



全国电力高职高专“十二五”规划教材
电力技术类（动力工程）专业系列教材

中国电力教育协会审定

热工程控保护系统 试验与维护

全国电力职业教育教材编审委员会 组编
曾 蓉 陈孝伟 主编

行动导向式



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



全国电力高职高专“十二五”规划教材
电力技术类（动力工程）专业系列教材

中国电力教育协会审定

热工程控保护系统 试验与维护

全国电力职业教育教材编审委员会 组 编

曾 蓉 陈孝伟 主 编

严天元 李 波 王业萍 雷施轩 副主编

白建云 主 审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以培养高级技能型人才为目的,在深入分析工业热工控制技术专业工作任务和职业核心能力后,采用以职业能力为本位的项目化课程的思路进行优化设计,依据项目化课程设计的方法,以工作过程为导向,重构教材内容。

本书归纳提炼典型工作任务,依据相关行业规程,把热工程控保护系统试验与维护主要工作内容提炼为五个工作项目,包括电动门电气控制回路的维护、炉膛安全监控系统试验与维护、汽轮机组保护试验与维护、顺序控制系统试验与维护、火电厂辅助系统控制系统维护,以及九个工作任务。

本书依据工作过程,以典型工作任务来训练学生对火电厂程控保护系统的控制逻辑检查核对、维护和试验能力;依据相关的国家标准和电力行业规程,同时也参考了电厂的相关规程和试验工作的工作票和设备巡回检查制等规章制度,为学生获取热工程控保护工四级、三级职业资格证做准备;以 600MW 机组为主,紧密联系当前火电机组的实际,力求全面、系统地介绍大型火电机组热工程控保护系统的最新发展成果。

本书可作为职业院校热控及相关专业的教材,也可供电力、化工、冶金、石油、机械等部门从事过程自动控制专业工作的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

热工程控保护系统试验与维护/曾蓉,陈孝伟主编;全国电力职业教育教材编审委员会组编. —北京:中国电力出版社,2014.2

全国电力高职高专“十二五”规划教材. 电力技术类(动力工程)专业系列教材

ISBN 978-7-5123-4870-7

I. ①热… II. ①曾…②陈…③全… III. ①火电厂—热力工程—自动控制系统—系统试验—高等职业教育—教材②火电厂—热力工程—自动控制系统—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TM621.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 207649 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)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 2 月第一版 2014 年 2 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.25 印张 365 千字

定价 28.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

全国电力职业教育教材编审委员会

主 任 薛 静

副 主 任 张薛鸿 赵建国 刘广峰 马晓民 杨金桃 王玉清

文海荣 王宏伟 王宏伟(女) 朱 飙 何新洲 李启煌

陶 明 杜中庆 杨建华 周一平

秘 书 长 鞠宇平 潘劲松

副秘书长 李建强 谭绍琼 武 群 黄定明 樊新军

委 员 (按姓氏笔画顺序)

丁 力 马敬卫 方舒燕 毛文学 王 宇 王火平

王玉彬 王亚娟 王俊伟 兰向春 冯 涛 任 剑

刘家玲 刘晓春 汤晓青 阮予明 齐 强 佟 鹏

余建华 吴金龙 吴斌兵 宋云希 张小兰 张进平

张惠忠 李建兴 李高明 李道霖 李勤道 陈延枫

屈卫东 罗红星 罗建华 郑亚光 郑晓峰 胡 斌

胡起宙 饶金华 倪志良 郭连英 盛国林 章志刚

黄红荔 黄益华 黄蔚雯 龚在礼 曾旭华 董传敏

解建宝 廖 虎 潘汪杰 操高城 戴启昌

动力工程专家组

组 长 李勤道 何新洲

副组长 杨建华 董传敏 朱 飙 杜中庆

成 员 (按姓氏笔画顺序)

