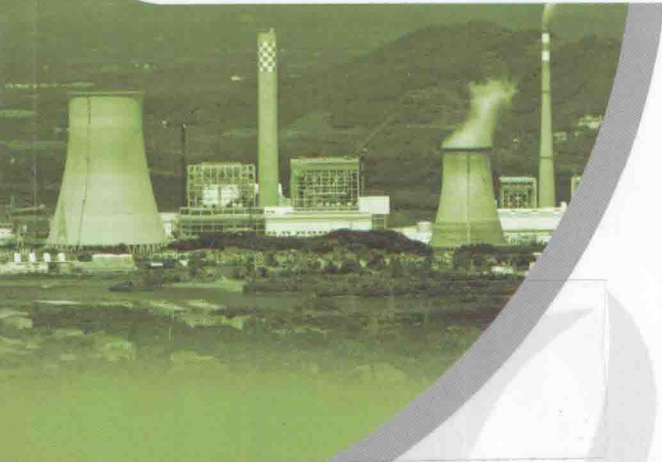


大型火电机组集控运行技术问答

# 300MW分册

罗怀骥 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 大型火电机组集控运行技术问答

# 300MW分册

罗怀骥 主编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书本着紧密联系实际的原则，采用问答形式对 300MW 火电机  
组集控运行相关技术进行了系统、全面的介绍。全书共分为三篇，第一篇  
为基础篇，内容包括锅炉基础部分、汽轮机基础部分、电气基础部分等；  
第二篇为运行实践篇，内容包括机组启动部分、机组运行部分、机组停止  
部分等；第三篇为事故处理篇，内容包括锅炉事故处理部分、汽轮机事故  
处理部分、电气事故处理部分等。

本书可供火电厂集控运行人员工作使用及相关企业生产岗位人员学习  
培训，也可作为企业组织生产人员进行定级、升级、转岗、上岗考试命题  
的依据。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

大型火电机组集控运行技术问答. 300MW 分册/罗  
怀骥主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 11  
ISBN 978-7-5123-3686-5

I. ①大… II. ①罗… 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 (2012) 第 259760 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经销

\*

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月北京第一次印刷  
850 毫米×1168 毫米 32 开本 17.625 印张 416 千字  
印数 0001—3000 册 定价 48.00 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



# 序

仅仅十余年时间，华润电力从一个仅有两台 300MW 机组的项目公司发展为拥有 1500 亿港币资产、在资本市场具有举足轻重地位的香港蓝筹企业，这主要得益于对组织建设、团队建设和文化建设精益求精的执着追求。华润电力旗下的首家独资企业——华润电力湖北有限公司，正是这一追求的良好实践：组织精简、团队精干、企业文化富有激情。运营八年来，华润电力湖北有限公司在创造股东价值的同时，其持续不断追求卓越的历程也丰富了华润电力的精神财富，成为华润电力的标杆电厂。

近年来，火力发电市场外部环境发生了巨大变化，火力发电企业面临前所未有的运营挑战。因此，精心总结内部经验并持续改善，以推动企业可持续发展，显得尤为重要。华润电力湖北有限公司组织编写的《大型火电机组集控运行技术问答》，正是这个过程中产生的一枚成果。

《大型火电机组集控运行技术问答》分为三个分册，分别针对 300MW、600MW 和 1000MW 火电机组，重点突出集控值班员的基础能力，强调操作技能的通用性和规范性。参与该书编写工作的三十余位人员，全部为生产一线的技术骨干，他们充分总结多年的实践经验，精心设问，仔细作答，字里行间凝结了他们的心血，奉献出了他们的诚意。

作为华润电力正式出版的第一套火电技术丛书，我们期

望该套书能对电力行业的发展有所裨益，更期望它能起到抛砖引玉的作用，与更多的电力人才共享智慧，为中国的电力事业贡献能量。

是为序。

华润电力控股有限公司总裁





# 前 言

华润电力湖北有限公司一期工程  $2 \times 300\text{MW}$  火电机组，至今已运行八年之久，在生产培训方面积累了宝贵的经验。为了进一步提高集控运行人员和技术管理人员的职业技能和业务水平，满足公司快速发展对人才的需求，特组织编写了《大型火电机组集控运行技术问答 300MW 分册》一书。

