

21世纪 高等学校本科系列教材

火力发电集控运行

HUOLI FADIAN JIKONG YUNXING

李树春 苟小龙 编 著

重庆大学出版社

火力发电集控运行

李树春 苟小龙 编著

重庆大学出版社

内容提要

本书系统介绍了火力发电厂集控运行技术,包括火力发电集控运行规律、单元机组的自动控制、火力发电机组运行中的三热理论、单元机组的启动和停运、项目管理及网络计划技术在启动组织中的应用、单元机组的正常运行维护、辅助设备及系统的运行、单元机组的运行事故及处理等。

本书可作为高等学校热能动力工程专业本科“集控运行课程”的教材,也可供专科或高职院校相关专业的师生及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

火力发电集控运行/李树春,苟小龙编著. —重庆:

重庆大学出版社,2006.2

(电气工程及其自动化专业本科系列教材)

ISBN 7-5624-3585-5

I. 火... II. ①李...②苟... III. 火力发电—集中控制—运行—高等学校—教材 IV. TM611

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 003771 号

火力发电集控运行

李树春 苟小龙 编著

责任编辑:曾令维 邵孟春 版式设计:曾令维

责任校对:李定群 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆华林天美彩色报刊印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:16 字数:399 千

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—3 000

ISBN 7-5624-3585-5 定价:23.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前言

火力发电集控运行是培养热能动力工程专业本科学生实际工作能力的一门综合性极强、与电力工业生产实践联系最为紧密的专业技术课程。火力发电集控运行充分体现了现代工业高度自动化、数字化和集中化的技术特征。全面掌握火力发电集控运行技术已成为实现火力发电厂安全、经济运行的迫切需求。

本书依据“系统性和少而精”的原则,力图使学生掌握火力发电机组集控运行的基本原理和集控运行调整操作的基本规律,培养综合应用专业知识分析解决工程技术问题的能力;通过了解和掌握机组启、停运行的优化组织及网络计划技术应用的边缘学科知识,培养学生科学思维及科学管理的能力。为学生将来进一步承担火力发电运行维护及技术管理工作打下必备的专业基础。

本书共分7章,系统介绍了火力发电集控运行规律、单元机组的自动控制、火力发电机组运行中的三热理论、单元机组的启动和停运、项目管理及网络计划技术在启动组织中的应用、单元机组的正常运行维护、辅助设备及系统的运行、单元机组的运行事故及处理等必备的集控运行知识。内容覆盖了机、炉、电、控等综合应用技术,满足火力发电生产技术人员知识结构培养的基本需求。

本书的第2,4,5章由李树春、苟小龙合作编写,第1,3,6,7章由李树春编写。重庆大学动力工程学院何祖威教授对本书进行了认真的审阅,提出了很多宝贵意见和建议,在此谨表诚挚的谢意。

由于编者水平所限,难免存在缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2005年11月

目 录

第1章 火力发电集控运行概述	1
1.1 火力发电集控对象和集控运行	1
1.2 单元机组及集控系统的组成	7
1.3 单元机组集控运行监盘及调整操作	9
第2章 火力发电机组的自动控制	14
2.1 DCS 分散式控制	14
2.2 机炉协调控制	25
2.3 汽轮机自动控制	33
2.4 单元机组保护控制	43
第3章 火力发电机组运行中的热应力、热膨胀和热变形	47
3.1 热力设备运行中的热应力	47
3.2 热力设备的寿命管理	56
3.3 热力设备运行中的热膨胀和热变形	63
第4章 单元机组的启动和停运	68
4.1 单元机组启动概述	68
4.2 项目管理及网络计划技术在启动组织中的应用	76
4.3 锅炉的启动	87
4.4 汽轮机的启动	102
4.5 发电机的启动	121
4.6 单元机组的停运	123
第5章 单元机组的正常运行维护和调整	139
5.1 锅炉运行参数的监视与调节	139
5.2 汽轮机的运行维护	165
5.3 发变组及厂用电设备的运行维护	178
5.4 单元机组调峰与变压运行	185
第6章 辅助设备及系统的运行	196
6.1 制粉系统的运行与调整	196
6.2 锅炉风机的运行	207
6.3 汽轮机主要辅机的运行	214

第7章 单元机组的运行事故及处理	230
7.1 锅炉事故及处理	230
7.2 汽轮机事故及处理	237
7.3 电气事故及处理	242
参考文献	247

第 1 章

火力发电集控运行概述

火力发电是电力生产最主要的方式。广义的火力发电包括燃煤(燃油、燃气)锅炉-蒸汽轮机-发电机组的传统发电;燃气轮机单一循环发电;燃气轮机与蒸汽轮机联合循环发电等几种不同方式。现代火力发电追求的是能量转换利用过程的清洁性和高效性,因此,最佳的燃煤火力发电方式应是整体煤气化燃气轮机与蒸汽轮机联合循环发电。本书所论述的火力发电集控运行技术主要是针对目前最为普遍的由燃煤锅炉-蒸汽轮机-发电机组的传统发电方式。

火力发电集控运行是指利用 4C 技术(即 Computer 计算机技术、Control 控制技术、Communication 通信技术、CRT 图形显示技术)对火力发电生产过程进行高度自动化的集中监控,以实现机组的启停控制、运行状态及参数的监视调整、事故情况下的紧急处理,保证火力发电厂连续、安全、经济运行。

