

电力行业 仿真培训与考核大纲

中国电力企业联合会教育培训中心



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电力行业 仿真培训与考核大纲

中国电力企业联合会教育培训中心



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电力行业仿真培训与考核大纲

中国电力企业联合会教育培训中心

★

中国电力出版社出版

(北京三里河路6号 100044 http: //www. cepp. com. cn)

江鑫印务有限公司印刷

★

2005年10月第一版 2005年10月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 3印张 66千字

印数 0001—3000册

★

统一书号 155083·1297 定价 10.00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)



为了满足电力行业仿真培训的需要,规范电力仿真培训教学工作,提高培训质量,中国电力企业联合会教育培训中心组织编写了《电力行业仿真培训与考核大纲》。本大纲是电力行业仿真培训基地教学必备用书,适用于电力行业仿真培训中心(机构)的专、兼职指导教师使用,同时可供电力生产企业从事运行培训的教学与管理人员参考使用,也可作为电力生产企业运行人员了解仿真培训内容用书。

本大纲共分三个部分,第一部分是火电运行仿真培训与考核大纲,第二部分是水电运行仿真培训与考核大纲,第三部分是变电运行仿真培训与考核大纲。每一部分按照培训对象又分为岗前培训与考核大纲、在岗培训与考核大纲、验证培训与考核大纲三类。大纲中详细规定了培训的对象、目标、内容、要求、学时分配以及考核的原则、方式和标准等具体内容。

本大纲是针对仿真机及在其环境下对电力生产运行人员进行培训教学的指导性大纲,大纲中所列出的培训项目及培训内容均以实际操作为主,具有针对性强的特点。

本大纲的编写是在总结电力行业仿真培训的经验,充分考虑仿真培训的现状及特点,广泛征求各培训和生产单位人员意见的基础上完成的。大纲规定的培训内容都是以技能(能力)为培训单元的主体,按照从事运行岗位的综合能力及其所包含的专项能力来完成的,内容详尽,操作性强。

参加本大纲编写的单位及人员有,火电部分:华中电网有限公司培训中心蔡军林,沈阳工程学院裴振英,河北省电力有

限公司培训中心刘爱民，山东电力研究院林祥，北仑第一发电有限公司陈映琼，由蔡军林统稿；水电部分：东北电网有限公司丰满培训中心李奎生、王戡，四川电力研究院汪涵，云南电力集团有限公司仿真中心冯亚光，由李奎生统稿；变电部分：黑龙江省电力有限公司齐齐哈尔培训中心李洪波，湖北超高压输变电公司培训中心张全元，上海电力公司教培中心王丽芳，华东电力培训中心刘兵，贵州省电力职工教育培训中心罗兴春，福建电力培训中心刘伟玲，由李洪波统稿。

中国电力企业联合会教育培训中心毛剑珉为本大纲的编审及出版做了大量组织协调工作。

参加本大纲审定的人员有：马永光、张平、白天池、练刚、王立志、周健真、喻新根、赵艳玲、王秀明、赵连政、王顺。

本大纲得到了上述编审人员所在单位的大力支持，在此对以上人员及单位表示衷心的感谢！

中国电力企业联合会教育培训中心

2005年8月28日



前言

火电运行仿真培训与考核大纲

I	岗前培训与考核大纲	(2)
1	培训对象及目标	(2)
2	培训内容及要求	(2)
3	培训学时要求	(10)
4	考核	(10)
II	在岗培训与考核大纲	(12)
1	培训对象及目标	(12)
2	培训内容及要求	(13)
3	培训学时要求	(21)
4	考核	(21)
III	验证培训与考核大纲	(23)
1	培训对象及目标	(23)
2	培训内容及要求	(23)
3	培训学时要求	(26)
4	考核	(26)

水电运行仿真培训与考核大纲

I	岗前培训与考核大纲	(30)
1	培训对象及目标	(30)
2	培训内容及要求	(30)
3	培训学时及分配	(37)

4	考核	(38)
II	在岗培训与考核大纲	(39)
1	培训对象及目标	(39)
2	培训内容及要求	(39)
3	培训学时及分配	(45)
4	考核	(46)
III	验证培训与考核大纲	(47)
1	培训对象及目标	(47)
2	培训内容及要求	(48)
3	培训学时及分配	(51)
4	考核	(51)

