

高等学校教材



热工控制设计简明手册

上海电力学院 王志祥 朱祖涛 合编

内 容 提 要

本手册是为生产过程自动化、热工计量测试专业的学生学习和进行课程设计、毕业设计而编写的,内容包括热工控制设计概论、分散控制系统、数据采集系统、机组协调控制系统、锅炉安全监控系统、汽轮机电液控制系统、汽轮机监视保护仪表、旁路控制系统、程序控制系统、联锁保护、报警及常规控制仪表系统等。

本手册也可供电力、化工、冶金等其他工业部门生产过程自动化设计选型及有关人员学习参考使用。

高等学校教材

热工控制设计简明手册

上海电力学院 王志祥 朱祖涛 合编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京市京东印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 12.25印张 273千字

1995年11月第一版 1995年11月北京第一次印刷

印数 0001—2470册

ISBN 7-120-02352-7/TK·339

定价 9.60元

前 言

为了加快我国电力建设步伐,促进国民经济发展,国家有计划、有重点地从国外引进一批先进的大容量火电机组。通过技术引进和消化吸收,使我国的大型火电设备的制造技术和自动控制水平有了迅速发展。

目前国内火电厂的仪表及控制系统品种繁多,“七五”期间,仅分散控制系统就引进了42套,约11种机型。国产机组采用的计算机除进口计算机和分散控制系统外,机型已达14种之多。在火电机组自动控制系统迅速发展的今天,急需一本反映当今火电机组自动控制应用情况的简明手册,以便生产过程自动化专业的学生进行课程设计或毕业设计时使用,同时也可供设计院的专业人员进行设计时作选型参考,还可作为电厂热工自动化工作人员的培训教材。

本手册对数据采集、锅炉机组自动控制、汽轮机组自动控制、联锁保护、报警系统及常规控制仪表等自动化系统的设计及技术性能作了较系统的综述,汇集了有关的图表及技术数据。由于本书篇幅有限,新技术、新设备日新月异,编者掌握的资料不齐,因而本书涉及的内容仅是目前国内大型火电机组的典型控制系统。这些系统还在不断完善、改进和提高之中。因此,在使用本手册时,应密切结合当时设备的具体情况,灵活参照运用。

本书编写过程中,得到电力部科学技术委员会委员、中国自动化学会工程设计委员会主任委员李子连(教授级)高级工程师的精心指导,认真仔细地审阅了全部书稿,提出了改进意见并由他担任本书主审;华东电力设计院邹金昌高级工程师审阅了部分书稿;上海电力学院谢冰贞副教授为本书做了不少具体工作;在此一并表示衷心感谢!

本书的第三章和第四章第一节由朱祖涛高级工程师编写,王志祥高级工程师编写了其他章节并负责全书统稿。

由于编者水平有限,掌握资料不多,编写时间仓促,缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1992年9月

目 录

前 言	
第一章 热工控制设计概论	1
第一节 设计任务和设计依据	1
一、设计任务；二、设计依据	
第二节 设计步骤和设计范围	1
一、设计步骤；二、热工控制设计范围	
第三节 控制水平和控制模式	5
一、控制水平；二、控制模式	
第四节 控制室和控制盘的设计	8
一、控制室设计；二、控制盘结构；三、盘面设计；四、采用计算机辅助设计（CAD）进行控制盘设计	
第二章 分散控制系统	17
第一节 一般概念	17
一、分散控制系统的特点；二、分散控制系统发展展望；三、我国发展分散控制系统的情况	
第二节 分散控制系统的组成及功能	20
一、基本组成；二、基本功能	
第三节 数据通信系统	23
一、通信方式；二、通信网络的结构形式；三、通信协议；四、通信网络的技术性能	
第四节 分散控制系统的可靠性	25
一、系统的可靠性；二、提高可靠性的措施	
第五节 分散控制系统的评估与选型	27
一、分散控制系统的评估；二、分散控制系统的选型	
第六节 分散控制系统应用实例	30
一、WDPF 在国产 300MW 机组上的应用；二、N-90 在引进 600MW 机组上的应用	
第三章 数据采集系统	33
第一节 概述	33
第二节 数据采集系统的功能	33
一、数据采集与输出；二、一次参数处理；三、二次参数计算及性能计算；四、开关量输入处理；五、 屏幕显示；六、制表打印；七、运行操作指导；八、人一机联系；九、数字钟；十、报警处理；十一、历史数 据存储与索取；十二、自诊断	
第三节 硬件配置	42
一、制造厂成套提供的硬件范围；二、中央处理单元（CPU）；三、主存储器；四、辅助存储器；五、过程 通道；六、人一机联系站；七、打印机	
第四节 软件	47
一、系统软件；二、支撑软件；三、应用程序；四、软件系统其他要求	
第五节 应用实例	48

