

火力发电厂辅机集控岗位认证教材

理论部分

大唐国际发电股份有限公司 编著

火力发电厂集控运行岗位认证教材

理论部分

中国电力出版社 中国电力出版社北京 100070 编著

中国电力出版社

火力发电厂辅机集控岗位认证教材

理论部分

大唐国际发电股份有限公司 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 理论部分》，全书从辅控集控设备入手，着重介绍辅控集控主要设备原理、结构，以及运行操作方法，涉及辅控网建设的意义、辅控各子系统原理、工艺流程、设备结构、运行特性与检修等内容，涵盖了辅控集控系统的各个方面。全书共四十四章，主要内容包括辅助设备集中控制、输煤系统、化学处理设备运行与检修、脱硫设备运行与检修、脱硝设备运行与检修、电除尘器设备运行与检修等。

本书适用于辅控运行及管理人员学习和培训，也可作为即将走上生产岗位的学生阅读和参考。

图书在版编目（CIP）数据

火力发电厂辅机集控岗位认证教材. 理论部分 / 大唐国际发电股份有限公司编. —北京：中国电力出版社，2013.8
ISBN 978-7-5123-3551-6

I. ①火… II. ①大… III. ①火电厂—辅助系统—控制系统—集中控制—资格认证—教材 IV. ①TM621.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2012）第 228210 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>）

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 8 月第一版 2013 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 37.5 印张 891 千字
印数 0001—3000 册 定价 110.00 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

编 委 会

主 任 安洪光

副 主 任 佟义英 方占岭

委 员 张红初 项建伟 孟为群 李建成

祝 宪 桂东波 孙文平 姜 兴

王 为 胡继斌

编审人员 魏天旺 吴学民 何世忠 孙 宇

陈新丽 李翔宇 黄俊峰 张晓玲

孙建军 尹 平 李志成 冯桂军

余小鹏 张晓良 张 杰 夏 媛

翟晓东

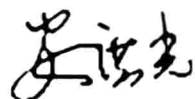
序

火力发电机组已经进入高参数、大容量时代，自动化控制技术不断的发展与完善，促进了火力发电主机组自动化水平的不断提高，也为辅机系统实现集中控制提供了技术和设备基础；火力发电企业内部体制改革的不断深入，既为辅机系统集中控制提供了机遇，同时，辅机系统集成也成为发电企业深化新厂新制的必然要求。全厂系统控制水平的提高，也成为企业整体安全生产和经营管理水平的重要标志。经过“十一五”的努力，大唐国际发电股份有限公司（以下简称“大唐国际”）在全系统火力发电企业实现辅机集中控制，于是本套书籍应运而生。

回首既往，在“十五”期间，大唐国际完成了在役机组主机的 DCS 改造，全面提升了发电机组主机的控制水平。与之相适应，公司全面推行了发电运行的集控运行体制，彻底打破原有的专业车间建制，实现了运行“值建制”；运行人员由原来的机、电、炉值班员转变成集控（全能）值班员。辅机集控，进一步实现了火力发电厂除灰、除尘、脱硫、脱硝、化学、输煤等设备系统的整合，进入辅机集控制体制（对于机组多的电厂）或大集控（主辅一体化，适用于机组少的电厂）体制。与主机集控一样，对辅机运行人员，打破原来的专业界限，实现辅机全能值班或主辅一体化全能值班。打破原有组织机构的边界和专业的边界，实现新的整合，对于提升火力发电企业安全生产水平和经济效益意义重大。

技术水平的提高，生产管理体制的进步，人的因素永远是最关键的，提高人员素质是掌握先进技术和设备的必要条件。因此，岗位培训与岗位资格认证，成为运行好辅机集控的必然要求。大唐国际组织专业人员研讨论证，并结合实际需要，编写了这套《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 理论部分》《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 试题部分》。编写人员由大唐国际几个电厂具有实践经验的专业工程师组成，力求理论与实践相结合、设备原理与构造相结合、运行操作与危险点分析相结合。这是一项开创性工作，对规范辅机运行人员上岗培训和岗位认证具有重要意义。

