

大型火电机组控制技术丛书

电厂分散控制系统

印江 冯江涛 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

大型火电机组控制技术丛书

电厂分散控制系统

印 江 冯江涛 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《大型火电机组控制技术丛书》之一。内容主要包括 DCS 分散控制系统概论, DCS 的通信子系统, DCS 的过程控制子系统, 分散控制系统的 HMI, 分散控制系统的组态, 分散控制系统的性能指标评价, 分散控制系统的工程设计、安装调试和维护, 分散控制系统的典型案例等。本书内容全面, 实用性强。

本书适合于自动控制、热工过程自动化、热动力、集控运行、计算机等专业的科学研究与工程技术人员工作时参考, 也可作为高等院校相关专业学生的学习参考书。

* * * * *

图书在版编目 (CIP) 数据

电厂分散控制系统/印江, 冯江涛编著. —北京: 中国电力出版社, 2006

(大型火电机组控制技术丛书)

ISBN 7-5083-3691-7

I. 电... II. ①印...②冯... III. 火电厂-分散控制-控制系统 IV. TM621.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 128414 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 3 月第一版 2006 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.5 印张 382 千字

印数 0001—4000 册 定价 25.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

《大型火电机组控制技术丛书》

编委会

顾 问 李子连 金以慧 刘吉臻 熊淑燕
林金栋

主 编 张丽香 石 生

编 委 (以姓氏笔画排序)

王 琦 白建云 印 江 冯江涛

杨晋萍 张丽香 降爱琴 郝秀芳

电厂分散控制系统

前 言

随着现代工业生产的迅猛发展和人民生活水平的日益提高,人们对供电质量的要求不断提高,电网负荷的峰谷差明显加大,用电结构也发生了很大的变化。为了适应机组调频和调峰的需要,要求大型火力发电机组均能实现自动发电控制(AGC)。

随着工程技术人员对分散控制系统(DCS)应用于火力发电厂生产过程控制策略研究与实践的不断深入和DCS软/硬件系统的不断升级换代,火电生产过程的数据采集系统、模拟量控制系统、程序控制系统、机炉安全监测保护系统、汽轮机电液调节与旁路控制系统以及部分电气系统逻辑控制等都由DCS组态实现,使锅炉、汽轮发电机组的主要设备和系统均处于DCS的统一监控管理之下。同时,还可以借助DCS这一控制平台,将先进控制理论和智能决策方法应用到火电生产过程控制系统中,解决常规控制方案无法应对的现场控制难题。

为了提高火电机组运行的自动化水平,我们结合国内、外机组控制系统的特点和近年来对大时滞、非线性、时变及强耦合生产过程控制策略研究与现场实践的成功经验编著了本套丛书。该丛书共有5个分册:《电厂分散控制系统》、《程序控制系统》、《数字电液调节与旁路控制系统》、《安全监测保护系统》、《模拟量控制系统》。主要读者对象为从事自动控制、热工过程自动化、热能动力、集控运行、计算机等专业的科学研究与工程技术人员和大学高年级学生。

组编和出版这套丛书是一次尝试。我们热忱欢迎选用本套丛书的科学研究工作者、现场技术人员、大专院校老师和学生提出批评和建议。

《大型火电机组控制技术丛书》编委会

2005年3月

目 录

前言

第一章 DCS 分散控制系统概论 ⇨	1
第一节 分散控制系统的发展历程	1
第二节 分散控制系统的结构	4
第三节 典型 DCS 系统结构简介	7
第四节 分散控制系统的特点	12
第五节 火电厂自动化与 DCS 系统	14
第二章 DCS 的通信子系统 ⇨	17
第三章 DCS 的过程控制子系统 ⇨	56
第一节 过程控制子系统综述	56
第二节 Symphony 分散控制系统的过程控制子系统	77
第三节 Ovation 分散控制系统的过程控制子系统	86
第四节 TELEPERM XP 的过程控制子系统	94
第五节 XDPS - 400 的过程控制子系统	103
第四章 分散控制系统的 HMI ⇨	113
第一节 概述	113
第二节 Symphony 的 HMI	123
第三节 Ovation 系统的 HMI	125
第四节 TELEPERM XP 的 HMI	130
第五节 XDPS - 400 的 HMI	136
第五章 分散控制系统的组态 ⇨	143
第一节 概述	143
第二节 过程控制子系统的组态	144
第三节 MMI 的图形组态	156

第六章 分散控制系统的性能指标评价 ⇨	162
第一节 分散控制系统的性能指标	162
第二节 分散控制系统的评估和选型	176
第七章 分散控制系统的工程设计、安装调试和维护 ⇨	181
第一节 分散控制系统的工程设计	181
第二节 分散控制系统的安装调试	194
第三节 分散控制系统的维护	200
第八章 分散控制系统的典型案例 ⇨	202
第一节 由 Symphony 实现的 600MW 机组控制系统	202
第二节 由 Ovation 系统实现的 600MW 机组控制系统	205
第三节 由 TXP 实现的 300MW 机组控制系统	211
第四节 由 XDPS - 400 实现的 300MW 机组控制系统	214
附录 1 典型分散控制系统的软件功能模块 ⇨	218
附录 2 DCS 各功能系统功能简介 ⇨	238
参考文献 ⇨	242

