

西安电力高等专科学校 编  
大唐韩城第二发电有限责任公司



# 600MW火电机组培训教材

## 仪控分册



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

# 600MW HUODIAN JIZU PEIXUN JIAOCAI

## 600MW火电机组培训教材

- 锅炉分册
- 汽轮机分册
- 电气分册
- 仪控分册
- 集控分册
- 辅助系统分册

ISBN 978-7-5083-4894-0



9 787508 348940 >

定价：46.00 元

销售分类建议：电力工程 / 火力发电

# 600MW 火电机组培训教材

## 仪控分册

---

西安电力高等专科学校 编  
大唐韩城第二发电有限责任公司



中国电力出版社  
[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

## 内 容 提 要

本套《600MW 火电机组培训教材》是由西安电力高等专科学校和大唐韩城第二发电有限责任公司联合组织编写的。本分册是其中的《仪控分册》，全书共分为 11 章，主要内容包括：分散控制系统的概论、硬件、软件和通信，协调控制系统，锅炉炉膛安全监控系统，顺序控制系统，汽轮机监控与保护，旁路控制系统，电气控制系统，辅助车间控制网络。

本套教材以大唐韩城第二发电有限责任公司 600MW 机组的设备和控制系统为主，结合国内 600MW 机组的情况，以实用为出发点，突出 600MW 机组的设备、系统特点，注重基本理论与实践的结合，注重知识的深度与广度的结合，注重专业知识与操作技能的结合，可以作为 600MW 机组运行、检修人员、技术和管理人员的培训教材，还可以作为相关专业大、中专院校的教材和教学参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

600MW 火电机组培训教材. 仪控分册/西安电力高等专科学校, 大唐韩城第二发电有限责任公司编. —北京: 中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-4894-0

I. 6... II. ①西... ②大... III. ①火力发电-发电机-机组-技术培训-教材②火力发电-发电机-仪表-控制系统-技术培训-教材 IV. TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 130458 号

中国电力出版社出版、发行

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

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2007 年 1 月第一版 2007 年 1 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.75 印张 585 千字 1 插页

印数 0001—3000 册 定价 46.00 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)

# 《600MW 火电机组培训教材》

## 编委会

主任：张明 王元春

副主任：李新民 解建宝 张宝瑞 蔺昌宇 齐强

委员：孙文杰 冯宏涛 孙朝阳 何方 宁海琪

杨升军 刘佩芬 张建丁 赵丽 付妍玉

赵胜林 贾品丽 党争奎 穆顺勇 梁振武

杨曙光 田风 王军峰 王崇军

丛书主编：解建宝 蔺昌宇

丛书主审：李新民 齐强 宁海琪

### 《仪控分册》

主编：贾品丽

主审：颜渝坪 崔战兵 肖勇 刁志勇 贾强邦

王浩森 高海东 廖永新 周明 齐强

参编：朱云 郭维 张学军 刘晓谦 郑剑川

刘佩芬

# 前 言

随着我国经济的快速发展,高参数、大容量、低能耗、小污染、高自动化程度的600MW机组将逐渐成为火力发电厂的主力机组。近几年来,有一大批600MW机组相继投产。通过培训,提高生产人员和技术人员的技术水平是确保机组安全、经济、可靠运行的基础。本套培训教材由西安电力高等专科学校和大唐韩城第二发电有限责任公司联合组织编写,分为《锅炉分册》、《汽轮机分册》、《电气分册》、《仪控分册》、《集控分册》、《辅助系统分册》六个分册。

本套教材在西安电力高等专科学校张明教授和大唐韩城第二发电有限责任公司王元春高级工程师为主任的编委会的精心组织下,用两年多的时间,由具有丰富的大机组培训教学经验的教师和具有丰富生产实际经验的工程技术人员共同完成。内容以大唐韩城第二发电有限责任公司600MW机组的设备和系统为主,结合国内600MW机组的情况,以实用为出发点,突出600MW机组的设备、系统特点,注重基本理论与实践的结合,注重知识的深度与广度的结合,注重专业知识与操作技能的结合,可以作为600MW机组运行、检修人员及技术和管理人员的培训教材,还可以作为相关专业大、中专院校的教材和教学参考书。

本分册编写时主要以韩城第二发电有限责任公司600MW单元机组的技术资料为基础,并考虑了一定的通用性。全书共分两篇:第一篇介绍分散控制系统(DCS),主要讲西屋公司的OVATION系统,具体内容包括分散控制系统概述、分散控制系统硬件、分散控制系统软件和分散控制系统通信;第二篇介绍火电厂主要的自动化功能,具体内容包括协调控制系统、锅炉炉膛安全监控系统、顺序控制系统、汽轮机监控与保护系统、旁路控制系统、电气控制系统和辅助车间控制网络系统。

本分册由西安电力高等专科学校贾品丽担任主编,第一章、第四章由西安电力高等专科学校朱云编写;第二章、第三章由西安电力高等专科学校郭维、东北勘测设计研究院有限责任公司张学军编写,第五章、第八章、第九章、附录二由西安电力高等专科学校贾品丽编写;第六章、第十一章、附录一由西安电力高等专科学校刘晓谦编写;第七章由西安电力高等专科学校郑剑川编写;第十章由西安电力高等专科学校刘佩芬编写。全书由贾品丽进行统稿。

