

发电生产“1000个为什么”系列书

集控运行 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

集控运行 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

为确保大型火电机组的安全、经济运行,提高发电生产行业的相关运行、检修和技术管理人员的技术素质,适应员工岗位培训工作的需要,内蒙古大唐国际托克托发电有限责任公司特组织人员编写了《发电生产“1000个为什么”系列书 集控运行 1000 问》。

全书分为汽轮机、锅炉、电气和安全综合知识四个部分,内容包括发电厂汽轮机、锅炉和电气系统的主要与辅助系统和设备的组成与工作原理、运行检查项目以及操作中需注意的问题。此外,还对发电行业生产人员需要掌握的“电业生产安全规范”的相关内容做了阐释。本书注重理论联系实际,以问答结合的方式阐述了发电厂集控运行人员需要掌握的相关知识。

本书可供 600MW 及以上容量的大型火电机组人员进行系统培训、岗位培训使用,并可供高等院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

集控运行 1000 问/托克托发电公司编. —北京:中国电力出版社, 2018. 1
(发电生产“1000个为什么”系列书)
ISBN 978-7-5198-1140-2

I. ①集… II. ①托… III. ①火力发电—发电机组—集中控制—运行—问题解答 IV. ①TM621.3-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 223286 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 马雪倩 (010—63412383)

责任校对:朱丽芳

装帧设计:张俊霞 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 1 月第一版

印 次:2018 年 1 月北京第一次印刷

开 本:880 毫米×1230 毫米 32 开本

印 张:12.125

字 数:313 千字

印 数:0001—2000 册

定 价:45.00 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

委 员 姜 兴 郭洪义 孙永春 高 超

韩志成 李海峰 张爱军 石建东

霍金明 沙素侠

编审人员 王建廷 李永涛 甘 露 禹志刚

史春明 李树宇 李西雷 丁 权

高 翔 杜 斌 张品一



前 言

当前，在节能增效、严格控制污染物排放的环保高压态势下，大容量、高参数、高自动化的大型火力发电机组在我国正日益普及。容量为 600MW 及以上的超（超）临界机组已成为我国火力发电厂的主力机型。大容量的机组几乎全部采用集中控制，机组设备结构复杂，自动化水平高，各系统之间的相互影响更大，由此要求运行人员能纵览全局，掌握所有主要设备和辅助设备的工作原理和运行特点，熟悉燃料、烟风、汽水、电气、控制等主要系统，并具有丰富的运行经验，以此保证机组安全、经济、环保运行。因此对运行维护人员的技术培训和技能提升就显得十分重要。

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》。本书为《集控运行 1000 问》，以 600MW 及以上容量大型机组为对象，对发电厂的主要系统由点到面、逐项展开讲解，达到使集控员工在短时间内掌握汽轮机、锅炉、电气及其附属系

统的运行维护相关系统知识，熟悉岗位业务规范，强化现场实际操作能力和技能提升的目的。

本书稿自 2009 年开始在本企业使用至今，并且每年修改完善，受到了广大集控运行新员工及在职员工的好评，对提升集控运行的技术技能水平有很大的指导意义。在 2016 年至 2017 年期间，专门组织人员进行了最后的修改和完善，形成了本书。本书在编写过程中得到了电厂集控专业技术人员、历届大赛技术能手、现场运行技术人员的大力支持和帮助，并参阅了设备厂家、设计院的技术资料、说明书和图纸等，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。我们将不断改进、不断完善。

