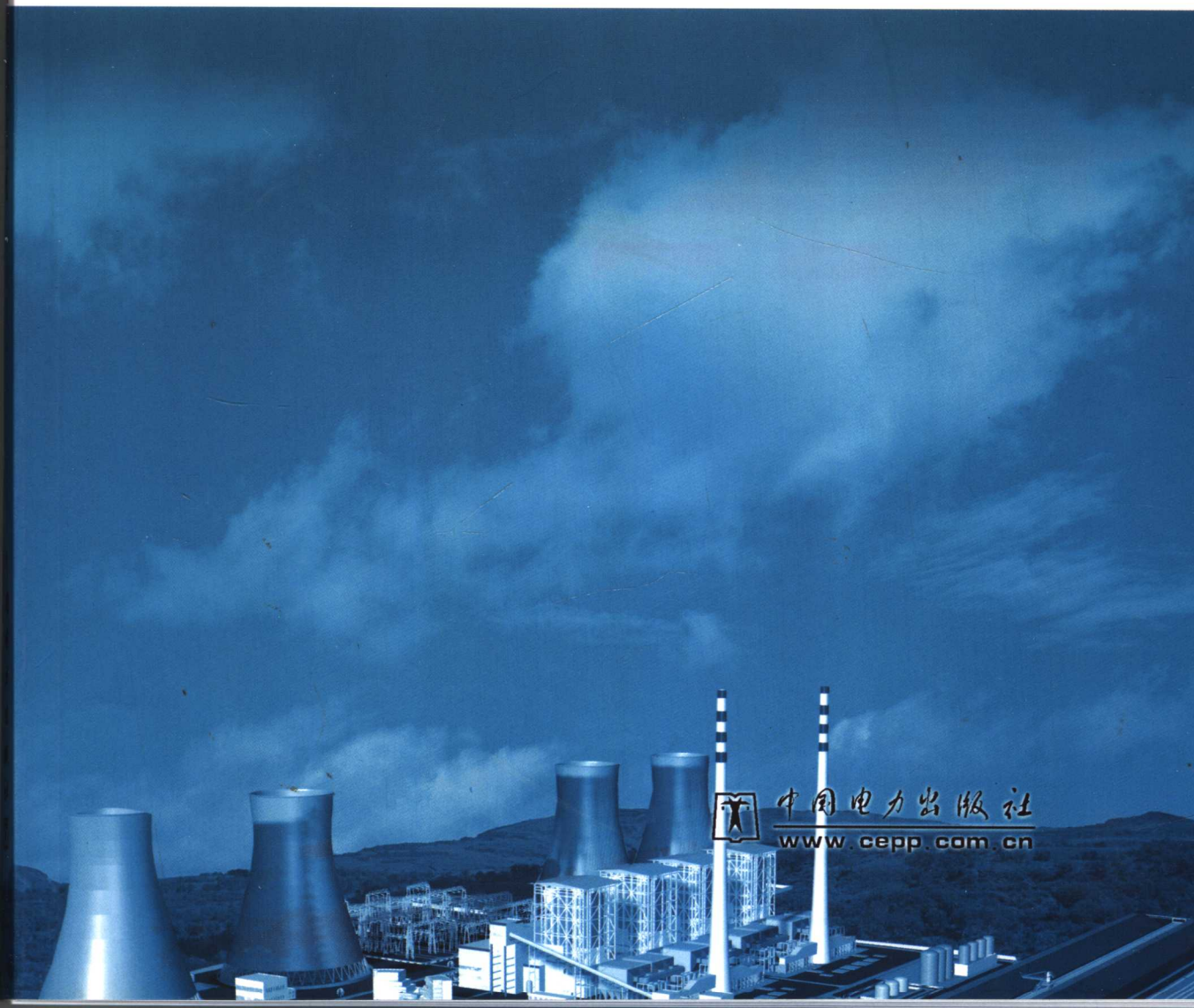


国电浙江北仑第一发电有限公司 编

600MW火电机组

全能值班员培训教材



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

中国电力出版社 中国电力出版社

600MW 火电机组

汽轮机系统运行维护检修



600MW火电机组

全能值班员培训教材

国电浙江北仑第一发电有限公司 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

随着我国火电机组容量及数量的不断增加,对机组运行的安全性和经济性提出了越来越高的要求,因此,大型火电机组集控全能值班员的培训显得越来越重要。本书基于浙江北仑电厂在这方面十几年的实践经验,结合电力行业对大型火电机组的运行要求,编写了该培训教材。

