

超(超)临界火电机组检修技术丛书

热工控制设备检修

柴 彤 张 磊 周长龙
片秀红 王 亮 陆 强 合编
赵学良 杜海涛 彭 涛
张东风 主审

新机组

新材料

新工艺

新技术



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

超(超)临界火电机組检修技术丛书

热工控制设备检修

柴 彤	张 磊	周长龙	
片秀红	王 亮	陆 强	合编
赵学良	杜海涛	彭 涛	
		张东风	主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《超(超)临界火电机组检修技术丛书》的一个分册。

本书主要讲述了热工控制设备检修基础、热工测量仪表检修、热工控制机构检修、热工控制系统检修、程序控制系统检修、热工监测与监视系统检修、热工控制系统调试、热工控制设备安装工艺等内容。书中全面、详细地分析了热工控制设备的检修、安装及其要求,并适当加入了自动调节系统调试的内容,突出了培养岗位职业能力所必备的专业知识和专业技能,全书编排紧凑、内容新颖、实用性强。

本书可作为火力发电厂生产现场的技术人员和热工自动装置检修人员的岗位培训教材,也可作为新入厂职工上岗培训的学习资料。

图书在版编目(CIP)数据

热工控制设备检修/柴彤等编. —北京:中国电力出版社,
2011.11

(超(超)临界火电机组检修技术丛书)

ISBN 978-7-5123-2410-7

I. ①热… II. ①柴… III. ①火电厂-热力工程-自动控制设备-检修 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 245707 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 月第一版 2012 年 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.25 印张 424 千字

印数 0001—0000 定价 0.00 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

超(超)临界火电机組检修技术丛书

编 委 会

主 任：张效胜

副主任：张 伟 王焕金

编 委：张 华 刘继则 马明理

主 编：张 磊

参 编（按姓氏笔画排列）：

于龙根	王德坚	王丽娜	王 亮	片秀红	代云修
吕富周	张立华	张 伟（华电）	张东风	沈思雯	
陆 强	杨立久	李 诚	杜海涛	陈 媛	单志桢
单汝钢	周长龙	赵学良	柴 彤	徐鹤飞	徐坊降
高洪雨	黄东安	彭 涛	满清华	廉根宽	雷 亮
潘 淙					

前 言

随着火力发电技术的发展,单机容量为 600MW 和 1000MW 的超临界和超超临界火电机组正迅速成为新建火力发电厂的主力型机组。这些新机组投产运营后,由于单机容量增大和新技术的应用,对设备的检修工艺和管理体制提出了新的要求。科学的检修工艺和管理体制将为设备安全、稳定、长周期运行提供可靠的技术和管理保障。根据当前技术人员对超(超)临界火电机组检修技术的迫切需求,作者有针对性地编写了《超(超)临界火电机组检修技术丛书》。本丛书共分五个分册,分别是《锅炉设备检修》、《汽轮机设备检修》、《电气设备检修》、《热工控制设备检修》、《辅助设备检修》。

本丛书由山东省电力学校张效胜担任编委会主任,张伟和王焕金担任编委会副主任。全套丛书由山东省电力学校张磊组织编写和统稿。

本丛书可作为超(超)临界火电机组生产运行、检修维护人员的培训教材,也可供从事超(超)临界火电机组设计、制造、安装工作的技术人员和大中专院校热动类专业师生参考。

在丛书的编写期间,得到了国内各发电集团公司的大力支持,在此深表感谢!