丁 力 阮予明 齐 强 佟 鹏

屈卫东 武 群 饶金华 黄定明

黄蔚雯 盛国林 龚在礼 操高城

曾旭华 潘汪杰

本书编写组

组 长 曾 蓉

副组长 陈孝伟

组 员 严天元 李 波 王业萍 雷施轩 彭 科

出版说明

为深入贯彻《国家中长期教育改革和规划纲要》(2010—2020)精神,落实鼓励企业参与职业教育的要求,总结、推广电力类高职高专院校人才培养模式的创新成果,进一步深化“工学结合”的专业建设,推进“行动导向”教学模式改革,不断提高人才培养质量,满足电力发展对高素质技能型人才的需求,促进电力发展方式的转变,在中国电力企业联合会和国家电网公司的倡导下,由中国电力教育协会和中国电力出版社组织全国14所电力高职高专院校,通过统筹规划、分类指导、专题研讨、合作开发的方式,经过两年时间的艰苦工作,编写完成本套系列教材。

全国电力高职高专“十二五”规划教材分为电力工程、动力工程、实习实训、公共基础课、工科基础课、学生素质教育六大系列。其中,动力工程专业系列汇集了电力行业高等院校专家的力量进行编写,各分册主编为该课程的教学带头人,有丰富的教学经验。教材以行动导向形式编写而成,既体现了高等职业教育的教学规律,又融入电力行业特色,适合高职高专动力工程专业的教学,是难得的行动导向式精品教材。

本套教材的设计思路及特点主要体现在以下几方面。

(1) 按照“项目导向、任务驱动、理实一体、突出特色”的原则,以岗位分析为基础,以课程标准为依据,充分体现高等职业教育教学规律,在内容设计上突出能力培养为核心的教学理念,引入国家标准、行业标准和职业规范,科学合理设计任务或项目。

(2) 在内容编排上充分考虑学生认知规律,充分体现“理实一体”的特征,有利于调动学生学习积极性,是实现“教、学、做”一体化教学的适应性教材。

(3) 在编写方式上主要采用任务驱动、项目导向等方式,包括项目描述、教学目标、学习任务描述、任务准备、相关知识等环节,目标任务明确,有利于提高学生学习的专业针对性和实用性。

(4) 在编写人员组成上,融合了各电力高职高专院校骨干教师和企业技术人员,充分体现院校合作优势互补,校企合作共同育人的特征,为打造中国电力职业教育精品教材奠定了基础。

本套教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略,实现高端技能型人才培养的重要举措,是加快高职高专教育教学改革、全面提高高等职业教育教学质量的具体实践,必将对课程教学模式的改革与创新起到积极的推动作用。

本套教材的编写是一项创新性的、探索性的工作,由于编者的时间和经验有限,书中难免有疏漏和不当之处,恳切希望专家、学者和广大读者不吝赐教。

前言

近10多年来,大容量、高参数、高效率的大型发电机组在我国日益普及,由于600MW火力发电机组具有容量大、参数高、能耗低、可靠性高、环境污染小等特点,在我国《电力工业科学技术发展规划》、《电力工业技术政策》、《电力工业装备政策》中都把600MW机组的开发研究和推广应用作为一项重要内容。自1985年以来,我国已有100多台600MW机组陆续投入运行,它们将成为我国电力系统的主力机组。

电力工业的发展日新月异,大量新技术、新工艺已经应用到生产中,教学内容的滞后问题已十分突出,急需反映控制新技术的教材。

目前我国需要大量高级技能型人才。在这一大环境下,电力职业院校进行了深入细致的教学改革,以培养适应新形势的合格人才,这必然体现在相关教材编写上。

本书的特点是以完成工作项目任务为目的组织教材内容,引导学生以工作过程为导向,按行业规程要求完成工作任务,在获取知识、训练职业能力的同时,培养职业素质。本书内容的编排和组织是以职业岗位的工作任务为依据确定的,同时也参考了电力行业规程、规范、制度的要求,以及国家职业技能鉴定规范。内容以600MW机组为主,紧密联系当前火电机组的实际,力求全面、系统地介绍大型火电机组热工保护与顺序控制的构成原理、系统设计及实现技术,并融入了最新发展成果,注重知识的深度与广度的结合。

