

# DCS 系统基础及维护基本知识

## 第一章 DCS 系统基础知识

### 第一节 DCS 绪论

#### 一、DCS 的概念

分散控制系统 DCS (Distributed Control System) 又名集中分散控制系统 (简称集散控制系统), 也叫分布式控制系统。DCS 系统是以应用微处理器为基础, 结合计算机技术、信号处理技术、测量控制技术、通信网络和人机接口技术、实现过程控制和工厂管理的控制系统。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。这是继基地式气动仪表控制系统、电动单元组合式模拟仪表控制系统 (DDZ-II、DDZ-III)、直接数字控制系统 DDC (Direct Digital Control) 后的新一代控制系统。

DCS 从 1975 年问世以来, 大约有三次比较大的变革, 七十年代操作站的硬件、操作系统、监视软件都是专用的, 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; 八十年代就不一样了, 通讯网络较多使用令牌方式; 九十年代操作站出现了通用系统, 九十年代末通讯网络有部份遵守 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。但是目前它的操作系统一般采用 UNIX, 也有小系统采用 NT, 相比较来看 UNIX 的稳定性要好一些, NT 则有死机现象。I/O 板主要体现在现场总线的引入 DCS 系统。

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, 有时也由于 DCS 厂家技术人员工艺知识的局限性而引起, 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 的时候主要是要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 操作系统的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。

DCS 由四部份组成：I/O 板、控制器、操作站、通讯网络。I/O 板和控制器国际上各 DCS 厂家的技术水平都相差不远，如果说有些差别的话是控制器内的算法有多有少，算法的组合有些不一样，I/O 板的差别在于有的有智能，有些没有，但是控制器读取所有 I/O 数据必须在一秒钟内完成一个循环；操作站差别比较大，主要差别是选用 PC 机还是选用小型机、采用 UNIX 还是采用 NT 操作系统、采用专用的还是通用的监视软件，操作系统和监视软件配合比较好时可以减少死机现象；差别最大的是通讯网络，最差的是轮询方式，最好的是例外报告方式，根据我们的实验，其速度要相差七八倍。

## 二、DCS 的特点

DCS 是一个以微机为基础的标准产品的分级系列，这些产品可以根据控制对象任意组合，为连续或间歇过程提供任意程度的分散控制。DCS 具有如下特点：

1、控制功能多样化：DCS 的最低级为现场控制站或现场控制单元，一般都具有几十种运算控制算法或其他数学和逻辑功能，如四则运算、逻辑运算、前馈、超前控制、PID 控制、自适应控制和滞后时间补偿等，还有顺序控制和各种联锁保护、报警功能。根据控制对象的不同要求，把这些功能有机地组合起来，能方便地满足系统的要求。

2、操作简便：DCS 各级都配备了灵活且功能强的人机接口。操作员通过 CRT 可以对被控制对象进行集中监视，通过各种功能键实现各种操作功能，打印机可以打印各种需要的信息及报表。

3、系统便于扩展：DCS 的设计是根据不同规模的工程对象进行的。部件设计采用积木式的结构，可以模板、模板箱机制控制柜和站等为单位，逐步增加。用户通过通讯链路可以方便地从单台数字调节器或过程控制站扩展成小系统，或将小规模系统扩展成中规模或大规模系统，DCS 设置有工程师站或工程师键盘，系统工程师根据控制对象可生成需要的自动控制系统。

4、维护方便：DCS 的设计是按照标准化、积木化、系列化进行的。积木式的模板功能单一，便于装配和维修更换，系统配有智能的自动故障检查诊断程序和再起功能，维修非常方便。

5、可靠性高：DCS 是监视集中而控制分散，故障影响面小，并且在设计时已考虑到有联锁保护功能。诊断功能、冗余措施、系统故障人工手动控制操作措施等，使系统可靠性大大提高。

6、便于与其它计算机联用：DCS 配备有高、中、低不同速率和不同模式的通讯接口，可方便地与个人计算机或其他大型计算机联用，组成工厂自动化中和控制和管理系统。随着 DCS 系统向开放系统发

展，在复合开放系统能够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 DCS 进入了更高的阶段。

### 三、组态的含义

什么是组态？

在使用工控软件中，组态英文是“Configuration”。简单的讲，组态就是用应用软件中提供的工具、方法、完成工程中某一具体任务的过程。

通过专用的软件定义系统的过程就是组态 (configuration)。定义过程站各模块的排列位置和类型的过程叫过程站**硬件组态**；定义过程站控制策略和控制程序的过程叫**控制策略组态**；定义操作员站监控程序的过程叫**操作员站组态**；定义系统网络连接方式和各站地址的过程叫**网络组态**。

与硬件生产相对照，组态与组装类似。如要组装一台电脑，事先提供了各种型号的主板、机箱、电源、CPU、显示器、硬盘、光驱等，我们的工作就是用这些部件拼凑成自己需要的电脑。当然软件中的组态要比硬件的组装有更大的发挥空间，因为它一般要比硬件中的“部件”更多，而且每个“部件”都很灵活，因为软部件都有内部属性，通过改变属性可以改变其规格（如大小、性状、颜色等）。

