

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

电气运行与 检修 1000问

耿旭明 赵泽民 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

责任编辑: 张运东 曹 荣

封面设计: 杨晓东

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

锅炉运行与检修1000问

汽轮机运行与检修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

单元机组控制技术1000问



ISBN 7-5083-1995-8



9 787508 319957 >



ISBN 7-5083-1995-8

定价: 49.00 元

电力生产“1000个为什么”系列书

电气运行与检修 1000问



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书为电力生产“1000个为什么”系列书之一,是根据CBE模块编写的培训教材,全书分公用篇、运行篇。公用篇包括电力法律、法规;电力生产过程;电工基础;电子技术;安全、消防知识。运行篇包括发电机与励磁系统;变压器及电动机系统;各种配电装置;仪表、二次回路和蓄电池;倒闸操作;继电保护与自动装置和电力系统事故的发生处理。检修篇包括电机部分(发电机、电动机)、配电部分(变压器、断路器、隔离开关、母线、互感器、电容器、避雷针、避雷器和接地网)、二次回路(继电保护及自动装置、仪表)和其他部分(高压试验、钳工知识、蓄电池、电力电缆和照明回路)的结构、原理及检修工艺与质量标准。

本书可作为火力发电厂电气工作人员的必备读本,也可作为大专院校及技工学校教学和工矿企业电工、农村电工的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气运行与检修 1000 问/耿旭明,赵泽民编. - 北京:
中国电力出版社, 2004
(电力生产“1000个为什么”系列书)
ISBN 7-5083-1995-8

I. 电… II. ①耿…②赵… III. ①电力系统运行 -
问答 ②电力系统 - 电气设备 - 检修 - 问答 IV. TM7-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 002108 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

*

2004 年 7 月第一版 2004 年 7 月北京第一次印刷
850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 26.5 印张 738 千字
印数 0001—5000 册 定价 49.00 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

《电气运行与检修 1000 问》

编 审 人 员 名 单

编写人员：耿旭明 赵泽民

审定人员：马 勇 张志奇 田润平 张德新

王建杰 曹成贵 薛世华 刘金英

潘燕青



序 言

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,将成为新的发展时期电力企业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。

随着发电厂自动化水平的提高,我国的火力发电企业现已普遍进入大机组、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》、有关电力生产岗位规范及现行国家电力行业标准。其二,本套丛书是在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,它以操作技能为主线,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。

24.11.13

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, 西方许多国家的职业技术教育与培训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, 在制定教学计划时系统分析各项岗位要求后, 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突出了个性化的特点。

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: 该企业是一个只有 20 多年历史的百万千瓦级电厂, 人员素质参差不齐, 严重影响着机组的安全运行, 制约着企业的向前发展。面对这样一个庞大的培训需求, 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 实施领导小组，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，编写了本套丛书。

本套丛书在编写时从电力行业的普遍性考虑，打破了一厂一地的局限性，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提供一套系统的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》是在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，为发电企业电气运行与检修人员系统地提供一套模块式培训教材。

本书的公用篇和运行篇由耿旭明编写，检修篇由赵泽民编写。全书由耿旭明同志主编。

由于编写时间短及编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2004 年 1 月

序言

前言

编者的话

第一篇 公 共 篇

第一章 电力法律、法规知识

第一节 中华人民共和国电力法 3

1. 《中华人民共和国电力法》(以下简称《电力法》)规定
电力生产应遵循的原则是什么? 3
2. 《电力法》中对电力企业安全生产有什么规定? 3
3. 《电力法》中对电网运行管理有什么要求? 3
4. 《电力法》中对电力设施保护区有什么规定? 3
5. 《电力法》中对电力监督检查有什么规定? 3
6. 对什么原因造成的电力运行事故,电力企业不承担赔偿
责任? 4

