

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

181

# 汽轮机运行 技术问答

华东电业管理局 编

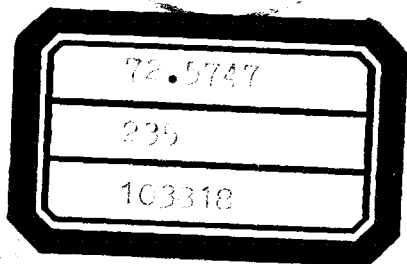
中国电力出版社

电 业 工 人 技 术 问 答 丛 书

---

汽 轮 机 运 行 技 术 问 答

华东电业管理局 编



中 国 电 力 出 版 社

374/107

## 内 容 提 要

本书以问答形式简明扼要地介绍了汽轮机运行的基本知识。主要内容有：基础知识；汽轮机设备结构与工作原理；汽轮机的调节与保护；汽轮机主要辅助设备；汽轮机的启动与停机；汽轮机运行维护；汽轮机典型事故及处理；汽轮机热力试验与调整；汽轮机的热力系统、阀门和管道；汽轮机的经济运行与仪表分析；汽轮机运行规章制度。

本书可供从事汽轮机运行工作的技术工人、初级技术人员参考及为技术考试、现场考问提供题目，也可供大学、中专相关专业学生参考阅读。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

汽轮机运行技术问答/华东电业管理局编. -北京：中国电力出版社 (1998 重印)

(电业工人技术问答丛书)

ISBN 7-80125-280-2

I. 汽… II. 华… III. 汽轮机运行-技术-问答 IV. TK267-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 21100 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

\*

1997 年 3 月第一版 1999 年 7 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 22 印张 432 千字

印数 13831—17950 册 定价 22.80 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)

103818

## 前 言

为了提高电力生产运行，检修人员和技术管理人员的技术素质和管理水平，适应工人岗位培训的需要，华东电业管理局组织网内有关省、市电力局和发电厂、供电局编写了《电业工人技术问答丛书》。丛书共十册，分别是：电气运行技术问答、锅炉运行技术问答、汽轮机运行技术问答、化学运行技术问答、燃料运行技术问答、热工自动控制技术问答，变电运行技术问答、继电保护技术问答、高压断路器技术问答、600MW 机组技术问答。

丛书本着紧密联系生产实际的原则，采用问答形式并配以必要的图解，内容以操作技能为主，以基本训练为重点，强调了基本操作技能的通用性和规范化。每本丛书内容丰富、覆盖面广、文字通俗易懂，是一套适用性、针对性较强的工人技术培训读物，适合于广大电业职工在职自学和岗位培训，亦可作为工程技术人员和技工学校技能教学和考核的参考书。

《汽轮机运行技术问答》由江苏省徐州发电厂和天生港发电厂合编。徐州发电厂编写汽轮机的起动与停机，汽轮机热力试验与调整，汽轮机典型事故及处理，汽轮机运行维护，汽轮机的热力系统、阀门和管道，汽轮机运行规章制度。主编龚德君、王正勤，参编季国祥、郭玉瑾、赵士飞、石钟、吕庆文。天生港发电厂编写基础知识，汽轮机设备结构与工作原理，汽轮机的调节与保护，汽轮机主要辅助设备，汽轮机的经济运行与仪表分析。主编黄景若，参编周海峰、刘剑奇、

刘伟、崔锡斌，刘君倩。全书由天生港电厂统稿，上海石洞口发电厂顾乔纳同志审稿。在编写本书过程中得到了江苏省电力工业局有关同志的支持和帮助，在此书出版之际，谨向以上单位和个人及本书所引用的资料的作者们致以衷心的感谢。

