

300MW 热电联产机组技术丛书

热工控制系统和设备

国电太原第一热电厂 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

300MW热电联产机组技术丛书

热工控制系统和设备

国电太原第一热电厂 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

全书分六章,主要结合国电太原第一热电厂的实际,对 300MW 热电联产机组的热工控制系统和设备进行了介绍。第一章介绍计算机控制技术及分散控制系统;第二章介绍单元机组协调控制系统;第三章介绍旁路控制系统;第四章介绍炉膛安全监控系统;第五章介绍顺序控制系统;第六章介绍热工保护系统。本书还提出了一些具体的改进措施和建议,以增加实用性。

本书主要针对有一定实际工作经历的机组运行人员学习使用;也可供即将走上工作岗位的学生参考,方便他们把理论知识与工作实践更快地结合起来;还可以供高等院校热能动力工程等专业的师生参考,帮助他们深入了解现场情况。

图书在版编目 (CIP) 数据

热工控制系统和设备/国电太原第一热电厂编著. —北京:中国电力出版社,2008

(300MW 热电联产机组技术丛书)

ISBN 978-7-5083-6722-4

I. 热… II. 国… III. 热电厂-热力工程-自动控制-控制系统 IV. TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 013714 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 6 月第一版 2008 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 362 千字

印数 0001—4000 册 定价 28.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

300MW热电联产机组技术丛书

热工控制系统和设备

编委会

编委主任 史太平 任晓林

编委成员 周茂德 李朝平 裴志伟 贾春生 任贵明

姚泽民 柴吉文

丛书主编 卫泳波

丛书副主编 郭友生 高丕德 石占山 帖险峰 闫哲

《热工控制系统和设备》主编 杨乃冈

《化学水处理系统和设备》主编 万红云

《输煤系统和设备》主编 任芸

《除灰除尘系统和设备》主编 杨晓东

序

国电太原第一热电厂（以下简称“电厂”）创建于1953年，属“一五”期间国家156项重点工程之一。50多年来，经过六期扩建，逐步发展成为拥有装机容量1275MW的现代化大型热电联产企业。至2006年底，为国家发电1266.44亿kW·h，供热2.79亿MW，担负着太原市1000万m²、80万居民的集中采暖供热和周边化工工业热负荷，为太原市的清洁生产和全省的经济发展作出了突出贡献。

电厂五期扩建的两台300MW机组为波兰拉法克公司生产的低倍率循环半塔式燃煤锅炉，与东方电站集团公司生产的汽轮发电机组相配套；六期扩建两台300MW机组的锅炉、汽轮机和发电机均由东方集团公司生产。50多年的发展过程中，电厂在机、炉、电、热、化、燃及脱硫等各个专业的生产运行和设备检修方面积累了很多有益的经验。在这一过程中，电厂的工程技术人员一直不遗余力，在完善专业教材体系并使其更贴近企业专业特点方面不断探索。

我们在2005年编写完成《锅炉及辅助设备》、《汽轮机及辅助设备》、《发电机及电气设备》、《火力发电厂烟气脱硫设备运行与检修》等分册的基础上，继续完成了《热工控制系统和设备》、《化学水处理系统和设备》、《输煤系统和设备》和《除灰除尘系统和设备》等分册，使《300MW热电联产机组技术丛书》成为一套专业完整、有较高参考价值的技术丛书。我们衷心希望丛书的问世，能够对推动热电联产机组的技术发展有所裨益。

国家电力体制改革之后，国民经济保持持续稳步增长，极大地推动了电力工业的加速发展，为专业技术水平的进一步提高提供了难得的机遇。同时，随着电力技术的不断发展，使更多的新技术、新工艺在电力企业生产中得到更为广泛的应用。作为专业技术工作者，我们都深感责任之重大和任务之艰巨。在这套丛书问世之际，我们再次表达这样一个心愿：希望与全国电力行业的同行共勉，为我国电力专业技术建设多添一块砖、多加一块瓦、多出一分力，培养出更多的优秀人才。