编审委员会

2017 年 5 月



目 录

前言

第一篇 汽轮机部分	1
第一章 汽轮机基础知识	1
1. 汽轮机按热力特性分哪几类?	1
2. 汽轮机按工作原理分哪几类?	1
3. 什么是反动式汽轮机?	2
4. 什么叫汽轮机的级?	2
5. 什么是汽轮机膨胀的“死点”?	2
6. 什么叫中间再热循环?	2
7. 汽轮机有哪些主要的级内损失?	2
8. 什么是汽轮机的余速损失?	2
9. 什么是主蒸汽管道单元制系统?	3
10. 多级冲动式汽轮机轴向推力由哪几部分组成?	3
11. 汽缸的作用是什么?	3
12. 高、中压汽缸为何采用双层汽缸?	3
13. 低压缸喷雾装置的作用是什么?	4
14. 简要分析机组运行时汽轮机转子的受力情况。	4
15. 汽轮机整锻转子为何有中心孔和无中心孔之分?	4
16. 分析汽轮机正常运行时动叶片的受力。	4
17. 汽轮机运行时, 支撑轴承润滑油膜是如何形成的?	4
18. 汽轮机运行时, 推力轴承润滑油膜是如何形成的?	5
19. 汽轮机为何设置滑销系统?	5
20. 简述汽轮机滑销系统中各部件的作用。	5
21. 隔板的结构应能满足什么要求?	5
22. 简述汽缸采用下猫爪支撑的优缺点。	5

23. 什么是焊接隔板?	6
24. 隔板安装应达到什么要求?	6
25. 轴封的作用是什么?	6
26. 机组运行时的轴向推力是如何传递的?	6
27. 大型机组为何采用单推力盘结构?	6
28. 采用中间再热的优点是什么?	7
29. 采用隔板套有何作用?	7
30. 高、中压汽缸通流部分为何采用反向布置?	7
31. 论述可倾瓦轴承的优缺点。	7
32. 分析机组正常运行时汽缸的受力情况。	8
33. 汽轮机各工况的含义是什么?	8
34. 机组运行时,对动叶片要考虑哪些问题?	9
35. 汽轮机冲转时为什么凝汽器真空会下降?	9
36. 何为汽轮机的经济工况?	9
37. 什么是转子的塑性弯曲?	9
38. 什么是汽轮机组的临界转速?	10
39. 汽轮机转子为什么会有临界转速?	10
40. 分析蒸汽参数变化对汽轮机工作的影响。	10
41. 简述汽轮机通过临界转速时的注意事项。	10
42. 简述主蒸汽压力变化对汽轮机组安全性的影响。	11
43. 简述对于中间再热机组汽轮机,主蒸汽温度变化对机组安全 的影响。	11
44. 简述汽轮机机组背压变化对安全性的影响。	11
45. 汽轮机产生胀差的原因是什么?	12
46. 汽轮机胀差的危害是什么?	12
47. 汽轮机胀差的影响因素有哪些?	12
48. 汽缸膨胀不良的现象有哪些?	13
49. 简述造成汽缸膨胀不畅的主要原因。	13
50. 汽轮机汽缸的上、下缸温差大有何危害?	13
51. 简述汽轮机主蒸汽温度变化对机组安全的影响。	13
52. 运行中出现汽轮机大轴弯曲的主要原因有哪些?	14

53. 分析汽轮机启动过程中产生最大热应力的部位和时间。	14
54. 汽轮机各监视段压力有何重要性?	15
55. 简述对加热器的性能要求。	15
56. 原则性热力系统由哪些局部系统组成?	15
57. 什么是自密封系统?	16
58. 旁路系统的作用是什么?	16
59. 简述汽轮机油系统的主要任务。	16
60. 保证汽轮机油系统正常工作的意义是什么?	16
61. 大型汽轮发电机调节系统为何采用高压抗燃油供油的方式?	17
62. 什么是滑参数停机?	17
63. 滑参数停机的特点是什么?	17
64. 论述滑参数停机的主要步骤。	18
65. 简答滑参数启动的优点。	18
66. 滑参数启动为何能够缩短时间?	19
67. 滑参数启动为什么对部件的热冲击小?	19
第二章 真空系统	20
68. 何为直接空冷系统?	20
69. 简述直接空冷机组原则性汽水系统流程。	20
70. 简述直接空冷分凝汽器的作用。	20
71. 简述直接空冷系统抽真空系统的作用。	20
72. 简述空冷机组真空严密性试验注意事项。	21
73. 直接空冷机组由哪些设备组成?	21
74. 直接空冷控制系统组成有哪些?	21
75. 简述影响直接空冷系统真空的因素。	21
76. 简述直接空冷凝汽器冷却风机变频器的维护要点。	21
77. 直接空冷机组中空冷系统运行主要监视的参数有哪些?	22
78. 简述空冷系统正常运行中的控制指标。	22
79. 简述直接空冷系统运行维护的项目。	22
80. 简述空冷风机齿轮箱油压低的原因及处理方法。	22
81. 简述空冷机组真空严密性试验条件。	23
82. 空冷风机正常运行检查项目有哪些?	23

