

电力生产“1000个为什么”系列书

火电建设工程施工

汽轮机部分

丛书主编：孟祥泽 王正志
主 编：于大江



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

电力生产“1000个为什么”系列书

火电建设工程施工

汽轮机部分

丛书主编：孟祥泽 王正志

主 编：于大江



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,本书以安装工艺为重点,用问答的形式将电厂汽轮机在安装、启动和试运行阶段的常见问题、处理方法及注意事项逐一进行了剖析。内容包括汽轮机的基本工作原理和本体设备与安装、发电机安装与转子找平衡、汽轮机附属机械、汽轮机附属设备、水处理与制氢、调速系统安装、汽轮机整套启动与试运行。

本书可供从事火电安装工作的工程技术人员和火力发电厂检修人员阅读,也可供火电施工企业从事安装工作的工人在工作中参考。

图书在版编目(CIP)数据

火电建设工程施工. 汽轮机部分/于大江主编. —北京:中国电力出版社, 2008

(电力生产“1000个为什么”系列书/孟祥泽,王正志主编)

ISBN 978-7-5083-7380-5

I. 火… II. 于… III. ①火电厂—建筑工程—工程施工—问答②火电厂—蒸汽透平—问答 IV. TU745.7-44
TM621.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 086918 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月北京第一次印刷

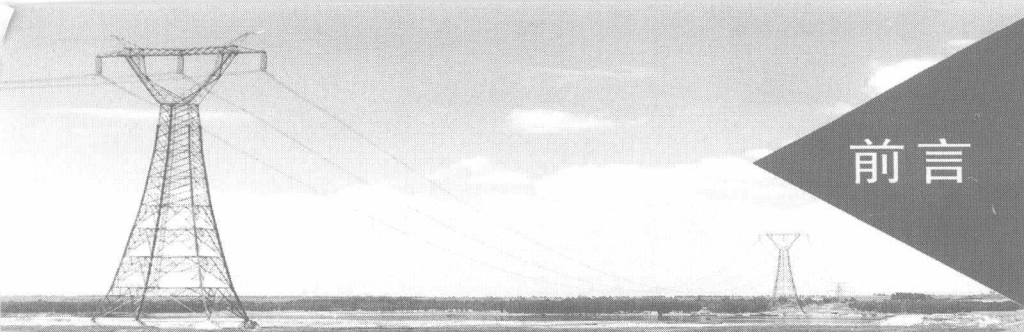
850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.5 印张 225 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

当今世界科学技术日新月异,国际交往日益频繁,世界市场已成为一个整体,贸易竞争日趋激烈,任何一个国家想闭关锁国已不可能,任何一个企业不提高产品质量就没有出路、不能生存。

当前火电施工企业市场竞争激烈,如果职工队伍素质和工程质量达不到国际水平,势必被淘汰,提高火电施工企业职工队伍素质已成为当务之急。近年来,火电施工队伍中,年轻职工不断增加,火电设备安装经验明显不足,在实际施工中,提高工程质量的关键在于职工队伍素质的提高,由于施工人员素质低,造成的工程返工、原材料浪费等现象时有发生。在以往的培训用书中,侧重理论方面的较多,在使用过程中给人一种深高莫测的感觉。本丛书以技术问答的形式,将复杂的道理转化为直观、形象的语言,并且选择了一些常见问题与处理方法,可供从事火电安装工作的工程技术人员和发电厂检修人员阅读,也可供火电施工企业从事安装工作的工人在工作中参考。