西安热工研究院有限公司电站自动控制技术事业部研究员颜渝坪、习志勇、周明,高工贾强邦、王浩森、高海东、廖永新,工程师崔战兵、肖勇,西安电力高等专科学校齐强副教授担任主审并提出了许多宝贵意见。

在本分册编写过程中,得到了韩城第二发电有限责任公司李新民副总经理及赵胜林、党增奎、岳永军、薛建宏、梁振武、解楠等的大力支持及配合,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促、编者水平有限,并且资料不够齐全,书中缺点和错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006年12月于西安

# 目 录

## 前 言

## 第一篇 分散控制系统

<b>第一章 分散控制系统概论</b> .....	1
第一节 分散控制系统概述 .....	1
第二节 分散控制系统的结构及特点 .....	4
第三节 韩城第二发电厂 1、2 号机组控制系统介绍 .....	8
第四节 Ovation 系统的主要特点 .....	15
<b>第二章 分散控制系统硬件</b> .....	19
第一节 过程控制站的组成 .....	19
第二节 分布式处理单元的组成 .....	23
第三节 人机接口站 .....	35
<b>第三章 分散控制系统软件</b> .....	39
第一节 概述 .....	39
第二节 工程师站应用软件 .....	50
第三节 操作员站软件介绍 .....	73
<b>第四章 分散控制系统的通信</b> .....	115
第一节 数据通信 .....	115
第二节 网络知识 .....	122
第三节 通信协议 .....	129
第四节 OPC 的一般性介绍 .....	138
第五节 Ovation 通信系统简述 .....	141

## 第二篇 火电厂自动化功能

<b>第五章 协调控制系统</b> .....	144
第一节 单元机组协调控制系统概述 .....	144
第二节 单元机组主控系统 .....	147
第三节 燃烧控制系统 .....	159
第四节 汽温控制系统 .....	176

第五节	给水控制系统	182
第六节	其他辅助控制系统	190
<b>第六章</b>	<b>锅炉炉膛安全监控系统</b>	<b>194</b>
第一节	概述	194
第二节	炉膛爆燃的理论分析和防止爆燃的措施	196
第三节	火焰监测器	198
第四节	燃烧器逻辑控制系统	204
<b>第七章</b>	<b>顺序控制系统</b>	<b>235</b>
第一节	顺序控制系统的功能与控制范围	235
第二节	顺序控制系统功能组举例	237
<b>第八章</b>	<b>汽轮机监控与保护系统</b>	<b>245</b>
第一节	汽轮机监测仪表系统 (TSD)	245
第二节	汽轮机电液调节系统 (DEH)	258
第三节	锅炉给水泵汽轮机控制系统	288
<b>第九章</b>	<b>旁路控制系统</b>	<b>292</b>
第一节	概述	292
第二节	高压旁路控制系统的控制方式	295
第三节	高压旁路控制系统的原理	298
第四节	低压旁路控制系统的原理	305
<b>第十章</b>	<b>电气控制系统</b>	<b>310</b>
第一节	概述	310
第二节	电气纳入 DCS 监控的内容及要求	312
第三节	ECS 驱动级逻辑的实现	319
第四节	发电机—变压器组纳入 DCS 控制	327
第五节	厂用电源的控制	337
第六节	公用系统及其控制逻辑	342
<b>第十一章</b>	<b>辅助车间控制网络系统</b>	<b>347</b>
第一节	辅助车间控制网络 (BOP) 系统简介	347
第二节	PLC 介绍	355
<b>附录</b>		<b>364</b>
<b>附录一</b>	<b>智能化仪表</b>	<b>364</b>
<b>附录二</b>	<b>书中主要名词英汉对照</b>	<b>371</b>
<b>附录三</b>	<b>韩城第二发电厂 1、2 号机组自动化功能框图</b>	<b>(见正文末插页)</b>
<b>参考文献</b>		<b>373</b>



# 第一篇 分散控制系统

## 第一章 分散控制系统概论

600MW火电机组培训教材

在过程控制领域，随着生产过程规模的扩大，对整个生产过程进行综合控制与管理的要求不断提高。计算机技术的发展为研制新一代仪表控制系统提供了物质基础。20世纪70年代以来，一种以多台微处理器为基础，采用控制功能分散、显示操作集中、兼顾分而自治和综合协调原则设计的新一代仪表控制系统被研制出来，并得到了迅速的发展和广泛的应用，即分散控制系统（DCS）。目前，分散控制系统已经在工业控制的各个领域得到了广泛应用，并已成为过程工业自动化控制系统的主流。

### 第一节 分散控制系统概述

#### 一、分散控制系统的名称

“分散控制系统”一词，是人们根据外国公司的产品名称意译而得的。由于生产厂家众多，系统设计不尽相同，功能和特点各具千秋，所以，对产品的命名也各显特色。国内在翻译时对此有不同的称呼，常见的有：

分散控制系统（Distributed Control System, DCS）；

集散控制系统（Total Distributed Control System, TDCS 或 TDC）；

分布式计算机控制系统（Distributed Computer Control System, DCCS）。

名称的不同只是命名意图和翻译上的差异，其系统本质基本相同，内在含义是一致的。我国电力行业标准中规范地称为“分散控制系统（DCS）”。

#### 二、分散控制系统的含义

分散控制系统的含义着重体现在“分散”上，其含义有两个方面：一是强调各种被控对象的地理位置是分散的；二是指控制系统所具有的功能是分散的，即计算机控制系统的数据采集、过程控制、运行显示、监控操作等按功能进行分散，这种功能上的分散同时意味着整个系统的危险性分散，功能分散是分散控制系统的主要内涵。