83. 简述直接空冷凝汽器的组成。	23
84. 简述空冷机组排汽压力升高的原因。	24
85. 简述直接空冷机组排汽压力升高的危害。	24
86. 简述排汽装置抽真空的步骤。	24
87. 简述首台真空泵启动操作项目。	25
88. 简述真空泵入口手动门的作用。	25
89. 真空泵系统运行检查项目有哪些?	25
90. 真空泵切换操作项目有哪些?	25
91. 汽轮机真空严密性试验条件及步骤有哪些?	26
92. 简述空冷机组真空严密性评价标准。	26
93. 简述汽轮机轴封系统压力高、低的危害。	26
94. 简述低压轴封减温水投入后轴封温度不下降的原因。	26
95. 简述轴抽风机全停的现象以及处理方法。	27
96. 启动前向轴封送汽要注意什么问题?	27
97. 为什么规定机组真空降至零后才可以停止轴封供汽?	28
98. 轴封供汽带水对机组有何危害, 应如何处理?	28
99. 轴封系统投运的具体步骤是什么?	28
100. 轴封系统停运的具体步骤是什么?	29
101. 轴封加热器的疏水如何布置?	29
第三章 汽轮机冷却水系统	30
102. 简述循环水系统的作用。	30
103. 简述循环水系统的组成。	30
104. 自然通风冷却塔是如何工作的?	30
105. 简述凝汽器胶球清洗系统的组成和作用。	31
106. 简述胶球清洗系统的运行原理。	31
107. 凝汽器胶球清洗装置电源取自哪里? 有哪些负荷?	31
108. 循环水泵运行时的检查项目有哪些?	31
109. 循环水泵备用时的检查项目有哪些?	32
110. 启动第一台循环水泵时, 应如何操作?	32
111. 故障停用循环水泵应如何操作?	33
112. 简述循环水上、下塔如何操作及内外环配水方法。	33

113. 循环水冷却水塔为什么要保持一定的排污量?	33
114. 循环水泵跳闸应如何处理?	33
115. 简述循环水泵跳闸条件。	34
116. 简述循环水系统停运注意事项。	34
117. 简述循环水系统全停的处理。	34
118. 简述备用循环水泵启动前检查项目。	35
119. 如何做循环水泵定期切换工作?	35
120. 开式水来水来自哪里、回水回到哪里?	36
121. 简述开式水系统投入前检查及注水操作。	36
122. 开式冷却水泵启动前检查项目有哪些?	36
123. 简述开式水泵启动及系统投运步骤。	36
124. 简述开式冷却水系统停运步骤。	37
125. 简述开式水泵切换步骤。	37
126. 简述开式水滤网手动冲洗项目。	37
127. 机侧开式水用户有哪些?	38
128. 炉侧开式水用户有哪些?	39
129. 简述闭式水系统投入前检查及注水操作项目。	39
130. 简述闭式水泵启动前检查项目。	39
131. 简述闭式水泵启动操作项目。	40
132. 简述闭式水系统停运操作项目。	40
133. 简述闭式水泵切换操作项目。	40
134. 简述闭式水冷却器切换操作项目。	40
135. 简述闭式冷却水泵跳闸条件。	41
136. 简述闭式冷却水母管压力下降检查及处理。	41
137. 简述闭式冷却水母管压力突升的检查及处理。	41
138. 简述闭式冷却水母管压力波动检查及处理。	41
139. 简述闭式水箱水位下降检查及处理。	41
140. 简述闭式冷却水泵振动大的检查及处理。	42
141. 简述闭式水泵电动机电流增大的检查及处理。	42
142. 闭式水泵跳闸如何处理?	42
143. 机侧闭式水用户有哪些?	42