火力发电集控运行是一门综合性极强的技术,具有被控生产工艺流程庞大复杂、一体化性强、生产过程的连续实时性和可靠性要求高、被控设备及系统的热电转换化学物理过程和调节控制规律复杂多变、运行机组与区域电网关联性极强的特点。因此,采用高度自动化的集控技术及管控一体化技术就显得尤为重要。

1.1 火力发电集控对象和集控运行

1.1.1 火力发电厂的集控对象

我国的现代燃煤火力发电厂一般均由多台 125 ~ 600 MW 系列的单元制中间再热机组和全厂的公用辅助系统组成,发电厂的集控分厂级和机组级两个层次。集控对象包括厂内各单元机组和全厂公用辅助系统,如图 1.1 所示。

火力发电厂内的各单元制主辅机各为一独立的发电单元依序布置在主厂房内,每个单元内部的工艺流程、设备布置联系紧密,易于实现本单元内主辅机的 DCS(Distributed Control System)集控运行,故以单元机组为对象的主机 DCS 集控运行技术已在电厂中得到广泛、成熟的应用。我国最早研发并应用于单元机组集控运行的 DCS 控制系统是新华控制技术(集团)有

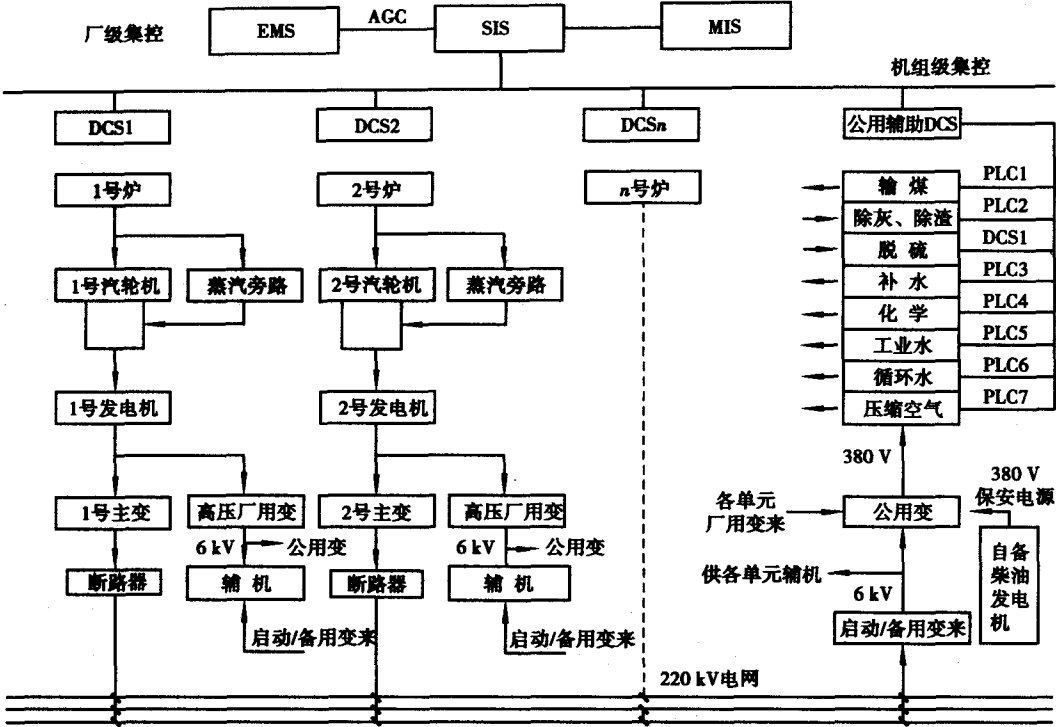


图 1.1 燃煤火力发电厂集控系统组成

限公司于 20 世纪 90 年代早期推出的 XDPS(XinHua Distributed Processing System) 系统。

火力发电厂的公用辅助系统则是具有各自独立功能的生产系统,相互之间较少联系。它们的共同任务就是向厂内各单元发电机组提供燃料和各种工质,对燃烧后的产物进行净化和排放处理。各公用辅助系统分散布置在主厂房外,位置上与单元主机相对较远,采用整体集控运行在技术上和运行管理上均有一定难度。因此,过去大多采用以各功能车间为对象的就地 PLC 分散局部集控运行方式。

随着发电市场竞争的日趋激烈,提高发电效率,进一步降低生产成本已成为当务之急,故全厂公用辅助系统(输煤、除灰除渣、脱硫、循环水、化水、补水、工业水、压缩空气等系统)的整体集控技术(即辅助 DCS)已开始得到逐步推广应用。

1.1.2 单元机组和全厂公用辅助系统的集控运行

单元机组的集控运行是将单元机组内部的机、炉、电、辅关联设备及系统的运行状态监测控制统一由一套主机 DCS 实施,运行人员只要在集控室的主机 DCS 人机交互界面上即可完成对单元机组的运行监控。

公用辅助系统的集控运行是将全厂分散布置、相互较少关联的公用生产系统的运行状态监测控制统一由一套公用辅助 DCS 实施,运行人员只要在集控室的辅助 DCS 人机交互界面上即可完成对全厂公用辅助生产系统的运行监控。

