



普通高等教育“十二五”规划教材

火力发电厂技术问答

杨 冬 主 编

李惊涛 王建伟 副主编



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS



普通高等教育“十二五”规划教材

火力发电厂技术问答

主 编 杨 冬
副主编 李惊涛 王建伟
编 写 董 勇

 中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十二五”规划教材。

全书共十章，主要介绍了热力发电厂的基本知识、蒸汽参数及其循环、热力发电厂给水回热、给水除氧和辅助汽水系统、对外供热系统、原则性和全面性热力系统、热力系统的起停和运行等知识。同时对热力发电的新技术、新标准也做了适当地介绍。本书既注重理论知识的答疑解惑，又兼顾实际工程技术的普及，以问答的形式解决大学生在学习热力发电厂的过程中遇到的疑难问题，也对工程技术人员的设计、运行等方面起指导作用。

本书可作为高等院校能源动力类专业本、专科学生学习热力发电厂课程的辅助教材，也可供其他相关专业及从事热力发电厂相关工作的有关工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

热力发电厂技术问答/ 杨冬主编. —北京: 中国电力出版社, 2015. 4

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5123-7091-3

I. ①热… II. ①杨… III. ①热电厂—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM621

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 009194 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](http://www.cepp.sgcc.com.cn))

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 4 月第一版 2015 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 366 千字

定价 34.00 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

前 言

热力发电厂是能源与动力工程专业的一门主要的专业课,该课程以热力发电厂整体为对象,主要讲述关于热力发电厂主要的热力设备、热力系统及其运行、调整,并对热力发电厂的热经济性进行了分析评价。既包括工程热力学、传热学、流体力学等理论知识的研究探讨,也包括换热器、泵与风机、管道阀门等工程技术的应用介绍,是一门涉及知识面广、综合性强的专业技术课。学习该课程需要大学生掌握较多的专业知识,因此迫切需要一本能全面、及时解答学习热力发电厂过程中遇到的疑难问题的辅导材料。

随着科学技术的发展和国家节能减排要求的提高,关于热力发电厂的新技术、新标准不断出现,相关教材的更新进度不能跟上时代发展的步伐。为适应热力发电厂教学的实际需要,急需编写符合国内热力发电厂现阶段实际情况、能反映国内外新技术、新成果及最新国家标准并具有鲜明专业特色的辅导教材。

现在国内约三百多家高等院校,如重庆大学、西安交通大学、清华大学、华北电力大学、哈尔滨工业大学、浙江大学、东南大学、华南理工大学、华中科技大学、武汉大学等都开设能源与动力工程专业,热力发电厂是必修的专业课。在这些高校中,使用最普遍的教材是由中国电力出版社出版、重庆大学郑体宽教授主编的《热力发电厂(第2版)》,本书配合该教材的使用,围绕该教材的章节顺序为脉络展开讲述。

本书共十章,主要包括:热力发电厂基础知识及安全生产环境评价、热力发电厂的热经济评价与热经济指标、热力发电厂的蒸汽参数及其动力循环、给水回热加热系统、给水除氧系统和辅助汽水系统、热电厂对外供热系统、发电厂的原则性和全面性热力系统、热力发电厂机组及其热力系统的起停和经济运行等。

本书由山东建筑大学杨冬担任主编并统稿,华北电力大学李惊涛、山东科技大学的王建伟担任副主编。第1章由山东大学董勇编写,第2~8章由杨冬编写,第9章由李惊涛编写,第10章由王建伟编写。在本书编写过程中得到了相关专家的热情指导,得到山东建筑大学及热能工程学院的大力支持,并得到山东建筑大学的卢萧、尉士军、张小杰、时亦飞等人的帮助,在此谨表谢意!

限于编者水平,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2015年4月

目 录

前言

第一章 热力发电厂基础知识	1
1. 何谓热力发电厂?	1
2. 热力发电厂有哪些种类?	1
3. 什么是工质? 热力发电厂常用什么作为工质?	1
4. 热力发电厂生产的实质是什么?	2
5. 什么是火力发电厂?	2
6. 火力发电厂的主要设备有哪些?	2
7. 简述火力发电厂主要生产流程。	2
8. 火力发电厂的主要生产流程由哪些系统构成?	2
9. 什么是地热发电厂?	2
10. 什么是孤立电厂?	3
11. 什么是自备电厂?	3
12. 什么是列车(轮船)发电厂?	3
13. 什么是能源?	3
14. 能源按其来源大致可以划分为哪几类?	3
15. 什么是一次能源?	3
16. 什么是二次能源?	3
17. 什么是常规能源?	3
18. 什么是新能源?	3
19. 什么是可再生能源?	4
20. 什么是非可再生能源?	4
21. 什么是绿色电力?	4
22. 简述我国的能源结构。	4
23. 何谓燃料? 锅炉燃料有哪几种?	4
24. 为什么我国发电以煤电为主?	4
25. 火力发电厂的三大主机是什么?	5
26. 大型火力发电厂包括哪几大系统?	5
27. 简述电站锅炉的系统构成。	5
28. 电站锅炉如何分类?	5
29. 构成煤粉锅炉的主要本体设备和辅助设备有哪些?	5
30. 锅炉的循环方式有几种? 简述其含义。	6
31. 简述电站汽包锅炉汽水系统的流程。	6
32. 汽轮机工作的基本原理是什么?	6
33. 汽轮机发电机组是如何发出电来的?	6
34. 汽轮机是如何分类的? 对各类别分别进行说明。	7