本书由重庆电力高等专科学校曾蓉和保定职业技术学院陈孝伟主编,曾蓉编写项目二~项目四;陈孝伟和泸州川南发电厂严天元共同编写项目一;国电重庆恒泰发电有限公司李波、重庆电力高等专科学校雷施轩、江西电力职业技术学院王业萍和华电四川有限公司攀枝花分公司彭科共同编写项目五。全书由曾蓉统稿。

本书由太原电力高等专科学校白建云教授审稿,白建云教授在审稿过程中提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

受时间和编者水平所限,书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵意见。

编者

2013年7月

目 录

出版说明

前言

绪论	1
项目一 电动门电气控制回路的维护	8
项目二 炉膛安全监控系统试验与维护	35
任务一 锅炉安全保护功能试验	36
任务二 油燃烧器控制功能试验	76
任务三 燃煤控制系统功能试验	86
项目三 汽轮机组保护试验与维护	99
任务一 汽轮机超速保护试验	100
任务二 汽轮机跳闸保护试验	110
项目四 顺序控制系统试验与维护	144
任务一 风烟系统顺序控制试验与维护	144
任务二 给水系统顺序控制试验与维护	173
项目五 火电厂辅助系统控制系统维护	185
附录 逻辑图符号说明	229
参考文献	230

绪 论

随着我国国民经济的高速发展,电力工业通过引进、消化、吸收国外的先进技术和管理经验,得到迅速发展。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、高效率、高度自动化的时代。

电力工业正加大污染防治、努力减轻生产活动对环境的影响,通过结构调整、技术进步、装设脱硫装置等综合对策,着眼于走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染小的新型工业化道路。由于 600MW 及以上大容量火力发电机组的新技术发展迅速,具有容量大、参数高、能耗低、可靠性高、环境污染小等特点,装机数量日益增多。为保证机组安全可靠运行,保证电厂运行的经济性、高效率、低消耗及低污染,对热工自动化水平提出了更高的要求。因此,在电厂自动控制工作中必须采用先进的热工自动化技术,发挥各种控制技术的功能,对机组进行全面有效的管理、监控,提高大型发电机组的安全经济运行水平,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。

另外,由于微电子技术的迅猛发展,也促使大型火力发电厂现代热工自动化技术飞速发展。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(Distributed Control System, DCS)问世,其技术日臻完善,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。

一、控制系统的内容及功能

大型火电机组热工自动化技术,包括以下四个方面的内容:控制(Control)、报警(Alarm)、监测(Monitor)、保护(Protection),简称 CAMP。在锅炉点火、汽轮机冲转、机组自动同期并网直至正常运行及事故处理的全过程中,各参数由监测装置进行自动监视。当参数出现异常时,自动发出报警信号,同时调节装置进行自动调节,实现系统或辅机的顺序控制;当设备异常或运行参数达到危险值时,能自动采取保护措施,防止事故扩大,从而保证设备和人身的安全。具体控制功能如下:

1. 数据采集及处理系统(Data Acquisition System, DAS)

火力发电机组单机的过程变量(模拟量、开关量信号等)采集进入输入通道,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 (Modulation Control System, MCS)

模拟量控制系统，通常也称为自动调节。其功能是在单元机组运行时，在锅炉和汽轮发电机组能力许可下，使机组功率能快速而又稳定地适应电网负荷变化的需要，同时保证机组安全经济地稳定运行，各运行参数都保持在允许的范围内，如使锅炉主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度、炉膛负压、汽包水位等参数维持在规定值。

3. 锅炉炉膛安全监视系统 (Furnace Safeguard Supervisory System, FSSS)

炉膛安全监视系统也称燃烧器管理系统 (BMS)，是现代大型火电机组必须具备的一种监视系统。它能在锅炉运行的各个阶段，连续地密切监视燃烧系统的大量参数和状态，不断按照安全规定的顺序对其进行逻辑判断和运行，必要时发出操作指令，通过各种连锁装置。对制粉系统和众多的燃烧器以及相关设备，严格按照既定的合理程序，完成必要的操作或处理未遂性事故。如负荷的增减，自动启动有关设备，进行紧急跳闸，切断燃料，使锅炉紧急停炉，以保证锅炉燃烧系统的安全，有效防止人为的误判断、误操作。