本丛书在编写过程中，在编写的体系和内容组织方面作了一些新的尝试，加之时间仓促和编者水平有限，书中难免有缺点和不妥之处，恳请读者批评指正。

**编 委 会**

# 目 录

## 前 言

### 一、基 础 知 识

1. 什么叫工质？火力发电厂采用什么作为工质？ ..... (1)
2. 何谓工质的状态参数？常用的状态参数有几个？基本状态参数有几个？ ..... (1)
3. 什么叫温度、温标？常用的温标形式有哪几种？ ..... (1)
4. 什么叫压力？压力的单位有几种表示方法？ ..... (2)
5. 什么叫绝对压力、表压力？ ..... (2)
6. 什么叫真空和真空度？ ..... (3)
7. 什么叫比容和密度？它们之间有什么关系？ ..... (3)
8. 什么叫平衡状态？ ..... (4)
9. 什么叫标准状态？ ..... (4)
10. 什么叫参数坐标图？ ..... (4)
11. 什么叫功？其单位是什么？ ..... (5)
12. 什么叫功率？其单位是什么？ ..... (5)
13. 什么叫能？ ..... (5)
14. 什么叫动能？物体的动能与什么有关？ ..... (6)

15. 什么叫位能? ..... (6)
16. 什么叫热能? 它与什么因素有关? ..... (6)
17. 什么叫热量? 其单位是什么? ..... (6)
18. 什么叫机械能? ..... (7)
19. 什么叫热机? ..... (7)
20. 什么叫比热容? 影响比热容的主要因素有哪些? ..... (7)
21. 什么叫热容量? 它与比热有何不同? ..... (7)
22. 如何用定值比热容计算热量? ..... (8)
23. 什么叫内能? ..... (8)
24. 什么叫内动能? 什么叫内位能? 它们由何决定? ..... (8)
25. 什么叫焓? 为什么焓是状态参数? ..... (8)
26. 什么叫熵? ..... (9)
27. 什么叫理想气体? 什么叫实际气体? ..... (9)
28. 火电厂中什么气体可看作理想气体? 什么气体可看作实际气体? ..... (9)
29. 什么是理想气体的状态方程式? ..... (10)
30. 理想气体的基本定律有哪些? 其内容是什么? ..... (10)
31. 什么是热力学第一定律, 它的表达式是怎样的? ..... (11)
32. 热力学第一定律的实质是什么? 它说明什么问题? ..... (12)
33. 什么是不可逆过程? ..... (12)
34. 什么叫等容过程? 等容过程中吸收的热量 and 所做的功如何计算? ..... (12)

35. 什么叫等温过程？等温过程中工质吸收的热量如何计算？ ..... (13)
36. 什么叫等压过程？等压过程的功及热量如何计算？ ..... (13)
37. 什么叫绝热过程？绝热过程的功和内能如何计算？ ..... (13)
38. 什么叫等熵过程？ ..... (14)
39. 简述热力学第二定律。 ..... (14)
40. 什么叫热力循环？ ..... (15)
41. 什么叫循环的热效率？它说明什么问题？ ..... (15)
42. 卡诺循环是由哪些过程组成的？其热效率如何计算？ ..... (15)
43. 从卡诺循环的热效率得出哪些结论？ ..... (16)
44. 什么叫汽化？它分为哪两种形式？ ..... (17)
45. 什么叫凝结？水蒸气凝结有什么特点？ ..... (17)
46. 什么叫动态平衡？什么叫饱和状态、饱和温度、饱和压力、饱和水、饱和蒸汽？ ..... (17)
47. 为何饱和压力随饱和温度升高而增高？ ..... (18)
48. 什么叫湿饱和蒸汽、干饱和蒸汽、过热蒸汽？ ..... (18)
49. 什么叫干度？什么叫湿度？ ..... (18)
50. 什么叫临界点？水蒸气的临界参数为多少？ ..... (19)
51. 是否存在 400℃的液态水？ ..... (19)
52. 水蒸气状态参数如何确定？ ..... (19)
53. 水蒸气等压形成过程在  $p-v$  图和  $T-s$  图