本丛书由孟祥泽、王正志主编。汽轮机部分由于大江主编,王建林、孔会、赵坤、刘纪法、陈振中、胡庆军、张崇洋等参加编写。

在本丛书编写过程中,中国电力出版社、山东电力建设第一工程公司给予了大力的支持并提供了部分资料,在此表示衷心的感谢。

由于编者专业水平、施工经验所限,本书难免存在缺点和不妥之处,热忱期望读者和同行批评指正。

编 者

2008 年 4 月

前言

第一章 汽轮机的基本工作原理和本体设备与安装

第一节 基础知识 1

1. 什么叫过渡配合? 1
2. 普通铸铁件和铸钢件在含碳量上有什么区别? 1
3. 钢丝绳在施工中的使用有什么规定和要求? 1
4. 吊物件时, 捆绑操作要点是什么? 1
5. 使用水平仪的注意事项有哪些? 2
6. 简述合像水平仪的使用方法。 2
7. 使用百分表时应注意哪些要点? 2
8. 使用手动葫芦应注意哪些事项? 3
9. 油压千斤顶使用时应注意哪些事项? 3
10. 电动卷扬机在使用时应注意哪些事项? 4

第二节 汽轮机工作原理 4

11. 汽轮机按热力特性分为哪几种类型? 4
12. 汽轮机喷嘴的作用是什么? 5
13. 什么是热力循环? 火力发电厂常见的有哪几种
循环? 5
14. 什么叫中间再热循环? 5

15. 为什么回热循环比同参数的朗肯循环热效率高?	5
16. 火力发电厂中汽轮机为什么采用多级回热抽汽? 怎样确定回热级数?	5
17. N300-16.2/535/535 型汽轮机型号的含义 是什么?	6
18. 什么是汽轮机的级? 分哪几种类型?	6
19. 什么是冲动式汽轮机? 什么是反动式汽轮机? 各自的工作特点是什么?	6
20. 汽封的作用是什么? 曲径式汽封有哪几种结构 形式?	6
21. 为什么排汽缸要装喷水降温装置?	6
22. 汽轮机叶轮上的平衡孔起什么作用?	6
23. 汽轮机本体定型设计管道系统一般包括哪些?	7
24. 发电机端盖的作用有哪些?	7
25. 什么是调节级喷嘴?	7
26. 汽轮机的汽缸为什么要采用双层结构?	7
27. 汽轮机供油系统的任务是什么?	7
28. 汽轮机轴端汽封有什么作用?	8
29. 大功率机组高中压缸为什么要装置快速冷却 系统?	8
30. 汽缸法兰及螺栓加热装置的作用是什么?	8
31. 联轴器对轴系临界转速有何影响?	8
32. 什么是转子的临界转速? 什么是挠性转子? 什么是刚性转子?	8
33. 什么叫叶片的调频?	9
34. 叶片调频的措施有哪些?	9
35. 转子静平衡的设备一般有几种? 试述静平衡 过程。	9
36. 什么是喷管? 渐缩喷管和缩放喷管有何特点?	9

37. 采用中间再热循环有什么优点?	9
38. 为什么汽缸做成上下缸的形式?	10
39. 汽轮机滑销系统的作用是什么? 安装滑销时应注意 什么?	10
40. 润滑油的作用是什么?	10
41. 润滑油压降低的原因有哪些?	10
42. 试述支持轴承的工作原理。	11
43. 汽轮发电机组产生振动的原因有哪些?	11
第三节 汽轮机本体设备安装	11
44. 常见的支持轴承有哪几种?	11
45. 按照制造工艺, 转子可分为哪几种形式?	12
46. 排汽缸的作用是什么? 排汽缸加导流器的目的是 什么?	12
47. 什么是汽轮机的膨胀死点? 通常布置在什么位置, 为什么?	12
48. 什么是汽轮机转子? 其作用是什么?	12
49. 什么是轴系?	12
50. 动叶片的作用是什么? 由哪几部分组成?	12
51. 汽轮机由哪几部分组成? 各包括哪些部件?	13
52. 汽缸的作用是什么?	13
53. 按构造、安装位置和作用的不同, 滑销分为哪 几种?	13
54. 台板的作用是什么?	13
55. 对汽缸的要求是什么?	13
56. 汽轮机的轴承有哪几种? 各自的作用是什么?	13
57. 隔板的作用是什么? 按制造工艺隔板分为哪几种, 各用于哪些部位?	14
58. 汽缸、隔板的支撑方式对中心有何影响?	14
59. 联轴器的作用是什么? 按特性分为哪几种类型?	14