在组态概念出现之前，要实现某一任务，都是通过编写程序（如使用 BASIC,C,FORTRAN 等）来实现的。编写程序不但工作量大、周期长，而且容易犯错误，不能保证工期。组态软件的出现，解决了这个问题。对于过去需要几个月的工作，通过组态几天就可以完成。

组态软件是有专业性的。一种组态软件只能适合某种领域的应用。组态的概念最早出现在工业计算机控制中。如 DCS(集散控制系统)组态，PLC（可编程控制器）梯形图组态。人机界面生成软件就叫工控组态软件。其实在其他行业也有组态的概念，人们只是不这么叫而已。如 AutoCAD, PhotoShop, 办公软件(PowerPoint)都存在相似的操作，即用软件提供的工具来形成自己的作品，并以数据文件保存作品，而不是执行程序。组态形成的数据只有其制造工具或其他专用工具才能识别。但是不同之处在于，工业控制中形成的组态结果是用在实时监控的。组态工具的解释引擎，要根据这些组态结果实时运行。从表面上看，组态工具的运行程序就是执行自己特定的任务。

虽然说组态就是不需要编写程序就能完成特定的应用。但是为了提供一些灵活性，组态软件也提供了编程手段，一般都是内置编译系统，提供类 BASIC 语言，有的甚至支持 VB。

组态软件的功能，现在的状况及将来的发展趋势。

### 1、总的发展趋势

组态软件是工业应用软件的一个组成部分，其发展受到很多因素的制约。归根结底，应用的带动对其发展起着最为关键的推动作用。

未来的传感器、数据采集装置、控制器的智能化程度越来越高，实时数据浏览和管理的需求日益高涨，有的买主甚至要求在自己的办公室里监督定货的制造过程。有的装置直接内嵌“WebServer”，通过以太网就可以直接访问过程实时数据。即使这样，也不能认为不再需要组态软件了。

用户要求的多样化，决定了不可能有哪一种产品囊括全部用户的所有要求，直接用户对监控系统人机界面的需求不可能固定为单一的模式，因此直接用户的监控系统是始终需要“组态”和“定制”的。这就导致组态软件不可能退出市场，因为需求是存在的。

类似 OPC 这样的组织的出现，以及现场总线、尤其是工业以太网的快速发展，大大简化了异种设备间互连、开发 I/O 设备驱动程序的工作量。I/O 驱动程序也逐渐会朝标准化的方向发展。

### 2、组态软件功能的变迁

由单一的人机界面朝数据处理机方向发展，管理的数据量越来越大。最早的组态软件用来支撑自动化系统的硬件。那时候，硬件系统如果没有组态软件的支撑就很难发挥作用，甚至不能正常工作。现在的情况有了很大改观。一方面软件部分地与硬件发生分离，大部分自动化系统的硬件和软件现在不是由同一个厂商提供，这样就为自动化软件的发展提供了可以充分发挥作用的舞台。

实时数据库的作用将进一步加强。实时数据库存储和检索的是连续变化的过程数据，它的发展离不开高性能计算机和大容量硬盘，现在越来越多的用户通过实时数据库来分析生产情况、汇总和统计生产数据，作为指挥、决策的依据。

在最终用户的眼里，组态软件在一个自动化系统中发挥的作用逐渐增大，甚至有的系统就根本不能缺少组态软件。这其中的主要原因是软件的功能强大，用户也存在普遍的需求，广大用户在厂家强大的宣传攻势面前逐渐认清了软件的价值所在。

### 3、推动组态软件发展的动力

需求是推动其发展的第一动力，市场会逐步扩大。组态软件市场的崛起一方面为最终用户节省了系统投资，另外也为用户解决了实际问题。现在用户购买组态软件虽然也需要一定的投资，但是和以前相比，投资额得到了大大降低。使用组态软件，用户可以做到“花了少量的钱，办成了大事情”。

中国的现代化建设正处于上升期，新项目的上马、基础设施的

改造大量需要组态软件，另一方面，传统产业的改造、原有系统的升级和扩容也需要组态软件的支撑。

社会信息化的加速是组态软件市场增长的强大推动力。随着经济发展水平的提升，信息化社会将为组态软件带来更多的市场机会。

#### 4、用户对组态软件的需求变化

专用系统所占比例日益提高。组态软件的灵活程度和使用效率是一对矛盾，虽然组态软件提供了很多灵活的技术手段，但是在多数情况下，用户只使用其中的一小部分，而使用方法的复杂化又给用户熟悉和掌握软件带来的很多不必要的麻烦。这也是现在仍然有很多用户还在自己用 VB 编写自动化监控系统的主要原因。在有些应用领域，自动监控的目标及其特性比较单一（或可枚举，或可通过某种模板自定义、添加、删除、编辑）且数量较多，用户希望自动生成大部分自动监控系统，例如在电梯自动监控、动力设备监控、铁路信号监控等应用系统。这种应用系统具有一些“傻瓜”型软件的特征，用户只需用组态软件做一些系统硬件及其参数的配置，就可以自动生成某种特定模式的自动监控系统，如果用户对自动生成的监控系统的图形界面不满意，还可以进行任意修改和编辑，这样既满足了用户对简便性的要求，又同时配备比较完善的编辑工具。

