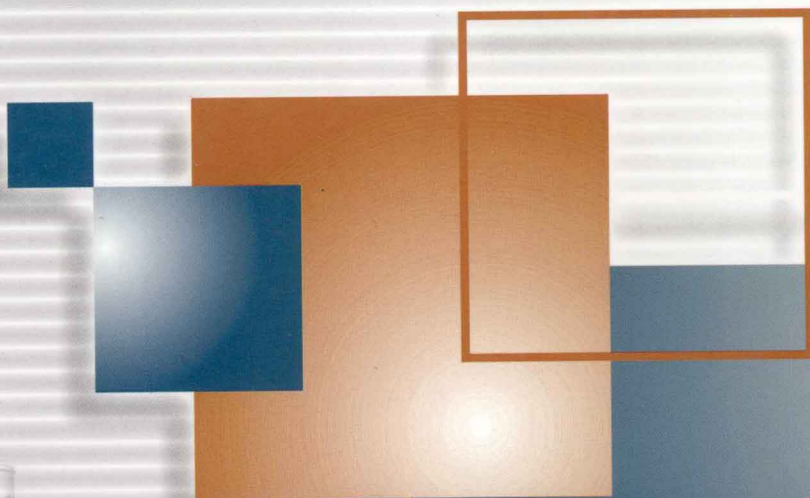


石油化工仪表自动化培训教材



集散控制系统及现场总线

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

石油化工仪表自动化培训教材

集散控制系统及现场总线

《石油化工仪表自动化培训教材》编写组 编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书是《石油化工仪表自动化培训教材》的分册，主要介绍了TPS、PKS C300、CS3000、Delta V等的系统构成、系统组态、系统操作的内容。

该书由企业从事自动化操作与管理的技术人员执笔，实用性强，通俗易懂，可作为企业自动化专业的培训教材，亦可供自动化设备与装置技术人员和操作人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

集散控制系统及现场总线 / 《石油化工仪表自动化培训教材》编写组编. —北京: 中国石化出版社, 2009
石油化工仪表自动化培训教材
ISBN 978-7-5114-0052-9

I. 集… II. 石… III. ①集散系统-技术培训-教材
②总线-技术-技术培训-教材 IV. TP273 TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 145799 号

未经本社书面授权，本书任何部分不得被复制、抄袭，或者以任何形式或任何方式传播。版权所有，侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京科信印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787 × 1092 毫米 16 开本 27 印张 682 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

定价: 70.00 元

前 言

随着石油化工生产装置的日趋大型化、连续化，企业对生产过程参数自动检测和控制的要求越来越高。在计算机技术广泛应用到检测仪表和自动控制系统后，检测仪表日趋智能化，控制系统向着冗余容错技术发展，现场总线技术已经在大型石油化工装置上得到成功应用。石化企业为炼油改造、乙烯二轮改造、资源优化等项目的实施，新增了一大批新型的检测仪表和控制系统，急需提高仪表专业技术人员和维检修人员的技术素质，以适应生产装置自动化程度不断提高的需求，现有的教材已经不能适应现实需求。

为提高仪表工程技术人员先进控制系统的应用能力，提高仪表维护人员的维护水平和故障处理能力，我们组织了《石油化工仪表自动化培训教材》的编写工作。该系列教材共分九册：《自动控制基础理论》、《测量仪表》、《调节阀与阀门定位器》、《可编程序控制器》、《集散控制系统及现场总线》、《安全仪表控制系统(SIS)》、《旋转机械状态监测及控制系统》、《在线分析仪表》和《仪表及控制系统故障案例》。在教材中，除简要介绍了自动检测、自动控制基础知识外，重点讲述了常用检测仪表、在线分析仪表、控制系统(DCS、SIS、PLC、ITCC)的原理、使用方法和日常维护知识，并收集了近年来发生的仪表及控制系统故障案例与技术分析。该教材既可作为各炼化企业仪表专业人员培训教材，亦可供仪表专业工程技术人员和现场维护人员参考使用。

本教材编写组由齐鲁石化公司设备管理部、人力资源部、培训中心和各生产厂的管理人员、教师和工程技术人员组成，参与策划及审定的人员有王玉岗、李建民、潘慧、张会国、张道强、赵业文、王昌德、慕晓红、孙庆玉、卞洪良、苏耀东、赵林、生显林、张慧、徐磊、徐纪恩、张景春等，另有齐鲁石化公司各单位共计30余人也参加了编写工作。同时，还得到了各单位和车间的大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

