

火电厂生产岗位技术问答丛书

电气运行

3000

问

简安刚 王东川 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

火电厂生产岗位技术问答丛书

电气运行

3000

问

简安刚 王东川 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为了满足火力发电生产人员、技术人员学习和掌握专业知识和职业技能的需要,加上近年来大型火电机组不断投产并依据相关规定,组织编写一套《火电厂生产岗位技术问答丛书》,包括《锅炉运行 300 问》、《汽轮机运行 300 问》、《集控运行 300 问》、《电气运行 300 问》和《化学水处理 300 问》等分册。

本书主要介绍了大型火力发电机组中电气设备的结构原理、运行调试、巡视维护和故障处理等内容,在编写时注重运行人员的需求,总结电厂生产一线人员在安装、调试、运行及检修中的经验,详细介绍发电厂电气专业的运行维护与事故处理,以求持续提高员工综合素质。

本书在编排上分为结构介绍、运行巡视与设备维护三大模块,具有重点突出、实用性强的特点。力求将发电厂的电气主接线、厂用电接线、一次电气设备、二次电气设备、发电机的运行、变压器的运行、电动机的运行和其他辅助设备的运行融为一体。在简要介绍电气设备工作原理的同时,重点关注发电厂电气设备的现场实务,以提高电气运行员工操作技能为目的,尽力做到术语准确、内容全面、通俗易懂。

本书可作为电厂电气运行岗位、检修与维护人员的辅导读物和开展技术培训的基础材料,也可供电气专业技术人员、管理干部和大院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气运行 300 问/简安刚,王东川编. —北京:中国电力出版社,2014.8

(火电厂生产岗位技术问答丛书)

ISBN 978-7-5123-4794-6

I. ①电… II. ①简…②王… III. ①火电厂-电力系统运行-问题解答 IV. ①TM621-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 179469 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 8 月第一版 2014 年 8 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 8.375 印张 210 千字
印数 0001—3000 册 定价 30.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
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

电力工业是能源工业的重要组成部分，是推动人类文明和支撑社会发展的重要基础，而火力发电是中国电力能源中重要的组成部分。因此，提高火力发电的运行技术水平，提升能源的综合高效利用，是当前电力运行的重要发展课题。

随着国家政策的不断调控、能源建设的脚步越来越快，火力发电机组正在向高参数、大容量迅速发展。在电厂生产实践中，运行人员是火力发电厂的主要力量，其专业技术水平的高低，直接影响到企业的安全、经济、可靠生产。因此，发电公司都非常重视对运行人员的技能培训。本套丛书的出版，就是为了满足当前运行人员对于专业书籍的迫切需要。在这样的背景下，编者结合现场运行实例，总结经验，将电厂电气专业运行技术结集成册，以期提高行业应用水平，实现能源与环境的和谐发展。

本套丛书采用问答形式编写，以岗位技能为主线，理论突出重点，实践注重技能。本书为《电气运行 300 问》分册，简明扼要地介绍了电气运行专业基础知识及电气运行岗位技能知识。帮助广大火电机组运行技术人员了解、学习、掌握火电机组电气岗位的各项技能，加强机组运行管理工作，做好设备的运行维护和检修工作。通过学习，达到提高运行人员工作水平的目的，最终能够在运行过程中，降低煤耗率，实现最佳一次能源利用效率，减少碳排放，改善生态环境。

本书可供从事火电厂运行工作的生产人员、技术人员和管理
人员学习参考，也可作为考试、现场考问等题库，还可供相关专
业的大、中专学校的师生参考阅读。

限于时间和编者水平，疏漏和不妥之处在所难免，敬请广大
读者指正。

编 者

2014 年 7 月

目 录

前言

第一章 电气运行基础知识	1
第一节 电气运行概述	1
1. 发电厂按使用能源划分有哪些基本类型?	1
2. 变电站按作用分类有哪些类型? 各有什么特点?	2
3. 电气一次设备有哪些?	3
4. 什么是二次设备? 电气二次设备有哪些? 各有什么作用?	3
5. 什么是接地? 接地的目的是什么? 按接地的作用分为哪几种?	4
6. 输电线路防雷保护的方式是什么? 有些什么作用?	4
7. 电气接地的作用是什么?	5
8. 电力系统对频率指标是如何规定的? 低频运行 有何危害? 低电压运行有何危害?	6
9. 什么是功率因数? 提高功率因数的意义和提高 功率因数的措施有哪些?	6
10. 电力系统发生振荡时会出现哪些现象?	7
第二节 电气专业基础知识	8
11. 什么是电气“五防”? 其基本要求是什么?	8
12. 为什么要测量电气设备绝缘电阻? 测量结果与 哪些因素有关?	8
13. 什么叫误操作? 发生误操作的原因主要有哪些?	9