变电运行仿真培训与考核大纲

I	岗前培训与考核大纲	(54)
1	培训对象及目标	(54)
2	培训内容及要求	(54)
3	培训学时及分配	(63)
4	考核	(63)
II	在岗培训与考核大纲	(64)
1	培训对象及目标	(64)
2	培训内容及要求	(65)
3	培训学时及分配	(73)
4	考核	(73)
III	验证培训与考核大纲	(74)
1	培训对象及目标	(74)
2	培训内容及要求	(75)
3	培训学时及分配	(82)
4	考核	(83)

火电运行 仿真培训与考核大纲

I 岗前培训与考核大纲

1 培训对象及目标

1.1 培训对象

培训对象是新上岗或转岗从事火力发电生产运行的人员。要求学员对电厂生产过程有一定认识和了解，具有本专业或相关专业中专及以上文化程度（或具有同等学力）。

1.2 培训目标

培训目标是通过仿真机培训，使学员了解机组运行规程；了解机组的系统组成和设备特性；能完成机组正常启停和变工况运行中各项操作，使机组安全、经济运行；能够正确判断事故或异常情况，并能配合他人正确处理事故，防止事故扩大；通过仿真机培训使学员具备基本运行技能。

2 培训内容及要求

2.1 培训内容

- 2.1.1 控制系统介绍；
- 2.1.2 熟悉仿真对象系统及设备；
- 2.1.3 机组正常运行监视与调整；
- 2.1.4 机组冷态启动；
- 2.1.5 机组热态（温态、极热态）启动；
- 2.1.6 机组滑参数停机；
- 2.1.7 事故及异常处理。

2.2 培训要求

2.2.1 控制系统介绍

通过对本单元的学习，使学员了解仿真对象 DCS 系统的构

成、功能、特点及基本原理，掌握其操作方法。

- (1) 了解仿真对象 DCS 系统的构成与特点；
- (2) 了解单元机组负荷控制系统的组成；
- (3) 熟悉单元机组负荷控制系统的运行方式；
- (4) 熟悉燃料量控制系统；
- (5) 熟悉送风控制系统；
- (6) 熟悉炉膛压力控制系统；
- (7) 熟悉过热蒸汽温度控制；
- (8) 熟悉再热蒸汽温度控制；
- (9) 熟悉给水控制系统；
- (10) 熟悉凝汽器水位控制；
- (11) 熟悉加热器水位控制；
- (12) 了解 DEH 的基本工作原理；
- (13) 了解 DEH 系统的组成与基本功能；
- (14) 熟悉机组旁路控制系统；
- (15) 了解 SCS 构成及逻辑分析；
- (16) 了解高低压旁路系统的组成、原理及作用；
- (17) 掌握利用旁路系统控制汽温、汽压的操作方法。

2.2.2 熟悉仿真机系统及设备

- (1) 熟悉汽轮机系统及设备。
 - 1) 主蒸汽系统及设备；
 - 2) 旁路系统及设备；
 - 3) 回热抽汽系统及设备；
 - 4) 疏放水系统及设备；
 - 5) 凝结水系统及设备；
 - 6) 循环水系统及设备；
 - 7) 除氧给水系统及设备；

- 8) 真空系统及设备;
- 9) 轴封系统及设备;
- 10) EH 油系统及设备;
- 11) 润滑油系统及设备;
- 12) 密封油系统及设备;
- 13) 发电机氢气冷却系统;
- 14) 发电机冷却水系统。

(2) 熟悉锅炉系统及设备规程。

- 1) 锅炉主蒸汽系统及设备;
- 2) 锅炉再热蒸汽系统及设备;
- 3) 锅炉主给水系统及设备;
- 4) 锅炉减温水系统及设备;
- 5) 锅炉燃烧系统及设备;
- 6) 锅炉制粉系统及设备;
- 7) 锅炉风烟系统及设备;
- 8) 锅炉燃油系统及设备;
- 9) 锅炉 BMS 系统及逻辑;
- 10) 锅炉 SCS 系统及逻辑。

(3) 熟悉电气系统及设备。

- 1) 一次系统主接线及运行方式;
- 2) 高、低压厂用电系统及运行方式;
- 3) 励磁系统及设备;
- 4) 同期系统及设备;
- 5) 直流系统及设备;
- 6) UPS 系统及设备。