在功能分散的基础上，分散控制系统又可将运行的操作与显示集中起来，即操作管理集中，所以它又称为集散控制系统。

概括地说，分散控制系统是一个多重物理资源和逻辑资源（多计算机或处理单元、多数据源、多指令源和程序）分布，采用某种互联网络或通信网络进行资源互联，具有高度的局部资源自治、资源间的相互配合和资源的整体协调与控制能力。因此，可实现分布资源的动

态管理和分配、分布程序的并行运行、功能分散等。

### 三、分散控制系统的产生及发展阶段

在生产过程控制领域，常规模拟仪表控制系统经历了基地式、单元组合式、组件组装式等几个发展阶段。

仪表控制系统不同阶段的发展，与整个科学技术发展水平密切相关，例如采用电子管、晶体管、小规模集成电路、大规模集成电路等，同时也与生产过程的规模及对控制水平的要求有关。就是在今天，也并非任何一个简单的生产过程都需要采用分散控制系统。然而，现代化大型发电机组由于设备与生产过程十分复杂，需要采用复杂控制方案，而常规模拟仪表因受其功能的限制，难以满足要求。例如一台 300MW 机组需要操作控制的项目达 410~450 项、需要监视的测点在 1000 点以上，若采用常规模拟仪表，中央控制室表盘仪表多达数百台件，控制台长达几十米，操作和监视相当困难，稍有不慎将造成重大事故。因此，迫切需要采用新型的仪表控制系统。

自从计算机 1946 年问世以来，人们就注意到了计算机在生产过程控制领域的前景。经过十多年的研究，于 1959 年在美国德克萨斯州的一个炼油厂，第一台过程控制计算机投入运行，对 26 个流量、72 个温度、3 个压力和 3 个成分进行控制。我国在 20 世纪 60 年代中期，也开始火电厂计算机控制的应用试点。

计算机控制的方式有开环监视、闭环控制、监督控制和分级控制等结构。与模拟仪表控制系统相比，它不仅克服了模拟仪表功能单一和操作显示分散等不足，而且还可以实现更高级的控制策略，构成更先进、更合理的控制系统。但是，这种集中式计算机控制系统也存在着致命的弱点，即危险集中。一台计算机要完成几十个、甚至几百个回路的控制，以及上千个过程变量的测量处理、显示和操作控制。所以，一旦计算机故障，将影响整个系统的工作，甚至发生严重的后果。为此人们采取了一系列对策，诸如采用一台计算机工作、另一台计算机作备用的双机系统；或采用模拟仪表与计算机系统并存的系统等。这样却又导致投资增加、系统复杂、计算机控制的优越性难以发挥等问题。

20 世纪 70 年代初，微处理机的出现为计算机控制系统的发展开辟了新的途径。微处理机不仅具有价格低、可靠性高等一系列优点，而且对使用环境的要求远不像小型计算机那样高，更适合在工业生产过程条件下应用。经过数年的努力，于 20 世纪 70 年代中期出现了以多台微处理机为基础，把数字通信技术、CRT 显示技术结合在一起的新型仪表控制系统，即分散控制系统。

分散控制系统以多台微处理机为核心，构成对局部生产设备和工艺流程进行直接控制的子系统，再通过数字通信网络把整个系统联系在一起，实现显示操作、管理的高度集中。这种既分散又集中的控制系统解决了原有的危险集中及常规模拟仪表功能单一、集中监视与操作困难的局限性，因而具有结构上的先进性。同时，它又具备数字控制算法多样、配置灵活、可通过软件方式实现高性能控制系统等优点。

自 1975 年底霍尼维尔公司首先生产出 TDC—2000 分散控制系统以来，西方发达国家各控制仪表公司纷纷研制并推出自己的产品，已应用的分散控制系统已有几十种以上，部分公司的产品见表 1-1-1。

如今，生产分散控制系统的厂家已达数百家之多，产品的类型也多种多样，但其构成原理和功能却具有共同的特点。不管分散控制系统的规模有多大、有多少功能，其基本构成都

可分为分散过程控制装置、操作管理装置和通信系统等三部分。在分散过程控制装置内，包括模拟量和数字量的采集、转换及输入输出信号的滤波和限幅等运算。其核心是以微处理机为基础的控制运算单元，完成控制策略运算。

表 1-1-1 部分分散控制系统

国 家	公 司	系 统 名 称
美 国	Honeywell Bailey Westinghouse Foxboro Leeds&Northrup	TDC-2000, TDC-3000 N-90, INFI-90, Symphony WDPF, OVATION SPECTRU M, I/A Series MAX-1000
日 本	横 河 日 立	CENTUM, $\mu$ XL H IACS-3000, H IACS-5000M

分散过程控制装置是分散控制系统与生产过程间的界面。生产过程的各种过程变量通过分散过程控制装置转化为操作监视的数据，操作的各种信息也通过分散过程控制装置传送到执行机构。

