

水电厂生产人员技术问答丛书

水电厂运行技术问答

中国长江电力股份有限公司 陈国庆 谢刚 吴丹清 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

水电厂生产人员技



水电厂运行技术问答

中国长江电力股份有限公司 陈国庆 谢 刚 吴丹清 编
长沙电力学校 李启荣 审



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是《水电厂生产人员技术问答丛书》之一。

本书内容强调以操作技能为主,基本训练为重点,及基本操作技能的通用性和规范性。

本书以问答的形式全面、详尽的介绍了水电厂的各个运行环节及操作技术。全书共分五章:第一章自动控制基础知识;第二章专业基础知识;第三章运行操作基本知识及技能;第四章事故处理;第五章规程及法规。

本书可供水电厂的运行技术人员及维修技术人员阅读,也可供从事水电厂建设的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水电厂运行技术问答/陈国庆,谢刚,吴丹清编. 北京:中国电力出版社,2005

(水电厂生产人员技术问答丛书)

ISBN 7-5083-2541-9

I. 水... II. ①陈... ②谢... ③吴... III. 水力发电厂—运行—问答 IV. TV73-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 113238 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 3 月第一版 2005 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 13.25 印张 328 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

22. 水电厂的水工建筑物主要由哪些部分组成?	7
23. 什么叫挡水建筑物? 它有什么作用? 有哪些型式?	7
24. 什么叫水电厂引水建筑物? 它应满足哪些基本条件?	7
25. 什么叫水电厂的泄水建筑物?	8
26. 水电厂为什么要设置压力前池和调压室?	8
27. 对混凝土式水工建筑物的检查应包括哪些内容?	9
28. 对混凝土坝的观测包括哪几个项目?	9
29. 混凝土坝的保养和维修工作内容是什么?	9
30. 水工机械包括哪些设备? 它与水工建筑物的关系如何?	10
31. 简述闸门和阀门的作用和区别。	10
32. 水电厂常用的闸门有哪几种? 各用于什么场合?	10
33. 启闭机的作用是什么? 运行中应检查哪些方面的问题?	11
34. 水电厂金属结构的检查、观察和养护的内容是什么? 对闸门启闭机的运用应有哪些要求?	11
35. 拦污栅的作用是什么? 运行中应注意哪些问题?	12
36. 水电厂厂房潮湿的原因是什么? 有哪些防潮措施?	13
37. 压力钢管破坏的原因是什么?	14
第二节 水轮机及辅助设备	14
38. 什么是水轮机? 它可分为几类? 其工作特点是什么?	14
39. 我国生产的水轮机的型号由哪几部分组成? 并举例说明型号的含义是什么?	15
40. 试述不同类型水轮机的适用范围及其优缺点?	16
41. 什么是反击式水轮机的基本部件? 混流式水轮机主要由哪些部件构成?	17
42. 水轮机蜗壳的主要作用是什么? 常用的有哪两种型式?	17
43. 反击式水轮机导水机构由哪些部件构成? 其作用是什么?	17
44. 反击式水轮机为什么要设置尾水管?	18
45. 影响尾水管效率的主要原因是什么?	18

46. 混流式水轮机的转轮由哪些部件组成? 各部件的作用是什么?	18
47. 轴流转桨式水轮机的转轮包括哪些部件? 各部件起什么作用?	19
48. 简述推力轴承的作用、一般组成及常用类型。	20
49. 对推力轴承的基本技术要求是什么?	20
50. 为什么用钨金作瓦面?	20
51. 弹性金属塑料推力瓦有什么优缺点?	20
52. 以内循环、刚性支柱式推力轴承为例, 说明推力轴承的工作过程。	21
53. 与支柱式推力轴承相比, 弹性支柱式(或无支柱)推力轴承在性能上有何突出特点?	21
54. 如何估算轴向水推力及轴向推力?	22
55. 发电机导轴承有何作用? 一个良好的导轴承的主要标志是什么?	22
56. 水轮机导轴承的作用是什么? 有哪些主要类型?	22
57. 分块瓦式导轴承由哪些部件组成?	22
58. 以内循环、金属瓦筒式水轮机导轴承为例, 说明导轴承的工作过程。	22
59. 水轮发电机导轴承的油位在运行中为什么会升高或降低?	22
60. 发电机主轴有哪几种型式? 各结构型式有何特点?	23
61. 什么叫机组的轴线? 什么叫机组旋转中心? 什么叫机组中心线? 三者有何关系?	23
62. 什么叫全摆度?	24
63. 水轮机有哪些机械保护装置? 各起什么作用?	24
64. 水轮机蜗壳压力表和尾水真空表测量的量值反映了什么?	25
65. 引起水轮机空蚀的原因有哪些? 有哪几种空蚀? 有哪些防止和处理空蚀的措施?	25
66. 空蚀对水轮机的主要影响有哪些?	27
67. 空蚀的破坏作用机理是什么?	28
68. 试述水轮机的空蚀与吸出高度的关系?	28