2.2.3 机组正常运行监视与调整

- (1) 汽轮机正常运行监视与调整。

- 1) 熟悉汽轮机额定参数的控制范围;
- 2) 在变工况的情况下, 能正确地进行机组运行监视与调整, 增减负荷, 保持机组参数正常;
- 3) 正确完成正常工况下汽轮机设备及系统投入、停运、解列等各项操作。

(2) 锅炉正常运行监视与调整。

- 1) 熟悉锅炉额定参数的控制范围;
- 2) 能完成锅炉正常运行监视与调整, 保持锅炉参数正常;
- 3) 在变工况的情况下, 能正确进行锅炉汽压的调整;
- 4) 在变工况的情况下, 能正确进行锅炉汽温的调整;
- 5) 在变工况的情况下, 能正确进行锅炉水位(或给水流量)的调整;
- 6) 在变工况的情况下, 能正确进行锅炉炉膛压力的调整;
- 7) 正确完成正常工况下锅炉设备及系统投入、停运、解列等各项操作。

(3) 电气正常运行监视与调整。

- 1) 掌握发电机、变压器运行额定参数的允许变化范围及调整方法;
- 2) 掌握发电机有功、无功功率的调整方法。

2.2.4 机组冷态启动

(1) 汽轮机部分。

- 1) 熟练完成启动前的系统检查和准备;
- 2) 正确完成启动前的各项试验;
- 3) 按规程要求, 正确完成点火前的各项操作;
- 4) 按规程要求, 正确完成点火后的各项操作;
- 5) 掌握汽轮机冲转条件及要求完成机组冲动过程中各项操作;

6) 熟练掌握汽轮机冲转后的操作及注意事项;
7) 熟练完成汽轮机升速、发电机并网及升负荷过程中各项操作;

- 8) 熟悉 CCS 的各种控制方式及选择原则;
- 9) 掌握机组投入 CCS 的条件及要求;
- 10) 掌握启动过程中控制汽轮机胀差的方法;
- 11) 掌握汽轮机启动过程中的注意事项。

(2) 锅炉部分。

- 1) 熟练完成锅炉启动前的系统检查和准备工作;
- 2) 正确完成锅炉启动前的各项试验;
- 3) 了解锅炉上水要求, 完成锅炉上水操作;
- 4) 按规程要求正确进行炉底推动加热操作;
- 5) 按规程要求, 完成点火前的其他各项准备工作;
- 6) 掌握锅炉吹扫条件, 完成点火前炉膛吹扫操作;
- 7) 掌握锅炉点火条件正确完成点火操作;
- 8) 按锅炉规程要求, 做好升温升压操作;
- 9) 掌握锅炉升温升压过程对受热面保护要求;
- 10) 掌握汽轮机冲转过程中维持锅炉参数稳定的方法;
- 11) 正确完成机组升速、并网及升负荷过程的各项操作;
- 12) 正确完成升温升压及升负荷过程中, 制粉系统的投入操作及调整;

- 13) 掌握启动过程中锅炉主要参数的控制方法;
- 14) 掌握锅炉主控投入自动的条件;
- 15) 按规程要求, 顺利完成升温升压至额定参数。

(3) 电气部分。

- 1) 熟练完成启动前的电气系统检查和准备;
- 2) 掌握直流系统操作步骤及注意事项;

- 3) 掌握电气送电原则, 完成送电操作;
- 4) 汽轮机定速后, 正确完成发电机升压操作;
- 5) 掌握励磁系统送电和恢复准备操作顺序及原则;
- 6) 掌握发电机升压过程中的注意事项;
- 7) 掌握发电机各种并网操作方法及注意事项;
- 8) 正确完成并网后升负荷过程的各项操作;
- 9) 熟练完成厂用电源切换操作;
- 10) 掌握发电机、变压器各运行参数的监视及调整方法;
- 11) 配合锅炉、汽轮机升负荷至额定工况。

2.2.5 机组热态(温态、极热态)启动

- (1) 了解热态(温态、极热态)启动的概念及划分原则;
- (2) 熟悉热态(温态、极热态)启动与冷态启动的原则区别;
- (3) 掌握热态(温态、极热态)启动冲转条件与要求;
- (4) 掌握热态(温态、极热态)启动参数、负荷提升速率要求;
- (5) 掌握热态(温态、极热态)启动的操作步骤与注意事项。