在编写过程中，广大技术人员付出了辛勤的劳动，中国国电集团公司、中国国电集团公司华北分公司及山西电网公司的领导都给予了大力的支持，在此表示衷心地感谢。

国电太原第一热电厂厂长 史太平

前言

国电太原第一热电厂共有 4 台 300MW 热电联产机组。其中，五期 $2 \times 300\text{MW}$ 机组于 1992 年投产，锅炉为波兰生产的直吹式低倍率强制循环燃煤炉，汽轮机为东方汽轮机厂生产的亚临界供热凝汽式汽轮机，机组控制系统于 2002 年和 2003 年实施了 DCS 控制系统一体化改造工程，采用国产 EDPF-NT 型 DCS 控制系统；六期 $2 \times 300\text{MW}$ 机组于 1999 年投产，锅炉为东方锅炉厂生产的中间储仓式自然循环燃煤汽包炉，汽轮机为东方汽轮机厂生产的亚临界供热凝汽式汽轮机，机组采用美国西屋 WDPF-II 型 DCS 控制系统。为了扩大交流，不断提高职工的技术水平，我们编写了本书。

全书由杨乃冈主持并编写和修改了部分内容。第一章由周尚周、雷金海编写，第二章由武小蕾、郭彦斌编写，第三章由周尚周、牛晋峰编写，第四章由王保良编写，第五章由乔志明编写，第六章由武向东编写。在编写过程中得到了各级领导和相关工程技术人员的大力支持，特别是卫泳波同志对本书的定位、内容、大纲提出了中肯的指导意见，在此诚挚地表示感谢。

因水平和条件有限，书中不免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2007 年 7 月

目 录

序

前言

第一章 计算机控制技术	1
第一节 热工控制系统概述	1
第二节 分散控制系统概述	5
第三节 分散控制系统的技术要求	7
第四节 分散控制系统的抗干扰技术	12
第五节 单元机组自动控制系统的总体结构	24
第六节 WDPF-Ⅱ分散控制系统	28
第七节 EDPF-NT (2000) 控制系统	50
第二章 单元机组协调控制系统	73
第一节 主蒸汽温度控制系统	73
第二节 给水全程控制系统	87
第三节 燃烧控制系统	106
第四节 单元机组负荷自动控制系统	114
第三章 旁路控制系统	124
第一节 概述	124
第二节 旁路控制系统的组成及作用	130
第三节 100%旁路控制系统	131
第四节 35%旁路控制系统	138
第四章 炉膛安全监控系统	151
第一节 炉膛安全监控系统概述	151
第二节 炉膛爆燃的条件	152
第三节 防止炉膛爆燃的措施	153
第四节 炉膛安全监控系统的组成和功能	154
第五节 炉膛安全监控系统的就地设备	155
第六节 炉膛安全监控系统的逻辑原理	159
第七节 炉膛安全监控系统的调试与运行	161
第八节 国电太原第一热电厂 FSSS 系统	164
第五章 顺序控制系统	189
第一节 顺序控制的基本概念和基础	189
第二节 顺序控制装置的基本工作原理	193

第三节	太原第一热电厂六期 $2\times 300\text{MW}$ 机组程序控制和连锁保护	202
第六章	热工保护系统	207
第一节	热工保护的基本概念	207
第二节	热工保护系统的组成及特点	209
第三节	热工保护信号的摄取方法	210
第四节	汽轮机组的热工保护	213

第一节 热工控制系统概述

火力发电是一个经化学能→热能→势能→动能→机械能→电能的多层次能量转换的过程。其中涉及的热力设备众多，热力系统庞大，生产过程复杂，并且多数生产设备长期处于高温、高压、高速、易燃、易爆等恶劣条件或某种极限状态下运行，所以对其生产过程进行有效的控制是电力安全经济生产的一项基本任务。

热工控制系统主要由测量装置、执行机构（执行装置）和控制系统三大部分组成。其中测量装置和执行机构在原理和结构上没有新的变化，只是引入了智能化、网络通信接口、微处理器等，已可以实现计算机远程设定甚至控制，并逐步向现场总线控制方向发展，其核心已逐步由计算机控制系统所取代。

