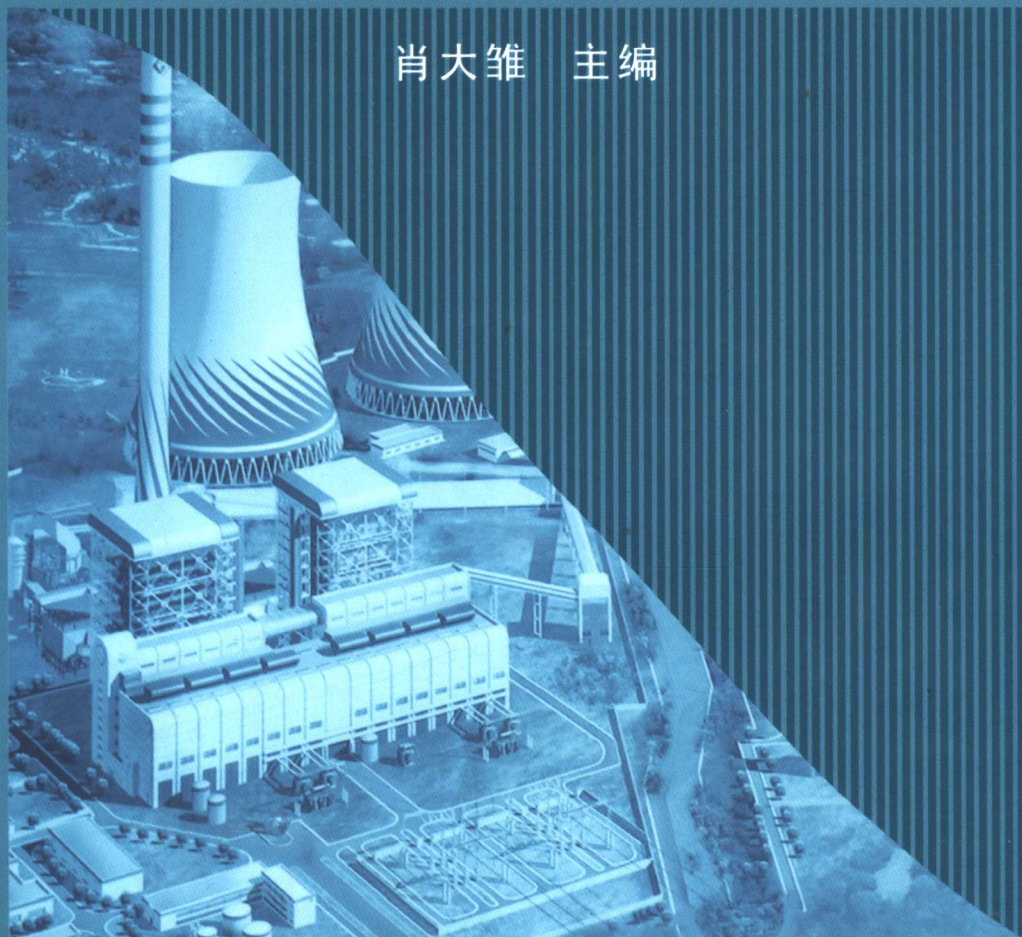


国产600MW超临界火力发电机组技术丛书

控制设备及系统



肖大维 主编

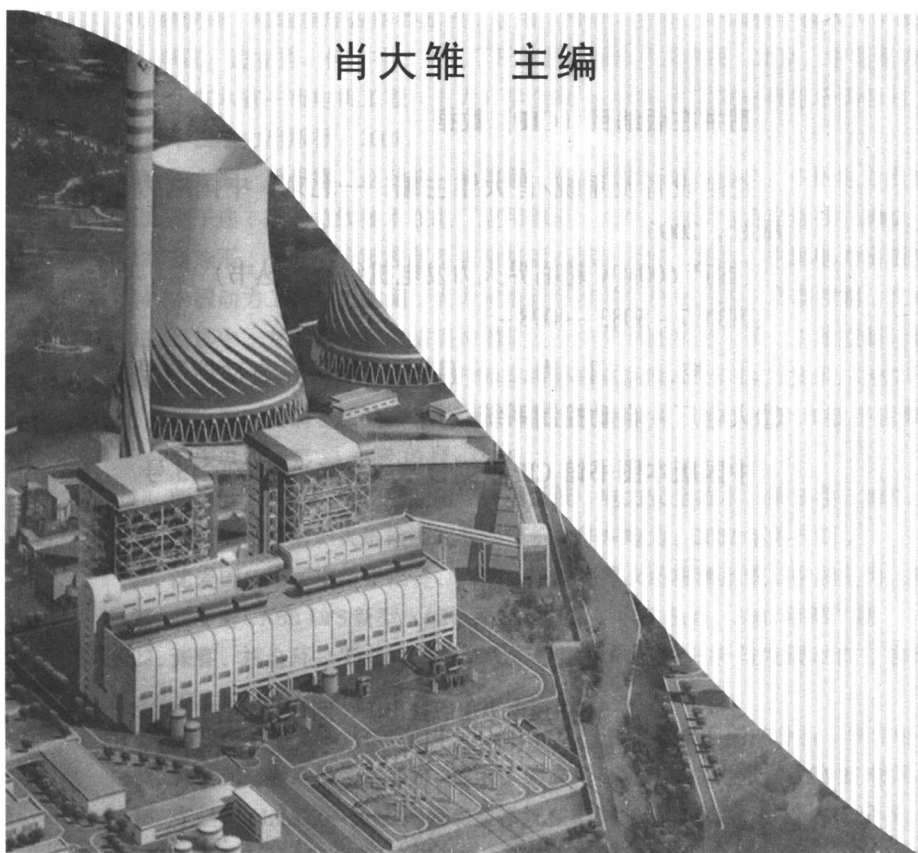


中国电力出版社
www.cepp.com.cn

国产600MW超临界火力发电机组技术丛书

控制设备及系统

肖大维 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内
容
提
要

本书是《国产 600MW 超临界火力发电机组技术丛书》的《控制设备及系统》分册。书中系统介绍了国产 600MW 超临界汽轮发电机组自动控制设备及系统的结构原理、运行特性以及维护管理等,内容包括分散控制系统、单元机组协调控制系统、锅炉自动控制系统、炉膛安全监控系统、顺序控制系统、汽轮机数字电液调节系统、汽轮机安全监视系统等。

本书适合从事国产 600MW 超临界火力发电机组设计、安装、调试、运行、检修及管理工作的工程技术人员阅读,也可作为电厂生产人员的培训教材,亦可供有关专业人员以及高等院校相关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

控制设备及系统/肖大维主编. —北京:中国电力出版社, 2006

(国产 600MW 超临界火力发电机组技术丛书)

ISBN 7-5083-4098-1

I. 控... II. 肖... III. ①火电厂-自动控制设备
②火电厂-自动控制系统 IV. TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 009215 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

*

