

600MW超临界火力发电机组技术问答丛书

汽轮机运行 技术问答

张磊 叶飞◎编



化学工业出版社

600MW超临界火力发电机组技术问答丛书

汽轮机运行 技术问答

张磊 叶飞◎编

图在版录目(CIP)

ISBN 978-7-132-02388-8

I. 汽... II. 张... III. 叶... IV. TM611.4-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第074628号

责任编辑：顾斌云
责任校对：顾斌云

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区黄柏大街13号）
印 刷：北京蓝翎印刷有限责任公司
装 订：北京市新美装厂
720mm×1000mm 1/16 印张13张 字数320千字 2008年12月第1版第1次印刷

购书热线：010-64318888（传真：010-64318683）
网 址：<http://www.cip.com.cn>

定价：28.00元



化学工业出版社

·北京·

本书是《600MW 超临界火力发电机组技术问答丛书》的一个分册。书中全面回答了600MW 超临界汽轮机发展应用情况、汽轮机整体结构、600MW 超临界汽轮机本体技术、600MW 汽轮机的凝汽设备、调节保护及油系统、汽轮机热力系统、主要泵、汽轮机运行及维护以及汽轮机典型事故处理等相关方面的问题。

本书适合作为从事 600MW 火力发电机组工作的运行、检修人员的培训教材和参考用书，也可以作为电厂技术人员、管理人员和高等院校相关专业师生的参考书。

汽轮机问答

图书在版编目 (CIP) 数据

汽轮机运行技术问答/张磊, 叶飞编. —北京: 化学工业出版社, 2009.7

(600MW 超临界火力发电机组技术问答丛书)

ISBN 978-7-122-05388-6

I. 汽… II. ①张…②叶… III. 火电厂-汽轮机运行-问答 IV. TM621.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 064629 号

责任编辑: 郑宇印

装帧设计: 关 飞

责任校对: 顾淑云

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

720mm×1000mm 1/16 印张 13 1/4 字数 250 千字 2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

丛书编委会

主 任 张 磊

委 员 (按姓名笔画顺序排列)

马志广 王亚平 叶 飞 刘红蕾 孙久启

张 斌 张 磊 张义刚 周长龙 荀堂生

柴 彤 梁朝侠 廉根宽

前 言

超临界火力发电技术经过几十年的发展,已经成为世界上先进、成熟和达到商业化规模应用的洁净煤发电技术,在不少国家推广应用,并取得了显著的节能和改善环境的效果。在实际应用中,机组的主蒸汽压力最高已达到了31MPa,主蒸汽温度最高已达到610℃,容量等级在300~1300MW内均有业绩。与同容量亚临界火力发电机组的热效率比较,在理论上采用超临界参数可提高效率2%~2.5%,采用更高的超临界参数可提高4%~5%。目前世界上先进的超临界机组效率已达到47%~49%。同时,先进的大容量超临界机组具有良好的运行灵活性和负荷适应性;超临界机组大大降低了CO₂、粉尘和有害气体(主要是SO_x、NO_x等)等污染物排放,具有显著环保、洁净的特点。实际运行业绩表明,超临界机组的运行可靠性指标已经不低于亚临界机组的值,有的甚至还要高。另外还有一个很重要的因素是,相对其他洁净煤发电技术来说,超临界技术具有良好的技术继承性。正因为如此,超临界发电技术得到各国电力界的重视,又进入了新一轮的发展时期。进一步发展的方向是保证其可用率、可靠性、运行灵活性和机组寿命等的同时,进一步提高蒸汽的参数,从而获得更高的效率和环保性。