公用辅助 DCS 系统克服了原有独立且分散的控制系统的缺点,可最大限度地将运行人员减到最少。使控制系统在基本不提高造价的情况下,使辅助控制系统的水平达到基本与主机

DCS 控制系统相当的水平,并使辅助控制系统创造了与主机 DCS 及其他管理系统(如厂级管理信息系统 MIS、厂级实时监控系统 SIS)联网,实现全厂管控一体化的条件。

电厂采用辅助 DCS 监控系统是电厂辅助设备控制系统的一项重大技术进步,伴随着技术上的进步,从管理上也必然需要进行重大的改革。目前电厂为提高经济效益和管理水平,也正在进行的多方面的探索,采用辅助 DCS 系统正是这种探索的重要组成部分。以往各辅助系统有自己的控制室,运行人员往往也同时归该系统的独立部门管理。分散的、各自独立的辅助车间往往缺少横向联系,甚至一个化学车间的几套控制系统也分几部分管理,这样做的后果必然是控制人员多,难于管理,各系统之间缺少横向联系;硬件及软件的种类型号多,给人员培训、管理检修、备品备件储运管理等造成很大的困难。因此,从总体上说,采用辅助 DCS 系统对解决这些问题都是有益的。

在采用了集中运行管理的公用辅助 DCS 系统后,要求辅机人员一专多能,即要求原来懂一套系统的人能懂得多套系统的运行。因此,必须从技术上和管理上解决运行人员的素质问题。

近年来,火力发电厂单元主机 DCS 集控运行技术已经得到广泛的应用,其功能已能覆盖单元机组的全部主辅设备。公用辅助 DCS 也开始在国内逐步推广应用,如新华公司推出的第二代集控系统 XDPS—400。该系统实现了单元机组的机、炉、电、辅与公用系统的一体化控制,避免了采用进口 DCS 造成的机、炉、电、辅控制系统分别由多个厂家供货,规格及特性不一,维护管理难度大的缺点。该系统最先在深圳西部电厂、贵州纳雍电厂、湖南株洲电厂新建 300 MW 等机组上得到成功的应用。

1.1.3 全厂管控一体化集控运行

管控一体化是火力发电厂集控运行及实现生产过程综合自动化管理的最高级形式。它采用厂级实时监控系统 SIS(Supervisory Information System)把企业管理信息系统 MIS(Management Information System)与生产过程 DCS 集控系统联为一体,实现全厂生产的一体化数字管理和控制。

管控一体化是在企业内部通过网络技术将各个部门的数据形成一个有效的整体。全企业集成系统需要考虑的因素很多。在企业的车间级,存在有各类的 PLC、控制程序和 DCS 组态及监控软件;在企业管理级,有各种管理平台、数据库及管理软件。而构成这些系统的网络和总线结构更是种类繁多,加之不同的工程人员、设计规范、设计标准和版本,要把它们连成一个有效整体实非易事。

管控一体化形成后,企业的安全性成为重要的问题,同时难度将增大。但也因为管理的高度集中,使全企业的人员可以划分为不同级别和权限的使用群体,而对操作进行必要的跟踪。

一般而言,电厂的管控一体化系统具有四个层次和两个支持系统(见图 1.2)。四个层次分别是直接控制层、管控一体化层、生产管理層、经营决策层;两个支持系统是数据库支持系统和计算机网络支持系统。

①直接控制层:该层是指生产过程的数据采集和直接控制。包括各单元机组的 DCS、公用辅助 DCS 控制系统。

②管控一体化层:该层为厂级监控管理信息系统(SIS)。它完成厂级生产过程的监控,结合管理层的信息,对控制系统进行整体优化和分析,为过程控制层提供操作指导。该层是管理