组态软件应该向更多的应用领域拓展和渗透。目前的组态软件均产生于过程工业自动化，很多功能没有考虑其他应用领域的需求。例如：化验分析（色谱仪、红外仪等，包括在线分析）、虚拟仪器（例如 LabView 的口号是 TheSoftwareistheInstrument）、测试（如测井、机械性能试验、碰撞试验等的的数据记录与回放等）、信号处理（如记录和显示轮船的航行数据：雷达信号、GPS 数据、舵角、风速等）。这些领域大量地使用实时数据处理软件，而且需要人机界面，但是由于现有组态软件为这些应用领域考虑得太少，不能充分满足系统的要求，因而目前这些领域仍然是专用软件占统治地位。随着计算机技术的飞速发展，组态软件应该更多地总结这些领域的需求，设计出符合应用要求的开发工具，更好地满足这些行业对软件的需求，进一步减少这些行业在自动测试、数据分析方面的软件成本，提高系统的开放程度。

嵌入式应用进一步发展，在过去的十年间，工业 PC 及其相关的数据采集、监控系统硬件的销售额一直保持高额增长。工业 PC 的成长是因为软件开发工具丰富，比较容易上手，而用户接受工业 PC 的主要原因是一次性硬件成本得到了降低，但是后续的维护和升级费用明显高昂，经常带来一些间接损失。商品化嵌入式组态软件可以有效地解决工业 PC 监控系统的工作效率、维护和升级等问题，彻底摆脱个人行为的束缚，使工业 PC 监控系统大踏步走入自动化系统高端市

场。

#### 5、影响组态软件发展的因素

软件质量是影响产品发展的主要因素。在竞争不断加剧的今天，企业规模、科研开发的投入量、质量管理体系建设情况等对组态软件的质量影响甚大。

#### 6、未来技术走势

很多新的技术将不断地被应用到组态软件当中，组态软件装机总量的提高会促进在某些专业领域专用版软件的诞生，市场被自动地细分了。为此，一种称为“软总线”的技术将被广泛采用。在这种体系结构下，应用软件以中间件或插件的方式被“安装”在总线上，并支持热插拔和即插即用。这样做的优点是：所有插件遵从统一标准，插件的专用性强，每个插件开发人员之间不需要协调，一个插件出现故障不会影响其他插件的运行。XML 技术将被组态软件厂商善加利用，来改变现有的体系结构，它的推广也将改变现有组态软件的某些使用模式，满足更为灵活的应用需求。

#### 7、国际化及入世的影响

长期以来，中国的组态软件市场都是由国外的产品占主角，中国本土的组态软件进入国际市场还有很长的路要走，需要具有综合优势。中国的工程公司、自动化设备生产商在国际市场取得优势对组态软件进入国际市场也具有一定的推动作用。相信民族组态软件的崛起是迟早的事情。

与其他软件产品相比，组态软件和 IT 类软件不同，有自己的特殊性，具有系统的概念，使用范围也不是很广，面临的国际竞争没有其他类似办公软件或操作系统那样激烈，因此中国的本土软件很容易崛起。但是毕竟我们是跟在国外产品的后面发展起来的，要想全面超过国外的竞争对手，就必须坚持走好自己的道路，尽量减少效仿，突出特色，以客户需求为中心，积极创新。只有这样，本土的软件才能够具有稳固的根基。

## 第二章 DCS 的结构

### 第一节 DCS 基本结构

DCS 概括起来可分为三大部分：集中管理部分，分散控制监视部分和通讯部分见图 2-1-1：

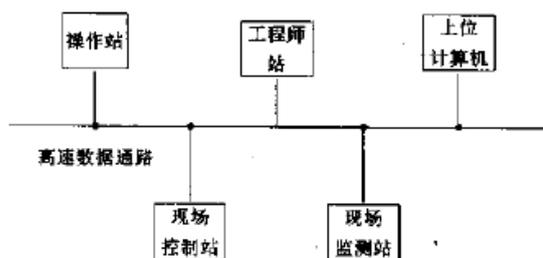


图2-1-1

集中管理部分又可分为操作站、工程师站和上位计算机。操作站是有微处理器、CRT、键盘、打印机等组成的人机系统，实现集中显示，集中操作和集中管理。工程师站主要用于组态和维护。上位计算机用于全系统的