第二节 电力设施保护条例 4

7. 何谓电力设施? 4
8. 电力设施的保护范围分为哪几类? 4
9. 电力设施保护实行什么原则? 4
10. 电力线路设施的保护范围有哪些? 4

11. 在架空电力线路保护区内, 必须遵守哪些规定?	5
12. 在电力电缆线路保护区内, 必须遵守哪些规定?	5
13. 电力管理部门应在哪些地点设置安全标志?	5
14. 电力设施保护有什么法律依据?	5
第三节 电业事故调查规程	6
15. 电力工业生产和建设的基本方针是什么?	6
16. 电力工业的安全生产必须坚持什么原则?	6
17. 电力工业的安全生产必须遵循的“三不放过”原则指 什么?	6
18. 发供电生产中的事故调查涉及范围是什么?	6
19. 电力生产事故怎样确定?	6
20. 什么样的电力生产人身伤亡可确定为电力生产 事故?	7
21. 设备非计划检修或停止备用, 达到哪种条件时可确定 为电力生产事故?	7
22. 发电厂的异常运行引起了全厂有功、无功功率降低, 在何种情况下可确定为电力生产事故?	8
23. 什么是电力系统稳定破坏?	8
24. 什么是电力系统瓦解?	8
25. 经济损失达到何种程度时, 可确定为电力生产 事故?	8
26. 电力生产事故还有哪些其他情况?	9
27. 什么是特重大事故?	9
28. 什么是重大事故?	9
29. 什么是一般事故?	10
30. 什么是障碍?	10
31. 什么是直接责任?	10
32. 什么是次要责任?	10
33. 什么是领导责任?	10
34. 主要发电设备的电气部分有哪些?	10
35. 主要辅助设备的电气部分有哪些?	11

第四节 居民用户家用电器损坏处理方法 11

- 36. 《居民用户家用电器损坏处理方法》的适用范围是
如何规定的? 11
- 37. 《居民用户家用电器损坏处理方法》中的电力运行事
故怎样定义? 11
- 38. 由于电气运行事故出现若干户家用电器同时损坏时,
应如何处理? 11
- 39. 《居民用户家用电器损坏处理方法》中怎样规定各类
家用电器的平均使用年限? 12
- 40. 《居民用户家用电器损坏处理方法》中对已损坏家用
电器的修复有什么规定? 12
- 41. 《居民用户家用电器损坏处理方法》中对不可修复的
家用电器的处理有什么规定? 12

第二章 电力生产过程

第一节 发电厂基本生产过程 14

- 42. 简述火力发电厂的生产过程。 14
- 43. 火力发电厂怎样分类? 14
- 44. 火力发电厂的生产过程包括哪些系统和设施? 15
- 45. 画出火力发电厂生产过程和主要设备图。 15
- 46. 简述燃煤发电厂锅炉燃烧系统的流程。 15
- 47. 简述火力发电厂的汽水系统流程。 16

第二节 输煤系统及燃油系统 17

- 48. 何谓发电厂的输煤系统, 它一般包括哪些设备? 17
- 49. 输煤系统的各种设备的特点和作用各是什么? 17
- 50. 锅炉点火系统的工作原理是什么? 18

第三节 锅炉系统 19

- 51. 发电厂锅炉的参数有哪些, 各是什么? 锅炉技术经济

指标有哪些,各是什么?	19
52. 锅炉设备由哪些部件和设备组成,各起何种作用?	19
第四节 汽轮机系统	22
53. 汽轮机怎样将热能转变成机械能?	22
54. 汽轮机系统由哪些设备组成?	22
55. 汽轮发电机组的效率和热经济性指标各有哪些?	23
56. 汽轮机本体各构件的作用是什么?	23
57. 简述汽轮机调速系统的作用。	24
58. 简述汽轮机油系统的作用,油系统的主要设备 有哪些?	24
59. 简述汽轮机辅助设备的作用。	24
第五节 化学系统	25
60. 火力发电厂的水处理系统包括哪几部分,其作用是 什么?	25
第六节 热工系统	25
61. 为什么火力发电厂要设置热工自动化系统?	25
第七节 除灰系统	26
62. 简述除灰、除尘的工作过程。	26