我国电力工业总体与国外先进水平相比有较大差距,能耗高、环境污染严重是目前我国火电厂中存在的两大突出问题,并成为制约我国电力工业乃至整个国民经济发展的的重要因素。600MW超(超)临界/亚临界机组热耗比较(以16.7MPa,538/538℃亚临界参数为基准),压力为24.1MPa时,538/538℃热耗值下降约2.0%;538/566℃热耗值下降约2.3%;566/566℃热耗值下降约2.9%;538/538/538℃热耗值下降约4.0%。压力为31.0MPa时,538/538℃热耗值下降约3.0%;538/538/538℃热耗值下降约4.8%;538/566/566℃热耗值下降约5.8%。

目前,国产超临界600MW机组运行实践证明,我国已经具有设计、制造和运行大型超临界火力发电机组的能力和经验。国产化大型超临界是提高机组热效率、改善环境状况和优化我国火力发电装机结构最现实和有效的途径,具有显著的社会和经济效益。因此,发展超临界机组是我国目前发展洁净煤技术的必然选择。

为了方便从事600MW火力发电机组工作人员学习和培训使用,山东省电力学校编写了这套《600MW超临界火力发电机组技术问答丛书》。全套书依据国产超临界压力600MW等级的火力发电机组的知识编写而成,为从事600MW超临界火力发电机组设计、制造、运行人员提供了有益的参考。

本书内容紧密结合现场实际，知识点全面、数据充分。本书可作为从事600MW级火力发电机组工作的运行、检修人员的培训教材和参考读物，也可以作为电厂技术人员、管理干部和高等院校相关专业师生的参考书。

《600MW超临界火力发电机组技术问答丛书》分五个分册。《锅炉运行技术问答》分册由山东省电力学校张磊和廉根宽编，由日照发电厂梁朝侠主审；《汽轮机运行技术问答》分册由山东省电力学校张磊和叶飞编，由费县发电厂孙久启主审；《电气运行技术问答》分册由山东省电力学校马志广、张磊、张义刚编，由山东省电力学校荀堂生主审；《热工控制技术问答》分册由山东省电力学校张磊和周长龙编，由山东省电力学校柴彤主审；《环保系统技术问答》分册由山东省电力学校张磊和张斌编，由山东省电力学校刘红蕾主审。全套丛书由山东省电力学校张磊组织编写完成。

丛书在编写过程中，得到了邹县发电厂、日照发电厂、黄岛发电厂、潍坊发电厂、费县发电厂等现场技术人员的大力支持和帮助，特别是山东省电力学校给予了大力支持，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2009年2月

目 录

第一章 600MW 汽轮机概述	1
1. 什么是汽轮机？它的主要作用是什么？	1
2. 汽轮机在应用时有哪些主要优缺点？	1
3. 近几十年来，电站汽轮机的发展有哪些主要特点？	1
4. 增大单机功率具有哪些优势？	2
5. 目前大机组的容量及参数如何？	3
6. 国内大机组实现调峰运行的情况是怎样的？	3
7. 我国发展的大容量调峰汽轮机有什么特点？	3
8. 电厂对机、炉容量的配置有什么要求？	4
9. 对 600MW 汽轮机的汽耗和负荷是如何要求的？	4
10. 按工作原理汽轮机划分为哪几类？	5
11. 蒸汽的冲动作用原理是怎样的？	5
12. 蒸汽的反动作用原理是怎样的？	5
13. 按用途汽轮机分为哪几类？	5
14. 按热力过程特性汽轮机划分为哪几类？	6
15. 按进汽参数的高低汽轮机划分为哪几类？	6
16. 提高主蒸汽参数有何优势？	6
17. 机组蒸汽参数是不是越高越好？	7
18. 中间再热机组有何优点？	7
19. 中间再热机组有何缺点？	7
20. 再热蒸汽系统的管道压降对机组热经济性有什么影响？	8
21. 超临界的热力学概念是什么？	8
22. 超超临界的热力学概念是什么？	8
23. 超临界机组与亚临界机组比较有什么特点？	8
24. 我国发展超临界机组的情况如何？	9
25. 机组采用超超临界的优势有哪些？	10
26. 引进超临界机组技术对我国提高资源利用率有何作用？	10
27. 超临界汽轮机与亚临界汽轮机比较有什么特殊结构？	10
28. 目前我国投运的 600MW 汽轮机组有哪些类型？	11