信息管理和优化控制。

分散控制检测部分按功能可分为现场控制站和现场检测站。现场控制站是有一个微处理器、存储器、I/O 输入输出板、A/D、D/A 转换器、内总线、电源和通信接口组成，可以控制多个回路，具有较强的运算能力和各种控制算法功能，可自主地完成回路控制任务，实现分散控制。

现场检测站或叫数据采集装置也是微计算机结构，主要是采集非控制变量以进行数据处理，并将某个采集的过程信息经高速数据公路送到上位计算机。

通信部分又叫高速数据通路，是实现分散控制和集中管理的关键，其连接 DCS 的操作站、工程师站、上位计算机、控制站和检测站等各个部分，完成数据、指令及其他信息的传递。

### 第二节 DCS 的构成方式

DCS 的功能分层是其体系特征，它体现了 DCS 的分散控制、集中管理的特点。按照功能分层的方法，DCS 可分为四级，即现场控制级、过程控制级、过程管理级、工厂总体管理级。

1、现场控制级，由于现场总线的应用，在 DCS 的最底层，出现了现场控制级。故将其作为一级进行介绍。

现场总线的应用，形成了现场控制级。现场总线设备组成的网络，其拓扑结构有星型、树型和总线型等。现场控制级的特性与现场总线设备的特性相关。随着控制器与传感器、变送器、执行机构的整

体安装式智能仪表的出现，现场控制级可具有部分或全部过程控制级的功能。现场控制级的主要功能有：

- (1) 采集过程数据，对数据进行处理、转换；
- (2) 输出过程操纵命令；
- (3) 进行直接数字控制；
- (4) 承担与过程控制级的数据通信；
- (5) 对现场控制级的设备进行检测和诊断。

2、过程控制级，在这一级，过程控制计算机通过 I/O 卡件与现场各类设备（如变送器、执行机构等）相连，对生产过程实施数据采集、控制，同时还通过网络把实时过程信息传送到上、下级。

大部分 DCS 都采用分散的控制站和 I/O 卡件组成过程控制级，通过通信网络把过程信息向上、下传送，其特点是：

- (1) 高可靠性；
- (2) 实时性；
- (3) 控制功能强；
- (4) 通信速度快、信息量大。

过程控制级是 DCS 的核心，其性能好坏直接影响到信息的实时性、控制质量的好坏及管理决策的正确性。其主要功能如下：

- (1) 采集过程数据，进行数据转换和处理；
- (2) 数据的监视和存储；
- (3) 实施连续、批量或顺序控制的运算和输出控制作用；
- (4) 设备的自诊断；
- (5) 数据通信；
- (6) 实施安全性、冗余方面的措施。

3、过程管理级，以中央控制室的操作站为主，配以工程师站、打印机等计算机外部设备。它综合监视过程个站的所有信息，集中显示操作，控制回路组态和参数修改，优化过程处理等。

过程管理级以装置（一个或数个）或车间为单位，以控制室操作站为中心，是与生产过程直接对话的关键的人机界面。其主要功能如下：

- (1) 数据实时显示，历史数据的存档、状态及故障信息存档、报表输出等；
- (2) 过程操作（包括组态、维护）；
- (3) 报警、事件的诊断和处理；
- (4) 系统组态，优化过程控制；
- (5) 数据通信。

4、工厂总体管理级，可实施全厂的优化和调度管理，并于办公自动化连接起来，担负全厂的总体调度管理，包括各类经营活动、生

产决策、资源配置及人事管理等。

本级处于工厂自动化系统的最高层，其管理范围很广，包括工程技术方面、经济方面、商务及人事方面等。其主要功能为：

- (1) 优化控制；
- (2) 协调和调度各车间生产计划和各部门的关系；
- (3) 主要数据的显示、存储和输出。

## 第三章 DCS 的硬件结构

DCS 的产品众多，但从系统结构分析，DCS 都有三大基本部分组成，分别是分散的过程控制装置（简称控制站）、集中操作和管理系统（包括工程师站、操作站、打印机等）、通信系统。

### 1、DCS 的机构分类

虽然 DCS 都由三大基本部分组成。各厂家分布的 DCS 产品，皆具有完整的体系结构，而提供给用户的系统，根据用户的要求和过程特点都有不同的硬件组合，所以依据不同能够的组成方式可大致分为以下几类。

#### (1) 系统式的产品结构类型

①模块化控制站+与 MAP 兼容的宽带、窄带局域网+信息综合管理系统

MAP: Manufacturing Automation Protocol (制造自动化协议)

这是最新结构的 DCS。作为大系统，通过宽带和窄带网络，可覆盖很广的区域。通过现场总线，可与现场智能设备通信和操作。这是开放的、系统互联的、具有互可操作性的系统，将成为 DCS 的主流结构，是第三代 DCS 的典型结构。

