

电力试验技术丛书

丛书主编 文伯瑜 姜龙华

火电厂热工自动化 系统试验

朱北恒 主编

4546521.576232123223152

002455026



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电力试验技术丛书

丛书主编 文伯瑜 姜龙华

火电厂热工自动化 系统试验

朱北恒 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

为了总结多年来我国电力试验的经验,促进我国电力试验水平的提高,中国电力企业联合会电力试验研究分会和中国电力出版社组织编写了《电力试验技术丛书》。本丛书是根据国家电力公司电安生[1996]430号文《关于电力工业技术监督工作规定》的要求而编写的,具有科学性、实用性、先进性、权威性。

《火电厂热工自动化系统试验》是本丛书之一,全书共分10章,主要包括:火电厂热工控制系统调试基本要求,分散控制系统、开关量控制系统、锅炉炉膛安全监控系统、汽包炉给水控制系统、汽温控制系统、燃烧控制系统、协调控制系统和汽机控制系统的试验,还介绍了火电厂模拟量控制系统的品质指标。另外,附录中给出了与本书相关的一些技术规程的内容节选,方便读者参考使用。

本书可供火电厂热工系统设计、试验、运行等专业技术人员使用,并可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电厂热工自动化系统试验/朱北恒主编. —北京:中国电力出版社, 2005

(电力试验技术丛书/文伯瑜, 姜龙华主编)

ISBN 7-5083-3578-3

I. 火... II. 朱... III. 火电厂-热力工程-自动化系统-试验 IV. TM621.4-33

中国版本图书馆.CIP数据核字(2005)第104703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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2006年1月第一版 2006年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 24.75印张 559千字 4插页

印数0001—3000册 定价52.00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)

谨以此书献给

为我国电力事业发展而
战斗在电力试验一线同仁





2005年夏作者摄于杭州

作者简介

朱北恒，教授级高级工程师，1975年毕业于重庆电力学校锅炉专业，1982年毕业于武汉水利电力学院（现武汉大学）热工自动化专业。曾在四川白马发电厂锅炉分场和西南电力试验研究所（现四川省电力试验研究院）热工室工作，自1985年以来，在浙江省电力试验研究所工作。现任浙江省电力试验研究所副总工程师、中国电力行业热工自动化标准化第三届委员会委员、浙江省电力学会热控专委会主任委员。

电力试验技术丛书 编委会

主任 赵 鹏

主 编 文伯瑜

副主编 姜龙华

委 员 (按姓氏笔画为序)

王启全	王海林	冯亚民	史更林	白云庆	白立江
刘韶林	吕 政	巩学海	朱国俊	杨伟光	余维平
张大国	张 方	张怡荣	张俊生	张勇刚	李建勋
李 晨	杨 华	陈 坚	卓伟光	林 韩	苑立国
郑 松	施 冲	赵 伟	赵庆波	赵炳松	徐润生
贾玉堂	康 健	黄迪威	傅 伟	蔡庆宏	潘言敏



序

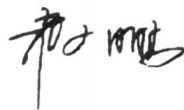
电力试验研究是经济建设尤其是电力工业发展中一项不可或缺的事业。中外电力事业的发展，均离不开电力试验研究人员的智慧和辛勤工作。新中国成立后，尤其是改革开放以来，随着电力工业的发展，我国电力试验研究事业取得了长足的进步，电力试验研究队伍不断扩大，试验研究成果层出不穷，极大地推动了电力工业的快速发展。

目前我国各地区均拥有自己的电力试验研究机构，从事电力试验研究的工程技术人员超过 10000 人。这支队伍的文化层次也从解放初期的以中专、大专毕业生为主，提高到今天的以大学毕业生、硕士生和博士生为主。更重要的是，这是一群热爱自己的事业、勤于钻研、勇于实践的勤奋劳动者。前后几辈人相互学习，长期工作实践，积累了大量试验研究工作经验。这是他们用汗水、心血以至生命换来的、值得用文字记录并传之于后世的宝贵经验。

随着电力体制改革的不断深化，使电力试验研究事业进入了竞争激烈同时又是历史上最好的发展时期。电力试验研究同行们愿意把自己的经验无私地奉献给广大读者，就是为了促进我国电力试验研究事业的进步与飞跃，促进我国电力工业的发展与兴旺，进而促进我国国民经济的增长与繁荣。