本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，以基础训练为重点，着重强调了基本操作技能的通用性和规范化。编写人员一直从事生产管理和职业培训工作，在编写过程中尽力做到使本书内容丰富、覆盖面广、文字通俗易懂，具有较强的针对性和实用性，以希望对生产人员职业能力的提升有一定的帮助。

本书共分为三篇，第一篇为基础，第二篇为运行实践，第三篇为事故处理。全书由华润电力湖北有限公司发电部罗怀戡主编并统稿，由华润电力湖北有限公司王志军助理总经理主审，由华润电力湖北有限公司王加林副总经理审定，并对内容编排给予了具体指导。

本书在编写、整理和出版的过程中，得到了华润电力湖北有限公司罗家林总经理的关怀和大力支持，也得到了公司生产一线员工的帮助，在此致以衷心的感谢和诚挚的敬意。

由于编写时间仓促，经验不足，加以编写人员水平有限，书中难免存在缺点和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 委 会

2012 年 10 月

# 目 录

序  
前言

## 第一篇 基 础

第一章 锅炉基础部分.....	3
1. 什么是自然循环锅炉？有什么特点？ .....	3
2. 什么是直流锅炉？有什么特点？ .....	3
3. 自然循环锅炉水循环故障有哪些？ .....	4
4. 自然循环锅炉的水循环停滞在什么情况下发生？ 有何危害？ .....	4
5. 锅炉有哪些安全附件和安全保护设施？ .....	4
6. 锅炉为什么要保持一定的循环倍率？采用集中 下降管有哪些优点？ .....	5
7. 锅炉下降管带汽的原因有哪些？ .....	6
8. 锅炉省煤器的作用是什么？ .....	6
9. 锅炉省煤器再循环管的作用是什么？ .....	6
10. 自然循环锅炉汽包的作用是什么？ .....	7
11. 自然循环锅炉汽包正常水位是如何确定的？ .....	7
12. 什么是汽包的虚假水位？虚假水位是 怎样形成的？ .....	7
13. 汽包水位过高或过低有什么危害？ .....	8
14. 锅炉汽包水位的单冲量调节和三冲量调节有 何区别？其各自的优缺点有哪些？ .....	8
15. 锅炉连续排污管口一般装在何处？其原因是 什么？排污率为多少？ .....	9

16. 锅炉蒸汽压力变化对汽包水位有何影响? .....	9
17. 锅炉燃烧工况变化对汽包水位有何影响? .....	10
18. 燃料性质对锅炉蒸汽温度有何影响? .....	10
19. 锅炉两侧蒸汽温度偏差产生的原因有哪些? .....	10
20. 锅炉炉底水封破坏后为什么会使过热汽温升高? ...	11
21. 影响锅炉蒸汽温度变化的因素有哪些? .....	11
22. 再热器为什么不宜采用喷水减温方式来调节 汽温? .....	12
23. 什么是假想切圆? 切圆直径的大小对锅炉燃烧 有何影响? .....	12
24. 旋流式煤粉燃烧器和直流式煤粉燃烧器各有何 特点? .....	12
25. 四角布置的直流燃烧器气流偏斜的原因有哪些? 对燃烧的影响如何? .....	13
26. 锅炉漏风有什么危害? .....	14
27. 锅炉运行中存在的热损失有哪些方面? .....	15
28. 什么是锅炉的排烟热损失? 影响锅炉排烟热损 失的因素有哪些? .....	15
29. 二次风对锅炉燃烧有什么影响? .....	16
30. 锅炉炉底加热系统的作用是什么? .....	16
31. 为什么锅炉受热面会产生磨损和腐蚀? .....	17
32. 导致锅炉受热面磨损的因素有哪些? .....	17
33. 如何防止锅炉受热面的高温腐蚀和低温腐蚀? .....	17
34. 锅炉对流受热面积灰的原因是什么? 有什么 危害? .....	18
35. 如何提高锅炉的传热效果? .....	19
36. 什么是燃料的发热量? 高位发热量与低位发热 量有什么区别? .....	19
37. 煤粉自燃的条件有哪些? .....	20



