

电力生产“1000个为什么”系列书

火力发电厂CBE模块式培训教材

汽轮机运行 与检修 1000问

姚莹 杨翠仙 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

电力生产“1000个为什么”系列书

汽轮机运行 与检修 1000 问

姚莹 杨翠仙 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《电力生产“1000个为什么”系列书》是根据 CBE 模块编写的培训教材。该丛书共 7 册, 分别为:《汽轮机运行与检修 1000 问》、《锅炉运行与检修 1000 问》、《电气运行与检修 1000 问》、《燃料运行与检修 1000 问》、《化学运行与检修 1000 问》、《热工自动控制技术 1000 问》、《单元机组集控技术 1000 问》。

本书为丛书之一。全书共分三篇 15 章, 主要内容有电力安全生产基础知识, 汽轮机及其辅助设备运行操作、维护、事故处理知识, 以及汽轮机及其辅助设备检修知识。

本书可作为火力发电厂运行与检修人员提高实际操作技能的必备读本, 也可作为相关专业培训班的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽轮机运行与检修 1000 问/姚莹, 杨翠仙编. —北京: 中国电力出版社, 2005

(电力生产“1000个为什么”系列书)

ISBN 7-5083-2369-6

I. 汽… II. ①姚…②杨… III. ①火电厂—汽轮机运行—问答②火电厂—蒸汽透平—维修—问答 IV. T621.4—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 052107 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 1 月第一版 2005 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 15.25 印张 351 千字

印数 0001—4000 册 定价 30.00 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)

《电力生产“1000个为什么”系列书》

编委会

主任：霍如恒

副主任：李国锋

编委：郭林虎 郭哲 蔡亮 杨翠仙

姚莹 张子平 赵景光 郭春广

郝晓东 郭福祯 耿旭明 赵泽民

周世亮 高颖 刘会喜 白伟

杨爱余 王文飏

主编：郭林虎

副主编：郭哲 蔡亮

《汽轮机运行与检修 1000 问》

编审人员名单

编写人员：姚莹 杨翠仙

审定人员：王建英 王东升 崔爱国 薛华武

刘春兰 蔚青春

王东升 崔爱国

王建英 王东升

刘春兰 蔚青春

王东升 崔爱国

王建英 王东升

刘春兰 蔚青春

随着我国电力工业的发展,电力体制改革的一项重要内容就是在发电环节引入电力市场竞争机制,实现“厂网分开,竞价上网”。在这种竞争体制下,发电厂作为一个独立的经营实体,如何实现节能降耗,降低发电成本,实现经济效益与社会效益的双丰收,将成为新发展时期电力企业要面对的首当其冲的问题。实现这一目标的有效手段之一就是不断提高发电厂的自动化水平。

随着发电厂的自动化水平提高,我国的火力发电企业型已普遍进入大机组、高参数、高度自动化的发展阶段,提高电力企业员工驾驭新技术、新设备、新工艺、新材料的能力显得尤为突出,如何使员工的能力适应新技术的需要,成为电力行业共同关注的焦点之一。大力开展职工职业技能培训,提高电力生产岗位工作能力和生产技能,是电力职工教育培训的重点,也是火力发电厂实现节能降耗,降低发电成本,确保安全生产的重要手段。

本套书是神头第一发电厂根据 CBE 模块编写的培训教材。该丛书共分 7 本,分别为:《汽轮机运行与检修 1000 问》、《锅炉运行与检修 1000 问》、《电气运行与检修 1000 问》、《燃料运行与检修 1000 问》、《化学运行与检修 1000 问》、《热工自动控制技术 1000 问》、《单元机组集控技术 1000 问》、本套丛书的特点是:首先,本套丛书的编写依据是《电力行业职业技能鉴定规范》及有关电力生产岗位规范及现行国家电力行业标准。其二,本套丛书是依据神头第一发电厂推行 CBE 培训模式取得较好成效的基础上,组织该厂技术骨干对 CBE 模块进一步修订完善后的模块编写的,以操作技能为主线,强调实用性,以提高火力发电厂生产岗位工作能力和生产技能为目的,力求既有一定的专业理论知识,又包