《集散控制系统及现场总线》主要介绍了TPS、PKS C300、CS3000、Delta V等的系统构成、系统组态、系统操作的内容。

参加本册编写的有耿晓黎、范红梅、赵卉、孙书亭、徐磊、徐钢博、慕晓红、王昌德等。

由于水平有限，不足及错误之处在所难免，欢迎读者批评指正。

目 录

绪论	(1)
----------	-------

第一篇 TPS (TDC3000) 系统

第一章 硬件系统	(7)
第一节 LCN 网络及设备	(9)
第二节 LCN 节点	(13)
第三节 UCN 网络	(19)
第四节 HPM 硬件	(20)
第二章 命令处理器和系统组态	(25)
第一节 命令处理器	(25)
第二节 TPS 系统组态简介	(28)
第三节 NCF 组态	(30)
第三章 UCN 组态	(44)
第一节 节点组态	(44)
第二节 节点特性组态	(45)
第三节 过程点组态	(48)
第四节 模拟输入点组态	(50)
第五节 模拟输出点组态	(52)
第六节 数字输入点组态	(53)
第七节 数字输出点组态	(54)
第八节 常规控制点组态	(55)
第九节 常规计算点组态	(59)
第十节 数字组合点	(60)
第十一节 逻辑点	(62)
第十二节 程序点和 CL 语言	(70)
第十三节 控制策略组态举例	(74)
第十四节 数据实体建立器命令	(89)
第四章 区域数据库组态	(91)
第一节 区域数据库组态——单元分配	(92)
第二节 区域数据库组态——路径分配	(93)
第三节 区域数据库组态——总貌画面	(94)
第四节 区域数据库组态——操作组	(95)
第五节 区域数据库组态——区域趋势	(96)
第六节 区域数据库组态——程序模块组	(97)

第七节 区域数据库组态——标准报表	(98)
第五章 图形编辑及其他组态	(100)
第一节 图形编辑器	(100)
第二节 报表组态	(103)
第三节 自定义键组态	(104)
第四节 建立历史组	(106)
第六章 系统操作	(108)
第一节 操作员键盘	(108)
第二节 LCNP 状态介绍	(111)
第三节 系统显示画面	(114)
第四节 系统菜单	(120)
第五节 系统维护举例	(128)


第二篇 CENTUM CS3000


第一章 系统概述	(133)
第一节 系统构成	(133)
第二节 硬件设备	(134)
第三节 系统规格	(136)
第四节 网络	(137)
第五节 FCS 的硬件构成	(138)
第六节 输入输出模块	(145)
第七节 冗余化和可靠性	(151)
第二章 系统安装与工程数据库软件制作	(154)
第一节 硬件设备的地址设定	(154)
第二节 软件安装	(157)
第三节 工程软件制作	(162)
第三章 系统操作	(172)
第一节 专用操作键盘	(173)
第二节 操作监视窗口	(175)
第三节 系统维护功能	(181)
第四章 控制功能块的 I/O 处理	(185)
第一节 功能块的结构	(185)
第二节 输入输出连接	(186)
第三节 输入处理	(192)
第四节 输出处理	(195)
第五节 报警处理	(200)
第五章 连续控制功能块	(202)
第一节 连续控制概述	(202)
第二节 各连续控制块的数据处理	(206)

第三节 常规功能块的使用	(212)
第六章 顺控表	(225)
第一节 顺控模块及报警处理	(225)
第二节 顺控表块(ST16、ST16E)	(228)
第七章 报表	(238)
第一节 报表定义	(238)
第二节 报表打印	(248)
第三节 历史管理	(249)

第三篇 Delta V 系统

第一章 系统简述	(250)
第一节 网络结构及功能	(251)
第二节 系统的规模及网络连接	(254)
第三节 系统软件	(256)
第二章 系统硬件	(259)
第一节 系统硬件设备	(259)
第二节 系统控制站结构	(262)
第三节 系统工作站	(269)
第三章 系统建立	(275)
第一节 硬件安装	(275)
第二节 系统建立	(280)
第四章 控制策略组态	(289)
第一节 相关概念	(289)
第二节 组态环境	(291)
第三节 典型控制策略组态	(293)
第四节 串口通讯组态	(305)
第五章 报警和历史组态	(310)
第一节 报警信息组态	(310)
第二节 组态历史数据采集	(313)
第六章 流程图编辑和系统操作	(317)
第一节 流程图编辑	(317)
第二节 系统操作	(322)
第七章 系统日常维护	(336)
第一节 系统诊断	(336)
第二节 系统维护	(338)
第八章 AMS 设备管理系统	(344)
第一节 AMS 系统的典型应用方案	(345)
第二节 AMS 系统安装及组态	(348)
第三节 AMS 系统数据库的建立	(350)

第四节	AMS 系统日常应用	(354)
第五节	AMS 系统与传统方案的比较	(356)

第四篇 Experion PKS C300 系统

第一章	系统简述	(361)
第一节	网络结构及主要组成设备	(361)
第二节	系统的网络连接	(363)
第三节	系统的数据库	(365)
第二章	系统硬件	(368)
第三章	系统组态	(370)
第一节	组态工作室	(370)
第二节	C300 控制部分的硬件组态	(372)
第三节	Control Builder 软件的使用	(374)
第四节	Control Module(CM)控制回路的组态	(376)
第五节	SCM 顺序控制回路的组态	(391)
第六节	常用维护工具	(397)
第四章	Quick Builder 数据库的组态	(403)
第一节	Flex 操作站组态	(403)
第二节	打印机组态	(405)
第三节	SCADA 通讯组态	(407)
第五章	操作站的组态	(413)
第一节	操作站类型	(413)
第二节	操作站组态举例	(414)
第六章	Enterprise Model Builder 企业模型的组态	(416)
第一节	ASSET 企业资产模型	(416)
第二节	Alarm Group 报警组模型	(417)
第七章	历史数据、历史组、趋势和报表	(419)
第一节	历史数据	(419)
第二节	操作组	(420)
第三节	趋势组(Trend)	(421)
第四节	报告(Report)	(422)

