

»» 方大千 李松柏 等编著

★★★★★
电工实用技术
问答丛书

BIANDIANSUO JI BIANYAOQI
SHIYONG JISHU 250WEN

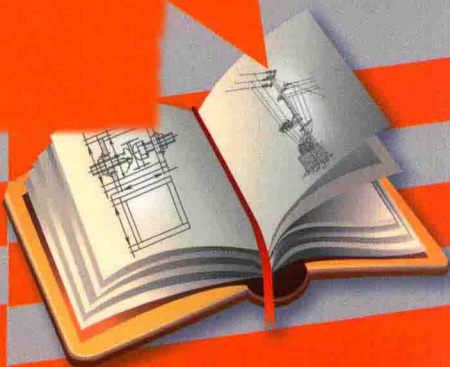
变电所及变压器 实用技术 ?

250问

能快速解决实际工作中

重点突出, 查阅方便, 拿来即用

内容丰富, 涵盖电工技术各个专业



化学工业出版社

电工实用技术
问答丛书

BIANDIANSUO JI
SHIYONG JISHU 250 WEN

变电所及变压器 实用技术 ?

250问

方大千 李松柏 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

变电所及变压器实用技术 250 问/方大千等编著. —北京: 化学工业出版社, 2016. 6

(电工实用技术问答丛书)

ISBN 978-7-122-26924-9

I. ①变… II. ①方… III. ①变电所-问题解答②变压器-问题解答 IV. ①TM63-44②TM4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 087749 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 王素芹

文字编辑: 徐卿华
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市瞰发装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 247 千字

2016 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

FOREWORD

随着我国电力事业的快速发展,新技术、新产品、新工艺的不断涌现,电气化程度的日益提高,电气工作者必须努力提高自己的技术水平,才能适应当今时代的需要。为了让读者能够掌握新知识、新技术,并学会快速地解决实际工作中经常遇到的各种技术问题,提高动手能力,我们组织编写了“电工实用技术问答丛书”。本套丛书内容涉及初、中级电工在实际工作中必须掌握的各种实用技术和新知识、新技术。

本套丛书包括:《输配电及照明实用技术 250 问》、《变电所及变压器实用技术 250 问》、《电动机实用技术 260 问》、《高低压电器实用技术 300 问》、《继电保护及二次回路实用技术 300 问》、《电子及晶闸管实用技术 300 问》、《变频器、软启动器及 PLC 实用技术 260 问》、《小型发电实用技术 200 问》、《安全用电实用技术 230 问》、《节约用电实用技术 230 问》,共十种。

本套丛书有如下特点。

特点一:实用、便捷。本套丛书紧密结合实际,重点突出,实用性强,查阅方便,拿来即可使用,利于读者节省时间,提高工作效率。

特点二:全面、新颖。本套丛书内容十分丰富、新颖,涉及面广,几乎涵盖电工技术的各个专业。书中不仅介绍了传统电工技术知识,同时还介绍了新技术、新产品、新工艺。读者通过本套丛书的学习,能快速提高自己的技术水平和动手能力。

《变电所及变压器实用技术 250 问》一书较全面系统地介绍了当今城网和农网建设与改造对变电工程的技术要求,屋内、外变配电所及双层结构变电所的设计,变电所高、低压侧电器的选择,变

电所配电装置的安装、使用与维护，变压器及其附属设备和调压器、互感器、电焊机的选择、使用、维护、故障处理与试验等内容。笔者负责设计、施工过 35kV、10kV 变电所和工厂双层结构变电所，在国企负责过十多年电气设备维修和管理的工作，熟悉变电所运行、管理、维护以及变压器等设备的维护、检修工作，具有丰富的实践经验，可保证本书的实用性、先进性。