144. 炉侧闭式水用户有哪些?	43
------------------------	----

145. 简述空气压缩机冷却水切换及化学取样冷却水切换时的注意 事项。	43
--	----

第四章 凝结水系统	44
------------------------	-----------

146. 简述凝结水系统投入前检查项目。	44
----------------------------	----

147. 凝汽器补水如何操作?	44
-----------------------	----

148. 简述凝结水泵启动前检查项目。	44
---------------------------	----

149. 凝结水泵启动如何操作?	45
------------------------	----

150. 简述凝结水泵运行检查项目。	46
--------------------------	----

151. 凝结水泵切换如何操作?	46
------------------------	----

152. 凝结水泵停运如何操作?	46
------------------------	----

153. 简述凝结水泵启动条件。	47
------------------------	----

154. 简述凝结水泵跳闸条件。	47
------------------------	----

155. 简述凝结水泵的隔离措施。	47
-------------------------	----

156. 凝结水泵隔离后如何恢复备用?	48
---------------------------	----

157. 简述凝结水系统发生故障的现象及处理方法。	48
---------------------------------	----

158. 机组运行中补充水箱水位低有何危害?	49
------------------------------	----

159. 凝汽器(排汽装置)为什么设置有热井?	49
-------------------------------	----

160. 主要凝结水用户有哪些?	49
------------------------	----

161. 凝结水泵及入口滤网抽真空门的作用是什么?	49
---------------------------------	----

162. 凝结水泵出口再循环管的作用是什么?	50
------------------------------	----

163. 凝结水泵抽空气管的作用是什么?	50
----------------------------	----

164. 凝汽器水位过高有什么害处?	50
--------------------------	----

165. 简述凝结水过冷度概念及维持正常值的意义。	50
---------------------------------	----

166. 简述凝汽器端差的概念及维持正常值的意义。	51
---------------------------------	----

167. 凝汽器冷却水管轻微泄漏如何堵漏?	51
-----------------------------	----

168. 简述凝结水产生过冷却的主要原因。	51
-----------------------------	----

169. 简述凝结水泵在运行中发生汽化的主要现象。	51
---------------------------------	----

170. 凝汽设备的任务有哪些?	51
------------------------	----

171. 什么是凝汽器(排汽装置)的极限真空?	51
-------------------------------	----

172. 什么是凝汽器的最佳真空?	52
-------------------------	----

173. 轴封加热器为什么设置在凝结水再循环管路的前面?	52
174. 为什么排汽缸要装喷水降温装置?	52
第五章 给水系统	53
175. 简述除氧器的作用和位置。	53
176. 锅炉给水为什么要进行除氧?	53
177. 简述除氧系统的组成。	53
178. 与除氧头连接的汽、水管道有哪些?	53
179. 与除氧水箱连接的汽、水管道有哪些?	53
180. 简述除氧器水箱有几路放水, 并分别通向哪里。	54
181. 简述热力除氧的工作原理。	54
182. 简述除氧器的工作原理。	54
183. 简述热力除氧的基本条件。	55
184. 除氧循环泵的作用是什么?	55
185. 除氧循环泵的电源自何处?	55
186. 简述除氧循环泵概况。	55
187. 为什么机组启动时要启动锅炉上水泵给除氧器补水?	55
188. 简述除氧器正常运行检查项目。	55
189. 除氧器溶氧量大如何处理?	56
190. 为什么设给水泵前置泵, 且为什么将给水泵前置泵设置 在零米?	56
191. 汽动给水泵、电动给水泵再循环的作用是什么? 中间抽头作 用是什么?	56
192. 简述汽动给水泵、电动给水泵入口安全门作用。	57
193. 简述液力偶合器的工作原理。	57
194. 电动给水泵启动前有哪些准备工作?	57
195. 简述电动给水泵运行时检查项目。	58
196. 简述给水泵汽轮机正常运行检查项目。	59
197. 汽动给水泵注水操作需注意哪些项目?	59
198. 运行中为什么要保持除氧器的水位正常?	60
199. 采用变频凝结水泵与除氧器上水调整门调整除氧器水位的调整 原理是什么?	60