60. 整锻转子钻中心孔的目的是什么?	14
61. 隔板套的作用是什么? 采用隔板套有什么优点?	14
62. 盘车装置的作用是什么?	15
63. 叶轮的作用是什么? 由哪几部分组成?	15
64. 围带的作用是什么?	15
65. 汽轮机找中心的目的是什么?	15
66. 汽缸是如何支撑在基础台板上的?	16
67. 对汽轮机高温螺栓的材料有什么要求?	16
68. 焊接隔板有哪些优点?	16
69. 垫铁的作用是什么?	16
70. 汽轮机轴承油挡的作用是什么? 其安装位置有 哪几种?	16
71. 推力轴承的非工作瓦块起什么作用?	16
72. 焊接转子有什么优点?	17
73. 汽轮机的主要附属设备和机械有哪些?	17
74. 汽轮机安装前必须有哪些技术资料?	17
75. 使用游标卡尺前, 如何检查它的准确性?	17
76. 紧固螺栓时应注意些什么?	18
77. 如何使用塞尺测量间隙?	18
78. 打样冲眼应注意什么?	18
79. 为保证水平仪的测量精度, 使用时应注意哪些 要点?	18
80. 为什么钻孔时要用冷却润滑剂? 它有什么作用?	18
81. 如何检查轴瓦是否有脱胎现象?	19
82. 汽缸负荷分配的方法有哪几种?	19
83. 隔板找中心的目的是什么? 常用的方法有哪些?	19
84. 如何处理隔板静叶片出汽边的边缘有少许弯曲 的缺陷?	19
85. 对轴承垫块下的调整垫片有什么要求?	19
86. 汽轮机基础混凝土浇灌前后检查包括哪些方面?	19

87. 汽轮机台板就位前, 应对基础做哪些准备工作?	20
88. 汽封间隙过大应怎样处理?	20
89. 推力间隔隙过大会对汽轮机造成什么影响?	20
90. 转子轴颈的测量项目有哪些?	20
91. 轴瓦紧力过大或过小将会引起什么问题?	20
92. 如何测量滑销的间隙, 测量时应注意什么问题?	21
93. 汽轮机直轴的方法有哪几种?	21
94. 如何检查球形瓦球面的接触情况?	21
95. 转子按轴封洼窝找中心的目的是什么?	21
96. 如何测量轴颈扬度?	21
97. 测量汽封轴向间隙和通流间隙时, 转子的推力盘 应处在什么位置? 怎样调整推力间隙?	21
98. 怎样测量轴颈的椭圆度、圆柱度?	22
99. 汽轮机叶轮在轴上松动的原因主要有哪些?	22
100. 联轴器中心找好后, 还应在何时进行复查?	22
101. 汽轮机叶轮拆卸前应做哪些测量工作?	22
102. 防止大轴弯曲的措施有哪些?	23
103. 盘动转子应遵守什么规定?	23
104. 吊运重物时, 要注意哪些方面?	23
105. 汽轮机中心不正有哪些危害?	23
106. 汽轮机施工的主要控制进度有哪些?	24
107. 如何清扫转子? 对转子应做哪些外观检查?	24
108. 基础垫铁的布置应遵循哪些原则?	24
109. 如何测量三油楔轴承的油间隙?	25
110. 汽轮机检修时如何解体三油楔轴承?	25
111. 如何检查汽轮机轴承垫块与洼窝的接触情况?	25
112. 汽缸组合前应做哪些检查? 汽缸结合面间隙应符合 什么要求?	26
113. 隔板安装前应进行哪些检查?	26
114. 怎样测量转子的晃度?	26