本书简述了汽轮机、锅炉、发电厂电气系统、发电厂综合系统等设备,详细介绍了对大型火电机组集控全能值班员进行培训的一套较完整的有效的培训流程,本书还就集控运行常设岗位的性质、特点及工作规范作了阐述。

全书分为五章,第一章叙述了集控全能值班员培训大纲,第二章介绍汽轮机设备及其运行规范,第三章介绍锅炉设备及其运行规范;第四章介绍火电厂电气设备及其运行规范,第五章介绍火电厂综合系统及其运行规范。每个岗位介绍的后面附有考核题。

本书可作为各大型火电厂岗位培训的参考材料,也可作为高等院校相关专业的师生们进行工程培训时的辅导材料。

图书在版编目(CIP)数据

600MW 火电机组全能值班员培训教材/国电浙江北仑第一发电有限公司编. —北京:中国电力出版社,2007

ISBN 978-7-5083-4884-1

I. 6... II. 国... III. 火力发电-发电机-机组-技术培训-教材 IV. TM621.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 124502 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 26.5 印张 649 千字
印数 0001—3000 册 定价 42.00 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)

《600MW 火电机组全能值班员培训教程》

编 审 委 员 会

主 任 韩大卫

副 主 任 钱忠文 沈维君 陈旭伟 项岱军

主 编 张云华 章建叶

编审人员 陈旭伟 顾良丰 王如良 黄蕾斐

王军杰 杜孟军 王 敏 胡志平

陆继民 祁菊仙

序

20世纪90年代,随着我国经济飞速发展,电力建设步伐明显加快,电网装机容量迅猛扩大,600MW火电机组已成跨省电网新建电厂之首选机型。经过10多年的建设,600MW火电机组逐渐成为我国21世纪初叶的主力机组。

600MW火电机组投产初期,设备不够稳定,缺陷故障频发,通过电厂和有关部门的共同努力,克服重重困难,不断创新,使机组运行状况大有改善,逐渐达到稳发满发。在逐步消化吸收国际先进技术与管理经验的基础上,慢慢形成了适合中国国情的600MW火电机组运行理念与管理模式。

进口国外发电设备,既要引进先进技术,更要引进现代化管理。600MW火电机组采用计算机集中控制,每台机组均设机、电、炉、仪合一的全能值班员,与原国内大机组机、电、炉分设3人的“控制集中”模式大相径庭。解决办法应为强化专业培训,提高人员素质,适应全能上岗要求,断非退而求其次,误入歧途,徒增干扰。以往对引进现代化管理认识不足,谬以为沿用老办法亦能“管好”600MW火电机组,实践证明此路不通,其结果不外安全水平低下,经济效益不高,事倍而功半。1992年能源部“新厂新办法”政策出台,引起各级领导警觉,此前所作所为,已经难于挽回。全国600MW火电机组电厂,由于建厂时间不同,受历史条件限制,引进现代化管理程度迥异,早期厂人员数倍于后建厂,可见一斑。

综上所述,600MW火电机组的问世,决非机组容量之简单增大,实隐含量变引起质变之某种飞跃。面对新生事物,症结依然为认识和观念之转变。倘能用全新理念,高屋建瓴地思考和处理问题,机组运行水平将提高,并达日臻完善境地。

全能值班员之于现代大型火力发电厂,乃先进装备、先进技术之操控灵魂,可比波音747驾驶员,其业务素质、水平高低,直接影响机组安全、稳定、经济运行。新从业人员虽已有一定的基础理论知识,然离胜任之要求还相距甚远,此培训过程断非轻易可成,需有严格意义上的培训管理体系。经严谨扎实的培训流程,掌握电气、汽轮机、锅炉、热控相关知识,熟悉岗位业务规范及仿真机操作,强化现场实际操作能力,逐步成长为高素质的全能值班员,方能在事故处理中反应敏捷、判断迅速、降低损失,为机组保驾护航。许多新建电厂采取委托其他公司培训全能值班员的方法,初期提高甚快,后期潜力不足,培训时间短而费用较高,培训效果与在实际生产中的正规培训差距甚大。