一、热工测量

1. 温度测量

火电厂热工测量控制系统中的温度测量传感器，采用热电偶热电阻，少数地方采用其他热敏元件如金属膜（双金属膜）水银温包等作为温度测量的一次元件。300MW 以上的机组一般是热电偶热电阻信号直接进入电子室，由分散控制系统（DCS）系统中专门的信号调整模件将其转换成适用于控制系统的信号。热电偶的冷端补偿，依据控制系统的不同而采用各种不同的方法，现在通常采用的方法有：使用冷端补偿器、使用恒温箱，以及用热电阻测量接线盒中的温度然后在软件中进行修正。

2. 压力（真空）测量

传感器为应变原理的膜片、弹簧管，变送器为位移检测原理或电阻电容检测原理，4~20mA 输出，二次仪表多数为数字显示仪表。

3. 流量测量

流量测量以采用标准节流件，依据差压原理测量为主，少数地方采用齿轮流量计或涡轮流量计，如燃油流量的测量。大机组中的主蒸汽流量测量许多地方不用节流件，利用汽轮机调节级的压力通用公式计算得出。用节流件测量主蒸汽流量时一般都有压力温度补偿。二次仪表数字化、智能化，在分散控制系统（DCS）中实现密度补偿就更为方便。

4. 液位（料位）测量

液位测量以差压原理经压力补偿测量为主，电接点、工业电视并用。云膜或轻液双色水位计仍在使⽤，也有使⽤浮⼦及电磁原理的液位开关的。料位测量以称重式或电容式传感器配 4~20mA 变送器测量为主，也有使⽤浮⼦式或超声波原理的。

5. 其他热工测量

如氧化锆烟气含氧量测量、电导率测量、二相流的测量、火焰检测等，除电导率测量比较简单外，这些测量多数还处于研究开发阶段，或者说还没有完全定型和成熟。

随着科学技术的不断发展，也由于生产实践的需求以及原有技术的不足，进入新的一个世纪以后，热工自动化专业技术以更快的速度发展。传感器、变送器将更趋于小型化、数字化、智能化；二次仪表将趋向于小型化、数字化或全 CRT 显示技术；控制系统将从 DCS 系统向 FCS 或更新型的系统过渡。控制系统的功能也将进一步拓宽，更多地注重更高层次的生产管理方面的功能。传统的仪表控制系统主要是监视和操作以及控制功能，至于更高层次上的生产管理功能，直到有了 DCS 系统才开始涉及，以后的自动化控制系统将在这方面有更大的作为。

总之，在测量技术方面，新原理、新材料、新工艺制成的各种新型传感器、变送器将层出不穷，二次仪表将趋向于与传感器、变送器一体化、小型化，并且全面智能化。

二、控制系统

火力发电机组控制系统的发展大致经历了以下三个阶段。

1. 就地控制阶段

20 世纪二三十年代，火电厂机组的容量很小，仅仅能对锅炉蒸汽压力、汽包水位、汽轮机转速等实现简单的自动控制。国外在 40 年代以前，我国在 50 年代建设的火电厂基本上采用这种控制方式。

2. 集中控制阶段

集中控制阶段分为局部集中控制和机组集中控制两个子阶段。

20 世纪 40 年代初，由于出现了中间再热式机组，锅炉和汽轮机之间的联系增加，为了协调机炉间的运行，出现了局部集中控制系统。这一阶段控制系统的显著特点是：锅炉和汽轮机的控制系统表盘相对集中地安装在一起；运行人员同时监视和控制机炉的运行；控制设备主要是气动或电动单元组合仪表。国外 40~50 年代，我国 60~70 年代初建设的火电厂基本上采用这种控制方式。