38. 煤粉要达到迅速、完全燃烧应具备哪些条件? .....	20
39. 煤粉的经济细度是怎样确定的? .....	20
40. 影响煤粉经济细度的主要因素有哪些? .....	21
41. 发电厂磨煤机是如何分类的? .....	21
42. 什么是磨煤机出力与干燥出力? .....	21
43. 双进双出钢球磨煤机与一般球磨机相比有哪些 优点? .....	22
44. 轴向型煤粉分离器的工作原理是什么? 与径向 型煤粉分离器相比有哪些优点? .....	23
45. 锅炉微油点火系统一般由哪几部分组成? .....	24
46. 锅炉微油燃烧器点火的允许条件有哪些? 其程 控下点火过程是怎样的? .....	24
47. 空气预热器的腐蚀与积灰是如何形成的? 有何 危害? .....	25
48. 回转式空气预热器与管式空气预热器相比有哪 些优缺点? .....	25
49. 回转式空气预热器的密封部位有哪些? 什么部 位的漏风量最大? .....	26
50. 回转式空气预热器漏风的原因有哪些? 有何 危害? .....	27
51. 什么是煤粉锅炉的一次风、二次风? 它们各有 什么作用? .....	27
52. 锅炉烟温探针的作用是什么? 吹灰器的作用是 什么? .....	27
53. 为什么燃煤锅炉的油燃烧器运行中不能投入电 除尘器运行? .....	28
<b>第二章 汽轮机基础部分</b> .....	29
54. 汽轮机是如何分类的? 对各类别分别进行说明。 ...	29
55. 什么是汽轮机转子的临界转速? .....	30

56. 汽轮机在临界转速下产生共振的原因是什么? .....	30
57. 什么是汽轮机转子的弹性热弯曲和永久性弯曲? ...	30
58. 影响汽轮机转子发生热弯曲的因素有哪些? .....	31
59. 什么是汽轮机静叶环、静叶持环? .....	31
60. 什么是汽轮机调频叶片和不调频叶片? .....	32
61. 汽轮机主轴承主要有哪几种结构形式? .....	32
62. 汽轮机推力轴承的工作原理是什么? .....	32
63. 汽轮机的推力轴承为什么要装非工作瓦块? .....	32
64. 影响汽轮机轴承油膜的因素有哪些? .....	33
65. 汽轮机滑销系统的主要作用是什么? 分为哪几 种类型? 各有何作用? .....	33
66. 什么是汽轮机的膨胀死点? 通常布置在什么位置? ...	34
67. 什么是汽轮机的胀差? 影响汽轮机胀差的主要 原因有哪些? .....	34
68. 什么是汽轮机的轴向位移? 造成其增大的原因 有哪些? .....	36
69. 汽轮机轴向位移与胀差有何关系? .....	36
70. 什么是汽轮机调节汽门的重叠度? 为什么必须要 有一定的重叠度? .....	36
71. 上汽引进型 300MW 汽轮机高压调节阀执行机构 的工作原理是什么? .....	37
72. 何谓汽轮机的寿命? 影响汽轮机寿命损耗的因 素有哪些? .....	38
73. 在哪些工况下汽轮机部件可能会发生过大的寿命 损耗? .....	38
74. 汽轮机的内部损失有哪几种? 其中级内损失有 哪些? .....	38
75. 何谓汽轮机进汽机构的节流损失? 与哪些因素 有关? .....	39

