

发电生产“1000个为什么”系列书

锅炉运行与检修 1000问

托克托发电公司 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

发电生产“1000个为什么”系列书

锅炉运行与检修

1000问

托克托发电公司 编

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为发电生产“1000个为什么”系列书《锅炉运行与检修1000问》分册,总结了600MW及以上火力发电机组运行和设备检修方面的经验,以问答的形式结合相关的案例,详细解答了锅炉运行和检修方面的问题。在运行篇中解答锅炉汽水系统、烟风系统、制粉系统、燃烧系统、其他附属系统(如脱硝、除尘、脱硫等)、燃料、锅炉启停和试验、热工控制等方面的问题,并单独使用一个章节详细解答了超超临界锅炉及相关系统的启停、运行调整、运行操作、故障处理等有关的问题;在设备篇中解答了锅炉辅助设备、锅炉本体设备检修方面的问题;在焊接篇中对焊接基础知识进行了详细的解答。

本书是大型火力发电机组运行、检修人员的专业读物和岗位培训教材,也可以作为电厂管理人员和高等院校等相关专业人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉运行与检修 1000 问/托克托发电公司编. —北京:中国电力出版社, 2018. 4

(发电生产“1000个为什么”系列书)

ISBN 978-7-5198-1507-3

I. ①锅… II. ①托… III. ①锅炉运行—问题解答 ②锅炉—检修—问题解答
IV. ①TK22-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 304582 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:宋红梅(010—63412383)

责任校对:李楠

装帧设计:赵姗姗

责任印制:蔺义舟

印 刷:三河市百盛印装有限公司

版 次:2018 年 4 月第一版

印 次:2018 年 4 月北京第一次印刷

开 本:880 毫米×1230 毫米 32 开本

印 张:15

字 数:430 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:60.00 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

编审委员会

主 任 张茂清

副 主 任 付俊杰 高向阳 李兴旺 孙惠海

委 员 郭洪义 孙永春 高 超 李海峰

张爱军 石建东 霍金明 沙素侠

编审人员 韩志成 董银怀 张丽叶 徐旭东

郝宝乾



前 言

超临界、超超临界发电技术是目前广泛应用的一种成熟、先进、高效的发电技术，可以大幅提高机组的热效率。自 20 世纪 90 年代起，我国陆续投建了大批的大容量 600MW 级及以上的超临界、超超临界机组。目前，600MW 级火力发电机组已成为我国电力系统的主力机组，对优化电网结构和节能减排起到了关键的作用。随着发电机组单机容量的不断增大，对机组运行可靠性的要求也越来越高，由此对电厂的运行、维护、检修、管理等技术人员提出了更高的要求。

内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司目前是世界上最大的火力发电厂，包括了多种机组类型，为适应运行工作需要，非常注重对专业人员进行多角度、多种途径的培训工作；并以立足岗位成才，争做大国工匠为目标，内外部竞赛体系有机衔接，使大量的高技能人才快速成长、脱颖而出，在近几年的集控运行技能大赛中取得了优异的成绩。

基于此，在总结多年来大型机组运行与检修维护经验的基础上，结合培训工作，编写了“发电生产 1000 个为什么系列书”的《集控运行 1000 问》《锅炉运行与检修 1000 问》《汽轮机运行与检修 1000 问》。

本丛书以亚临界、超临界、超超临界压力的火力发电机组为介绍对象，以搞好基层发电企业运行培训，提高运行人员技术水平为主要目的，采取简洁明了的问答形式，将大型机组设备的原理结构知识、机组的正常运行、运行中的监视与调整、异常运行分析、事故处理等关键知识点进行了总结归纳，便于读者有针对性地掌握知识要点，解决实际生产中的问题。