上如何表示? .....	(19)
54. 怎样使用水蒸气焓熵图? .....	(20)
55. 什么叫液体热、汽化热、过热热? .....	(21)
56. 什么叫稳定流动、绝热流动? .....	(22)
57. 稳定流动的能量方程是怎样表示的? .....	(22)
58. 稳定流动能量方程在热力设备中如何 应用? .....	(23)
59. 什么叫轴功? 什么叫膨胀功? .....	(23)
60. 什么叫喷管? 电厂中常用哪几种喷管? .....	(24)
61. 喷管中气流流速和流量如何计算? .....	(24)
62. 什么叫节流? 什么叫绝热节流? .....	(25)
63. 什么叫朗肯循环? .....	(25)
64. 朗肯循环是通过哪些热力设备实施的? 各设备的作用是什么? 画出其热力设 备系统图。 .....	(25)
65. 朗肯循环的热效率如何计算? .....	(26)
66. 影响朗肯循环效率的因素有哪些? .....	(27)
67. 什么叫给水回热循环? .....	(27)
68. 采用给水回热循环的意义是什么? .....	(27)
69. 什么叫再热循环? .....	(28)
70. 采用中间再热循环的目的是什么? .....	(28)
71. 什么是热电合供循环? 其方式有几种? .....	(28)
72. 背压式汽轮机供热循环的应用及特 点是什么? .....	(29)
73. 何谓换热? 换热有哪几种基本形式? .....	(30)
74. 什么是稳定导热? .....	(30)
75. 如何计算平壁壁面的导热系数? .....	(31)

76. 什么叫导热系数？导热系数与什么有关？ ..... (31)
77. 什么叫对流换热？举出在电厂中几个对流换热的实例。 ..... (32)
78. 影响对流换热的因素有哪些？ ..... (32)
79. 什么是层流？什么是紊流？ ..... (32)
80. 层流和紊流各有什么流动特点？在汽水系统上常遇到哪一种流动？ ..... (33)
81. 什么叫雷诺数？它的大小能说明什么问题？ ..... (33)
82. 试说明流体在管道内流动的压力损失分几种类型？ ..... (34)
83. 何谓流量？何谓平均流速？它与实际流速有什么区别？ ..... (34)
84. 写出沿程阻力损失、局部阻力损失和管道系统的总阻力损失公式，并说明公式中各项的含义。 ..... (34)
85. 何谓水锤？有何危害？如何防止？ ..... (35)
86. 何谓金属的机械性能？ ..... (36)
87. 什么叫强度？强度指标通常有哪些？ ..... (36)
88. 什么叫塑性？塑性指标有哪些？ ..... (36)
89. 什么叫变形？变形过程有哪三个阶段？ ..... (36)
90. 什么叫刚度和硬度？ ..... (37)
91. 何谓疲劳和疲劳强度？ ..... (37)
92. 金属材料有哪些工艺性能？ ..... (37)
93. 金属材料有哪些物理化学性能？ ..... (37)
94. 什么叫碳钢？按含碳量可分为哪三类碳钢？ ..... (38)

95. 什么叫铸铁？铸铁可分哪几种？ ..... (38)
96. 合金元素可以使钢材获得哪些特殊的性能？ ..... (39)
97. 什么叫热应力？ ..... (39)
98. 什么叫热冲击？ ..... (39)
99. 造成汽轮机热冲击的原因有哪些？ ..... (39)
100. 蒸汽对汽轮机金属部件表面的热传递有哪些方式？ ..... (40)
101. 蒸汽与金属表面间的凝结放热有哪些特点？ ..... (40)
102. 蒸汽与金属表面间的对流放热有何特点？ ..... (41)
103. 何谓准稳态点、准稳态区？ ..... (41)
104. 汽轮机起、停和工况变化时，哪些部位热应力最大？ ..... (41)
105. 什么叫热疲劳？ ..... (41)
106. 什么叫蠕变？ ..... (42)
107. 什么叫应力松弛？ ..... (42)
108. 何谓脆性转变温度？发生低温脆性断裂事故的必要和充分条件是什么？ ..... (42)
109. 水、汽有哪些主要质量标准？ ..... (42)
110. 何谓汽轮机积盐？ ..... (43)
111. 什么叫热工检测和热工测量仪表？ ..... (43)
112. 什么叫允许误差？什么叫精确度？ ..... (43)
113. 温度测量仪表分哪几类？各有哪几种？ ..... (44)
114. 压力测量仪表分为哪几类？ ..... (44)