DCS分散控制系统概论

分散控制系统 (Distributed Control System) 是以微处理器为基础, 全面融合计算机技术、测量控制技术、网络数字通信技术、显示与人机界面技术而成的现代控制系统。其主要特性在于分散控制和集中管理, 即对生产过程进行集中监视、操作和管理, 而控制任务则由不同的计算机控制装置去完成。因此也有人将 DCS 称为集散控制系统。

随着技术的发展, DCS 系统自 20 世纪 70 年代由美国霍尼威尔 (Honeywell) 公司推出 TDC-2000 系统开始至今, 30 余年间已经经历了四代。分散控制系统已经在工业生产过程控制中迅速普及, 广泛用于电力、石化、冶金、建材、制药等各行业, 成为过程控制系统的核心。分散控制系统的应用大幅度地提高了生产过程的安全性、经济性、稳定性和可靠性。

从电力行业看, 我国电力行业在 20 世纪 80 年代末期随引进大型火电机组开始应用 DCS, 到今天 DCS 已成为电站控制的标准装备。大到 600MW 的主力单元机组, 小到几十兆瓦的循环流化床热电联产机组, 到处都有 DCS 在保障其安全运行。

第一节 分散控制系统的发展历程 □

分散控制系统是生产过程监视、控制技术发展和计算机与网络技术应用的产物, 但它更是在过程工业发展对新型控制系统的强烈需求下产生的。

过程工业的生产组织形式大致经历了从分散到集中的两个阶段。早期的过程控制系统采用分散控制方式。当时, 控制装置安装在被控过程附近, 而且每个控制回路都有一个单独的控制器。这些控制装置就地测量出过程变量的数值, 并把它与给定值相比较而得到偏差值, 然后按照一定的控制规律产生控制作用, 通过执行机构去控制生产过程, 运行人员分散在全厂的各处, 分别管理着自己所负责的那一部分生产过程。这种分散控制方式适用于那些生产规模不太大、工艺过程不太复杂的企业。我国在单元制机组出现以前, 母管制火电机组的运行控制方式就是这种分散控制方式的典型代表。现在, 在大型单元机组中那些比较简单的过程控制领域中仍然使用它们, 如轴封压力、燃油压力、高低压加热器水位、疏水箱水位的控制就常常采用这种类型的基地式调节器。

随着被控过程的生产规模和复杂程度不断增加, 单靠那些相互独立的控制回路来保持整个生产过程的安全、稳定、经济和协调运行变得越来越困难了, 因为这时的生产过程已经成为一个各部分相互关联的有机整体。随着生产过程的不断强化, 这个有机整体中各个部分的相互作用和相互影响愈加强烈, 如不能及时地协调和很好地处理各部分之间的关系, 在几秒钟之内整个生产过程就可能瘫痪。因此, 人们不得不探索新的控制方式——集中控制。集中控制的问题之一就是信息的远距离传输。要想在中央控制室内实现对整个生产过程的控制, 就必须把反映过程变量的信号传送到中央控制室, 同时还要把控制变量传送到现场的执行机

构,因此,变送器、控制器和执行器是分离的,变送器和执行器安装在现场,控制器安装在中央控制室。集中控制方式的优点是运行人员在中央控制室获得整个生产过程中的有关信息,能够及时、有效地进行各部分之间的协调控制,这有利于安全经济运行。在电力行业,随着单元制机组的投产,采用了中央控制室集中控制方式。这一时期的集中控制主要采用模拟控制仪表,现在我国有些电厂仍然采用这种控制方式。生产规模的不断扩大,对操作人员监视和操作的要求也越来越高。与之相应,中央控制室的仪表数量越来越多,但过多的仪表令操作人员难以应付。控制系统开始采用电动单元组合仪表,后来采用组件组装式仪表以求改善控制系统性能和缩小操作盘台面积,但模拟控制仪表固有的性能难以胜任过程工业技术发展的需求。

20世纪50年代末,计算机开始进入过程控制领域。最初它用于生产过程的安全监视和操作指导,后来用于实现监督控制SCC(Supervisory Computer Control),这时计算机还没有直接用来控制生产过程。到了60年代初,计算机开始用于生产过程的直接数字控制DDC(Direct Digital Control)。由于当时的计算机造价很高,所以常常用一台计算机控制全厂所有的生产过程,这样,就造成了整个系统控制任务的集中。由于受当时硬件水平的限制,计算机的可靠性比较低,一旦计算机发生故障,全厂的生产就陷于瘫痪,因此,这种大规模集中式的直接数字控制系统的尝试基本上宣告失败。但人们从中认识到,直接数字控制系统确有许多模拟控制系统无法比拟的优点,只要解决了系统的可靠性问题,计算机用于闭环控制是大有希望的。