本书为《锅炉运行与检修 1000 问》分册，通过总结多年来大机组锅炉运行的实践经验，根据锅炉运行的理论知识，将锅炉运行中诸多实际生产知识贯穿其中，实现理论与实际的紧密结合。力求满足当前大型发电厂集控运行人员和检修人员学习和掌握锅炉运行技能的迫切需求。本书由内蒙古托克托电厂韩志成、董银怀主要编写，华北电力大学危日光博士参与编写，全书由托克托电厂总工程师李兴旺审阅并给出了完善意见。

限于编者的水平所限，对于书中的疏漏之处，恳请广大读者提出宝贵意见，以便后续改正。

编 者

2017 年 12 月



目 录

前言

第一篇 运行篇 1

第一章 基础知识 1

第一节 锅炉基础知识 1

1. 什么是锅炉? 1
2. 什么是锅炉容量? 1
3. 什么是锅炉额定蒸发量? 1
4. 什么是锅炉最大连续蒸发量? 1
5. 锅炉有哪些分类? 1
6. 什么是临界、亚临界状态? 2
7. 什么是自然循环锅炉? 2
8. 自然循环锅炉有何优、缺点? 2
9. 什么是控制循环锅炉? 3
10. 控制循环锅炉有何优、缺点? 3
11. 什么叫循环倍率? 为何要保证一定的循环倍率? 3
12. 汽包锅炉的工作原理是什么? 3
13. 直流锅炉的工作原理是什么? 3
14. 汽包锅炉和直流锅炉的主要区别是什么? 4
15. 锅炉中进行的 3 个主要工作过程是什么? 4
16. 热量的传递有几种基本方式? 4
17. 辐射换热与哪些因素有关? 4
18. 热导率的大小与哪些因素有关? 5
19. 什么是顺流传热? 有何优、缺点? 5
20. 什么是逆流传热? 有何优、缺点? 5

21. 什么是传热面的错列布置? 有什么优、缺点?	5
22. 什么是传热面的顺列布置? 有什么优、缺点?	6
23. 什么是工质? 火力发电厂常用的工质有哪些?	6
24. 什么是工质的状态参数? 工质的状态参数是由什么 来确定的?	6
25. 工质的状态参数有哪些? 其中哪些是最基本的状态参数?	7
26. 什么是饱和温度? 为什么饱和温度随着压力的增加而提高?	7
27. 什么是饱和水蒸气?	7
28. 什么是干饱和水蒸气? 什么是湿饱和水蒸气?	7
29. 什么是饱和水蒸气的干度?	7
30. 什么是过热蒸汽? 什么是过热度?	8
31. 什么叫汽化潜热?	8
32. 什么叫过热热?	8
33. 影响蒸汽品质的因素有哪些?	8
34. 蒸汽压力对蒸汽带水有何影响?	8
35. 汽包内部结构对蒸汽带水有何影响?	8
36. 锅水含盐量对蒸汽带水有何影响?	9
37. 锅炉负荷对蒸汽带水有何影响?	9
38. 汽包水位对蒸汽带水有何影响?	9
39. 如何识别电站锅炉型号?	9
40. 钢材如何分类?	9
41. 什么是奥氏体?	10
42. 什么是马氏体?	10
43. 什么叫珠光体? 什么叫珠光体球化?	10
44. 金属的疲劳强度是什么?	10
45. 什么是金属的疲劳损坏?	10
46. 钢材的允许温度是如何规定的?	11
47. 锅炉受热面用钢最常用的有哪些? 分别用在哪些受热面上? ...	11
48. 为什么超高压及以上压力锅炉的汽包用合金钢制造?	11
第二节 火力发电厂锅炉设备和流程	12
49. 锅炉本体由哪些主要设备组成?	12