29. 国产 600MW 汽轮机有哪些特点?	11
30. 600MW 等级汽轮机组通常采用什么形式?	12
31. 600MW 机组采用超超临界比采用超临界在经济效益上有什么优势?	12
32. 我国 600MW 汽轮机组的热耗是怎样的?	12
33. 对 600MW 汽轮机组的效率有什么要求?	12
34. 600MW 汽轮机的总体结构是怎样的?	13
35. 600MW 汽轮机转子及其支承采用什么形式?	13
36. 600MW 等级机组末级叶片常采用什么形式?	13
37. 600MW 超临界机组蒸汽参数怎样选择?	13
38. 600MW 各机组分别采用哪些防固粒冲蚀措施?	14
第二章 600MW 汽轮机本体技术	15
1. 汽轮机本体由哪几部分组成?	15
2. 汽轮机转子的作用是什么? 汽轮机转子可分为哪两种基本类型?	15
3. 按制造工艺, 轮式转子分为哪几种形式?	15
4. 套装转子的结构是怎样的?	15
5. 整锻转子的结构是怎样的? 整锻转子有什么优、缺点?	16
6. 无中心孔的整锻转子有什么特点?	16
7. 无中心孔转子有什么优点?	16
8. 为什么大型机组广泛采用整锻转子?	16
9. 600MW 机组采用的整锻转子有什么特点?	17
10. 各国采用无中心孔的整锻转子的情况怎么样?	17
11. 组合转子的结构是怎样的?	17
12. 焊接转子有什么优、缺点?	18
13. 鼓式转子的结构是怎样的?	18
14. 焊接式鼓型转子与套装式和整锻式转子相比, 有哪些优点?	18
15. 600MW 超临界机组汽轮机轴系有什么特点?	19
16. 运行中如何对转子进行管理和维护?	19
17. 动叶片的作用是什么? 其组成是怎样的?	20
18. 动叶片的工作条件是怎样的?	20
19. 动叶运行中如何管理维护?	20
20. 叶型部分的作用是什么? 按叶型部分横截面的变化规律, 叶片可分为几种类型?	20
21. 可采取哪些措施提高叶片的抗冲蚀能力?	21
22. 叶根的作用是什么? 常用的叶根有哪几种形式?	21
23. T 形叶根的结构有什么特点? 其装配方法是怎样的?	21
24. 外包形(菌形)叶根、叉形叶根、枫树形叶根各有什么特点?	21