希望通过本套书的出版，有助于促进辅机集控运行人员整体技术素质和技能水平的提高，也为发电企业实施岗位培训提供一个参考。同时，也希望通过更多发电企业的实践，使“辅控值班员”成为国家电力企业新职业（工种），使本套书进一步演变成国家职业技能鉴定规范和职业技能鉴定题库，促进国家职业技能鉴定事业的发展。

A handwritten signature in black ink, appearing to read '李洪光' (Li Hongguang).

2012 年 9 月

前言

大唐国际发电股份有限公司从 2004 年开始推行辅机集中控制,与其他发电公司相比起步早,推广速度快,到目前已经开始探索实施辅机集控上岗认证工作。为了指导所属企业更好的认证培训,在总结多年来辅机人员分专业职业技能鉴定和辅机集中控制培训工作的基础上,我们编写了《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 理论部分》和《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 试题部分》。

本套教材针对大唐国际发电股份有限公司辅机集控上岗认证进行了系统的介绍,由于各发电企业设备系统不尽相同,尽可能做了全面的叙述,为人员取得上岗证书做好了教材准备,通过培训使其达到持证上岗的要求。

本套教材由大唐国际发电股份有限公司组织唐山热电公司、王滩发电公司、丰润热电公司、高井发电厂专业人员,根据大唐国际发电股份有限公司岗位认证的具体要求编写,具有辅机集控岗位针对性和人员培训的实用性。

《火力发电厂辅机集控岗位认证教材 理论部分》共分七篇四十四章。其中:第一章、第五章、第六章由王滩发电公司吴学民编写,第二章由丰润热电公司夏媛编写,第三章、第四章由唐山热电公司尹平编写,第七章由夏媛、吴学民编写,第八章由尹平、吴学民编写;第九~十一章由丰润热电公司张晓良编写,第十二章由王滩发电公司张杰编写,第十三章、第十四章由唐山热电公司何世忠编写;第十五~二十一章由高井电厂陈新丽编写;第二十二~二十五章、第三十七~四十章由丰润热电公司孙宇编写;第二十六章、第三十一章、第三十二章、第三十五章、第三十六章由唐山热电公司冯贵军编写,第二十七章、第二十九章、第三十章、第三十三章、第三十四章由王滩发电公司翟晓东编写,第二十八章由吕四港发电公司编写;第四十一~四十四章由吕四港发电公司孙建军编写。

华北电力科学院化学所李志成、陡河发电厂张晓玲、盘山发电公司李翔宇、乌沙山发电公司余小鹏、吕四港发电公司黄俊峰、唐山热电公司魏天旺参加了定稿审核。

本套教材在编写过程中得到了大唐国际发电股份有限公司、唐山电力培训中心、红河发电公司、各发电企业和华北电力科学院的大力支持,特别是大唐国际发电股份有限公司安洪光副总经理为本套教材作序,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者的理论水平和实践经验有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2012 年 9 月

目 录

序
前言

第一篇 化 学

第一章 化学专业基础知识	3
第一节 物质组成及化学反应	3
第二节 电厂用水及水质指标	6
第二章 锅炉补给水处理系统	24
第一节 水的预处理	24
第二节 膜处理系统	35
第三节 膜处理设备的运行维护及异常处理	61
第四节 离子交换除盐系统	68
第三章 凝结水处理系统	101
第一节 概述	101
第二节 凝结水精处理系统	104
第三节 混合床树脂分离及体外再生	108
第四节 粉末树脂覆盖过滤器	118
第四章 水汽质量标准与监督	122
第一节 水汽质量标准	122
第二节 水汽质量监督	125
第三节 水汽质量异常处理	133
第五章 化学加药系统	136
第一节 锅炉给水加药处理	136
第二节 锅炉炉水加药处理	142
第六章 废水处理系统	155
第一节 废水性质及其分类	155
第二节 发电厂废水及水质特点	157
第三节 废水处理技术	160
第四节 工业废水处理	162