35. 汽轮机型号中各符号的含义是什么? 7

36. 汽轮机按主蒸汽参数该怎样分类? 8

37. 汽轮机本体包括哪些部分? 8

38. 发电机本体包括哪些部分? 8

39. 发电厂三大主要设备效率最高的是哪一个? 8

40. 为什么汽轮机采用高、中压缸合缸反向布置? 9

41. 为什么汽轮机有的采用单个排汽口,而有的采用几个排汽口? 9

42. 采用双层缸有何优点? 9

43. 我国发电工业的概况如何? 9

44. 简述中国电力发展简史。 9

45. 什么是电力弹性系数? 10

46. 电力弹性系数什么情况下大于 1? 10

47. 电力弹性系数什么情况下接近于 1? 10

48. 电力弹性系数什么情况下小于 1? 11

49. 简述电力工业在国民经济中的地位和作用。 11

50. 简述电力生产的基本要求。 11

51. 热力发电厂的基本要求是什么? 11

52. 电力工业发展总趋势的“三大”,“三高”具体是什么? 11

53. 什么是热力发电厂的经济效益?评价经济效益的原则是什么? 11

54. 提高热力发电厂经济效益的主要途径有哪些? 11

55. 什么是热力发电厂的环境效益?评价环境效益的原则是什么? 12

56. 21 世纪我国热力发电厂面临的形式如何? 12

57. 热力发电厂对资源利用有何影响? 12

58. 优化的发电能源结构应是怎样的结构?应从哪些方面来具体实施发电能源结构的优化? 12

59. 与先进国家相比,我国热力发电方面还有哪些差距? 12

60. 如何归纳热力发电厂的技术发展动向?其核心是什么? 12

61. 新世纪热力发电发展形势下,对未来热能工程师有何期望和具体要求? 12

62. 如何保证热力发电厂的安全可靠性? 13

63. 热力发电厂安全管理有何重要意义? 13

64. 什么是发电厂的可靠性? 13

65. 热力发电厂的可靠性指标有哪些? 13

66. 什么是机组的可用率? 13

67. 什么是机组的等效可用率? 13

68. 什么是机组可用系数? 13

69. 什么是全年设备利用小时数? 14

70. 什么是设备利用系数? 14

71. 什么是强迫停机率? 14

72. 什么是等效强迫停机率? 14

73. 什么是非计划停运系数? 14

74. 什么是等效可用系数? 14

75. 什么是热力发电厂寿命管理? 14

76. 热力发电厂寿命分配包括哪些内容? 14

77. 何谓汽轮机的寿命? 15

78. 汽轮机寿命管理的主要内容是什么？	15
79. 影响汽轮机寿命的因素有哪些？	15
80. 正常运行中影响汽轮机寿命的因素有哪些？	15
81. 汽轮机寿命管理的任务是什么？	15
82. 为何电力发展要贯彻“安全第一、预防为主”的方针？	16
83. 什么是设备延寿？设备延寿有哪些方法？	16
84. 简述火电厂环境评价的要求。	16
85. 电力环境评价包括哪些内容？我国电力规划环境评价还存在哪些问题？	16
86. 环境空气质量功能区包括哪些？	16
87. 对于火电厂，大气污染防治措施有哪些？	16
88. 烟气的标准状态是什么？	17
89. GB13223—2011 中对火力发电锅炉及燃气轮机组大气污染物排放浓度 限值如何规定的？	17
90. 大气污染防治的主要方法是什么？	19
91. 目前，火电厂减排二氧化硫的主要途径有哪些？	19
92. 烟气脱硝的方法有哪些？	19
93. 什么是炉膛喷射脱销工艺？	19
94. 对于我国建造较早的老电厂，节水改造措施有哪些？	20
95. 新建电厂节水措施有哪些？	20
96. 为什么热力发电厂会造成热水污染？	20
97. 对于热力发电产生的噪声有哪些防治途径？	20
98. 主厂房各层平台安装了哪些设备？	20
99. 电厂生产的方针是什么？	21
100. 对电厂有哪些主要的环保要求？当前可采用哪些技术措施达到环保的要求？	21
101. 火力发电工业资源节约的内容包括哪些？	21
102. 循环经济模式的运作原则是什么？	21
第二章 热力发电厂的热经济评价与热经济指标	22
1. 什么是能？	22
2. 什么是动能？物体的动能与什么有关？	22
3. 什么是工质的内能？	22
4. 什么是内动能？什么是内位能？它们由什么决定？	22
5. 什么是容积功？	22
6. 什么是流动功？	22
7. 什么是焓？	22
8. 焓代表了工质的哪些物理特征？	22
9. 什么是烟？	23
10. 简述热量烟和工质烟的含义和区别。为什么说烟可作为一个状态参数？	23
11. 什么是熵？	23
12. 什么是热能？	23
13. 什么是热量？	23
14. 热力学第一定律的实质是什么？它说明什么问题？	23
15. 简述热力学第二定律。	24