含一定的现场实际操作技能。

本套丛书着眼于电力新技术、新设备的应用，突出火力发电厂和岗位技能的特点，是火力发电企业人员开展生产岗位工作能力和生产技能培训的理想教材。它的出版发行必将对我国火力发电企业职工职业技能培训工作的有效开展和火力发电企业职工素质的提高产生积极的影响。

24.10.12

2003.12

CBE (Competency-Based Educaion) 是以能力为基础的教育体系的缩写,是西方许多国家在职业技术教育与培训中广泛应用的模式,它具有目标具体、针对性强、灵活性大,一切围绕能力开展培训的特点,适应于不同起点、不同要求的受训者。CBE 模式实际上是一种以胜任岗位要求为出发点的教学体系。自第二次世界大战以来,在西方许多国家的职业技术教育与培训中相当广泛地以胜任岗位要求为出发点来安排教学计划,组织教学与培训,在教育学的理论与实践的基础上逐步形成了 CBE 这种教学体系。CBE 的最大特点是整个教学目标的基点是如何使受教育者具备从事某一种职业所必须的能力,因此目标很具体,针对性强。为了做到这一点,就必须要强化行业(用人单位)和学校(教育部门)间的紧密合作。同时,由于在制定教学计划时把各项岗位要求进行系统分析,再组成一系列教学模块或单元,使不同起点、不同要求的受教育者都能根据自己的情况取舍,所以具有很大的灵活性。对沟通职前和职后的培训,正规和非正规的教育都有好处,在教学的组织和管理上也自然突出了个别化的特点

神头第一发电厂是实施这种教育体系较早的企业。从 1998 年开始在连续两年试点工作的基础上,2000 年正式在全厂范围内推开。其实施背景在于:该企业是一个具有 20 多年历史的百万电厂,人员素质不高,严重影响着机组的安全运行,制约着企业的向前发展。面对这样一个沉重的培训需求,在做了大量调研的基础上,选择了 CBE 教学体系,尤其在车间试点后,大家认为:CBE 培训模式符合厂情,是提高职工技术素质的好办法。于是,成立了 CBE 培训实施委员会,厂长霍如恒任主任,副厂长李

国锋任副主任，同时各单位成立了 CBE 实施领导组，由行政一把手亲自负责 CBE 培训实施工作。神头第一发电厂通过推行 CBE 培训模式取得较好成效的基础上，组织该厂技术骨干对 CBE 模块进一步修订完善后的模块编写了本套丛书。

本套丛书在编写时只保留了专项能力模块。对专项能力模块的内容从电力行业的普遍性考虑，打破一厂一地的局限性。主导思想在于：着眼电力新技术、新设备的应用，以提高火力发电厂生产岗位工作能力和生产技能为目的，力求既有一定的专业理论知识，又包含一定的现场实际操作技能来设置模块，为发电企业生产岗位人员系统地提供一套技能鉴定培训的学习模块。

神头第一发电厂

2003.11.20

编 者 的 话

《电力生产“1000个为什么”系列书》是依据神头第一发电厂推行 CBE 培训模式取得成效的基础上，组织该厂技术骨干对 CBE 模块进一步修订完善后的模块编写的。

本书以电力行业职业技能鉴定规范及技术规程为依据，着眼于电力新技术、新设备的应用，从提高岗位能力和岗位适应能力出发，力求既有一定的专业理论知识，又包含一定的现场实际操作技能来设置模块，为发电企业汽轮机运行与检修人员系统地提供一本模块式培训教材。

本书第一篇由姚莹、杨翠仙共同编写，第二篇由杨翠仙编写，第三篇由姚莹编写。

限于编者水平，书中难免存在缺点和不足之处，恳请广大读者批评指正。

编者

2004 年 5 月

序言	
前言	
编者的话	

第一篇 公共部分

第一章 电力法、安全、消防与急救

第一节 电力法	3
1. 《中华人民共和国电力法》中对电力设施和环 境保护有什么规定?	3
2. 电力生产应遵循什么原则?	3
3. 制定电价应遵循什么原则?	3
4. 《中华人民共和国电力法》中规定什么行为应 当给予治安管理处罚?	3
5. 《中华人民共和国电力法》中规定电力运行事 故给用户或第三人造成损害应如何处理?	4
第二节 安全	4
6. 电力系统中重大事故有哪些?	4
7. 电力系统设备异常运行、少发、停发事故有 哪些类型?	5
8. 对生产现场工作人员的工作服有什么要求?	5