第三章 电工基础知识

第一节 电的基本概念	27
63. 简述电位、电压、电流、电流强度、电阻、电导、 电阻率、电源的电动势、电能、电功率的含义。	27
64. 什么是电流的热效应?	28
65. 什么叫短路? 什么叫断路? 短路将会造成什么 后果?	28

66. 什么叫导体, 什么叫绝缘体, 什么叫半导体, 什么叫绝缘老化?	28
第二节 直流电路	28
67. 电路由哪几部分组成, 其作用如何? 什么叫支路、节点和回路?	28
68. 基尔霍夫定律的基本内容是什么?	29
69. 怎样计算简单直流电路的电阻?	29
70. 什么是复杂电路, 如何互换星形(Y)网络和三角形(Δ)网络?	31
71. 怎样计算复杂直流电路的电阻?	32
72. 怎样利用支路电流法计算复杂电路?	32
73. 怎样利用回路电流法计算复杂电路?	33
74. 怎样利用节点电压法计算只有两个节点的复杂电路?	34
75. 简述等效电源定理(戴维南定理)。怎样利用该定理计算流经某一电阻的电流?	35
76. 什么叫电桥电路?	36
77. 使用叠加原理时应注意哪些问题?	37
78. 什么是非线性电阻, 怎样应用图解法求解非线性电路?	37
第三节 交流电路	38
79. 正弦交流电及正弦交流电的周期、频率、相位、初相位、相位差、瞬时值、最大值、有效值、平均值和三要要素分别指什么?	38
80. 解释下列名词的含义: 相量图、感抗、容抗和阻抗, 有功功率、无功功率、视在功率和功率因数, 三相交流电, 相电压、相电流、线电压、线电流、相序、正序电压、负序电压和零序电压。	39
81. 什么是串联谐振, 什么是并联谐振, 并联谐振有什么危害, 为什么要提高功率因数, 用并联补偿的方法怎	

样提高线路的功率因数?	40
82. 什么是三相三线制供电, 什么是三相四线制供电?	42
83. 简述三相负载星形或三角形连接时相电压和线电压、 相电流和线电流之间的关系。	42
84. 在低压供电系统中, 三相四线制较三相三线制有 什么优点?	44
85. 什么是中性点位移现象?	44
86. 三相四线制供电系统中, 中性线(零线)的作用是什么? 为什么零线不允许断路?	44
87. 三相交流电与单相交流电比较有何优点?	44
88. 画出三相对称电路当发生两相(A、B相)短路和单相 (A相)接地短路时的相量图。	44
89. 怎样应用对称分量法求解不对称三相电路?	45
90. 如图 3-21 所示中性点直接接地系统当发生 A 相接地故障时, 通过作图求出其正序、负序和零序电流分量。	46
91. 通过实例演示怎样计算正弦量的最大值、有效值和 平均值。	47
92. 通过实例演示怎样计算电路的电位、电流?	47
93. 通过实例演示怎样利用电桥平衡原理计算电路。	48
94. 画出 T 形和 π 形接线电路图。	49
95. 通过实例计算电路中某支路的电流。	49
96. 通过实例计算电路中的相电流、线电流和功率。	49
97. 通过实例, 利用串联谐振知识进行电路参数的 计算。	50
98. 通过实例求解三相电路功率损耗及输电线路的 导线用铜量。	50
99. 通过实例求解三相四线制电路不对称负荷的电流。	52
100. 通过实例求解三相对称负荷的总电流。	52
101. 通过实例求解并联谐振电路。	54
102. 画出串联谐振电路的通用曲线, 并说明什么是谐振 曲线。	54
103. 通过实例利用基尔霍夫定律求解简单电路。	54