60年代中期,控制系统工程师分析了集中控制失败的原因,提出了分散控制系统的概念。他们设想像模拟控制系统那样,把控制功能分散在不同的计算机中完成,并且采用通信技术实现各部分之间的联系和协调。但遗憾的是,当时要实现这些设想还有许多困难,直到70年代,微处理器和固态存储器的出现,才使得这些想法付诸实践。

1975年Honeywell公司将计算机技术(Computer)、控制技术(Control)、通信技术(Communication)和显示技术(CRT)相结合,创造性地推出了TDC-2000分散控制系统。TDC-2000的推出,为其他的制造厂商指明了方向。

各类型厂商结合自身技术优势从不同方向介入DCS的研发和生产。以生产模拟电动仪表为主的仪表制造厂沿着Honeywell的研究方向,在常规控制方面进行了深入的研究,形成在常规控制方面见长的DCS系统。以生产继电器、开关等逻辑器件为主的制造厂在逻辑控制、顺序控制方面发挥了他们的特长,在可编程逻辑控制器的研究基础上向DCS发展,它们在逻辑控制方面有明显的优势。生产计算机、半导体和集成电路为主的制造厂则在数据通信、计算机技术等方面进行了深入的研究,并向DCS发展,它们在通信、显示、内存、运算速度、网络等方面发挥了特长。当时,DCS还在初创阶段,产品还是集散控制系统的雏形。但是,系统已经包括了DCS的三大组成部分,即分散过程控制装置、操作管理装置和数据通信系统。它也具有了DCS的基本特点,即集中管理、分散控制。

当时DCS产品的类型有:Honeywell公司的TDC-2000,Taylor公司的MOD3,Foxboro公司的SPECTRUM,横河公司的CENTUM,H&B公司的Controlnic 3,肯特公司的P4000等。

80年代中期,随着半导体技术、显示技术、控制技术、网络技术和软件技术等高新技术的发展,集散控制系统也得到了飞速的发展。第二代集散控制系统的主要特点是系统的功能扩大或者增强,例如,控制算法的扩充;常规控制与逻辑控制、批量控制相结合;过程操

作管理范围的扩大,功能的增添;显示屏分辨率的提高;色彩的增加;多微处理器技术的应用等。而一个明显的变化是数据通信系统的发展,从主从式的星形网络通信转变为对等式的总线网络通信或环网通信。但是,各制造厂的通信系统各自为政,在不同制造厂集散控制系统间通信存在一定的困难。这个时期内,各制造厂的集散控制系统产品有了较大的改进,在各行各业的应用越来越多,人们对集散控制系统已经从知之甚少发展到不仅能应用而且能开发的能力。在第二代集散控制系统中,通信系统已采用局域网络,因此,系统的通信范围扩大,同时,数据的传送速率也大大提高。典型的集散控制系统产品有 Honeywell 公司的 TDC3000, Taylor 公司的 MOD300, Bailey 公司的 NETWORK-90, 西屋公司的 WDPF, ABB 公司的 MASTER, 西门子公司的 TELEPERM Me 等。

进入 90 年代,集散控制系统进入了第三代。以美国 Foxboro 公司推出的 I/AS 系统为标志,它的主要改变是在局域网络方面,I/AS 系统采用了 10Mbit/s 的宽带网与 5Mbit/s 的载带网,符合国际标准组织 ISO 的 OSI 开放系统互联的参考模型。因此,在符合开放系统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,从而使集散控制系统进入了更高的阶段。紧随其后,各 DCS 的制造厂也纷纷推出了各自的第三代 DCS 产品,如 Honeywell 公司带有 UCN 网的 TDC-3000,西屋公司的 WDPF II,西门子公司的 TELEPERM XP, Bailey 公司的 INFI-90 等。

从第三代集散控制系统的结构来看,由于系统网络通信功能的增强,各不同制造厂的产品能进行数据通信,因此,克服了第二代集散控制系统在应用过程中出现的自动化孤岛等困难。此外,从系统的软件和控制功能来看,系统所提供的控制功能也有了增强,通常,系统已不再是常规控制、逻辑控制与批量控制的综合,而增加了各种自适应或自整定的控制算法,用户可在对被控制对象的特性了解较少的情况下应用所提供的控制算法,由系统自动搜索或通过一定的运算获得较好的控制器参数。同时,由于第三方应用软件可方便地应用,也为用户提供了更广阔的应用场所。