25. 汽轮机本体采用哪些有效减缓冲蚀损伤的措施?	22
26. 各汽轮机公司在防叶片应力腐蚀方面有哪些新技术措施?	22
27. 600MW 汽轮机采用哪些叶根强化设计?	22
28. 围带有什么主要作用? 常用的围带有哪几种形式? 各自有什么特点?	23
29. 拉筋的主要作用是什么? 有几种结构形式? 有什么特点?	23
30. 600MW 机组调节级叶片有什么特点? 举例说明。	23
31. 汽轮机生产厂对调节级叶片运行有什么建议?	24
32. 600MW 喷嘴调节级的设计有哪些形式? 各有什么特点?	24
33. ABB 公司 600MW 机组中间级叶片有什么特点?	25
34. ABB600MW 机组末级叶片有什么特点?	26
35. 汽缸的总体结构是怎样的?	26
36. 对汽缸采用何种结构, 应着重考虑哪几方面的内容?	27
37. 汽轮机的高压缸为何多采用双层缸结构?	27
38. 高、中压缸采用双层缸结构有什么优、缺点?	27
39. 600MW 汽轮机汽缸有什么特点?	28
40. 举例说明 600MW 机组高中压缸有什么特点?	29
41. 举例说明 600MW 机组低压缸有什么特点?	30
42. 汽轮机本体进汽部分包括哪些部件? 其结构有什么特点?	30
43. D4Y454 型汽轮机组的进汽部分有什么特点?	31
44. 什么是汽轮机排汽缸? 它在结构上有什么特点?	31
45. 汽轮机汽缸如何管理维护?	31
46. 什么是喷嘴组? 它有哪些形式?	31
47. 常见的 600MW 汽轮机调节级喷嘴组的情况是怎样的?	32
48. 喷嘴组运行中如何管理维护?	32
49. 隔板的作用是什么? 隔板的组成是怎样的?	32
50. 隔板有哪些形式?	32
51. 隔板套的作用是什么?	33
52. 国产引进型 600MW 汽轮机的静叶环和静叶持环的作用是什么?	33
53. 汽封的作用是什么? 汽封有哪些型式?	34
54. 梳齿形汽封有什么特点?	34
55. 枞树形汽封有什么特点?	35
56. J 形汽封有什么特点?	35
57. 汽轮机本体法兰和连接螺栓在结构上有什么特点?	35
58. 为了克服螺栓的应力松弛现象, 可采取什么措施?	35
59. 为减少汽缸、法兰及连接螺栓间的温差, 可采取什么措施?	35
60. 高温螺栓运行中如何进行管理维护?	36
61. 对汽缸支撑定位有什么要求?	36

62. 汽缸的支撑方法有哪几种?	36
63. 猫爪支承有哪几种?	36
64. 非中分面猫爪支承有什么特点?	36
65. 中分面猫爪支承有什么特点?	37
66. 上缸猫爪支承有什么特点?	37
67. 低压缸支承有什么特点?	37
68. 滑销系统的作用是什么? 其组成情况如何?	38
69. 轴承的作用是什么?	38
70. 滑动轴承的工作原理是怎样的?	38
71. 支持轴承有哪几种主要形式?	39
72. 圆筒形轴承按支持方式可分为哪两种?	39
73. 椭圆形支持轴承在结构上有什么特点?	39
74. 三油楔支持轴承在结构上有什么特点?	40
75. 可倾瓦支持轴承在结构上有什么特点?	40
76. 推力轴承的作用是什么?	40
77. 密切尔式推力轴承的工作原理是怎样的?	40
78. 要使得有负载作用的两表面间建立稳定的油膜, 必须满足哪些条件?	41
79. 油楔中的压力分布如何? 如何合理选择轴承尺寸?	41
80. 油膜振荡是如何产生的? 油膜振荡的现象是怎样的?	41
81. 油膜振荡发生的原因是什么?	42
82. 为防止和消除油膜振荡, 常用的措施有哪些?	42
83. 何谓比压? 增加比压的方法有哪些?	43
84. 润滑油黏度大有何危害? 如何降低润滑油黏度?	43
85. 联轴器的作用是什么? 它有哪些形式?	43
86. 什么是刚性联轴器? 它有什么优缺点?	44
87. 什么是半挠性联轴器? 它有什么特点?	44
88. 挠性联轴器有哪几种形式? 各有什么特点?	44
89. 600MW 汽轮发电机组的联轴器应用有什么特点?	45
90. 盘车装置的作用是什么?	45
91. 600MW 级超临界汽轮机盘车装置是怎样的?	45
92. 盘车装置如何自动投入运行和脱开?	46
93. 汽轮机待拆卸时盘车装置如何操作?	46
94. 全面修理或调整停机时盘车装置如何操作?	46
95. 小修或调整停机时盘车装置如何操作?	47
96. 应急状态下盘车设备如何运行?	47
97. 在一个或几个顶轴装置不工作的情况下盘车如何运行?	47