由于水平所限,加之时间仓促,收集资料不全,难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编委会

2011 年 4 月

本书前言

本书依据电厂热工控制专业所辖设备的检修、调试,以及编制检修计划、进行检修准备及检修后验收等工作编写。本书全面、详细地分析了热工控制设备的检修、安装及其要求,并加入了控制系统调试的内容,力求做到内容来源于现场,并能为现场检修工作服务。

本书参考了原电力部颁布的《电业安全工作规程》、《电力工业技术监督标准汇编(热工监督)》等各种计量检定规程,山东电力工程咨询院有关技术资料,山东电力研究院有关调试资料,各设备制造厂家提供的技术资料及产品说明书,以及各兄弟单位的热工控制设备检修工艺规程。

本书由山东省电力学校柴彤、张磊、周长龙、片秀红、王亮,泰山医学院信息工程学院陆强、赵学良、杜海涛,邹县发电厂彭涛合编,由山东省电力学校张东风主审。

华电邹县发电厂、华电新乡发电厂、国电聊城发电厂、华能威海发电厂、华能日照发电厂、华能莱城发电厂、华电潍坊发电厂在本书的编写过程中给予了大力支持,并为编写工作提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于受技术资料和时间所制,加之编者的水平所限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2011年3月

目 录

前言

本书前言

第一章 热工控制设备检修基础	1
第一节 火力发电厂生产过程自动化的主要内容	2
第二节 火力发电厂计算机控制系统的基本知识	6
第三节 检修的总体要求及常用技术术语	9
第四节 检修管理制度	13
第二章 热工测量仪表检修	16
第一节 温度测量仪表	16
第二节 压力测量仪表	21
第三节 流量测量仪表	26
第四节 物位测量仪表	28
第五节 氧量测量仪表	32
第六节 化学在线分析仪表	35
第七节 风量测量装置	41
第八节 在线烟尘测试仪	42
第三章 热工控制机构检修	45
第一节 电动执行器	45
第二节 气动阀门执行机构	49
第三节 液动止回蝶阀控制装置	52
第四节 电动阀门装置及控制回路	55
第四章 热工控制系统检修	58
第一节 分布式控制系统维护	58
第二节 分布式控制系统检修	64
第三节 炉膛安全监控系统检修	69
第四节 数字电液控制系统检修	77

第五节	给水泵汽轮机电液控制系统检修	82
第六节	危急遮断系统检修	85
第五章	程序控制系统检修	89
第一节	可编程控制器的故障与处理	89
第二节	气力除灰系统和电除尘系统	93
第三节	吹灰器系统	97
第四节	锅炉除渣程序控制系统	98
第五节	空气预热器程序控制系统	99
第六节	磨煤机程序控制系统	111
第七节	燃料输煤控制系统	113
第八节	点火控制系统	116
第九节	其他程序控制系统	118
第六章	热工监测与监视系统检修	128
第一节	TSI 监测仪表	128
第二节	消防报警系统	136
第三节	闭路电视监视系统	139
第四节	炉管泄漏监测装置	141
第五节	多功能监视保护仪	144
第六节	火焰检测控制系统	148
第七节	烟温探针检修	151
第八节	热工信号系统	153
第七章	热工控制系统调试	156
第一节	调试策略	156
第二节	分散控制系统受电及软件恢复调试方案	162
第三节	炉膛安全监视系统调试方案	166
第四节	汽轮机安全监视系统调试方案	174
第五节	汽轮机主保护系统调试方案	179
第六节	顺序控制系统调试方案	183
第七节	汽轮机电液调节系统调试方案	192
第八节	模拟量控制系统调试方案	200
第九节	计算机监视系统调试方案	206
第十节	协调控制系统调试方案	209
第十一节	给水泵汽轮机电液调节系统调试方案	214
第十二节	辅机连锁保护系统调试方案	219
第十三节	负荷变动试验调试措施	222
第十四节	机组顺序控制系统调试措施	223

第八章 热工控制设备安装工艺.....	227
第一节 热工检测系统图.....	227
第二节 敏感元件和取源部件的安装.....	233
第三节 仪表和设备的安装.....	248
第四节 就地设备安装、管路及电缆设计技术.....	260
参考文献.....	281

第一章 热工控制设备检修基础

电力工业在整个国民经济领域中占据着极其重要的地位。近 20 多年来，特别是在近 10 年多的时间里，中国电力工业得到了全面、快速的发展，电力生产水平有了全面的提高。随着国家能源政策的转轨和电力体制的改革，国家电力结构不断调整优化，但就现在和今后较长时期而言，火力发电机组仍然是现代电力生产中的主要形式，并且现场技术装备水平不断提高，使中国电力工业进入了大机组、大电厂、大电网、超高压、自动化、信息化的时代，也使生产过程自动化在现场的地位日益重要。