一、系统组成；二、功能和用途；三、通用监控软件包 PMCS 简介	
第四章 锅炉机组的自动控制系统	52
第一节 机组协调控制系统	52
一、协调控制系统的任务及组成；二、单元机组主控系统；三、燃烧控制系统；四、给水控制系统；	
五、汽温控制系统；六、协调控制系统实例	
第二节 锅炉炉膛安全监控系统	69
一、概述；二、炉膛安全监控系统的组成；三、炉膛安全监控系统举例；四、炉膛安全监控系统的选型问题	
第五章 汽轮机组自动控制系统	84
第一节 汽轮机数字电液调节系统	84
一、概述；二、DEH (MEH) 的系统构成；三、DEH (MEH) 的基本功能；四、应用举例；五、汽轮机电液调节系统的选型问题	
第二节 汽轮机监视仪表系统	95
一、概述；二、BN 公司的 TSI；三、Philips 公司的 RMS700；四、国产汽轮机监视仪表；五、汽轮发电机组状态监视记忆装置的技术要求	
第三节 旁路控制系统	105
一、概述；二、苏尔寿公司旁路系统；三、西门子公司旁路系统；四、国产旁路系统	
第四节 汽轮机进水保护	110
一、汽轮机进水的水源；二、防止汽轮机进水的设计原则；三、运行要求；四、汽轮机进水诊断技术的发展	
第六章 程序控制系统	113
第一节 概述	113
一、采用程序控制的原则；二、程序控制的应用范围	
第二节 程序控制器	114
一、简易顺序控制器；二、可编程程序控制器	
第三节 程序控制系统实例	121
一、化学水处理程序控制系统；二、锅炉定期排污程序控制系统；三、输煤程序控制系统；四、分散控制型顺序控制系统	
第四节 机组自启停控制系统	130
一、概述；二、机组自启停方式	
第七章 联锁和报警系统	134
第一节 联锁控制系统	134
一、联锁控制概述；二、锅炉辅机联锁控制；三、汽轮机辅机联锁控制；四、机炉联锁保护；五、炉机电大联锁保护	
第二节 报警系统	138
一、报警系统概述；二、XXS-87 型闪光报警器；三、AN 系列闪光报警器；四、AN-P 系列闪光报警器；五、报警系统	
第三节 其他辅助控制系统简介	148
一、凝结水处理系统；二、锅炉加药控制系统；三、循环水加氯系统；四、汽水分析监视；五、工业废水处理系统；六、除灰除渣系统；七、采暖通风控制系统；八、烟气监测系统；九、消防控制系统	
第八章 常规控制仪表	152

第一节 二位式控制器	152
一、压力控制器；二、差压控制器；三、温度控制器；四、主要产品及技术参数	
第二节 电容式变送器	156
一、1151 变送器的用途和原理；二、1151 变送器的主要技术性能；三、3051C 智能式变送器	
第三节 电动单元组合仪表	160
一、DDZ-Ⅰ型仪表；二、DDZ-Ⅱ型仪表；三、DDZ-S 型仪表	
第四节 数字调节仪表	164
一、概述；二、国内数字调节仪表的生产情况；三、数字调节仪表举例	
附录一 300MW、600MW 机组主要工艺系统检测项目	172
附录二 国内大型火电机组引进自控仪表及装置一览表	180
附录三 文字代号和图形符号	182
附录四 工程设计图实例	185
附录五 热工常用计量单位换算关系	187
参考文献	188

第一章 热工控制设计概论

电力工业的发展速度将直接影响工农业生产的发展和人民生活水平的提高,电力建设的设计质量将关系到电力设备的施工、安装、调试和机组的安全、经济运行。火电机组的热工自动控制是保障设备安全、提高机组经济性、减轻劳动强度、改善劳动条件的重要措施。火力发电厂的热工自动化设计应满足发电厂安全、经济运行的要求,并积极慎重地采用国内外先进技术,使我国火电厂的自动控制水平不断提高。

第一节 设计任务和设计依据

一、设计任务

火力发电厂的设计任务一般由中央电力主管部门下达,小型火电机组也可以由地方的电管局一级下达,所有这些设计任务一般都要经过国家计委的批准。所下达的设计任务有时称为勘测设计任务,需要经过地质、水文等勘测,确定建厂条件是否适宜。厂址选择和机组容量选择是勘测设计中的首要任务。这些工作一般以电力设计院为主,在地方和筹建单位的协助下进行,由设计院提出详尽的选厂报告,经上级单位审核并报国家计委批准后,由上级主管单位下达设计任务书。

设计任务书的内容包括燃煤煤种、水源、厂址、运输、道路、机组选择、发电厂近期容量和最终容量、建设标准等。

二、设计依据

《火力发电厂设计技术规程》、《火力发电厂热工自动化设计技术规定》等是我国火电机组设计的依据。机组的热工自动化应以保证机组的安全、经济运行,减少事故,提高设备(系统)效率,降低煤耗和厂用电率为主要目的。同时,要为减轻运行人员的劳动强度、改善运行环境创造必要的条件。

近年来,我国通过不同途径先后引进了世界上较先进的发电设备及控制装置。热工控制设计应在总结近年来有关机组的设计、施工和运行经验的基础上,吸取国外的先进设计经验和方法,根据国内主、辅设备的可控性及自动化装置的可靠性,提出适合我国国情的机组自动化方案。通过方案优选,确定系统、设备和建设标准,在今后几年内相对稳定不变,以达到加快设计进度,保证设计质量,控制工程造价的目的。