在本书的编写过程中，力求做到简明、实用、先进和新颖。书中所涉及的标准和规定，采用最新颁布的国家标准和规定，技术数据力求最新。

本书由方大千、李松柏等编著，参加和协助编写工作的还有方成、方立、朱征涛、郑鹏、朱丽宁、方欣、方亚平、张正昌、许纪秋、张荣亮、那宝奎。全书由方大中审校。

限于水平，不妥之处在所难免，望广大读者批评指正。

编著者

目/录

第1章

变电所设计与运行

1

1. 城网建设与改造对变电工程有什么要求?	2
2. 农网建设与改造对变电工程有什么要求?	3
3. 怎样设计农村变电所?	4
4. 怎样选择变电所的位置?	6
5. 怎样确定变电所距负荷中心最近?	7
6. 怎样确定变电所的型式?	9
7. 怎样选择变压器的台数、容量和型式?	9
8. 变、配电所对土建设计有什么要求?	11
9. 对屋外变电所的结构有哪些要求?	13
10. 对屋内变电所的结构有哪些要求?	14
11. 双层结构变、配电所应采取哪些安全措施?	16
12. 变电所应采取哪些防火措施?	18
13. 变电所应采取哪些防鼠害措施?	19
14. 怎样确定变压器室通风窗的面积?	20
15. 怎样装设变电所的接地装置?	22
16. 怎样配备变电所高、低压侧的开关设备?	23
17. 怎样选择变电所高、低压侧电器及母线?	23
18. 变压器低压侧总开关设备允许采用的最小规格是多少?	26
19. 变电所低压配电屏出线允许的低压电器最小规格是多少?	26
20. 怎样选择变电所的所用电源和操作电源?	27
21. 什么是箱式变电站? 它有哪些特点?	28
22. 怎样安装箱式变电站?	29
23. 怎样巡视检查变、配电所?	30

24. 怎样进行变、配电所的送电和停电操作?	31
25. 怎样拉合单极刀闸和跌落式熔断器?	32
26. 操作油断路器和隔离开关时应注意哪些事项?	33
27. 在什么条件下允许用隔离开关进行直接分合操作?	34
28. 10kV 高配电力用户变、配电设备评定办法是怎样的?	34

第 2 章

变电所配电装置

37

29. 屋外配电装置的最小安全距离是多少?	38
30. 屋内配电装置的最小安全距离是多少?	39
31. 对高压配电室和电容器室的结构有哪些要求?	40
32. 对低压配电室的结构有哪些要求?	41
33. 安装成套开关柜、配电屏有哪些基本要求?	42
34. 怎样安装高压开关柜?	43
35. 怎样检查和维护高压开关柜?	43
36. 高压开关柜有哪些常见故障? 怎样处理?	44
37. 高压开关柜有哪些试验项目?	46
38. 怎样安装低压配电屏?	47
39. 怎样安装电控设备?	48
40. 怎样安装低压配电盘(箱)?	49
41. 怎样检查和维护低压配电屏?	50
42. 低压配电屏有哪些常见故障? 怎样处理?	50
43. 低压配电屏有哪些试验项目?	52
44. PGL1、PGL2 型和 GGD 型低压配电柜的电气性能是 怎样的?	52
45. BFC-20A 和 GCL1 型低压抽出式开关柜的电气性能是 怎样的?	54
46. 安装抽出式或手车式配电柜有哪些基本要求?	55
47. 怎样检查和维护手车式高压开关柜?	55
48. 手车式高压开关柜有哪些常见故障? 怎样处理?	57
49. 手车式高压开关柜有哪些试验项目?	59

50. 无功补偿有什么作用？	59
51. 电容器的基本计算公式有哪些？	60
52. 怎样确定无功补偿容量？	61
53. 对无功补偿自动投切装置有哪些要求？ 补偿级数如何 选择？	61
54. 怎样选择补偿电容柜的断路器？	62
55. 怎样选择补偿电容柜的熔断器？	63
56. 怎样选择切换电容器的专用接触器？	64
57. 怎样选配移相电容器的串联电抗器？	66
58. 怎样检查和维护补偿电容柜？	68
59. 对移相电容器的运行有何规定？	69
60. 什么是自愈式电容器？ 它有何特点？	71
61. 自愈式电容器有哪些主要技术条件？	72
62. 自愈式电容器交接试验有哪些项目？	72
63. 运行电压升高对电容器有哪些不良影响？	73
64. 怎样提高移相电容器运行可靠性？	74
65. 怎样安装移相电容器？	75
66. 移相电容器有哪些常见故障？ 怎样处理？	76
67. 怎样检查电容器的好坏？	77
68. 怎样测试电容器的绝缘电阻？	78
69. 怎样测算电容器的电容量？	79
70. 怎样检修电容器？	81
71. 移相电容器有哪些试验项目？	81
72. 怎样计算电容器的放电电阻？	82
73. 母线颜色和排列是怎样规定的？	84
74. 安装母线有哪些一般规定？	85
75. 母线螺栓连接有哪些要求？	86
76. 母线弯曲加工有哪些要求？	86
77. 怎样检查和维护母线？	87
78. 怎样检查和维护绝缘子和绝缘套管？	88