4. 汽轮机监测仪表系统 (Turbine Supervisory Instrumentation, TSI)

汽轮机监测仪表系统是一种可靠的连续监测汽轮发电机组转子和汽缸的机械工作参数的多路监控系统，用于连续显示机组的启停和运行状态，并为DCS提供信号。当被测参数超过整定值时发出报警信号，必要时采取自动停机保护，并能提供故障诊断的各种测量数据。

5. 汽轮机控制系统 (Turbine Control System, TCS)

汽轮机控制系统习惯上称为汽轮机数字电液调节系统 (DEH)，其主要功能是对汽轮机在各种运行工况下进行监视、保护、控制，以及实现汽轮机的自动启动和停止。汽轮机调节系统和锅炉系统除相互交换必要的信息外，还要接受协调控制系统的指挥，共同执行电网调度的指令，完成汽轮机组的自动启停，实现并网带负荷过程中的转速、压力、负荷、汽封调节和热应力控制等，以及汽轮机主要参数的监视、自动保护等功能。

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

顺序控制通常用于生产过程中主、辅机的自动启动、停止操作，以及局部工艺系统的运行操作。它将关系密切的若干控制对象集中起来，按照一定的生产规律及预先拟定的顺序、时间或条件，有计划、有步骤地使生产工艺中的各有关设备自动地依次进行一系列操作。顺序控制是开关量控制领域内最主要的一种控制方式。

7. 旁路系统 (By Pass Control System, BPS)

旁路系统在机组启动、停止和发生事故的情况下，对机组进行自动调节和保护，在改善机组冷、热、温态启动特性的同时，自动满足滑参数启动的要求。在发电机负荷锐减或解列只带厂用电负荷，或在主汽门关闭、汽轮机停机时，旁路阀能在2~3s内开启，使锅炉维持点火状态运行。当电网故障时，使锅炉逐渐调整负荷，并保持锅炉在最低负荷下稳定燃烧，汽轮机组带厂用电或维持空转运行。旁路系统具有调节蒸汽流量的作用，使主蒸汽和再热蒸

汽的压力和温度维持在某一规定值,可缩短启动时间,减少汽轮机金属的疲劳损伤,保护再热器,避免锅炉安全门频繁动作。

8. 电气监控系统

电气监控系统(ECS)的单元机组部分和公用部分实现几乎全部电气开关量的控制功能,并实时显示各开关的分、合状态和设备状态的显示、报警、电流、电压、功率等模拟量。

ECS具有控制对象相对较少,控制频度低;要求自动保护装置可靠性高,动作速度快;电气系统的连锁逻辑较简单,但电气设备的操作机构复杂的特点。因此要求控制装置具有很高的可靠性,除能实现设备正常启停和运行操作外,尤其要能实现实时显示异常运行和事故状态下的各种数据和状态,并提供相应的操作指导和应急处理措施,保证电气系统在最安全、合理的工况下运行。

二、热工保护

热工保护就是当机组在启停和运行过程中,出现异常情况或危险工况,发生危及设备和人身安全的故障时,能根据故障的情况和性质,自动采取保护和连锁措施,对个别的、一部分,以至一系列设备进行操作处理,以消除异常和防止事故扩大,从而保护系统中有关设备和人身安全。热工保护是通过设备工作状态和机组运行参数进行严密监视,发生异常时,及时发出报警信号,必要时自动启动或切除某些设备和系统,使机组维持原负荷运行或减负荷运行。当发生重大故障而危及机组设备安全时,停止机组(或一部分机组)运行,避免事故发生。

热工保护包括锅炉机组的热工保护、汽轮机组的热工保护及炉、机、电大连锁保护三方面。

1. 锅炉机组的热工保护

锅炉机组的热工保护主要包括锅炉汽压保护、水位保护、直流锅炉断水保护、再热器保护、炉膛安全监视、主燃料跳闸保护和机组快速甩负荷保护等。

2. 汽轮机组的热工保护

汽轮机组的热工保护主要包括汽轮机轴向位移保护、缸胀和差胀保护、超速保护、振动保护、主轴弯曲保护、轴承温度高和油压低监视保护、凝汽器真空低监视保护、给水加热器保护和汽轮机进水保护等。