16. 热力学第二定律揭示热功转换和能量传递过程中的什么问题? 24

17. 要对发电厂热功转换效果做出全面、正确地评价, 必须建立在热力学第一定律和
第二定律基础之上, 为什么? 24

18. 什么是不可逆过程? 24

19. 什么是等容过程? 等容过程中吸收的热量和所做的功如何计算? 24

20. 什么是等温过程? 等温过程中工质吸收的热量如何计算? 24

21. 什么是等压过程? 等压过程的功及热量如何计算? 25

22. 什么是绝热过程? 绝热过程的功和内能如何计算? 25

23. 什么是等熵过程? 25

24. 什么是热力循环? 25

25. 什么是循环的热效率? 它说明什么问题? 25

26. 同温限下效率最高的理想循环是什么循环? 它由哪几个热力过程组成? 26

27. 研究卡诺循环有何实际意义? 26

28. 为什么在热力发电厂内不采用同温限下效率最高的循环——卡诺循环? 26

29. 什么是朗肯循环? 26

30. 朗肯循环包括哪几个主要设备? 27

31. 朗肯循环包括哪几个热力过程? 27

32. 发电厂中可实现绝热膨胀的设备是什么? 28

33. 朗肯循环热效率如何计算? 28

34. 影响朗肯循环热效率的因素有哪些? 28

35. 发电厂在完成能量的转换过程中, 存在哪些热损失? 其中哪一项损失最大? 为什么?
各项热损失和效率之间有什么关系? 28

36. 从热力学的角度评价发电厂热经济的方法有哪几种? 28

37. 什么是热量法(效率法)? 28

38. 什么是锅炉效率? 29

39. 电站锅炉有哪些主要热损失? 29

40. 什么是锅炉的排烟热损失? 影响锅炉排烟热损失的因素有哪些? 29

41. 什么是管道效率? 29

42. 管道效率反映了什么问题? 30

43. 汽轮机的外部损失有哪些? 30

44. 汽轮机的内部损失有哪些? 30

45. 什么是汽轮机的级? 30

46. 汽轮机级内损失有哪些? 30

47. 汽轮机喷嘴损失的大小与哪些因素有关? 31

48. 汽轮机叶片损失的大小与哪些因素有关? 31

49. 在汽轮机级内损失中, 汽轮机低压级的主要损失是什么? 31

50. 何谓汽轮机进汽机构的节流损失? 与哪些因素有关? 31

51. 如何减小摩擦损失? 31

52. 电厂冷源损失指的是什么? 31

53. 附加冷源损失是如何产生的, 其大小与哪些因素有关? 31

54. 什么是汽轮机的相对内效率? 31

55. 什么是汽轮机的绝对内效率?	32
56. 汽轮机的机械损失有哪些?	32
57. 什么是汽轮机的机械效率?	32
58. 发电机的能量损失有哪些?	32
59. 电厂实际生产的能量转换过程中, 在数量上哪种热量损失为最大?	32
60. 发电机的冷却方式有哪几种?	32
61. 什么是发电机效率?	32
62. 电厂实际生产的不同阶段的效率反映了什么问题?	33
63. 电厂实际生产的不同阶段的效率反映了什么问题?	33
64. 纯凝汽式发电厂的总效率的计算公式是什么?	33
65. 什么是焔方法?	33
66. 焔方法的实质是什么?	33
67. 热力发电厂的热功能量转换过程中有哪些典型的不可逆过程熵增?	33
68. 热力发电厂热力循环中最大焔损失发生在什么环节?	34
69. 对发电厂热功转换效果做全面评价时, 分析需采用热力学两个定律的原因。	34
70. 用热量法和焔方法计算电厂各部位损失时, 其损失值的大小是否相同?	34
71. 用热量法和焔方法计算发电厂热功转换过程的损失和热经济性, 结果有何不同?	34
72. 评价实际热力循环的方法之间有何区别和联系?	34
73. 同环境下, 传递相同热量, 温差大的还是温差小的焔损失小?	34
74. 汽轮机膨胀过程中的不可逆性引起的热损失和焔损失是否相等? 为什么? 哪种大? 并在 $T-s$ 图上表示。	34