第三章 汽轮机凝汽设备 49

1. 为什么要降低汽轮机背压?	49
2. 降低排汽压力最有效的方法是什么?	49
3. 汽轮机背压如何确定?	49
4. 凝汽设备的任务是什么? 凝汽设备应满足哪些要求?	49
5. 凝汽设备的组成情况是怎样的?	50
6. 表面式凝汽器和混合式凝汽器各有什么特点?	51
7. 表面式凝汽器的构造是怎样的?	51
8. 按汽流方向分表面式凝汽器有哪些型式?	51
9. 按冷却水的流程分表面式凝汽器有哪些型式?	52
10. 按有无垂直隔板分表面式凝汽器有哪些型式?	52
11. 按汽侧压力分表面式凝汽器有哪些型式?	52
12. 什么是多背压凝汽器?	53
13. 双背压凝汽器有哪些特点?	53
14. 表面式凝汽器的构造是怎样的?	53
15. 凝汽器为什么要设热水井?	54
16. 凝汽器的外壳有哪几种型式?	54
17. 凝汽器铜管在管板上的排列方法有哪些?	54
18. 凝汽器通常所采用的管束布置形式有哪几种?	54
19. 凝汽器与汽轮机排汽口的连接有什么要求?	55
20. 凝汽器内回热装置的作用是什么?	55
21. 凝汽器如何固定?	55
22. 什么叫凝汽器的变工况?	56
23. 常见机组凝汽器水位控制系统有什么特点?	56
24. 抽气器的任务是什么? 抽气器有哪些种类?	56
25. 启动抽气器的主要任务是什么?	56
26. 两级主抽气器的工作原理是怎样的?	57
27. 三级主抽气器有什么特点?	57
28. 射水抽气器的工作原理是怎样的?	57
29. 射汽抽气器和射水抽气器各有什么特点?	57
30. 机械式真空泵都有哪些型式?	58
31. 水环式真空泵的结构是怎样的?	58
32. 水环泵有哪些型式?	58
33. 举例说明 600MW 汽轮机采用的真空泵是什么型式?	58
34. 真空泵故障的原因是什么? 如何处理?	59
35. 凝汽器运行状况好坏的标志有哪些?	59

36. 凝汽器水位升高有什么害处?	59
37. 凝汽器中存在空气对凝汽器真空有何影响?	59
38. 引起凝结水硬度升高的原因有哪些?	60
39. 凝结水硬度增大应如何处理?	60
40. 什么叫凝结水的过冷度?	60
41. 产生凝结水过冷却的原因有哪些? 可采取哪些措施防止?	60
42. 凝汽器真空恶化的原因有哪些?	61
43. 凝汽器真空恶化原因的判断方法是怎样的?	61
44. 凝汽器投运前要进行哪些检查和试验?	62
45. 凝汽器怎样投运?	63
46. 凝汽器的停运有哪些注意事项?	63
47. 凝汽器停运时如何进行隔绝?	64
48. 检修后凝汽器如何恢复运行?	64
49. 凝汽器正常运行中应监视哪些项目?	64
50. 凝汽器真空监视控制的内容是怎样的?	65
51. 凝汽器温度监视控制的内容是怎样的?	65
52. 凝汽器水位监视控制的内容是怎样的?	65
53. 凝结水品质监视控制内容是怎样的?	65
54. 汽轮机运行中如何查找凝汽器漏气点?	65
55. 凝汽器管子腐蚀的原因是什么? 采用什么防护办法?	66
56. 为什么要对凝汽器进行清洗?	66
57. 凝汽器冷却水管的清洗方法有哪些?	67
58. 机械清扫法使用时有哪些注意事项?	67
59. 胶球清洗法的工作原理是怎样的?	67
60. 胶球清洗装置的结构是怎样的?	67
61. 胶球清洗装置投运前要做哪些准备工作?	68
62. 胶球清洗装置如何启动?	68
63. 胶球清洗系统运行中要做哪些检查及维护?	69
64. 如何用毛刷清洗凝汽器冷却水管?	69
65. 如何用喷枪清洗凝汽器冷却水管?	69
66. 凝汽器冷却水管化学清洗法是怎样的?	69
67. 如何对凝汽器进行半面清洗?	70
68. 对冷却水加氯的作用是什么? 如何进行?	71
69. 凝汽器的高压射流清洗法是怎样的?	71
70. 凝汽器的热干燥清洗法是怎样的?	71