电力工业是转化能源的工业，火力发电的生产过程就是将矿物燃料的化学能（一次能源）转化为电能（二次能源）的过程。由于电能的通用性广，又便于转化，所以用电能代替其他能源是提高能源利用效率和节约能源的重要措施。目前电能已广泛应用于工农业生产、科学研究和人民生活的各个领域，世界上也已把电能占总能源的比重作为衡量一个国家现代化水平的标志。

由于电能无法大量储存，它的转化和利用都必须是连续的，即“产、供、销”要同时完成，所以发电、供电的能力应能随时适应外界负荷的需求。发电、供电和配电不可分割的特点，使电力工业成为一种现代化、连续化的大生产。电力工业的建设速度和规模，将由国民经济建设的发展、外界用电负荷的增长幅度所决定。

为了适应我国现代化建设的需要，根据我国的能源政策，21 世纪前半叶，燃煤机组火力发电厂仍占主导地位，高参数、大容量火力发电机组在新增容量中将占很大比重，特别是 600MW 机组逐步成为主力机型。

火力发电厂的生产系统是由锅炉设备、汽轮机设备和有关辅助设备等各种系统所构成的。这些设备和系统在运行中相互密切关联，必须有节奏地协调配合，才能充分发挥发电机组的能力，达到安全和经济运行的目的。随着机组容量的增大和参数的提高，生产设备的结构和生产系统都越来越复杂，参数之间的相关性也更加紧密，在运行中需要监视和操作的项目将随机组容量的增长而显著增多。尤其在机组启停或事故处理过程中，还要增加更多的监视项目和进行频繁操作。不同容量机组需监视和操作的项目数量比较见表 1-1。

显然，机组容量越大，需要监视和操作的项目就越多，这对任何熟练的运行值班人员来说，都是难以应付的，往往由于力所不及或稍有疏忽，就可能造成重大事故。所以，必须根据生产过程的客观规律，采用相应的自动化技术工具来代替人的重复性劳动，即实现生产过

程的自动化,才能对机组的工况进行全面、准确而迅速的检测,并通过分析和综合判断,自动地进行操作与控制,保证机组安全可靠地运行。同时,采用自动化技术能保证机组在良好的状态下运行,从而延长机组的使用寿命,还可降低燃料消耗和发电成本,提高机组运行的经济性,而且在减少运行人员、提高劳动生产率和改善劳动条件等方面也能取得良好的效果。

表 1-1 不同容量机组需监视和操作的项目数量比较

项 目	数 据				
机组容量 (MW)	50	125	200	300	600
监视项目 (测量点数)	115~135	540~600	560	950~1050	2000
操作项目 (执行器数)	70~75	142	280	410~450	800

第一节 火力发电厂生产过程自动化的主要内容

生产过程自动化可以提高机组运行的安全性和经济性,减少运行人员,提高劳动生产率,使运行人员从繁重的体力劳动和紧张的精神负担中解脱出来。生产过程自动化的主要内容包括自动检测、自动控制、顺序控制、自动保护四个方面。

一、自动检测

利用检测仪表自动地检查和测量反映生产过程运行情况的各种物理量、化学量以及生产设备的工作状态,以监视生产过程的进行情况和趋势,称为自动检测。

锅炉、汽轮机装有大量的热工仪表,包括测量仪表、变送器、显示仪表和记录仪表等,它们随时显示、记录、计算和变送机组运行的各种参数,如温度、压力、流量、水位、转速等,以便进行必要的操作和控制,保障机组安全、经济地运行。