本着各取所长、共同提高的初衷，我们经过长时间的准备，编辑出版《电力试验技术丛书》，相信它一定会给读者带来启发、思考和收益。

华北电力科学研究院有限责任公司总经理
中国电力企业联合会电力试验研究分会会长



2003 年 12 月

前 言

我国目前装机总容量为 3.5 亿 kW，居世界第二。随着三峡电站机组的分批投入运行和西电东送工程的推进，到 2010 年全国性的大电网将初步形成。全国性电力系统运行的动态品质、安全稳定和经济性的改善与提高成为电力科技工作者肩负的重要责任。

为了总结多年来我国电力试验的经验，促进我国电力试验水平的提高，中国电力企业联合会电力试验研究分会和中国电力出版社决定组织编写一套《电力试验技术丛书》，以满足国内各电力试验研究院（所）、电厂、供用电企业、电力基建单位及大专院校、科研院所对专业技术书籍的迫切需要。

本系列丛书的内容主要是根据原国家电力公司电安生 [1996] 430 号文《关于电力工业技术监督工作规定》的要求而确定的。该文中规定，“电力技术监督工作应以质量为中心、以标准为依据、以计量为手段，建立质量、标准、计量三位一体的技术监督体系，依靠科学进步，采用和推广成熟、行之有效的新技术、新方法，不断提高技术监督的专业水平”。因此，本套丛书涵盖的内容应包括电能质量、金属、化学、绝缘、热工、电测、环保、继电保护、节能等，并对设备的健康水平及其安全、经济运行方面的重要参数、性能与指标进行监督、审查、调整和评价。本丛书共分 15 册。

丛书具有科学性、实用性、先进性、权威性。作者在写作过程中树立了精品意识和创优信念。

特别感谢中国电力企业联合会电力试验研究分会，全国三十二个试验研究院（所、技术中心）的领导，我们的分册主编主要由这些单位的技术专家担任。

特别感谢中国电机工程学会在组织编写中给予的大力支持。

丛书主编

文伯瑜

丛书副主编

姜兆年

2003 年 12 月 1 日

编者的话

在工地调试的那些日子，常常需要查阅许多资料，有关于标准的，有关于 DCS 厂家的，还有一些常用的公式和数表，等等。那时，我真希望有那么一本能指导调试工作的手册，有一本类似资料大全的东西。做了十多年的调试工作，模拟量和开关量都做过，虽然许多东西并不复杂，但每次却总要翻翻过去作的笔记才感觉踏实，上手快。那时也曾想过把那些笔记变成一本书，现在终于有机会来实现这个愿望。

火电厂热工自动化技术在最近十几年发展迅猛。这主要是由两个因素的推动，一个是 DCS，另一个是协调控制系统。DCS 在电厂的普及应用，为火电厂热工自动化技术的发展奠定了基础；协调控制系统在单元机组普遍的投入，使火电厂热工自动化达到了前所未有的新高度。

十多年以前，我的一个学友曾经谈起在国外的一段调试经历，他是那样评价发达国家仪控专家的工作：“那不是调试，那是艺术。”直到现在，我仍然记得这句话。调试应该是艺术，当我们全身心地投入热控系统调试工作时，我相信，我们所创造出的也一定是一种艺术。

调试是创造性的工作。热控系统调试的特殊性在于，我们的控制对象常常带有某些不确定性，然而，质量标准却只有一个：交给用户一个高度自动化的电厂。所有在设计、制造和安装过程中遗留的问题都会在调试阶段显现出来，热控调试工程师没有退路，必须去面对和设法解决。这就要求热控工程师必须具有牢固的基础知识和丰富的实践经验，因此有人说，干热控这一行太有挑战性了。的确，当你面对着那眼花缭乱的各种各样的控制设备时，你别无选择，没有多少老本可吃，只有不断地进行知识更新，才能适应不断更新的技术。

这本书完全是从应用的角度进行编写，没有涉及基础控制理论，也省略了许多过程的介绍和推导。其目的是为了节省篇幅，开门见山，但也可能有失完整。

本书共 10 章，第一章、第三章、第五~九章由朱北恒编写，第二章由朱北恒、孙长生编写，第四章由孙长生编写，第十章由龚皓编写。全书由朱北恒统稿，刘吉臻主审。

这本书不只是来自于我们自己的经验积累，因我们自己的经验非常有限。近十年来，关于火电厂热工自动控制系统的调试、研究和改进，讨论得非常热烈，我们从那些著作、论文中获得了许多宝贵的资料和信息，因此要感谢本书附录中那些参考文献的作者们。还要感谢浙江省电力试验研究所的领导和同事们，因为我们始终是在一个开放的空间和平台上讨论技术问题，我们追求的是整体不断地向前发展，而不是各人守护着自己的局部经验。