绪 论

集散控制系统(DCS, Distributed Control System)是集计算机技术、控制技术、网络技术和 CRT 显示技术为一体的高新技术产品,具有控制功能强、操作简便和可靠性高等特点,可以方便地用于工业装置的生产控制和经营管理,其基本思想是分散控制、集中操作、分级管理、配置灵活、组态方便。

在工业企业中,应用效益最直接、最明显的系统应当是工业控制系统,特别是 DCS。尽管若干年以前,就有人判定 DCS 即将被 FCS(现场总线控制系统)所取代,然而直至今日,DCS 仍然具有相当的生命力。ARC 咨询机构 2003 年发布了世界 DCS 市场预测报告。该报告预测,世界 DCS 市场从 2002 年至 2007 年将保持 2.5% 的增长,从 2003 年的 91 亿美元增长到 103 亿美元。DCS 的发展速度之所以不高,主要原因是美国等发达国家的经济增长速度减慢所造成。而中国近几年的 DCS 的增长速度应该在 10% 以上。与 10 年前的 DCS 相比,发生了根本性的变化。

一、DCS 的发展历程

DCS 从 1975 年问世以来,大约有三次比较大的变革,20 世纪 70 年代操作站的硬件、操作系统、监视软件都是专用的,是由各 DCS 厂家自己开发的,也没有动态流程图,通讯网络基本上都是轮询方式的。80 年代就不一样了,通讯网络较多使用令牌方式。90 年代操作站出现了通用系统,到 90 年代末通讯网络有的部分遵守 TCP/IP 协议,有的开始采用以太网。总的来看,变化主要体现在 I/O 板、操作站和通讯网络,控制器相对来讲变化要小一些。操作站的变化主要表现在由专用机变化到通用机,如 PC 机和小型机的应用;I/O 板的变化主要体现在将现场总线引入 DCS 系统。

1975 年美国最大的仪表控制公司 Honeywell 首次向世界推出了综合分散控制系统 TDC 2000(Total Distributed Control - 2000),这一系统的发表,立即引起美国工业控制界高度评价,称之为“最鼓舞人心的事件”,世界各国的各大公司也纷纷仿效,推出了一个又一个集散系统,从此过程控制进入了集散系统的新时期。在此期间有日本横河公司推出的 CENTUM,美国泰勒仪表公司的 MOSE,费希尔公司的 DCÉ-400,贝利公司的 N-90,福克斯波罗公司的 Cpectrum 和德国西门子公司的 Teleperm。

近 20 多年来,由于微电子技术和计算机技术的飞速发展以及工业自动化要求的逐步提高,DCS 经历了几个发展过程,结构日臻完善,技术更加成熟,已经成为生产自动化不可缺少的自控装置。特别是 90 年代,软件方面引入了通用的商业化软件包,系统互连方面采用国际标准的通用网络,逐步向信息集成的方向发展。

二、DCS 的发展趋势

作为生产过程自动化领域的计算机控制系统,传统的 DCS 仅仅是一个狭义的概念。如果以为 DCS 只是生产过程的自动化系统,那就会引出错误的结论,因为现在的计算机控制系统的含义已被大大扩展了,它不仅包括过去 DCS 中所包含的各种内容,还向下深入到了现场的每台测量设备、执行机构,向上发展到了生产管理,企业经营的方方面面。传统意义上的 DCS 现在仅仅是指生产过程控制这一部分的自动化,而工业自动化系统的概念,则应

定位到企业全面解决方案，即 total solution 的层次。只有从这个角度上提出问题并解决问题，才能使计算机自动化真正起到应有的作用。

受信息技术(网络通信技术、计算机硬件技术、嵌入式系统技术、现场总线技术、各种组态软件技术、数据库技术等)发展的影响，以及用户对先进的控制功能与管理功能需求的增加，各 DCS 厂商(以 Honeywell、Emerson、Foxboro、横河、ABB 为代表)纷纷提升 DCS 系统的技术水平，并不断地丰富其内容。可以说，以 Honeywell 公司最新推出的 Experion PKS (过程知识系统)、Emerson 公司的 PlantWeb (Emerson Process Management)、Foxboro 公司的 A2、横河公司的 R3 (PRM - 工厂资源管理系统)和 ABB 公司的 Industrial IT 系统为标志的新一代 DCS 已经形成。总的来说，DCS 正在向着更加开放，更加标准化，更加产品化的方向发展。