50. 锅炉的炉膛结构是怎样的？	12
51. 影响锅炉整体布置的因素有哪些？	12
52. 锅炉容量对锅炉整体布置有什么要求？	12
53. 锅炉的辅助设备由哪些设备组成？	13
54. 联箱的作用是什么？	13
55. 锅炉膨胀指示器的作用是什么？	13
56. 锅炉膨胀指示器安装在哪些位置？	13
57. 管道支吊架的作用是什么？	13
58. 管道为什么要加装膨胀补偿器？	14
59. 什么是恒力支吊架？	14
60. 什么是变力弹簧支吊架？	14
61. 什么是刚性支吊架？	14
62. 什么是滑动支吊架？	15
63. 什么是滚动支吊架？	15
64. 简述汽包锅炉汽水系统的流程。	15
65. 简述直流锅炉汽水系统的流程。	15
66. 简述锅炉烟风系统流程。	16
67. 简述 SCR（选择性催化还原技术）脱硝工艺流程。	16
第二章 锅炉汽水系统	18
第一节 给水系统	18
68. 什么是给水憋压阀？有何作用？	18
69. 给水憋压阀为什么要设置旁路？	18
70. 什么是省煤器，其作用是什么？	18
71. 什么叫水冷壁？起什么作用？	18
72. 什么是下降管？下降管分几种？	19
73. 省煤器再循环的作用是什么？	19
74. 省煤器出口给水汽化有何危害？	19
75. 省煤器泄漏有何现象？如何处理？	19
76. 省煤器泄漏的原因有哪些？如何防止省煤器磨损？	20
77. 省煤器是否布置得越多越好？	20
78. 省煤器按材质分为哪几种？各有什么优、缺点？	20

79. 为什么省煤器与汽包连接处要设保护套管?	21
80. 省煤器为何一般均为错列、逆流布置?	21
81. 为什么省煤器管都制成蛇形管?	21
82. 省煤器的哪些部位容易磨损?	22
83. 省煤器下部放灰管的作用是什么?	22
84. 尾部受热面的磨损是如何形成的? 与哪些因素有关?	23
85. 什么叫下降管汽穴或汽化? 有何危害?	23
86. 下降管为何不宜受热? 但又必须保温?	23
87. 为什么下降管与汽包连接的部分直径加大?	24
88. 水冷壁有几种?	24
89. 膜式水冷壁有什么优点?	25
90. 什么是折焰角? 其结构如何?	25
91. 折焰角的作用有哪些?	26
92. 为什么一般锅炉每侧水冷壁要分成几个独立的循环回路?	26
93. 在锅炉点火初期, 水冷壁是怎样得到冷却的?	27
94. 锅炉水冷壁泄漏有哪些现象?	27
95. 锅炉水冷壁泄漏主要原因有哪些?	27
96. 锅炉水冷壁泄漏如何处理?	28
97. 水循环停滞在什么情况下发生? 有何危害?	28
98. 水循环倒流有何危害?	29
99. 汽水分层在什么情况下发生? 为什么?	29
100. 提高自然循环锅炉水循环安全性的措施有哪些?	29
101. 进入锅炉的给水为什么必须经过除氧?	30
102. 炉水循环泵的作用是什么?	30
103. 炉水循环泵结构如何?	30
104. 炉水循环泵如何注水?	31
105. 炉水循环泵电动机腔室温度高的原因有哪些?	31
106. 炉水循环泵电动机腔室温度高如何处理?	32
107. 炉水循环泵电动机高压冷却水系统泄漏有何现象? 如何处理?	32
108. 炉水循环泵出力降低的原因是什么? 如何处理?	32