200. 简述除氧器水位升高的处理方法。	60
201. 除氧器运行中有哪些调整操作?	61
202. 如何切换除氧器加热汽源? 有何注意事项?	61
203. 如何对除氧器进行降压消缺?	62
204. 简述除氧器投加热的操作步骤。	63
205. 除氧器发生“自生沸腾”现象有什么不良后果?	63
206. 简述除氧器的正常维护项目。	63
207. 简述电动给水泵允许启动的条件。	63
208. 如何启动电动给水泵?	64
209. 如何停止电动给水泵运行?	64
210. 简述电动给水泵发生汽蚀的现象。	65
211. 电动给水泵发生汽蚀如何处理?	65
212. 简述给水泵机械密封水温高的原因。	66
213. 简述给水泵发生汽蚀的原因。	66
214. 发生哪些情况应手动紧急停泵?	66
215. 如何紧急停止电动给水泵运行?	66
216. 简述给水泵汽轮机启停注意事项。	67
217. 前置泵、给水泵启动前有哪些检查项目?	67
218. 简述给水泵汽轮机冲转前操作。	68
219. 简述给水泵汽轮机油净化装置投运步骤。	69
220. 简述给水泵汽轮机油净化装置运行检查项目。	70
221. 简述给水泵汽轮机的动力汽源的组成。	71
222. 给水泵汽轮机轴封的供汽来自哪里?	71
223. 简述给水泵汽轮机形式。	71
224. 简述给水泵汽轮机润滑油冷却器冷却水来源。	71
225. 简述给水泵汽轮机润滑油系统的主要作用。	71
226. 给水泵汽轮机润滑油系统的主要流程是什么?	71
227. 简述给水泵汽轮机控制系统功能。	72
228. 简述给水泵汽轮机凝结水系统投入前检查项目。	72
229. 给水泵汽轮机凝结水泵运行检查项目。	72
230. 简述汽动给水泵组禁止启动的条件。	73

231. 简述给水泵汽轮机启停注意事项。	73
232. 简述给水泵汽轮机冲转前操作步骤。	74
233. 简述给水泵汽轮机冲转及并泵操作步骤。	75
234. 给水泵汽轮机冷油器如何切换?	76
235. 简述给水泵汽轮机停运步骤。	76
236. 简述给水泵汽轮机允许启动的条件。	77
237. 简述给水泵汽轮机跳闸条件。	77
238. 何时应当进行给水泵汽轮机超速试验?	78
239. 简述给水泵汽轮机超速试验的试验条件。	78
240. 简述给水泵汽轮机电超速保护试验的方法。	78
241. 简述给水泵汽轮机机械超速保护试验的方法。	78
242. 简述高压加热器、低压加热器启动排气与连续排气的区别和 各自的作用。	79
243. 简述加热器禁止投入的条件。	79
244. 简述加热器投停操作的原则。	79
245. 简述加热器投运前检查项目。	80
246. 简述运行中低压加热器的投入步骤。	80
247. 简述运行中高压加热器的投入步骤。	81
248. 简述加热器运行检查项目。	81
249. 简述低压加热器停运步骤。	82
250. 简述高压加热器停运步骤。	83
251. 简述加热器紧急停运条件。	83
252. 简述低压加热器紧急停运操作步骤。	84
253. 简述高压加热器紧急停运操作步骤。	84
254. 简述抽汽止回门活动试验有何要求及注意事项。	84
255. 高压加热器为什么要设置水侧自动旁路保护装置? 其作用 是什么? 对保护有何要求?	85
256. 高压加热器钢管泄漏应如何处理?	85
257. 高压高温汽管道或阀门泄漏应如何处理?	85
258. 试述高压加热器汽侧安全门的作用。	86
259. 表面式加热器的疏水方式有哪几种? 常见的高压加热器疏水是	