②控制站+局域网+信息管理系统

这是第二代 DCS 的典型结构。因采用局域网，增强了系统的通信和联网能力。

③控制站+高速数据公路+操作站+上位机

这是第一代 DCS 的典型结构。目前，经过对控制站、操作站及通信系统性能的改进和扩展，系统的性能已大为提高。

④可编程逻辑控制器 (PLC) +通信系统+操作管理站

这种结构的 DCS 在制造业被广泛应用，尤其适用于顺序控制(大量的数字信号)的工业过程。DCS 厂家为适应顺序控制实时性强的特点，已推出许多可下挂各种型号 PLC 的系统。

⑤单回路控制器+通信系统+操作管理站

这是一种适用于中、小企业的小型 DCS。采用单(或双)回路控制器作为盘装仪表，信息的监视操作在操作管理站或仪表上实现，有较大的灵活性和较高的性价比。

#### (2) 实际应用中的结构类型

①工业级微机+通信系统+操作管理机

工业级微机作为多功能多回路的控制站，相应的软件业已由软件厂商开发。

②单回路控制器+通信系统+工业级微机

工业级微机作为操作站适用，其通用性较强，软件可自行开发，相应的管理、操作软件也可外购。

③PLC+通信系统+工业级微机

适用于顺序控制为主的场合。其特点与②类相似。

④工业级微机+通信系统+工业级微机

控制、操作管理均采用工业级微机，相应的机型、容量等可有所不同。

⑤智能前端+通信系统+工业级微机

这是一种结构简易的小型 DCS 系统，应用范围不广。

综上所述，前五类是 DCS 厂家的专利产品，后五类大多由通用的产品组合而成。但所有类型均具有 DCS 的三大类基本组件，这是区别于微机控制系统的关键。

## 2、DCS 控制站的组成。

控制站（分散的过程控制装置）包含在过程控制级（DCS 划分成四层的第二级），是过程控制级乃至整个 DCS 的核心。主要功能是分散的过程控制，也是系统与过程之间的接口。

当前，除了不同厂家的 DCS 所配置控制站系统不相同外，同一厂家针对不同的应用场所、不同的用户也会有相异的配置。可配置的控制站系统有单片机组成的采集装置、可编程序控制器（PLC）、STD 等工业总线、工业 PC、16 和 32 位总线型工业控制计算机系统、智能仪表控制系统、交流变频调速器（VVVF）等。本节就典型的 DCS 控制站进行介绍。

控制站是一个可独立运行的计算机监测和控制系统，由于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（I/O）通道和控制计算机等有别于一般的计算机系统相应部分。

（1）机柜：控制站机柜用于安装控制站的所有硬件设备，一般采用国际通行的尺寸，即可按装多个 19 英寸的机笼（Cage）。整体依据通风散热、防潮湿、防腐蚀及安全保护的原则专门设计制造，具有完善的接地装置及防静电措施，一般内装风扇（侧或顶部），可调尺寸的电缆进线口。

（2）电源：电源采用冗余配置，它是具有效率高、稳定性好、无干扰的交流供电系统。根据生产过程的重要程度，一般设置不间断电源（UPS）对其供电。

柜内直流稳压电源的输出的直流电压一般有 5V、+15V（+12V）、+24V 等。

（3）控制计算机：作为控制站核心部件的控制计算机，由 CPU、存储器、总线、I/O 通道等基本单元组成。

①CPU：目前各厂家生产的 DCS 控制站已普遍采用了高性能的

16 位微处理器，有的已使用准 32 或 32 位的微处理器，多为美国 Motorola 公司生产 68000 系列 CPU 和美国 Intel 公司生产的 80X86 系列的 CPU，时钟频率已达 25~33MHz，很多系统还配有浮点运算协处理器，数据处理能力大为提高，工作周期可缩短至 0.2~0.1s，并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。

安装 CPU 的卡件称为控制卡 (Controlprocessor)，有些 DCS 的控制卡采用双处理器结构，并采取双 CPU 协同处理控制站的任务；另外，控制卡也可冗余配置 (部分产品可实现相互热备份)。

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运行中运行的是一套固定程序，为了运行的安全可靠，大多采用程序固化的办法，不仅将系统启动、自检及基本的 I/O 驱动程序写入 ROM 中，而且将各种控制及检测功能模块、所有固定参数和系统通信、系统管理模块固化，因此，在控制计算机的存储器中，ROM 占有较大比例 (一般有几百 Kb)。有的系统将用户组态的应用程序也固化在 ROM 中，只要系统一通电，控制站即可输出运行，使用更加方便，运行更可靠，但修改组态要复杂一些。

随机存储器 (RAM) 为程序运行提供了存储实时数据与中间变量的空间，用户在线修改的参数 (如设定值、手动操作值、PID 参数、报警设定值等)，也需存入 RAM 中。当前，有些 DCS 具备在线修改组态的功能，显然，相应的组态应用程序也必须存在 RAM 中方可运行。由于控制站基本不设置磁盘、磁带机，上述两部分内容一般存入具有电池后备的 SRAM 中，系统一旦掉电，可保证其中的数据、程序在数十天以上不丢失，利于事故的分析 and 快速恢复运行。RAM 的空间一般为数百 Kb 至数 Mb。