操作管理装置是操作人员与分散控制系统间的界面。操作人员通过操作管理装置了解生产过程的运行状况，通过它发出操作指令给生产过程，生产过程的各种过程变量的数据在操作管理装置上显示，以便于操作人员的监视、操作和控制，称为人一机界面（Human Machine Interface, HMI）。

通信系统是各分散过程控制系统以及操作管理系统间信息传递和交流的桥梁。它把分散过程控制装置所获得的生产过程数据传送到操作管理装置，同时，把操作管理装置上操作人员的操作指令送到分散过程控制装置，并通过分散过程控制装置送到执行机构。通信系统使各 DPU、HMI（分散过程控制装置、操作管理装置）实现信息共享。

分散控制系统（DCS）于 20 世纪八九十年代占主导地位，其核心思想是集中管理、分散控制，即管理与控制相分离。该系统中，上位机用于集中监视管理功能，若干台下位机下放分散到现场实现分布式控制，各上、下位机之间用控制网络互联以实现相互之间的信息传递。因此，这种分布式的控制系统体系结构有力地克服了集中式数字控制系统中对控制器处理能力和可靠性要求高的缺陷。在分散控制系统中，分布式控制思想的实现正是得益于网络技术的发展和运用。遗憾的是，不同的 DCS 厂家为达到垄断经营的目的而对其控制通信网络采用各自专用的封闭形式，不同厂家的 DCS 系统之间以及 DCS 与上层 Intranet、Internet 信息网络之间难以实现网络互联和信息共享，因此从该角度而言，分散控制系统实质是一种封闭专用的、不具备可互操作性的控制系统，且造价昂贵。在这种情况下，用户对网络控制系统提出了开放化和降低成本的迫切要求。于是，顺应这个形势的现场总线（Field Bus）技术应运而生。现场总线是连接工业过程现场仪表和控制系统的数字化、双向、多站点的串行通信网络，与控制系统和现场仪表连用组成现场总线控制系统（Field Bus Control System, FCS）。

根据 IEC 标准及现场总线基金会的定义：现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式双向传输、多分支结构的通信网络，因此，现场总线系统应具有如下技术特点：①

系统的开放性；②可互操作性与可用性；③现场设备的智能化与功能自治性；④系统结构的高度分散性；⑤对现场环境的适应性。由于有以上技术要求，现场总线控制系统将是开放系统的主要支撑力量。目前，由于受集团利益的限制，现场总线网络本身还未形成一个单一的标准。现场总线控制系统不仅需要控制系统设备制造商的支持，更主要的是要得到分散在现场的传感器及执行设备的支持，以取代 DCS 的数字/模拟混合技术，成为全数字式系统。这样的系统才会比 DCS 有更大的技术及成本优势。

由此可见，现场总线不单单是一种通信技术，也不仅仅是数字仪表代替模拟仪表，它是用新一代现场控制系统 FCS 代替传统 DCS，实现现场总线通信网络与控制系统的集成。

#### 四、分散控制系统在国内的应用情况

分散控制系统一经问世，便相继在化工、石油、冶金、电力、轻工等工业领域中得到了广泛应用。DCS 在国内大型火力发电机组上的应用始于 20 世纪 80 年代后期，南通、上安、大连、福州电厂是国内最早应用 DCS 的电厂。后来一批大型火力发电机组陆续采用了分散控制系统，例如：湖北阳逻电厂 300MW 机组采用了 HIACS-3000 系统；陕西渭河电厂 300MW 机组采用了 CENTUM 系统；深圳妈湾电厂 300MW 机组采用了 INFI-90 系统；江苏利港电力有限公司二期工程  $2 \times 385$  MW 机组 DCS 集散控制装置是选用美国的 WDPF 系统；陕西韩城第二发电厂和内蒙托克托电厂 600MW 采用的 OVATION 系统。这些控制系统的采用都在不同程度上提高了单元火力发电机组的数据采集与处理、生产过程控制、逻辑控制、监视报警、连锁保护、操作管理的能力和水平，加速了我国火力发电生产自动化的发展。

目前世界上 DCS 主要制造商有 Foxboro (美)、SIEMENS (德)、ABB (瑞士)、Emerson (美)、HITACHI (日)、LEEDS & NORTHROP (美)、Honeywell (美)、Hartmann & Braun (德)、Yokogawa (日) 等。在国内 DCS 厂家中，供货商按供货量依次为：上海新华、和利时、浙大中控等。

在应用 DCS 的过程中，我国科研技术人员在消化吸收国外技术的同时，自主创新我国自己的 DCS。并经过多年努力，取得了可喜的成果。如新华控制工程公司的 XDPS-400、北京和利时的 FOCS、国电智深公司的 EDPF-NT 和华能信息产业公司的 PINECONTROL，都已在多个电厂试验应用的基础上，经过改造提高后，达到或接近国外厂家同类的 DCS 水平，并已在 200、300MW 机组改造或新建工程中得到广泛应用。2003 年上海新华控制技术（集团）有限公司的 XDPS-400 分散型控制系统在众多国内外知名品牌 DCS 的激烈竞争中，一举中标贵州盘甫（响水）电厂一期工程  $4 \times 600$  MW 机组中 2 台 600MW 机组。这是国产 DCS 首次进入 600MW 大型火电机组。之后，和利时公司的 MACS 系统在陕北锦界电厂  $4 \times 600$  MW 空冷机组也中标，打破了国内 600MW 机组 DCS 市场被进口 DCS 一统天下的局面，这也标志着国产 DCS 已达到国际先进水平并受到电厂的欢迎和好评。