三、DCS 应用概况

从理论上讲，一个 DCS 系统可以应用于各种行业，但是各行业有它的特殊性，所以 DCS 也就出现了不同的分支。例如 Honeywell 公司对石化比较熟悉，其产品石化行业应用较多，而 Bailey 的产品则在电力行业应用比较普遍。用户在选择 DCS 的时候，首先应注意其技术人员是否对该生产工艺比较熟悉；然后要看该系统适用于多大规模，比如 NT 操作系统就适应于较小规模的系统；最后是价格，不同的组合价格会有较大的差异，而国产的 DCS 系统价格比进口的 DCS 至少要低一半，算上备品备件则要低得更多

化工企业对 DCS 的认识，随着 DCS 的功能增强和价格降低而逐渐加深，应用范围也随之日益广泛。20 世纪 80 年代只有大中型企业或大型联合装置才采用 DCS 控制生产过程。现在所有在建的化工装置，不论规模大小均采用 DCS。DCS 的广泛应用，除了人们认识的转变以外，主要驱动力还是市场竞争和技术进步导致 DCS 生产厂家不断进行产品改进，使其功能更强，应用更方便，产品价格也不断下降。总之，计算机的技术进步为 DCS 的广泛应用提供了非常有利的条件，从现实情况看，我国化工企业的 DCS 应用也还有很大的潜力。

我国化学工业生产过程控制率先使用 DCS 的是吉化公司化肥厂，1981 年引进日本横河公司的 CENTUM 系统，控制 9 个机组的合成氨生产工艺，由于运行安全可靠，受到各方面的好评。从 80 年代到 90 年代，DCS 在我国化工企业应用迅速发展，许多大中型化工厂都采用 DCS 来改造传统生产流程，利用 DCS 丰富的软硬件功能开发先进控制系统，构成节能效果显著的复杂控制回路，进而研究开发优化操作方法和人工智能等控制策略，收到了明显的社会效益和经济效益，使我国化工自动化水平上了一个新台阶。

到 1998 年我国化学工业(含石油化工)已有 1100 多套不同型号的 DCS 生产装置投入运行。据不完全统计，我国 94% 的大型氨厂、65% 的中型氨厂和 100% 的大型乙烯厂安装了 DCS，用于过程控制和企业管理。化学工业在我国工业部门 DCS 应用套数最多，新建化工装置仪表和控制系统的投资一般占整个生产装置投资的 10% ~ 15%。

四、DCS 基本结构

DCS 是计算机技术、控制技术和网络技术高度结合的产物。DCS 通常采用若干个控制器(过程站)对一个生产过程中的众多控制点进行控制，各控制器间通过网络连接并可进行数据交换。操作采用计算机操作站，通过网络与控制器连接，收集生产数据，传达操作指令。因此，DCS 的主要特点归结为一句话就是：分散控制集中管理。

从结构上划分，DCS 包括过程级、操作级和管理级。过程级主要由过程控制站、I/O 单元和现场仪表组成，是系统控制功能的主要实施部分；操作级包括操作员站和工程师站，完

成系统的操作和组态；管理级主要是指工厂管理信息系统(MIS系统)，作为DCS更高层次的应用，目前国内的行业应用到这一层的系统较少。

1. 系统网络

它是DCS的基础和核心。由于网络对于DCS整个系统的实时性、可靠性和扩充性起着决定性的作用，因此各厂家都在这方面进行了精心的设计。对于DCS的系统网络来说，它必须满足实时性的要求，即在确定的时间限度内完成信息的传送。这里所说的“确定”的时间限度，是指在无论何种情况下，信息传送都能在这个时间限度内完成，而这个时间限度则是根据被控制过程的实时性要求确定的。因此，衡量系统网络性能的指标并不是网络的速率，即通常所说的每秒比特数(bps)，而是系统网络的实时性，即能在多长的时间内确保所需信息的传输完成。系统网络还必须非常可靠，无论在任何情况下，网络通信都不能中断，因此多数厂家的DCS均采用双总线、环形或双重星形的网络拓扑结构。为了满足系统扩充性的要求，系统网络上可接入的最大节点数量应比实际使用的节点数量大若干倍。这样，一方面可以随时增加新的节点，另一方面也可以使系统网络运行于较轻的通信负荷状态，以确保系统的实时性和可靠性。在系统实际运行过程中，各个节点的上网和下网是随时可能发生的，特别是操作员站，这样网络重构会经常进行，而这种操作绝对不能影响系统的正常运行，因此，系统网络应该具有很强在线网络重构功能。

2. 过程级

DCS的控制决策是由过程控制站完成的，所有控制程序是由过程控制站执行的。DCS的过程控制站是一个完整的计算机系统，主要由电源、CPU(中央处理器)、网络接口和I/O组成，控制器对现场I/O处理并实现直接数字控制的功能。一般一套DCS中要设置现场I/O控制站，用以分担整个系统的I/O和控制功能。这样既可以避免由于一个站点失效造成整个系统的失效，提高系统可靠性，也可以使各站点分担数据采集和控制功能，有利于提高整个系统的性能。DCS的操作员站是处理一切与运行操作有关的人机界面(HMI - Human Machine Interface 或 operator interface)功能的网络节点。