今天，我们把这本书推荐给你，希望它对你的调试工作能有所帮助。

朱北恒

2005 年 8 月



目 录

序

前言

编者的话

第一章 火电厂热工控制系统调试基本要求	1
第一节 火电厂热工控制系统调试依据及标准	1
第二节 火电厂热控系统的基本设计要求	4
第三节 新建机组热工控制系统调试各阶段的基本要求	9
第四节 机组整套启动程序及流程	17
第二章 分散控制系统试验	28
第一节 火电机组常用 DCS 及特点	28
第二节 分散控制系统的出厂验收试验	55
第三节 分散控制系统的现场调试	68
第四节 分散控制系统的检修试验	81
第五节 分散控制系统的故障分析与处理	83
第三章 开关量控制系统试验	87
第一节 开关量控制系统	87
第二节 逻辑代数在开关量逻辑控制中的应用	96
第三节 开关量控制系统的调整试验	99
第四节 机组联锁保护及试验	101
第四章 锅炉炉膛安全监控系统试验	127
第一节 锅炉爆燃与防爆	127
第二节 火焰检测原理与技术	134
第三节 锅炉安全监控系统的调整试验	143
第四节 锅炉炉膛安全监控系统试验	154
第五章 火电厂模拟量控制系统的品质指标	169
第一节 火电厂模拟量控制系统的品质指标	169

第二节	PID 调节器及常用算法	175
第三节	PID 控制器参数的试验整定	181
第六章	汽包炉给水控制系统试验	191
第一节	汽包水位的计算和修正	191
第二节	汽水流量的计算和修正	195
第三节	汽包水位控制对象特性试验	198
第四节	给水控制系统的投入及扰动试验	202
第五节	三冲量给水控制系统及参数整定	206
第六节	最小流量控制系统的投入及试验	209
第七节	给水控制系统的故障分析与改进	211
第七章	汽温控制系统试验	215
第一节	汽温控制概述	215
第二节	汽温控制对象特性试验	218
第三节	减温调节装置静态特性试验	222
第四节	串级和双回路汽温调节系统	224
第五节	过热汽温分段控制策略	226
第六节	ABB Bailey 公司主汽温度控制策略	226
第七节	西门子公司主汽温度控制策略	229
第八节	串级控制结构中主调防止积分饱和的方法	234
第九节	SIMTH 预估器在汽温控制中的应用	236
第十节	再热汽温控制系统	238
第十一节	汽温控制系统投入及试验	240
第八章	燃烧控制系统试验	243
第一节	燃料量控制系统	243
第二节	风量控制与氧量校正	249
第三节	风煤交叉限制	253
第四节	炉膛压力控制	256
第五节	燃烧控制系统的投运及故障分析	257
第九章	协调控制系统试验	262
第一节	单元机组协调控制对象模型	262
第二节	直接能量平衡控制系统 (DEB)	264
第三节	直接指令平衡控制系统 (DIB)	268
第四节	协调控制系统的主要功能	269
第五节	火电机组参与电网 AGC 调节	273

第六节 协调控制系统性能试验	280
第十章 汽机控制系统试验	292
第一节 汽机数字式电液控制系统 (DEHC)	292
第二节 DEH系统的功能试验	299
第三节 机组参与电网一次调频	309
第四节 旁路控制系统	315
附录 A DL 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》节选	322
附录 B DL/T 5175—2003《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》节选	331
附录 C DL/T 5190.5—2004《电力建设施工及验收技术规范》 (第 5 部分: 热工自动化) 节选	341
附录 D DL/T 659—2006《火力发电厂分散控制系统验 收测试规程》节选	352
附录 E DL/T 657—2006《火力发电厂模拟量控制系统验 收测试规程》节选	362
附录 F 国电发 [2000] 589 号《防止电力生产重大事故的 二十五项重点要求》节选	378
参考文献	384

第一章

火电厂热工控制系统 调试基本要求

现代单元制机组热工控制系统主要由 DCS 控制系统实现,通常按功能划分为数据采集系统(DAS)、开关量控制系统(OCS)、炉膛安全监控系统(FSSS)、模拟量控制系统(MCS)、汽机数字电液控制系统(DEH)、旁路控制系统(BPS)等。电力行业标准对火力发电厂热工控制系统的设计、调试和质量验收都提出了具体的要求。