109. 在遇有哪些情况下应特别监视汽包水位?	33
110. 锅炉安全门动作后汽包水位如何调整?	33
111. 进行汽包锅炉灭火不停机处理时如何调整汽包水位?	33
112. 高压加热器解列汽包水位如何调整?	34
113. 举例说明机组给水流量表管冻结事故及处理要点。	34
114. 举例说明机组给水憋压阀阀芯脱落事故及处理要点。	35
115. 举例说明机组给水憋压阀无法操作导致锅炉灭火事故及 处理要点。	36
116. 锅炉汽包有何作用?	36
117. 汽包中的结构如何?	37
118. 为什么水位计的汽水联通管在汽包内有保护装置?	38
119. 锅炉云母水位计冲洗操作注意事项有哪些?	38
120. 汽包水位计如何就地观测?	38
121. 为什么要定期对照汽包水位?	38
122. 汽包水位计如何冲洗?	39
123. 直流锅炉汽水分离器有何作用?	39
124. 为什么要对汽包中的锅水进行加药处理?	39
125. 内置旋风分离器的工作原理是怎样的?	40
126. 蒸汽在汽包内进行清洗的目的是什么?	40
127. 汽包巡检项目有哪些?	40
128. 什么叫汽包的临界水位?	40
129. 云母水位计的测量原理是什么? 其主要用途有哪些?	40
130. 利用差压式水位计测量汽包水位时产生误差的主要原因 有哪些?	41
131. 双色水位计的工作原理怎样?	41
132. 电接点水位计的工作原理怎样?	41
133. 汽包的零水位是如何规定的?	41
134. 为什么汽包内的实际水位比水位计指示的水位高?	42
135. 什么是汽包的虚假水位? 虚假水位出现的原因有哪些?	42
136. 给水调节系统投入自动有何要求?	43
137. 汽包水位如何调整?	43

138. 锅炉启动过程中如何控制汽包水位?	44
139. 试述锅炉启动过程中汽包壁温差过大的原因。	44
140. 防止锅炉启动过程中汽包壁温差过大的措施有哪些?	44
141. 锅炉满水现象有哪些?	45
142. 锅炉满水原因有哪些?	45
143. 锅炉满水如何处理?	45
144. 锅炉缺水现象有哪些?	45
145. 锅炉缺水原因有哪些?	46
146. 锅炉缺水如何处理?	46
第二节 锅炉蒸汽系统	46
147. 锅炉过热器系统的组成有哪几部分?	46
148. 过热器的作用是什么?	46
149. 过热器按换热方式分有几种形式?	47
150. 对流过热器有什么特点?	47
151. 辐射过热器有什么特点?	47
152. 半辐射过热器有什么特点?	47
153. 对流式过热器的出口蒸汽温度为什么随负荷增加而升高? ...	47
154. 辐射过热器的出口蒸汽温度为什么随负荷增加而降低?	48
155. 什么是半辐射过热器? 其蒸汽温度特性如何?	48
156. 锅炉汽水系统空气阀有何作用?	48
157. 锅炉过热器泄漏有哪些现象?	49
158. 锅炉过热器泄漏主要原因有哪些?	49
159. 锅炉过热器泄漏如何处理?	49
160. 锅炉再热器系统的组成有哪几部分?	50
161. 再热器的作用是什么?	50
162. 锅炉再热器泄漏有哪些现象?	50
163. 锅炉再热器泄漏主要原因有哪些?	50
164. 锅炉再热器泄漏如何处理?	51
165. 减温器的作用是什么?	51
166. 喷水式减温器的工作原理是怎样的? 常用什么减温水?	52
167. 减温器分几种? 各有什么优、缺点?	52