75. 热力发电厂主要有哪些不可逆损失? 怎样减少这些过程的不可逆损失以提高热经 济性?	35
76. 热力发电厂几种典型的不可逆过程的焔损失和熵增的表达式是怎样的?	35
77. “传热温差越大, 焔损失越大”, 这和传热学中“传热温差越大, 传热效果越好” 是否矛盾? 为什么?	35
78. 用热量法和焔方法计算发电厂热功转换过程的损失, 结果有何不同?	35
79. 对于热力发电厂热经济分析, 为何通常定量计算用热量法, 定性分析采用焔方法?	36
80. 对同一热力过程, 用热量法和焔方法进行计算, 其热效率和焔效率为什么 会不一样? 试以节流过程为例进行说明。	36
81. 什么是纯凝汽式发电厂?	36
82. 凝汽式汽轮发电机组的热经济指标有哪些?	36
83. 什么是汽轮机的汽耗量?	36
84. 何谓汽耗率?	36
85. 何谓热耗?	37
86. 何谓热耗率?	37
87. 为什么汽耗率不能独立用做热经济性指标?	37
88. 在什么条件下可用汽耗率来衡量电厂的热经济性? 什么条件下不能用汽耗率来衡量?	37
89. 为什么说同容量同参数下, 回热式汽轮机汽耗率大而热耗率小?	37
90. 通过对火电厂的经济性进行评价, 能得到什么结论?	37
91. 再热式汽轮机总焔降的表达式是什么?	38

92. 凝汽式发电厂的热经济指标有哪些？	38
93. 什么是回热抽汽做功不足系数？请写出计算公式。	38
94. 机组的绝对电效率的计算公式是什么？	38
95. 什么是凝汽式发电厂的热效率 η_{cp} ？	38
96. 全厂热耗率的计算公式是什么？	38
97. 厂用电率的计算公式是什么？	38
98. 我国燃煤火力发电厂的厂用电率，300MW 以上的机组一般为多少？	38
99. 全厂净热效率的计算公式是什么？	38
100. 什么是发电热耗率？	38
101. 全厂供电热耗率的计算公式是什么？	39
102. 什么是燃料的发热量？高位发热量与低位发热量有何区别？	39
103. 标准煤的发热量是多少？	39
104. 标准油的发热量是多少？	39
105. 标准气的发热量是多少？	39
106. 标准煤耗率表示什么含义？	39
107. 什么是发电煤耗率？	40
108. 什么是发电标准煤耗率？	40
109. 什么是供电标准煤耗率？	40
110. 什么是供热标准煤耗率？	40
111. 什么是煤耗量？	40
112. 全厂煤耗量的计算公式如何表达？	40
113. 全厂煤耗率的计算公式如何表达？	40
114. 供电标准煤耗率有何重要意义？	40
115. 为什么说标准煤耗率是一个较完善的热经济指标？	40
116. 以热力发电厂的实际朗肯循环为例，说明 η_{ri} 和 η_i 的意义、区别和联系。	40
117. 凝汽式发电厂的热效率由六项分效率连乘而得，每一部分将造成热损失， 这些热损失占全厂热损失的百分数是否是各项分效率？	41
118. 提高热力发电厂热经济性的主要途径有哪些？	41
119. 为什么纯凝汽式汽轮机的汽耗率小于回热式汽轮发电机的汽耗率，而热耗率则 大于回热式？	41
120. 试以汽轮机理想焓降 H_0 ，凝汽器热损失 $q_{ca}=h_{ca}-h_{wc}$ 和 η_{ri} 、 η_g 、 η_m 表示简单 凝汽式汽轮机组的热耗率 q_0 ，说明 q_0 与上面各因素的关系。	41
第三章 热力发电厂的蒸汽参数及其动力循环	42
1. 提高热力发电厂热经济性的主要途径有哪些？	42
2. 热力发电厂的蒸汽参数有哪些？	42
3. 现代电厂常用的蒸汽循环有哪些？	42
4. 蒸汽初参数对理想循环热效率有何影响？	42
5. 提高蒸汽初参数对发电厂理想循环和实际循环的影响有何不同？	42
6. 提高蒸汽初参数的主要目的是什么？	42
7. 蒸汽温度对汽轮机的效率有何影响？	43