3. 炉、机、电大连锁保护

大型火电机组都采用单元机组运行方式,炉、机、电在生产中形成一个有机的整体,其中某些环节出现故障时,必然会不同程度地影响整个机组的正常运行。例如,当锅炉灭火、送风机或引风机全停、炉膛压力过高或过低时,必须紧急停炉。停炉后蒸汽停止供应,迫使汽轮机和发电机紧急跳闸。又如,当汽轮机超速、轴向位移过大、真空过低、润滑油压低等情况发生时,汽轮机必须紧急停机,同时连锁控制发电机跳闸。此时,必须使锅炉转入最低负荷运行,投入旁路系统或停炉。当电网故障或发电机故障时,机组也必须采取相应的保护措施,以保障有关设备不受损坏。

连锁是一种处理有关设备控制之间相互关系的控制技术,属于被控对象的执行级控制,是保护范畴的控制功能。连锁是利用被控对象之间相互存在的简单逻辑关系,使这些被控对象相互牵连,形成连锁效应,从而实现自动保护功能。

FSSS 系统、汽轮机 TSI 系统、汽轮机旁路系统和辅机连锁保护等都属于热工保护的内容。

三、顺序控制

顺序控制主要用于主、辅机的自动启停操作和局部工艺系统的运行操作。顺序控制系统能按照预先规定好的顺序、时间或条件,使生产工艺过程中的设备自动地依次进行一系列操作。

顺序控制按系统构成方式分为开环系统和闭环系统。开环控制时,顺序的转换与动作将取决于输入信号,而与动作结果无关。闭环控制时,顺序的转换与动作不仅取决于输入信号,而且受生产现场来的回报信号的影响,即与动作的结果有关。

根据火电厂的生产特点,顺序控制的应用一部分在锅炉、汽轮发电机部分及其辅机的启动、停止;另一部分在辅助系统,如输煤系统、水处理系统、除灰除渣系统等。辅助系统的顺序控制也称为程序控制。每一部分顺序控制又分成若干局部顺序控制系统。

四、自动报警系统

自动报警系统是生产过程自动化的一个重要组成部分,其作用是监视机组运行过程中的各种工况参数和设备状态。当发生参数越限或设备故障时,自动报警系统以声光形式发出报警信号,引起操作人员的注意,以便及时采取防范措施,保证机组正常运行。

一台 300MW 机组需要监视和报警的项目达 500 多个,而一台 600MW 机组需要监视和报警的项目多达 1000 多个。这些被监视的热工参数在机组主、辅设备和各个自动装置的工作情况处于正常状态时,自动报警系统处于待机状态。而当这些被监视对象出现异常情况时,自动报警系统开始动作,发出声响报警并用灯光显示被监视对象出现异常的内容和部位,以便查找故障及进行事故处理。

目前自动报警系统已部分或全部纳入 DCS 或辅助系统控制系统中,操作员在 CRT 上监视;也有部分独立设置自动报警系统,以光字牌形式显示。

综上所述,顺序控制、热工保护和报警均属于开关量的控制范畴。在该类控制中,检测、运算和控制用全部信息的传递和变换都是以开关量信号进行的,因此,顺序控制、热工保护和报警技术是用来处理热力生产过程中存在的大量开关量信息的一门控制技术。

五、火电厂开关量控制技术发展概况

开关量控制技术作为生产过程自动化的重要方面,是随着生产的发展和技术水平的提高而发展的。反过来,开关量控制技术又为提高过程自动化操作水平和迅速自动处理故障的能力,提供了有效的技术手段。它在火电厂自动化生产中发挥了独到的控制作用,并和其他自动控制系统互相联系,互相补充,共同发展,共同完成整个单元机组的自动控制任务。