第二节 设计步骤和设计范围

一、设计步骤

火电厂的设计一般分为可行性研究、初步设计、施工图设计等阶段。

1. 可行性研究

为了尽快扭转电力紧张的局面，国家采取优先发展能源工业的方针。在国家下达建厂任务后，应首先进行可行性研究，组织电力勘测设计院的技术力量和外单位的专业技术力量，进行大范围、多地区、多方案的选厂。

在选厂地区，所有地段与建厂有关的情况调查清楚和勘测完成后，提出多种方案，再进行技术经济比较。各专业单项工程提出专题报告，如天文气象、地震烈度、环境影响、可供水量、水陆交通、投资估算、经济效益等分析报告。在此基础上选定最优推荐厂址，供上级部门审核。对热控专业来说主要是确定自动化水平和估算投资。

上级部门对建厂方案确定后，就着手进行电厂设计。电厂设计主要是设备选型、设备布置及系统连接等。应力求选择最佳方案以获得最佳经济效益和社会效益。一个电厂设计水平的高低，很大程度上取决于设备水平。因此，必须抓好电厂设备的选型、定型和系统化工作。

2. 初步设计

根据上级主管单位下达的设计任务书编制初步设计文件。热工控制专业应考虑以下问题并表达在初步设计文件中。

(1) 研究主、辅机的可控条件，研究火电厂的热力系统、燃烧系统和各项辅助工艺系统；

(2) 确定控制方式和控制水平；

(3) 确定热工检测、控制、保护和报警系统；

(4) 作出热工控制设备的选型意见，并作出主要系统方案图；

(5) 与有关专业商定集中控制室、电子设备室的位置，绘制控制布置图；

(6) 确定电缆、导压管在主厂房内的主通道；

(7) 确定热工实验室的面积和内部设备；

(8) 编写设计说明书；

(9) 提出投资估算。

初步设计经上级主管部门审核批准后生效，是施工图设计的主要依据。

3. 施工图设计

施工图设计一般分为三个阶段，即准备工作阶段、司令图工作阶段和编制施工详图阶段。

(1) 准备工作阶段

施工图设计开始前必须取得以下各方面的资料：

① 初步设计文件及上级审批意见。

② 锅炉、汽轮机、发电机等设备制造厂的原始资料，包括这些主设备的技术特性及型号规范，随同主设备配套供应的专用控制、保护、仪表的设备资料及供货清单，如锅炉安全门、汽轮机本体监视保护装置等，本体测点布置图，与热工控制设计有关的本体结构图纸及有关说明书。