8. 影响提高蒸汽初参数的主要因素有哪些？	43
9. 影响提高蒸汽初参数的主要技术因素也适用于供热机组吗？	43
10. 什么是最有利初压？	43
11. 汽轮机新蒸汽压力提高，温度不变，为什么末级叶片湿汽损失会加大？	44
12. 什么是水的临界点？	44
13. 什么是水的临界状态？水的临界压力、临界温度是多少？	44
14. 是否存在 400℃ 的液态水？	44
15. 水蒸气在低于临界压力下的定压形成过程包括哪几个过程？	44
16. 当水的压力等于或超过临界压力时，水蒸气的定压形成过程有何不同？	44
17. 其他条件不变，提高蒸汽初压力，循环效率将如何变化？	44
18. 在实用范围内，提高蒸汽初压力能提高循环效率，其原因是什么？	44
19. 提高蒸汽初温，其他条件不变，汽轮机相对内效率将如何变化？	45
20. 提高蒸汽初压，其他条件不变，汽轮机相对内效率将如何变化？	45
21. 提高蒸汽初压力主要受到什么条件的限制？	45
22. 降低蒸汽终参数，其他条件不变，汽轮机相对内效率将如何变化？	45
23. 随着锅炉参数的提高，过热部分的吸热比例将如何变化？	45
24. 超临界机组参数一般为多少？	45
25. 简要分析超临界压力机组的优势。	45
26. 超超临界机组参数为多少？	45
27. 提高蒸汽初参数、降低蒸汽终参数均可提高机组的热经济性，其受哪些主要条件限制？	45
28. 发电厂蒸汽初参数在实际工程中是如何选择的？	46
29. 影响提高蒸汽初参数的主要技术因素有哪些？均适用于供热机组吗？	46
30. 当汽轮机的容量已定时，可认为其蒸汽的容积流量只与哪个参数有关？	46
31. 在其他条件不变的情况下，提高初温能提高汽轮机相对内效率吗？	46
32. 为什么大容量机组采用高参数才是有利的？	46
33. 在其他条件不变的情况下，提高初压、降低排汽压力、采用回热循环能对汽轮机相对内效率有何影响？	47
34. 降低汽轮机排汽压力对 η_i 和 η_{it} 有何影响？	47
35. 影响汽轮机排汽压力的因素有哪些？	47
36. 什么是汽轮机主蒸汽流量？	47
37. 什么是汽轮机主蒸汽压力？	47
38. 什么是汽轮机主蒸汽温度？	47
39. 什么是汽轮机再热蒸汽压力？	47
40. 什么是汽轮机再热蒸汽温度？	47
41. 什么是再热蒸汽压损率？	47
42. 什么是最终给水温度？	48
43. 什么是最终给水流量？	48
44. 什么是真空和真空度？	48
45. 什么是凝汽器真空度？	48
46. 什么是汽轮机真空系统严密性？	48

47. 什么是汽轮机排汽温度？	48
48. 何谓汽轮机的排汽压力？	48
49. 什么是汽轮机背压？	48
50. 什么是凝结水过冷度？	48
51. 引起凝结水过冷却的主要原因是什么？凝结水产生过冷的危害是什么？	49
52. 发电厂生产过程需要大量的水，主要用在哪些地方？	49
53. 发电厂供水系统应满足哪些要求？	49
54. 发电厂有哪几种供水方式？	49
55. 具备什么条件可以采用直流供水系统？	49
56. 具有岸边水泵房的直流供水系统是如何布置的？	49
57. 采用冷却水池、喷水池或冷却塔的循环水系统是如何工作的？	50
58. 冷却塔的冷却原理是什么？	50
59. 简述自然通风冷却塔的构成。	50
60. 自然通风冷却塔是如何工作的？	50
61. 自然通风冷却塔压力进水管为什么设置短路管？	50
62. 机力通风冷却塔有什么优缺点？	51
63. 降低蒸汽终参数对循环效率有何影响？	51
64. 什么是热力发电厂的冷端？	51
65. 汽轮机末级排汽的湿度一般允许值为多少？	51
66. 为何汽轮机末几级要装去湿装置？	51
67. 常用的循环供水冷却设施有哪些？	51
68. 双曲线循环水冷却塔的工作原理是什么？	51
69. 简述凝汽系统的工作过程。	52
70. 凝汽器由哪些设备组成？	52
71. 汽轮机凝汽器的任务是什么？	52
72. 凝汽器的工作原理是怎样的？	52
73. 凝汽器的真空形成和维持必须具备哪三个条件？	52
74. 凝汽器中空气的主要来源有哪些？空气的存在对凝汽器的工作有什么影响？	52
75. 根据冷却水流程凝汽器可分为几类？	52
76. 凝汽器有哪些分类方式？	53
77. 什么是混合式凝汽器？	53
78. 什么是表面式凝汽器？	53
79. 什么是多压凝汽器？	53
80. 汽轮机凝汽器的作用是什么？	53
81. 什么是凝汽器的极限真空？	53
82. 什么是凝汽器的最佳真空？	53
83. 什么是凝汽器的额定真空？	54
84. 什么是凝汽器的热负荷？	54
85. 影响凝汽器最佳真空的因素有哪些？	54
86. 什么是凝汽器循环水温升？影响凝汽器循环水温升的主要因素有哪些？	54
87. 凝汽器循环水温升的大小说明什么问题？	54