## 第二节

### 分散控制系统的结构及特点

#### 一、分散控制系统的结构

由前述可知，分散控制系统是由分散过程控制装置、操作管理装置和通信系统三部分组成。分散过程控制装置也称为分布式处理单元（或过程控制单元，各厂家对其称呼不尽相

同,但其含义都类似)。操作管理装置称为人机接口,它包括操作员站、工程师站、历史数据站和计算站。目前的通信系统一般都采用以太网通信系统,而不采取过去一些公司自己研制和开发的独家通信接口,以避免导致互相独立不能兼容的问题。并采用符合国际标准化组织提出的 OSI 参考模型,符合 IEEE 的通信规范和 TCP/IP 通信协议。一般性 DCS 结构图如图 1-1-1 所示,从图中可以基本了解 DCS 的总体含义和基本框架与轮廓。各种 DCS 虽然结构的设计不尽相同,但整体的构建模式仍然是该图框架的延伸、叠加和功能性细化,基本含义和大的组成不会变。为此,在进一步介绍下面各章节前,有必要对 DCS 基本的结构模式和类别组成模块进行介绍。

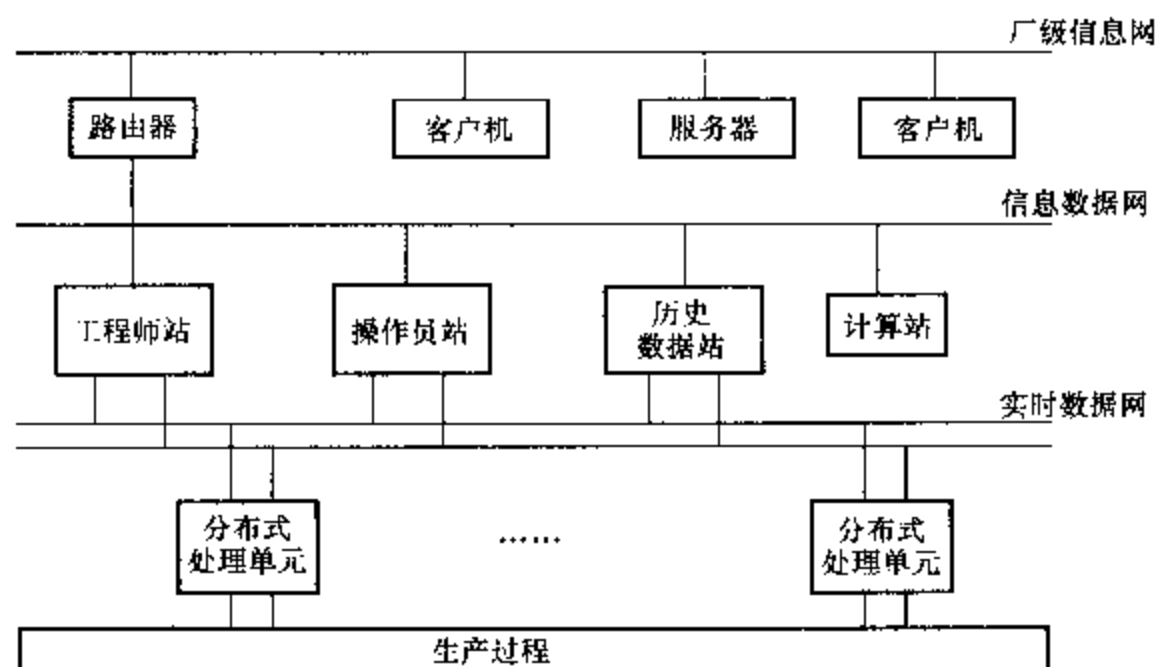


图 1-1-1 一般性 DCS 结构图

### (一) 分布式处理单元

分布式处理单元是分散控制系统中的分散过程控制装置（或称现场控制单元），主要由三部分组成：控制器模件、I/O 模件和 I/O 总线。控制器模件主要由 CPU 和存储器组成，主要用于处理和存储系统信息和过程控制策略及数据。I/O 模件主要分为模拟、数字和脉冲输入输出模件，它们是分散系统中种类最多、数量最大的一类模件，主要作用是对生产现场的模拟信号、开关量信号、脉冲量信号进行采样、转化并处理成微处理器能够接受的标准数字信号，或将控制器的运算结果转换还原成模拟量或开关量信号，去控制现场执行机构。I/O 总线是指控制器与 I/O 模件间的专用总线和各种现场总线，包括 HART、CAN、PROFIBUS 等把现场的信号送到控制器，完成传送数据的任务。在 DCS 中，远程 I/O 采用 HART 总线比较多（在从欧美进口的 DCS 中，几乎都有 HART 协议接收卡）。

对各个 DCS 制造厂商来说，分布式处理单元的设计形式和配置区别很大，但是基本上所要构成的控制目的是一致的。

### (二) 人机接口站

分散控制系统的操作管理装置一般称为人机接口站，它一般采用 Windows（各厂家不尽一致）作为操作平台。采用高可靠性的 PC 工作站，能使用户能直接获得生产过程的实时运行数据，安全有效地对整个生产过程进行监视、操作、控制和管理。根据安装的应用软件不同，人机接口站可分为操作员站、工程师站、历史数据站和计算站等。