20 世纪 50 年代初,单机容量小,运行参数低,机组热力系统全部为母管制系统,机组监视和操作控制全部是分散进行的,采用就地手动控制方式。该方式是在汽轮机、锅炉设备以及许多主要辅机附近各自安装相应的热力控制盘,设备值班人员就地进行监视和控制机组工况。通过电话和简单的联系信号手段与主控室的值长联系,接受指挥。在就地控制盘上,主要是显示和监视仪表,在锅炉盘上配有一些单回路调节装置。机组的操作基本由值班人员就地手动完成。这种控制方式的特点是分散控制,就地手动操作和记录报表,灵活性高,控制及时,故障分散,投资少;缺点是由于控制分散,值班员设置较多,各处局部之间协调不及时,而且依靠人工监视和操作控制,脑力劳动和体力劳动强度大,事故处理时,因人的经

验和操作水平不同而有较大差别,一旦发生故障,往往容易出现判断失误,动作速度慢,联系不协调等。但在当时,由于是小机组,问题还不突出。

60年代初,中间再热机组的出现,形成了单元机组,密切了锅炉和汽轮发电机的联系,与此相应的控制方式则发展成为集中控制的方式。

集中控制方式是指机组的全部指令都由一个控制室发出,形成远方操作控制方式。对于大容量单元机组,由于热力系统变得复杂和辅机数量的增加,在正常运行和发生事故远方操作量和保护处理量急剧增加,这将给机组的操作和监视带来极大的困难。联动控制、程序控制等开关量控制技术得到应用,控制设备为常规仪表,如单元组合仪表及组件组装式仪表,随着机组容量的不断扩大,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。

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,随着计算机控制技术的发展,美国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DCS TDC-2000。该系统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(Direct Digital Control, DDC);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;计算机网络使信息得到充分的共享。DCS的特点是分散控制、集中管理、管控一体化。

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DCS,如美国西屋公司的WDPF,贝利公司的Network-90和INFI-90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。

DCS是利用计算机技术对生产过程进行集中监测、操作、管理和分散控制的一种控制技术。DCS目前已广泛应用于电厂的机组控制,具有通用性强、系统组态灵活、控制功能完善、数据处理方便、显示操作集中、人机界面友好、运行安全可靠等特点。

目前,DCS在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水平、管理水平和电能的质量,降低了能源消耗和原材料消耗,提高了劳动生产率,保证了电厂的安全运行。近年来,我国自行研制开发的DCS,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。

随着科学技术的发展,现场总线控制技术(FCS)也应用于火力发电机组中。总线控制技术是一种新兴的控制技术,其核心是总线协议,即总线标准。应用现场总线技术可用一条通信电缆将控制器与现场设备(智能化、带有通信接口)连接,使用数字化通信完成底层设备通信及控制要求。应用现场总线技术,要求现场设备(传感器、驱动器、执行机构等设备)是带有串行通信接口的智能化设备,现场总线采用计算机数字化通信技术连接智能化现场设备,控制器可从现场设备获取大量信息,增强了现场级信息集成能力;可实现设备状态、故障、参数信息传送,可完成设备远程控制、参数化及故障诊断工作,可靠性高、可维护性好;不同厂家产品只要使用同一总线标准,就具有互操作性和互换性,因此设备具有很好的可集成性。目前该技术在电厂中已逐渐开始应用。