115. 水位测量仪表有哪几种? ..... (44)
116. 流量测量仪表有哪几种? ..... (44)
117. 如何选择压力表的量程? ..... (44)
118. 何谓双金属温度计? 其测量原理怎样? ..... (45)
119. 何谓热电偶? ..... (45)
120. 什么叫继电器? 它有哪些分类? ..... (45)
121. 电流是如何形成的? 它的方向是如何规定的? ..... (46)
122. 什么是电路的功率和电能? 它们之间有何关系? ..... (46)
123. 什么是电流的热效应? 如何确定电流在电阻中产生的热量? ..... (46)
124. 什么叫正弦交流电? 交流电的周期和频率有何关系? ..... (47)
125. 构成煤粉锅炉的主要本体设备和辅助设备有哪些? ..... (47)
126. 何谓燃料? 锅炉燃料有哪几种? ..... (47)
127. 什么是燃料的发热量? 发热量的大小决定于什么? ..... (48)
128. 燃料的定压高、低位发热量有何区别? ..... (48)
129. 锅炉对给水有哪几点要求? ..... (48)

## 二、汽轮机设备结构与工作原理

1. 汽轮机工作的基本原理是怎样的? 汽轮发电机组是如何发出电来的? ..... (49)

2. 汽轮机如何分类? ..... (49)
3. 汽轮机的型号如何表示? ..... (50)
4. 什么是冲动式汽轮机? ..... (51)
5. 什么是反动式汽轮机? ..... (51)
6. 什么是凝汽式汽轮机? ..... (51)
7. 什么是背压式汽轮机? ..... (52)
8. 什么是调整抽汽式汽轮机? ..... (52)
9. 什么是中间再热式汽轮机? ..... (52)
10. 中间再热式汽轮机主要有什么优点? ..... (53)
11. 大功率机组总体结构方面有哪些特点? ..... (53)
12. 为什么大机组高、中压缸采用双层缸结构? ..... (54)
13. 汽轮机本体主要由哪几个部分组成? ..... (54)
14. 汽缸的作用是什么? ..... (55)
15. 汽轮机的汽缸可分为哪些种类? ..... (55)
16. 为什么汽缸通常制成上下缸的形式? ..... (55)
17. 有没有不用法兰上下连接的汽缸? ..... (55)
18. 汽缸个数通常与汽轮机功率有什么关系? ..... (56)
19. 按制造工艺分类, 汽轮机汽缸有哪些不同型式? ..... (56)
20. 制造汽轮机汽缸常用哪些材料? ..... (56)
21. 汽轮机的汽缸是如何支承的? ..... (57)
22. 下缸猫爪支承方式有什么优缺点? ..... (57)
23. 上缸猫爪支承法的主要优点是什么? ..... (57)
24. 举例说明哪些机组的汽缸采用的是上缸猫爪支承方式? 哪些机组的汽缸采用的是下缸猫爪支承方式? ..... (58)

25. 汽缸猫爪下面的水冷垫块为什么要通冷却水? ..... (58)
26. 大功率汽轮机的高、中压汽缸采用双层缸结构有什么优点? ..... (58)
27. 高、中压汽缸采用双层缸结构后应注意什么问题? ..... (59)
28. 大机组的低压缸有哪些特点? ..... (59)
29. 什么叫排汽缸径向扩压结构? ..... (60)
30. 低压外缸的一般支承方式是怎样的? ..... (60)
31. 排汽缸的作用是什么? ..... (60)
32. 为什么排汽缸要装喷水降温装置? ..... (60)
33. 再热机组的排汽缸喷水装置是怎样设置的? ..... (61)
34. 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? ..... (61)
35. 汽缸进汽部分布置有哪几种方式? ..... (61)
36. 为什么大功率高参数汽轮机的调节汽门与汽缸分离单独布置? ..... (62)
37. 双层缸结构的汽轮机, 为什么要采用特殊的进汽短管? ..... (62)
38. 高压进汽短管的结构是怎样的? ..... (63)
39. 隔板的结构有哪几种形式? ..... (63)
40. 什么叫喷嘴弧? ..... (64)
41. 喷嘴弧有哪几种结构形式? ..... (64)
42. 汽轮机喷嘴、隔板、静叶的定义是什么? ..... (64)
43. 什么叫汽轮机的级? ..... (64)
44. 什么叫调节级和压力级? ..... (64)