3. 操作级

DCS的工程师站，它是对DCS进行离线的配置、组态工作和在线的系统监督、控制、维护的网络节点，其主要功能是提供对DCS进行组态，配置工作的工具软件(即组态软件)，并在DCS在线运行时实时地监视DCS网络上各个节点的运行情况，使系统工程师可以通过工程师站及时调整系统配置及一些系统参数的设定，使DCS随时处在最佳的工作状态之下。与集中式控制系统不同，所有的DCS都要求有系统组态功能。可以说，没有系统组态功能的系统就不能称其为DCS。

五、DCS的技术特点

新一代DCS的体系结构主要分为四层结构：现场仪表层、控制装置单元层、工厂(车间)层和企业管理层。一般DCS厂商主要提供除企业管理层之外的三层功能，而企业管理层则通过提供开放的数据库接口，连接第三方的管理软件平台(ERP、CRM、SCM等)。所以说，当今DCS主要提供工厂(车间)级的所有控制和管理功能，并提供可集成全企业的信息管理功能。

1. DCS充分体现信息化和集成化

信息和集成基本描述了当今DCS系统正在发生的变化。信息化体现在各DCS系统已经不是一个以控制功能为主的控制系统，而是一个充分发挥信息管理功能的综合平台系统。

DCS 提供了从现场到设备，从设备到车间，从车间到工厂，从工厂到企业集团整个信息通道。这些信息充分体现了全面性、准确性、实时性和系统性。

大部分 DCS 提供了过去常规 DCS 功能、SCADA(监控和数据采集)功能以及 MES(制造执行系统)的大部分功能。与 ERP 不同，MES 汇集了车间中用以管理和优化、从下订单到产成品的生产活动全过程的相关硬件或软件组件，它控制和利用实时准确的制造信息来指导、传授、响应并报告车间发生的各项活动，同时向企业决策支持过程提供有关生产活动的任务评价信息。MES 的功能包括车间的资源分配、过程管理、质量控制、维护管理、数据采集、性能分析和物料管理等功能模型，与 DCS 相关的各功能模块有资源配置与状态(Resource Allocation and Status)、派遣生产单元(Dispatching Production Units)、文档控制(Document Control)、数据收集/获取(Data Collection/Acquisition)、劳工管理(Labor Management)、质量管理(Quality Management)、维护管理(Maintenance Management)、产品跟踪(Product Tracking)、性能分析(Performance Analysis)。

DCS 的集成性则体现在两个方面：功能的集成和产品的集成。过去的 DCS 厂商基本上是以自主开发为主，提供的系统也是自己的系统。当今的 DCS 厂商更强化了系统集成性和方案能力，DCS 中除保留传统 DCS 所实现的过程控制功能之外，还集成了 PLC(可编程逻辑控制器)、RTU(采集发送器)、FCS、各种多回路调节器、各种智能采集或控制单元等。此外，各 DCS 厂商不再把开发组态软件或制造各种硬件单元视为核心技术，而是纷纷把 DCS 的各个组成部分采用第三方集成方式或 OEM 方式。例如，多数 DCS 厂商自己不再开发组态软件平台，而转入采用兄弟公司(如 Foxboro 用 Wonderware 软件为基础)的通用组态软件平台，或其他公司提供的软件平台(Emerson 用 Intellution 的软件平台做基础)。此外，许多 DCS 厂家甚至 I/O 组件也采用 OEM 方式(Foxboro 采用 Eurothem 的 I/O 模块；横河的 R3 采用富士电机的 Processio 作为 I/O 单元基础；Honeywell 公司的 PKS 系统则采用 Rockwell 公司的 PLC 单元作为现场控制站)。

2. DCS 变成真正的混合控制系统

过去 DCS 和 PLC 主要通过被控对象的特点(过程控制和逻辑控制)来进行划分。但是，新一代的 DCS 已经将这种划分模糊化了，几乎所有的新一代 DCS 都包含了过程控制、逻辑控制和批处理控制，实现混合控制。要实现整个生产过程的优化，提高整个工厂的效率，就必须把整个生产过程纳入统一的分布式集成信息系统。例如，典型的冶金系统、造纸过程、水泥生产过程、制药生产过程和食品加工过程、发电过程，大部分的化工生产过程都是由部分的连续调节控制和部分的逻辑联锁控制构成。

新一代的 DCS 系统几乎全部采用 IEC1131-3 标准进行组态软件设计，该标准原是为 PLC 语言设计提供的标准。同时，一些 DCS(如 Honeywell 公司的 PKS)还直接采用成熟的 PLC 作为控制站。多数的新一代 DCS 都可以集成中小型 PLC 作为底层控制单元。今天的小型 and 微型 PLC 不仅具备了过去大型 PLC 的所有基本逻辑运算功能，而且实现了高级运算、通信以及运动控制。