88. 什么是凝汽器端差？影响凝汽器端差的因素有哪些？	54
89. 凝汽器的端差增大有哪些原因？	54
90. 降低凝汽式发电厂的蒸汽终参数在理论和技术上受到什么限制？凝汽器的最佳真空 是如何确定的？	55
91. 运行中凝汽器的压力是怎样确定的？	55
92. 我国汽轮机在额定工况下，冷却水设计温度为多少？	55
93. 凝汽器为什么要有热井？	55
94. 凝汽器水位升高有何危害？	55
95. 什么是冷却倍率？	56
96. 凝汽器采用汽流向侧式有哪些优点？	56
97. 凝汽器铜管在管板上如何固定？	56
98. 凝汽器与汽轮机排汽口是怎样连接的？排汽缸受热膨胀时如何补偿？	56
99. 凝汽器汽侧中间隔板起什么作用？	56
100. 多压凝汽器适用于什么地方？	56
101. 抽气器有何作用？	56
102. 抽气器有哪些种类和型式？	57
103. 多级射汽式抽气器为何要设置冷却器？	57
104. 发电机的冷却方式有几种？	57
105. 什么是发电机的水—氢—氢的冷却方式？	57
106. 用氢气冷却发电机有何优缺点？	57
107. 氢冷发电机的工作原理是什么？	57
108. 什么是氢冷发电机的轴密封装置？	57
109. 简述氢冷发电机盘式轴密封装置的简单工作原理。	58
110. 环式轴密封装置是怎样工作的？	58
111. 氢冷发电机密封油系统的作用是什么？通常由哪些设备组成？	58
112. 发电机空气冷却器的结构是怎样的？	58
113. 双水内冷发电机的静子和转子是怎样冷却的？	58
114. 什么是空冷系统？	59
115. 空冷系统有哪几种？	59
116. 采用空冷系统的机组有何优点？	59
117. 直接空气冷却系统的特点是什么？	59
118. 混合式凝汽器的间接空冷系统（海勒系统）的主要特点是什么？	59
119. 表面式凝汽器间接空冷系统（哈蒙系统）的特点是什么？	60
120. 什么是回热抽汽？	60
121. 什么是给水回热循环？	60
122. 回热循环与基本朗肯循环有何区别？	60
123. 采用给水回热循环的意义是什么？	60
124. 何谓回热过程？	60
125. 回热系统有何作用？	60
126. 给水回热循环的本质是什么？	60
127. 给水回热加热能提高循环热效率的根本原因是什么？	61

128. 采用回热循环后，与之相同初参数及功率的纯凝汽式循环相比，汽耗率、热耗率有何变化？	61
129. 初参数为一定，当回热抽汽压力增加时，做功不足系数有何变化？	61
130. 什么是最佳给水温度？为什么说给水温度并不是越高越经济？	61
131. 什么是经济上的最有利给水温度？	61
132. 给水回热加热的应用要受到什么条件限制？	61
133. 回热系统中对于一定的给水温度所需总抽汽量同抽汽段数之间有何关系？	62
134. 随着回热加热级数的增多，回热循环效率有何变化？	62
135. 回热加热级数对回热过程热经济性的影响是什么？	62
136. 回热式汽轮机最有利的抽汽压力应该是什么？	62
137. 什么是回热抽汽做功比？	62
138. 回热抽汽做功比在分析回热循环热经济性时起何作用？	62
139. 给水回热过程有哪几个基本参数？	62
140. 什么是焓降分配法？	62
141. 什么是平均分配法？	62
142. 什么是等焓降分配法？	63
143. 什么是等比分配法？	63
144. 给水回热加热分配的焓降分配法和平均分配法是在什么假定条件下得到的？	63
145. 给水温度对回热机组热经济性有何影响？	63
146. 给水总焓升在各级加热器中如何进行分配才能使机组热经济性最好？	63
147. 回热式汽轮机比纯凝汽式汽轮机绝对内效率高的原因是什么？	63
148. 什么是中间再热循环？	63
149. 中间再热循环与基本朗肯循环有何区别？	64
150. 采用中间再热循环有何优缺点？	64
151. 什么是中间再热机组？	64
152. 为何大型汽轮机采用中间蒸汽再热循环？	64
153. 采用中间再热循环的目的是什么？	64
154. 蒸汽再热的方法有哪些？	64
155. 常用的烟气中间再热，再热后蒸汽参数如何变化？	64
156. 简述中间再热对给水回热的影响。	64
157. 为什么中间再热压力有一个最佳值？如何确定再热蒸汽压力和再热后的温度？它与哪些技术因素有关？	65
158. 再热机组在各级回热分配上，一般采用增大高压缸排汽的抽汽量，降低再热后第一级回热的抽汽量是为什么？	65
159. 中间再热使热经济性得到提高的必要条件是什么？	65
160. 选择蒸汽中间再热压力对再热循环效率的影响是什么？	65
161. 什么是最佳再热参数，它们是如何确定的？	65
162. 为什么中间再热压力有一个最佳值？如何确定再热蒸汽压力和再热后温度？它与哪些技术因素有关？	65
163. 最佳蒸汽再热压力值与哪些因素有关？	66
164. 烟气再热、蒸汽再热的优缺点分别有哪些？	66