79. 怎样使用示温蜡片、变色漆和变色示温贴片监视温度?	89
------------------------------------	----

第3章

91

变压器的选择、安装、使用与维护

80. 变压器结构是怎样的?	92
81. 怎样看变压器铭牌?	93
82. 变压器有哪些主要的性能参数?	95
83. 新旧标准变压器联结组别有何不同?	96
84. 我国变压器通用联结方法有哪些?	97
85. 怎样选择变压器的联结组别?	99
86. S9 系列电力变压器的技术数据是怎样的?	100
87. SZ9 系列有载调压电力变压器的技术数据是怎样的?	100
88. 单相和三相变压器的电流、电压及容量之间有什么 关系?	101
89. 单相自耦变压器的电流、电压及容量之间有什么关系?	102
90. 三相自耦变压器的电流、电压及容量之间有什么关系?	103
91. 怎样计算变压器负荷率?	106
92. 怎样计算变压器效率?	108
93. 怎样计算变压器最佳负荷率和最大效率?	109
94. 怎样计算变压器损耗?	111
95. 怎样估算变压器合闸涌流的大小?	111
96. 怎样选择厂用变压器容量?	112
97. 怎样按综合经济效益选择变压器容量?	113
98. 怎样选择农用变压器容量?	116
99. 怎样选择电力排灌站变压器容量?	117
100. 怎样选择建筑施工用变压器容量?	118
101. 怎样选择电弧炉变压器容量?	119
102. 怎样选择农用变压器的安装方式?	120
103. 怎样安装落地式变压器台?	121
104. 怎样安装单杆式变压器台?	122
105. 怎样安装双杆式变压器台?	124

106. 怎样配置变压器继电保护?	125
107. 怎样选择变压器高、低压熔丝?	126
108. 对变压器运行油温有何规定?	127
109. 油浸式变压器的温升限值是多少?	128
110. 对变压器正常过负荷运行有何规定?	129
111. 对变压器事故过负荷运行有何规定?	130
112. 变压器投入运行前应怎样检查?	132
113. 变压器在试运行中应怎样检查和维护?	134
114. 怎样巡视检查变压器?	135
115. 怎样对变压器进行特殊巡视?	136
116. 变压器出现哪些现象时需立即停止运行?	136
117. 怎样检查变压器的电压和电流?	137
118. 在排灌季节怎样维护好变压器?	138
119. 变压器并列运行应符合哪些条件? 不同型号的变压器能 并列运行吗?	138
120. 同型号、同参数并列变压器投入台数怎样计算?	139
121. 仅变比相等的两台变压器并列运行时, 负荷电流如何 分配?	140
122. 容量不等的两台变压器并列运行时, 负荷电流如何 分配?	141
123. 不同联结组别的两台变压器并列运行将会产生怎样的 后果?	143
124. 变压器并列运行自动投切控制线路是怎样的?	144
125. 怎样调试自动投切控制装置?	145
126. 变压器冷却风机自控线路是怎样的?	146
127. 对变压器油有哪些要求? 不同型号的变压器油能否 混用?	148
128. 怎样简单鉴别变压器油的优劣?	150
129. 怎样取油样?	150
130. 变压器油有哪些试验项目?	151

131. 怎样进行变压器油电气强度试验?	153
132. 什么是有载调压变压器? 它有哪些优点?	155
133. 有载调压变压器有哪几种安装方式?	155
134. 什么是调容量变压器?	156
135. 怎样选择调容量变压器的容量?	157
136. 怎样进行调容量变压器换挡操作?	158
137. 安装调容量变压器有哪些要点?	158
138. 什么是干式变压器? 其性能如何?	159
139. SC 系列干式变压器的技术数据是怎样的?	160
140. SG3 系列干式变压器的技术数据是怎样的?	161
141. 怎样安装干式变压器?	162
142. 干式变压器的使用条件、温升和过载能力是怎样的?	163
143. 干式变压器投入运行前应进行哪些检查? 怎样进行试 运行?	164
144. 怎样检查和维护干式变压器?	165
145. 干式变压器怎样进行定期检查?	166
146. 干式变压器有哪些试验项目?	167
147. 怎样选用干式变压器信号温度计?	168