2006 年 4 月第一版 2006 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.75 印张 614 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 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)

作者简介：



肖大雏，
男，江西
人，武汉
大学教
授，硕士

生导师。毕业于华中工学院动力系，曾在成都科技大学、美国佛罗里达大学进修。长期从事热能动力设备及热力系统的计算机控制、系统仿真、诊断等领域的科学研究与教学工作。曾经获湖南省科技进步三等奖、武汉大学科技进步奖等多项奖励；主编并出版教材2部，发表学术论文40余篇。

编 委 会

主 任：那希志

副主任：胡念苏 廖树荣 朱志飞 杨 俊 刘克兴

委 员：(以姓氏笔划为序)

毛慧和	王建梅	刘先斐	刘 勇	朱全利
陈启卷	陈志和	李正奉	李培元	肖大维
肖志怀	张世荣	张恒良	金振齐	周柏青
周济波	郑桂波	胡念苏	顾 昌	袁立宏
盛赛斌	喻红梅	蔡 锴	熊立红	樊天竞

前 言

火力发电机组采用大容量和超临界参数是提高发电机组经济性的有效途径,已经被世界先进国家所广泛采用,我国也将超临界机组作为今后一个时期火电机组建设的重点之一。随着国民经济的快速发展和人民生活水平的提高,我国电力工业也正在以前所未有的速度发展,目前,一批国产超临界机组已经投产或正在兴建。这标志着我国火力发电设备的制造和运行水平都进入了一个新阶段。因此加快研究超临界机组制造和运行中的关键技术也就成了我国动力工作者面临的一项极具现实意义的光荣任务。

为满足广大技术人员和现场生产人员了解国产 600MW 超临界火力发电机组的结构、运行系统等知识的需要,我们组织人员编写了这套《国产 600MW 超临界火力发电机组技术丛书》。本丛书包括《锅炉设备及系统》、《汽轮机设备及系统》、《电气设备及系统》、《控制设备及系统》、《电厂化学设备及系统》、《燃料运输设备及系统》六个分册。