165. 中间再热对给水回热有何影响？	66
166. 给水回热级数对中间再热有何影响？	66
167. 再热后汽温超过规定值时，常用喷水减温至允许值，试定性说明对再热循环热效率的影响。	66
168. 什么是热电联产？	67
169. 热电联产的意义是什么？	67
第四章 给水回热加热系统	68
1. 什么是热力系统？	68
2. 热力发电厂的热力系统主要组成包括什么？	68
3. 按范围热力发电厂的热力系统可分为哪两类？	68
4. 按用途，热力系统可分为哪两类？	68
5. 电厂局部热力系统主要包括哪些？	68
6. 什么是全厂热力系统？	68
7. 什么是原则性热力系统？	68
8. 原则性热力系统的实质是什么？	68
9. 什么是发电厂原则性热力系统图？有何特点？	68
10. 原则性热力系统可分为哪几部分？	69
11. 什么是全面性热力系统？	69
12. 什么因素决定汽轮发电机组的实际热经济性？	69
13. 给水回热加热能提高循环热效率的根本原因是什么？	69
14. 回热级数、最佳给水温度和回热分配三者之间的关系怎样？	69
15. 机组热经济性为什么用汽轮机的绝对内效率来表示？	69
16. 根据传热方式，回热加热器分为哪两类？	70
17. 什么是混合式加热器？	70
18. 什么是表面式加热器？	70
19. 混合式加热器的优点有哪些？	70
20. 混合式加热器的缺点有哪些？	70
21. 混合式加热器（一般指除氧器）和表面式加热器各有何特点，在回热系统中的应用如何？	70
22. 由混合式加热器组成的回热系统具有什么特点？	71
23. 在回热系统中，为什么要选用热经济性较差的表面式加热器？	71
24. 怎样扩大混合式加热器的应用范围？	71
25. 表面式加热器有何优缺点？	71
26. 为什么现在大容量机组的回热系统以表面式加热器为主？	71
27. 表面式加热器如何分类？	71
28. 卧式回热加热器有何特点？	72
29. 立式回热加热器有何特点？	72
30. 为什么一般大容量机组的表面式回热加热器多采用卧式结构？	72
31. 蒸汽与金属表面间的凝结放热有哪些特点？	72
32. 蒸汽与金属表面间的对流放热有何特点？	72
33. 按照结构形式，表面式加热器分哪两类？各有何优缺点？	72