有些采用冗余 CPU 的系统中，还专门设有双端口随机存储器，其中存放过程输入、输出数据及设定值、PID 参数等，两块 CPU 可分别对其进行读写，从而实现了双 CPU 间运行数据的同步，当双 CPU 相互接替工作时，不会对生产过程产生任何扰动。

3、总线：控制计算机中所使用的总线也采用最流行的几种微机总线，常见的有 (Intel) 公司的系统总线 (MULTIBUS)、“EOROCARD”标准的 VME 总线 (IEEE1014 标准)，这些都是支持多种 CPU 的 16 位/32 位总线，VME 总线采用了针式插座，抗振性好，更适合工业环境使用。

国内开放的部分小型 DCS，采用价格低、工作可靠的 STD 总线，因其是一种 8 位数据线的总线，不适用于大规模的 16 位以上的系统。

随着 PC 在过程控制领域中的广泛应用，PCI 总线和 ISA 总线在中规模的 DCS 控制站也得到了应用。

4、I/O 通道：从广义上来说，控制站的 I/O 接口，除过程 I/O 外，还应包括与高速数据公路的接口、与现场总线（Fieldbus）网的接口。在此，仅介绍过程 I/O 通道。

数量不等（有 1、4、8、16、32 等）的过程 I/O 通道组合在一起，设计成卡件形式，称为 I/O 卡。

一般 DCS 中的过程 I/O 通道，有模拟量 I/O 通道、开关量（或称数字量）I/O 通道及脉冲量输入通道等几种。

## 第四章 DCS 的通道系统

通信系统实现 DCS 系统中工程师站、操作站、控制站等设备之间信息、控制命令的传输与发送，以及与外部系统的信息交互。DCS 中通信系统是采用计算机网络中的局域网（LAN）实现的。然而 DCS 所完成的是工业控制，因此其通信系统与一般办公室用局域网有所不同具有以下特点。

1、快速实时的响应能力：DCS 的应用对象是工业生产过程，其主要通信信息为实时的过程和操作管理信息。一般办公室自动化计算机局域网响应时间可在几秒范围内，而工业计算机网的响应时间应在 0.01~0.5s，高优先级信息对网络存取的时间则小于 10ms。

2、高可靠性：DCS 的通信系统必须适应生产过程连续运行的要求，通信系统的中断皆可引起生产的停产，甚至引起安全事故。DCS 通信系统采用 1:1 冗余方式，以提高可靠性。

3、适应恶劣的工业现场环境：DCS 的通道系统必须在恶劣的工业环境中正常工作，工业现场存在各种干扰，这些干扰一般可分为四类，即电源干扰、雷击干扰、电磁干扰、地电位差干扰。为增强抗干扰能力，通信系统采用了各种措施，如各种信号调制技术、光电隔离技术等。

4、开放系统互联和互可操作性：为使不同厂家的 DCS 能够互相连接，进行通信，DCS 采用的网络应该符合开放系统互连的标准。随着现场总线的应用，各厂家生产的 DCS，其现场总线应该能与不同厂家的符合现场总线标准的智能变送器、执行器和其他仪表进行通信，实现互操作性。

DCS 系统的通信网络一般分为三层，第一层为信息管理层，一般采用通用的以太网（Ethernet）技术，用于厂级的信息传送和综合管理，并将工厂自动化和办公室自动化融为一体；第二层为过程控制层，连接控制站及操作站的网络，采用的通信协议因不同的 DCS 厂家而异，用于工程师站、操作站及控制站等之间的实时数据交换；第三层为输入/输出（I/O）层，用于控制站中的控制单元与远程 I/O 中现场信号的交互，部分 DCS 系统已将其发展成基于现场总线技术的 I/O 总线。

# DCS 系统的日常维护及管理

## 一、DCS 系统的日常维护：

在日常工作中，加强对 DCS 系统的维护是防范系统故障发生，提高系统安全可靠性的保障。

1、系统的日常维护是 DCS 系统稳定高效运行的基础，主要维护工作有以下几点：

(1)保证空调设备稳定运行，保证控制室内温度变化小于 $\pm 5^{\circ}\text{C}/\text{H}$ ，避免温度、湿度急剧变化导致在系统设备上凝露。

(2)加强防静电措施和良好的屏蔽，尽量避免电磁场对系统的干扰。系统正常运行时，室内禁止使用电动工具，大功率电气设备应远离系统至少 20 米。

(3)注意防尘，现场与控制室合理隔离，并定时清扫，保持清洁，防止粉尘对元件运行及散热产生影响。定期清扫系统风扇和机柜过滤网。显示器每半年至少拆检除尘一次，DCS 卡件至少每年除尘一次，否则容易造成工作站死机，运行速度慢等故障，情节严重造成卡件损坏。