14. 防止电气误操作的管理措施有哪些？	10
15. 倒闸操作的分类是什么？倒闸操作的执行 依据是什么？	12
16. 倒闸操作的基本条件是什么？	13
17. 倒闸操作的顺序是什么？	13
第三节 电气安全基础知识	13
18. 电气作业人员的基本要求是什么？	13
19. 什么是“两票三制”？执行“两票三制” 有哪些注意事项？	14
20. 操作票的填写内容是什么？	16
21. 在什么情况下填用第一种工作票？ 其工作内容有哪些？	16
22. 在什么情况下填用第二种工作票？ 其工作内容有哪些？	17
23. 工作票的填写有哪些规定？	17
24. 工作票由谁签发？	17
25. 工作票的使用过程中要注意什么？	18
26. 工作票的变更要注意什么事项？	19
27. “三种人”指的是哪些？其安全责任是什么？	19
28. 工作票所列人员的基本条件是什么？	20
29. 工作票上还有哪些人？安全责任分别是什么？	20
30. 工作票延期的规定是什么？	21
31. 工作许可制度是什么？	21
32. 工作监护制度有哪些规定？	21
33. 什么是工作间断、转移和终结制度？	22
34. 停电后，如何进行验电？	24
35. 电气值班工作中，若有必要移越遮栏工作时 应怎么办？有哪些注意事项？	25
36. 在特殊天气情况下，电气运行人员应注意 做好哪些工作？	25

37. 进行事故抢修时, 工作安全怎样才能得到保证? ...	26
38. 电流对人体的伤害主要有哪些? 触电伤员脱离 电源后应如何处理?	27
39. 防止触电都有哪些技术措施?	27
40. 火灾应急处置措施有哪些?	28
第二章 主系统运行及事故处理	30
第一节 电气主系统运行	30
41. 什么是电气主接线? 什么是电气主接线图?	30
42. 电气主接线有些什么基本要求?	30
43. 常见母线接线方式有何特点?	31
44. 什么是发电厂厂用电和厂用电系统? 发电厂 厂用负荷按其重要性可分为哪几类?	32
45. 厂用电备用电源和启动电源有什么作用?	33
46. 备用电源的主要接线方式有哪些?	34
47. 什么叫备用电源自动投入装置? 备用电源自动 投入装置应符合什么要求?	34
48. 简述厂用电中断的处理方法。发电厂保证厂用 电可靠性的措施主要有哪些?	35
第二节 发电机运行	36
49. 发电机运行时为什么会发热?	36
50. 同步发电机的冷却方式分哪几种? 各有什么优缺点?	36
51. 大型发电机的冷却方式是什么? 有什么特点?	37
52. 加强内冷水系统的运行维护的措施有哪些?	38
53. 什么是发电机的密封油系统? 在正常运行时的 注意事项是什么?	39
54. 防止发电机漏氢事故的措施有哪些?	40
55. 大型发电机的励磁系统有哪两种方式? 有什么特点?	40
56. 发电机大修后首次启动前的电气设备	

