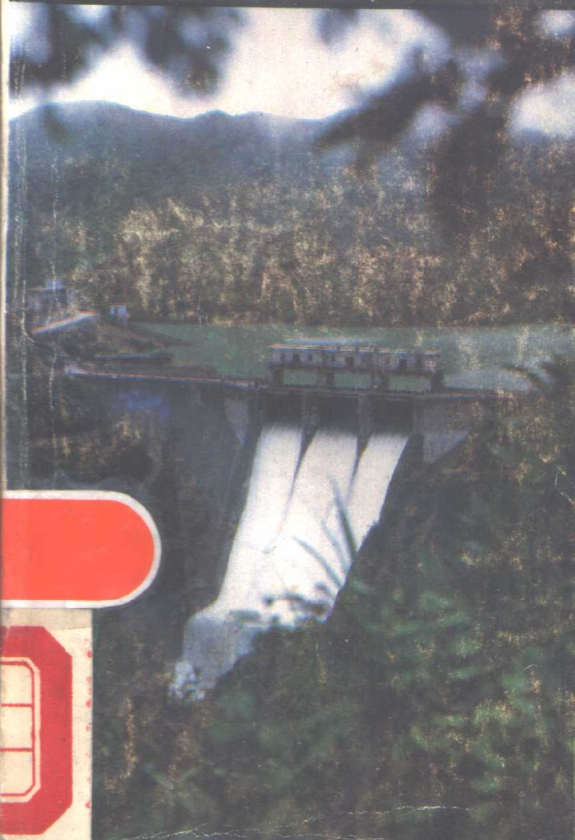
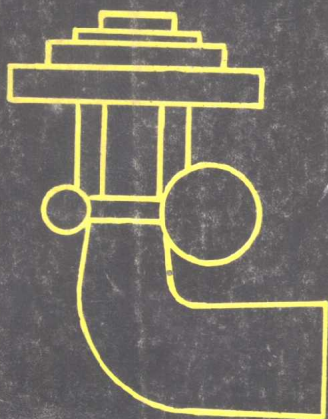




小水电技术问答



李华文 姜德年 程官华



水利电力出版社

小水电技术问答

李 华 文 姜 德 年 程 官 华

水利电力出版社

小水电技术问答

李华文 姜德年 程官华

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经营

水利电力出版社印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 15.5印张 398千字
1987年9月第一版 1987年9月北京第一次印刷

印数 0001—7460册 定价3.30元

书号 15143·6281

TV7
6020

98870
74

内 容 提 要

本书内容包括小型水电站规划、工程地质、水工建筑物、水轮机及其附属设备、水轮发电机和变压器、电气设备以及电力系统七部分。书中着重在规划、设计和运行管理方面经常遇到的一些技术问题，以问答的形式予以解答。内容简明扼要，通俗易懂，以解决实际问题为主，也作了必要的基础理论分析。

本书供从事小水电建设、管理的干部、基层技术人员和运行工人阅读，亦可供有关部门人员参考。

前 言

我国中小河流众多，水力资源十分丰富，是农村的重要能源。充分利用这些中小河流蕴藏的水力资源，积极发展小水电，对解决地方和农村的工农业生产及人民生活用电，实现农村电气化，有着重要的意义。近几年来，小水电发展很快，小水电所起的作用也日益突出。目前，全国已形成了一支从事小水电站、电网建设和管理的技术队伍。为了促进小水电的健康发展，提高建设、管理的技术水平和经济效益，我们针对工作中经常碰到的一些技术问题，以问答的形式，编写了本书，供从事这方面工作的干部、基层技术人员和运行工人参考，同时也为这些同志进一步学习、查阅有关专著起一个“路牌”的作用。

本书的小型水电站规划、工程地质、水工建筑物部分，由李华文编写，周鹏、白林、刘克伟、江友中、邹永诚、涂相乾、詹家鑫审稿。其余部分由四川省水利电力厅地方电力管理处组织编写，参加编写的有姜德年、程官华、赵德元、陈茂松、周启姜、甘大利等；并由姜德年汇总执笔，程官华统稿；何开杰、鄢建华、孙诗杰审稿。此外，陈君铮、冯荫廷、蔡允明等同志，也对本书提出了宝贵意见。借出版的机会，对参加审稿的同志和其它提供资料及支持的单位和个人表示衷心感谢。