第五节 生活污水处理	166
第六节 污泥及污泥处理	170
第七节 含煤废水处理	173
第七章 冷却水处理系统	175
第一节 循环冷却水处理	175
第二节 电解海水制氯系统	209
第三节 发电机定子冷却水处理	210
第四节 闭式循环冷却水处理	212
第八章 制氢系统和氢气质量监督	214
第一节 制氢原理及制氢设备	214
第二节 制氢系统运行及异常处理	225
第三节 供氢站	232
第四节 氢气质量监督	236
附录 常用水实验分析方法	238

第二篇 脱 硫

第九章 脱硫技术概论	241
第一节 湿法脱硫技术简介	241
第二节 半干法烟气脱硫技术简介	244
第三节 干法烟气脱硫技术简介	245
第四节 循环流化床燃烧脱硫技术简介	246
第十章 湿法脱硫理论基础	249
第一节 脱硫剂选择	249
第二节 湿法脱硫反应原理	249
第三节 脱除 SO_2 反应过程	252
第四节 影响湿法脱硫效率的主要因素	254
第五节 脱硫系统的结垢、堵塞与解决办法	256
第六节 脱硫系统的腐蚀与防腐	257
第十一章 石灰石—石膏湿法脱硫工艺与装置	258
第一节 石灰石浆液制备系统	258
第二节 烟气系统及设备	259
第三节 吸收系统	262
第四节 石膏脱水系统	264
第五节 公用系统	267
第六节 废水处理系统	268

第十二章	脱硫系统运行	270
第一节	脱硫系统启动	270
第二节	脱硫系统停止	274
第三节	脱硫系统保护与联锁	278
第四节	脱硫系统运行与故障处理	282
第五节	脱硫系统运行检修规定	290
第十三章	脱硫副产物处理与综合利用	292
第十四章	湿法脱硫化学试验分析方法	296

第三篇 脱 硝

第十五章	烟气脱硝技术基本原理	307
第一节	氮氧化物的危害及成因	307
第二节	低氮燃烧技术	308
第三节	选择性催化还原法 (SCR) 烟气脱硝技术	309
第四节	选择性非催化还原法 (SNCR) 烟气脱硝技术	310
第五节	SNCR/SCR 混合烟气脱硝技术	311
第十六章	烟气脱硝还原剂 (NH_3) 的制备	313
第一节	液氨汽化成氨气	313
第二节	尿素热解成氨气	323
第三节	氨水制备氨气	329
第四节	还原剂的选择	329
第十七章	烟气脱硝系统催化剂	331
第十八章	催化剂吹灰系统	336
第十九章	氨气混合及喷射系统	339
第二十章	烟气在线监测系统	342
第二十一章	烟气脱硝系统启停和控制调整	345

第四篇 除 尘 除 灰

第二十二章	电除尘器	353
第一节	概述	353
第二节	电除尘器常用术语	353
第三节	电除尘器工作原理及结构	355
第四节	影响电除尘器效率的主要因素	363
第五节	电除尘器运行	365

第六节 电除尘器维护保养制度	367
第七节 电除尘器运行操作注意事项	368
第八节 电除尘器常见故障判断及处理	369
第九节 新型除尘器简介——电袋复合除尘器	372
第二十三章 干除灰输送系统	376
第一节 概述	376
第二节 干除灰输送系统主要设备	377
第三节 干除灰输送系统运行	382
第四节 干除灰输送系统故障处理	383
第二十四章 灰库与储灰场	385
第一节 灰库系统主要设备	385
第二节 灰库系统运行与维护	386
第三节 灰库系统常见故障及处理	387
第四节 储灰场	388
第二十五章 除渣系统	394
第一节 概述	394
第二节 除渣系统生产工艺流程	394
第三节 除渣系统主要设备	396
第四节 除渣系统运行维护	400
第五节 除渣系统常见故障及处理	401
第六节 除渣系统运行操作危险点分析和控制	402