9. 对生产厂房内外工作场所的井、坑、孔、洞 或沟道有什么防护措施？	6
10. 对机器的转动部分应有哪些防护措施？	6
11. 现场的哪些地方禁止行走和坐立？	6
12. 对生产厂房内外工作场所的照明有何规定？	6
13. 运行人员在现场清扫设备时应注意什么？	6
14. 在生产现场设备运行中，哪些地方不能长时 间停留？	7
15. 触电的伤害程度与哪些因素有关？	7
16. 安全电压的规范是多少？在现场使用电气设 备应注意什么？	7
17. 电流对人体的伤害有哪几种形式？	7
18. 漏电保护断路器的作用是什么？	8
19. 现场办理工作票的运行工作许可人应具备什 么条件？	8
20. 现场工作票中“必须采取的安全措施”一栏 应主要填写什么内容？	8
21. 现场有检修工作时，工作许可人应负什么责 任？	8
22. 检修工作结束前，遇到哪些情况时应重新签 发工作票？	9
23. 运行值班员在接到检修工作票时应做哪些工 作？	9
24. 燃烧必备的三个条件是什么？	9
25. 防火的基本方法有哪些？	9
26. 标示牌按用途可分为哪几类？	10
27. 电业生产为什么要贯彻“安全第一”的方 针？	10
28. 何谓可燃物的爆炸极限？	10
29. 何谓油的闪点、燃点、自燃点？	10

30. 使用安全带的注意事项有哪些?	10
31. 人体的安全电流 (交流和直流) 是多少?	11
第三节 消防与急救	11
32. 汽机房的防火重点部位有哪些?	11
33. 生产现场分哪几级动火区? 各级动火由哪些 人员监护?	11
34. 动火工作票中所列运行许可人员的安全责任 是什么?	11
35. 遇有什么情况时严禁动火工作?	12
36. 针对汽机房应有什么防火措施?	12
37. 对电气设备进行灭火有什么要求?	12
38. 紧急救护的基本原则是什么?	13
39. 对现场伤情严重的人员应采取哪些措施?	13
40. 如何在现场对触电伤员进行急救?	13
41. 心肺复苏法支持生命的基本措施是什么?	13

第二章 火力发电厂电力生产

第一节 热力学基础	14
42. 何谓工质? 工质应具备什么特性?	14
43. 何谓工质的状态参数?	14
44. 何谓内动能、内位能?	14
45. 何谓热能? 何谓机械能?	14
46. 何谓真空? 何谓真空度?	14
47. 何谓比热容? 何谓热容量?	15
48. 何谓动态平衡?	15
49. 何谓湿饱和蒸汽、干饱和蒸汽、过热蒸汽?	15
50. 水蒸气的形成经过哪几个过程?	16

51. 何谓预热热、汽化热、过热度、过热热?	16
52. 何谓干度? 何谓湿度?	16
53. 何谓汽化? 何谓蒸发?	16
54. 何谓沸腾? 沸腾有哪些特点?	16
55. 水蒸气的凝结有什么特点?	17
56. 何谓临界点? 水蒸气的临界状态参数为多少?	17
57. 为什么饱和压力随饱和温度升高而升高?	17
58. 何谓焓? 何谓熵?	17
59. 熵对热力过程和热力循环有何意义?	17
60. 何谓平衡状态?	18
61. 何谓理想气体? 何谓实际气体? 在火电厂中, 哪些气体可当作理想气体, 哪些气体可当作实际气体?	18
62. 何谓不可逆过程?	18
63. 何谓绝热过程?	18
64. 何谓等熵过程?	18
65. 何谓热力循环? 其热效率是什么?	19
66. 朗肯循环由哪几个过程组成? 在热力发电厂中, 这些过程是如何实现的? 画出其热力设备系统图。	19
67. 朗肯循环的热效率如何计算? 影响其热效率的主要因素是什么?	19
68. 何谓中间再热循环?	20
69. 中间再热循环有什么优缺点?	20
70. 何谓给水回热循环? 为什么要采用给水回热循环?	21