由于编者经验不足，水平有限，学习和收集的资料也不够，书中难免有错误和不妥之处，诚恳地欢迎读者批评指正。

编者

目 录

前言

(一) 规 划

1. 何谓水电站? 小水电站级别如何划分?	1
2. 何谓河流的流域规划? 河流规划的原则是什么?	1
3. 何谓水电站枢纽和工程枢纽规划? 做水电站 枢纽 规划时应 注意些什么?	3
4. 水电站有哪些型式? 各类型电站包括哪些建筑物?	4
5. 何谓河流梯级开发? 为什么要梯级开发?	5
6. 流域规划要提出哪些成果? 影响河流梯级 电站 布置的因素 是什么? 怎样做梯级电站规划?	6
7. 怎样做跨流域(跨河)水能规划?	7
8. 小水电站的枢纽建筑物等级划分和选点原则是什么?	8
9. 水电站有哪些经济特性?	10
10. 水电站有哪些动能经济指标? 怎样比较?	13
11. 怎样划分水库的调节性能?	14
12. 怎样决定水电站的设计流量?	15
13. 何谓水电站的水头? 各种水头值如何计算? 有何作用?	17
14. 水库有哪些特征水位和库容? 何谓工作深度? 如何确定?	19
15. 何谓水电站和电力系统的保证率? 有哪些影响因素? 怎样 选择水电站设计保证率?	22
16. 何谓保证出力? 怎样计算?	23
17. 何谓水电站的装机容量? 小水电网内有哪些容量?	24
18. 怎样决定日调节水电站在日负荷图上的工作位置? 各种调 节性能电站在日负荷图上应承担什么位置? 需考虑哪些 因素?	27
19. 怎样考虑无调节径流式电站的装机容量?	31

20. 如何确定日调节、年调节、多年调节和梯级开发水电站的 装机容量?	32
21. 何谓季节电能? 如何选择重复容量?	35
22. 水库以灌溉为主的电站如何装机?	36
23. 确定水电站机组数目的原则是什么?	38
24. 何谓抽水蓄能电站? 其工作过程如何?	39
25. 抽水蓄能电站有哪些优点和特性? 对小水电规划有何 意义?	40
26. 在规划小水电站时, 怎样考虑“三救”工作?	41
27. 电力负荷图和日、年负荷图, 基荷、腰荷、峰荷和同时率 的含义是什么? 负荷图(日、年)作用是什么?	43
28. 负荷图特性常用哪些指数表示? 编制负荷图应收集哪些 资料?	44
29. 怎样确定负荷水平年? 设计水平年的作用是什么?	49
30. 怎样编制日负荷图(静态)?	49
31. 年负荷图有哪几类? 什么叫静态和动态年负荷图?	53
32. 怎样编制年负荷图?	56
33. 为什么要编制电力及电能平衡图表? 有哪几种类型平衡图 表? 怎样编制电力和电能平衡图?	60
34. 无功平衡规划的基本内容和计算方法是什么? 无功补偿设 备的配置原则、标准和方式是什么?	62
35. 怎样做电网规划? 怎样做电网中电力、电量潮流计算?	63
36. 何谓电力系统? 它的技术特点是什么? 对电力系统应提出 哪些要求?	66
37. 何谓水电站主结线图? 小水电站主结线的设计原则和要求 是什么?	68
38. 小水电网中, 什么样的电站可担任调频任务? 怎样利用小 水电站机组做调相运行?	70
39. 选择水轮机需要收集哪些资料? 应注意些什么问题?	72
40. 水轮机选择的内容是什么? 如何选择小 II 型电站的水 轮机?	73
41. 如何选择小 I 型电站水轮机? 其原理是什么? 应考虑哪些 问题? 具体选择步骤如何?	75

42. 冲击式水轮机如何选择?	79
-----------------	----

(二) 工程地质

43. 坝址选择时应注意哪些工程地质条件? 怎样评价?	81
44. 各种不同坝型对工程地质条件的要求如何?	82
45. 土石坝的主要工程地质问题是什么? 如何分析坝基渗漏和绕坝渗漏问题?	83
46. 重力坝经常遇到哪些工程地质问题? 坝基和绕坝渗漏有哪些危害?	84
47. 计算重力坝抗滑稳定时, 如何选择抗剪强度指标?	85
48. 怎样分析计算重力坝坝基岩体抗滑稳定问题?	86
49. 拱坝对地形和地质有何要求?	88
50. 怎样计算拱坝坝端岩体稳定? 拱坝坝址勘察后应提出哪些岩石力学指标? 设计初期应如何选择?	89
51. 溢洪道有哪些工程地质问题? 如何评价? 选择溢洪道位置时应避开哪些不利的工程地质条件?	90
52. 输水隧洞选线 and 设计时应注意哪些工程地质问题? 围岩厚度如何确定?	94
53. 水电站厂房及附属建筑物位置选择, 应注意哪些地形条件和工程地质问题?	96
54. 水电站引水渠道路线地貌特征分哪几类? 选线时要注意哪些地形地貌条件和工程地质问题?	98
55. 水电站渠道选线时, 怎样分析渠道渗漏和地质条件的关系?	99
56. 滑坡有哪几种类型? 产生原因是什么? 怎样防治滑坡?	101