第四章 汽轮机的调节保护系统

1. 汽轮机调节系统的任务是什么?	72
-------------------------	----

2. 一个好的调节系统在运行中应能满足哪些要求?	72
3. 汽轮机调节系统有哪些分类方式?	72
4. 中间再热汽轮机的调节系统有哪些特点?	73
5. 什么是汽轮机液压调节系统? 什么是汽轮机电液调节系统?	74
6. 什么是调节系统静态特性?	74
7. 调节系统静态特性曲线的形状应达到哪些要求?	75
8. 什么是速度变动率?	75
9. 速度变动率对一次调频有什么影响?	75
10. 什么叫迟缓率?	76
11. 迟缓率对机组运行有什么影响?	77
12. 什么是同步器?	77
13. 什么是调节系统的动态特性?	77
14. 汽轮机电液调节的基本控制功能有哪些?	78
15. 多阀组合控制的升速方案是怎样的?	78
16. 专用启动升速回路有什么特点?	78
17. 如何采用多回路来控制汽轮机功率?	78
18. 如何采用多信息综合控制汽轮机功率?	79
19. 如何采用调节阀阀门控制方式?	79
20. 电液调节系统由哪些部分组成?	80
21. 阀位控制装置由哪些部分组成?	80
22. 油动机如何分类?	81
23. 汽轮机功率的调节执行机构有什么特点?	81
24. 给水泵汽轮机调节系统的任务是什么?	82
25. 给水泵汽轮机调节系统的组成情况是怎样的?	82
26. 给水泵汽轮机调节有什么特点?	82
27. 给水泵汽轮机 MEH 调节系统有哪些功能?	83
28. 给水泵小汽轮机如何调节?	83
29. 给水泵汽轮机电力超速保护和测量通道监视装置如何工作?	83
30. 小汽轮机电力转速调节有哪几个功能?	84
31. 给水泵汽轮机液力调速部分包括哪些部分?	84
32. 给水泵汽轮机液力操作机构的工作过程如何?	84
33. 给水泵汽轮机液压安全系统的作用是什么? 由哪些部分组成?	85
34. 给水泵汽轮机主汽阀的工作过程是怎样的?	85
35. 给水泵汽轮机的供油系统是怎样的?	85
36. 给水泵小汽轮机的安全保护系统包括哪些?	86
37. 小机安全保护系统包括哪些回路?	87
38. 普通单座阀有什么特点?	87

39. 普通预启阀有什么特点?	87
40. 蒸汽弹簧阀有什么特点?	87
41. 蒸汽弹簧预启阀有什么特点?	88
42. 汽轮机有哪些保护系统?	88
43. 危急遮断保护的原理是什么?	89
44. 电超速保护的原理是什么?	89
45. 机械超速遮断装置是怎样的?	90
46. 电动危急遮断装置的作用是怎样的?	90
47. 手动危急遮断装置的作用是什么?	90
48. 危急执行装置是什么?	90
49. 供油系统的主要作用是什么?	91
50. 油系统的冲洗工作是怎样的?	91
51. 600MW 汽轮机的调节系统有什么特点?	92
52. 600MW 超临界汽轮机与国产亚临界汽轮机在调节、保安系统上的不同 在哪里?	92
53. 什么是汽轮机监测仪表 (TSI)?	92
54. 什么是汽轮机 DEH 系统?	92
55. 在 600MW 机组上应用的 DEH 有哪些主要功能?	92
56. 对 DEH 系统有哪些基本要求?	94
57. DEH 液压系统的组成情况是怎样的?	94
58. ABB 超临界 600MW 机组电子液压调节保安系统有什么特点?	95
59. TT51 的功能有哪些?	95
60. TT52 有什么特点?	95
61. TT52 有什么主要功能?	96
62. ABB 超临界 600MW 机组除 TT5 以外, 还有哪些部件?	96
63. ABB 的超临界 600MW 机组油系统有什么特点?	97
64. 机组油系统冲洗的准备工作包括哪些?	97
65. 机组油系统的冲洗步骤是怎样的? 有哪些操作要点?	98
66. 油系统冲洗的后续工作包括哪些?	99
第五章 600MW 汽轮机热力系统	100
1. 什么叫发电厂的热力系统?	100
2. 发电厂热力系统的投运顺序是怎样的?	100
3. 发电厂热力系统的停运顺序是怎样的?	101
4. 降负荷时怎样对热力系统进行调整和切换?	102
5. 热力发电厂的管道的作用是什么?	102
6. 发电厂的管道的有哪些类型?	103