69. 什么是水轮机的泥沙磨损? 哪些部位容易遭受泥沙磨损? 影响泥沙磨损的因素有哪些? 运行中有哪些减小泥沙磨损的措施?	28
70. 水轮机振动的原因是什么? 消除振动的主要措施有哪些?	29
71. 什么是涡列? 涡列的作用原理如何?	32
72. 简述水轮发电机的振动与机组本身的哪些因素有关?	32
73. 机组振动会带来什么样的危害?	32
74. 水轮机的补气装置起什么作用? 常用的有哪几种补气方式?	33
75. 为什么反击式水轮机不宜在低水头和低出力下运行? ...	33
76. 什么叫水轮机飞逸转速? 有什么危害?	34
77. 水轮机为什么会出现抬机现象? 有什么后果? 运行中怎样防止抬机?	34
78. 轴流转桨式水轮发电机组在甩负荷过程中若关闭过快, 将会产生怎样的不良影响?	35
79. 什么情况叫反水锤抬机?	35
80. 什么叫水轮机主阀? 它在水电厂起什么作用?	35
81. 水电厂常用的主阀有哪几种型式? 各有什么优缺点? 各适用于什么水头范围?	36
82. 简述直流调速发电机的工作原理?	36
83. 什么叫水轮机的水流速度三角形?	36
84. 什么是流动阻力? 它分为哪两类?	37
85. 减少流动阻力的措施有哪些?	37
86. 什么叫水锤现象? 水锤对管道和设备有哪些危害?	38
87. 防止或减轻水锤危害的措施有哪些?	38
88. 什么是水轮机最优工况?	39
89. 水轮机包括哪几个基本工作参数? 各参数的含义是什么?	39
90. 反映水力机组稳定运行的参数有哪些?	39
91. 为什么水轮机效率总是小于1? 效率受哪些因素的影响? 提高运行中水轮机的效率主要有哪些措施?	40

92. 什么是水轮机的工作特性曲线? 不同型式水轮机工作特性有何差别?	41
93. 水轮机静特性与机组静特性有什么区别?	42
94. 什么叫水轮机运转特性曲线? 该特性曲线上为什么要设置出力限制线?	43
95. 制动装置的作用?	44
96. 机械制动装置的优缺点有哪些?	44
97. 简述水轮发电机组发电转调相的原理。	44
98. 转轮室补气对机组过渡过程有哪些有利的影响?	45
99. 对机组启动过程有哪些要求?	45
100. 什么是水轮机调节?	45
101. 水轮机调节工作的实质是什么?	45
102. 什么是水轮机调节系统的稳定性?	46
103. 什么是水轮发电机组的自调节作用?	46
104. 水轮机调速器系统应满足哪些基本要求?	46
105. 说明机组的调差率 e_p 与调速器永态转差系数 b_p 的区别与联系。	46
106. 暂态转差系数 b_t 的含义?	47
107. 简述接力器不动时间的含义。	47
108. 简述接力器最短开启时间的含义。	47
109. 什么是转速死区?	47
110. 调差机构的作用是什么?	47
111. 变速机构的作用是什么?	47
112. 单调节调速器和双调节调速器指的是什么?	47
113. 双调节水轮机的轮叶控制装置应具有什么功能?	48
114. 水轮机自动调节系统主要由哪几个基本部分组成? 各主要元件的作用是什么?	48
115. 水轮机调速器的主要作用是什么?	49
116. 水轮机调速器的动态品质指标有哪些? 最佳调节过程是什么?	49
117. 水轮机调速器分哪几种类型? 调速器型号的含义是什么?	49
118. 机械液压调速器主要由哪些部件组成?	50