③ 发电厂热力系统图、锅炉燃烧系统图、制粉系统图、输煤及除灰渣系统图、化学水

处理系统图，以及上述图纸中管道的管径、管道内介质的热工参数等。

④ 各辅机的规范、技术特性和随机配套的控制设备资料、供货清单和使用说明书。

⑤ 主、辅机制造厂的技术协议书和新产品试制技术协议书等。

如果是扩建工程，则还需收集老厂的资料。如：

① 老厂炉、机、电的控制方式及布置型式；

② 老厂热力系统、燃烧系统、主辅机设备概况；

③ 老厂自动化水平，热工控制设备的选型及运行情况；

④ 老厂电源和气源情况；

⑤ 老厂热工试验室情况（位置、面积、仪器设备的配置和人员的配备）；

⑥ 老厂在运行中的主要问题及对本期工程的期望。

(2) 司令图工作阶段

司令图是施工图设计的重要环节，它是组织各专业协调工作，专业间相互配合的关键图纸。司令图包括以下图纸：

① 控制室平面布置图；

② 热控总电源配置系统图；

③ 锅炉汽水热工测量、控制系统图；

④ 锅炉风烟热工测量、控制系统图；

⑤ 制粉系统热工测量、控制系统图；

⑥ 汽轮机热工测量、控制系统图；

⑦ 发电机氢、水、油热工测量、控制系统图；

⑧ 控制设备清册；

⑨ 计算机系统硬件配置图；

⑩ 锅炉控制盘（台）正面布置图；

⑪ 汽轮机控制盘（台）正面布置图；

⑫ 除氧、给水盘（台）正面布置图；

（若为集中控制的单元机组，则⑩～⑫为“炉机控制盘（台）布置图”）

⑬ 保护及联锁系统框图；

⑭ 自动调节系统框图，程序控制系统框图；

⑮ 各种有关计算工作。

(3) 编制施工详图阶段

司令图阶段设计任务完成，并经过讨论决定后接着就编制施工详图。编制次序为：

① 完善司令图使之达到施工图深度；

② 编制各种原理及单元接线图；

③ 编制盘（台）内部接线图；

④ 编制端子排出线图；

⑤ 编制电缆清册、导管、阀门清册；

⑥ 编制电缆、导管、阀门及附件等材料汇总表。

上述图纸应按《火力发电厂施工图设计成品内容深度规定》进行编制。

图 1-1 为施工图设计工序框图。

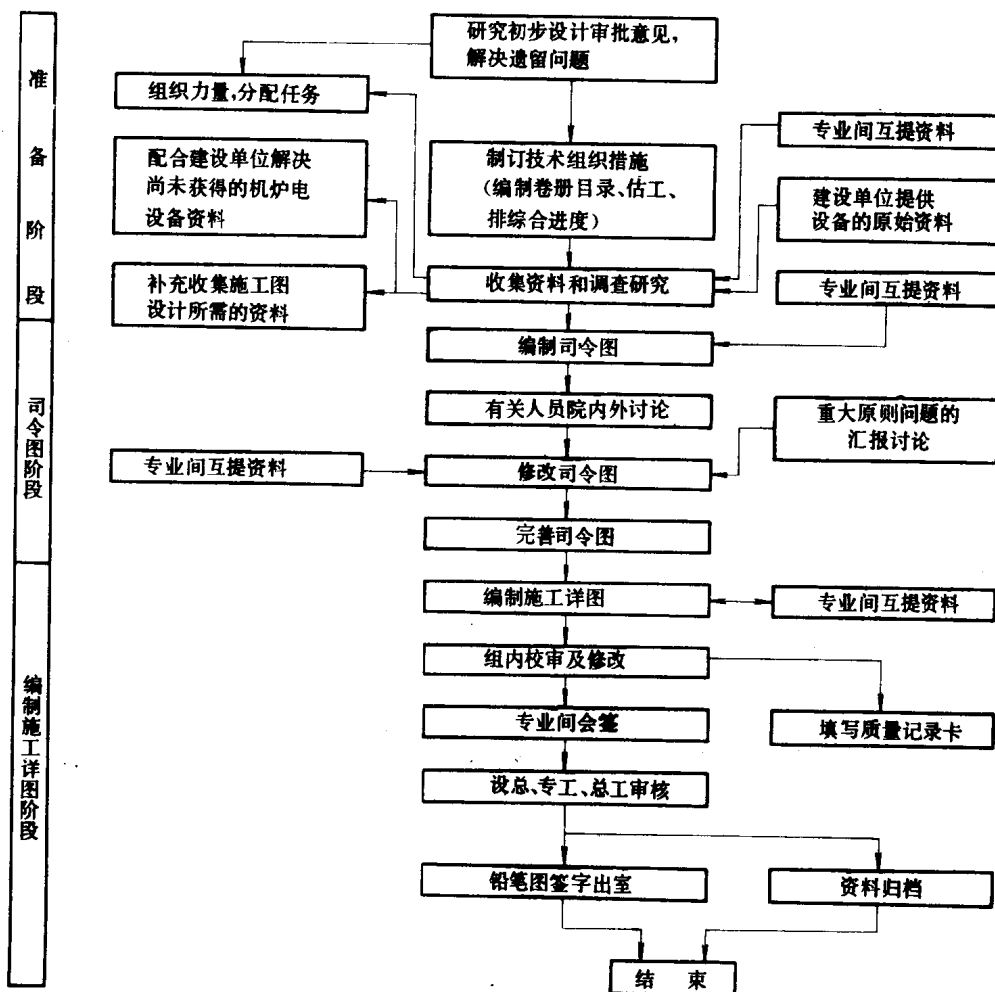


图 1-1 施工图设计工序框图

二、热工控制设计范围

热工控制设计的范围是指设计所涉及的对象，包括热力系统、设备及其有关辅助系统、和设备，在有关的系统及设备上设计必要的检测 (monitor)、报警 (alarm)、控制 (control) 和保护 (protection) 装置，使其构成完善的热工监控系统，以确保机组的正常启停、运行及事故处理。

大型火电机组的热工控制设计一般应包括以下几个方面的设计：

1. 主机控制系统设计

包括：

- (1) 数据采集系统；
- (2) 机组协调控制系统；

- (3) 锅炉安全监控系统;
- (4) 汽轮机电液调节系统;
- (5) 机组旁路控制系统;
- (6) 机组联锁保护系统;
- (7) 自动报警系统等。

2. 电厂辅助设备控制系统设计

包括送风机、引风机、一次风机、磨煤机、给煤机、皮带机、堆取料机、凝结水泵、低压加热器、除氧器、给水泵、高压加热器、循环水泵等设备的控制系统设计。还包括锅炉补给水处理、循环水处理、凝结水处理、化学加药、汽水取样、输煤系统、除灰除渣系统、暖通系统、消防系统等控制系统设计。

根据设计院的分工不同,有的系统划归电气专业设计(如输煤系统)。

3. 环境保护装置控制系统设计

包括废水处理、电气除尘器、烟气监测系统、大气污染监测系统等的监测和控制设计。

4. 控制室及其他设计

包括控制室、控制盘(台)、就地盘、电子设备室、热工试验室等设计。

第三节 控制水平和控制模式

一、控制水平

随着机组容量不断增大,系统越来越复杂,自动控制水平也不断提高,从早期的手动控制发展到现在的自动控制,从就地控制发展到集中控制。现代化大型机组的自动控制水平应考虑以下几个方面:

1. 炉机电集中控制

运行人员在集中控制室内实现单元机组的启停和正常运行。过去,运行人员通过指示和记录仪表进行操作;现在,大型火电机组普遍采用分散控制系统,采用大屏幕显示,高分辨率的 CRT 监视操作,从而将复杂的机组运行参数集中处理并以图表、文字形式实时显示,为运行人员提供操作指导。

2. 减少机组运行人员

现代化单元机组的运行一般由一人负责,配备两名助手,在现场少数人员的协助下,对机组实现启动、停运和正常运行的监视和控制。

3. 可靠的仪表控制系统

仪表控制系统的设计应满足整个机组的安全和经济运行,应能满足各种运行工况的需要:

- ① 机组的启动、停运;
 - ② 对主、辅设备和系统的监视、控制及参数调整;
 - ③ 机组正常运行时的自动控制和事故状态时的自动处理故障。
4. 提高机组自动控制的可用率

为了保证机组的安全、经济运行，首先应保证自动控制装置的可靠性。一般要求自动控制系统的可用率 $>99.5\%$ ，平均无故障时间 $MTBF>10000h$ 。

当然，自动控制水平的提高，除了采用先进的自动控制装置外，更重要的是对运行人员和维修人员的技术水平提出了更高的要求。

二、控制模式

大型火电机组的控制模式可分为两类：一类是数据采集与模拟控制系统的模式；另一类是分散（分布）控制系统的模式。我国 80 年代早期引进的大型机组控制模式为前者，后来引进机组的控制模式大都为后者。

1. 数据采集与模拟控制系统模式

50 年代末至 70 年代中后期，国外火电站的自动控制系统通常采用小型计算机实现数据采集和运行监视，而采用模拟组装仪表实现闭环控制。这种控制模式称为“数据采集+模拟控制”模式。我国 80 年代从国外引进自动控制装置的石横电厂 300MW 机组和平圩电厂 600MW 机组是按美国 Ebasco 标准设计的，设计标准较高，控制系统较复杂，属于“数据采集与模拟控制系统”的模式。汉川电厂及国内设计的 300MW 机组基本上也是这个模式。

图 1-2 为数据采集与模拟控制系统模式框图。整个热工控制系统由以下几个部分组成，它们是：炉膛安全监控系统（FSSS）、机组协调控制系统（CCS）、旁路控制系统（BPC）、汽轮机监视仪表（TSI）、汽轮机数字电液调节系统（DEH）、汽动给水泵电液调节系统（MEH）、辅机程控系统（PLC）、自动报警系统（AN）、发电机监视保护系统及监控计算机系统（也称厂级监视结果计算机，MARC）等组成。各子系统充分发挥各自的纵向控制功能，系统之间又有一定的横向联系，并通过炉机电控制盘（BTG 盘）将锅炉、汽轮机、发电机以及主要辅助设备的控制系统有机地联系起来，构成一个完整的自动控制系统。

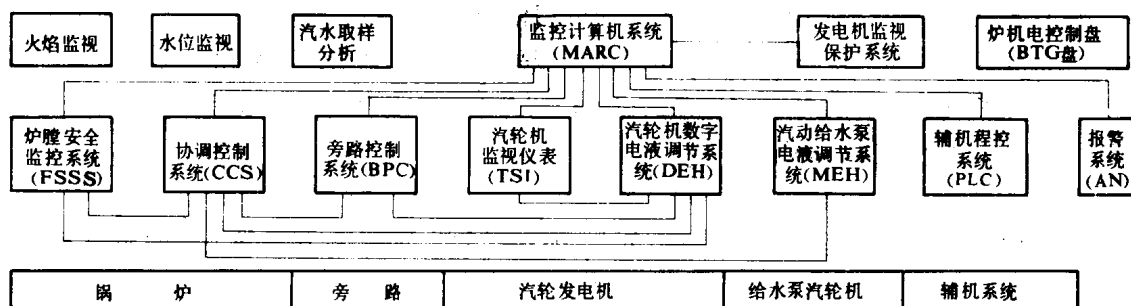


图 1-2 数据采集与模拟控制系统模式框图

厂级监视结果计算机（MARC）是一台实时多通道程序计算机系统，它能连续地处理整个机组的全部重要的模拟量、开关量和脉冲量等输入信号，提供过程画面、趋势曲线、报警诊断、事故追忆、报表打印、在线进行性能计算和汽轮机寿命计算等。

在 BTG 盘上对重要参数还设有模拟指示表，有些重要参数还配有记录仪表，不需要经常监视的参数在 MARC 计算机的 CRT 上显示。电视摄像系统的显示器分别监视锅炉炉膛