34. 管板 - U 形管束加热器的结构是怎样的? 73

35. 何谓高压加热器? 73

36. 高压加热器采用全爆胀管方法的目的是什么? 73

37. 何谓低压加热器? 73

38. 何谓疏水? 73

39. 何谓加热器的疏水? 73

40. 热力发电厂的疏放水来自哪些方面? 73

41. 高参数、大容量机组的表面式加热器一般分为哪几部分? 73

42. 简述具有三种传热形式组合的表面式加热器内的典型汽水流程。 74

43. 什么是蒸汽冷却器? 74

44. 蒸汽冷却器有何作用? 74

45. 蒸汽冷却器分哪两种? 74

46. 内置式蒸汽冷却器有何特点? 75

47. 外置式蒸汽冷却器有何特点? 75

48. 为什么要采用外置式蒸汽冷却器? 75

49. 应用蒸汽冷却器时, 需满足什么条件才认为是合理的? 75

50. 用热量法分析外置式蒸汽冷却器能更好地提高热经济性吗? 75

51. 用做功能力法分析外置式蒸汽冷却器能更好地提高热经济性吗? 75

52. 外置式蒸汽冷却器的连接方式有哪几种? 75

53. 外置式蒸汽冷却器串联连接方式有何优缺点? 76

54. 外置式蒸汽冷却器并联连接方式有何优缺点? 76

55. 外置式蒸汽冷却器为什么能提高机组的热经济性? 76

56. 外置式蒸汽冷却器串联和并联系统的区别在何处? 76

57. 根据位置的不同, 疏水冷却段分为哪几类? 76

58. 何谓表面式加热器的疏水收集过程? 76

59. 热力发电厂回热系统的疏水收集方式有哪几种? 76

60. 什么是疏水逐级自流方式? 76

61. 什么是疏水泵方式? 76

62. 试用热量法和做功能力法分析两种疏水方式的热经济性。 77

63. 实际机组回热系统的疏水方式是怎样选择的? 77

64. 使用回热抽汽做功比来分析不同疏水方式对热经济性的影响。 77

65. 采用疏水冷却的原因及其对热效率的影响。 77

66. 为什么有些表面式加热器要装过热蒸汽冷却器和疏水冷却器? 78

67. 用热量法定性分析疏水逐级自流, 疏水逐级自流加疏水冷却器和用疏水泵往出口
打三种疏水回收方式的热经济性。 78

68. 表面式加热器的过热蒸汽冷却段的任务是什么? 78

69. 表面式加热器的疏水冷却段的任务是什么? 78

70. 蒸汽冷却器的作用是什么? 其对热效率有何影响? 78

71. 影响热力发电厂回热系统热经济性的因素有哪些? 78

72. 热力发电厂回热系统的损失有哪些? 79

73. 什么是抽汽管压降? 79

74. 回热抽汽管道上为什么要装设逆止阀? 79

75. 如何定义加热器的端差? 79

76. 什么是表面式加热器的上端差和下端差? 79

77. 表面式加热器的上端差和下端差的范围是多少? 其取值对发电厂的热经济性有何影响? 79

78. 加热器的传热端差可能为负值吗? 为什么? 79

79. 减少表面式加热器上端差的主要方法是什么? 80

80. 回热系统的常规计算步骤是什么? 80

81. 加热器疏水装置的作用是什么? 加热器疏水装置有哪两种型式? 80

82. 常用的疏水器有哪两种型式? 疏水器的作用是什么? 80

83. 浮子式疏水器的结构和工作原理是怎样的? 80

84. 疏水调节阀的调节原理是什么? 80

85. 多级水封疏水的原理是什么? 81

86. 使用多级水封管作为加热器疏水装置有何优缺点? 81

87. 高压加热器一般有哪些保护装置? 81

88. 什么是高压加热器给水自动旁路? 81

89. 回热系统的疏水方式有几种? 实际机组回热系统的疏水方式是怎样选择的? 81

90. 疏水冷却器的作用是什么? 一般在什么情况下装设疏水冷却器? 82

91. 回热系统利用废热时, 对热经济性有何影响? 其燃料节约如何计算? 82

92. 回热加热器运行过程中传热端差过大可能是由哪些因素造成的? 82

93. 混合式低压加热器的特点是什么? 为何国外大机组有的采用混合式低压加热器? 82

94. 回热系统的常规热力计算原理、方法是什么? 其计算顺序为何是“从高到低”? 83

95. 列出加热器的热平衡式, 怎样划分其计算范围, 目的何在? 83

96. 什么是循环函数法? 83

97. 什么是等效焓法? 83

98. 什么是等效焓降法? 83

99. 600MW 的火力发电机组, 其末级加热器一般布置在什么地方? 84

100. 高加解列后, 给水温度如何变化? 84

101. 回热加热器运行时, 要监视哪些参数? 84

102. 回热加热器运行时, 为什么要监视出口水温、水位、端差等参数? 84

103. 加热器的停运对机组的安全和经济性有何影响? 84

104. 为了保证回热加热器的安全经济运行, 应做好哪些工作? 84

105. 停机后加热器如何进行保护? 85

106. 中间再热对回热效果有何影响? 实际动力工程中应如何选择再热机组的最佳回热参数? 85

107. 回热与回热再热实际循环热效率及其他一些热经济指标的计算有何异同之处? 85

108. 回热系统常规热平衡的计算方法和步骤是怎样的? 85

109. 机组原则性热力系统回热加热器的出水焓是如何确定的? 86

110. 混合式加汽器(一般指除氧器)和表面式加热器各有何特点, 再回热系统中的应用如何? 怎样扩大混合式加热器的应用范围? 86

111. 根据什么原则来定性分析表面式回热系统疏水方式的热经济性? 疏水泵设置的原则是什么? 87