DL 5000—2000《火力发电厂设计技术规程》对火力发电厂热工控制系统提出了总体性的设计要求,DL/T 5175—2003《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》则给出了具体的设计原则和设计方法。《DCS技术规范书》根据各工程的特点由买卖双方签定的技术合同文件,对火力发电厂热工控制系统提出了更为具体的基本要求。

新建机组热控系统的调试主要包括以下阶段:调试前的准备、控制系统受电前检查和受电后的测试、组态软件检查和功能测试、外部系统的联调、模拟量控制系统的投入和调试、协调控制系统的投入及负荷变动试验、RB 试验、文档验收等。

第一节 火电厂热工控制系统调试依据及标准

一、热控系统调试采用的电力行业标准

1. 与调试有关的设计标准

DL5000—2000《火力发电厂设计技术规程》;

DL/T5175—2003《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》。

2. 施工安装、调试及验收标准

DL/T 5190.5—2004《电力建设施工验收技术规范 第5部分:热工自动化》;

DL/T 655—2006《火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统验收测试规程》;

DL/T 656—2006《火力发电厂汽轮机控制系统验收测试规程》;

DL/T 657—2006《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》;

DL/T 658—2006《火力发电厂开关量控制系统验收测试规程》;

DL/T 659—2006《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》;

DL/T 670—2006《火力发电厂汽轮机监视和保护系统验收测试规程》;

DL/T 824—2002《汽轮机电液调节系统性能验收导则》;

电建 [1996] 第 159 号《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程》。

3. 运行和检修维护标准

DL/T 774—2004《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程》。

二、有关技术资料 and 文件

主要是指设计院和设备制造厂提供的控制系统设计技术文件和设备说明资料，如控制逻辑图 (digital logic diagram) 是开关量控制系统和炉膛安全监控系统的主要调试依据；SAMA 图 (analog functional diagram) 是模拟量控制系统的主要调试依据；DCS 系统手册是 DCS 系统的主要调试依据。

三、常用标准介绍

DL5000—2000《火力发电厂设计技术规程》为条文强制性行业标准，2001 年 1 月实施后代替 DL5000—1994。《火力发电厂设计技术规程》是电力行业最基本的火力发电厂设计技术标准，又称为“大火规”。其中，第 12 章“热工自动化”对火电厂热工控制系统的设计提出了最基本的要求，主要内容有：一般规定、热工自动化水平、控制方式及控制室、热工检测、热工报警、热工保护、热工开关量控制和联锁、热工模拟量控制、机组分散控制系统、厂级监控和管理信息系统、热工电源、热工用电缆、管路和就地设备布置等。《火力发电厂设计技术规程》对机组主要热工自动化系统推荐采用分散控制系统，并包括以下功能：数据采集系统 (DAS)、炉膛安全监控系统 (FSSS)、模拟量控制系统 (MCS)、开关量控制系统 (OCS)。本书附录 A 选编了 DL5000—2000《火力发电厂设计技术规程》的部分内容。

DL/T5175—2003《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》是《火力发电厂设计技术规程》热工自动化部分的补充和具体化，它给出了火力发电厂热工控制系统在模拟量控制、开关量控制及设备选择等方面应遵循的设计方法和设计原则，2003 年 6 月实施后代替 NDGJ16—1989《火力发电厂热工自动化设计技术规定》。主要内容有：一般规定、模拟量控制、开关量控制、设备选择等。本书附录 B 选编了 DL/T5175—2003《火力发电厂热工控制系统设计技术规定》的部分内容。

DL/T 5190.5—2004《电力建设施工验收技术规范 第 5 部分：热工自动化》(或《电力建设施工验收技术规范 (热工自动化篇)》)，给出了火力发电厂热工自动化专业电力建设施工及验收的具体技术要求，2004 年 6 月实施后代替 SDJ 279—1990《电力建设施工及验收技术规范 (热工仪表及控制装置)》。主要内容有：取源部件及敏感元件的安装、就地检测和控制仪表的安装、控制盘 (台、箱、柜) 的安装、电线和电缆的敷设及接线、管路的敷设和连接、防护与接地、热工测量仪表和控制设备的调试和验收等。本书附录 C 选编了 DL/T 5190.5—2004《电力建设施工验收技术规范 第 5 部分：热工自动化》的部分内容。