大型机组一般采用巡回检测方式,对机组运行的各种参数和设备状态进行巡测、显示、报警、工况计算和制表打印。

二、自动控制

利用控制装置自动地维持生产过程在规定的工况下运行,称为自动控制。自动控制的目的是为了表征生产过程的一些物理量,如温度、压力、流量等,保持为规定的数值。电力用户要求汽轮机发电设备提供足够数量的电力和保证供电质量。电力频率是供电质量的主要指标之一,为使电的频率维持在一定的准确度范围内,就要求汽轮机具备高性能的转速自动控制系统。锅炉运行中必须使一些重要参数维持在规定的范围内或按一定的规律变化,如维持汽包水位为给定值,以及保持锅炉的出力满足外界的要求。

锅炉自动控制系统主要有给水自动控制系统、燃烧过程自动控制系统(包括燃料控制系统、送风控制系统、引风控制系统)、过热蒸汽温度和再热蒸汽温度自动控制系统等。大型机组的自动控制系统还应具有丰富的逻辑控制功能,以便根据机组的工作状况,决定机组的

运行方式，并能实现全程控制和滑参数控制。

汽轮机自动监控系统以监视为主，除了转速自动控制系统以外，一般还有汽封汽压、旁路系统、凝汽器真空与水位等自动控制系统。

（一）自动控制常用术语

（1）自动控制系统。自动控制系统是由起控制作用的自动控制装置或控制器控制的生产设备（被控对象），并通过信号的传递、联系所构成的。简言之，被控对象和控制器通过信号的传递，相互联系组成自动控制系统。

（2）被控对象。控制系统的生产过程或工艺设备称为被控对象。

（3）控制量。被控对象中需要加以控制的物理量叫做控制量或控制参数。不能把对象中流入或流出的物质，如水、汽等介质，当作被控对象的控制量。

（4）给定值。根据生产的要求，规定控制量应达到并保持的数值，叫做控制量的给定值。

（5）输入量。输入到控制系统中并对控制参数产生影响的信号（包括给定值和扰动）叫做输入量。不可把控制设备使用的能源（如压缩空气、电源等）当作控制系统的输入量。

（6）扰动。引起控制量变化的各种因素称为扰动。来自于系统内部的扰动称为内扰，来自于系统外部的扰动称为外扰，阶跃变化的扰动叫做阶跃扰动。

（7）反馈。把输出量的全部或部分信号送到输入端称为反馈。反馈信号与输入信号极性相同时称为正反馈，极性相反时称为负反馈。

（8）开环与闭环。输出量和输入量之间存在反馈回路的系统叫做闭环系统，反之叫做开环系统。

（9）控制器。用于控制系统的控制装置称为控制器。

（10）执行机构。接受控制器的输出信号对被控对象施加作用的机构叫做执行机构。执行机构有机械的、电动的、液动的、气动的等几种类型。

（二）自动控制系统的组成

现场自动控制系统大多采用反馈控制系统，即根据控制量偏离给定值的情况，通过自动控制装置按照一定的控制规律运算后输出控制指令，指挥控制机构动作，改变控制量，最后抵消扰动的影响，使控制量恢复到给定值。