7. 发电厂汽水管道常采用什么材料?	103
8. 无缝钢管采用什么材料?	103
9. 直缝管采用什么材料?	103
10. 常用的管道补偿方法有哪几种?	104
11. 发电厂常用阀门由哪些部分组成? 发电厂对阀门有哪些要求?	104
12. 机组启停时, 对管道和阀门有哪些要求?	104
13. 管道正常运行时要注意哪些情况? 如何进行维护?	105
14. 为什么要对管道进行防腐处理? 汽水管道停用时常用的防腐方法 有哪些?	105
15. 阀门运行时有哪些注意事项? 如何进行维护?	106
16. 机组冷态启动时如何控制管道温升?	106
17. 机组温态、热态启动时如何控制管道温升?	107
18. 机组正常运行时管道系统有哪些注意事项?	107
19. 故障甩负荷时管路系统如何操作?	107
20. 停机过程中管路系统如何操作?	108
21. 蒸汽管路如何进行吹扫?	108
22. 发电厂常用的主蒸汽管道系统有哪几种形式?	108
23. 如何降低主蒸汽与再热蒸汽系统的压损?	109
24. 主蒸汽、再热蒸汽管道为什么容易产生裂纹?	109
25. 举例说明 600MW 机组主蒸汽系统的应用情况。	109
26. 举例说明 600MW 机组再热蒸汽系统的应用情况。	109
27. 再热机组的旁路系统的作用是什么?	110
28. 影响旁路系统容量的主要因素有哪些?	111
29. 600MW 机组两级串联旁路系统的组成情况是怎样的?	111
30. 高压旁路阀在结构上有什么特点?	111
31. 高压旁路减温水隔离阀的主要作用是什么?	112
32. 高压旁路减温水调节阀的主要作用是什么?	112
33. 举例说明 600MW 常见旁路系统的情况。	112
34. 旁路系统运行的原则是什么?	112
35. 高压旁路阀及管道如何预热?	112
36. 低压旁路直通阀及管道如何预热?	113
37. 我国 600MW 级机组旁路系统的运行方式是怎样的?	113
38. 在哪些情况下高压旁路系统必须立即自动完成开通动作?	113
39. 当发生哪些情况时, 高压旁路阀快速自动关闭?	113
40. 低压旁路投入前的检查包括哪些内容?	113
41. 低压旁路如何单操投入?	113
42. 低压旁路如何单操停运?	114