3. DCS 包含 FCS 功能，并进一步分散化

过去一段时间，一些学者和厂商把 DCS 和 FCS 对立起来。其实，真正推动 FCS 进步的仍然是世界主要几家 DCS 厂商。所以，DCS 不会被 FCS 所代替，而是 DCS 会包容 FCS，实现真正的 DCS。如今，这一预测正在被现实所验证。所有的新一代 DCS 都包含了各种形式的现场总线接口，可以支持多种标准的现场总线仪表、执行机构等。此外，各 DCS 还改变

了原来机柜架式安装 I/O 模块、相对集中的控制站结构，取而代之的是进一步分散的 I/O 模块(导轨安装)，或小型化的 I/O 组件(可以现场安装)或中小型的 PLC。

分布式控制的一个重要优点是逻辑分割，工程师可以方便地把不同设备的控制功能按设备分配到不同的合适控制单元上，这样操作工可以根据需要对单个控制单元进行模块化的功能修改、下装和调试。另一个优点是，各个控制单元分布安装在被控设备附近，既节省电缆，又可以提高该设备的控制速度。一些 DCS 还包括分布式 HMI 就地操作站，人和机器将有机地融合在一起，共同完成一个智能化工厂的各种操作。例如 Emerson 的 DeltaV、Foxboro 的 A2 中的小模块结构、Ovation 的分散模块结构等。

可以说，现在的 DCS 厂商已经越过炒作概念的误区，而是突出实用性。一套 DCS 可以适应多种现场安装模式：或用现场总线智能仪表，或采用现场 I/O 智能模块就地安装(既节省信号电缆，又不用昂贵的智能仪表)，或采用柜式集中安装(特别适合改造现场)。一切由用户的现场条件决定，充分体现为用户设想。

4. DCS 进入低成本时代

DCS 在 20 世纪 80 年代甚至 90 年代还是技术含量高、应用相对复杂、价格也相当昂贵的工业控制系统。随着应用的普及，大家对信息的理解，DCS 已经走出高贵的神秘塔，变成大家熟悉的、价格合理的常规控制产品。

新一代 DCS 的另一个显著特征就是各系统纷纷采用现成的软件技术和硬件(I/O 处理)技术，采用灵活的规模配置，明显地降低了系统的成本与价格。可以说，现在采用先进的 DCS 实现工业自动化控制比原来采用常规的仪器仪表进行简单控制，用户投资增加不多，但是实现的功能却明显加强。就控制站而言，原来一个物理信号处理平均 1500 元，而现在已经降到 800 元左右。过去国外 DCS 一般只适合于大中型的系统应用，在小型应用中成本很高，但新一代 DCS 都采用灵活的配置，不仅经济地应用于大中型系统，而且应用于小系统也很合适。

5. DCS 平台开放与服务专业化

20 年来，业界讨论非常多的一个概念就是开放性。过去，由于通信技术的相对落后，开放性是困扰用户的一个重要问题。为了解决该问题，人们设想了多种方案，其中包括 CIMS 系统概念中的开放网络(MAP 7 层网络协议平台)。然而，MAP 网络协议并没有得到真正的推广应用。而当代网络技术、数据库技术、软件技术、现场总线技术的发展为开放系统提供了可能。各 DCS 厂家竞争的加剧，促进了细化分工与合作，各厂家放弃了原来自己独立开发的工作模式，变成集成与合作的开发模式，所以开放性自动实现了。

开放性体现在 DCS 可以从三个不同层面与第三方产品相互连接：在企业管理层支持各种管理软件平台连接；在工厂车间层支持第三方先进控制产品 SCADA 平台、MES 产品、BATCH 处理软件，同时支持多种网络协议(以以太网为主)；在装置控制层可以支持多种 DCS 单元(系统)、PLC、RTU、各种智能控制单元等，以及各种标准的现场总线仪表与执行机构。

开放性的确有很多好处，但是在考虑开放性的同时，首先要充分考虑系统的安全性和可靠性。因为生产过程的故障停车或事故造成的损失，可能比开放性选择产品所节省的成本要高得多。同时应注意，在选择系统设备时，先要确定系统的需求，然后根据需求选择必要的设备。尽量不要装备一些不必要的功能，特别是网络功能和外设的选择一定要慎重。例如，在选择开放网络的同时，遭到病毒或黑客袭击的可能就会加大；选择丰富的外设，如光驱或

软驱，就给操作人员提供了装载无关软件(如游戏等)的机会等，这些都会导致系统瘫痪或其他致命故障。

随着开放系统和平台技术的发展，产品的选择更加灵活，软件组态功能越来越强大并灵活，但是每一个特定的应用都需要一个独特的解决方案，所以专业化的应用知识和经验是当今工业自动化厂商或系统集成商成功的关键因素。各 DCS 厂家在努力宣传各自 DCS 技术优势的同时，更是努力宣传自己的行业方案设计与实施能力。为不同的用户提供专业化的解决方案并实施专业化的服务，将是今后各 DCS 厂家和系统集成商竞争的焦点，同时也是各厂家盈利的主要来源。