76. 汽轮机末级排汽的湿度一般允许值为多少？ .....	40
77. 汽轮机低压缸上部排汽安全薄膜的作用是什么？ ...	40
78. 汽轮机上、下缸温差大的原因有哪些？有何危害？ ...	40
79. 何谓汽轮机变压运行方式？有哪些优缺点？ .....	41
80. 何谓汽轮机节流调节？有哪些优缺点？ .....	42
81. 汽轮机 7、8 段抽汽管道上为什么不设置止回阀 和电动门？ .....	42
82. 双曲线循环水冷却塔的工作原理是什么？ .....	43
83. 汽轮机凝汽器的作用是什么？ .....	43
84. 凝汽器的工作原理是什么？ .....	43
85. 什么是凝汽器的极限真空和最佳真空？ .....	44
86. 影响凝汽器最佳真空的因素有哪些？ .....	44
87. 什么是凝汽器循环水温升？影响凝汽器循环水 温升的主要因素有哪些？ .....	44
88. 什么是凝汽器端差？影响凝汽器端差的因素有 哪些？ .....	45
89. 凝汽器胶球清洗系统收球率低的原因有哪些？ .....	45
90. 凝结水泵的工作特点是什么？ .....	45
91. 凝结水泵轴端为什么要用除盐水进行密封？ .....	46
92. 凝结水泵的空气管装于何处？为什么要装空气管？ ...	46
93. 凝结水泵再循环管的主要作用是什么？ .....	46
94. 凝结水泵再循环管为什么要从轴封加热器后接 出而不从凝结水泵出口接出？ .....	46
95. 除氧器的作用是什么？ .....	47
96. 除氧器热力除氧的基本原理是什么？ .....	47
97. 除氧器加热除氧有哪两个必要的条件？ .....	47
98. 喷雾填料式除氧器的工作原理是什么？其工作 过程是怎样的？ .....	47
99. 什么是除氧器的自生沸腾？除氧器发生自生沸	

腾有什么危害？ .....	48
100. 什么是除氧器的滑压运行？除氧器采用滑压运行有哪些优点？ .....	48
101. 给水泵为什么要装设再循环管？ .....	49
102. 给水泵采用小型汽轮机驱动有哪些优缺点？ .....	49
103. 电动给水泵液力耦合器的工作原理是什么？ .....	50
104. 电动给水泵液力耦合器装设易熔塞的作用是什么？ .....	51
105. 机组启动过程中高、低压加热器投运过晚对机组有什么影响？ .....	51
106. 轴封加热器的作用是什么？ .....	51
107. 水环式真空泵的工作原理是什么？有什么优点？ .....	51
108. 汽轮机调节系统必须满足哪些要求？ .....	52
109. 汽轮机数字电液调节系统（DEH）一般由哪几部分组成？各部分的作用是什么？ .....	53
110. 何谓数字式电液调节系统？有哪些优点？ .....	53
111. 汽轮机数字式电液调节系统中引入调节级压力反馈的目的是什么？ .....	54
112. 什么是汽轮机调节系统的静态特性和动态特性？ .....	54
113. 什么是汽轮机调节系统的速度变动率和迟缓率？ .....	54
114. 为什么汽轮机调节系统速度变动率大，则机组甩负荷时容易超速？ .....	55
115. 汽轮机调节系统迟缓率过大对汽轮机运行有什么影响？ .....	55
116. 什么是汽轮机调节系统的一次调频和二次调频？ .....	55
117. 什么是汽轮机调节系统的安全油压、启动油压、调节油压、一次油压及二次油压？ .....	56
118. 汽轮机为什么要装设超速保护装置？ .....	56
119. 汽轮机超速试验一般应符合哪些技术要求？ .....	56
120. 大型汽轮机为什么要带低负荷运行一段时间后	