2.2.6 机组滑参数停机

- (1) 汽轮机部分。
 - 1) 做好停机前准备与试验工作;
 - 2) 掌握停机过程中的注意事项;
 - 3) 按规程要求控制降温降压率;
 - 4) 掌握停机过程各项操作步骤;
 - 5) 根据规程停运相应设备及系统;
 - 6) 掌握停机过程中参数控制方法;
 - 7) 了解停机后设备的维护;

8) 熟悉停机后汽轮机防止进水、进冷汽的措施;

9) 掌握停机过程中胀差控制方法;

10) 掌握停机后的注意事项。

(2) 锅炉部分。

1) 做好停炉前的各项检查与准备工作;

2) 掌握停炉过程中的注意事项;

3) 掌握按规程要求控制降温降压率;

4) 掌握停炉过程各项操作步骤;

5) 根据规程停运及解列相应设备及系统;

6) 掌握停炉过程中参数控制方法;

7) 掌握停炉过程中注意事项;

8) 了解停炉后锅炉设备的维护和保养方法。

(3) 电气部分。

1) 做好发电机停机前准备工作;

2) 掌握停机过程中的注意事项;

3) 按规程要求降低发电机有功、无功功率;

4) 按规程要求完成厂用电切换;

5) 有功、无功功率降到规定值时, 正确完成发电机解列操作;

6) 正确完成停机后的各项操作。

2.2.7 事故及异常处理

(1) 了解机组紧急故障、一般故障及异常的概念。

(2) 掌握紧急故障、一般故障及异常的处理原则。

(3) 能根据 OIS 站的参数及控制室声、光报警信号等异常现象, 正确判断出下列典型事故及异常:

1) 真空系统事故及异常;

2) 水冲击事故;

- 3) 机组强烈振动事故；
- 4) 轴瓦损坏事故；
- 5) 转子机械损坏事故；
- 6) 润滑油系统事故及异常；
- 7) EH 油系统事故及异常；
- 8) 大轴弯曲事故；
- 9) 动静摩擦事故；
- 10) 回热抽汽系统事故及异常；
- 11) 凝结水系统事故及异常；
- 12) 给水系统事故及异常；
- 13) 内冷水及密封油系统事故及异常；
- 14) 循环水系统事故及异常；
- 15) DEH 系统事故及异常；
- 16) 机组旁路系统事故及异常；
- 17) 受热面损坏事故；
- 18) 管道损坏事故；
- 19) 燃烧事故及异常；
- 20) 水位事故及异常；
- 21) 风烟系统事故及异常；
- 22) 制粉系统事故及异常；
- 23) 转机事故及异常；
- 24) 汽轮机甩负荷事故及异常；
- 25) 发电机电气保护事故；
- 26) CCS、DAS 系统事故及异常；
- 27) MFT 跳闸事故；
- 28) 发电机、主变压器过负荷；
- 29) 发电机、主变压器温度异常升高；

- 30) 发电机失去励磁;
- 31) 发电机不对称运行;
- 32) 发电机振荡;
- 33) 发电机—变压器组故障跳闸;
- 34) 系统故障;
- 35) 励磁系统故障及异常;
- 36) 交、直流厂用电系统故障及异常;
- 37) 发电机、主变压器冷却系统工作异常;
- 38) 机组其他事故及异常。

(4) 对上述事故及异常能配合他人作出及时、正确地处理,防止事故扩大。

(5) 掌握各种典型事故及异常的分析方法。

3 培训学时要求

锅炉、汽轮机、电气单专业岗前培训时间不应少于 120 学时;集控专业岗前培训时间不应少于 270 学时。

4 考核

4.1 考核原则

4.1.1 机组的启停及正常监视调整的考核

机组的启停操作及监视调整旨在考查学员对整个机组的了解程度,全面反映学员对机组各系统、设备的熟悉程度。反映学员对机组运行规程、运行参数、设备启停条件、热控系统原理、机组保护设置等实际技能的掌握情况,反映学员能否进行正常的监视与调整,以维护机组的安全、稳定运行。要求学员掌握机组冷态启停的特点和要求;各种状态下的启动和停机都要严格按照参考曲线控制;熟练、准确、无误地进行机组的各