第一篇 TPS (TDC3000) 系统

Honeywell DCS 系统是目前应用最为广泛的具有四个应用层次的 DCS 系统之一。

1975 年, Honeywell 公司在世界范围内首先推出以微处理器为基础的 TDC2000 分散型过程控制系统, 控制网络为 Data Hiway(高速数据通道), 从而开始了工业自动化控制的变革。之后, TDC2000 不断扩展。

1984 年, Honeywell 公司推出以 Local Control Network (局部控制网络) 为基础的 TDC3000 系统, 整个 TDC2000 成为 TDC3000 的一部分。1988 年, 该公司推出了 Universal Control Network(万能控制网络), 它提供了分散型数据采集与控制的最先进的过程控制设备。

20 世纪, Honeywell 公司又推出了全厂一体化系统 TPS(Total Plant System) 系统, 它将整个工厂的营销、商业信息与生产控制、历史数据及信息管理统一在一个平台上, 具有功能强大、配置灵活、开放性强等诸多特点, 成为新一代自动化控制系统。

21 世纪初, Honeywell 公司又隆重推出了 EPKS 系统(Experion Process Knowledge System), 它将人员与过程控制、经营和资产管理融合在一起。

本篇以 Honeywell 公司生产的 DCS 系统为例, 重点介绍全厂一体化的 TPS 系统。

第一章 硬件系统

Honeywell DCS 系统历经数十年的发展, 具有控制能力强、系统性能稳定、开放性强等优点, 广泛应用在石油炼制、石油化工、化工、电力、冶金、建材、轻工等工业部门。它具有以下优点:

(1) TPS 是一个统一的平台, 它将用户的商业信息和工厂的控制系统无痕迹地集成在一起;

(2) TPS 是开放的, 拥有基于 WinNT/Win2000 的工作站。TPS 被设计成 Native Windows 而嵌入 Windows 环境中, 拥有 Windows 的更多功能, 且灵活易使用;

(3) TPS 将各种技术集成在一起, 包括 WinNT/Win2000 操作系统、OLE 公共软件和 ODBC 公共数据库技术;

(4) TPS 提供唯一的人机接口——GUS, 即基于 WinNT/Win2000 操作界面, 操作起来简便直观;

(5) TPS 开放且安全, 采用安全的工业网络。

一、TPS 系统结构

Honeywell TPS 系统功能强大, 结构灵活。兼容 TDC2000、TDC3000 系列的产品。TPS 系统主要由三条网络 LCN (Local Control Network)、UCN (Universal Control Network) 和 PIN (Plant Information Network) 及其网络设备构成。TPS 系统还可以利用 LCN 扩展卡件将两套

TPS 系统连接倒一起，系统的结构见图 1-1-1。

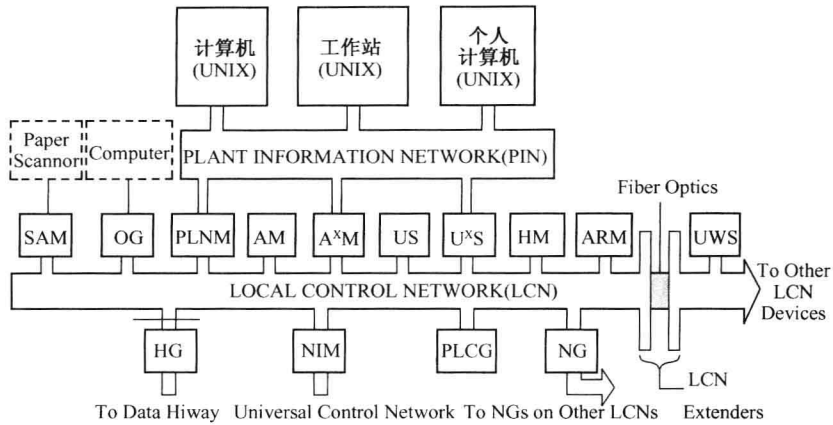


图 1-1-1 TPS 系统结构

Data Hiway、NG 是早期产品，新系统已经不再提供，所以这里只讨论 LCN 和 UCN 及其网络设备。其中：

(1) LCN (Local Control Network) 网络 是一种串行通讯通道，采用 IEEE 制定的 IEEE802.4 通讯协议，总线式拓扑结构。LCN 用来连接各种操作、管理、数据处理、计算机接口等功能模块，具有提高控制水平、扩展数据收集和分析的能力。同时，LCN 网还发送一个 12.5kHz 的时钟，以保持各模块的时钟同步。

一条 LCN 网上最多可有 64 个节点(NODE)，最多挂 10 条 UCN 网。如 GUS、NIM、HM、US、CG、APP 等等。

(2) UCN(Universal Control Network)网络 是一条控制网络，是与生产过程连接的用于数据采集和控制的设备之间的通讯通道。通过 NIM 节点实现与 LCN 网络的通讯和协议转换。UCN 网络的通讯是一种载波通讯，其访问机制采用“令牌传送”方式，支持 peer to peer 通讯，其通讯协议为 IEEE802.4。UCN 节点有 HPM、SM、LM 等等。