本丛书可供从事 600MW 超临界火力发电机组设计、安装、调试、运行、检修的工程技术人员及管理人员阅读,也可作为现场运行、检修人员的培训教材,也可供高等院校相关专业师生参考。

《控制设备及系统》分册是本丛书的第四分册。全书系统介绍了 600MW 超临界汽轮发电机组自动控制设备及系统的结构原理、运行特性以及维护管理。全书共十三章,详细介绍了 Industrial IT Symphony 分散控制系统、单元机组协调控制系统、锅炉自动控制系统、炉膛安全监控系统、顺序控制系统、汽轮机数字电液调节系统、汽轮机安全监视系统等。

本分册由武汉大学肖大维主编,参加编写的人员有武汉大学的肖大维(第一~第六章)、盛赛斌(第七、第八章)、张世荣(第九、十章)、袁立宏(第十一~十三章)。

本分册由武汉大学陈石良教授担任主审,湖北电力试验研究院的朱赐英教授级高级工程师担任审稿,他们对本书进行了认真的审阅,提出了很多宝贵的意见和建议,在此谨表示诚挚的谢意。

本分册在编写过程中,参阅了相关电厂、自动化设备公司、设计院、安

装单位和高等院校的技术资料、说明书、图纸等，特别在收集资料过程中得到华能沁北发电有限责任公司、大唐湖南湘潭发电有限责任公司、广东红海湾发电有限公司的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限和编写时间紧迫，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

2005年6月

目 录

前言

第一章 火电厂热工自动化概述 1

第一节 概述 1

第二节 现代大型火电机组热工自动化的内容及功能 2

第二章 Symphony 系统工程简介 10

第一节 Symphony 系统概述 10

第二节 Symphony 系统的特点 12

第三节 Symphony 系统的结构名称 14

第四节 Symphony 系统在热力发电厂的应用 15

第三章 Symphony 系统通信网络 21

第一节 Symphony 系统通信概述 21

第二节 Symphony 系统的网络通信 24

第三节 Symphony 系统的通信模块 30

第四章 现场控制单元 44

第一节 现场控制单元概述 44

第二节 Symphony 桥控制器 BRC - 300 49

第三节 模拟量输入子模块 IMASI23 57

第四节 模拟量输入子模块 IMFEC12 64

第五节 模拟量输出子模块 IMASO11 69

第六节 数字量输入子模块 IMDSI14 74

第七节 脉冲量输入子模块 IMDSM04 77

第八节 数字量输出子模块 IMDS014	83
第九节 模块电源系统 (MPSⅢ)	86

第五章 Symphony 人系统接口 PGP

第一节 PGP 概述	91
第二节 PGP 的功能	94
第三节 PGP 的应用	99

第六章 Symphony 系统软件

第一节 过程控制功能模块	126
第二节 系统组态、维护工具 Composer	148

第七章 协调控制系统

第一节 概述	189
第二节 单元机组协调控制系统的组成	191
第三节 单元机组负荷控制对象的特性	193
第四节 负荷指令与压力指令运算回路	197
第五节 超临界机组协调控制方式	208

第八章 锅炉自动控制系统

第一节 锅炉燃烧控制系统	214
第二节 汽温控制系统	237
第三节 给水控制系统	246
第四节 直流锅炉的启动旁路系统	254

第九章 炉膛安全监控系统

第一节 炉膛安全监控系统概述	258
第二节 锅炉炉膛爆燃及防止	265
第三节 炉膛安全监控系统相关设备简介	270
第四节 炉膛安全监控系统公用逻辑	284
第五节 燃油控制逻辑	297
第六节 燃煤控制逻辑	301

第十章 顺序控制系统 305

第一节	顺序控制技术	305
第二节	大型火电厂顺序控制系统	310
第三节	在 DCS 中实现的顺序控制	318
第四节	可编程控制器	325
第五节	输煤程序控制系统	336
第六节	吹灰程序控制系统	345
第七节	水处理程序控制系统	351

第十一章 汽轮机数字电液调节 DEH 356

第一节	概述	356
第二节	DEH 的转速控制	362
第三节	DEH 的负荷控制	367
第四节	汽轮机自启停	380
第五节	机组的自动保护	382
第六节	DEH 的阀门试验和阀门校验	386

第十二章 高压抗燃油 EH 系统 390

第一节	概述	390
第二节	供油系统	391
第三节	DEH 的执行机构	396
第四节	危急遮断系统	399
第五节	EH 系统的运行及维护	406

第十三章 汽轮机安全监视系统 411

第一节	概述	411
第二节	TSI 的基本组成与工作原理	417
第三节	电涡流传感器	420
第四节	轴向位移的监视保护	430
第五节	机组热膨胀监视	434
第六节	汽轮机振动监视	436
第七节	偏心度监视	444
第八节	机组转速监视	446