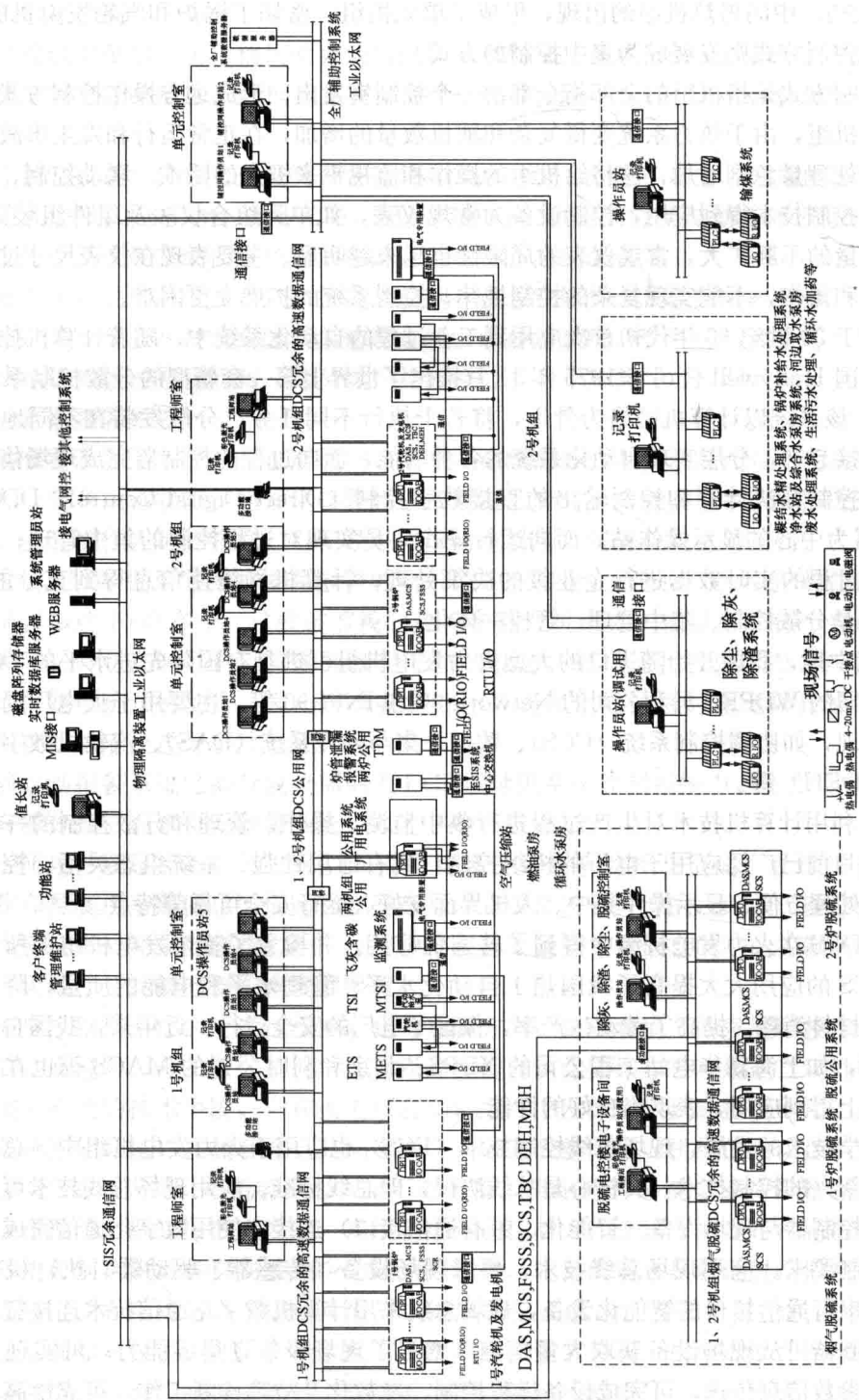


图 0-1 600MW 炉组全厂自动化系统配置图

六、开关量控制系统的组成

开关量控制系统由控制对象和自动控制器、测量变送器、执行器等组成，其核心是自动控制器。

目前，随着大型单元机组高度自动化 DCS 在电厂的广泛应用，新建机组则无一例外地采用了 DCS，DCS 还向辅助车间控制延伸，如应用于补给水系统、脱硫系统等，使得主、辅机，主、辅系统之间相互渗透、相互牵连，机、炉、电成为一个有机的整体。图 0-1 所示为某 600MW 机组全厂自动化系统配置图。其中主机系统由 DCS 实现控制，脱硫控制系统也由同类型 DCS 实现；辅助系统的控制系统，由 PLC+上位机方式实现，且与 DCS 网络通过通信接口实现信息交换。

项目一

电动门电气控制回路的维护

【项目描述】

开闭式电动门是电厂中应用非常广泛的控制设备,阀门电动装置是由电动机传动的,它的驱动设备是可正、反转的控制电动机。电动门电气控制回路的维护是开关量电气控制系统典型的维护任务。通过该任务的实施,使学员能正确分析电动门控制回路的组成、工作原理,完成对电动门等电气控制回路的维护工作。