简单来讲，自动控制系统由以下几个单元构成：

（1）测量变送器。作用是测量控制量，并把所测信号转换成易于传送和运算的信号。

（2）给定器。输入是控制量的目标值，产生与控制量信号同类型的定值信号。

（3）控制器。输入是控制量与给定值，将两值比较并得到偏差值，按一定的控制规律运算后，输出信号给执行器。

（4）执行器。根据控制器送来的指令去推动控制机构动作，改变控制量。

简单自动控制系统的组成如图 1-1 所示。

（三）自动控制系统的分类

（1）按控制系统组成的内部结构来分，自动控制系统可分为开环控制系统、闭环控制系

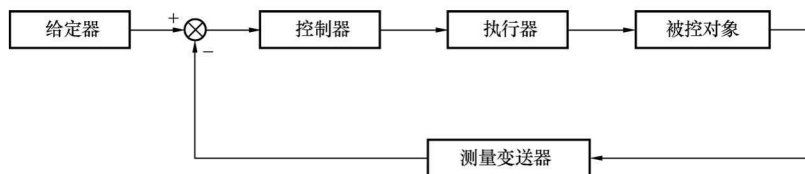


图 1-1 简单自动控制系统的组成

统和复合控制系统。

1) 开环控制系统是指控制器与被控对象之间只有正向作用，而无反馈现象，控制器只是根据直接或间接反映扰动输入的信号来进行控制，如图 1-2 所示。在这个系统中，控制器接受对象输入端的扰动信号 X ，一旦有扰动发生，控制器可按预定的控制规律对被控对象产生一个控制作用 u ，以抵消扰动 X 对控制量 Y 的影响，这种控制方式也称为“前馈控制”。从理论上讲，只要按扰动进行控制的量合适，就可能及时抵消扰动的影响，而使控制量不变。但由于没有控制量的反馈，因此控制过程结束后，不能保证控制量等于给定值。在生产过程的自动控制中，前馈控制是不能单独使用的，但用扰动补偿的方法来控制控制量的变化是十分有效的、可取的。

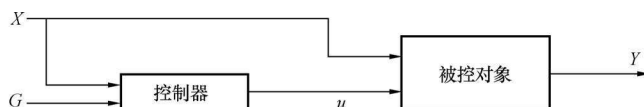


图 1-2 开环控制系统方框图

2) 闭环控制系统是指控制器和被调对象之间既有正向作用，又有反向联系的系统。由于系统是由控制量的反馈构成闭环回路的，故称为闭环控制系统，如图 1-3 所示。又由于它是按反馈原理工作的，故又称为反馈控制系统。闭环控制系统的控制目的是要尽可能地减少控制量与给定值之间的偏差，因此，它是根据被调量与给定值的偏差进行调节的，通过不断反馈、控制，最终消除误差。闭环控制系统是自动控制中最基本的控制系统，但对于迟延较大的对象，控制过程中会出现数值较大、持续时间较长的控制量偏差。

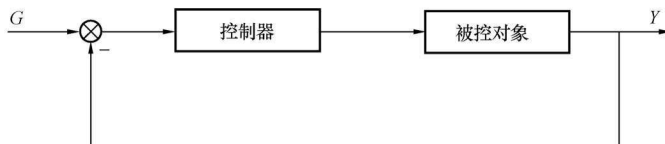


图 1-3 闭环控制系统方框图

3) 在反馈控制的基础上，加入对主要扰动的前馈控制，构成复合控制系统，也称前馈—反馈控制系统，如图 1-4 所示。所谓复合控制实质上是在闭环系统的基础上用开环通道提供一个时间上超前的输入作用，以提高系统的控制精度和动态性能。当外界扰动 X 作用到控制系统而控制量 Y 还没有反映之前，先由前馈补偿装置进行粗调，尽快使控制作用 m_1 在一开始就能大致抵消 X 的影响，使控制量 Y 不至于发生大的变化。如果由于 m_1 的补偿作用不是恰到好处，则通过闭环回路来进行调节。因此，这类控制对于扰动作用 X 来说，能获得比一般闭环控制更好的控制效果。

(2) 按给定值变化的规律来分, 自动控制系统可分为定值控制系统、程序控制系统和随动控制系统。

1) 定值控制系统的给定值在运行中恒定不变, 从而使控制量保持(或接近于)恒定。例如: 锅炉的汽压、汽温、水位等控制系统都是定值控制系统。

2) 程序控制系统的给定值是时间的已知函数。控制系统用来保证控制量按预先确定的随时间变化的数值来改变。例如: 火力发电厂锅炉、汽轮机的自启停都是程序控制系统。

3) 随动控制系统的给定值是时间的未知函数, 是随事先不能确定的一些随机因素来改变的。例如: 在滑压运行的锅炉负荷控制回路中, 主蒸汽压力的给定值是随外界负荷的变化而变化的, 其变化的规律是时间的未知函数。此控制回路的任务是使主蒸汽压力紧紧跟随主压力给定值, 从而实现机组在不同负荷下以不同的主蒸汽压力滑压运行。随动控制系统在大型单元机组的自动控制中应用很广。