火焰和汽包的水位。

一般情况下，运行人员在 BTG 盘上进行操作监视，班长在专门的操作站上监视，每个操作站有两个 CRT 显示器。另外还有一个值长操作站，有一个 CRT 显示器。

石横、平圩电厂的自动控制设备大部分由国外的四家公司引进，这些主要控制装置如表 1-1 所示。

表 1-1 石横、平圩电厂引进的主要控制装置

控制系统 控制装置	监控计算机系统 (MARC)	机组协调控制系统 (CCS)	锅炉安全监控系统 (FSSS)	数字电液调节系统 (DEH)	旁路控制系统 (BPC)
制造公司	美国 Foxboro 公司	美国 Foxboro 公司	美国 CE 公司	美国 WH 公司	瑞士 Sulzer
型 号	FOX I/A	SPEC-200	CE	DEH- I	AV5

2. 分散控制系统模式

80 年代初，由于微处理机技术、通信技术、CRT 显示技术和控制技术的迅速发展，电厂开始采用分散控制系统。它能较好地适应锅炉、汽轮机、发电机以及相应辅机的安装位置分散、功能分开的特点，同时又能满足在集控室集中显示和管理的要求，因而称为分散（分布）控制系统（distributed control system, DCS）。

图 1-3 为分散控制系统模式框图。

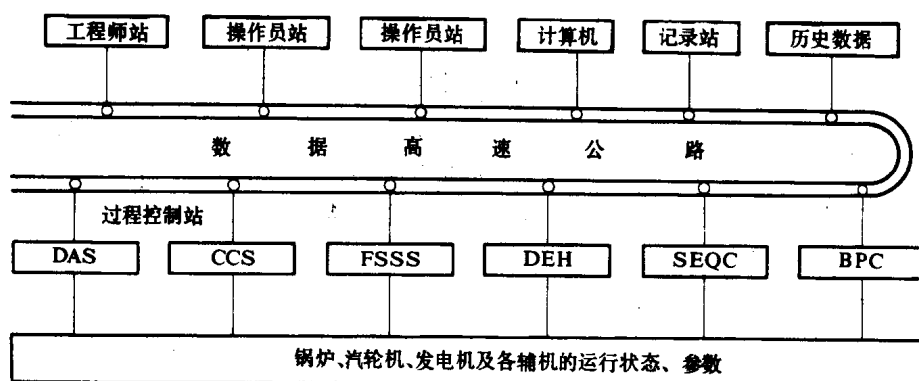


图 1-3 分散控制系统模式框图

DCS 的控制功能通常包括数据采集系统（DAS）、机组协调控制系统（CCS）、锅炉炉膛安全监控系统（FSSS）、汽轮机数字电液调节系统（DEH）、顺序控制系统（SEQC）和旁路控制系统（BPC）。DCS 可根据控制要求和机组的具体情况，由电力设计院和电厂用户来确定。如 DCS 只包括 DAS、CCS、SEQC，而 FSSS、DEH、BPC 等分别由锅炉厂和汽轮机厂单独供货，但它们应与 DCS 联网。

图 1-3 的上层配置着程序计算机，执行 DAS 的数据采集处理及生产管理等任务，在机组操作盘上配置了工程师站和多台操作员站。工程师站为系统的开发、编制和维护提供了所需要的所有软件和硬件设备。操作员站通过多台 CRT，显示各种图表、菜单、变化趋势、

报警、矢量图等，为运行人员提供报警、打印、启动曲线、趋势显示、模拟图显示、事故追忆和效率计算等。

记录站由若干打印机组成，供各种打印记录。历史数据站通过高速公路获取各种数据，供数据存储和档案检索。

各过程控制站、程序计算机、工程师站和操作员站等都挂接在数据高速公路上，进行数据通信。因此，DCS 在功能上是“分散控制、集中操作管理”，在结构上是“横向分散、纵向分级”的控制。分散控制系统模式与数据采集+模拟控制系统模式的主要区别是：

(1) 整个系统的监控和处理功能分散在各个站中，系统既可实现功能分散，又可实现地理位置的分散，每个站共享系统的资源，因而 DCS 具有更优越的监控功能；

(2) 具有选型单一的标准硬件模块和各种标准的控制、处理软件功能块，使 DCS 组态非常灵活，I/O 组件的增减比较方便；

(3) 具有标准的算法和面向问题的软件，系统功能的建立、调整、修改都更为方便；

(4) DCS 的全微机化和总体结构的整体化，不仅避免了数据采集与模拟控制系统模式的各子系统之间的功能重叠，消除了各子系统控制方式上的差异，而且使整个机组联系起来进行综合处理，提高了控制的质量；

(5) DCS 将诸多功能用软件实现，从而减少了硬件品种，便于维修和使用。

总之，DCS 控制模式不论在系统结构、技术性能和安全可靠方面，还是投资、安装、调试方面均比数据采集与模拟控制系统模式更优越。因此，分散控制系统模式必将在我国大型火电机组自动化系统中得到越来越广泛的应用。

第四节 控制室和控制盘的设计

现代化大型火电机组均采用单元机组和炉机电的集中控制方式，其控制室则是电站指挥控制中心，控制盘和操作台则是运行人员对机组进行集中监视、操作、控制和运行管理的核心设备。

一、控制室设计

控制楼一般由集中控制室、计算机室和电子设备室等组成。集中控制室是整个机组的运行管理中心，计算机室是根据计算机制造厂的特殊要求而设立的，电子设备室一般放置了机组的主要控制装置，如 DAS、CCS、FSSS、DEH、BPC 等电子控制装置。