115. 汽缸水平面螺栓热紧时应注意些什么？	26
116. 怎样测量轴瓦顶部间隙？如何调整？	27
117. 怎样测量联轴器端面的瓢偏度？	27
118. 汽轮机检修中应对隔板进行哪些检查？	27
119. 汽轮机叶片检查的项目和部位有哪些？	28
120. 汽封找中心时，仅有个别汽封间隙小了，应该 怎样处理？	28
121. 汽缸组合一般有哪两种方法？各有何优缺点？	29
122. 如何用贴胶布法检查汽封的径向间隙？	29
123. 轴承座就位前应做哪些检查工作？	29
124. 如何对圆柱形或椭圆形轴瓦乌金与轴颈的接触 情况进行预检查？	30
125. 研刮球形轴瓦球面时应注意哪些工艺要求？	30
126. 汽轮机滑销损坏的原因有哪些？	30
127. 台板与轴承座应如何组合？	31
128. 为什么松紧汽缸接合面螺栓时要按顺序进行？	31
129. 如何检查隔板的轴向间隙和径向间隙？	31
130. 安装地脚螺栓时应满足哪些要求？	32
131. 测量轴瓦紧力时产生误差的原因有哪些？	32
132. 如何测量和调整汽轮机油挡间隙？	33
133. 台板就位前应做哪些检查工作？	33
134. 简述汽轮发电机联轴器铰孔连接的工艺过程。	33
135. 怎样测量汽轮机通汽部分间隙？不合格怎样 调整？	34
136. 汽轮发电机组基础检查、验收的主要内容是 什么？	34
137. 汽轮机汽缸法兰变形的主要原因有哪些？	35
138. 如何进行汽轮机真空系统严密性试验检查？	35
139. 轴承座渗漏应如何处理？	35
140. 简述加热加压法直轴程序。	36

141. 简述轴瓦乌金浇铸工艺过程。	36
142. 怎样补焊局部乌金磨损的轴瓦?	36
143. 更换汽轮机推力瓦块时应做哪些主要工作?	37
144. 如何进行轴承座的找正找平工作?	37
145. 如何检查推力轴承? 应达到哪些要求?	38
146. 怎样测量转子的弯曲度? 允许值是多少?	39
147. 怎样检查推力瓦块?	39
148. 汽轮发电机组安装完毕, 经试运行后, 总体应 达到什么要求?	40
149. 汽轮机低压缸安装质量验评范围包括哪些内容? ...	40
150. 防止大轴弯曲的措施有哪些?	41
151. 为防止汽轮机大轴弯曲, 在试运中应注意什么? ...	41
152. 如何进行汽轮机货箱(物)的现场管理?	41
153. 汽轮机本体的施工工序是什么?	43
154. 以某 600MW 汽轮机为例介绍低压缸如何组合?	44
155. 以某 600MW 汽轮机为例介绍前、中轴承座如何 安装?	46
156. 以某 600MW 汽轮机为例介绍高中压缸如何安装?	47
157. 以某 600MW 汽轮机为例介绍低压缸半缸如何找 中心?	48
158. 以某 600MW 汽轮机为例介绍高中压缸半缸如何 找中心?	48
159. 以某 600MW 汽轮机为例介绍低压缸合缸怎样找 中心?	49
160. 以某 600MW 汽轮机为例介绍低压缸内缸负荷分配。	49
161. 以某 600MW 汽轮机为例介绍高中压缸合缸找中心。	50
162. 以某 600MW 汽轮机为例介绍高中压缸负荷分配。	

.....	50
163. 以某 600MW 汽轮机为例介绍高中压导汽管怎样 安装?	51
164. 如何进行转子的初找中?	51
165. 如何进行轴承的调整?	52
166. 如何进行隔板、轴封的就位找中?	52
167. 如何进行高中压通流间隙的初测和调整?	53
168. 如何进行通流间隙的检查调整?	53
169. 如何进行汽轮机的扣缸?	55
170. 如何进行轴系精找中和靠背轮连接?	57
171. 如何进行附件的安装?	58