119. 机械液压调速器离心式飞摆和引导阀的主要作用是 什么?	50
120. 开度限制机构的作用是什么? 它是怎样限制导叶开 度的?	51
121. 机械调速器中软反馈、硬反馈的含义是什么?	51
122. 为什么要设轮叶启动装置及导叶启动装置?	51
123. 设置轮叶启动角的目的是什么? 其整定值是多少? ...	51
124. 常规电液调速器由哪些元件组成? 各自的作用 是什么?	52
125. 电液调速器中, 永磁发电机、测频回路和电液转换 器各起什么作用?	52
126. 目前常用的电液转换器有哪几种类型?	53
127. DYS 双锥型电液伺服阀有什么特点?	53
128. HDY 环喷型电液伺服阀有何特点	54
129. 电液转换器中振荡电源的作用是什么?	54
130. 若干台机组并列运行时, 各台机组的永态转差系数 应如何整定?	54
131. 调速器的永态转差系数 b_p 和缓冲时间常数 T_d 是 怎样进行调整的?	56
132. 引起调速器运行不稳定的原因有哪些?	57
133. 水电厂的调速器中的主配压阀控制不灵或卡死, 原 因在哪里?	57
134. 调速器为什么会出现经常溜负荷现象?	58
135. 在什么情况下调速器才允许限制负荷运行?	58
136. 调速器投入自动时, 为什么要求引导阀、主配压阀 有微量跳动?	58
137. 机组运行中, 调速器的开度限制的位置为什么要经 常调整?	59
138. 微机调速器一般有哪几种闭环运行模式?	59
139. 水轮机微机调速器有什么特点?	59
140. 水电厂为什么要用双微机调速器替换机械液压或电 气液压调速器?	60
141. 试述双微机调速器的液压系统的工作原理。	61

142. 调速器在调整完正式投入运行前,为什么要进行 空载扰动和负荷扰动试验?	61
143. 写出步进式调速器的型号及意义。	62
144. 步进式调速器有哪些主要电气特点?	63
145. 步进式调速器有哪些主要机械特点?	63
146. 步进式调速器有哪些主要功能?	64
147. 步进式调速器可进行哪些方式切换操作?	65
148. 如何进行步进式调速器的给定值操作?	65
149. 步进式调速器机械柜由哪些部分组成?	65
150. 步进式调速器滤网的结构有何特点? 怎样 操作?	66
151. 简述步进式调速器机械液压系统工作原理。	66
152. 步进式调速器自动运行时开度、功率、频率模式、 运行切换有哪些注意事项?	67
153. 步进式调节器的一般检查项目有哪些?	67
154. 步进电动机有哪些特点?	68
155. 调速器步进电动机完全失步与不完全失步有何 危害?	68
156. 遇哪些情况调速器不能切自动运行方式?	69
157. 遇哪些情况调速器不能切自动开机?	69
158. 为什么调速器一般在开度模式运行?	69
159. 步进式调速器溜负荷至空载有哪些原因?	69
160. 简述调速器轮叶丝杆在全开或全关位置脱落的现 象及处理。	69
161. 水电厂油、水、气管路如何区分?	70
162. 水电厂油系统的主要任务是什么? 它由哪些部分 组成?	70
163. 油水分离器的作用是什么?	71
164. 水电厂用油有哪几种? 哪些设备需要使用油? 油 的主要作用是什么?	71
165. 什么叫做油劣化? 油劣化的主要原因是什么? 采 取什么样预防措施?	72
166. 水电厂的调速系统油压装置的功用是什么?	73

