

变电检修实用技术问答

(一次设备部分)

杨金伟 主编



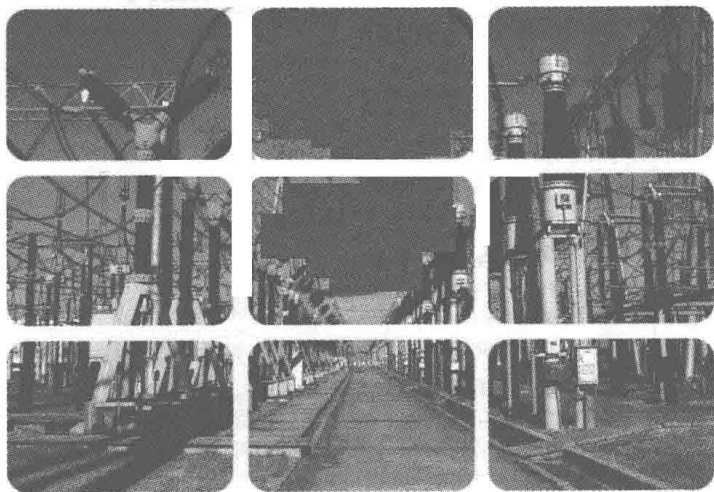
中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

变电检修实用技术问答

(一次设备部分)

杨金伟 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是变电检修技术问答系列图书中的第二本,全面介绍了变电检修一次设备的专业实用技术,主要包括变压器、断路器、隔离开关、GIS组合电器、开关柜、互感器、无功补偿设备、SF₆气体与SF₆设备等十二章内容。

本书按照最新国家标准和电力行业标准编写,内容丰富、实用性强,既可作为广大变电检修从业人员岗位学习、业务培训用书,也可作为企业变电检修专业的学习材料。

图书在版编目(CIP)数据

变电检修实用技术问答. 一次设备部分 / 杨金伟主编.
— 北京: 中国水利水电出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5170-5410-8

I. ①变… II. ①杨… III. ①变电所—检修—问题解答②变电所—一次设备—检修—问题解答 IV.
①TM63-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第113323号

书 名	变电检修实用技术问答 (一次设备部分) BIANDIAN JIANXIU SHIYONG JISHU WENDA (YICI SHEBEI BUFEN)
作 者	杨金伟 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	140mm×203mm 32开本 10.375印张 279千字
版 次	2017年5月第1版 2017年5月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	36.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

变电检修实用技术问答编委会

(一次设备部分)

编委会

主任	张晓华	岳宝强		
副主任	王鸣镛	钱士涛	孟庆阵	杨金伟
	刘学强	程海霞	李 静	张 刚
	徐学伟			
委员	邵长春	郭希军	刘长道	刘克东
	孙 鹏	陈 静	马 驰	赵佃强
	时春平	陈光伟	吴红伟	姜 楠
	李 峰			
主编	杨金伟			
参编	李春锐	类延民	顾凯旋	钟振东
	王洪富	刘成华	杨 鑫	王东阳
	杨 松	李静鹏	焦 伟	孙 伟
	徐 磊	李洪成	韩宝国	马 晓
	郑玉实	胡向峰	李 琦	庄乾祥
	吴乃昊睿	郭雅迈	盖 磊	魏茂钦

前 言

随着智能电网规模不断扩大，新设备、新产品、新技术、新材料的不断应用，对变电检修人员提出了更高要求。为了提升变电检修人员和技术管理人员的技术素养和管理水平，结合工作实际，编写了《变电检修实用技术问答》丛书，希望能够对学习培训和工作实践有所助益。

该丛书涵盖继电保护和电气试验以及一次设备两大部分内容，以问答的形式介绍了35~220kV变电检修技术，具有以下三个特点：一是内容新，除了按照最新国家标准和电力行业标准编写外，还介绍了大量新材料、新工艺、新技术、新原理；二是内容丰富齐全，包含了变电检修各专业工作基本内容，多而全；三是实用性强，由基础知识到技术应用，由基本概念到设备原理，从工艺技术到操作技能，简单易懂，针对性强。

本书由杨金伟任主编，参加编写的有李春锐、类延民、顾凯旋、钟振东、王洪富、刘成华等。在编写过程中得到了国网临沂供电公司各级领导和专业部室的帮助，在此表示衷心的感谢。