第二章 发电机安装检修

第一节 发电机本体检修

172. 发电机有哪几种冷却方式?	60
173. 用压铅丝法测量轴承紧力时, 常常在瓦盖接合面上 放几块适当厚度的金属片, 为什么?	60
174. 用压铅丝法测量轴瓦紧力时, 由于接合面不平, 使 铅丝变形量不一致, 应如何处理?	60
175. 发电设备到达现场后若不能及时安装, 应如何保管 维护?	60
176. 安装氢冷发电机的环式密封装置, 如何保证密封瓦 的灵活性?	61
177. 发电机空气间隙如何测量, 不合格时如何调整? ...	61
178. 对某氢冷发电机做整套系统漏气量试验, 气体系统 容积 $V=80\text{m}^3$, 试验压力 p_1 为 0.3MPa (0.1MPa $\approx 760\text{mmHg}$), 试验开始时大气压 b_1 为 750mmHg , 气温 t_1 为 19°C , 经 24h 后, 系统气体压力 p_2 为	

2235mmHg, 大气压力 b_2 为 749mmHg, 气温 t_2 为 21℃。计算漏气量为多少?	61
179. 同步发电机的主要类型有哪些?	62
180. 汽轮发电机有哪些基本结构部件? 各有什么作用?	62
181. 同步发电机的基本工作原理是什么?	63
182. 同步发电机的铭牌标示哪些数据? 含义是什么?	64
183. 氢气作冷却介质的优点与缺点是什么?	64
184. 交流励磁机静止整流器方式 (三机励磁方式) 有何特点?	65
185. 交流励磁机旋转整流器励磁方式 (无刷励磁方式) 有何特点?	65
186. 如何防止水—氢冷发电机定子绕组结露?	65
187. 对定子绕组冷却水的电导率有什么具体要求?	66
188. 造成密封环磨损的原因是什么? 有何危害?	66
189. 如何做好汽轮发电机检修拆卸前的准备工作?	67
190. 发电机的解体步骤是什么? 解体中应注意哪些事项?	67
191. 汽轮发电机定子大修项目有哪些?	68
192. 进入发电机定子检修过程中应注意什么?	69
193. 如何进行发电机定子绕组检查和保养?	69
194. 水氢氢发电机冷却系统检查、检修和试验项目是什么?	70
195. 水内冷发电机定子绕组水路漏水的原因有哪些?	71
196. 如何更换定子绝缘水管?	71
197. 水内冷发电机空心导线长期运行后, 采取什么方法清洗?	72
198. 防止水内冷发电机漏水、断水、堵塞、过热的技术	

措施有哪些?	72
199. 氢冷发电机漏氢的危害是什么? 主要途径有哪些?	73
200. 氢冷发电机漏氢的部位有哪些? 漏氢的原因及怎样 消除?	74
201. 发电机转子抽出和穿入时的基本要求是什么?	77
202. 抽转子有哪几种方法? 抽转子时应注意 哪些事项?	77
203. 汽轮发电机转子大修有哪些项目?	78
204. 汽轮发电机护环拆卸的主要步骤是什么?	78
205. 如何进行护环的加热?	79
206. 水内冷发电机定子、转子水路为什么在大小修时要 进行冲洗? 如何进行冲洗?	79

第二节 发电机转子安装 80

207. 简述发电机用假轴法穿转子的过程。	80
208. 发电机、汽轮机转子找中心, 中心测量记录及数据 如图 2-1 所示, 求发电机与汽轮机中心偏差及张口 值 (卡子固定在汽轮机转子的靠背轮上, 各数值 用塞尺测量)。	81
209. 在发电机穿转子过程中, 用钢丝绳绑扎转子 时应注意哪些事项?	81
210. 氢冷发电机整套系统风压试验应注意什么?	82
211. 请写出发电机的组装工序。	82
212. 发电机到达现场后, 应着重检查哪些方面? 如何保管?	82
213. 发电机定子冷却水系统冲洗的步骤是什么?	83
214. 请介绍发电机本体的安装流程。	83
215. 定子怎样初找中心?	83