167. 水轮机调节系统中油压装置由哪些部件和元件组成？各自起什么作用？	73
168. 简述高压油减载装置的作用及原理。何时投入运行？	73
169. 水电厂的供水包括哪几个方面？各项供水的主要作用是什么？	74
170. 水电厂的供水系统由哪几部分组成？其用水设备应满足哪些基本要求？有哪几种供水水源和供水方式？	74
171. 技术供水的水温、水压和水质不满足要求，会有什么后果？	75
172. 水电厂内的排水对象包括哪些方面？常用什么样的排水方式？	75
173. 水电厂压缩空气系统的作用是什么？	76
174. 水电厂有哪些设备需要使用压缩空气？所用气压是多大的工作压力？	76
175. 什么是流体机械？	77
176. 泵与风机有哪些类型？	77
177. 简述离心水泵的工作原理。	77
178. 为什么离心水泵在启动前要灌引水？常用引水方式有哪些？	78
179. 为什么在发电厂油系统中广泛采用转子泵？	78
180. 简述齿轮泵的工作原理。	78
181. 简述螺杆泵的工作原理。	79
182. 简述射流排水泵的工作原理？	79
183. 水电厂常用的信号器有哪些？它们的主要作用是什么？	79
184. 机组装设了哪些水力机械保护？	80
185. 油、水、气管路系统中常用的有哪些执行元件？	81
186. 水轮发电机组的哪些地方要使用液流信号器？常用的有哪几种型式？	81
187. 为什么要进行水轮机顶盖压力测量？	81
188. 为什么要监测水电厂进水口拦污栅前、后的压差？	81

189. 试验大纲应包括哪些内容?	81
190. 新机组试运行中机械部分的主要试验项目有哪些? ...	82
191. 水力机组过渡过程试验主要有哪些内容?	82
192. 机组甩负荷试验的目的是什么?	82
193. 机组带负荷及甩负荷试验应检查的项目及要求?	82
194. 什么是空载扰动试验? 其试验的目的是什么?	83
195. 电液调速器调整试验有哪些主要内容?	83
196. 静特性试验的目的是什么? 试验条件有哪些?	83
197. 水轮机调节系统的动态特性试验有哪些?	84
198. 调速系统最佳调节过程应该是什么样的?	84
199. 调速器空载扰动试验的要求是什么?	84
200. 永态转差系数 b_p 的整定原则?	84
201. 如接力器关闭时间调整不当会出现哪些严重事故? ...	84
202. 简述水力机组盘车的作用、条件及其步骤。	84
203. 为什么要进行转轮静平衡试验?	85
204. 简述水轮机叶片空蚀磨损检查的目的是什么?	85
205. 试述水轮机效率试验的主要目的是什么?	86
206. 机组大修后, 为什么要进行甩负荷试验?	86
第三节 水轮发电机	86
207. 水轮发电机铭牌上标示的型号、容量、电压、电 流、转速、温升等都是什么意义?	86
208. 立式水轮发电机由哪些主要部件组装而成? 其结 构特点是什么?	88
209. 同步发电机的“同步”是什么意思? 同步发电 机的工作状态怎样?	88
210. 同步发电机是怎么发出三相交流电的?	89
211. 定子的旋转磁场是怎么产生的?	89
212. 什么叫有功功率? 什么叫无功功率?	89
213. 什么是同步发电机的电枢反应?	90
214. 发电机定子的三个绕组一般为什么都接成星型 接线?	90
215. 什么叫力率? 力率的进相和迟相是怎么回事? 进 相运行有什么不良影响?	91