#### 1. 操作员站



操作员站是操作员与生产过程连接的界面。在分散控制系统中，操作员站采用工业用控制计算机，并采用冗余的网卡与实时数据网连接，监视器可根据用户要求配置。操作员站的功能为：①可直接实现对生产过程的操作和控制；②能在线检索、显示和打印历史数据；③能在线进行报表、成组和棒图显示及定义；④具有多级安全限制和多级系统自诊断功能，诊断内容包括数据通信网、节点、卡件和通道等。

### 2. 工程师站

工程师站上安装有工程师工具软件，一般用于完成整个分散控制系统的控制组态、组态数据下装、数据修改和维修等。工程师站还提供数据库生成工具、图形方式的流程图生成工具、图形方式的过程控制单元组态调试工具等，使用户工程师能以可视化方式进行干预、完成组态和调试控制的操作。

### 3. 历史数据站

历史数据站用于历史数据的存储。它根据用户历史数据的存储要求，选用不同存储容量的硬盘产品，也可根据用户的需求，配置可读写光盘，以便将生产过程的数据写入光盘存储。

上述各站的软件对于不同的 DCS 制造厂商来说，功能不尽一致，但基本上大同小异。

### (三) 通信系统

在分散控制系统中，人机接口站与过程控制单元之间、过程控制单元之间（在过程控制单元中，其控制器使用 I/O 接口卡在控制器和 I/O 模件之间进行数据传递）或人机接口站之间的通信网络，一般均采用冗余的实时通信网络组成，用于高速传递实时数据、组态信息和控制指令等。冗余的网卡和冗余的总线通信电缆、传输出错检测等技术的应用，使网络的任一故障都不会影响系统的通信，使分散控制系统的安全性和可靠性得到增强。通常实时数据网采用符合 IEEE 802.3 广播通信协议的以太网，通信速率达 10Mb/s/100Mb/s（根据采用的网卡和通信电缆而定），通信介质可以是无源的同轴电缆（通常采用细缆）或光缆。

信息数据网络大多采用单网，用于连接 HMI 各站点，信息数据网通过路由器连接高层或外部网络、厂级 MIS 信息管理网络。它采用的通信协议一般均为 TCP/IP 协议。

## 二、分散控制系统的特点

分散控制系统融合了先进的“4C”技术（计算机技术 Computer、现代控制技术 Control、现代通信技术 Communication 及现代图形显示技术 CRT），采用了标准化、模块化、系列化的设计和全方位（纵向、横向）分散的结构体系，与常规的模拟控制系统和集中式计算机控制系统相比，具有下述特点。

### (一) 控制分散、信息集中

分散控制系统运用了大系统递阶控制理论，将系统功能垂直分解，并将生产过程水平分解，即分层次的积木式结构。在数据通信网络层，分散控制系统可按照用户需要配置若干现场控制站、操作员站、工程师站等系统部件。每个现场控制站内部又可配置若干具有不同功能的标准化模件，以便于用户分批分步地扩展自己的系统，以构成更为完善、功能更强的现代化控制与管理系统。

生产过程的控制通过以微处理器为核心的一系列标准化模件予以实现，它既能代替常规模拟仪表完成规定的控制任务，又能实现更为高级复杂的控制规律。

控制上的分散带来了危险分散，高速数据通信网的应用带来了信息的共享和管理的强

化,大大提高了系统的可靠性和稳定性。

### (二) 控制功能齐全、控制算法丰富、软件模块化

分散控制系统为用户提供了丰富的功能软件,大大减少了用户进行软件开发的成本。这些功能软件包括控制软件包、操作显示软件包、报表打印软件包等,并至少提供一种过程控制语言,供用户开发高级的应用软件。

#### 1. 控制软件包

控制软件包为用户提供过程控制所需的各种功能软件模块,主要包括数据集与处理、控制算法、常规运算和控制输出等功能模块。这些模块固化在现场站的智能模件的只读存储器中,用户通过组态方式可以任意选择这些模块,构成所需的控制方案。

#### 2. 操作显示软件包

操作显示软件包为用户提供丰富的人机接口功能,可以在管理站上进行集中监视和操作,可以生成多种 CRT 显示画面,如总貌显示、组显示、趋势显示、棒图显示、流程图显示、报警显示和操作指导等画面。并且还可在 CRT 画面上进行各种操作,所以它完全可以取代常规模拟仪表盘。

#### 3. 报表打印软件包

报表打印软件包为用户提供各种打印记录:打印班报表、日报表、月报表;打印瞬时值、累计值、平均值、最大值和最小值;报警打印、事故追忆打印等。

### (三) 灵活性好、适应性强

分散控制系统的硬件系统采用积木组装结构,它可通过选择不同数量、不同功能或类型的插接式模件(如 I/O 模件、控制模件、通信模件、显示模件等)组成不同规模和不同要求的硬件环境,以适应不同用户的需要。若要改变系统规模时,只需减少或增加相应的模件,并不影响系统其他硬件的功能发挥。

系统的应用软件是模块结构,用户只需借助系统的组态软件,用回答问题或填写表格等方式,便可方便地将所选择的硬件与相应的软件模块联系起来,构成所需功能的控制系统。硬件和软件的模块化,便于系统的组态,提高了系统配置的灵活性,有利于系统的扩展与升级,适应各种生产过程控制和管理的应用。