至此,DCS 全面取代常规仪表控制和计算机监控,完成了一次自动控制技术革命。DCS 从幼稚走到成熟,确立自己技术主导和实用的地位,历经有 20 余年。多年来,DCS 广泛应用于石化、电力、冶金、建材等重工业领域,是这些工业领域新建和改建生产过程自动控制系统的当然选择,其工程技术的地位不可动摇。然而,由于 DCS 技术的成熟,制造、调试和服务的能力门槛降低,进入 DCS 制造业的公司林立导致生产能力的过剩,同时世界经济不景气 DCS 需求放缓、价格持续走低。在严酷的市场竞争环境中,一些有集团公司背景的 DCS 厂商依托集团行业背景进行市场细分以期赢得市场优势,ABB、西屋、西门子等公司的 DCS 系统在各自旗下电力设备制造公司的支持下在电力行业逐步胜出。而一些独立 DCS 厂商则选择了放弃,原来独立活跃于集散型控制系统国际技术舞台的著名公司如 Bailey 公司被 ABB 并购。进入 21 世纪,DCS 并购和技术重组浪潮更是一浪高过一浪,继 Bailey 被 ABB 并购之后,西屋过程控制公司和 Foxboro 等,分别重组到 Emerson 和 Invensys 等集团。这些集团很大的业务是传统的自动控制部件的生产制造,如传感器、执行机构和阀门。可以说,虽然 Bailey、西屋和 Foxboro 的技术实体还存在,其独立的品牌已经有些消亡了。如 Baily 和 ABB,曾推出了 N90、INFI、MOD300 及 Kent 等著名的集散型控制系统,在国际上还有众多的系统在使用,以往是激烈的竞争对手,如今却成了一家。

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。

第四代 DCS 的最主要标志是两个“I”开头的单词:Information(信息)和 Integration(集成)。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。

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 厂商更强调的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 系统则采用罗克韦尔公司的 PLC 单元作为现场控制站。

目前,以上海新华、和利时、浙大中控为代表的国内 DCS 厂家经过 10 年的努力,各自推出自己的 DCS 系统:新华推出 XDPF-400 系统、和利时推出 MACS-Smartpro 第四代 DCS 系统、浙大中控推出 Webfield(ECS)系统。

第二节 分散控制系统的结构 ⇨

分散控制系统是纵向分层、横向分散的大型综合控制系统。它以多层计算机网络为依托,将分布在全厂范围内的各种控制设备和数据处理设备连接在一起,实现各部分的信息共享和协调工作,共同完成各种控制、管理及决策功能。

图 1-1 所示为一个分散控制系统的典型结构,系统中的所有设备按功能可划分为网络通信子系统、过程控制子系统和人机接口子系统。

一、网络通信子系统

分散控制系统的纵向分层结构将系统分成四个不同的层次,自下而上分别是:现场级、控制级、监控级和管理级。对应着这四层结构,分别由四层计算机网络即现场网络 Fnet(Field Network)、控制网络 Cnet(Control Network)、监控网络 Snet(Supervision Network)和管理网络 Mnet(Management Network)把相应的设备连接在一起。

现场网络 Fnet(Field Network)由类现场总线及远程 I/O 总线构成,位于被控生产过程附

近用于连接远程 I/O 或现场总线仪表。

控制网络 Cnet (Control Network) 由位于控制柜内部的柜内低速总线 (Cnet - L) 和位于控制柜与人机接口间的高速总线 (Cnet - H) 构成用于传递实时过程数据。

监控网络 Snet (Supervision Network) 位于监控层, 用于连接监控层工程师站、操作员站、历史记录站等人机接口站, 传递以历史数据为主的过程监控数据。