再做超速试验? .....	57
121. 上汽引进型 300MW 汽轮机设置有哪些主保护? 各保护的動作触发过程是怎样的? .....	57
122. 上汽引进型 300MW 汽轮机 ETS 通道试验動作 原理是怎样的? .....	58
123. 汽轮机润滑油系统的作用是什么? .....	59
124. 汽轮机润滑油主油箱的容量是根据什么决定的? .....	59
125. 汽轮机润滑油系统中注油器的工作原理是什么? .....	59
126. 为什么汽轮机油系统中要安装润滑油低油压保 护装置? 其作用是什么? .....	60
127. 双流环发电机密封油系统中平衡阀的工作原理 是什么? .....	60
128. 双流环发电机密封油系统中差压阀的工作原理 是什么? .....	61
129. 上汽引进型 300MW 氢冷发电机双流环式密封 油系统的工作过程是怎样的? .....	61
130. 汽轮机 EH 油系统为什么采用高压抗燃油作为 介质? .....	61
131. 汽轮机 EH 油再生装置的作用和结构是什么? .....	62
<b>第三章 电气基础部分</b> .....	<b>63</b>
132. 什么是电阻、电容、电感? .....	63
133. 什么是有功功率、无功功率和视在功率? .....	63
134. 基尔霍夫定律的基本内容是什么? .....	63
135. 电磁涡流是怎样产生的? .....	64
136. 什么是集肤效应? .....	64
137. 什么是基波和谐波? .....	64
138. 什么是串联谐振和并联谐振? .....	64
139. 为什么要采用安全色? 电气设备的安全色是如 何规定的? .....	64

140. 同步发电机的工作原理是什么? .....	65
141. 什么是发电机的轴电压和轴电流? .....	65
142. 发电机在运行中为什么要冷却? .....	65
143. 什么是发电机的水氢氢冷却方式? 汽轮发电机 用氢气作为冷却介质有什么优点? .....	66
144. 大型发电机解决发电机端部发热问题的方法有 哪些? .....	66
145. 为什么电力系统调整电压时需要调整无功? .....	66
146. 什么是发电机的进相运行和迟相运行? .....	67
147. 什么是同步发电机的同步振荡和异步振荡? .....	67
148. 同步发电机有哪几种励磁方式? 对励磁系统有 哪些基本要求? .....	67
149. 发电机的自动灭磁装置有什么作用? .....	68
150. 发电机励磁回路中的灭磁开关一般由哪几部分 组成? 各部分有什么作用? .....	69
151. 发电机励磁回路中的灭磁电阻起何作用? .....	69
152. 发电机自并励励磁自动控制系统的组成及其各 部分的作用是什么? .....	70
153. 发电机励磁系统低励、过励、过激磁限制的作 用是什么? .....	70
154. 发电机中性点一般有哪几种接地方式? 各有什 么特点? .....	71
155. 大型发电机采用离相封闭母线有什么优点? .....	72
156. 大修后的发电机应做哪些试验? .....	72
157. 大修后的发电机为什么要做空载特性和短路特 性试验? .....	73
158. 发电机大修时, 测量定子绕组和转子绕组直流 电阻的目的是什么? .....	74
159. 测量发电机转子绕组的交流阻抗和功率损耗的	

目的是什么？ .....	74
160. 如何根据测量的发电机定子绕组吸收比来判断其绝缘受潮情况？ .....	74
161. 何谓变压器的额定容量、额定电压、额定电流、空载损耗、短路损耗和阻抗电压？ .....	75
162. 变压器本体构造有哪些安全保护设施？其主要作用是什么？ .....	76
163. 呼吸器内的硅胶在变压器运行中起什么作用？ .....	77
164. 油浸式变压器的冷却方式有哪些？ .....	77
165. 分裂绕组变压器与双绕组变压器相比有哪些优缺点？ .....	77
166. 何谓有载调压变压器与无载调压变压器？它们有什么不同？各有什么优缺点？ .....	77
167. 变压器的铁芯为什么要接地？ .....	78
168. 为什么主变压器接线组别一般采用 Yn, dl1 常规接线？ .....	78
169. 什么是变压器励磁涌流？产生的原因是什么？ .....	78
170. 变压器励磁涌流的大小与什么有关？有何危害？ .....	79
171. 为什么规定变压器送电时先送电源侧，后送负荷侧？ .....	79
172. 变压器反充电的危害是什么？ .....	80
173. 变压器在什么情况下应进行核相？不核相并列可能有什么后果？ .....	80
174. 为什么新安装或大修后的变压器在投入运行前要做冲击合闸试验？ .....	80
175. 主变压器和高压厂用变压器绕组接线方式为何选用 Y- $\Delta$ 接线，而启动备用变压器选用 Y-y 接线方式？ .....	81
176. 什么是电气一次设备和一次回路？ .....	82