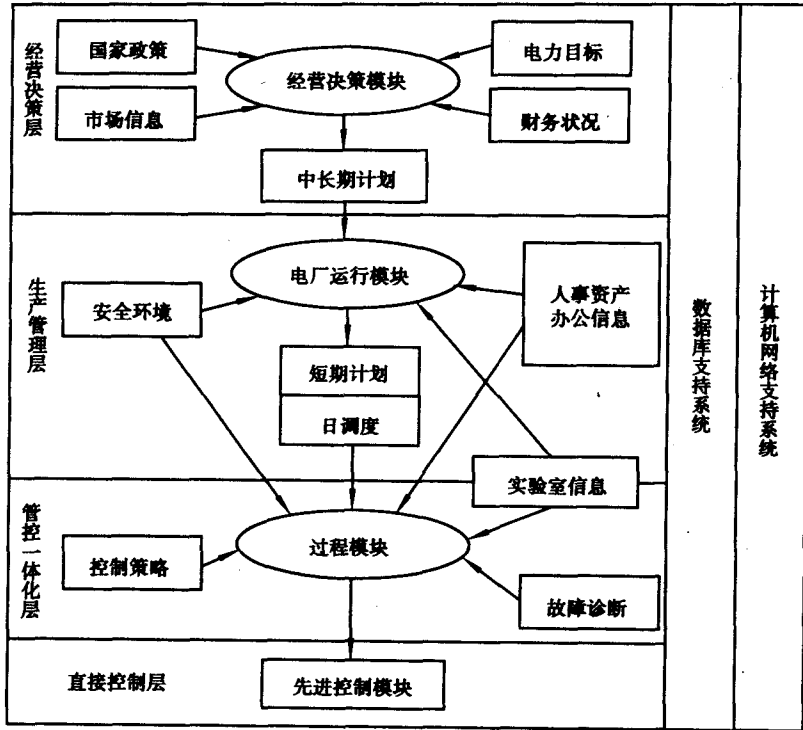


图 1.2 电厂的管控一体化系统

和控制之间联系的桥梁,是对传统控制系统概念的延伸,是目前业界研究的热点。

③生产管理层:生产管理层主要为全厂生产调度提供服务。以检修为中心,以设备为基础,以完成发电量为目标,优化电厂各个车间的生产计划和策略,协调各个车间的运转,实现全厂的安全高效经济生产。该层是数字化电厂管理信息的基石。

④经营决策层:根据电厂内部和外部信息,以全厂为对象,寻求整体最优,对电厂的经营、生产目标和发展规划提出决策支持。该层是数字化电厂的系统入口和决策枢纽。

⑤数据库支持系统:以关系数据库和实时数据库为基础的面向数据主体的电厂数据仓库构成了数字化电厂的数据库支持系统。电厂数据仓库,以对电厂各类数据进行分析、提炼、集成,为电厂的高级分析决策提供支持。

⑥计算机网络支持系统:以 ATM 和千兆以太网为代表的先进组网技术,结合 Qos、系统-网络-终端三级安全策略、目录管理统一认证等先进技术,构成了数字化电厂的计算机网络支持系统。

厂级实时监控系统 SIS 在电厂信息集成(管控一体化)中,是电厂分散控制系统 DCS 和电厂管理信息系统 MIS 之间数据交换的桥梁。

厂级实时监控系统以分散控制系统为基础,实现生产数据的自动采集、存储、监视和查询,集中各单元机组的参数及设备状态信息;完成复杂的数据二次处理和分析。实现厂级生产过程的实时信息监控和调度,同时又提高了机组运行的可靠性。

厂级实时监控系统以提高发电企业整体效益为目的,为管理层的决策提供真实、可靠的实时运行数据,为市场运作下的企业提供科学、准确的经济性指标。它是电厂生产的成本信息和

报价信息的基础,使企业管理层的经营决策更具科学性。真正实现了全厂范围内的管控一体化。

通过厂级实时监控系统实施全厂生产过程监控,可在全厂范围实现:厂级生产过程的监测、查询;机组经济指标分析及优化运行操作指导;设备故障诊断分析及安全性检测;全厂负荷预测及机组负荷的经济分配;厂级运行性能计算;生产信息的海量存储。

由新华公司最新推出的 SIS 构成了第三代 XDPS—400 + 控制系统与 MIS 之间实现管控一体化的桥梁。它采用高性能的 PC 工作站,以 Windows NT 4.0 Workstation 网络操作系统为系统平台,可以使管理层用户直接、实时地获得生产过程的运行数据,安全有效地进行整个过程的控制和管理。MMI 站为过程监视、控制、诊断、维护、优化管理等各个方面的要求提供强有力的支持和运行界面,成为过程管理的窗口。

MMI 站的组成及功能为:操作员站(OPU)——系统监控;工程师站(ENG)——系统的组态、维护;历史数据站(HSU)——各类数据、信息的记录(冗余配置);性能计算站(CAC)——系统性能计算;网关接口(GTW)——与外系统接口。

1.1.4 区域电网对发电厂机组的自发电控制

自发电控制 AGC(Automatic Generation Control)是指在电力系统内用户负荷发生变化时,直接由电网调度中心的能量管理系统 EMS(Energy Manage System,即电力调度自动化系统的总称)及时调整系统内各机组的发电出力,保证供电连续性,并使频率偏移指标符合规定要求的优化运行控制;在互联的区域电网间进行联络线交换(买卖)负荷的控制。

我国电网推行的是“省为实体、全国联网”体制,目前各省的区域电网间已实现了局部互联(如川渝互联网、华东互联网、华北互联网等)。从互联电网整体来看,有功功率的平衡情况反映在电网频率的波动变化中,但对于互联电网中的一个区域电网而言,其有功功率的平衡情况不仅反映在电网频率上,而且反映在不同区域间联络线有功功率的变化上。因此,要很好地实现整个互联电网有功功率的瞬间平衡,各区域电网应首先调整好各自内部有功功率的平衡。

对于一个区域电网而言,调整本区域内的负荷变化、参与电网的有功调节是义不容辞的职责。同时,为了控制各区域电网互联后无序的电量交换,我国的各大区电力系统正逐步推广将各区域网联络线功率、电量的考核与区域偏差挂钩奖惩制度,以保证电网互联运行的质量和可靠性。因此,推广采用区域电网的自发电控制已成必然。

AGC 是建立在以计算机为核心的数据采集与监控系统 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)、发电机组协调控制系统 CCS(Coordinated Control System)以及高可靠信息传输系统基础之上的高层控制技术手段。AGC 系统通过遥测输入环节、计算机处理环节和遥控输出环节构成电力生产过程的远程闭环控制系统。网调的 AGC 遥调指令可直接作用于各电厂的厂级 SIS,也可直接作用于各电厂中各单元机组的 DCS(DCS 中的 CCS)。