20 世纪 50 年代后，火电厂机组的容量进一步增大，机电炉之间的联系更加密切，同时，仪表和控制设备的尺寸缩小，而且出现了新型的巡回检测仪表和局部程控装置，机组集中控制系统成形了。这一阶段控制系统的显著特点是：整个机组机电炉的监视和控制表盘集中在一个控制室内；运行人员同时监视和控制机电炉的运行；控制设备主要是电动单元组合仪表、组件组装式仪表、以微处理器为核心的数字式仪表。国外 50~60 年代，我国 70~80 年代建设的火电厂基本上采用这种控制方式。

3. 计算机控制阶段

随着火电厂机组向高参数大容量方向发展，生产过程中需要监视的内容越来越多，过程控制的任務越来越重。另一方面，计算机的发展与普及、现代控制理论的产生与应用，以及二者相结合所形成的计算机控制系统向工业领域的渗透，使计算机控制系统应运而生。计算机控制阶段分为集中型计算机控制、分散型计算机控制和综合自动化三个子阶段。

计算机控制系统最初在火电厂的应用，采用的是集中型计算机控制系统。它最显著的特点是：用一台计算机实现几十甚至几百个控制回路和许多被控量的控制、显示、操作、管理等。但是，集中型计算机控制系统存在致命的缺点：由于当时计算机硬件可靠性不够高，而用一台计算机承担所有的监视和控制任务，使得危险高度集中，一旦计算机故障，将导致生

产过程全面瞬间瘫痪；而且在计算机速度和容量有限的情况下，一台计算机所承受的工作负荷过大，也影响了系统的实时性和正确性。

20 世纪 70 年代初，大规模集成电路制造成功和微处理器的问世，使得计算机的可靠性和运算速度大大提高，而且价格大幅度下降。计算机技术的发展与日益成熟的分散型计算机控制思想相结合，促使火电厂自动化技术进入了分散型计算机控制的新时代。分散型计算机控制系统就是我们常说的分散控制系统，它的显著特点是：由多个基本控制单元去控制复杂生产过程中的局部系统；通过 CRT 显示技术与数据高速公路交换数据，使得运行人员能够对整个系统集中进行监视、操作、管理等。分散控制也就是控制分散，危险分散，管理集中。我国于 80 年代中期开始在火电厂机组上应用分散控制系统，而且新建的 300MW 以上机组普遍采用分散控制系统。

在分散控制系统的基础上，火电厂控制系统正向更高层次的综合自动化方向发展。综合自动化是一种集控制、管理、决策为一体的全局自动化模式，它是在对各局部生产过程实现自动控制的基础上，从全局最优的观点出发，把火电厂的运作体系视为一个整体，在新的管理模式和工艺指导下，综合运用现代科学技术与手段，将各自独立的局部自动化子系统有机地综合成一个完整的大系统，实现生产过程的全局自动化。

三、控制子系统

1. 自动发电控制系统 (Automatic Generation Control, 简称 AGC)

AGC 是现代电网控制中心的一项基本和重要的功能，是电网现代化管理和商业化运营的需要。自动发电控制系统主要由三部分组成：电网调度中心的能量管理系统 (EMS)、电厂端的远方终端 (RTU)，以及分散控制系统的协调控制系统、微波和分散通道。

2. 厂级实时监控信息系统 (Supervisory Information System in Plant Level, 简称 SIS)

SIS 是发电厂的生产过程自动化和电力市场交易信息网络化的中间环节，是发电企业实现发电生产到市场交易的中间控制层，是实现生产过程控制和生产信息管理一体化的核心，是承上启下实现信息网络的控制枢纽，是实现机组的安全经济运行的有效手段。SIS 系统具有以下功能：

- (1) 实现全厂生产过程监控。
- (2) 实时处理全厂经济信息和成本核算。
- (3) 具有竞价上网处理系统。
- (4) 实现机组之间的经济负荷分配。
- (5) 进行机组运行经济评估及运行操作指导。

3. 单元机组协调控制系统 (Coordination Control System, 简称 CCS)

所谓协调控制，是指通过控制回路协调汽轮机和锅炉的工作状态，同时给锅炉自动控制系统和汽轮机自动控制系统发出指令，以达到快速响应负荷变化的目的，尽最大可能发挥机组的调频、调峰能力，稳定运行参数。