浙江北仑发电厂五台600MW火电机组均自国外发达国家引进,且其电厂高级管理人员和机组运行人员大都从国外先进电厂培训回来,经10年来对全能值班员培训的探索与实践,并结合仿真机教育研究工作,建立了一套较完整的现代化大型火电机组全能值班员培训管理体系和质量控制标准,并总结编写了600MW火电机组集控全能值班员培训大纲和培训教案,以规范的流程控制实现管理优化,提高人员培训的质量和效率,从源头上提升企业管理的效益,保证机组安全经济运行的最优化。

本书培训程序清晰、培训内容全面、综合性及可操作性强,对国内大型火电厂之全能值班员培训具有较好的推广应用价值。

前 言

通过对国内外大型火力发电机组开展全能值班员培训状况的调研和对北仑发电厂 10 多年运行培训管理经验的总结,编写完成了具有本公司特点的集控全能值班员培训大纲和培训教案,即《600MW 机组全能值班员培训教程》一书,该培训教程的实施对今后规范 600MW 机组集控全能值班员的培养、特别对新进员工的培养有较大的指导意义,从而较快地全方位地培养合格的集控值班员,并使目前的培训体制继续得到发扬和持续改进。

本教程以北仑电厂二期设备为基础,主要包括机、电、炉和综合四大部分,介绍了系统设备、系统的调节、系统的常规试验、系统的主要保护、运行操作要求、简单故障判断、典型案例介绍、运行注意事项等内容,还介绍了外围系统设备知识、仪控设备知识、各岗位日常工作内容及管理要求等。在教程后面附有供参考的考核题,有助于培训指导者与被培训者了解学习的重点,在培训后通过一定形式的考核来鉴定培训效果。

本教程由张云华、章建叶等策划。集控部分培训大纲由张云华编写、陈旭伟校稿;模拟机培训大纲由顾良丰编写,章建叶、王敏校稿;集控锅炉部分教案由王如良编写,张云华校稿;集控汽机部分教案由张云华编写,胡志平校稿;集控电气部分教案由黄蕾斐编写,张云华校稿;综合部分教案由张云华主要编写,王军杰、杜孟军参与外围设备编写,并由张云华、陆继民、祁菊仙校稿。

培训管理是一个持续改进的过程,培训体制在不断完善,培训教案的内容随着运行经验的丰富和运行管理水平的提高必将更加充实。

衷心感谢在本书编写过程中给予帮助的人们!

编 者

2006 年 4 月

名词中英文索引

英文 中文

ADS 电网遥控(机组负荷)
AGC (电网)自动发电控制系统
ALR 负荷自动调节器
AVR 自动电压调节器
BASE 基础控制
BCS 燃烧控制系统
BF (M) 锅炉跟踪
BMCR 锅炉最大连续出力
BMS 燃烧管理系统
BTB 锅炉汽机后备操作报警盘
BTU 燃料校正
CCS 协调控制系统
COORD 机炉协调控制
CRT 显示器
CV 汽轮机高压调门
DAS 数据采集及处理系统
DCS 集散控制系统
DEH 汽轮机数字电液控制系统
DEMAND 需求
DT 煤粉变形温度
EHC 电液控制
EOP 直流事故油泵
ET 电气故障
FA 汽轮机全周进汽
FSS 燃料安全保护系统
FSSS 炉膛安全及监控系统
FT 煤粉流动温度
GCP 发电机控制盘
GOV 调节器控制
IFT 点火油跳闸
IPR 汽轮机初始压力调节器
IV 中压调门
LCS 漏风控制系统

英文 中文

LFC 负荷频率控制
LL 负荷限制
LSM 速度匹配器
MCC 电机控制中心
MCOV 最大持续运行电压
MCR 最大连续出力
MFT 主燃料跳闸
MGC 电力市场发电控制系统
MLV 汽轮机机械闭锁阀
MOP 主油泵
MSOP 辅助油泵
MSV 汽轮机主蒸汽门
MTSV 电气跳闸阀
OAP 过燃风(挡板)
OFT 低负荷油跳闸
PA 汽轮机部分进汽
PC 负荷中心
PLU 汽轮机负荷功率不平衡
PPI 电厂安全保护系统
PSS 电力系统稳定器
RB 负荷快速返回
RD 快速降负荷
RSV 汽轮机中压主蒸汽门
SAP 边界风挡板
SCS 顺序控制系统
ST 煤粉软化温度
TF (M) 汽轮机跟踪
TGOP 涡轮油泵
TSI 汽轮机监视仪表
TTMD 空气预热器着火监测
TWIP 汽轮机防进水系统
UEL 低励限制器
UPS 不间断供电系统