(3) 还有几种分类方法, 例如: 按控制系统闭环回路的数目分, 有单向路和多回路控制系统; 按系统变化特性来分, 有线性和非线性控制系统。在热工生产过程中应用最广泛、最基本的是线性、闭环、恒值控制系统。

三、顺序控制

根据生产工艺要求预先拟定的程序, 使工艺系统中各个被控对象按时间、条件或顺序有条不紊地、有步骤地自动进行一系列的操作, 称为顺序控制。

顺序控制主要用于机组启停、运行和事故处理。每项顺序控制的内容和步骤都是根据生产设备的具体情况和运行要求决定的, 而顺序控制的流程则是根据操作次序和条件编制出来, 并用具体装置来实现的, 这种装置称为顺序控制装置。顺序控制装置必须具备必要的逻辑判断能力和连锁保护功能。在进行每一步操作后, 必须判明该步操作已实现并为下一步操作创造好条件, 方可自动进入下一步操作, 否则中断顺序, 同时进行报警。

锅炉上应用的顺序控制主要有锅炉点火, 锅炉吹灰, 送、引风机的启停, 水处理设备的运行, 制粉系统的启停等, 汽轮机的顺序控制主要是汽轮机的自启停。

采用顺序控制可以大大地提高机组自动化水平, 简化操作步骤, 避免误操作, 减轻劳动强度, 加快机组启停速度。随着高参数、大容量机组的大量应用, 我国应用顺序控制装置的水平正逐步提高。

四、自动保护

当设备运行情况异常或参数超过允许值时, 及时发出警报并进行必要的动作, 以免发生危及设备和人身安全的事故, 自动化装置的这种功能称为自动保护。

随着机组容量的增大, 生产系统变得复杂起来, 操作控制也日益复杂, 对自动保护的要求也越来越高。锅炉的自动保护主要有灭火自动保护, 汽包高低水位自动保护, 超温、超压自动保护, 辅机启停及其事故状态的连锁保护; 汽轮机自动保护主要有超速保护、润滑油压低保护、轴向位移保护、胀差保护、低真空保护、振动保护等。

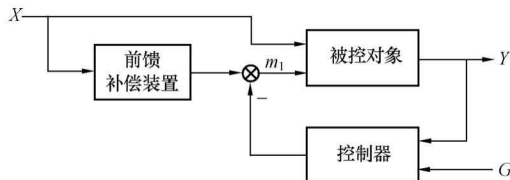


图 1-4 复合控制系统方框图

上述火力发电厂生产过程自动化四个方面的划分只是人为的,其实它们在火力发电厂中是紧密联系的,共同维护机组的安全、经济运行。特别是随着单元机组参数的提高、容量的增大,计算机技术的广泛应用,大型单元机组均把锅炉、汽轮机、发电机作为一个不可分割的整体集中控制,使火力发电厂生产过程自动化四个方面之间的联系也更加紧密,有利于实现火力发电厂生产过程综合自动化。