电动门电气控制回路能实现如下功能:

- (1) 能实现自动开启和关闭。电动门打开,全开按行程开关整定;电动门关闭,全关按转矩开关整定。
- (2) 能实现开启和关闭手动控制。
- (3) 能实现电动机的过载保护。

在实现电动门电气控制功能过程中,调试操作规范,能初步判断电动门控制回路的故障并进行正确处理。

【教学目标】

知识: 熟悉开关量控制系统的组成、常用控制电气设备的结构;理解开关量控制系统的工作原理;理解控制电气设备的工作原理;理解开闭式电动门的控制逻辑。

能力: 能指认常用控制电气设备、温度、压力等控制开关,现场控制器;能从外观上识别控制电气设备及其状态;能分析电动门控制回路的工作原理;能初步判断电动门控制回路的故障并进行正确处理。

素质: 注意用电安全;遵循工作票、操作票制度;培养团队合作精神;养成主动学习的习惯。

【教学环境】

教学场地: 多媒体教室、控制电动机实验室,也可以是一体化教室。学员在多媒体教室进行相关知识的学习,小组工作计划的制订,实施方案的讨论;在控制电动机实验室构建开闭式电动门电气控制系统,并进行调试,分析电动门控制回路的故障并进行正确处理。

教学材料与设备: 电动门或控制电动机、电气控制实验箱、万用表、电笔、导线。

危险点分析及安全措施: 低压控制电气设备是带电运行,注意用电安全。

【项目准备】

一、人员素质准备

任务的准备关键是完成任务的人员准备,包括人员的知识学习、能力训练、素质培养。只有让学员具备了完成任务的基本条件,掌握了相关的知识后,在任务实施阶段按电厂典型的班组劳动组织分配任务,才能顺利实施任务。

学员要完成上述工作任务,需认真思考如下问题,并能给出正确答案。

- (1) 开关量、开关量控制、动作值、复位值、死区等专业术语的含义。
- (2) 微动开关的工作原理是什么?
- (3) 如图 1-6 所示,简述典型结构压力开关的工作原理。
- (4) 温度开关有哪几种类型?各适合于什么测量范围?
- (5) 如图 1-13 所示,简述电极式液位开关的工作原理。
- (6) 简述如何获取流量开关量信息。
- (7) 简述阀门电动装置的组成及传动过程。
- (8) 简述转矩限制机构的作用及原理。
- (9) 简述行程控制机构的作用及原理。
- (10) 如图 1-29 所示,简述两位三通电磁阀的工作原理。
- (11) 如图 1-31 所示,简述阀门电动装置控制电路:

- 1) 如何实现开阀、关阀。
- 2) 如何实现阀门工作状态的显示。
- 3) 如何实现电动阀门故障的监视。

上述问题,是为让学员熟悉在开关量控制系统中提供现场设备工况各种开关的结构和动作原理,具备电动门电气控制电路原理的分析能力。

二、工作计划制定

在学员具备相应的基本知识的学习后,由学员为主导,教师辅导,分析工作任务,明确提交的成果形式、评价标准等。

根据任务要求,设计电动门控制电动机的控制回路。

- (1) 分析控制要求,列出输入、输出信号。
- (2) 画出控制系统的主回路和控制回路,列出元件分配表。
- (3) 分析实施任务所需工具和存在的危险点,合理分配组员的工作任务。

由小组讨论,后由指导教师确认正确。

【项目实施】

- (1) 实施前准备,包括设备、材料、资料、备品备件、安全措施、工作票等。

按工作票、操作票要求完成工作任务实施相关手续。

- (2) 熟悉工作现场的设备,包括控制电动机接线端头、电气控制实验箱内设计要求元件的分布、万用表的使用(有些现场实际设备如压力开关等,可用实训设备替代),完成工具器材的准备。

- (3) 按设计图构建电动门的控制回路,注意回路连线的正确,接触良好。