DL/T655—2006《火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统验收测试规程》是对 DL/T655—1998《火力发电厂锅炉炉膛安全监控系统在线验收测试规程》的修编，DL/T656—2006《火力发电厂汽轮机控制系统验收测试规程》是对 DL/T656—1998《火力发电厂汽轮机控制系统在线验收测试规程》的修编，DL/T657—2006《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》是对 DL/T657—1998《火力发电厂模拟量控制系统在线验收测试规程》的修编，

DL/T658—2006《火力发电厂开关量控制系统验收测试规程》是对 DL/T658—1998《火力发电厂顺序控制系统在线验收测试规程》的修编，DL/T659—2006《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》是对 DL/T659—1998《火力发电厂分散控制系统在线验收测试规程》的修编，DL/T670—2006《火力发电厂汽轮机监视和保护系统验收测试规程》是新编验收测试规程。

修编后的《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》适用范围扩大到装设单机容量 125~600MW 等级机组的火电厂新建和技术改造工程的分散控制系统，以及由可编程控制器和用于汽轮机控制系统的以微处理机为基础的其他控制系统。不仅适用于最终验收测试，也适用于 168h (72h) 验收测试。功能测试中增加了与厂级监控信息系统接口和卫星定位系统相关功能要求；输入/输出通道检查数量由选取 30~50 个，修改为系统总量的 1%~5%。系统综合考核除采用可用率外，增加了可靠性评估，并对考核方法进行了修改。本书附录 D 选编了 DL/T659—2006《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》的部分内容。

修编后的《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》扩大了适用范围，机组容量扩大到 125~600MW 等级机组，以满足大量 300MW 等级以下火电机组 DCS 自动化改造对协调控制和参与电网 AGC 调节验收测试的需要。随着协调控制技术的发展，新建火电机组模拟量控制系统的应用水平有了很大的提高，在调试质量控制上已打破了基建与试生产的界线，《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》建立了基建验收和最终验收的统一测试标准，并涵盖了新建或技术改造工程验收测试的各个阶段。《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》在测试项目和质量指标上涵盖整个模拟量控制系统，给出了较为完整的模拟量控制系统性能测试指标。本书附录 E 选编了 DL/T657—2006《火力发电厂模拟量控制系统验收测试规程》的部分内容。

DL/T 774—2004《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程》以采用分散控制系统的机组为主，包括了火电厂分散控制系统的硬件、软件、单体测量仪表、过程控制仪表、数据采集处理系统、模拟控制系统、顺序控制系统、锅炉安全监控系统、机组热工保护系统、数字电液调节系统等所涉及到的现有热工自动化设备的检修、试验、运行维护的内容、方法、应达到的技术标准。并兼顾采用常规控制设备机组的检修运行维护，纳入了化学分析仪表、电气厂用电和发电机变压器的检修运行及热工技术管理工作内容，是机组热工自动化设备检修运行维护的基本依据。主要内容有：计算机控制系统、检测仪表及装置、过程控制仪表及设备、共用系统、电气线路与测量管路、数据采集系统、模拟量自动控制系统、炉膛安全监控系统、热工信号与热工保护系统、顺序控制系统、汽机数字电液控制系统、给水泵汽机控制系统、高低压旁路控制系统、热工技术等。2005 年 4 月《火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程》实施后，代替 DL/T774—2001《火力发电厂分散控制系统运行检修导则》和原水利电力部 1986 年版《热工仪表及控制装置检修运行规程》。

《DCS 技术规范书》是由买卖双方签定的技术合同文件，它根据上述行业标准，针对火力发电厂新建或改造机组热工控制工程的特点，提出了更为具体的技术要求。《DCS 技

术规范书》一般有以下主要内容：卖方的供货范围及买卖双方的工作范围、采用的技术规范和技术标准、硬件要求、软件要求、人机接口、数据通信系统、数据采集系统（DAS）、模拟量控制系统（MCS）、锅炉炉膛安全监控系统（FSSS）、锅炉和汽机顺序控制系统[SCS（B/T）]、旁路控制系统（BPC）、给水泵汽机控制系统（MEH）、发电机—变压器组 and 厂用电源系统顺序控制、DCS 公用网络、工程服务、试验、验收和演示等。