(4)做好目录文件的备份。各自控回路的 PID 参数，调节器正反作用等系统数据记录工作。

(5)检查控制主机、显示器、鼠标、键盘等硬件是否完好，实时监控是否正常。

(6)查看故障诊断画面是否有故障提示。

(7)检查供电及接地系统使其符合标准。

(8)有防小动物危害的措施。

(9)保证电缆接头、端子、转接插件不被碰撞，接触良好。（网络状态）。

(10)观察系统状态画面及指示灯状态，确认系统是否正常。

(11)检查控制站及过程站的各卡件的运行指示状态灯。

(12)防腐蚀措施：脱硫剂等。

## 2、预防性维护

每年利用大修时间进行一次预防性的维护，以掌握系统运行状态，消除故障隐患。大修期间对 DCS 系统进行彻底的维护，内容包括：

(1)系统冗余测试：对冗余电源、服务器、控制器、通讯网络进行冗余测试。

(2)操作站、控制站停电检修，包括计算机内部、控制站机笼、电源箱等部件灰尘清理。

(3)系统供电，接地系统检修检查，并对 UPS 进行供电能力测试和实施放电实验。

## 3、故障性维护

对 DCS 系统故障维护的关键是快速、准确地判断出故障点的位置，包括：

(1)利用 DCS 系统的自诊断功能和硬件故障指示灯来确认故障原因和故障所在，分清是仪表故障还是 DCS 系统故障。

(2)进行 DCS 卡件更换时一定要确认是否在线更换，冗余卡件切换对系统是否有影响。

(3)当某一生产状态异常或报警时，可以先找到反映此状态的仪表，然后顺着信号向上传递的方向，用仪器逐一检查信号的正误，直到查出故障所在。

## 二、故障处理的一般程序

系统运行时如发现异常或故障，维护人员应及时做好故障处理方案，详细告知工艺人员处理故障时可能出现的情况，让工艺人员密切监视、做好防范措施。处理故障时必须有人监护。对故障现象、原因、处理方法及结果应做好记录。

### 1、故障处理的一般程序

(1) 观察及诊断故障现象

(2) 观察故障现象，观察画面、检查 LED 状态，听、看设备运行状况。

(3) 调出设备自诊断画面，观察自诊断结果，必要时可对操作站和外部设备进行离线诊断。

### 2、分析故障原因

根据故障现象、自诊断结果及 LED 指示等，分析判断故障原因，找出故障点。

### 3、故障处理

根据判断采取相应的处理措施，检查系统设备接线、电缆、转接插头，必要时更换设备、卡件或软件重装。

处理故障时要注意人身及设备安全，并注意采取防静电措施。

### 4、处理结果观察

故障排除后，密切监视系统的运行状况，包括指示灯、显示状态，确认系统工作正常后，通知工艺人员恢复正常操作，同时观察一段时间，填写故障处理记录。

### 三、DCS 系统的常见故障

1、过程通道故障过程通道故障出现最多的是 I/O 卡故障：I/O 卡故障一般的判断与处理，通过系统诊断，更换通道或通过更换备用件处理，至于其内部元件老化或是其他原因造成的损坏，一般热控制人员不好判断。I/O 卡的检修一般是由厂家处理，目前的热控检修人员的手段还不能达到像检修常规仪表那样检修。而且生产厂家的 I/O 卡件已制造成一体化的趋势，这样只能购买备件。好在这类故障只是在调试阶段出现较多，正常运行中出现几率很低。一次元件或控制设备出现故障有时不能直接被操作员发现，只有异常或报警后才通知热控人员处理。这样对检修人员和运行人员的素质要求就要提高，运行人员要详细介绍故障前后的状态便于热控检修人员能够快速、准确地处理缺陷，减少故障的扩大化，另外许多 DCS 厂家在产品宣传上都支持卡件热拨，做为控制人员，在运行中更换卡件时一定要做好安全防护措施否则会引起系统变化或负荷变化，尤其数字量卡件。

2、对于操作员站死机无论国产与进口设备都有相关的报道，那么究其原因比较多，硬盘或卡件故障，冷却风扇负荷过重等等，有时会发生人为操作现象，一般在修改控制逻辑下装软件重启设备或强制设备保护信号时，最易发生操作事件，轻则设备异常，重则易造成设备停运后果非常严重；对死机后重启，不同厂家的启动时间不同，少则几

十秒，多则几分钟，人为该操作发生的故障在热工专业中的不安全事件中占有很大比例，在操作中尤为引起高度重视，减少人为故障。

3、控制操作失灵：是由于球标的操作信号没有正常改变过程通道的状态，造成操作失效，这是 2 个方面造成的，一个方面是软件缺陷，另一方面是硬件本身故障的状态针对这样的缺陷通常做法检查过程通道功能正常后，再检查操作远必要时进行重起初始操作。