协调控制系统通常指机、炉闭环控制系统的总体，包括各子系统。原电力部热工自动化标委会推荐采用模拟量控制系统 (Modulating Control System, MCS) 来代替闭环控制系统、协调控制系统、自动调节系统等名称，但习惯上仍沿用协调控制系统。

4. 旁路控制系统 (Bypass Control System, 简称 BCS)

大型中间再热式机组一般都设置旁路热力系统，其目的是在机组启停过程中协调机、炉

的动作，回收工质，保护再热器等。该系统具有启动、泄流和安全三项功能，从而较好地解决了机组启动过程中机、炉之间的不协调问题，改善了启动性能。

5. 锅炉炉膛安全监控系统 (Furnace Safeguard Supervisory System, 简称 FSSS) [或称燃烧器管理系统 (Burner Management System, 简称 BMS)]

炉膛安全监视系统包括炉膛火焰监视、炉膛压力监视、炉膛吹扫、自动点火、燃烧器自动切换、紧急情况下的主燃料跳闸等。

6. 顺序控制系统 (Sequence Control System, 简称 SCS)

按照生产工艺要求预先拟定的顺序，有计划、有步骤、自动地对生产过程进行一系列的操作，称为顺序控制。顺序控制也称程序控制，在发电厂中主要用于主机或辅机的自动启停程序控制，以及辅助系统的程序控制。如汽轮机、磨煤机的自动启停程序控制，定期排污和定期吹灰的程序控制等。

7. 数据采集系统 (Data Acquisition System, 简称 DAS)

又称计算机监控系统，其基本功能是对机组整个生产过程参数进行在线检测，经处理运算后以 CRT 画面形式提供给运行人员。该系统可进行自动报警、制表打印、性能指标计算、事件顺序记录、历史数据存储以及操作指导等。

8. 汽轮机数字电液控制系统 (Digital Electric Hydraulic System, 简称 DEH)

汽轮机数字电液控制系统是汽轮发电机组的重要组成部分，除完成汽轮机转速、功率及机前压力的控制外，还可实现机组启停过程及故障时的控制和保护。DEH 包括两个控制功能：

(1) BTC, Base Turbine Control, 即汽轮机基本控制。

(2) ATC, Auto Turbine Control, 即汽轮机自动程序控制。

9. 给水泵汽轮机电液控制系统 (Machine Electric Hydraulic System, 简称 MEH)

给水泵汽轮机电液控制系统是锅炉全程给水控制的重要组成部分，可完成给水泵汽轮机的控制等。

10. RUN BACK、RUN UP、RUN DOWN、FCB

(1) RUN BACK 即自动快速减负荷。

(2) RUN UP 即强增负荷。

(3) RUN DOWN 即强减负荷。

(4) FCB (FAST CUT BACK) 即负荷快速切回或称快速甩负荷。

11. 汽轮机监控系统 (汽轮机监视仪表 TSI)

汽轮发电机属高速运转的大型机械设备，对其参数的要求十分严格。大轴的振动、位移、热膨胀等参数直接影响到汽轮机的安全运行，必须精确测量并加以监视。以微处理器为核心的汽轮机监控系统，可有效地解决参数检测与处理方面的困难。

12. 汽轮机紧急跳闸系统 (ETS)

在汽轮机运行过程中出现异常时，能采取必要措施进行处理，并在异常情况继续发展到可能危及设备及人身安全时，能采取果断措施停止汽轮机运行的自动控制系统。

此外，控制子系统还包括汽轮机自启动系统 (TAS) 和辅助系统的计算机程控系统。

第二节 分散控制系统概述

一、DCS 的定义

分散控制系统的英文原名为 Distributed Control System (简称 DCS), 通常也称为集散控制系统或分布式控制系统。DCS 系统是继直接作用式气动仪表、气动单元组合仪表、电动单元组合仪表和组件组装式仪表之后的新一代控制系统。