序
前言
名词中英文索引

① 培 训 大 纲

1.1	编写依据	1
1.2	培训目标	1
1.3	培训对象和条件	1
1.4	培训教程安排	1
1.5	培训程序	6
1.5.1	新职工入厂培训阶段	6
1.5.2	电气设备巡检的培训	6
1.5.3	机电巡检员的培训	9
1.5.4	炉电巡检的培训	11
1.5.5	操作员的培训	14
1.5.6	机组长的培训	20
1.5.7	副值长的培训	24
1.6	培训的实施及管理	27
1.6.1	培训的管理	27
1.6.2	岗位的晋升	28
1.7	600MW 火电机组全能值班员模拟机培训大纲	30
1.7.1	仿真培训基本说明	31
1.7.2	教学计划和时间安排	31
1.7.3	专业类培训内容	32
1.7.4	考核规则	34
附表 1	设备定期切换与试验项目	38

② 锅 炉 部 分

2.1	锅炉总体	41
2.1.1	锅炉总体介绍	41
2.1.2	锅炉主要设计参数	42
2.1.3	锅炉主要特性	46
2.2	风烟系统	48
2.2.1	二次风系统	48
2.2.2	烟气系统	54

2.2.3	空气预热器	57
2.2.4	暖风器系统	61
2.3	制粉系统	64
2.3.1	磨煤机/给煤机	64
2.3.2	一次风/密封风系统	73
2.4	汽水系统	79
2.4.1	汽水流程	79
2.4.2	锅炉受热面	81
2.4.3	减温水系统及汽温调节	87
2.4.4	疏水放气排污系统	93
2.5	燃烧系统	95
2.5.1	燃油及雾化汽系统	95
2.5.2	油枪及点火	99
2.5.3	燃烧器	105
2.5.4	扫描风系统	108
2.5.5	燃料特性	109
2.6	炉本体	113
2.6.1	汽包	113
2.6.2	安全阀	119
2.6.3	吹灰系统	120
2.6.4	锅炉试验	123
2.7	锅炉运行及控制	128
2.7.1	锅炉 MFT	128
2.7.2	燃烧管理系统 (BMS)	135
2.7.3	锅炉自动控制系统	138
2.7.4	锅炉低负荷运行	143
2.7.5	锅炉管壁超温的危害	145
2.7.6	环保排放	146

③ 汽轮机部分

3.1	汽轮机本体	153
3.1.1	汽轮机本体介绍	153
3.2	汽机润滑油系统	161
3.2.1	汽机润滑油及其净化系统	161
3.2.2	主机 EHC 油系统	167
3.3	汽水系统	170
3.3.1	主、再热蒸汽及旁路系统	170
3.3.2	凝结水系统	175
3.3.3	抽汽加热系统	183

3.4 冷却系统	190
3.4.1 循环水系统	190
3.4.2 开式水系统	196
3.4.3 闭式冷却水系统	197
3.5 轴封与真空系统	201
3.5.1 轴封系统	201
3.5.2 抽真空系统	204
3.6 汽动给水泵、电泵	207
3.6.1 汽动给水泵系统	207
3.6.2 电动给水泵	215
3.7 DEH	219
3.7.1 DEH 系统	219
3.7.2 主汽轮机试验	225
3.8 辅助系统	231
3.8.1 机组压缩空气系统	231
3.8.2 辅汽系统	236

④ 电 气 部 分

4.1 发变组系统概述	239
4.1.1 发电机	239
4.1.2 主变压器、厂总变压器、启/备变压器	242
4.1.3 发变组保护	246
4.1.4 发变组系统常见综合故障及处理	251
4.2 大修后发变组试验	259
4.2.1 发电机试验	259
4.2.2 励磁系统试验	261
4.2.3 变压器试验	262
4.3 厂用电系统及其保护	263
4.3.1 厂用电系统	263
4.3.2 厂用电系统保护配置	266
4.3.3 厂用电系统常见综合故障及处理	267
4.3.4 厂用电系统的配电装置	270
4.3.5 厂用电动机及运行	275
4.4 发电机辅助系统	278
4.4.1 发电机密封油系统	278
4.4.2 定子冷却水系统	283
4.4.3 发电机氢气冷却系统	286
4.5 厂用保安系统	292
4.5.1 厂用保安系统简介	292