(3) US(Universal Station)节点 是 TDC-3000 系统的人机接口，用于访问 LCN 节点及 UCN 节点的数据。US 节点可装载三种属性——万能属性(universal personality)、操作员属性(operator personality)和工程师属性(engineer personality)。

(4) GUS(Global User Station)节点 为 TPS 系统的人机接口，它实际上是将 US 放进一个 WIN NT/2000 工作站里，是基于 WIN NT/2000/XP 平台的人机窗口。

(5) HM(History Module)节点 是系统中的文件服务器，用于存储系统软件、用户软件和过程历史数据。

(6) CG(Computer Gateway)节点 是其他计算机与 LCN 网络之间的通讯接口。用户在其他计算机上可以开发、调试和执行特殊的算法和程序，从而实现过程优化、数据长期存储、计划和装置管理等功能。

(7) NIM(Network Interface Module)节点 是 LCN 网络和 UCN 网络的接口模块，可实现 LCN 网络和 UCN 网络之间的数据通讯。

(8) HPM(High Performance Process Manage)节点 是系统的控制设备，通过 NIM 连接到系统中，由必需的软件和硬件组成，完成控制和数据采集任务。

(9) SM(Saft Manager)安全管理系统 它实际上是 Honeywell 公司的 FSC 故障安全系统，

通过 SMM(安全管理卡件)将 FSC 连到 UCN 网络上, FSC 和 HPM 一样, 是 TPS 系统 UCN 网络上的一个节点。SM 主要用于监测装置或独立单元的操作, 如果装置或独立单元的操作超出安全操作范围, 可以使其进入安全状态, 确保装置或独立单元具有一定的安全性。

(10) APP(Application Node)节点 是以 DELL PC 为硬件平台, 以 Windows NT/XP 为软件平台, 并将多变量鲁棒预估控制技术(Robust Multivariables Predictive Control Technology, RMPCT)和过程历史数据库(Process History Database, PHD)运行在 Windows NT/XP 环境中, 提供 TPS DDE、OPC 和 PHD API 等开放手段。

二、TPS 系统的接地系统

TPS 系统有两种接地系统: 逻辑接地系统和安全接地系统。逻辑接地系统包括控制器 HPM 的逻辑接地、安全栅接地等, 要求接地电阻 $\leq 1\Omega$; 安全接地系统包括 HPM、操作站 US 和 HM 及其他 LCN 节点的安全接地等, 要求接地电阻 $\leq 4\Omega$, 逻辑接地桩和安全接地桩之间的距离至少大于 3m。

第一节 LCN 网络及设备

LCN 网络全称 Local Control Network, 是一种位串行通讯通道, 遵循 IEEE 制定的 IEEE802.4 通讯协议, 拓扑结构为总线式。

LCN 网络应用“令牌环”技术控制对网络的存取。令牌沿着网络, 由网络地址最低的设备一次向网络地址高的设备传递, 令牌经过每一个有效的地址, 向 LCN 的所有设备广播信息, 但它们只接收传递给自己的信息。所有信息以“帧”形式传送, 包括传送指令、辅助诊断、传递信息及控制对网络的访问等, 其中信息帧长度为 100 ~ 2000 字节。

LCN 网络采用循环冗余检验码(Cyclic Redundancy Check, CRC)和重发纠错技术, 确保信息传输安全可靠。

LCN 通讯网络的通讯速率为 5Mb/s。通讯介质采用 75 Ω 同轴电缆, 最大长度为 300m, 用光纤或 LCNE 卡可扩展至 4.9km, 最多可连接 64 个节点。为增加系统通讯的可靠性, 采用冗余电缆 LCN CABLE A(黄色标签)和 LCN CABLE B(绿色标签)。

LCN CABLE 的状态在 System Status 中有显示。LCN CABLE 的状态有三种: OK(正常绿色)、SUSPECTED(挂起黄色)和 FAIL(故障红色)。在正常情况下, LCN CABLE A 和 LCN CABLE B 每分钟自动切换一次, 如果检测出电缆处于非正常状态, 切换不会成功。除自动切换电缆外, 也可以人工切换电缆。

一条 LCN 网络最多 20 个 HM、10 个 CG、10 对 NIM, 至少要配置一个 US、一个 NIM、一个 HM。

一、LCN 设备类型

LCN 设备用于完成过程监视和操作、系统组态、系统文件存储、用户程序的开发与应用和网络接口等功能。LCN 设备采用 75 Ω 同轴电缆, 通过 LCN I/O 接口板连接到 LCN 网络上。常用的 LCN 设备主要包括: US、GUS、NIM、HM、CG、AM、APP。

二、LCN 设备结构

除了 GUS 和 APP 节点采用 PC 机以外, 大部分的 LCN 设备主要采用卡件箱的形式。卡件箱主要包含三个组成部分:

(1) LCN 卡件箱 分双节点卡件箱和单节点卡件箱(五槽卡件箱)。