AGC 的控制功能主要有以下三个方面:

①电网频率控制。响应用电负荷与发电功率的随机变化,维持电力系统频率在规定值 $50\text{ Hz} \pm 0.1\text{ Hz}$ 之内,同时频率的累积误差也在限制值之内。

②联络线控制。在互联的各区域电网间分配系统的发电功率,维持区域间净交换功率为计划值。

③优化运行。在满足电网安全约束条件、电网频率和对外净交换功率计划的情况下,按最

优经济分配原则,协调参与遥调的发电厂(或单元机组)出力。对电网周期性的负荷变化,按发电计划调整发电厂(或单元机组)出力;对偏离预计的负荷变化,实现经济负荷分配,使电网获得最大的效益。

AGC 系统分为两大部分,即电网的 AGC(决策控制层)及发电机组的 AGC(指令执行层)。决策控制层就是电网的电力调度自动化系统,指令执行层就是网内各遥调机组的 CCS 协调控制系统。

电网的 AGC 控制策略主要有三种。

①定频率控制 FFC(Flat Frequency Control)。该策略的控制目标是频率偏差为零,即有功功率平衡按照实测频率偏差进行调节,当实测频率偏差为零时停止调节,对联络线上交换的功率则不加调节。FFC 适用于单独的区域电网或互联电网中的主干区域电网,互联电网中,最多只能有一个区域网采用 FFC 策略。

②定联络线功率控制 FTC(Flat Tie-line Control)。该策略的控制目标是联络线功率偏差为零,即有功功率平衡按照实测联络线功率偏差进行调节,对系统的频率则不加控制。FTC 适用于互联电网中的小容量区域电网。

采用 FTC,相邻电网的功率不平衡也会使联络线功率发生变化,即本区域系统不仅响应自身区域负荷变化,也响应互联区域的负荷变化。

在互联电网中,如某区域电网采用 FTC,则另一区域电网须采用 FFC 或联络线功率频率偏差控制(TBC)来维持频率,否则不能保持互联网的有功平衡,电网无法稳定运行。

③联络线功率频率偏差控制 TBC(Tie-line load frequency Bias Control)。该策略的控制目标是区域控制偏差 ACE(Area Control Error)为零。有功功率平衡按照 ACE 的变化来调节机组,既要控制频率又要控制交换功率,因此这种方式是互联电网中最常用的,尤其是各区域电网容量相当时。

区域控制偏差 ACE 计算公式为:

$$ACE = \Delta P_T + K\Delta f \quad (1.1)$$

式中 ΔP_T ——联络线功率偏差,送出大于进入时为正偏差,反之为负偏差;

K ——频率偏移系数,与系统运行状态有关;

Δf ——系统频率偏差。

ACE 考虑了电网机组和负荷的综合频率特性,各控制区域同时检测功率偏差和频率偏差,判断负荷变化在哪个子系统发生,各自吸收本系统内的负荷变化。

在联合电力系统中,FFC、FTC 及 TBC 三种控制方式必须配合使用,以保证在联络线功率一定的情况下,负荷变动由本区域系统自行处理,只在紧急情况下由邻近区域给予临时性支援,并在动态过程中得到最佳的动态品质。

具体应用实例有:在川渝互联网中,四川网为 FFC、重庆网为 FTC;在华东互联网中,直属电厂为 FFC,各省网为 TBC;在东北互联网和华北互联网中,不指定调频方,各区域网均用 TBC 方式;在欧美国家的区域电网间大多用 TBC—TBC 模式控制。

1.2 单元机组及集控系统的组成

1.2.1 单元机组及集控对象的组成

由多台单元制中间再热机组组成的火力发电厂因各台机组的再热蒸汽参数受负荷影响而不可能一致,故各机的热力系统无法以母管制方式并列运行,只能以各自独立的单元制方式运行。每台单元制燃煤火力发电机组的锅炉向所配套的汽轮机供汽,汽轮机驱动发电机,发电机所发功率直接经一台升压变压器(简称主变)和一套自动通断的开关设备(称断路器或油开关)送往电力系统。在发电机与主变之间的母线上接出一支线,支线上有一套厂用电开关和一台厂用变压器(简称厂用变),由此支线向单元机组的众多辅机提供机组正常运行时的厂用电。在单元制机组启停和甩负荷等工况下所需的厂用电则由来自外部电网的电源经一开关设备和备用厂用变压器(简称厂备变)提供。

为了解决单元制机组锅炉与汽轮机之间在各种不同运行工况下的蒸汽供求平衡、防止锅炉超压、回收工质、减少或完全消除锅炉安全阀动作时的排汽噪音、保护锅炉的再热器、协助锅炉调节控制主蒸汽和再热蒸汽参数,单元制中间再热机组必须设置主蒸汽及再热蒸汽的减温减压旁路系统和相应的自动控制系统。旁路系统作为调节锅炉与汽轮发电机组之间供求关系平衡的纽带,对改善单元机组运行的灵活机动性起着重要的作用。

典型单元制燃煤火力发电机组的系统构成如图 1.3 所示。

1.2.2 单元机组自动化的特点

现代单元制火力发电机组容量大、参数高、辅助设备多、一体化性强,且要求变工况运行的适应性强、具有较高的运行可靠性和经济性。因此,必须采用高度自动化的机、炉、电集中控制运行方式。