分散控制系统的特征是 4C 技术, 即控制技术 (Control)、计算机技术 (Computer)、通信技术 (Communication) 和显示技术 (Cathode Ray Tube)。在 DCS 系统中通信技术尤为重要, 操作员站、工程师站、现场控制站都是通过网络联在一起的, 系统数据显示、控制、系统组态等所有功能, 也都依靠通信技术来完成。故可简单地说, DCS 系统等于计算机加网络。

DCS 系统是相对于集中式控制系统而言的一种新型计算机控制系统, 是在集中式控制系统的基础上发展、演变而来的。在系统功能方面, DCS 和集中式控制系统的区别不大, 但在系统功能的实现方法上却完全不同。DCS 系统是一种控制功能分散、操作显示集中、采用分级结构的智能站网络系统。其目的在于控制或管理一个工业生产过程或工厂。该系统采用计算机、通信和屏幕显示技术, 实现对生产过程的数据采集、控制和保护等功能, 利用通信技术实现数据共享。其主要特点是功能分散、数据共享、可靠性高。

DCS 系统是以大型工业生产过程及其相互关系日益复杂的控制对象为前提, 从生产过程综合自动化的角度出发, 按照系统工程中分解与协调的原则研制开发出来的, 并以微处理机为核心。

二、DCS 系统结构

1. 系统网络

DCS 的骨架——系统网络, 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。

DCS 的系统网络, 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 (bit/s), 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, 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的在线网络重构功能。

2. 网络节点

过程控制站是对现场 I/O 处理并实现直接数字控制功能的网络节点。一般一套 DCS 中

要设置多个现场 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。

DCS 的工程师站是对 DCS 进行离线的配置、组态工作,以及在线的系统监督、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为 DCS。

3. 系统结构

DCS 系统是由以微处理器为核心的基本控制单元、数据采集站、高速数据通道、上位监控和管理计算机,以及 CRT 操作站等组成的。

(1) 基本控制单元。基本控制单元是直接控制生产过程的硬件和软件的有机结合体,是分散控制系统的基础,它可以实现闭环模拟量控制和顺序控制,完成常规模拟仪表所能完成的一切控制功能。基本控制单元有很多个,每个单元只控制某一局部生产过程,一个基本控制单元故障不会影响整个生产过程。

(2) CRT 操作站。CRT 操作站是用户与系统进行信息交换的设备,它以屏幕窗口或文件表格的形式提供人与过程、人与系统的界面,可以实现操作指令输入、各种画面显示、控制系统组态、系统仿真等功能。

(3) 高速数据通道。高速数据通道是信息交换的媒介,它将分散在不同物理位置上执行不同任务的各基本控制单元、数据采集站、上位计算机、CRT 操作站连接起来,形成一个信息共享的控制和管理系统。

(4) 上位计算机。上位计算机用于对生产过程的管理和监督控制,协调各基本控制单元的工作,实现生产过程最优化控制,并在大容量存储器中建立数据库。有的分散控制系统没有设置上位计算机,而是把它的功能分散到系统的其他一些工作站中,建立分散的数据库,并为整个系统公用,各个工作站都可以透明地对其进行访问。

(5) 数据采集站。数据采集站主要用来采集各种生产现场数据,以满足系统监测、控制以及生产管理与决策计算的需要。有的分散控制系统没有专门的数据采集站,而由基本控制单元来完成数据采集和生产过程控制的双重任务。

(6) 网间连接器。网间连接器是分散控制系统与其他标准的网络系统进行通信联系的接口,使得系统的通信性能具有时代要求的开放性。

三、DCS 系统特征

1. 分散控制系统的分散特征

功能分散,物理分散,地理分散。

2. 分散控制系统的技术特征

DCS 系统的技术特征是 4C 技术,即控制技术 (Control)、计算机技术 (Computer)、通信技术 (Communication) 和显示技术 (Cathode Ray Tube)。