45. 什么叫双列速度级? ..... (65)
46. 采用双列速度级有什么优缺点? ..... (65)
47. 高压高温汽轮机为什么要设汽缸、法兰螺栓加热装置? ..... (65)
48. 为什么汽轮机第一级的喷嘴安装在喷嘴室, 而不固定在隔板上? ..... (66)
49. 隔板套的作用是什么? 采用隔板套有什么优点? ..... (66)
50. 调整抽汽式汽轮机的旋转隔板是怎样工作的? ..... (67)
51. 什么是汽轮机的转子? 转子的作用是什么? ..... (68)
52. 什么是大功率汽轮机的转子蒸汽冷却? ..... (68)
53. 为什么大功率汽轮机采用转子蒸汽冷却结构? ..... (68)
54. 汽轮机转子一般有哪几种型式? ..... (68)
55. 套装叶轮转子有哪些优缺点? ..... (69)
56. 整锻转子有哪些优缺点? ..... (69)
57. 组合转子有什么优缺点? ..... (69)
58. 焊接转子有哪些优缺点? ..... (69)
59. 整锻转子中心孔起什么作用? ..... (70)
60. 汽轮机主轴断裂和叶轮开裂的原因有哪些? ..... (70)
61. 防止叶轮开裂和主轴断裂应采取哪些措施? ..... (70)
62. 叶轮的作用是什么? 叶轮是由哪几部分组成的? ..... (71)

63. 运行中的叶轮受到哪些作用力? ..... (71)
64. 叶轮上开平衡孔的作用是什么? ..... (71)
65. 为什么叶轮上的平衡孔为单数? ..... (71)
66. 装配式叶轮的结构是怎样的? ..... (71)
67. 按轮面的断面型线不同, 可把叶轮分成  
几种类型? ..... (72)
68. 套装叶轮的固定方法有哪几种? ..... (72)
69. 动叶片的作用是什么? ..... (72)
70. 叶片工作时受到哪几种作用力? ..... (73)
71. 汽轮机叶片的结构是怎样的? ..... (73)
72. 汽轮机叶片的叶根有哪些型式? ..... (74)
73. 装在动叶片上的围带和拉筋(金)起什  
么作用? ..... (74)
74. 汽轮机高压段为什么采用等截面叶片? ..... (74)
75. 为什么汽轮机有的级段要采用扭曲叶片? ..... (74)
76. 防止叶片振动断裂的措施主要有哪几点? ..... (75)
77. 多级凝汽式汽轮机最末几级为什么要采  
用去湿装置? ..... (75)
78. 汽轮机末级排汽的湿度一般允许值  
为多少? ..... (75)
79. 汽轮机去湿装置有哪几种? ..... (76)
80. 提高动叶片抗冲蚀的能力有哪些办法? ..... (76)
81. 汽封的作用是什么? ..... (76)
82. 汽封的结构型式和工作原理是怎样的? ..... (76)
83. 什么是通流部分汽封? ..... (77)
84. 轴封的作用是什么? ..... (77)
85. 汽轮机为什么会产生轴向推力? 运行中



轴向推力怎样变化？ .....	(77)
86. 减少汽轮机的轴向推力，可采取哪 些措施？ .....	(78)
87. 什么是汽轮机的轴向弹性位移？ .....	(78)
88. 汽轮机为什么要设滑销系统？ .....	(78)
89. 汽轮机的滑销有哪些种类？它们各起什 么作用？ .....	(78)
90. 什么是汽轮机膨胀的“死点”，通常布置 在什么位置？ .....	(80)
91. 汽轮机联轴器起什么作用？有哪些种类？ 各有何优缺点？ .....	(80)
92. 刚性联轴器分哪两种？ .....	(81)
93. 什么是半挠性联轴器？ .....	(81)
94. 挠性联轴器的结构型式是怎样的？ .....	(81)
95. 蛇形弹簧式挠性联轴器的结构是怎样的？ .....	(82)
96. 汽轮机的盘车装置起什么作用？ .....	(82)
97. 盘车有哪两种方式？电动盘车装置主要 有哪两种型式？ .....	(82)
98. 具有螺旋轴的电动盘车装置构造和工作 原理是怎样的？ .....	(83)
99. 具有摆动齿轮的盘车装置构造和工作原 理是怎样的？ .....	(83)
100. 采用高速盘车有什么优缺点？ .....	(84)
101. 为什么小型汽轮机采用减速器装置？ .....	(84)
102. 运行中减速器的主要故障是什么？ .....	(85)
103. 主轴承的作用是什么？ .....	(85)
104. 轴承的润滑油膜是怎样形成的？ .....	(85)