1. 控制机组台数

每个集中控制室控制单元机组的台数取决于电厂总装机台数和设计时的总体规划。一个控制室控制一台机组、两台机组或更多机组，这需要作技术经济比较。

控制室的面积取决于控制室内控制盘(台)的面积及控制室的布置方式。表 1-2 为部分单元机组集中控制室的控制机组台数及控制室面积。

由表 1-2 可见，国外进口机组绝大多数为一个控制室控制两台机组，而国产机组既有一个控制室控制两台机组，也有控制一台机组的。随着我国电厂自动化水平和管理水平的提高，两台机组在一个控制室内控制的优越性将越来越明显，逐步受到运行人员的欢迎。

表 1-2

部分单元机组集中控制室

电 厂 名 称	机组容量 (MW)	控制机组台数	控制室面积 (m ²)	备 注
石洞口一厂	1×300	一台	250	国产机组
望亭电厂	1×300	一台	288	国产机组
陡河电厂	2×250	两台	390	日本进口机组
大港电厂	2×320	两台	400	意大利进口机组
元宝山电厂	1×300	一台	340	法国进口机组
宝钢电厂	2×350	两台	418	日本进口机组
平圩电厂	2×600	两台	400	国产机组
石横电厂	2×300	两台	363	国产机组
南通电厂	2×350	两台	360	美国等进口机组
福州电厂	2×350	两台	440	日本进口机组

图 1-4 为某电厂引进 2×350MW 机组在一个集中控制室控制两台机组的平面布置图。两台机组的锅炉由加拿大 B&W 公司引进, 汽轮发电机组由美国 GE 公司引进, 主机控制采用贝利 (Bailey) 公司的 Network-90 (简称 N-90) 分散控制系统。

集中控制室采用大厅式布置, BTG 主盘面对面布置, 以炉、机、电顺序排列。N-90 的

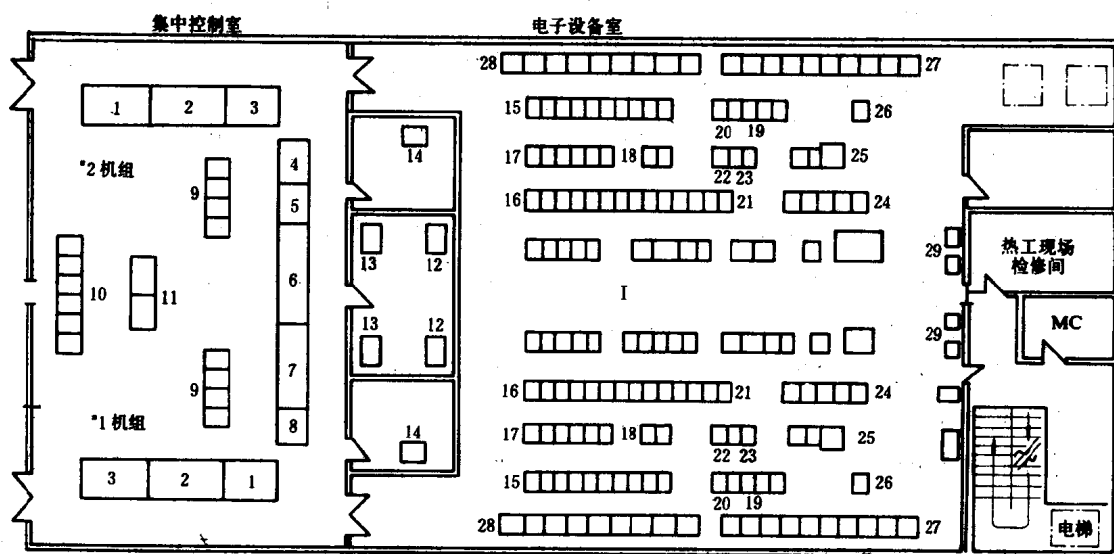


图 1-4 集中控制室和电子设备室布置图

1—BTG 盘 (炉); 2—BTG 盘 (炉及回热系统); 3—BTG 盘 (汽轮发电机组); 4—BTG 盘 (热控公用盘); 5—BTG 盘 (全厂火灾报警); 6—BTG 盘 (电气); 7—BTG 盘 (网控); 8—备用; 9—管理命令系统 (MCS); 10—打印机 (各 3 台); 11—电气及网控运行人员操作台; 12—网控 (SCADA); 13—汽轮机热工性能监视器 (TPM); 14—工程师操作站; 15—闭环控制柜; 16—开环控制柜及跳闸保护柜; 17—燃烧器管理系统柜; 18—报警系统柜; 19—数据采集柜; 20—事件顺序记录柜; 21—汽轮机自启停柜; 22—N-90 电源柜; 23—旁路控制柜; 24—汽轮机数字电液调节柜; 25—给水泵汽轮机监视仪表柜; 26—热工性能监测柜; 27—锅炉中间端子柜;