(三) 水工建筑物

57. 选择进水建筑物位置应考虑哪些条件? 它有哪些布置形式?	104
58. 拦污栅的作用是什么? 设计和运行时应注意哪些问题?	106
59. 水电站进水闸门有哪些类型和要求? 快速闸门的适用条件是什么? 怎样利用闸门的开度来确定入渠流量?	107
60. 水电站有哪些输水建筑物? 分哪些类型? 其适用条件是什么?	

么? 对渠道和有压(无压)隧洞应做哪些变形观测?	109
61. 何谓自动调节渠道和非自动调节渠道? 两者水力条件有何不同? 各有什么优缺点?	111
62. 水电站渠道选线 and 设计应注意些什么问题?	113
63. 渠道有哪些限制流速? 其限值如何选用?	114
64. 怎样设计渠道的日调节池? 水池和渠道充满和放空时为何要逐渐进行?	116
65. 水工隧洞有哪些类型? 在什么情况下选择隧洞? 隧洞选线应考虑哪些因素? 在较长的无压隧洞内为何要设置通气孔?	117
66. 怎样选择隧洞断面形状? 隧洞衬砌的作用是什么? 有压和无压隧洞有哪些衬砌形式?	119
67. 压力水管有哪些类型? 适用条件是什么?	120
68. 压力水管选线原则是什么? 有哪些布置形式?	121
69. 怎样选择压力水管的经济直径?	126
70. 什么叫水击? 什么叫正水击、负水击、直接水击和间接水击? 水击压力升高与哪些因素有关? 如何判别?	127
71. 计算水击压力的基本方法和步骤是什么? 怎样绘制水击压力沿管线分布图?	129
72. 为什么要对压力水管进行调节保证计算? 怎样计算? 怎样选择设计工况和主要参数?	131
73. 各种压力管道有哪些敷设方法? 对压力钢管在焊接和布置上有哪些要求? 在小水电站压力管道上怎样防止钢管爆破?	133
74. 压力管道上为何要设镇墩和支墩? 其形式如何? 怎样布置?	135
75. 压力钢管的破坏和振动原因是什么? 如何计算水体自振频率和消除管道振动? 在运行中怎样检查压力钢管的管壁厚度?	137
76. 水电站引水渠道末端为什么要设压力前池? 它有哪些作用? 并由哪几部分组成?	138
77. 前池的位置怎样选择? 如何确定特征水位?	140
78. 何谓小水电站的厂房? 小水电站的厂房怎样分类? 设计时	

应考虑哪些因素和内容？	142
79. 卧式机组厂内布置有哪几种型式？各有什么优缺点？	143
80. 何谓机组的间距？怎样确定立、卧式机组间距？	144
81. 怎样确定立、卧式机组厂房宽度？	146
82. 确定厂房高度时应考虑哪些因素？	147
83. 怎样确定立、卧式机组厂房的安装场？	148
84. 小型水电站中主阀的作用是什么？设置主阀应符合哪些条件？对主阀应提出哪些要求？主阀有哪几种布置形式？有何优缺点？	150
85. 何谓小水电站的副厂房？布置原则是什么？布置中央控制室应考虑哪些因素？	152
86. 怎样布置发电机引出线、电流互感器、机旁盘等电气设备？	154
87. 怎样布置厂用变压器和升压变压器？	156
88. 小水电站的通风、取暖应如何考虑？	157
89. 怎样布置厂内、厂区的排水设施？小水电厂的防洪设施有哪几种形式？防洪标准如何选择？	158
90. 小水电站厂区布置内容是什么？布置时应考虑哪些因素及怎样布置？	161
91. 厂房尾水检修门为什么不能用来防洪？汛期如何保证水工建筑物的安全？	166
92. 土坝和堆石坝及排水设施的保养、维修工作内容是什么？	167
93. 混凝土坝和圪工坝的保养、维修工作内容是什么？	168
94. 水电站输水渠道防渗保养、维修措施有哪些？	169
95. 水电站渠系建筑物需要经常检查、保养和维修的内容有哪些？	170
96. 水电站金属结构的检查、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？	172