177. 什么是电气主接线？它的作用是什么？ ..... 82
178. 隔离开关和断路器的作用是什么？它们的区别  
是什么？ ..... 82
179. 高压断路器由哪几部分组成？其各自的作用  
是什么？ ..... 83
180. 高压断路器的铭牌技术参数有哪些？各参数的  
含义是什么？ ..... 83
181. 电气设备的倒闸操作有哪些基本原则？ ..... 84
182. 什么是电力系统的操作过电压和谐振过电压？ ..... 84
183. 什么是避雷器？避雷器的性能有哪些要求？ ..... 85
184. 避雷器放电记录器的作用是什么？ ..... 85
185. 电气设备的绝缘水平一般是由什么决定的？ ..... 85
186. 什么是电抗器？其作用是什么？ ..... 86
187. 消弧线圈在电网中有什么作用？一般在什么系  
统上需装设消弧线圈？ ..... 86
188. 为什么摇测电缆绝缘前先要对电缆进行放电？ ..... 87
189. 什么是电流互感器和电压互感器？它们有什么  
作用？ ..... 87
190. 为什么电压互感器二次侧不允许短路，电流互  
感器的二次侧运行中不允许开路？ ..... 87
191. 电流互感器与普通变压器相比有哪些区别？ ..... 88
192. 零序电流互感器的工作原理是什么？ ..... 89
193. 发电机中性点电压互感器的作用是什么？ ..... 89
194. 为什么三相电动机的电源可以用三相三线制供  
电，而照明电源必须用三相四线制供电？ ..... 89
195. 厂用系统初次合环并列前如何核相？ ..... 90
196. 什么是电力系统的中性点位移？中性点发生位  
移有什么危害？ ..... 90
197. 电动机的铭牌技术参数有哪些？各参数的含义



是什么？ .....	90
198. 备用中的电动机为什么要定期测量绝缘电阻？ 用兆欧表测量绝缘电阻时为什么规定摇测时 间为 1min？ .....	91
199. 交流接触器的工作原理是什么？ .....	92
200. 开关电器的直流灭弧和交流灭弧的工作原理是 什么？它们有什么不同？ .....	92
201. 负荷开关所配带的熔断器为什么要装在开关的 电源侧？ .....	92
202. 熔断器能否作为异步电动机的过载保护？为什么？ .....	93
203. 什么是电气二次设备和二次回路？ .....	93
204. 发电厂电气设备的二次回路是怎样分类的？ .....	93
205. 什么是蓄电池的浮充电运行方式？ .....	93
206. 发电厂交流不停电电源系统（简称 UPS）有哪 几种运行方式？各运行方式是怎样的？ .....	94
207. 微机故障录波器在电力系统中的主要作用是什么？ .....	94
208. 电力系统对继电保护的基本要求是什么？ .....	95
209. 继电保护的控制电源有几种？各有哪些优缺点？ .....	96
210. 大型发电机变压器组配置的电气保护装置类型 有哪些？ .....	96
211. 发电机纵差保护的工作原理是怎样的？ .....	99
212. 发电机失磁保护的转子动作判据是怎样的？ .....	100
213. 发电机纵差保护和横差保护的作用是什么？ .....	100
214. 发电机逆功率保护和程跳逆功率保护有什么 区别？ .....	100
215. 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？ .....	101
216. 为什么现代大型发电机应装设 100% 的定子接 地保护装置？ .....	101