管理网络 Mnet (Management Network) 位于管理层, 用于连接各类管理计算机。

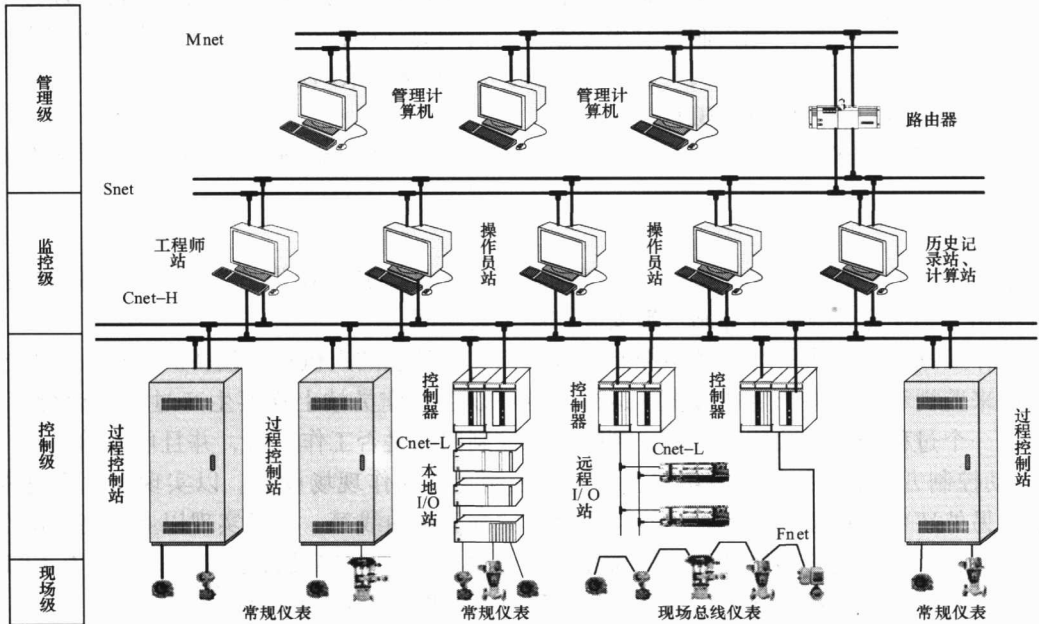


图 1-1 分散控制系统的典型结构

二、过程控制子系统

过程控制子系统是 DCS 系统中负责现场过程数据采集和过程控制的系统, 由现场设备与过程控制站组成。

1. 现场设备

现场设备一般位于被控生产过程的附近。典型的现场设备是各类传感器、变送器和执行器, 它们将生产过程中的各种物理量转换为电信号, 送往过程控制站, 或者将控制站输出的控制量转换成机械位移, 带动调节机构, 实现对生产过程的控制。

目前现场设备的信息传递有三种方式: 一种是传统的 4~20mA (或者其他类型的模拟量信号) 模拟量传输方式; 另一种是现场总线的全数字量传输方式; 还有一种是在 4~20mA 模拟量信号上, 叠加上调制后的数字量信号的混合传输方式。现场信息以现场总线 (Fnet) 为基础的全数字传输是今后的发展方向。

按照传统观点, 现场设备不属于分散控制系统的范畴, 但随着现场总线技术的飞速发展, 网络技术已经延伸到现场, 微处理机已经进入变送器和执行器, 现场信息已经成为整个系统信息中不可缺少的一部分。因此, 我们将其并入分散控制系统体系结构中。

2. 过程控制站

过程控制站接收由现场设备,如传感器、变送器来的信号,按照一定的控制策略计算出所需的控制量,并送回到现场的执行器中去。过程控制站可以同时完成模拟量连续控制、开关量顺序控制功能,也可能仅完成其中的一种控制功能。

如果过程控制站仅接收由现场设备送来的信号,而不直接完成控制功能,则称其为数据采集站。数据采集站接收由现场设备送来的信号,对其进行一些必要的转换和处理之后送到分散型控制系统中的其他部分,主要是监控级设备中去,通过监控级设备传递给运行人员。

一般在电厂中,把过程控制站集中安装在位于主控室后的电子设备间中。许多新建电厂为降低工程造价,在将过程控制站有限分散布置的同时(即将过程控制站分别布置在靠近锅炉房和汽机房的电子设备间中),大量采用远程 I/O 并逐步采用现场总线仪表。

三、人机接口子系统(HMI)

DCS 人机接口子系统主要由监控级和管理级设备构成,是 DCS 系统信息展示和人机交互的平台。

1. 监控级

监控级的主要设备有操作员站、工程师站、计算站。其中操作员站安装在中央控制室,工程师站、历史记录站和计算站一般安装在电子设备间。

操作员站是运行人员与分散型控制系统相互交换信息的人机接口设备。运行人员通过操作员站来监视和控制整个生产过程。运行人员可以在操作员站上观察生产过程的运行情况,读出每一个过程变量的数值和状态,判断每个控制回路是否工作正常,并且可以随时进行手动/自动控制方式的切换,修改给定值,调整控制量,操作现场设备。以实现对生产过程的干预。另外还可以打印各种报表,拷贝屏幕上的画面和曲线等。为了实现以上功能,操作员站是由一台具有较强图形处理功能的微型机,以及相应的外部设备组成,一般配有 CRT 显示器、大屏幕显示装置(选件)、打印机、拷贝机、键盘、鼠标或球标。

工程师站是为了便于控制工程师对分散控制系统进行配置、组态、调试、维护等工作所设置的工作站。工程师站的另一个作用是对各种设计文件进行归类和管理,形成各种设计文件,例如,各种图纸、表格等。工程师工作站一般由高性能工作站配置一定数量的外部设备所组成,例如打印机、绘图机等。

历史记录站、计算站的主要任务是实现对生产过程的重要参数进行连续记录、监督和控制,例如机组运行优化和性能计算、先进控制策略的实现等。由于计算站的主要功能是完成复杂的数据处理和运算功能,因此,对它的要求主要是运算能力和运算速度。机组运行优化也可以由一套独立的控制计算机和优化软件构成,只是在机组控制网络上设一接口,利用优化软件的计算结果去改变控制系统的给定值或偏置。