试验有哪些？	41
57. 发电机在检修后启动前的检查项目是什么？	42
58. 发电机组启动前的准备工作有哪些？	
启动过程中的检查项目有哪些？	43
59. 发电机正常运行的检查项目是什么？	44
60. 为什么现代大型汽轮发电机应装设过电压保护？ ...	45
61. 发电机电压过高运行时，会产生什么后果？	45
62. 发电机电压过低运行时，将产生什么危害？	46
63. 频率降得过低时，对发电机的运行可能产生 哪些后果？	46
64. 发电机失磁对系统有何影响？	47
65. 发电机失磁对发电机本身有何影响？	47
66. 试述发电机异步运行时的特点是什么？	48
67. 试述发电机励磁回路接地故障的原因有哪些？ 有什么危害？	48
68. 发电机应装哪些保护？它们的作用是什么？	49
69. 大型发电机为什么要装设匝间保护？ 匝间保护的构成通常有几种方式？	50
70. 为什么现代大型发电机应装设 100% 的定子 接地保护？	51
71. 试述具有发电机自动减负荷的失磁保护 装置的组成原则。	51
72. 大型发电机组为何要装设失步保护？	52
第三节 变压器运行	53
73. 变压器的作用和工作原理分别是什么？	53
74. 电力变压器的结构是什么？	54
75. 变压器本体构造有哪些安全保护设施？ 其主要作用是什么？	54
76. 为什么新变压器或大修后的变压器在正式 投运前要做冲击试验？	55

77. 系统中变压器中性点接地方式的安排一般 如何考虑？	55
78. 电力变压器的故障有哪些？	56
79. 电力变压器的不正常工作状态主要有哪些？ 应当装设哪些保护？	56
80. 试述变压器瓦斯保护的基本工作原理。 为什么差动保护不能代替瓦斯保护？	57
81. 电力变压器差动保护的不平衡电流是 怎样产生的？	58
82. 变压器高阻抗差动保护的配置原则和 特点是什么？	58
83. 为什么大型变压器应装设过励磁保护？	59
84. 什么是变压器的复合电压过电流保护？ 有何优点？	59
85. 运行中的变压器重瓦斯保护在什么情况下， 将“跳闸”位置改为“信号”位置运行？	59
86. 主变压器在大修后、投入运行前的检查项目 有哪些？	60
87. 对变压器绕组绝缘电阻测量时应注意什么？ 如何判断变压器绝缘的好坏？	61
88. 变压器新装或大修后为什么要测定变压器大盖 和储油柜连接管的坡度？	62
89. 变压器的冷却方式与油温规定之间有什么联系？ ...	62
90. 如何根据变压器的温度及温升判断变压器 运行工况？	63
91. 变压器的额定容量与负荷能力有何不同？ 为什么在一定的条件下允许变压器过负荷？ 原则是什么？	63
92. 变压器油温超过规定时怎么办？	64
93. 变压器在什么情况下必须立即停止运行？	64

94. 套管表面脏污和出现裂纹有什么危险？	65
95. 变压器中性点运行方式改变时，对保护有何要求， 为什么在装有接地开关的同时安装放电间隙？	65
第四节 电厂主系统事故处理	66
96. 机组事故处理原则是什么？	66
97. 当电站内部及系统发生异常或事故时，值班人员 应做哪些工作？	67
98. 发电机主要有哪些问题可能导致机组异常或 事故？	68
99. 发电机氢冷系统有哪些常见异常现象？ 原因是什么？如何处理？	68
100. 当密封油压力降低时，应当如何处理？	70
101. 氢冷发电机、励磁机着火及氢气爆炸的特征、 原因及处理方法分别是什么？	71
102. 运行人员如何对电压降低的事故进行处理？	71
103. 非同期并列可能产生的后果及防止措施 有哪些？	72
104. 如何防止励磁系统故障引起的发电机损坏？	72
105. 如何早期发现发电机内部绝缘过热故障？	73
106. 发电机转子匝间短路的现象是什么？ 如何预防事故的发生？	74
107. 如何防止由于发电机定子绕组引起的事故？	75
108. 如何防止发电机定、转子水路堵塞、漏水及 局部过热的故障发生？	75
109. 变压器出现哪些异常情况，要立即停 运变压器？	76
110. 当变压器出现不正常的温升时，运行人员 如何处理？	76
111. 变压器油位显著变化时，运行人员应采取什么 措施？	77