4.5.2	不停电电源系统 (UPS 系统)	292
4.5.3	直流系统	297
4.5.4	柴油发电机组及保安电源系统	301
4.6	220/500kV 系统	308
4.6.1	全厂主接线	308
4.6.2	220kV 系统	309
4.6.3	500kV 系统	313

⑤ 综 合 部 分

5.1	综合	323
5.1.1	机组启动	323
5.1.2	机组停运	326
5.1.3	机组运行调节	330
5.1.4	机组 RB	335
5.1.5	综合性事故处理	337
5.1.6	机组经济运行	343
5.1.7	仪表控制基本知识	345
5.1.8	仪控常见故障及处理	364
5.1.9	机组检修管理	370
5.1.10	电厂的技术监督管理	371
5.1.11	电业安全生产有关规定	377
5.1.12	发电设备可靠性管理	379
5.2	外围设备	381
5.2.1	输灰设备	381
5.2.2	输煤设备	384
5.2.3	化学设备	388
5.2.4	机组水质控制及化学监督有关工作	393
5.3	岗位规范	398
5.3.1	电气设备巡检技巧	398
5.3.2	巡检员必修	401
5.3.3	机炉设备巡检技巧	404
5.3.4	操作员必修	406
5.3.5	机组长必修	408
5.3.6	副值长 (值长) 必修	411

1 培训大纲

1.1 编写依据

中华人民共和国行业标准《电业安全工作规程》；
国家电力公司《安全生产工作规定》；
电力行业职业技能鉴定指导中心《集控值班员等职业技能鉴定指导书》；
电力行业《发电设备运行管理制度》；
浙江北仑第一发电有限责任公司《运行部职工升岗及岗位动态管理办法》。

1.2 培训目标

一般人员在分配到电厂生产部门工作后，由于院校里所学知识的片面性，只具有某些相关的基础理论知识，离电厂的实际操作需要还有一定的距离，这份大纲就是从北仑电厂二期集控设备的实际情况出发，通过合理的培训安排、有针对性地完成 600MW 机组集控全能值班员所需的专业技术和业务知识培训和考核，基本达到原部颁电业生产工作技术岗位等级标准和“三熟三能”的要求（三熟：熟悉设备、系统和基本原理；熟悉操作和事故处理；熟悉本岗位的规程制度。三能：能正确地进行操作和分析运行状态；能及时发现和排除故障；能掌握一般的维修技能），使被培训者最终达到机组集控全能值班员的水平。

1.3 培训对象和条件

被培训对象是新进职工，且应已经过入厂教育程序，了解了电厂生产经营管理概况，完成了军训及生产部门见习，对全厂的发电设备及发电过程已经有了大致的了解。鉴于一般院校毕业的运行人员只具备热能动力（热工自动化）或电力系统电气专业的基础理论知识，建议通过半年的专业交叉培训，使初步具备火电厂集控运行操作所需的专业理论知识。半年交叉培训最好是脱产进行，课程按对应的大专专业课程设置，课时可以适当缩减，时间宜安排在入厂教育阶段完成后。

1.4 培训教程安排

本大纲以北仑电厂现行集控运行岗位序列、二期机组设备现状和目前运行管理模式为依据制订了晋升各级岗位的培训标准及建议课时，培训方式可以是现场讲解、集中授课或自学为主，但是必须通过相应的考核，并履行相应的手续。通过这些内容的培训，希望在熟悉设