第二节 流体力学基础 21

71. 何谓层流? 何谓紊流?	21
-----------------	----

72. 何谓流体的雷诺数?	22
73. 何谓流体的黏滞性?	22
74. 何谓流体的压缩性、膨胀性?	22
75. 流体在管道内流动有哪些流动阻力? 有哪些压力损失?	22
76. 减小汽水流动损失的措施主要有哪些?	23
77. 何谓流体的动力黏度、运动黏度?	23
78. 何谓水锤现象? 它有什么危害?	23
79. 水锤产生的原因有哪些?	23
80. 何谓流体? 它与固体有什么区别?	24
81. 何谓流量? 体积分量的单位是什么?	24
82. 何谓液体的静压力? 它有何特性?	24
83. 水锤对管道和设备有何危害?	24

第三节 传热学基础 24

84. 换热的三种形式分别是什么?	24
85. 何谓导热系数? 导热系数与哪些因素有关?	25
86. 何谓热阻叠加原则?	25
87. 影响辐射换热的因素有哪些?	25
88. 影响对流放热的因素有哪些?	25
89. 影响凝结放热的因素有哪些?	26
90. 蒸汽对汽轮机金属表面的热传递有哪几种方式?	26
91. 减少散热损失的方法有哪些?	27
92. 何谓表面式换热器?	27
93. 何谓混合式换热器?	27
94. 电厂中的哪些设备是采用对流换热方式的?	27

第四节 金属材料基础 27

95. 何谓金属的物理性能?	27
----------------	----

96. 何谓金属的化学性能?	28
97. 何谓金属的机械性能? 具体有哪些性能?	28
98. 何谓热应力?	28
99. 何谓蠕变?	29
100. 何谓变形? 变形过程分哪几个阶段?	29
101. 何谓热冲击?	29
102. 何谓应力松弛?	29
103. 何谓金属的低温脆性转变温度?	29
104. 何谓金属的热疲劳?	30
105. 金属的超温与过热有什么关系?	30
106. 钢材在高温下的性能变化主要有哪些?	30
107. 对高温条件下工作的紧固件材料有什么要求?	30
108. 何谓金属的化学腐蚀?	30
109. 何谓金属的电化学腐蚀?	31
110. 常用的金属防腐蚀方法有哪些?	31
111. 何谓热处理? 它在生产上有什么意义?	31
112. 何谓金属材料的使用性能和工艺性能?	32
113. 为什么钢在淬火后要紧接着回火?	32
114. 何谓碳钢? 按含碳量如何分类? 按用途如何分类?	32
115. 何谓金属材料的机械强度?	32
116. 何谓调质处理? 它的目的是什么? 电厂中哪些结构零件需调质处理?	32
117. 对发电厂的高温高压管道进行焊接后热处理时, 应选用何种工艺?	33
118. 区别下列各组概念 (弹性变形和塑性变形, 内力 and 应力, 正应力和剪应力)。	33
119. 何谓应力集中?	33

第五节 热工基础 34

120. 热工信号仪表由哪几部分组成? 34

121. 温度测量仪表按工作原理分为哪几种? 34

122. 简述差压式流量计的组成及工作原理的要点。 35

123. 热工自动调节过程有哪些品质指标? 35

124. 热工信号与热工保护各有什么作用? 35

第六节 电力生产过程 36

125. 火力发电厂主要生产系统有哪些? 36

126. 火力发电厂的汽水系统主要由哪些设备组成? 36

127. 简述火力发电厂的生产过程。 36

128. 简述火力发电厂的汽水流程。 36

129. 汽轮发电机是如何将机械能变为电能的? 36

130. 汽轮机是如何将热能变为机械能的? 37

131. 请画一个火力发电厂简单的汽水流程图。 37

第二篇 运行部分

第三章 汽轮机工作原理与本体构造

第一节 汽轮机工作原理 41

132. 汽轮机有哪些类型? 41

133. 汽轮机的型号如何表示? 42

134. 何谓凝汽式汽轮机? 42

135. 何谓背压式汽轮机? 43