大型单元制火力发电机组的特点是,监视点多,如 600 MW 机组 I/O 点多达 3 000 ~ 5 000 个,随着发电机一变压器组和厂用电源等电气部分监视纳入分散控制系统(DCS)之后,I/O 点已超过 7 000 个。参数变化速度快和控制对象数量大,600 MW 机组控制对象数量超过 1 300 个,而各控制对象又相互关联,所以操作稍一失误,引起的后果十分严重。传统的炉、机、电分别监控方式已不能适应大型单元机组监控的要求。如果将大机组的监视与控制操作任务仅交给运行人员去完成,不仅体力和脑力劳动强度大,而且很难做到及时调整和避免人为的操作失误,因此必须由高度计算机化的机组集控取而代之。大量事实证明,自动化技术对于提高机组的安全经济运行水平是行之有效的,大型火力发电机组离开了高度自动化,就不能做到安全经济运行。

1.2.3 单元机组 DCS 控制系统的组成

单元制火电机组的 DCS 控制系统由如下子系统组成:

- ①模拟量控制系统(MCS)及其单元机组协调控制系统(CCS);
- ②锅炉炉膛安全监控系统(FSSS)或称燃烧器管理系统(BMS);

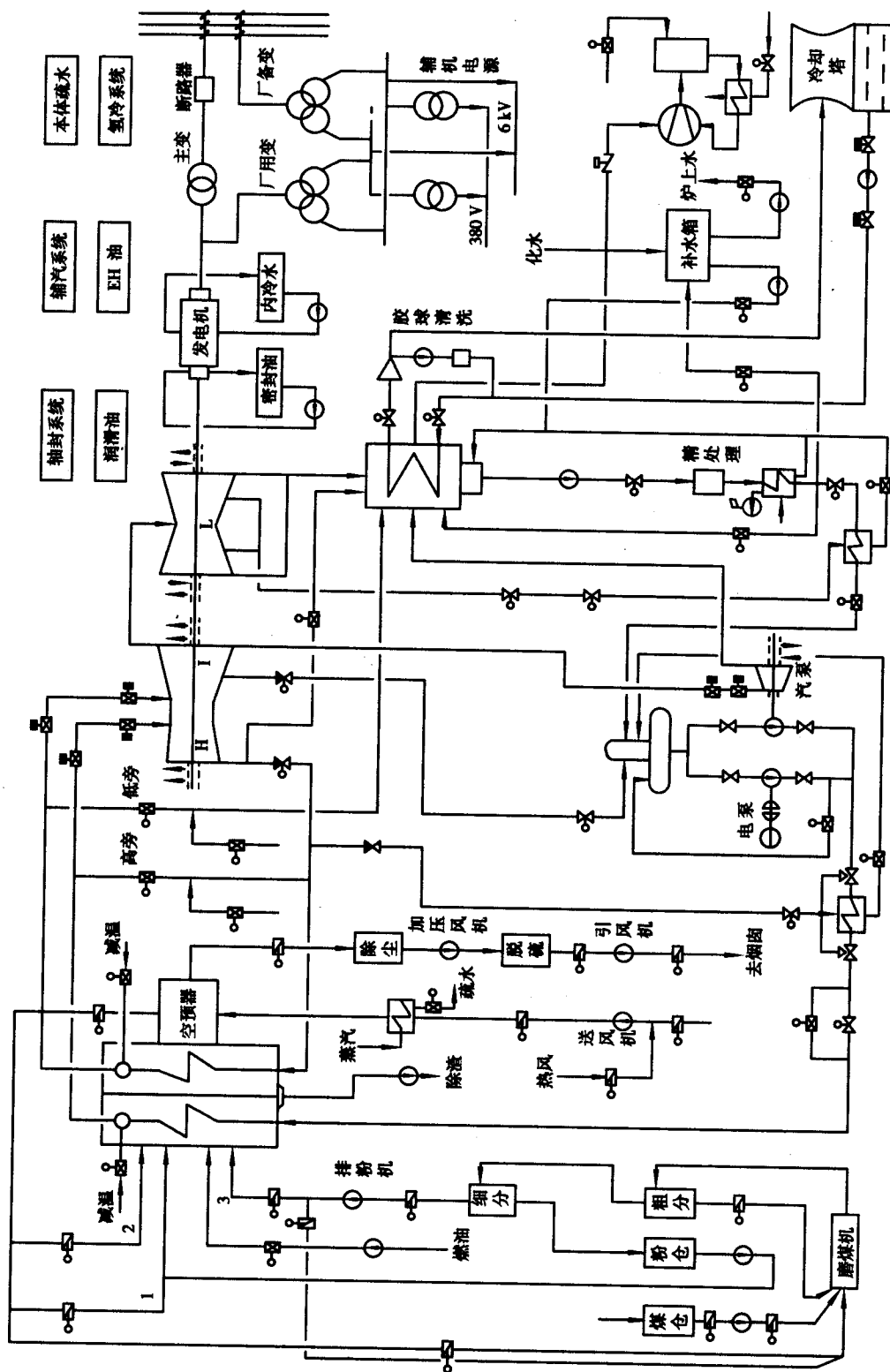


图1.3 单元燃煤火力发电机组集控对象组成

- ③顺序控制系统(SCS);
- ④数据采集系统(DAS);
- ⑤汽轮机数字电液控制系统(DEH)和给水泵汽轮机电液控制系统(MEH);
- ⑥旁路控制系统(BPS);
- ⑦汽轮机自启动系统(TAS);
- ⑧发变组控制系统(ECS)。