2. 管理级

管理级包含的内容比较广泛,一般来说,它可能是一个发电厂的厂级管理计算机,可能是若干个机组的管理计算机。它所面向的使用者是厂长、经理、总工程师、值长等行政管理或运行管理人员。厂级管理系统的主要任务是监测企业各部分的运行情况,利用历史数据和实时数据预测可能发生的各种情况,从企业全局利益出发辅助企业管理人员进行决策,帮助企业实现其规划目标。

管理级属于厂级的,也可分成实时监控(SIS)和日常管理(MIS)两部分。实时监控是全厂各机组和公用辅助工艺系统的运行管理层,承担全厂性能监视、运行优化、全厂负荷分

配和日常运行管理等任务，主要为值长服务。日常管理承担全厂的管理决策、计划管理、行政管理等任务，主要是为厂长和各管理部门服务。

第三节 典型 DCS 系统结构简介

为了对实际应用中的 DCS 系统从总体结构上进行了解，现选择了在火电厂自动控制系统中常见的 ABB 贝利公司的 Symphony 系统、艾默生—西屋公司的 Ovation 系统、西门子公司的 TELEERM XP 系统和上海新华控制技术（集团）有限公司的 XDPS-400 系统进行介绍。

一、Symphony 系统

Symphony 系统是 ABB 贝利公司在 INFI-90 Open 系统基础上，推出的新一代 DCS 系统。系统总体结构如图 1-2 所示。

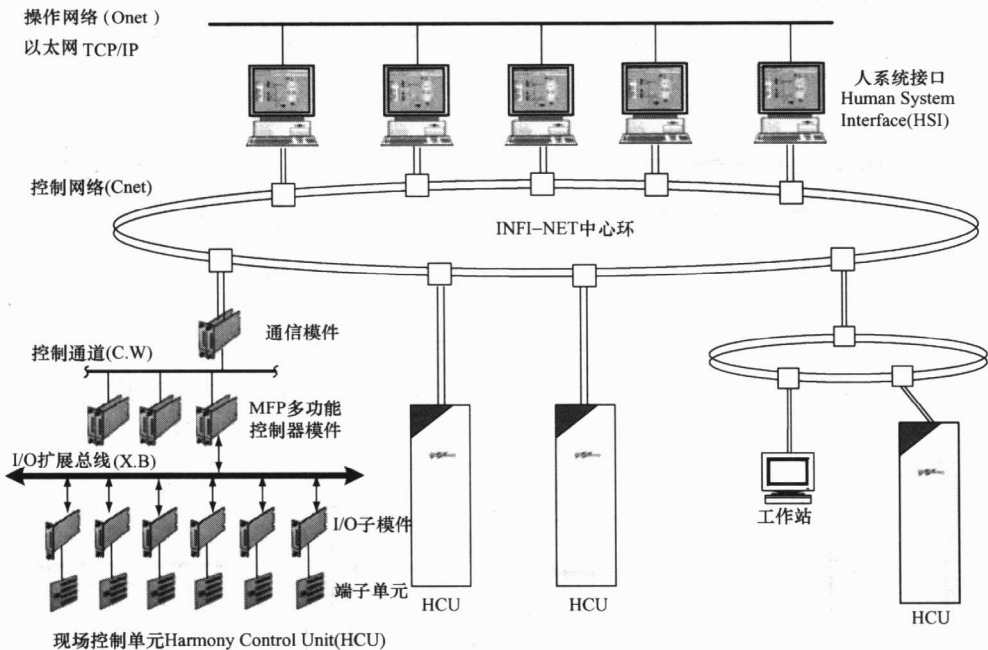


图 1-2 Symphony 系统结构图

1. 网络子系统

Symphony 的网络子系统是典型的分层分级结构。

(1) 现场级：其现场级网络除了支持 ABB 的 PLC 及远程 I/O 网络外，还广泛支持 Profibus、Fieldbus、HART 等著名现场总线系统。

(2) 控制级：由高速 INFI-NET 中心环网和置于控制柜内的控制通道（C.W）及扩展 I/O 总线（X.B）构成。

(3) 监控及管理级：由标准的采用 TCP/IP 协议的以太网构成。

2. 过程控制子系统

Symphony 的过程控制子系统由多个 HCU（Harmony Control Unit）柜构成，柜内配有通信

模件、多功能控制器主模件、I/O 子模件及其配套的端子单元和连接这些模件的柜内总线 C.W 及 X.B。在柜内总线系统的支持下，各模件协同配合以完成现场数据采集与控制工作。

3. HMI 子系统

Symphony 的 HMI 子系统由 HSI 和 Composer 两类设备构成。HSI 被称为人系统接口 (Human System Interface)，用于过程监视、操作、记录等功能。HSI 采用通用计算机和操作系统，有采用 DEC Open VMS 操作系统的工作站系统和采用 Windows 2000 操作系统的高性能 PC 机系统供用户选择。Composer 被称为系统工具，它采用通用计算机和操作系统并配以完整的专用组态工具担负软件组态、系统监视、系统维护等任务。