168. 锅炉蒸汽压力如何调整?	52
169. 蒸汽压力波动过大的原因有哪些?	54
170. 如何避免蒸汽压力波动过大?	54
171. 锅炉滑压运行有何优点?	54
172. 喷燃器的运行方式对锅炉蒸汽温度有何影响?	55
173. 烟道挡板布置在何处? 其结构如何?	55
174. 烟道挡板的调温幅度是多少? 烟道挡板的调温原理是 怎样的?	55
175. 锅炉过热蒸汽温度如何调整?	55
176. 锅炉再热蒸汽温度如何调整?	56
177. 大型锅炉过热蒸汽温度调节为什么要采用分段式控制 方案?	56
178. 汽包锅炉给水温度对锅炉蒸汽温度的影响有哪些?	56
179. 调整锅炉减温水有哪些注意事项?	56
180. 影响蒸汽温度变化的因素有哪些?	57
181. 燃料性质对锅炉蒸汽温度有何影响?	57
182. 锅炉蒸汽温度调节系统中为何选取减温器后的蒸汽温度信号 作为导前信号?	57
183. 减温调节系统投入自动的条件有哪些?	57
184. 减温水自动调节系统切除的条件有哪些?	58
185. 蒸汽压力、蒸发量与炉膛热负荷之间有何关系?	58
186. 如何防止锅炉超压?	58
187. 锅炉升压过程中应特别注意哪些事项?	59
188. 为什么锅炉启动后期仍要控制升压速度?	59
189. 蒸汽含杂质对锅炉设备安全运行有哪些影响?	59
190. 提高蒸汽品质的措施有哪些?	60
191. 造成受热面热偏差的基本原因是什么?	60
192. 试述机组高压加热器切除后主蒸汽温度超限异常现象及 处理要点。	61
193. 举例说明后屏泄漏事故及防范措施。	62
194. 举例说明再热器泄漏事故及防范措施。	63

第三节 安全阀	64
195. 锅炉为何要装安全阀?	64
196. 锅炉安全阀在使用上分哪几种?	64
197. 锅炉安全阀的种类有哪些?	64
198. 锅炉哪些部位设置了安全阀?	65
199. 为什么给水系统压力比汽包压力高而不装安全阀?	65
200. 锅炉安全阀的动作压力是如何规定的?	65
201. 对锅炉安全阀的工作性能有哪些要求?	65
202. 为什么安全阀的总排汽量应大于锅炉的额定蒸发量?	66
203. 杠杆重锤式安全阀的动作原理是什么?	66
204. 弹簧式安全门的动作原理是什么?	66
205. 安全阀拒动的原因有哪些?	66
206. 安全阀误动的原因有哪些?	67
207. 锅炉安全阀校验原则是什么?	67
208. 热态校验安全阀时应注意哪些事项?	68
209. 如何判断安全阀是否内漏?	68
210. 锅炉安全阀动作如何处理?	68
211. 举例说明安全门误动造成汽包水位高跳机事故及 处理要点。	68
212. 举例说明磨煤机调整不当导致主蒸汽安全阀动作跳机事故及 处理要点。	69
第四节 锅炉疏水排污系统	70
213. 疏放水系统的作用是什么?	70
214. 什么是疏水阀?	70
215. 高压疏排水系统管道的工作特点是什么?	71
216. 蒸汽管道上为什么要装疏水阀?	71
217. 蒸汽管道上的疏水阀应装设在什么部位?	71
218. 锅炉为什么要排污? 有几种方法?	71
219. 锅炉的定期排污和连续排污各有什么目的?	71
220. 为什么锅炉启动期间要定期排污?	72
221. 为什么定期排污时蒸汽温度升高?	72

222. 锅炉排污有何规定?	72
223. 遇什么情况禁止定期排污?	73
224. 连续排污扩容器如何投运?	73
225. 连续排污扩容器如何停运?	73
226. 举例说明定排排汽管折断事故及防范措施。	74
第五节 吹灰系统	74
227. 吹灰器有几种类型?	74
228. 简述蒸汽吹灰器的基本原理。	74
229. 简述声波吹灰器的基本原理。	75
230. 声波吹灰器的声强和频率是不是越高越好?	75
231. 简述燃气脉冲吹灰器的基本原理。	76
232. 蒸汽吹灰器有何优、缺点?	77
233. 声波吹灰器有何优、缺点?	77
234. 燃气脉冲吹灰器有何优、缺点?	78
235. 锅炉吹灰的目的是什么?	78
236. 锅炉吹灰顺序如何? 为什么?	78
237. 锅炉吹灰汽源取自何处?	79
238. 吹灰有哪些注意事项?	79
239. 遇到什么情况应立即停止吹灰工作?	80
240. 举例说明吹灰器卡涩枪管弯曲事故及防范措施。	80
第三章 烟风系统	82
第一节 空气预热器	82
241. 空气预热器的作用有哪些?	82
242. 空气预热器的工作原理如何?	82
243. 空气预热器的主要结构包括哪些?	82
244. 空气预热器的密封装置由哪些部分组成?	82
245. 三分仓回转式空气预热器的特点有哪些?	83
246. 空气预热器设辅电动机的作用是什么?	83
247. 为什么空气预热器要装设吹灰装置?	84
248. 空气预热器吹灰有何规定?	84
249. 什么叫烟气的露点?	84