第五篇 输 煤

第二十六章 输煤系统概述及煤场管理	405
第一节 输煤系统概述	405
第二节 储煤场	406
第三节 煤筒仓	408
第四节 燃煤掺配	409
第二十七章 翻车机系统	412
第一节 概述	412
第二节 翻车机系统组成	413
第三节 翻车机系统作业流程	418
第四节 翻车机系统的保护	420
第五节 翻车机系统的运行	424
第六节 翻车机系统常见故障及处理	425
第七节 翻车机作业危险点分析和控制	427

第二十八章 卸船机系统及辅助设备	429
第一节 概述	429
第二节 卸船机	429
第三节 卸船机系统保护	435
第四节 卸船机运行	437
第五节 卸船机系统常见故障及处理	441
第六节 卸船机作业危险点分析和控制	444
第七节 推耙机	450
第二十九章 斗轮堆取料机	456
第一节 斗轮堆取料机组成	456
第二节 斗轮堆取料机作业工艺及特点	458
第三节 斗轮堆取料机系统保护设置	460
第四节 斗轮堆取料机运行	460
第五节 斗轮堆取料机常见故障及处理	466
第六节 斗轮堆取料机作业危险点分析和控制	468
第三十章 带式输送机	472
第一节 带式输送机组成	472
第二节 带式输送机联锁保护	487
第三节 带式输送机运行	488
第四节 带式输送机常见故障及处理	492
第五节 带式输送机作业危险点分析和控制	494
第三十一章 破碎设备	499
第一节 破碎设备类型	499
第二节 碎煤机结构及特点	500
第三节 碎煤机运行	503
第四节 碎煤机常见故障及处理	505
第五节 碎煤机作业危险点分析和控制	505
第三十二章 筛分设备	507
第一节 概述	507
第二节 除大块装置	507
第三节 滚轴筛	509
第四节 固定筛	510
第五节 振动筛	510
第三十三章 输煤系统辅助设备	512
第一节 给煤机	512
第二节 配煤设备	513
第三节 除铁器	515
第四节 电子皮带秤	517

第三十四章 防尘抑尘及废水综合治理	519
第一节 概述	519
第二节 输煤系统防尘抑尘的技术措施	519
第三节 除尘设备	523
第四节 排污系统	529
第五节 煤泥废水处理	530
第三十五章 推煤机	535
第一节 推煤机行驶操作	535
第二节 推煤机检查及保养	536
第三节 推煤机操作注意事项	537
第四节 推煤机故障及处理	539
第三十六章 燃料基础知识	541
第一节 燃料定义及分类	541
第二节 燃煤成分及特性	541
第三节 煤的元素分析与工业分析	542
第四节 煤的指标及特性	543
第五节 煤分类	545

第六篇 电 气 知 识

第三十七章 电气设备操作通则	549
第三十八章 厂用电动机运行通则	551
第三十九章 厂用电动机事故处理通则	553
第四十章 热机设备及系统启动、维护通则	554

第七篇 辅 控 技 术

第四十一章 辅控网	561
第一节 概述	561
第二节 辅控网的类型及功能	561
第四十二章 辅控网组成及功能	564
第一节 概述	564
第二节 化学水处理系统网络	566
第三节 输煤系统网络	568
第四节 除灰系统网络	570
第五节 脱硫系统网络	571

第四十三章 辅控网方案选型.....	573
第一节 建立辅控网的目的.....	573
第二节 方案选型	574
第四十四章 辅控网实施问题及解决方案.....	577
第一节 实施问题	577
第二节 解决方案	578
参考文献.....	583

火力发电厂辅机集控岗位认证教材 理论部分

第一篇

化 学