28—汽轮机中间端子柜; 29—烟气氧量分析仪

注: 其他表盘为电气、空调、消防等系统柜。

管理命令系统（MCS）布置在两侧，后面布置了热控公用盘、火灾报警盘、电气盘和网控盘。集中控制室后面布置了电子设备室（有的电厂的电子设备室布置在集中控制室的下面）。

电子设备室内布置了中间端子柜、闭环控制柜、开环控制柜、跳闸保护柜、燃烧器管理系统柜、报警系统柜、数据采集柜、事件顺序记录柜、汽轮机自启停柜、N-90 电源柜、旁路控制柜、汽轮机数字电液调节柜、汽轮机监视仪表柜和给水泵汽轮机监视仪表柜等。

2. 集中控制室的设计要求

集中控制室的设计要求可概括为以下几点：

(1) 单元机组集中控制室一般布置在锅炉和汽轮机之间的适中位置或集中控制楼内，便于运行人员正常巡视和事故处理。

(2) 控制盘（台）的运行场地，应满足运行人员工作方便和交接班的需要。集中控制室的盘（台）前，还应考虑通信台和值班长的工作场地。控制室的盘后面积，除满足设备的布置要求外，还应满足设备的维护、检修、调试和通行的要求。

(3) 控制室的净空高度、室内布置、顶棚、墙壁、地面和照明等力求美观实用、色彩协调、风格一致，为运行人员创造一个良好的运行环境。集中控制室的净空高度宜为 3.2～3.6m。

(4) 集中控制室内两台机组的控制盘（台）并列布置时，控制台正面与墙之间的平均距离宜不小于 7m，两台单元机组的控制盘面对面布置时，控制台正面之间的平均距离宜不小于 10m。控制室内只控制一台机组时，控制台正面与墙之间的平均距离不小于 6m。

(5) 集中控制室及电子设备室，应有良好的空调、照明、隔音、隔热、防尘、防震和屏蔽等措施。

(6) 控制室内各盘应分成主盘和辅盘，便于运行人员集中监视和控制。

(7) 一个控制室控制两台机组时，炉机电（BTG）控制盘应采用顺序布置，以便运行人员管理，防止误操作和便于运行人员培训。

(8) 集中控制室应有两个以上的出入口。控制室附近应有至电缆夹层的通道。

二、控制盘结构

集中控制室的锅炉、汽轮机、发电机控制盘，简称 BTG (boiler, turbine and generator) 盘。

引进机组 BTG 盘的盘体结构都为角钢框架结构，所有壳板都直接焊在框架上，凡安装设备的面板均采用 4～5mm 钢板，盘宽可达 6m（超宽型仪表盘），能满足防震、防尘、防水等要求。

国内生产的 BTG 盘（台）按结构型式划分，定型生产的盘、台、箱主要有屏式控制盘、框架式控制盘、柜式控制盘、独立控制台和小型控制箱。其中屏式、框架式和柜式控制盘除基型外，还有带外照明的产品；框架式和柜式控制盘还有带附接控制台的产品；柜式控制盘又分为后开门和侧开门两种。屏式和框架式控制盘为敞开式结构，一般用于较洁净的控制室内，其余均为封闭式结构，具有防护保安的特点，安装地点不受限制。

控制盘（台）按盘面宽度来分，可以分为通用型和超宽型两种。

1. 通用型控制盘 (台)

(1) 热工控制盘的型号命名

热工控制盘的型号, 由三小节与附加代号组成, 节与节之间用一短横线分开, 第一节用大写汉语拼音字母, 表示产品的类型; 第二节用阿拉伯数字, 表示产品的结构特征; 第三节表示产品的外形尺寸。控制盘的类型、结构特征和附加代号的含义如表 1-3 所示。

表 1-3 控制盘的类型、结构特征和附加代号的含义

类型及 结构特征	第 一 位		第 二 位		第 三 位	
	代 号	含 义	代 号	含 义	代 号	含 义
类 型	K	热工控制盘	A	通道式控制盘	D	带外照明
			G	柜式控制盘	T	带控制台
			K	框架式控制盘	F	带外照明及控制台
			P	屏式控制盘	D	带外照明
			N	半模拟盘	F	半模拟盘封板
			M	屏 门	Z	左屏门
					Y	右屏门
			C	侧 板		
			J	角接板	030	30°接角
					045	45°接角
					060	60°接角
结 构 特 征	1	左侧开门	1	右侧开门	1	后开门
	2	左侧封闭	2	右侧封闭	2	前开门
	3	左侧敞开	3	右侧敞开	3	前、后开门
	4	左侧带边框	4	右侧带边框		
附 加 代 号	A	通道式控制盘的附属装置				
	J	角钢结构的柜、框、屏式控制盘及附属装置				
	L	通道盘的侧门是拉门结构				
	F ₀₁	适用于电厂锅炉、汽轮机、发电机集中控制的通道式控制盘				
	F ₀₂	带控制台及前倾半模拟盘的通道式控制盘				

热工控制盘的表示方式如下:

例 KGF-321-2100×900×1200 表示为带外照明控制台的柜式控制盘, 左侧敞开, 右