备的基础上，也将目前的管理思想融合到各运行岗位的要求上，使技术业务水平平均达到符合全能值班员合格上岗的目的。

集控运行岗位培训流程图 1-1。教案应用见表 1-1。

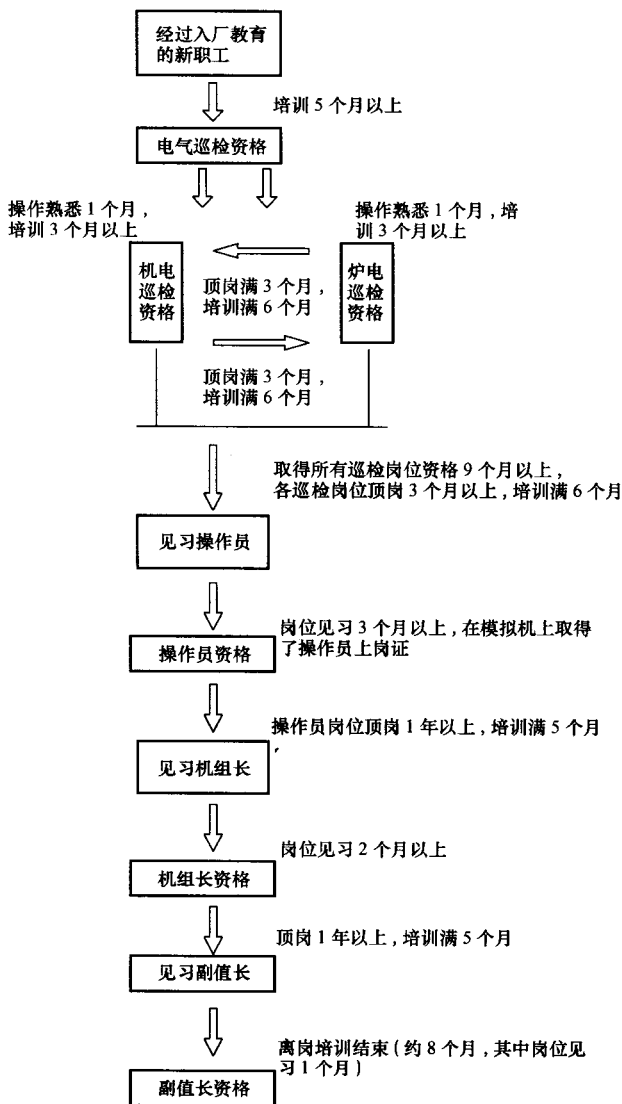


图 1-1 集控全能值班员岗位培训流程

从单元机组集控人员的岗位要求来看，集控设备中机、电、炉、仪和化学部分相关技术内容的掌握必须在操作员岗位就已完成，考虑到目前灰、煤设备的运行委托其他部门进行以及网控运行相对独立，所以考机组长岗位时才要求熟悉灰煤等系统的设备构成、工作原理及运行控制，以达到指挥协调这些外围岗位所需的要求。根据系统设备管辖权归属，考副值长岗位时才要求掌握 220kV、500kV 线路设备的有关内容和相关的运行知识，熟悉有关的调度规程及规定，以便协调与调度人员的关系，接受调度命令，管好有关的网管和厂管设备。

表 1-1

教案应用表

教 案 内 容	电气巡 检内容	炉电巡检员	机电巡 检员	操作员	机组长	副值长
1.1.1 锅炉总体介绍		●				
1.1.2 锅炉主要设计参数		●		●	●	
1.1.3 锅炉特性		●		●	●	
1.2.1 二次风系统		●		●	●	
1.2.2 烟气系统		●		●	●	●
1.2.3 空预器		●		●	●	
1.2.4 暖风器系统		●		●	●	
1.3.1 磨煤/给煤机系统		●		●	●	
1.3.2 一次风机/密封风		●		●	●	
1.4.1 汽水流程		●		●		
1.4.2 锅炉受热面		●		●		
1.4.3 减温水系统				●	●	
1.4.4 疏水放气排污系统		●		●	●	
1.5.1 燃油及雾化汽系统		●		●		
1.5.2 油枪及点火		●		●		
1.5.3 燃烧器		●		●	●	
1.5.4 扫描风		●				
1.5.5 燃料特性				●	●	●
1.6.1 汽包		●		●		
1.6.2 安全阀		●		●		
1.6.3 吹灰系统及运行		●				
1.6.4 锅炉试验					●	●
1.7.1 锅炉 MFT 条件及 MFT 后处理				●	●	
1.7.2 燃烧管理系统 (BMS)				●	●	
1.7.3 锅炉自动控制				●	●	
1.7.4 锅炉低负荷运行				●	●	
1.7.5 锅炉管壁超温的危害				●	●	
1.7.6 环保排放				●	●	●
2.1.1 汽机本体介绍			●	●	●	
2.2.1 润滑油及其净化系统			●	●		
2.2.2 主机 EHC 油系统			●	●	●	
2.3.1 主、再热蒸汽及旁路系统				●	●	
2.3.2 凝结水系统			●	●		
2.3.3 抽汽加热系统			●	●	●	
2.4.1 循环水系统			●	●	●	
2.4.2 开式水系统			●	●		