### (四) 实时性好、协调性强

分散控制系统采用了现代通信网络和先进的微处理器,可实现各模块或工作单元间的信息高速传输、信息共享以及信息的管理。在优良的实时操作系统、实时时钟和中断处理系统的支持下,所有信息的采集、处理、显示以及控制都具有良好的实时性,能及时观察到生产过程的微小变化,及时对生产过程进行控制操作,综合分析和协调处理各种信息。

### (五) 技术先进、可靠性高

生产过程控制对控制系统的可靠性要求极高,火力发电机组的控制更为如此。因此,各生产厂家采用了各种措施来提高产品的可靠性,这些以先进技术为基础的措施表现在以下几个方面:

(1) 采用功能分散的系统结构,使得危险分散,保证在局部出现故障时,系统其他部分仍正常工作而不影响全局,从而提高系统的可靠性。

(2) 采用先进的、高质量的大规模或超大规模集成电路,在确保选用质量可靠的元器件的基础上大幅度降低了硬件故障率。



(3) 采用硬件冗余和软件容错技术,使系统的关键硬件(如通信网络、操作监视站、电源、主要模件等)双重化配置,使系统的软件具有故障检测、诊断、处理和指令复执等功能。在系统出现差异时,可实现自动报警、故障部件自动隔离、热备用的冗余部件自动投入、故障部件带电插拔等在线处理,以及手动后援。其重要参数采集三重冗余,软件逻辑采样三取中值(模拟量),三取二表决(开关量),提高了系统的可靠性。

(4) 采用“电磁兼容性”设计,即通过接地、屏蔽、隔离等技术手段,提高系统的抗干扰能力,以满足系统的应用环境并留有充分的裕度,保证系统的可靠性。

#### (六) 安装简单、调试方便、使用维护方便

分散控制系统大量应用积木式模件结构,并采用多芯电缆、标准化接插头、规格化端子接线板,使仪表连线减少,安装简单。据有关资料介绍,分散控制系统与常规模拟仪表控制系统相比,安装工作量减少 $1/2\sim 2/3$ ,调试时间缩短 $1/2$ 左右。

### 第三节

#### 韩城第二发电厂 1、2 号机组控制系统介绍

大唐韩城第二发电有限责任公司(后简称韩城第二发电厂)1、2号机组的机组级自动化系统采用西屋公司的 Ovation 系统。西屋公司于 1997 年推出新一代分散控制系统——Ovation。Ovation 继承了 WDPF 系统集成 PLC、DCS 及过程控制计算机为一体的特点,与 WDPF 完全兼容,而且更加开放、综合,功能也更加强大。Ovation 系统自 1999 年进入我国市场,该系统先后用于甘肃省平凉发电厂的 1 号 300MW 机组、辽宁营口电厂 300MW 机组、内蒙托克托电厂 600MW 机组等,其运行效果受到好评。