(四) 水轮机及其附属设备

97. 什么叫水轮机效率？提高运行中水轮机的效率主要有哪些措施？	174
98. 引起水轮机汽蚀的原因有哪些？汽蚀对水轮机的运行有什么影响？	

么影响? 有哪些防止和处理汽蚀的措施?	176
99. 水轮机组的补气装置起什么作用? 如何正确补气?	178
100. 为什么反击式水轮机不适合在低水头和低出力下运行?	180
101. 冲击式水轮机为什么要设置折向板? 喷针与折向板如何 配合工作?	181
102. 导叶上为什么要设置剪断销装置? 剪断销折断会出现什 么现象?	182
103. 水轮机为什么要设置制动装置? 引起制动装置失灵的原 因有哪些?	184
104. 水轮机蜗壳压力表和尾水真空表测量的量值反映了 什么?	187
105. 对轴承的润滑油有什么要求? 怎样防止润滑油劣化?	188
106. 引起轴瓦油温升高或烧瓦的原因有哪些?	190
107. 运行中的机组上机架油位信号器出现油位突然上升的原 因有哪些?	191
108. 引起水轮机轴承进水的原因有哪些?	192
109. 轴电流产生的原因是什么? 如何防止?	192
110. 水轮发电机组在运行中经常出现哪些异常声响?	193
111. 机组运行中振动增大的原因有哪些?	195
112. 为什么轴流定桨式水轮机在空载及轻载运转时振动大、 效率低? 而转桨式水轮机在各种工况下均能保持较平 稳和高效运行?	201
113. 为什么长时间停用的立式机组要定期顶起转子?	203
114. 转桨式水轮机检修后为什么要作转轮腔耐压试验?	203
115. 为什么立式水轮发电机组检修完毕后进行总体盘车? 盘车时经常会遇到哪些问题? 如何处理?	204
116. 水轮发电机组自动开机必须具备哪些条件?	207
117. 怎样做水轮发电机组的效率特性试验? 效率特性曲线有 何用途?	207
118. 若干台机组并列运行时, 各台机组的永态转差系数应如 何整定才合理?	211
119. 如何考虑选择调速器最佳运行参数的配合?	213
120. 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?	214
121. 为什么新投入运行的机组要作甩负荷试验?	216
122. 调速器运行时, 为什么说指示器的红、黑指针呈分开状 态才认为能真正起到自动调节作用?	218
123. 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?	219
124. 长时间停机或刚检修完的调速器, 在开机前为什么配压 阀和缓冲器要排空气? 如何排法?	219
125. YT型调速器从手动运行切换为自动运行时, 为什么有时 会出现关机误动作? 如何处理?	219
126. 调速器的压力油箱内为什么必须要有1/3的油和2/3 的气?	220
127. 引起调速器运行不稳定的原因有哪些?	221
128. 调速器开机开不起来, 机关关不回去的原因有哪些?	223
129. 在什么情况下调速器才允许限荷运行?	224
130. YT-600型调速器, 手动操作时接力器两腔连通阀为什么 要打开? 油压操作时两腔连通阀为什么要关闭?	225
131. 冲击式水轮机有双重调节的调速器如何进行工作?	225
132. 如何保养维护调速器?	226

(五) 水轮发电机和变压器

133. 水轮发电机的允许温度是多少? 温度和温升有什么 区别?	228
134. 空冷发电机的入口风温对发电机运行有什么影响?	230
135. 水轮发电机出口和入口的风温差发生变化的原因有 哪些?	231
136. 水轮发电机起动前和起动过程中, 电气值班员要进行哪 些试验或操作? 要进行哪些监视?	231
137. 水轮发电机并列运行有哪些好处? 并列方法有几种? 各 有什么优缺点?	233
138. 水轮发电机用准同期方式并列应具备哪些条件? 不具备 这些条件会产生什么后果?	234
139. 水轮发电机用准同期法并列时, 可采用哪些同期检定	