112. 变压器主要故障有哪些? 如何有效防范?	78
第三章 辅助系统运行及事故处理	80
第一节 电动机运行	80
113. 有哪些措施可以减少或防止电动机损坏事故?	80
114. 在正常运行中, 要对电动机监视哪些项目?	81
115. 电动机在电源切换过程中, 如何减少 冲击电流?	81
116. 电动机正常运行维护的工作内容是什么?	82
117. 启动电动机时应注意哪些事项?	83
118. 运行中电动机跳闸, 应当如何处理?	83
119. 电动机运行中的常见故障有哪些?	84
120. 在检修高压电动机和启动装置时, 应做好 哪些安全措施?	85
第二节 直流系统运行	86
121. 直流系统的重要性是什么?	86
122. 为什么说蓄电池对于直流系统至关重要? 蓄电池的日常维护内容是什么?	86
123. 直流配电装置和蓄电池正常运行时的检查 项目及要求是什么?	87
124. 直流系统投入前的检查内容是什么?	88
第三节 UPS 系统运行	89
125. UPS 的功能和结构是什么?	89
126. UPS 投运前的检查内容是什么? 运行中的 检查项目又有哪些?	90
127. UPS 的运行方式是什么?	91
128. UPS 运行中有哪些具体规定?	92
第四节 柴油发电机系统运行	92
129. 柴油发电机的基本结构和要求是什么?	92
130. 柴油发电机日常维护的项目有哪些? 运行中有哪些要求?	93

131. 柴油发电机组启动前的检查项目有哪些？	95
132. 柴油发电机组的启动和停止要进行哪些操作？	95
133. 柴油发电机组的例行试验有哪些？	96
134. 柴油发电机有哪些报警和保护信号？	96
第五节 电气辅助系统的事故处理	97
135. 电动机在发生故障后，检查内容有哪些？	97
136. 在巡视中发现，电动机在运行中声音异常， 应当如何处理？	98
137. 直流系统接地的现象是什么？如何处理？	98
138. 查找直流接地时的注意事项有哪些？	99
139. 直流母线电压异常时应当如何处理？	99
140. 110V 直流母线失压的处理方法是什么？	100
141. 220V 直流母线失压时，运行人员应当 如何处理？	101
142. UPS 同时失电时，有些什么现象？ 原因有哪些？处理原则是什么？	101
143. 防范交流电源串入直流控制回路都有些 什么措施？	103
144. 发现柴油发电机组的异常，应当如何处理？	104
145. 柴油发电机组保护动作跳闸停机的原因有哪些？ 如何处理？	104
146. 柴油发电机组启动失败的原因有哪些？ 相应的处理措施是什么？	105
第四章 电气设备运行及事故处理	107
第一节 互感器运行	107
147. 互感器的原理与特点分别是什么？	107
148. 电流互感器的准确度等级有哪些？使用时有哪些 注意事项？	108
149. 电流互感器的额定容量是什么意思？	109
150. 电流互感器，按照不同的分类方式，	

分为哪几种？	109
151. 电压互感器的工作原理是什么？正常工作时， 要注意些什么？	110
152. 电压互感器的准确度等级在应用中有些什么 规定？	110
153. 电压互感器的分类有哪几种？电容式电压 互感器和电磁式电压互感器有什么特点？	111
154. 电压互感器装设熔断器是怎样考虑的？ 选择原则是什么？	112
155. 高压厂用母线电压互感器停、送电操作应 注意什么？	112
156. 正常运行中互感器的检查内容是什么？ 什么情况下要隔离、停用？	113
第二节 电抗器运行	114
157. 什么是电抗器？有什么作用？按用途是 如何分类的？	114
158. 在电力系统中电抗器的作用有哪些？ 各有什么作用？	115
159. 500kV 并联电抗器应装设哪些保护？	116
第三节 电容器运行	117
160. 电容器的作用和基本要求是什么？	117
161. 电容器组的操作有些什么具体规定？为什么？ ...	117
162. 运行中电容器组的巡视和检查的内容是什么？ ...	118
163. 巡视中发现电容器的异常情况应当如何处理？ ...	119
第四节 消弧线圈运行	120
164. 消弧线圈有什么作用？	120
165. 简述消弧线圈的结构。	120
166. 消弧线圈在新安装或大修完有些什么要求？	121
167. 运行人员对消弧线圈巡视的内容是什么？	121
168. 对于消弧线圈设备缺陷的分类有哪几种？	