图 1-1-2 为 Ovation 系统概貌图。该系统采用冗余的双环网将各种控制装置、操作站、计算机连接在一起,构成一个分布式计算机网络。

#### 一、韩城第二发电厂 1、2 号机组热工自动化系统介绍

韩城第二发电厂 1、2 号机组采用机、炉、电、网及辅助车间集中控制方式,两台  $2\times$

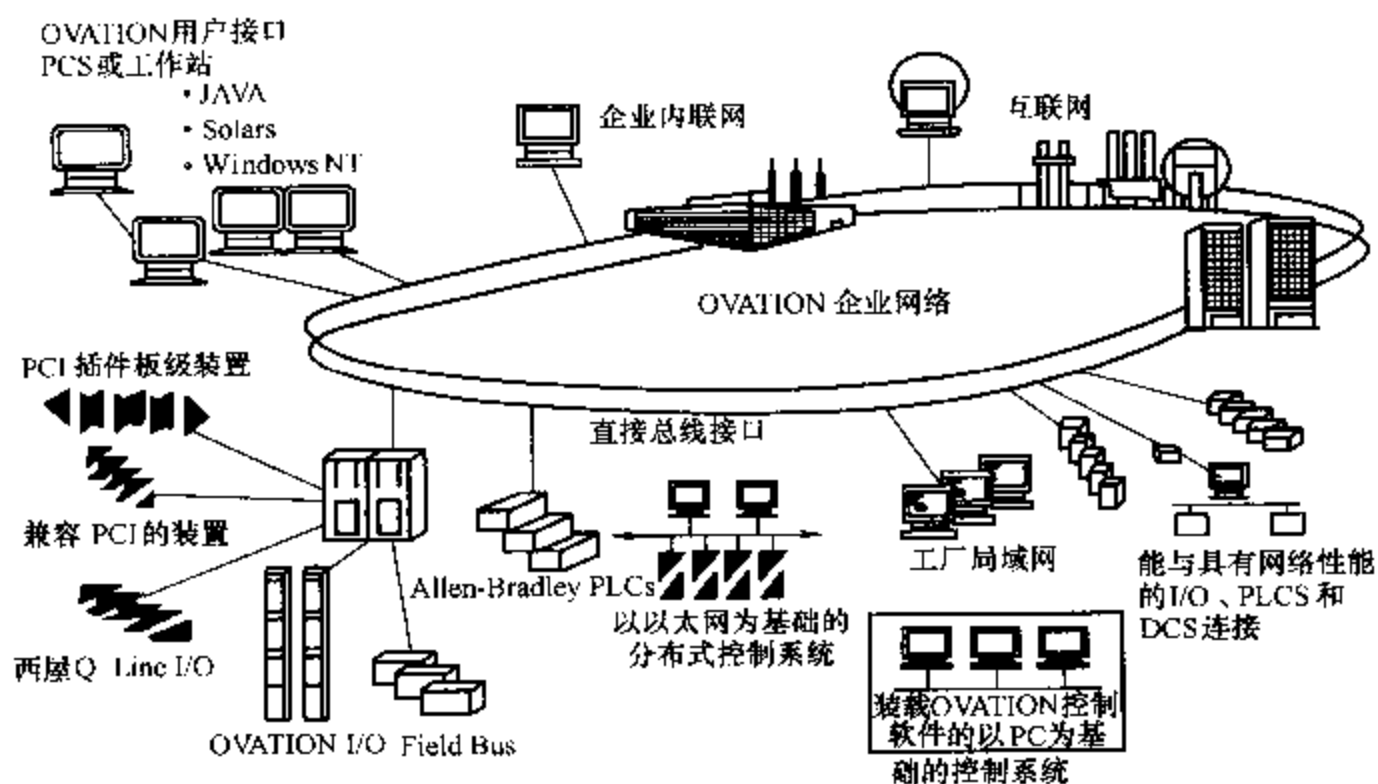


图 1-1-2 Ovation 系统概貌图



600MW 机组共用一个集中控制室，不单独设电气网络控制室及辅助车间系统的控制室。机、炉、电（包括发电机—变压器组及厂用电源）的监视、控制和保护由分散控制系统实现。集中控制室设置在综合控制楼 13.8m 层，设置由 CRT 和大屏幕显示器构成单元机组以及附属设备的监控中心。每台机组设计有两块辅助控制盘，盘上布置汽包水位电视、炉膛火焰电视、汽包水位电触点水位表，以便于这些重要参数的监视。电子设备间位于集中控制室后部，布置 DCS 机柜、DEH 机柜、电源柜等设备。在 13.8m 层还布置 SIS、网控、远动等系统设备小间，室内则布置上述系统的操作员站、工程师站及其机柜。

整个机组的热工自动化系统由厂级自动化系统（管理信息系统 MIS、厂级监控信息系统 SIS）、机组级自动化系统（分散控制系统：西屋 OVATION）、辅助车间网络控制系统 BOP 等几部分构成。在就地辅助运行人员的帮助下，运行人员可在集中控制室内完成机组正常运行工况的启动和监视控制、异常工况的紧急处理和停机，保证机组安全经济运行。运行组织方式为辅助车间不设操作员，每台机组按一主两辅运行人员配置。

根据上述控制方式，本工程采用一套完整的网络控制系统实现全厂的管理和生产过程控制，其结构如图 1-1-3 所示。

此控制系统各级的功能为：

(1) 厂级监控信息层一方面向电厂管理信息层提供其所需的过程实时数据和计算分析结果，一方面在综合全厂生产级信息基础上，通过优化软件完成计算、分析、诊断等功能。

(2) 厂级管理信息层完成对全厂生产经营活动的管理。

(3) 生产级监控层实施生产过程监控，包括过程监视、控制操作和系统维护等。

(4) 控制层具体实施对现场各生产设备过程的控制。

(5) 现场层包括现场 I/O 站和其他控制接口设备，完成前端信号采集处理功能。

这种全厂控制系统联网，纵向各层之间通过网络连接，实现数据传递，横向各控制系统通过网络连接，实现数据交换和集中监控方式，消除了自动化“孤岛”现象，在构成的全厂局域网下形成一个完整的控制体系，实现全厂信息共享，最大限度地利用各级资源，实施电厂的优化管理。

图 1-1-4 为韩城第二发电厂 1、2 号机组自动化功能框图，功能性框图的详细网络见附录一。由图 1-1-4 可知，该机组自动化系统主要有以下几部分构成：厂级监控信息系统（Supervisor Information System, SIS）、管理信息系统（Management Information System, MIS）、机组 DCS、汽轮机电液调节系统（Digital Electro-Hydraulic Control System, DEH）、辅助车间控制网络系统（Balance Of Plant, BOP）、脱硫岛 DCS、机组 DCS 公用系统、网络控制系统（Network Control System, NCS）和电力系统调度〔含远方终端装置（Remote Terminal Unit, RTU）〕。

## 二、各部分简介

### （一）厂级监控信息系统（SIS）

厂级监控信息系统介于控制系统（DCS、BOP、RTU）与 MIS 系统之间，实现实时/历

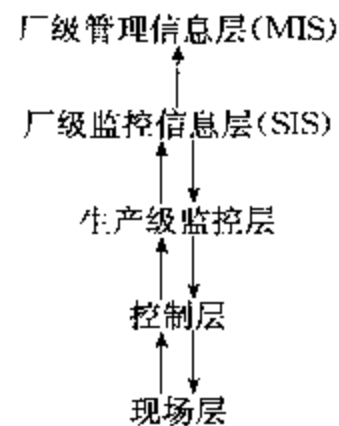


图 1-1-3 管理和生产过程控制结构