续表

教 案 内 容	电气巡 检内容	炉电巡检员	机电巡 检员	操作员	机组长	副值长
2.4.3 闭式水系统			●	●	●	
2.5.1 轴封系统			●	●	●	
2.5.2 抽真空系统			●	●	●	
2.6.1 汽动给水泵			●	●		
2.6.2 电动给水泵			●	●		
2.7.1 DEH				●	●	
2.7.2 主机试验					●	●
2.8.1 压缩空气系统			●	●	●	●
2.8.2 辅助蒸汽系统			●	●	●	●
3.1.1 发电机	●			●		
3.1.2 主变、厂总变、启/备变	●			●		
3.1.3 发变组保护	●			●		
3.1.4 励磁系统	●			●		
3.1.5 发变组常见故障及处理	●			●		
3.2.1 发电机试验	●			●	●	
3.2.2 励磁系统试验	●			●		
3.2.3 变压器试验	●			●		
3.3.1 厂用电的运行方式及操作	●			●		
3.3.2 厂用电系统保护	●			●		
3.3.3 厂用电系统常见故障处理	●			●		
3.3.4 厂用电系统的配电装置	●			●		
3.3.5 电动机及运行	●			●		
3.4.1 发电机密封油系统			●	●		
3.4.2 定子冷却水系统			●	●		
3.4.3 氢气冷却系统			●	●		
3.5.1 UPS 系统	●			●		
3.5.2 直流系统	●			●		
3.5.3 柴油发电机及保安系统	●			●		
3.6.1 全厂主接线					●	●
3.6.2 220kV 系统						●
3.6.3 500kV 系统						●
4.1.1 机组启动				●	●	
4.1.2 机组停运				●	●	
4.1.3 机组运行调节				●		
4.1.4 机组 RB				●	●	
4.1.5 综合性事故处理					●	●

续表

教 案 内 容	电气巡 检内容	炉电巡检员	机电巡 检员	操作员	机组长	副值长
4.1.6 机组经济运行				●	●	
4.1.7 仪控基本知识				●	●	
4.1.8 仪控常见故障及判断处理				●	●	
4.1.9 机组检修管理					●	●
4.1.10 电厂的技术监督管理				●	●	●
4.1.11 电业安全生产规程规定				●	●	●
4.1.12 可靠性管理						●
4.2.1 输灰设备					●	●
4.2.2 输煤设备					●	●
4.2.3 化学设备					●	
4.2.4 机组水质控制及化学监督有关工作				●	●	●
4.3.1 电气设备巡检技巧	●					
4.3.2 巡检员必修		●	●			
4.3.3 机炉设备巡检技巧		●	●			
4.3.4 操作员必修				●		
4.3.5 机组长必修					●	
4.3.6 副值长必修						●
5.1 模拟机冷态启动教案				●		
5.2 模拟机热态启动教案				●		
5.3 模拟机停机教案				●		
5.4 机组主要运行参数的监视与调整 (模拟机)				●		
5.5 重要辅机启停操作 (模拟机)				●		
5.6 模拟机故障训练				●	●	
5.7 模拟机事故处理训练				●	●	

各岗位的培训内容应包括设备系统组成、设备工作原理、系统设计的联锁保护、设备启停监视要求、系统设备常规试验、一般异常处理原则、设备典型事故案例等，还应包括岗位日常的管理要求、日常工作注意事项等。

培训常用操作工具、安全工器具见表 1-2。

表 1-2 常用操作工具、安全工器具

名 称	规 格	使用范围	备 注
兆欧表 (摇表)	500V/1000V/2000V	各类电气设备测绝缘	电气岗位熟悉。400V 及以下电压等级用 500V
电 笔	交流/交直流两用	低压电气设备验电	电气岗位熟悉。用于验电前应先在有电的地方检验电笔正常
万用表	多功能	测电压、电阻及电流等	电气岗位熟悉。切忌电压与电流、电阻档混淆