216. 同步发电机常用的特性曲线有哪些? 各有什么 用处?	91
217. 水轮发电机运行时为什么会发热?	92
218. 发电机为什么要装空气冷却器?	92
219. 水轮发电机的允许温度受其内部哪些材料的限制? 为什么?	93
220. 空冷发电机的入口温度变化对发电机运行有 什么影响?	93
221. 水轮发电机出口和进口风的温差发生变化的原因 有哪些?	94
222. 在发电机运行中应监视哪些内容? 当其中某些参 数超限时, 如何进行调整?	94
223. 电力系统的电压、频率为什么会波动?	95
224. 发电机的端电压高于或低于额定值对运行有 什么影响?	95
225. 频率的变化对发电机运行有什么影响?	96
226. 如何实现水轮发电机组的有功和无功负荷的调整? ...	97
227. 发电机在不对称负荷(即三相电流不对称)下运 行有什么危害?	97
228. 水轮发电机的不对称运行主要决定于哪几个条件? ...	98
229. 发电机定子绕组单相接地时, 对发电机有危险吗? ...	98
230. 发电机转子发生一点接地可以继续运行吗?	98
231. 发电机定子绕组的温度是怎样测量的?	99
232. 发电机定子铁芯的温度是怎样测量的?	99
233. 发电机的振荡和失步是怎么回事?	99
234. 发电机发生振荡, 表计有何反映? 如何判断失 步发电机? 发生失步时值班人员应采取哪些 措施?	101
235. 怎样判断水轮发电机是同步振荡还是异步振荡?	102
236. 引起发电机失磁的原因有哪些?	102
237. 水轮发电机失磁后会产生什么现象? 有何危害?	102
238. 水轮发电机的中性点为什么有的不接地? 有的却 经消弧线圈接地?	103

239. 水轮发电机出口短路对发电机有何危害?	104
240. 事故情况下发电机为什么可以短时过负荷? 过负 荷运行时应注意什么问题?	104
241. 水轮发电机启动前和启动过程中, 运行人员要进 行哪些试验或操作? 要进行哪些监视?	105
242. 发电机内部突然短路有哪些现象? 分析其原因 何在?	106
243. 发电机定子绕组产生电晕的原因是什么? 有什么 危害?	107
244. 采取什么措施防止水轮发电机定子绕组端部及槽 内的电晕现象?	107
245. 在励磁系统中, 检修后的发电机升不起电压的原 因在哪里? 如何处理?	108
246. 水轮发电机进相运行有什么特点?	108
247. 发电机正常维护中有哪些项目?	109
248. 发电机停机后应对发电机的励磁系统进行哪些 维护?	109
249. 为什么水轮发电机在并网后, 电压一般会有降低?	110
250. 为什么调节无功功率时有功功率不会变, 而调节 有功功率时无功功率会自动变化?	110
251. 大修后的发电机为什么要做空载和短路试验?	110
第四节 电力变压器 (含互感器)	111
252. 变压器的作用和基本原理是什么?	111
253. 电力变压器铭牌上的符号和数据表示什么意义?	113
254. 什么叫变压器的分级绝缘? 什么叫变压器的全绝缘?	114
255. 什么是变压器的极性?	114
256. 什么是三相变压器的接线组别?	115
257. 什么是 Y, yn12 接线变压器?	116
258. 什么是 Y, d11 接线变压器?	117
259. 较大容量的三相变压器为什么低压侧一般接成三 角形?	118
260. 在三相变压器的三角形接线中, 若一相绕组极性 接错, 将会出现什么样的现象?	118

261. 电力变压器由哪些主要部件组装而成?	119
262. 散热器、集泥器、呼吸器、油位计、防爆管、 分接开关和气体继电器各有什么作用?	120
263. 电力变压器在投入运行前,应用哪些方面的检查?	120
264. 什么是电力变压器的外特性? 负荷性质对它有什么影响?	121
265. 电力变压器充电时应遵循什么原则?	122
266. 什么是电力变压器运行定额?	122
267. 电力变压器大修更换绕组后,投入运行前进行冲击合闸试验时应注意什么?	122
268. 电力变压器运行中,有哪些正常与特殊巡视检查的项目?	123
269. 为什么允许电力变压器可以短时过负荷运行? 允许短时过负荷的数值是多少?	124
270. 电力变压器中性点接地方式主要有哪几种? 各有什么优缺点?	125
271. 电力变压器中性点接地运行方式有什么规定?	126
272. 变压器正常运行中为什么会发热? 为使温升不超过允许值,常采用哪些散热措施?	126
273. 变压器在运行中为什么会发生局部高热?	127
274. 油浸变压器中的油起什么作用? 它的运行温度的限额是多少?	128
275. 怎样判断变压器油油质好坏?	128
276. 反映变压器油质好坏的几项主要指标在运行中发生变化,说明什么问题?	130
277. 变压器的冷却方式有哪几种?	131
278. 热虹吸在变压器运行中起什么作用? 运行维护有什么要求?	134
279. 怎样根据变压器的温度判断变压器是否正常? 为何要规定温升? 数值如何?	134
280. 常用的变压器套管有几种类型? 各用在什么场合?	135
281. 变压器的绝缘是怎样划分的?	135
282. 变压器的调压接线方式有几种?	135