《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程（1996年版）》（简称《启规》）是原电力工业部1996年3月颁布的（电建1996第159号）新建机组建设标准，是对《火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程（1993年版）》的修订。《启规》将机组启动试运分为“分步试运、整套启动试运、试生产”三个阶段，其中整套启动试运又分为“空负荷试运、带负荷试运和满负荷试运”三个阶段进行。根据《启规》，1996年原电力部还颁发了《火电工程启动调试工作规定》、《火电工程调整试运质量检验及评定标准》等文件，各区域电网还相应制订了与《启规》配套的实施办法，如华东电网制订了《华东电网火力发电厂基本建设工程启动及竣工验收规程实施办法》、《华东电网火电工程分步试运管理实施细则》、《华东电网火电工程整套启动试运管理实施细则》、《华东电网火电工程试生产管理实施细则》、《华东电网火电工程代保管实施细则》。这些文件从技术管理的角度出发，为规范新建机组试运各阶段、各单位的工作程序，至今仍作为企业内部的指导性标准被各发电企业所采用，为新建机组的建设发挥着作用。

第二节 火电厂热控系统的基本设计要求

一、热工控制系统可靠性设计的五大原则

火电厂热工控制系统在控制回路设计时，应满足安全可靠、运行操作灵活和便于维护的要求，安全可靠是第一要求。热工控制系统可靠性设计应遵循五大原则：“优先级”原则、“分层分散”原则、“故障影响最小”原则、模块“冗余”原则和热工保护系统“独立性”原则。

（一）“优先级”设计原则

控制回路应按照保护、联锁控制优先的原则设计，以保证机组设备和人身的安全。具体有以下三点内容：

（1）模拟量控制、顺序控制、保护联锁控制及单独操作在共同作用于同一个对象时，控制指令优先级应为保护联锁控制最高、单独操作次之、模拟量控制和顺序控制最低的顺序。

（2）模拟量控制、顺序控制、保护联锁控制操作在共用同一个开关量信号时，开关量信号首先送入优先级最高的保护回路，即几个回路共用的开关量信号接入具体回路的优先级或分配次序，也应是保护联锁控制最高、模拟量控制和顺序控制最低。

（3）控制回路在共用同一个模拟量信号时，模拟量信号应首先送入模拟量控制回路。

（二）“分层分散”设计原则

（1）模拟量控制按协调控制级、子回路控制级、执行级三级结构设计。

(2) 开关量控制按功能组级、子功能组级、驱动级三级结构设计。

(三) “故障影响最小”设计原则

分配控制任务应以一个部件(控制器、输入/输出模件)故障时对系统功能影响最小为原则。

(1) 按工艺系统功能区配置控制器时,局部工艺系统控制项目的全部控制任务宜集中在同一个控制器内完成。

(2) 按功能配置控制站时,如一个模拟量控制回路的前馈信息来自另一个控制器时,不应在系统传输过程中造成延迟。

(四) 模件“冗余”原则

应根据不同分散控制系统的结构特点和被控对象的重要性来确定控制器模件和输入/输出模件(L/O模件)的冗余。

(1) 对于控制器模件通过内部总线带多个L/O模件的情况,完成数据采集、模拟量控制、开关量控制和锅炉炉膛安全监控任务的控制器模件均应冗余配置。对于取消硬后备“手动/自动”操作手段的模拟量控制系统,锅炉炉膛安全监控系统的重要信号应由不同输入模件输入。

(2) 对于控制器模件本身带有控制输出和相应的信号输入接口又通过总线与其他输入模件通信的情况,完成模拟量控制、锅炉炉膛安全监控任务的控制器模件以及完成重要信号输入任务的模件应冗余配置。

(3) 在配置冗余控制器的情况下,当工作控制器故障时,系统应能自动切换到冗余控制器工作,并在操作员站上报警。处于后备的控制器应根据工作控制器的状态不断更新自身的信息。

(4) 冗余控制器的切换时间和数据更新周期,应保证系统不因控制器切换而发生控制扰动或延迟。

(五) 热工保护系统“独立性”原则

(1) 机、炉跳闸保护系统的逻辑控制器应单独冗余设置。

(2) 保护系统应有独立的L/O通道,并有电隔离措施。

(3) 冗余的L/O信号应通过不同的L/O模件引入。

(4) 触发机组跳闸的保护信号的开关量仪表和变送器应单独设置,当确有困难而需与其他系统合用时,其信号应首先进入保护系统。

(5) 机组跳闸命令不应通过通信总线传送。

二、热工检测和报警

(一) 热工检测的基本内容

(1) 工艺系统的运行参数。

(2) 辅机的运行状态。

(3) 电动、气动和液动阀门的启闭状态和调节阀门的开度。

(4) 仪表和控制用电源、气源、水源及其他必要条件的供给状态和运行参数。

(5) 必要的环境参数。