4、电源故障：电源故障问题较多，保险配置不合理，备用电源不能自投，电源波动引起保护误动及接插头接触不良易造成无电源。针对电源故障处理相对比较容易。首先，认真核对保险的配置及容量，真正起到保险的作用；其次，UPS 的配备很重要，它可以在电源波动时也能保证系统正常供电，而且要考虑冗余和备用问题。

5、干扰造成的故障：对于干扰主要是接地问题，备用电源的切换和大功率的无线通信设备如手机、对讲机等。另外还有 DCS 系统的干扰信号可能由本身造成的。那么对于 DCS 系统的接地问题越来越引起人们的重视，尤其在电力行业，大功率电器设备的启动和停止都会干扰 DCS 的控制信号，造成不必要的故障。为了防止干扰信号串入系统，严格执行屏蔽和接地要求和方式，信号线远离干扰源，同时采取防电源波动措施。主 / 从过程处理机之间在机组运行时，除非万不得已，尽量不要人为切换，已防产生干扰，如必须切换，应采取措施，先将控制切手动，以免对机组运行工况产生影响。对电子设备间。工程师站等重点部位，应绝对禁止使用大功率无线电通信设备。

## 四、DCS 系统大修

### 1、大修准备

(1) 要根据系统运行的情况，存在的问题，提前制定检修方案，制定切实可行的检修工作时间表。

(2) 准备好适用的工器具、测试仪器、材料和备件。

(3) 进行系统软件备份。

### 2、大修的内容

(1) 彻底的卫生清扫工作

A 对机房做彻底的清洁工作

B 检查卡板、接插板、接线端子、电缆等有否损伤，标记是否完整清晰。如有损伤，应及时补齐标记。

C 拆下将要清扫、检修部件的接线（接插件），小心地按次序拔出卡板。

D 用真空吸尘器吸除操作站内、机柜内各设备上（包括机架、卡件箱、显示器、风扇、接线端子等）的灰尘，清洗或更换空气过滤网。

E 清除卡件上的灰尘，吸（吹）不掉的污物用中性洗涤剂清洗，清洗后的卡板要依次整齐地放置在干燥通风处。

(2) 回装

所有卡件、部件清洗检修后，检查微动开关设定，跨接线连接情况是否有错，核对无误后再按次序将拆下的卡板、部件插回到原先的部件。连好接线，接好电缆，拧紧固定螺钉。

(3) 插件板上的电池，下次大检修以前超有效期的，本次大检修要

调换。

#### (4) 通电调试及诊断

A 插件卡件插入位置、方向及数量是否正确，电缆接头、接地线连接是否牢固。

B 检查供电系统是否符合要求。

C 按序对全部设备进行通电，测试电压是否正常。

D 进行所有设备的自诊断。

E 系统软件恢复

F 检查系统各显示画面是否正常

G 按需要对各设备进行离线诊断检查。

H 对冗余部分的动作检查，包括自动备用、手动备用、切换、备用允许/禁止的动作检查。

I 对输入/输出模件的 A/D、D/A 转换精度进行检查和必要调整。对参与控制和连锁的卡件，要逐点进行精度测试。对指示用的卡件，每件卡件按测量点数 15%~20%的比例进行抽检。对发现有问题的卡件，应适当扩大抽检比例。

(5) 根据生产需要做必要的软件修改，组态变更。

(6) 在所有硬件功能检查测试结束后，进行系统联校。做好联校记录。

(7) 对连锁系统逐回路进行试验，确保动作无误，并得到相关人员的确认。

(8) 系统软件、用户软件备份。

(9) 做好检修资料的整理、归档。

### 3、外围工程

要提醒相关专业部门做好以下工作：

(1) UPS 的性能测试：放电及切换试验。

(2) 空调过滤网的更换或清洗。用水的空调要设立备用水源。

(3) 接地电阻的测试。

(4) 消防、气防设施检查。

(5) 机房照明检查。

## 五、DCS 系统的运行管理

DCS 系统的运行管理是指系统的巡检，热工保护的投退，DCS 软硬件的监督管理。

1、软件的备份管理，应用软件(数据库)应及时备份，对极小的改动可做记录；对数据库的修改同时要保存到工程师站，还应保存到软盘或其他硬盘上。但注意备份磁盘不应超期使用，以防数据丢失。

2、软件检查与功能试验，应按照计算机设备的通用方法检查，主要是检查各级权限的设置：严禁使用非 DCS 软件：严禁未经授权人员进行组态。

3、热工保护的投退应严格执行工作票制度，检修某一运行设备时，要采取正确隔离措施，以防发生相关设备的联所反应。

4、软件在线修改或是在线修改下装时，必须提前与工艺人员进行沟通，并且有安全防护措施，有监护人，且要做做好记录。

软件变更要入档，并通知操作员和维护人员。

针对以上常见故障，为了避免故障的发生和减少发生的次数，应制定严格的检修。维护和定期检查制度，认真填写 DCS 设备巡视检查卡，对各种小缺陷及时发现及时处理，让故障消失在萌芽状态，填写好运行日志加强管理手段。