参考文献 449

第一章 火电厂热工自动化概述

第一节 概 述

随着我国国民经济的高速发展,工农业生产和人民生活对电力的需求不断增长,电力工业通过引进、消化、吸收国外的先进技术和管理经验,得到了迅速的发展。随着单机发电容量的增大和电网容量的迅速扩大,我国已进入了大电网、大机组、高参数、高度自动化的时代。由于300、600MW及以上大容量、高参数机组的新技术发展迅速,装机数量日益增多,机组对热工自动化水平的要求越来越高。另外由于微电子技术的迅猛发展,大型自动化装备的现代化程度快速提高,促使大型火力发电厂现代热工自动化技术发展迅猛。20世纪70年代中期,以计算机技术(Computer)、通信技术(Communication)、控制技术(Control)和显示技术为基础的计算机分散控制系统(DCS-Distributed Control System)的问世和其技术的日臻完善,分散控制系统广泛应用于大型发电机组的自动控制中,并将热工自动化水平推上了一个崭新的台阶,取得了十分显著的经济效益和社会效益。

同中小容量火力发电机组相比,300MW及以上大容量机组的特点是监视点多、参数变化速度快和被控对象数量大,而且各个控制对象相互关联,操作稍有失误就会引起严重的后果。因此,大型发电机组必须采用完善的自动化系统。如果将大型发电机组的监视和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误操作。大量事实证明,自动化技术的运用对于提高大型发电机组的安全经济运行水平是行之有效的,它可保证机组在启停工况、正常运行工况、参数异常工况和运行危急工况下的自动监测、控制和保护,以实现发电机组的安全、经济运行。通常,自动化系统按照预先制定的规律进行工作,不需要人工干预。但在特殊情况下却要求人工给以提示或协调,即需要人的更高层次的干预。所以,随着自动化水平的提高,也要求运行人员具有更高的文化和技术素质。

我国建国以来,随着机组容量的增大,参数的提高,对于机组安全经济运行的要求越来越高。火电厂的自动化系统迅速发展,其功能已从单台辅机和局部热力系统发展到整个单元机组的监测与控制,并且随着整个单元机组自动化的不断完善以及电网发展的要求,火电厂热工自动化的功能正和电网调度自动化相协调,以实现电网的自动化。

第二节 现代大型火电机组热工自动化的内容及功能

一、热工自动化的内容

火电厂自动控制的任務所涉及的专业面相当广泛,除了对锅炉、汽轮机、发电机进行自动控制外,还要对各种辅助系统如除氧器、凝汽器、磨煤机、化学水处理设备等进行相应的控制。由于采用的主机及辅助设备不同,如汽包锅炉和直流锅炉,它们的控制方法也有较大的区别。又由于采用的控制设备不同,组成的控制系统不同,因而使自动化系统的结构更加复杂。但不管如何复杂的自动化系统,它们的控制目的都是要保证电能生产过程的安全和经济,以及生产的电能要满足一定的数量和质量。为完成这一任务,要求大型火力发电机组具有进行自动检测、自动调节、程序控制、自动保护等功能,这四部分即构成了热工自动化的内容。这些内容将有机地合成一个不可分割的整体,共同完成火力发电机组的自动控制任务。

具体来说,大型火电机组运行对热工自动化的要求包括:

(1) 机组正常运行时。自动化系统根据机组运行的要求,自动将运行参数维持在所要求给定值(或设定值)上,以取得较高的运行效率和较低的消耗。

(2) 机组在异常工况时。在参数超限,辅机跳闸时,自动化设备能及时报警,并迅速、及时地按预定的规律进行处理,以保证机组设备的安全,减少机组停运次数。

(3) 机组运行在危急情况时。即当危及设备或人身安全时,自动采取措施进行处理,以保证设备和人身安全。

(4) 在机组启停过程中。根据设备的热状态进行相应的控制,以避免机组产生不允许的热应力,而影响机组的寿命。

(5) 随电网的发展,对自动发电控制(AGC)的要求日益严格,要求单元发电机组的基础自动化系统具有很高的稳定的投入率。

由于连续生产的电能是无法存储的,所生产的电能应与用户所消耗的电能相适应,所以机组输出的功率必须和电网的需求相适应。一旦大型发电机组发生停电事故,就会对电网的安全造成严重的威胁。因此,大型机组投入运行后,要求有较长时间的安全运行周期,以确保电网安全、经济地供电。另一方面,随着近年来热力发电机组在电网中所占的比例越来越大,大型发电机组日益增多,电网对大型发电机组的负荷适应能力提出了更高的要求。即使是承担基本负荷的机组,也应具有参加电网一次调频的能力,以便使电网在二次调频之前减小电网频率波动的幅度。所有这一切,都对热工自动控制设备及系统提出了更高的要求:

(1) 要求所用的设备工作可靠,能在长时间连续工作的情况下,控制系统不出故障。

(2) 要求自动化系统必须能对工艺设备、工艺过程、电(汽)源等工作情况进行监视,并具有可靠的连锁保护功能。在发生故障时,可将系统自动切换到安全状态,并发出声光报警信号。自动控制系统应具有安全连锁,防止误操作的装置,在任何情况下都具有相应的操作手段,能实现手动/自动双向无平衡无扰动切换,并防止操作失灵。

(3) 要求控制系统的设备具有很强的抗干扰能力。因为电厂的发电设备具有很强的电、磁场,会对控制设备产生很强的干扰。所以,控制设备必须采用浮地、光电隔离、防爆防尘等一系列技术措施,以提高控制设备的抗干扰能力。

(4) 要求控制系统的使用和维护更加方便。构成控制系统的仪表线路应标准化和通用化;状态显示明确,易于监视;具有模件化的结构和软件组态功能,使备品备件种类减少;模件在系统运行中可带电插拔;参数整定方便;具有故障自诊断功能;有专用的校验装置,简化校验工作;控制盘、台及接线柜的结构应便于检修和接线,使信号的测试和校验大为方便。

只有具备上述要求的自动化系统,才能较好地满足热工自动控制系统的要求,保证大型火力发电厂发电设备的安全经济运行。

二、自动控制设备

自动控制设备大致经历了以下几个发展阶段。

1. 常规控制仪表阶段

这是计算机技术应用到自动控制领域之前的阶段。这时的仪表是分离的,相互间的联系很少,检测和控制功能由硬件来完成,难以构成复杂的控制系统,维护量大。这个阶段又分为下面几个子阶段:

(1) 基地式仪表。其特点是就地安装,单点监视,单回路调节,根据被控对象的工艺系统进行分散控制和分散管理。

(2) 单元组合仪表。又分为气动单元组合仪表和电动单元组合仪表。这个阶段对仪表的结构进行了改进,加强了仪表之间的联系,将仪表分成若干基本的功能单元,通过适当的组合连接,构成适合工程需要的监控系统。增加了仪表应用的灵活性。特别是电动单元组合仪表,将各种非电量信号通过变送器转换成标准的电量信号,统一、标准的电信号便于信号的远距离传输和处理。使得现场的各种监视和控制信号很容易传输到发电机组的集控室进行集中监视和操作,对过程的控制仍由分散的控制单元进行单回路控制。因此,这一阶段的特点是分散控制、集中管理。

(3) 组件组装式仪表。分为模拟组件组装式仪表和数字组件组装式仪表。单元组合仪表的外形仍是传统意义上的仪表,具有信号的连接、处理、显示、操作等功能。组件组装式仪表将上述的仪表功能进行了进一步的分散,将功能部件做成统一尺寸和接口的模块,再用总线将适当选用的模块连接起来构成适合工程需要的监控系统,使控制设备更加模件化、标准化。特别值得一提的是数字组件组装式仪表,它采用了微处理器技术,将信号的处理功能由硬件改为软件完成。它和数字式单回路调节器成为自动控制设备从常规走向分散控制系统的过渡产品,虽然它们在发电厂自动化系统中出现的时间不长就被淘汰,但为数字控制技术在自动控制领域中的应用和普及起到了开路先锋的作用。这个阶段的特点仍是分散控制、集中管理。

2. 计算机控制阶段

计算机于20世纪60年代初首次应用到工业过程的自动化系统中,随着人们对计算机控制技术的认识和计算机控制技术的发展,这个阶段也分为两个子阶段。

(1) 计算机集中式控制。在微型计算机普及应用之前,受当时技术条件的限制,过程控制中一般采用中、小型计算机,价格昂贵,可靠性低。由于认识上的偏差,将自动化控制系统的功能都集中到计算机上实现,其特点是集中控制、集中管理。这种集中控制结构实质上带来了系统的危险性集中,一旦计算机系统出现故障,整个自动化系统将瘫痪,影响到系统的安全。