DCS 把先进的计算机技术、数据通信技术、控制技术与 CRT 显示技术溶于一体,采用了分布式结构和“危险分散”的原则,使系统具备强有力的功能、极大的灵活性和很高的可靠性。目前,DCS 的控制器处理能力、网络通信能力以及软件功能(系统软件、控制软件、数据软件等)得到了大幅度的提高和更新。然而就 DCS 基本的系统结构仍保持“三点一线”的结构,“三点”即操作员站、工程师站、过程控制站,“一线”即通信网络。其中,操作员站实现控制系统的控制操作、过程画面显示、报警显示、历史数据的存储、报表生成、打印等。工程师站用于系统的管理、组态、系统生成与下装。过程控制站则与生产过程直接相连,实现信号的采集与交换处理,各种控制回路的运算,并将运算结果用于对过程的控制。系统的网络线路提供各功能站之间的数据通信和联络。

1.3 单元机组集控运行监盘及调整操作

单元机组集控运行自动化程度高、控制功能分散、监视及调整操作集中、信息量大、运行人员要随时跟踪设备及系统的运行状态及控制逻辑,当被控对象的运行状态和控制系统本身出现异常时通过人工软手操或硬手操进行必要的人工干预(调整或停机)。因此,集控运行人员应熟练掌握集控操作盘面的功能及使用,在任何情况下都能及时准确地对机组的运行状态做出操作调整,确保机组正常运行或安全停运。

1.3.1 操作员站的功能及使用

操作员站是以 CRT 为基础的人/机接口,主要由软手操站(专用键盘、CRT、鼠标、大墙幕)和硬手操盘两大部分组成。单元机组的正常启、停及运行维护在软手操站上进行;紧急事故下的停机应急操作在简练的硬手操盘上进行。典型的 CRT 软手操站监控画面如图 1.4 所示。该画面反映了法国阿尔斯通 360 MW 燃煤火电机组监控总貌,画面上共设有 102 个点击按钮,其中锅炉 58 个、汽机 34 个、电气 7 个。点击任一按钮即可调出相应子系统的监控画面并进行相应的监视及调整操作。

操作员站的主要人机界面设备在计算机输出方面是彩色 CRT,在计算机输入方面则为工业键盘和光标控制设备(鼠标器或轨迹球)。

(1) CRT 上输出显示的主要内容

①生产过程的模拟流程图(用模拟图形表示的生产装置或生产线)。其中,标有各个关键数据、控制参数及设备状态的当前实时状态。对于一些较复杂的模拟流程图,可利用屏幕画面的滚动功能分区域显示。