第二节 火力发电厂计算机控制系统的基本知识

一、计算机控制系统的组成

计算机控制系统是由数字计算机全部或部分取代常规的控制设备和监视仪表,对动态过程进行控制和监视的自动化系统。计算机控制系统由硬件和软件两大部分组成。

(一) 硬件部分

硬件是组成系统的物质基础。组成计算机控制系统的硬件一般包括被控对象、主机、外部设备、过程通道、过程仪表、通信设备、系统总线与接口、操作站等,如图 1-5 所示。

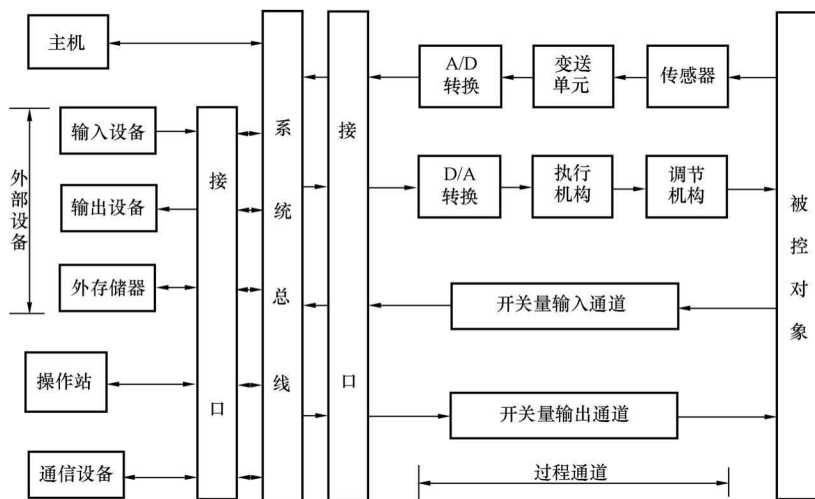


图 1-5 计算机控制系统的硬件组成

1. 被控对象

被控对象是指控制的生产设备或生产过程,是控制系统构成的必备客体。

2. 主机

主机是计算机控制系统的核心,它由中央处理器(CPU)、内存储器(RAM、ROM)、输入/输出(I/O)电路和其他支持电路等组成。主机根据过程通道送来的反映生产过程工作状态的各种实时信息,按预定的控制算法自动地对过程信息进行相应的处理、分析、判断、运算,产生所需要的控制作用,并及时通过过程通道向被控对象发送控制指令。

3. 外部设备

外部设备是指计算机系统除主机之外的其他必备的支撑设备,它按功能可分成三类:输入设备、输出设备、外存储器。①常用的输入设备有键盘、卡片输入机、纸带输入机、光电

输入机等，用来输入程序、数据和操作命令；②常用的输出设备有打印机、绘图机、拷贝机、记录仪，以及 CRT 显示器等，用来提供系统中的各种信息；③常用的外存储器有磁带机、磁盘机、光盘机等，用来存储程序软件、历史数据，它是计算机内存储器的扩充和后备存储设备。

4. 过程通道

过程通道又称过程输入输出（process input output，简称 PIO）通道，它是计算机和生产过程之间信息传递和变换的桥梁和纽带。

（1）过程输入通道有模拟量输入通道和开关量输入通道两类，分别用来输入模拟量信号（如温度、流量、压力、物位等）和开关量信号，并将这些输入的过程信息转换成计算机所能接受和识别的代码。

（2）过程输出通道也有模拟量输出通道和开关量输出通道两类，分别用来将计算机输出的控制命令和数据转换成能控制被控对象运行的模拟量信号和开关量信号。

5. 过程仪表

计算机控制系统仍然离不开必要的过程仪表。这些过程仪表主要包括测量仪表、变送器和执行器，通过它们实现计算机控制系统与生产过程的联系。

6. 通信设备

通信设备是实现在不同功能、不同地理位置的计算机（或有关设备）之间进行信息交换的设备，如计算机通信网络、网络适配器、通信媒体等。

7. 系统总线与接口

（1）系统总线是主机与系统其他设备进行信息交换的某种统一数据格式的信息通路。一般有单总线、双总线和多总线之分。

（2）接口是外部设备、过程通道等与系统总线之间的挂接部件，用来进行数据格式或电平的转换、信息的传输或缓冲。通常接口有串行和并行之分，也有专用和标准之别。

8. 操作站

操作站是各类操作人员与计算机控制系统之间实现信息交换的设备，常被称为“人机联系设备”、“人机接口设备”。操作站一般由 CRT 显示装置、触摸屏、计算机通用键盘或（和）专用键盘、鼠标和轨迹球，以及专用的操作显示面板等组成，用于实现对系统运行的有关操作、操作结果的显示、生产过程的状态监视。