(2) 计算机分布式控制。20 世纪 60 年代末, Hollywell 公司在斯坦福研究所等部门的帮助下,对今后 20 年过程控制技术的发展趋势进行了调查,在此基础上, Hollywell 公司确定了开发新型控制仪表系统的三个重点:

1) 数字控制技术。控制功能有限度的高级化,实现不用编程技术的灵活性,演绎出功能模块化,通过组态的形式自动生成应用程序的技术。

2) 通信技术。提供有网络通信功能的控制器,采用分散结构,节省配线。

3) 人机接口技术。发展以 CRT 为中心的图形显示技术,形成 CRT 显示操作中心。

在这些技术开发要点的基础上, Hollywell 公司于 1975 年 11 月推出了世界上第一套新型的分散控制系统 TDC-2000。它以计算机网络为骨干,将若干执行不同任务、分散安装在不同地方的微型计算机连接起来,分层实现自动化系统的各种功能,面向过程的控制器完成现场信息的采集、处理、控制算法计算和控制输出的直接数字控制 (DDC-Direct Digital Control);以 CRT 显示器为中心的显示操作站面向运行操作人员实现对过程控制的集中管理;上层的计算机基于过程的实时数据进行企业级的决策处理;计算机网络使它们的信息得到充分的共享。计算机分散控制系统的特点是分散控制、集中管理、管控一体化。

我国火力发电机组的自动化设备的发展大致经历了以下的历程:

1) 20 世纪 60 年代初,开始使用我国自行研制的 DDZ-I 型电子管式电动单元组合仪表。

2) 20 世纪 60 年代中、后期,开始使用和推广分离元件的 DDZ-II 型晶体管式电动单元组合仪表。

3) 20 世纪 70 年代初,开始使用具有一定集成度的模拟组件组装式仪表,如国产的 TF-900、MZ-III 和引进美国技术的 SPEC 200 等,同时推出了采用大规模集成技术的 DDZ-III 型仪表。

4) 20 世纪 80 年代末,开始采用引进技术,国产化的数字式组件组装仪表 SPEC 200 MICRO 和国产的数字式组件组装仪表 JKDT。

随着机组容量的不断扩大,上述常规仪表的局限性也越来越明显。主要表现在仪表尺寸过大,难以集中显示和操作,不能实现复杂的控制规律,控制系统的扩展变更困难。为克服这些局限性,我国从 20 世纪 70 年代开始在火力发电机组上进行计算机控制应用的专项研究,将国产工业控制计算机 (DJS-130、DJS-150 系列等) 应用于火力发电机组的运行监视和直接数字控制,但未能获得成功。主要原因在于当时的国产计算机硬件不可靠,要一台计算机同时集中控制发电机组的几个回路,不但控制软件复杂,而且系统的危险集中,故被淘汰了。20 世纪 70 年代中期,我国引进并生产了可编程序单回路调节器和可编

程序控制器,开始将单片微型计算机技术引入自动控制设备。

以上控制设备都没有从根本上解决高可靠性、集中监控和高性能价格比的问题。20世纪80年代中期,我国开始随进口的大型火力发电机组引进具有国际先进水平的分散控制系统,如美国西屋公司的 WDPF,贝利公司的 Network-90 和 INFI-90,日本日立公司的 HIACS-3000 等。主要用于火电厂局部自动化系统的实现,如协调控制系统 (CCS)、数据采集与处理系统 (DAS)、汽轮机数字式电液控制系统 (DEH) 等。目前,DCS 在大型火力发电机组中得到了普遍的应用,并覆盖了整个发电机组的所有自动化功能。DCS 的应用大大提高了我国热工自动化的水平。近些年来,我国自行研制开发的分散控制系统,如上海新华电站工程公司的 XDPS、北京和利时公司的 MACS 等也在大型火力发电机组上得到应用,表现出良好的性能。

三、大型火力发电机组的自动化功能

300MW 以上的大型火力发电机组具有大容量、高参数的特点,因此要有相应的现代自动化功能与之相适应。这些新的自动化功能主要包括:计算机数据采集与处理系统 (DAS)、模拟量控制系统 (MCS) 和单元机组协调控制系统 (CCS)、汽轮机数字电液控制系统 (DEH)、锅炉炉膛安全监控系统 (FSSS) 或燃烧器管理系统 (BMS)、旁路控制系统 (BCS)、顺序控制系统 (SCS) 和电气监控系统 (ECS) 等。