3. 分散控制系统的控制特征

(1) 均质性。即每个子系统都具有相同的成分，系统间可相互替换，且不存在任何主从关系。

(2) 局域性。即每个子系统只依靠当地的信息就可自身管理，并与其他子系统相互协调。

(3) 自含性。即每个子系统本身都含有管理自身和与其他子系统协调的功能。

4. DCS 控制系统的结构特征

DCS 控制系统的原理结构比较固定，无论 DCS 系统的控制设备多么复杂，所有 DCS 系统均由四种接口构成。

(1) 运行操作接口，也称操作员站。运行人员通过此设备对现场的所有对象实施控制和操作，对工艺信号进行监视，同时具有报警功能。

(2) 开发维护接口，也称工程师站。工程师或热控维护人员通过此设备进行保护投退、数据强制和数据修改组态。

(3) 现场控制接口，也称过程控制单元。每个过程控制单元相当于一台计算机，不同的是它的控制器、电源是冗余的，且带有 I/O 卡件。

(4) 网间通信接口，也称网桥。主要作用是将工业过程控制的实时控制局域网和外界的网络连接起来，实现信息共享。

第三节 分散控制系统的技术要求

一、分散控制系统外部条件

1. 分散控制系统的环境

(1) 控制室及电子间的空气质量。控制室及电子设备室空气中微粒浓度应达到表 1-1 所示的二级标准（引用美国仪表协会标准 ISA-S71.04 《过程量控制和控制系统的环境文件：大气污染物》）。

表 1-1 空气微粒标准

微粒尺寸	浓 度		
	分 类 级 别		
	1 级	2 级	3 级
>1mm	<1000	<5000	<10000
100~1000 μ m	<500	<3000	<5000
1~100 μ m	<70	<200	<350
<1 μ m	<70	<200	<350

(2) 控制室及电子设备间内机柜滤网应定期清洗和更换，机柜内电缆孔洞应封堵。

(3) 空气流通不仅要考虑补充新鲜空气，而且要维持控制室及电子设备间处于微正压（25.4~50.8Pa），减少粉尘进入。

(4) 工作人员进入电子设备间内应着装干净。

(5) 每年对控制室及电子设备间环境空气质量进行一次测试。

2. 控制室及电子设备间的温度和湿度

(1) 电子设备间的环境温度宜保持在 $18\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，不超过 25°C ，温度变化率应小于或等于 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。

(2) 相对湿度宜保持在 $45\%\sim 70\%$ ，在任何情况下，不允许结露。

冬季相对湿度不能维持在此范围内时，最低值应以不产生静电为宜；当空调设备发生故障时，应严密监视室温，使其不超过制造厂允许值。

3. 分散控制系统远程设备环境

分散控制系统现场布置的远程设备环境的空气质量、温度、湿度应满足制造厂的要求。对于要安装的特定站和外围设备来说，温度、湿度、振动及磨损或腐蚀物质必须控制在一定的水平内，所有的 WDPF 系统设备应进行遮盖，避免雨、湿气、灰尘以及阳光直射。

例如：若环境恶劣，可采用密闭保护结构；若有易燃的悬浮物，就要安装清洁空气压力通风设备；如可能出现高温，应当安装冷却风机或空调。

此外，还需要制订措施监视和控制设备永久性安装位置的温度和湿度。

4. 电磁干扰

机组运行时，在电子设备室内不宜使用会产生电磁干扰的设备（如移动电话、对讲机等）。遇特殊情况需要使用时，应按制造厂规定进行（机柜门关闭，距机柜 2m 以外使用）。

机组运行时，严禁在电子设备间使用电焊机、冲击钻等强电磁干扰设备。

5. 装修材料

控制室和电子设备室内装修材料除按设计规范选用外，还应考虑防静电、防滑、吸光的要求。

二、分散控制系统配置的基本要求

(1) 分散控制系统配置应能满足机组任何工况下的监控要求（包括紧急故障处理），CPU 负荷率应控制在设计指标之内并留有适当裕度。

(2) 所有控制站的 CPU 负荷率在恶劣工况下不得超过 60% ，所有计算站、数据管理站、操作员站、工程师站、历史站等的 CPU 负荷率在恶劣工况下不得超过 40% ，并应留有适当裕度。