4. ICI 接口

ICI 被称为计算机接口 (Network Computer Interface)，在 Symphony 系统中，用于连接其他第三方计算机系统及设备。

二、Ovation 系统

Ovation 系统是艾默生—西屋公司继 WDPF II 系统之后推出的新一代 DCS 系统，系统总体结构如图 1-3 所示。

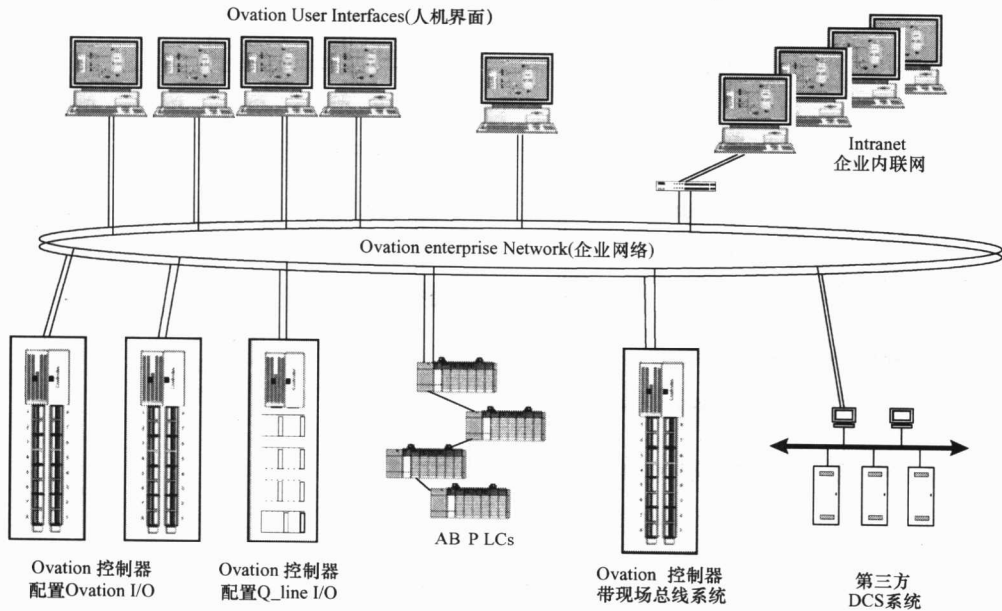


图 1-3 Ovation 系统结构图

1. 网络子系统

(1) 现场级：Ovation 现场级网络包括支持其远程 I/O 的网络系统、支持 PLC 的 MODBUS 网络和支持现场总线系统的网络等。

(2) 控制级：Ovation 控制级包括高速的 Ovation enterprise Network (企业网) 和控制柜内用于连接控制器与 I/O 子系统的柜内总线系统构成。

(3) 监控与管理级：Ovation 系统最大的特点就是监控与管理级融入 Ovation enterprise Network 中。由于网络采用了 100Mbit/s 级的冗余 FDDI 或工业快速以太网，极大地简化了网

络系统结构。

2. 过程控制子系统

Ovation 过程控制子系统主要由置于其控制柜内的控制器系统、I/O 系统和柜内总线系统构成。控制器由 CPU 模块（采用 Intel 奔腾 CPU）、网络通信模块、I/O 通信模块构成。所有模块基于标准的 PCI 总线。I/O 子系统由极具特色的 I/O 模块底座、I/O 模块及与之配套的电子特征模块构成。为了保证系统兼容性，Ovation 控制器还支持 WDPF II 系统中的主流 I/O 模块。

3. HMI 子系统

Ovation HMI 子系统主要由操作员站 OPR、工程师站 ENG 和历史记录站 HSR 构成。操作员站 OPR (Operator Processing Unit) 是供生产过程的操作人员操作作用的人机接口站，工程师站 ENG (Engineer Station) 是工程师用于系统组态、维护用的人机接口站。历史记录站 HSR (Historical Store Unit) 是用于数据存储的人机接口站，主要供生产管理人员进行数据分析、统计和报表打印等。