第 4 章

变压器的故障处理、检修与试验

170

148. 油浸式变压器有哪些常见故障? 怎样处理?	171
149. 干式变压器有哪些常见故障? 怎样处理?	172
150. 农用变压器损坏有哪些原因?	173
151. 怎样防止农用变压器损坏?	175
152. 变压器燃烧爆炸有哪些原因? 怎样处理?	176
153. 怎样根据气体继电器中的气体状况判别变压器故障?	177
154. 怎样根据变压器油中气体的成分含量判断变压器是否有 故障?	177
155. 变压器自动跳闸有哪些原因? 怎样处理?	178
156. 怎样判断高压熔丝熔断故障?	179

157. 怎样通过试验方法检查变压器故障?	179
158. 怎样对变压器进行小修?	181
159. 怎样对变压器进行大修?	182
160. 变压器吊芯检查的环境要求和技术条件是什么?	183
161. 如何改善环境条件以达到吊芯要求?	183
162. 为什么变压器芯子在空气中暴露的时间不宜过长? 若要 延长怎么办?	184
163. 怎样进行变压器吊芯工作?	185
164. 怎样处理变压器渗、漏油故障?	185
165. 如何采用 NSH 型变压器瞬间堵漏胶封堵渗、漏?	187
166. 常用堵漏用腻子有哪些?	187
167. 怎样维护和检修变压器套管?	188
168. 怎样修理变压器铁芯?	189
169. 常用热轧和冷轧硅钢片性能数据是怎样的?	190
170. 怎样选择电力变压器的磁通密度和电流密度?	191
171. 怎样选择整流变压器的磁通密度和电流密度?	193
172. 怎样焊接变压器绕组引出线?	194
173. 变压器常用绝缘材料有哪些?	195
174. 在哪些情况下变压器需进行干燥处理?	196
175. 变压器干燥处理有哪些基本要求?	196
176. 变压器线圈浸漆干燥处理工艺是怎样的?	197
177. 怎样干燥农用小型变压器?	199
178. 怎样用涡流干燥法干燥变压器?	200
179. 怎样用零序电流干燥法干燥变压器?	202
180. 怎样利用发电机零起升压干燥变压器?	202
181. 大修后的变压器应进行哪些试验?	204
182. 变压器性能额定数据允许偏差是多少?	204
183. 怎样判别单相变压器的极性?	205
184. 怎样判别三相变压器的联结组别?	206
185. 怎样测量变压器变比?	209

186. 怎样根据变压器绕组颜色判别绝缘老化程度?	211
187. 对变压器绝缘电阻有何要求?	211
188. 怎样测量变压器绝缘电阻?	211
189. 对变压器吸收比有何要求?	213
190. 对变压器介质损失角正切值 ($\tan\delta$) 有何要求?	213
191. 变压器绝缘电阻下降有哪些原因?	214
192. 造成变压器空载损耗和空载电流偏大有哪些原因?	215
193. 怎样测量绕组的直流电阻?	215
194. 怎样进行变压器耐压试验? 耐压试验标准是多少?	216

第5章

变压器附属设备

219

195. 怎样检查有载调压分接开关?	220
196. 怎样检查和维修无载调压分接开关?	221
197. 怎样操作无载调压分接开关?	222
198. 调压分接开关试验有哪些项目?	222
199. 有载调压分接开关挡位输出的表示有哪几种方式?	223
200. 有载调压分接开关与挡位显示器采用不同方式时如何 接线?	224
201. 有载调压分接开关有哪些常见故障? 怎样处理?	224
202. 无载调压分接开关有哪些常见故障? 怎样处理?	228
203. 怎样检修油枕?	228
204. 气体继电器有什么作用? 怎样安装?	229
205. 气体继电器误动作有哪些原因?	231
206. 气体继电器动作有哪些原因? 怎样处理?	232
207. 吸湿器和温度计有什么作用? 怎样安装?	232
208. 怎样使用和维护气体继电器和吸湿器?	233
209. 怎样安装信号温度计?	234