250. 烟气的露点的高低与哪些因素有关?	84
251. 为什么烟气的露点越低越好?	85
252. 空气预热器冷端综合温度如何规定?	85
253. 规定最小冷端综合温度有何目的?	85
254. 空气预热器漏风的危害有哪些?	85
255. 空气预热器为什么存在漏风现象?	86
256. 怎样判断空气预热器是否漏风?	86
257. 空气预热器水冲洗的目的是什么? 冲洗完后为什么要 烘干?	86
258. 空气预热器高压水冲洗烘干措施有哪些?	86
259. 回转式空气预热器启动前检查内容有哪些?	87
260. 运行时对空气预热器检查的内容有哪些?	88
261. 空气预热器轴承温度高的原因有哪些?	88
262. 空气预热器轴承温度高如何处理?	89
263. 空气预热器跳闸有哪些现象?	89
264. 空气预热器跳闸主要原因有哪些?	89
265. 空气预热器跳闸如何处理?	89
266. 空气预热器着火有哪些现象?	90
267. 空气预热器着火的主要原因有哪些?	90
268. 空气预热器着火有哪些预防措施?	90
269. 空气预热器着火如何处理?	91
270. 空气预热器的腐蚀与积灰是如何形成的?	91
271. 如何预防空气预热器低温腐蚀及堵灰?	91
272. 空气预热器电流摆动原因及处理方法有哪些?	92
273. 举例说明空气预热器运行中停转事故及处理要点。	93
第二节 引风机	94
274. 引风机的作用是什么?	94
275. 风机叶片的类型及其特点如何?	94
276. 动叶可调轴流风机有何特点?	94
277. 动叶可调轴流式引风机结构如何?	94
278. 集流器(进风口)的形式有哪些?	95

279. 动叶可调轴流风机的工作原理如何?	95
280. 静叶可调轴流风机有何特点?	97
281. 简述静叶可调轴流式引风机的构成。	97
282. 风机调节挡板的作用是什么?	97
283. 引风机轴冷风机的作用是什么?	98
284. “三合一”引风机有何优、缺点?	98
285. 引风机启动前检查项目有哪些?	98
286. 引风机运行中检查项目有哪些?	99
287. 控制炉膛负压的意义是什么?	99
288. 炉膛负压过大或过小有什么危害?	100
289. 锅炉引风调节系统投入自动的条件有哪些?	100
290. 烟道及空气预热器漏风对引风机运行有何影响?	100
291. 烟道及空气预热器堵灰对引风机运行有何影响?	100
292. 引风机振动大有何现象?	100
293. 引风机振动大的原因如何?	101
294. 引风机振动大如何处理?	101
295. 引风机失速的现象有哪些?	101
296. 引风机失速的原因有哪些?	101
297. 引风机失速如何处理?	102
298. 引风机出力增大的原因有哪些?	102
299. 停运单侧引风机如何操作?	102
300. 举例说明引风机跳闸导致锅炉风量低灭火事故及处理 要点。	103
第三节 送风机	103
301. 送风机的作用是什么?	103
302. 送风机为什么采用动叶可调轴流式?	103
303. 送风机的油站分为几路? 各自的作用是什么?	104
304. 送风机出口联络门的作用是什么?	104
305. 为什么引风机的风量较送风机大?	104
306. 送风机启动前检查项目有哪些?	104
307. 送风机运行中检查项目有哪些?	104