如何布置的?	86
260. 高压加热器为什么要装注水门?	86
261. 机组正常运行中低压加热器水侧旁路门未关严有什么影响? ...	86
262. 低压加热器汽侧连续排气门有什么作用?	87
263. 简述高压加热器的结构组成。	87
264. 简述高压加热器的自动旁路的形式及投入方法。	87
265. 什么是高压加热器的上、下端差?	87
266. 高压加热器水位高三值时, 保护动作内容有哪些?	87
267. 机组运行中, 低压加热器全部解列, 对机组运行有什么 影响?	87
268. 高压加热器的上端差过大、下端差过小有什么危害?	88
269. 高压加热器水侧管道发生泄漏有哪些现象?	88
270. 高压加热器水位过低运行有何坏处?	88
271. 叙述高压加热器满水的现象。	89
272. 叙述高压加热器满水的危害。	89
273. 高压加热器满水时如何处理?	89
274. 影响加热器正常运行的因素有哪些?	90
275. 高压加热器水侧投用前为什么要注水?	90
276. 简述机组高负荷投高压加热器注意事项。	91
277. 简述机组高负荷停高压加热器注意事项。	91
278. 简述机组高负荷事故解列高压加热器注意事项。	91
279. 简述高压加热器检修隔离措施。	92
第六章 汽轮机油系统	93
280. 简述汽轮机润滑油事故放油门位置及规定。	93
281. 简述汽轮机润滑油系统运行中检查项目。	93
282. 简述主油箱油净化系统设备组成、作用及运行中需检查 的项目。	93
283. 简述润滑油系统的组成。	94
284. 简述润滑油系统的作用。	94
285. 简述汽轮机主油泵的作用。	95
286. 简述汽轮机主油泵的形式。	95

287. 简述交流润滑油泵的作用。	95
288. 简述直流事故油泵的作用。	95
289. 简述主油箱电加热器的作用。	96
290. 简述主油箱排烟风机的作用。	96
291. 简述润滑油冷油器的作用。	96
292. 盘车装置的作用是什么?	96
293. 简述顶轴油泵的作用。	97
294. 什么是汽轮机油的黏度?	97
295. 运行中对汽轮机主轴承需要检查哪些项目?	97
296. 汽轮机油温高、低对机组运行有何影响?	97
297. 运行中的冷油器的投入,油侧为什么一定要放空气?	97
298. 汽轮机运行中对盘车装置检查哪些项目?	98
299. 如何进行盘车空转试验?	98
300. 简述盘车装置的投入条件。	98
301. 盘车投入步骤有哪些?	98
302. 简述盘车运行操作注意事项。	98
303. 如何正确停运盘车装置?	99
304. 盘车装置的定期试验步骤是什么?	99
305. 润滑油系统的投运条件有哪些?	99
306. 润滑油系统的停运条件有哪些?	99
307. 简述润滑油系统的投入步骤。	99
308. 简述润滑油系统的退出步骤。	100
309. 如何判断润滑油冷油器泄漏?	101
310. 单台润滑油冷油器投入操作顺序是什么?	101
311. 单台润滑油冷油器退出操作顺序是什么?	101
312. 如何进行润滑油冷油器的切换操作?	101
313. 汽轮机润滑油中进水的主要原因是什么?	102
314. 汽轮机轴承温度升高有哪些原因?	102
315. 汽轮机的推力轴承为什么要装非工作瓦块?	102
316. 汽轮机轴瓦损坏的主要原因有哪些?	103
317. 润滑油油箱油位升高的原因有哪些?	103