(3) CPU 负荷率应定期检查统计，如超过设计指标应迅速采取措施进行处理。

(4) 控制站、操作员站、计算站、数据管理站、历史站或服务器脱网、离线、死机，在其他操作员站监视器上应设有醒目的报警功能，或在控制室内设有独立于 DCS 系统之外的声光报警。

(5) 主要控制器应采用冗余配置，重要 I/O 点应考虑采用非同一板件的冗余配置。

(6) 分配控制回路和 I/O 信号时，应使一个控制器或一块 I/O 板件损坏时对机组安全运行的影响尽可能小。I/O 板件及其电源故障时，应使 I/O 处于对系统安全的状态，不出现误动。

(7) 冗余 I/O 板件及冗余信号应进行定期检查和试验，确保板件及信号处于热备用状态。

(8) 主系统及与主系统连接的所有相关系统（包括专用装置）的通信负荷率设计必须控制在合理的范围（保证在高负荷运行时不出现“瓶颈”现象）之内，其接口设备（板件）应

稳定可靠。

(9) 通信总线应有冗余设置, 通信负荷率在繁忙工况下不得超过 30%, 对于以太网则不得超过 20%。

(10) 定期检查测试通信负荷率, 若超过设计指标, 应采取措施优化组态, 降低通信量。

三、分散控制系统的电源及接地

1. 供电系统

DCS 系统需要电压和频率波动最小的可靠电源。电源接线的总指导原则是: 在每个站集群现场, 应安装一个单独的断路器盘, 为每个站的电源线配备一个专用的断路器; 如果采用两条独立的电源线即主辅电源线, 每条电源线应有专门的断路器。这些断路器必须有 ON/OFF 开关, 且每站必须有一个专用开关。断路器和开关应靠近站并设在操作人员易于接近的地方, 并应有明显的标注。

用户提供的交流馈线上的中性点必须接地, 且不得在西屋公司的设备上接地。电源接线(从电源到控制站)电缆应满足适用的国家安全性电气规范, 确保供给外围设备的电源来自与站相同的电源。否则, 可能出现接地问题, 因为会形成可能产生噪声的接地回路, 从而影响系统性能。

2. 不间断电源

(1) 分散控制系统正常运行时, 应由不间断电源(UPS)供电。对于未设冗余 UPS 备用电源的情况, 当 UPS 故障时允许短时间内直接取自保安电源作为备用电源。每路进线应分别接在不同供电的母线段上。

(2) UPS 二次侧不经批准不得随意接入新的负载, 最大负荷情况下, UPS 容量应有 20%~30% 的余量。

(3) UPS 电源应能保证连续供电 30min, 确保安全停机停炉的需要。

(4) UPS 供电主要技术指标如下:

1) 电压波动小于 10% 的额定电压。

2) 频率范围为 $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ 。

3) 波形失真小于 5%。

4) 备用电源投时间小于 5ms。

5) 电压稳定度稳态时应在 $\pm 5\%$ 以内, 动态时应在 $\pm 10\%$ 以内。

6) 频率稳定度稳态时应在 $\pm 1\%$ 以内, 动态过程时应在 $\pm 10\%$ 以内。

(5) UPS 应有过电流、过电压、输入浪涌保护功能, 并有故障切换报警显示。

3. 电源隔离及电源分配

运行机组应检查以下内容:

(1) 正常运行时, 分散控制系统电源应由 UPS 提供, 不能直接由厂用电提供。

(2) 输出侧不允许接地时, 应采用隔离变压器进行隔离, 以便隔离变压器二次侧接地。

(3) 每次检修时, 均要检查 UPS 输出侧电源分配盘电源开关或熔断器等。

(4) 供电线径取决于以上系统负载, 地线线径应与供电线径相同。

(5) 备用电源的切换时间应小于 5ms (应保证控制器不能初始化)。系统电源故障应在控制室内设有独立于 DCS 系统之外的声光报警。

(6) 采用直流供电方式的重要 I/O 板件, 其直流电源、电压采用冗余配置。