根据使用人员的不同、职责范围的不同，操作站可分为系统员操作站、工程师操作站、运行员操作站。系统员操作站用来实现系统软件编制、系统组态、控制系统的生成；工程师操作站负责控制系统的组态修改和运行调试、有关参数的设置和整定、系统运行的检查与监督等；运行员操作站负责控制系统的运行操作，保证生产过程的正常进行。操作站的设立是随系统而异的，并非所有系统都具备上述三种操作站，对于某种操作站也有可能设立多个。例如：有的计算机控制系统，工程师和运行员的工作设计在同一操作站上进行，为保证两者分别行使各自的操作职责，可通过操作站上的带锁开关决定不同的操作；有的计算机控制系统将系统员操作站和工程师操作站合二为一；也有的计算机控制系统具有多台运行员操作站。

在分散控制系统中, 由于采用了面向问题的语言和功能块的系统组态方法, 使得控制系统的建立与修改简单方便, 这部分工作完全可由工程师完成, 因此, 分散控制系统一般没有单独设立系统员操作站。现阶段, 火力发电厂分散控制系统的运行员操作站一般是多个配置。

(二) 软件部分

硬件为计算机控制系统提供的是物质基础, 是一个无知识、无思维、无智能的系统躯干。软件是计算机控制系统中所有程序的统称, 是系统的灵魂, 是人的知识、智慧和思维逻辑在系统中的具体体现, 硬件和软件是相互依赖和并存的。计算机软件通常分为两大类: 系统软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件一般包括汇编语言、高级算法语言、过程控制语言等语言加工程序、数据结构、数据库系统、管理计算机资源的操作系统、网络通信软件、系统诊断程序等, 系统软件一般由计算机设计人员研制, 由计算机厂商提供。计算机控制系统的设计和维护人员, 要对系统软件有一定程度的了解, 并会使用系统软件, 以便更好地编制应用软件。

2. 应用软件

应用软件是根据用户所要解决的实际问题而编制的具有一定针对性的计算机程序, 这些程序决定了信息在计算机内的处理方式和算法。计算机控制系统的应用软件一般有: 过程输入程序, 数据处理程序, 过程控制程序, 过程输出程序, 人机接口程序, 显示、报警、打印程序, 以及各种公用子程序等。应用软件的开发与被控对象的动态特性以及运行方式密切相关, 因此, 应用软件的开发人员除掌握计算机应用技术外, 还应了解被控对象的特性和运行要求, 才有可能开发出合理的应用软件。

计算机控制系统的软件优劣与否, 既关系到系统硬件的功能发挥, 也关系到对生产过程的控制品质和管理水平, 同时还影响计算机系统工作的稳定性和可靠性。例如, 同样的硬件配置, 采用高性能的软件, 可以获得更好的控制效果, 反之, 硬件功能难以充分发挥, 达不到预定的控制目的, 甚至会造成系统“死机”等不良现象。计算机控制和管理的实时性, 不仅取决于硬件指标, 同样在很大程度上依赖于系统软件和应用软件。

二、计算机控制系统的基本要求

由于火力发电生产的复杂性、特殊性, 要求所应用的计算机控制系统除了具备卓越的数据处理能力和富有竞争的性能价格比外, 对计算机控制系统还有以下几点基本要求:

1. 可靠性要求高

计算机控制系统的可靠性是保证火力发电机组安全运行的基础。在火力发电生产过程中, 计算机控制系统与生产过程保持着密切的联系, 计算机控制系统发生任何故障都会对生产过程产生严重影响。由于可靠性不高而影响机组的正常运行或造成运行事故, 将给电力生产和电力用户带来严重的后果。因此, 火力发电厂计算机控制系统应具有较高的可靠性, 在数量级上应高于控制机组的可靠性, 通常要求电厂计算机控制系统的可用率指标在 99.6% 以上。提高计算机自身的可靠性, 采用分散结构的计算机控制系统, 对系统的关键部件采取冗余措施, 增强系统的容错能力和诊断能力, 加强对系统的设计、选型、安装、调试、维护