1. 数据采集与处理系统

随着火力发电机组单机容量的增大,其热力系统变得更加复杂,在运行过程中必须监视的信息量和操作指令量成倍增加。若采用常规仪表是很难胜任对它的监控任务的,那会使监控仪表盘、台大增,需要更多的人来监视表盘。DAS 由过程输入通道和微型计算机组成。在微型计算机的指令下,输入通道从生产过程采集过程变量(模拟量、开关量信号等),并对采集的信号数据进行初步的数据处理(滤波、隔离、A/D 转换、标度变换、线性化处理等),这称为预处理。必要时还要对测量值进行精确度补偿计算(如汽包水位的压力、温度补偿,蒸汽流量的压力、温度补偿,给水流量、空气流量的温度补偿,热电偶的冷端补偿及线性化等)。然后将处理后的数据通过数据通信网络送到操作员站。在操作员站对获取的数据进行复杂的数据处理(如性能计算,二次参数计算等),最后通过显示器、打印机和硬拷贝机等设备实现显示、打印制表和拷贝功能。同时,建立实时的分布式数据库供运行人员随时调用所需的信息。操作员站还将实时输出报警信息,并给出操作指导,最大限度地满足操作人员的需要。

DAS 一般通过组态可实现显示、操作、记录和管理等功能。它是一个开环的系统,不直接参与对生产过程的控制。

2. 模拟量控制系统和单元机组协调控制系统

模拟量控制是在机组正常运行的工况下,对机组的运行参数进行自动、连续地调节,使之维持在规定的范围内,或按一定的规律变化,以控制机组的运行工况。600MW 机组的模拟量控制系统 (MCS) 的控制项目包括:给水自动控制、燃烧自动控制(包括燃料调节、送风调节和引风调节)、过热器和再热器蒸汽温度调节、汽轮机转速自动控制等。

常规的自动控制系统对锅炉和汽轮机是分别进行控制的,一般汽轮机调节机组的转速

和负荷，锅炉调节主蒸汽压力。从控制角度来观察锅炉和汽轮机，锅炉是一个时间常数较大，变化较慢的对象，而汽轮机是一个时间常数较小，变化较快的对象。随着单元机组容量、电网容量的不断增大，以及对电网调频调峰要求的提高，常规控制系统很难满足火电单元机组既要快速响应负荷变化，又要稳定运行参数这两方面的要求。机组负荷的变化必然反映到机前主蒸汽压力的变化，所以必须将锅炉和汽轮机视为一个统一的控制对象进行协调控制。所谓协调控制是指通过控制回路协调锅炉和汽轮机的工作状态，同时给锅炉和汽轮机控制系统发出指令，以达到快速响应负荷变化的要求，又稳定运行参数（主要是机前压力）的目的。

协调控制系统包括机、炉主控制系统，锅炉的各个自动控制子系统，汽轮机控制系统

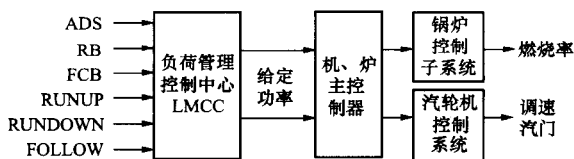


图 1-1 机炉协调控制系统简化框图

系统。机、炉主控制系统是单元机组协调控制系统（CCS）的核心，由负荷管理控制中心（LMCC）和机炉主控制器组成，锅炉各子系统和汽轮机控制系统是 CCS 的执行级。机炉协调控制系统如图 1-1 所示。

负荷管理控制中心的主要任务是确定运行方式，接受和处理负荷指令。CCS 可以无扰地在几种运行方式之间进行切换，以适应机炉不同的工作状态（局部故障、定压运行或滑压运行等），并具有完善的连锁保护，使机组在不超过规定的负荷范围内运行，控制升降负荷速率。

3. 汽轮机数字电液控制系统

汽轮机数字电液控制系统（DEH）具有多种功能，能满足大型机组在各种工况下的要求。DEH 能完成下列任务：

（1）自动检测。完善、可靠、精确的自动检测系统是保证汽轮机安全经济运行的必要条件。高参数、大容量的汽轮机需要检测的参数很多，如汽轮机转速、发电机功率、调节级压力和温度等。特别是汽轮机启停和负荷变化过程中，汽轮机缸体很容易产生较大的温度差和热变形，从而产生较大的热应力，必须进行严密监视，以防越限。

（2）自动保护。当锅炉主、辅机或电力系统出现故障后，一方面能及时发出报警信息，提醒运行人员采取相应的紧急措施，另一方面能遮断汽轮发电机组，保证机组及运行人员的安全，避免事故进一步扩大。大机组汽轮机保护的项目主要有超速保护、低油压保护、低真空保护、轴向位移保护、差胀保护和振动保护等。