283. 什么叫变压器的励磁涌流? 它对变压器有无危害?	137
284. 什么叫变压器的并联运行? 并联运行应满足哪些 条件? 为什么?	138
285. 自耦变压器与普通变压器的工作原理有何不同? 自 耦变压器有何优缺点? 为什么中性点必须接地?	139
286. 为什么有些变压器的中性点要接避雷器?	140
287. 变压器一次侧运行电压过高时对变压器有什么 影响?	140
288. 变压器运行中发生不正常声响的原因有哪些?	140
289. 变压器分接头为什么能起调压作用? 一般为什 么都从高压侧抽分头?	142
290. 油浸风冷变压器停了风扇为什么必须降低容量 运行?	142
291. 变压器遇有哪些异常情况必须立即停止运行?	143
292. 造成变压器不对称运行有哪些原因? 试分析各种 不对称运行情况。	143
293. 电力变压器新装或大修后投入运行为什么有时气 体继电器动作频繁? 遇到此类问题怎样处理?	143
294. 三绕组变压器停一侧, 其他两侧能否继续运行? 应注意什么?	144
295. 电力变压器有哪些常见的故障? 引起故障的原因 是什么?	144
296. 电力变压器轻瓦斯继电器动作的原因是什么?	145
297. 电力变压器小修内容应包括哪几个方面? 各有什 么要求?	145
298. 为什么同一台电压互感器会有几种不同的标准 容量?	145
299. 为什么三相五柱式电压互感器开口三角形侧可以 用作单相接地监视?	146
300. 电压互感器二次侧为什么都要接地? 为什么有的 电压互感器二次侧采用 b 相接地? 应注意什么?	147
301. 电压互感器高、低压侧熔断器的作用有何不同? 熔断器的额定电流是怎样确定的?	148

302. 电压互感器二次侧为什么不允许短路?	148
303. 电压互感器巡视检查的项目有哪些?	149
304. 引起电压互感器高压侧熔断器熔断的可能原因有 哪些?	149
305. 电压互感器二次回路断线, 对发电机或变压器的 保护装置有什么影响? 如何处理?	149
306. 为什么 110kV 及以上的电压互感器一次侧不装熔 断器?	150
307. 双母线的两组电压互感器二次侧能否并列? 有什 么注意事项?	150
308. 电压互感器二次侧出口是否装熔断器? 有哪几个 特殊情况要考虑?	150
309. 电流互感器和普通变压器相比, 在原理方面有何 特点?	151
310. 油浸电流互感器和套管电流互感器的优缺点是 什么?	152
311. 一个瓷头的注油电流互感器怎样区别进出线?	152
312. 电流互感器准确等级分几级? 各级适用范围如何? 其误差跟什么因素有关?	152
313. 为什么差动保护用的电流互感器要采用 D 级?	153
314. 电流互感器铭牌上标的容量为什么有的以阻抗值 表示? 阻抗值与伏安值之间有什么关系?	153
315. 什么是电流互感器的极性? 极性接错有何影响?	154
316. 电流互感器二次侧为什么要接地? 有什么注意 事项?	155
317. 电流互感器二次接线有几种方式?	155
318. 电流互感器为什么不允许开路? 开路后会发生什么? 怎样处理?	156
319. 电流互感器的正常巡视检查项目有哪些? 有可能 出现哪些异常?	157
320. 电流互感器有哪些主要类型?	157
321. 互感器型号的意义是什么?	158