有些什么具体情况？	122
169. 消弧线圈的日常维修内容有哪些？	123
第五节 低压开关设备运行	124
170. 对于低压配电装置，有哪些基本要求？	124
171. 低压开关有哪几种基本状态？	125
172. 低压配电装置巡视检查及维护的项目有哪些？ ...	126
第六节 高压开关设备运行	128
173. 什么是高压开关设备？高压开关设备按功能 分为哪两类？	128
174. 高压断路器的用途和要求是什么？	129
175. 什么是 GIS，有些什么特点？	130
176. 对于 GIS 来说，日常运行工作的要点有哪些？ ...	131
177. 隔离开关的作用是什么？	132
178. 对隔离开关的要求是什么？运行维护的内容 有哪些？	133
179. 真空断路器的特点是什么？有哪些运行维护 要点？	134
180. 高压开关操作的基本要求是什么？	135
181. 高压开关运行的检查项目有哪些？	136
182. 高压变频器报警与故障有哪些？日常维护 内容有哪些？	137
第七节 防雷与接地装置运行	139
183. 雷击过电压的危害是什么？运行中防止雷击 过电压都采取了什么措施？	139
184. 电力系统的避雷设备有哪些？作用分别 是什么？	140
185. 电力系统应用最广泛的避雷器分哪两种？ 动作原理是什么？	141
186. 输电线路主要的防雷措施有哪些？	142
187. 电力系统的防雷保护在应用中有哪些	

具体规定？	144
188. 电厂和变电站防雷接地的作用有哪些？	145
189. 保护接地有哪两种？其目的是什么？	145
190. 哪些电气设备必须接地？	146
191. 接地装置的基本要求是什么？	147
192. 防雷接地设备的日常巡视项目有哪些？	147
第八节 母线与电缆运行.....	148
193. 发电厂的封闭母线有哪几种？	148
194. 全连式自冷离相封闭母线的结构是什么？ 有什么特点？	149
195. 全连式自冷离相封闭母线的运行及维护内容 有哪些？	150
196. 共箱封闭母线的结构特点和维护内容是什么？ ...	152
197. 封闭母线投运前和运行中的检查内容是什么？ ...	153
198. 封闭母线异常运行及处理的原则是什么？	155
199. 电力电缆正常运行和维护的内容是什么？	155
第九节 电气设备的事故处理.....	156
200. 互感器的异常情况有哪些？如何处理？ 防止互感器损坏的措施有什么？	156
201. 电压互感器二次电压消失后，运行人员应当 如何处理？	157
202. 发电机出口电压互感器发生电压回路断线报警时， 如何判断，如何处理？	158
203. 如何判断电磁式电压互感器发生了铁磁谐振？ 如果是谐振如何处理？	159
204. 电抗器防止出现匝间短路的原因和措施 是什么？	160
205. 电容器运行中的异常现象有哪些？ 如何进行故障处理？	160
206. 消弧线圈有哪些异常情况？如何处理？	163

207. 低压配电装置有哪些异常情况？对于故障 应当如何处理？	164
208. 简述发生发电机非全相运行事故的现象、 原因与处理措施。	165
209. 为了防止发电机非全相运行事故的发生， 应当遵守哪些基本规定？	166
210. 检修完后的断路器为什么要进行三相同步 接触差（同期）的确定？	167
211. GIS 的检修处理有些什么规定？	167
212. GIS 有哪些主要故障？如何处理？	168
213. 引发高压开关常见事故的原因有哪些？	169
214. 真空开关常见故障有哪些？如何处理？	170
215. 隔离开关运行中的异常情况有哪些？ 应当如何处理？	172
216. 隔离开关的事故处理原则是什么？	173
217. 如何分辨小电流接地系统单相接地与 TV 一次熔断器单相熔断的故障？	174
218. 如何处理直流接地故障？	175
219. 避雷器发生什么情况时有必要进行隔离？	176
220. 避雷器故障处理及日常运行维护的措施 有哪些？	176
221. 当电缆发生故障时，应当如何处理？ 防止电缆着火的措施有哪些？	178
第五章 二次回路运行及事故处理	180
第一节 继电保护运行	180
222. 什么是主保护、后备保护、辅助保护和异常 运行保护？	180
223. 继电保护运行的基本原则是什么？ 运行维护有哪些规定？	180
224. 保护二次回路投入前的检查工作有哪些？	182