（3）自动启停。机组启停时间长，不仅经济损失大，操作员的劳动强度也大。必须实现汽轮机自动启停控制（ATC）。目前，大功率机组多采用机组寿命管理法，根据转子热应力的大小，来确定升/降速的速率。由计算机实现汽轮机自动启停，根据机组运行的进程选择控制策略，既可保证汽轮机安全启停，又可保证汽轮机启停时间最短，减少启动过程的能量损耗，实现最优化启停。

（4）自动调节。汽轮机的自动控制系统在保证机组安全运行的前提下，还必须维护其经济运行。即在额定的功率和转速下工作，提供足够数量的电能，并保证供电质量。所

以, 控制系统除应具有良好的静态和动态特性外, 还应提供灵活多样的控制方式。具体表现在 DEH 除受控于操作员外, 还应能接受 CCS 来的协调信号和电网自动调度系统来的远方遥控命令, 参与电网调频与调峰。

4. 锅炉炉膛安全监控系统

锅炉炉膛安全监控系统 (FSSS) 是大型火电机组自动保护和自动控制系统的一个重要组成部分。其主要功能是保护锅炉炉膛避免发生爆炸事故, 对油、煤燃烧器进行遥控或程控管理, 故也称为锅炉燃烧器管理系统 (BMS)。它是一种将锅炉的燃烧控制系统与安全保护系统融为一体的数字式逻辑控制系统。它既向运行人员提供整个燃烧系统的操作手段, 又可在锅炉运行的各个阶段对其进行连续的监视、报警和保护。

FSSS 在功能上分为燃烧器控制系统和锅炉安全系统两部分。燃烧器控制系统对进行连续的检测和程序控制, 提供远方操作手段, 并为 CCS、厂级计算机和全厂报警系统提供燃烧系统的状态信号。锅炉炉膛安全系统则在锅炉运行包括启停过程的各个阶段中, 预防在锅炉内形成可爆燃的燃料和空气混合物。若发生对设备与人身有危险的故障时, 实施主燃料跳闸 (MFT) 操作, 并提供“首次跳闸原因”的报警信息。闭锁由此跳闸条件引起的其他跳闸条件指示。在 MFT 之后, 仍需维持炉内通风, 进行吹扫, 以清除炉膛及锅炉尾部烟道中的燃、气混合物。在吹扫结束之前, 有关允许条件未满足的情况下, 不允许再送燃料至炉膛, 如果违反安全程序启动设备, 设备将自动停止启动。

FSSS 由控制盘、逻辑系统和现场设备组成。

控制盘安装在集控室的 BTG 盘上, 盘上有启动各种程序的按钮和信号灯 (包括状态信号和反馈信号)。运行人员可在这块操作盘上进行锅炉的启停和正常运行等操作。

逻辑系统是 FSSS 的核心部分, 主要完成大量逻辑运算。它包括总体控制部分及油层控制、煤层控制、火焰探测、电源监视和分配几个部分, 其中, 总体控制部分是 FSSS 的中央管理系统, 接受运行操作盘发出的指令信号及现场输入的状态和反馈信号, 管理所有燃料层控制系统, 并同厂用计算机、CCS 等系统连接。

现场设备主要包括: 高能点火器、反馈装置、检测装置等。

5. 旁路控制系统

汽轮机旁路系统一般分为高压旁路 (高旁) 和低压旁路 (低旁) 两级。高压旁路为过热器出口蒸汽经减温减压后到再热器进口; 低压旁路为再热器出口蒸汽经减温减压后去凝汽器。为了配合锅炉和汽轮机的特定运行规律, 旁路控制系统一般具有以下功能:

- (1) 锅炉启动过程中的汽温、汽压控制, 避免再热器干烧。
- (2) 在锅炉汽压过高时, 减少对空排汽, 避免锅炉超压, 并回收汽、水。
- (3) 配合汽轮机实现中压缸启动和带负荷, 以减少转子在启动过程中的热应力。
- (4) 在发电机甩负荷时, 维持汽轮机空载运行或带厂用电运行, 以便外界故障消除后能及时并网带负荷。

旁路控制系统 (BCS) 的任务就是在旁路系统中实现上述功能时, 自动地控制主蒸汽压力、高旁出口蒸汽及低旁出口蒸汽的压力和温度。在正常情况下, 它将按固定值或可变值调节旁路系统蒸汽的压力和温度; 在异常情况下, 它将起保护作用, 快速开启旁路阀