②报警窗。在 CRT 上常常采用倒排时间顺序的方式(即最新出现的报警排在窗口的最上

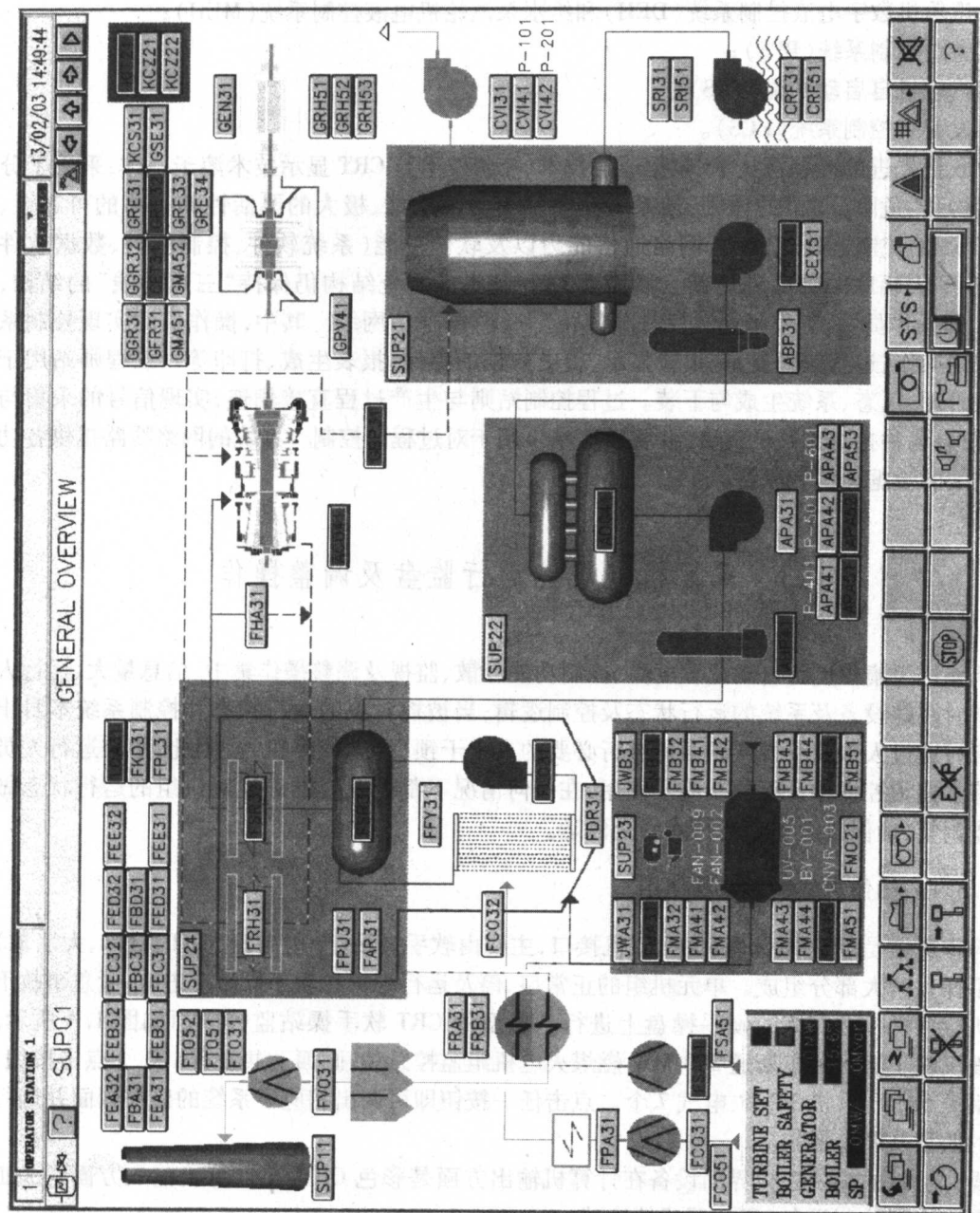


图1.4 法国阿尔斯通360 MW燃煤火电机组总体监控画面

端)列出所有生产过程中出现的异常情况,如:参数值越界、异常状态的出现等。报警窗口中的报警列表应该包括异常出现的时间、异常的状态或异常数据的值、当前的状态或数据的值、该异常是否已被操作员确认及该异常的简要说明。在报警状态解除并经过操作员确认后相应的报警信息应该从报警队列中删除。

③在 CRT 上重要参数的常驻显示。对于生产过程中的关键参数需要在 CRT 屏幕的固定位置上显示出来,并且不随屏幕显示内容的改变或画面的滚动而改变,使操作员在任何时候都可以一眼看到这些最重要的关键参数。

④实时趋势显示。对于一个或几个生产过程数据在最近一段时间内的变化趋势采用动态曲线表示出来,以使得操作员对于这个或这些数据的发展变化有所了解,并可帮助操作员分析生产过程的运行情况。一般可以在同一个坐标系中显示多个数据的趋势曲线,以方便对各个参数的对比。

⑤检测及控制仪表的模拟显示。这对于习惯在模拟仪表前进行操作的操作员而言是一种很好的显示方式。它可以提高操作员对实时数据所表示的内容及表达意义的反应速度,减少因反应速度慢而造成的失误。

⑥多窗体显示。操作员在进行操作、监视的过程中,常常需要将几个不同的生产现场模拟图放在同一个屏幕上进行显示,以对照了解它们之间的相互影响及变化情况,这就需要操作员站的 CRT 显示具有多窗体的显示能力,可以将不同工况模拟图通过不同的窗体显示在同一个屏幕上。

⑦灵活方便的画面调用方法。对于画面的切换、翻页等采用多种方式进行。在 CRT 屏幕上设置了热点,所谓“热点”就是在画面上有一些模拟按钮或特殊的表示区域(可以是一个模拟图形设备,也可以是一串文字),当将光标移动到这些区域并单击鼠标控制键,即可弹出一个窗体或切换到另一个画面。这种操作可以大大方便操作人员的画面选择,而且直观简单,不需要记忆特殊操作规则。

⑧声响报警。为了使操作员及时注意到 CRT 的报警窗体,及时了解到报警的情况,操作员站的输入设备主要是工业键盘(目前很多已经改为通用键盘了)和鼠标控制设备。工业键盘的操作比较简单,可以做到一个按键完成一个功能,但是有些复杂的操作,如操作选择项比较多时,键盘操作就显得比较烦琐。对一些选择项较多的操作,如选点显示时,可以在画面中定义多个“热点”,用鼠标选择后调出,则比键盘操作简单方便。

除了人机界面功能外,操作员站还应该具有历史数据的处理功能,这主要是为了形成运行报表和历史趋势曲线。一般的运行报表可以分为时报、班报、日报、周报、月报和年报等若干种类。这些报表均要调用历史数据库,并可按用户要求进行排版打印等。通过历史趋势曲线主要能了解过去某时间内某个或某几个数据的变化情况,有时还要求与当前数据的变化进行比较,以得出一些结论。例如:可以将某个现场测量值的前一天参数绘制成曲线,并与今天该点的测量值进行比较,用来预测下一个时间段中该参数的变化。在一些 DCS 中特别将此功能连同历史库存储与管理功能放在一起形成一种专用的站,但是就其本质而言,也属于 I/O 范围。

(2) 模拟图上的软手操控制方式

1) 控制类型有:①单独控制;②子组控制;③组控制(启停操作)。

2) 控制窗口有:①控制窗口的布局;②控制窗口不同信息的颜色;③模拟量调节窗口(手动/自动站)的调节操作;④逻辑控制窗口的开关操作。