三、TELEERM XP 系统

TELEERM XP 系统是西门子公司推出的 DCS 系统，系统总体结构如图 1-4 所示。

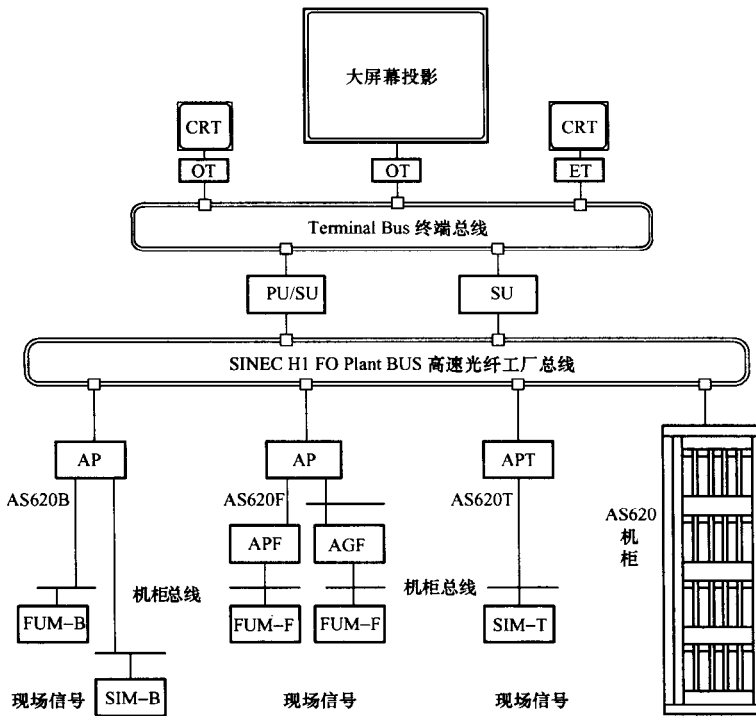


图 1-4 TELEERM XP 系统结构图

1. 网络子系统

(1) 现场级：作为 Profibus 的主要支持者，TELEERM XP 是最早支持 Profibus 现场总线的系统之一。

(2) 控制级：由高速工厂总线系统 (SINEC plant bus) 和位于柜内的机柜总线构成。

SINEC plant bus 采用的标准工业以太网结构有采用同轴电缆的 SINEC HI 和采用光纤的 SINEC HIFO 两种形式供用户选择。

(3) 监控级：由终端总线 (SINEC Terminal bus) 构成。用于 MMI 系统的处理/服务单元 (PU/SU) 与终端的连接，终端总线同样采用标准工业以太网结构。

2. 过程控制子系统

TELEERM XP 的过程控制子系统称为 AS620 自动控制系统，用以完成数据采集、过程控制和保护功能。AS620 根据电站不同主系统对 AS620 自动控制系统的不同性能要求，AS620 有三个型号。

(1) AS620B 基本型：能完成电站主辅系统的常规控制任务。

(2) AS620F 故障安全型：采用高可靠系统结构，用于与安全有关的保护任务。

(3) AS620T 汽轮机型：用于快速的汽轮机控制。

3. HMI 子系统

TELEERM XP 的 HMI 子系统由 OM650 过程控制和信息系统、ES680 工程师系统、DS670 诊断系统构成。

(1) OM650 过程控制和信息系统。用于生产过程监视、控制和数据记录。OM650 由处理单元 PU (processing unit)、服务单元 SU (server unit) 和操作终端 OT (operating terminals) 三种设备构成。PU 用于从 Plant bus 收集存储由 AS620 来的实时过程信息，对过程信息进行必要的处理和计算，将所有的数据变化 (事件) 存入短期档案库。SU 用于保持系统所有的数据描述，记录数据和形成长期数据档案。OT 用于以画面形式展示实时数据、短期、长期数据以提供完整的过程信息并接受操作人员下达的各类操作指令进行各类画面显示操作和过程控制。PU、SU、OT 都采用基于 SCO UNIX 的个人计算机 (PC)。在 TELEERM XP 系统中 OM650 过程控制和信息系统实质上是由 SINEC Terminal bus 连接的多套 PU、SU、OT 组成的网络系统。

(2) ES680 工程师系统。主要用于整个 TELEERM XP 系统组态和维护。ES680 工程师系统运行在 UNIX 操作系统环境中，计算机可以是个人计算机 (PC) 或工作站。ES680 工程师系统通常有一个或多个工程终端 ET (engineering terminal) 供组态和维护操作。

(3) DS670 诊断系统。主要用于自动识别和采集仪控系统故障，指示及记录故障，对故障进行统计和评估等功能。

四、XDPS-400 系统

XDPS 是新华分散处理系统 (XinHua Distributed Processing System) 的缩写，代表了新华的产品系列。1988 年，从出口巴基斯坦 $3 \times 210\text{MW}$ 机组第一套 DAS-100 计算机监控系统开始，随着计算机和通信技术的发展，通过 CPU 和通信接口的系统升级，形成了 XDPS-400 分散型控制系统系列产品。这套系统已在 50、100、125、200、300MW 机组上广泛应用。与目前国内已经进口的 DCS 系统相比，功能相当，并在组态与人机界面上超过了进口 DCS 系统，是我国电站 300MW 火电机组上应用的第一个中国品牌的 DCS 系统。XDPS-400 系统结构如图 1-5 所示。

1. 网络子系统

XDPS-400 采用了通行的分层分级网络结构体系。在网络中大量采用标准工业以太网技术。