第6章

调压器与互感器

236

210. 怎样使用和维护接触式调压器?	237
---------------------------	-----

211. 接触式调压器有哪些常见故障? 怎样处理?	237
212. 怎样使用和维护感应式调压器?	238
213. 电动操作感应式调压器的控制线路是怎样的?	239
214. 交流稳压器有哪些常见故障? 怎样处理?	240
215. 怎样选择电压互感器?	242
216. 怎样安装电压、电流互感器?	243
217. 怎样使用和维护电压互感器?	244
218. 怎样使用和维护电流互感器?	245
219. 电压、电流互感器有哪些常见故障? 怎样处理?	246
220. 怎样判断电流互感器二次侧是否开路?	246
221. 怎样计算穿心式电流互感器的变流比?	247
222. 怎样对电压互感器进行大修? 大修后应做哪些试验?	248
223. 怎样对电流互感器进行大修? 大修后应做哪些试验?	249
224. 电压互感器有哪些试验项目?	249
225. 电流互感器有哪些试验项目?	252
226. 怎样预防电压互感器铁磁谐振过电压?	255
227. 铁磁谐振与单相接地故障有何区别?	255
228. 怎样干燥受潮的电流互感器?	256

第7章

电焊机

258

229. 怎样选择弧焊机?	259
230. 怎样计算弧焊机的电源容量?	259
231. 怎样计算电阻焊机的电源容量?	261
232. 怎样计算电焊机无功补偿容量?	261
233. 怎样选择交流弧焊机的开关、熔断器和导线?	262
234. 怎样选择直流弧焊机的开关、熔断器和导线?	264
235. 怎样选择硅整流弧焊机的开关、熔断器和导线?	266
236. 怎样使用和维护交流弧焊机?	266
237. 怎样使用和维护直流弧焊机?	268
238. 怎样使用和维护硅整流弧焊机?	269

239. 怎样用柴油机带动直流弧焊机焊接?	269
240. 交流弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	270
241. 直流弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	272
242. 硅整流弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	273
243. 交流弧焊机大修后应做哪些试验?	274
244. 半自动埋弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	274
245. 自动埋弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	275
246. 氩弧焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	277
247. CO ₂ 气体保护焊机有哪些常见故障? 怎样处理?	279
248. 怎样对遭水浸泡的电焊机进行清洁干燥处理?	281
249. 常用结构钢焊条有哪些牌号? 其用途如何?	282
250. 常用铝及铝合金焊丝有哪些牌号? 其用途如何?	284

第1章

变电所设计与运行

1. 城网建设与改造对变电工程有什么要求？

原电力部制定了 DL/T 599—1996《城市中低压配电网改造技术导则》，其中对变电工程有如下要求。

① 城市配电网的供电安全采用 $N-1$ 准则（又称单一故障安全准则），即

a. 高压变电所中失去任何一回进线或一组降压变压器时，必须保证向下一级配电网供电。

b. 高压配电网中的一条架空线或一条电缆，或变电所中的一组降压变压器发生故障停运时，在正常情况下，除故障段不停电，并不得发生电压过低和设备不允许的过负荷；在计划停运情况下，又发生故障停运时，允许部分停电，但应在规定时间内恢复供电。

c. 低压电网中的一台变压器或电网发生故障时，允许部分停电，并尽快将完好的区段在规定时间内切换至邻近电网恢复供电。

上述 $N-1$ 安全准则可通过选取电网和变电所的接线及设备运行率 T 达到。设备运行率为

$$T = \frac{\text{设备的实际最大负荷}(\text{kV} \cdot \text{A})}{\text{设备的额定容量}(\text{kV} \cdot \text{A})} \times 100\%$$

根据以上要求，供电可靠率要达到 99.9%。

② 高压线路一次建成，20 年基本不变；其他供电设备容量的选择也要考虑 10 年左右的发展余地，10kV 系统的短路电流应限制在 16kA 以下。

③ 配电变压器应坚持采用 S9 系列和 SH 系列非晶合金铁芯节能型变压器。杆上变压器的最大容量为 315kV·A，超过此容量时应另建小区配电室（有时也可与开闭所合一），必要时也可采用箱式变电站供电。

④ 为了使 10kV 电源深入负荷中心，并缓解变电站出线开关柜紧张的局面，应在配电网区域内负荷密集地段同步建设开闭所，在配电环网内建议采用环网负荷开关。

⑤ 配电室应采用两个不同电源的单环网结构，正常时开环运