216. 发电机怎样找正?	85
217. 发电机怎样定位?	88
218. 发电机怎样封盖?	89
219. 以某 600MW 汽轮发电机为例介绍其穿转子的施工 工序和施工方法。	89
第三节 附属系统及设备安装检修	94
220. 密封油系统的作用是什么?	94
221. 密封油系统主要由哪些设备组成?	95
222. 发电机定子冷却水系统冲洗的步骤是什么?	95
223. 简述发电机在充氢和排氢过程的步骤和要求。	95
224. 什么是氢冷发电机的单流密封油系统?	95
225. 什么是氢冷发电机的双流密封油系统?	96
226. 什么是氢冷发电机的三流密封油系统?	96
227. 氢冷发电机密封系统的检修主要内容是什么?	97
228. 防止发电机油密封装置漏油的主要措施有哪些?	98
229. 氢冷发电机为什么要密封?	100

第三章 汽轮机附属机械

第一节 泵的工作原理	101
230. 什么是泵? 有什么作用?	101
231. 火电厂主要有哪三种水泵? 它们的作用是什么?	101
232. 离心泵的工作原理是什么?	101
233. 轴流泵的工作原理是什么?	102
234. 什么是旋涡泵? 旋涡泵的工作原理是什么?	102
235. 什么是螺杆泵? 螺杆泵的工作原理是什么?	102

236. 什么是自吸泵? 自吸泵的工作原理是什么?	102
237. 什么是齿轮泵? 齿轮泵的工作原理是什么?	102
238. 活塞泵的工作原理是什么?	103
239. 什么是喷射泵? 喷射泵的工作原理是什么?	103
240. 离心泵有哪些种类?	103
241. 离心泵由哪些构件组成?	103
242. 离心泵的平衡盘装置的构造和工作原理如何? ...	104

第二节 泵的性能 104

243. 离心真空泵有哪些优缺点?	104
244. 机械密封工作时的密封功能是怎样实现的?	104
245. 机械密封辅助密封圈的作用是什么?	105
246. 简述机械密封的工作过程。	105
247. 简述单端面 and 双端面机械密封的主要区别。	105
248. 简述平衡式与非平衡式机械密封的主要区别。 ...	105
249. 简述弹簧内置式和弹簧外置式机械密封的主要 区别。	106
250. 简述单弹簧式与多弹簧式机械密封的主要区别。	106
251. 简述旋转式与静止式机械密封的主要区别。	106
252. 什么是泵的特性曲线?	106
253. 什么叫诱导轮? 为什么有的泵要设置前置诱 导轮?	106
254. 离心泵有哪些损失?	107
255. 凝结水泵有什么特点?	107
256. 为防止汽蚀现象, 在泵的结构上可采取哪些 措施?	107
257. 离心泵为什么会产生轴向推力?	108

第三节 泵的安装	108
258. 联轴器与轴的装配条件是什么?	108
259. 齿形联轴器和弹性联轴器的安装要求是什么?	108
260. 离心泵安装前如需解体检查时, 应注意哪些事项?	109
261. 填料密封的轴封装置安装时应具备什么样的因素?	109
262. 深井泵的安装要求是什么?	110
第四节 泵的检修	111
263. 多级离心泵解体时, 应做哪些记录?	111
264. 给水泵解体后的整体组装应符合的条件有哪些?	111
265. 多级水泵的平衡盘面接触不好的原因是什么? 应如何处理?	113
266. 采用液力耦合器实现给水泵变速调节的优点是什么?	113
267. 简述机械密封的密封端面发生不正常磨损的可能原因及相应的处理办法。	113
268. 当机械密封的密封端面在使用后出现什么情况时, 不再对其进行修复?	114
第五节 泵的试运转	114
269. 简述耦合器工作油腔内工作油的流动过程。	114
270. 怎样才能改变耦合器内的工作油量?	114
271. 简述采用工作油进、出油量两种方式联合调节给水泵转速的过程。	115
272. 大功率机组的给水泵采用汽轮机驱动的主要有利之处有哪些?	115