方法?	237
140. 什么叫非同期并列? 有什么危害? 怎样防止?	239
141. 为什么新装或大修动过一次回路的水轮发电机在并列前必须作相序试验? 小型水电站一般采用哪些方法核对相序?	240
142. 大修中动过同期回路的, 水轮发电机并列前为什么必须作同期结线的相位检查, 怎样检查?	243
143. 为什么在同一发电厂或变电站中, 只允许共用一个同期转换开关的操作把手?	243
144. 水轮发电机并列运行时, 为什么有功功率表和定子电流表指针会有轻微摆动?	245
145. 并列运行的水轮发电机为什么调整转子电流就能改变其无功出力?	248
146. 并列运行的水轮发电机增加转子电流时, 定子电流是增加还是减少?	250
147. 什么叫调相运行? 水轮发电机作调相运行时和发电状态时有什么不同?	251
148. 水轮发电机允许变为电动机运行吗?	252
149. 甩负荷对水轮发电机有哪些影响?	252
150. 在事故情况下允许水轮发电机短时过负荷多少? 过负荷运行时值班人员应注意些什么?	253
151. 三相定子电流不对称对水轮发电机有什么影响?	255
152. 怎样确定由于三相定子电流不对称引起的负序分量电流?	257
153. 水轮发电机失磁后会产生什么现象? 有何危害?	261
154. 水轮发电机为什么会产生振荡和失步? 表计有何反映? 值班人员应如何处理?	263
155. 中性点不接地的水轮发电机, 定子绕组发生单相接地时发电机有没有危险? 怎样监视定子回路单相接地?	266
156. 水轮发电机的中性点为什么有的要接地? 有的不接地? 有的又要经过消弧线圈接地?	269
157. 水轮发电机发生转子一点接地有何危害? 如何寻找故障点?	270

158. 引起水轮发电机着火的原因有哪些? 水轮发电机着火后应当怎样处理?	272
159. 雷电对水轮发电机有什么危害? 小型水电站的水轮发电机应采取哪些防雷措施?	273
160. 水轮发电机出口短路对发电机有何危害?	279
161. 水轮发电机的空载特性试验和短路特性试验有什么不同?	280
162. 什么叫水轮发电机的短路比? 短路比的大小对水轮发电机的运行特性有何影响?	281
163. 水轮发电机停机后和开机前为什么要测量定子绕组的绝缘电阻? 对定子绕组绝缘电阻的测量有何要求?	283
164. 为什么水轮发电机大修后要对定子绕组做交流耐压、直流耐压和感应耐压试验?	285
165. 水轮发电机大修时为什么要测量定子绕组和转子绕组的直流电阻?	286
166. 水轮发电机大修中测量转子绕组交流阻抗的目的是什么?	287
167. 水轮发电机有哪些干燥方法?	289
168. 小型水电站的水轮发电机应当配备哪些继电保护?	294
169. 水轮发电机为什么要装设过电压保护? 其整定值是多少?	296
170. 对发电机的励磁系统有哪些要求?	298
171. 小型水轮发电机有哪几种励磁方式?	297
172. 复式励磁装置有什么作用? 具有哪些优缺点?	302
173. 励磁调节装置中的电流稳定装置和流补偿装置有什么作用?	305
174. 当发电机并列运行于发电机电压母线上时, 如何保证其无功负荷按给定的比例进行分配?	307
175. 经升压变压器在高压母线上并列运行的发电机, 当采用无差调节的励磁调节器时, 其无功负荷为什么仍能按一定的比例分配?	308
176. 强行励磁起什么作用?	308
177. 当复式励磁装置及电磁式电压校正器发生故障时, 是否	