43. 在哪些情况下低压旁路应立即自动完成开通动作?	114
44. 当发生哪些情况时, 低压旁路系统应立即关闭?	114
45. 高压旁路投入前的检查包括哪些内容?	114
46. 高、低压旁路投停时有哪些注意事项?	114
47. 高、低压旁路正常运行时要做哪些维护?	114
48. 在哪些情况严禁开旁路?	114
49. 600MW 机组气动止回阀的工作原理是怎样的?	115
50. 主凝结水系统的一般组成情况是怎样的?	115
51. 凝结水系统启动准备工作有哪些?	115
52. 凝结水系统启动如何操作?	115
53. 凝结水系统如何正常运行?	116
54. 凝结水系统非正常运行工作包括哪些?	116
55. 凝结水系统如何正常停机?	117
56. 凝结水水质尚未合格时, 凝结水系统如何操作?	117
57. 启动阶段凝结水输入除氧器, 如何操作?	117
58. 凝结水系统的调节联锁与保护系统如何操作?	117
59. 举例说明凝结水系统的组成情况是怎样的?	117
60. 给水量如何控制?	118
61. 给水系统启动前应进行哪些操作?	118
62. 给水系统如何正常运行?	118
63. 机组甩负荷时, 给水系统如何操作?	118
64. 停机时给水系统如何操作?	118
65. 加热器如何应用蒸汽冷却器和疏水冷却器技术?	119
66. 典型 600MW 机组的回热系统是怎样的?	119
67. 600MW 机组回热抽汽系统的作用和要求是什么?	120
68. 600MW 机组的回热系统有什么特点?	120
69. 600MW 机组的高压加热器中汽水流程如何?	120
70. 600MW 机组低压加热器有什么特点?	121
71. 高压加热器如何疏水?	121
72. 低压加热器如何疏水?	122
73. 回热加热器疏水与放气系统如何启动?	122
74. 回热加热器疏水与放气系统如何停运?	122
75. 回热加热器疏水与放气系统如何正常运行? 正常运行中加热器如何 监视和维护?	122
76. 回热加热器启动过程的基本操作是怎样的?	122
77. 回热加热器停运过程的基本操作是怎样的?	123
78. 高压加热器如何启动?	123

79. 加热器运行中疏水水位的监视情况如何?	124
80. 加热器运行中传热端差如何监视? 传热端差增大的原因是什么?	124
81. 加热器运行中加热器负荷如何监视? 停机期间加热器如何进行保养?	124
82. 低压加热器如何启动?	124
83. 对低压加热器正常运行有什么要求?	125
84. 常见机组低压加热器及其管道有什么特点?	125
85. 低压加热器非正常运行包括哪些?	125
86. 什么情况下低压加热器紧急停运?	126
87. 停机时低压加热器如何操作?	126
88. 600MW 机组常用除氧器内的工作过程是怎样的?	126
89. 除氧器运行中有哪些注意事项?	127
90. 辅助蒸汽系统减压、减温、安全装置是怎样的?	127
91. 轴封系统启动前要进行哪些检查?	127
92. 辅助蒸汽系统如何启动运行?	127
93. 上汽对 600MW 机组轴封用蒸汽有什么要求?	127
94. 举例说明 600MW 机组小汽轮机的热力系统。	128
95. 常见轴封蒸汽系统是怎样的?	128
96. 轴封蒸汽系统如何正常运行?	129
97. 轴封蒸汽系统如何停运?	129
98. N660-25/600/600 型汽轮机冷却水有什么特点?	129
99. 发电厂对汽水内部损失有什么要求?	129
100. 600MW 机组汽水外部损失取决于哪些因素?	129
101. 汽水外部损失对发电厂有哪些影响? 有哪些减少汽水损失的措施?	130
102. 锅炉补充水的处理方法有哪些?	130
103. 补充水的补入地点如何确定?	131
104. 高效智能换热机组设计参数如何?	131
105. 高效智能换热机组采用什么控制方式?	131
106. 智能换热机组如何运行与维护?	131
第六章 600MW 机组的主要泵	132
1. 对给水泵的性能有什么要求?	132
2. 常见的 600MW 机组的给水泵组配置情况是怎样的?	132
3. 电动给水泵如何启动?	133
4. 电动给水泵运行有哪些注意事项?	133
5. 电动给水泵组的启动条件有哪些?	133
6. 哪些情况下电动给水泵需紧急停运?	133
7. 电动给水泵组不能启动的原因是什么? 如何处理?	133