允许强行励磁装置继续投入?	309
178. 水轮发电机为什么要配备强减装置?	309
179. 水轮发电机设置自动灭磁装置有什么作用?	310
180. 什么是逆励磁? 逆励磁对水轮发电机的运行有无影响? 怎样处理?	311
181. 引起励磁机整流子发生火花的原因可能有哪些?	312
182. 水轮发电机起动时升不起电压有哪些原因?	313
183. 可控硅励磁装置中桥式检测单元的工作原理是怎样的?	315
184. 为什么可控硅和硅二极管等硅整流元件要用快速熔断器 保护? 能否用普通熔断器代替快速熔断器?	317
185. 为什么可控硅励磁装置主整流回路都不加滤波元件?	318
186. 可控硅管应有哪些过电压保护装置?	319
187. 采用可控硅励磁的发电机用什么方法起励?	320
188. 怎样确定可控硅自动调整励磁装置的强励倍数?	323
189. 可控硅自动调整励磁装置的调差单元的工作原理是怎 样的?	323
190. 变压器铭牌上的符号和数据表示什么意义?	325
191. 变压器中性点接地方式的选择要考虑哪些因素?	330
192. 正常运行中的变压器为什么会发热? 为了使温升不超过 容许值, 制造厂采取了哪些散热措施?	332
193. 变压器在运行中为什么会发生局部高热?	333
194. 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?	335
195. 变压器油有哪些技术指标? 这些指标对变压器运行有什 么影响?	336
196. 为什么允许变压器可以短时过负荷? 允许短时过负荷的 数值是多少?	339
197. 油浸风冷变压器停了风扇为什么必须降低容量运行?	342
198. 为什么变压器合闸时会产生励磁涌流? 励磁涌流对变压 器有无危害?	342
199. 多台变压器并列运行有哪些优点? 并列运行应具备些什 么条件?	346
200. 几台变压器并列运行时, 怎样才能做到经济运行?	350

201. 变压器原边运行电压过高时, 对变压器有什么影响?	352
202. 造成变压器不对称运行的原因有哪些? 变压器不对称运行需要注意哪些问题?	353
203. 为什么Y/Y ₀ -12接线的变压器其中线电流不允许超过低 压绕组额定电流的25%?	353
204. 变压器运行中发生不正常声响的原因有哪些?	354
205. 如何从瓦斯继电器内放出的气体颜色和气味, 来判断变 压器故障的性质?	355
206. 变压器出口端发生突然短路对变压器有何危害?	356
207. 变压器哪些部位容易遭受雷击? 有哪些防雷措施?	358
208. 为什么同一台电压互感器会有几种不同的标准容量?	360
209. 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?	361
210. 电压互感器二次侧接地起什么作用? 为什么有的电压互 感器二次侧采用b相接地?	363
211. 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?	364
212. 为什么保护电压互感器的RW9-35型熔断器不装限流 电阻?	365
213. 当变电所的接地保护发出接地信号时, 如何判断是系统 单相接地还是电压互感器高压侧一相熔断器熔断?	365
214. 如何从电压表的指示值来判断电压互感器哪相熔断器熔 断了?	367
215. 引起电压互感器高压熔断器熔断的可能原因有哪些?	368
216. 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?	369
217. 什么叫铁磁谐振? 为什么中性点不接地系统接了电压互 感器后容易产生铁磁谐振?	369
218. 电流互感器的铭牌上通常标有哪些参数? 其含义是什 么? 为什么制造厂对电流和电压互感器都要标示 极性?	375
219. 电流互感器二次侧为什么要接地?	377
220. 电流互感器二次侧绕组为什么不能开路?	377

221.为什么差动保护用的电流互感器要采用D级的?	378
222.为什么套管型电流互感器的误差比较大?为什么它的某些变比不能单独使用?	378

(六)电 气 设 备

223.对运行中的油开关要注意检查哪些方面?	381
224.高压油开关中的绝缘油有何作用?选择绝缘油有哪些指标?油面过高、过低有何危害?	381
225.油开关拒绝跳闸有哪些原因?	382
226.油开关误跳闸有哪些原因?	384
227.大修后的油开关要作哪些试验?	384
228.什么是介质损失?测量油开关介质损失的目的是什么?对介损增大的油开关怎样判断是哪部分有缺陷?	385
229.DW1-35或DW8-35油开关套管介质损失超过标准应如何处理?	389
230.在操作高压跌落保险或单极隔离刀闸时,为什么应先断开中相,然后再断开边相?	390
231.接通电路时为什么必须先合隔离开关后合油开关,而切断电路时必须与之相反?	390
232.管型避雷器和阀型避雷器有何不同?装设管型避雷器时应注意些什么?	391
233.FS、FZ、FCD型阀型避雷器结构上有哪些不同?它们用来保护哪些设备?	394
234.避雷针和架空地线有什么作用?为什么10kV及以下线路不用架空地线?	395
235.为什么可以用电抗线圈来作为变电所的进线防雷保护?	396
236.跌落式保险容易发生哪些故障?	397
237.发电厂和变电所中的操作电源有什么用途?对操作电源有哪些要求?	398
238.蓄电池室内为什么要严禁烟火?	398
239.什么是蓄电池的额定容量和放电率?	399
240.蓄电池有哪几种运行方式?	400
241.蓄电池为什么要定期充放电、均衡充电和对个别电池进	