因编者专业水平有限，书中难免存在错误和不足之处，欢迎批评指正。

编者

2017年2月

目 录

前言

第一章 变压器	1
1. 什么是变压器?	1
2. 变压器的基本工作原理是什么?	1
3. 变压器如何进行分类?	1
4. 变压器额定电压、额定电压比、额定容量、额定电流的含义是什么?	2
5. 什么是变压器的空载运行和空载电流?	2
6. 什么是变压器的空载损耗?	3
7. 变压器的阻抗电压和负载损耗的含义是什么?	3
8. 变压器型号 SFPSZ-63000/110 的含义是什么?	3
9. 变压器的主要组成部件有哪些?	3
10. 变压器铁芯的作用是什么?	4
11. 变压器线圈的作用是什么?	4
12. 变压器油箱的作用是什么?	4
13. 变压器油的作用是什么?	4
14. 变压器储油柜的作用是什么?	5
15. 变压器套管的作用是什么? 有哪些要求?	5
16. 变压器冷却装置的作用是什么?	5
17. 变压器调压装置的作用是什么?	5
18. 变压器气体继电器的作用是什么?	6
19. 变压器压力释放阀的作用是什么?	6

20. 变压器油位计的作用是什么?	6
21. 变压器吸湿器的作用是什么?	6
22. 什么是变压器的引线? 它有什么作用?	7
23. 对变压器引线有哪些要求?	7
24. 变压器绕组温度计的工作原理是什么?	7
25. 63kV 及以上的变压器套管按结构可以分为几种?	7
26. 片式散热器有什么优点?	8
27. 变压器的冷却方式有哪几种?	8
28. 对变压器油箱的基本要求有哪些?	8
29. 什么是变压器的铜损和铁损?	8
30. 什么是变压器的不平衡电流?	9
31. 变压器连接组别的含义是什么?	9
32. 变压器铭牌上的 $\Delta/Y-11$ 的含义是什么?	9
33. 什么是变压器绕组的极性?	9
34. 变压器同名端和异名端的含义是什么?	10
35. 变压器的铁芯常采用什么材料制成?	10
36. 为什么变压器高压绕组都在低压绕组外面?	10
37. 变压器绕组浸漆的优缺点是什么?	10
38. 什么是变压器的涡流损耗?	11
39. 什么是变压器的磁滞损耗?	11
40. 变压器空载运行时的磁通是什么电流产生的? 主磁通和一次漏磁通有什么不同?	11
41. 三相组式变压器和三相芯式变压器在磁路结构 上有什么区别?	11
42. 为什么升压变压器高压侧额定电压要高于电网电压, 而降压变压器高压侧额定电压却等于电网 额定电压?	12
43. 为什么 110kV 及以上变压器在停电及送电前必须 将中性点接地?	12
44. 变压器中性点在什么情况下应装设保护装置?	12

45. 三绕组变压器停一侧, 其他两侧能否继续运行?	13
46. 什么是自动重合闸? 为什么电网中要采用自动重合闸?	13
47. 变压器合闸时为什么会有励磁涌流?	13
48. 变压器油箱内外结构件为什么要倒角并打磨光滑? ...	14
49. 变压器短路阻抗大小对变压器的制造和运行有哪些影响?	14
50. 变压器的阻抗电压在运行中有什么作用?	14
51. 什么是变压器的等值老化原则?	15
52. 为什么变压器在冬天的负载能力要强于夏天?	15
53. 变压器外壳为什么接地?	15
54. 变压器低压侧供电有几种供电方式? 有哪些优缺点?	15
55. 试述变压器的几种调压方法及其原理。	16
56. 变压器的分接头调整有几种方法? 各有哪些优缺点?	16
57. 变压器调压的接线方式按调压绕组的位置不同分为哪几类?	16
58. 为什么分接头要装在变压器的高压侧?	17
59. 有载分接开关的基本原理是什么?	17
60. 复合型有载分接开关的优点是什么?	17
61. 什么是正反向有载调压?	17
62. 有载分接开关的型号 ZY1-Ⅲ200/110A-±9 的含义是什么?	17
63. 有载分接开关快速机构的作用是什么?	18
64. 有载调压操作机构必须具备哪些基本功能?	18
65. 有载分接开关工作时必须满足的工作条件是什么? ...	18
66. 变压器充氮灭火装置的工作原理是什么?	18
67. 变压器充氮灭火装置的主要组成部件有哪些?	18
68. 变压器排油注氮保护装置应满足哪些条件?	19

69. 变压器排油注氮灭火装置的启动应满足哪些条件? ...	19
70. 什么是自耦变压器? 自耦变压器与普通变压器 有什么区别?	19
71. 分裂绕组变压器与双绕组变压器相比有哪些优点? ...	20
72. 什么是变压器的分列运行?	20
73. 什么是变压器的并列运行? 有哪些好处?	20
74. 变压器并列运行应满足哪些要求? 若不满足会出现 什么后果?	21
75. 变压器的发展方向如何?	21
76. 什么是气体绝缘变压器 (GIT)? 如何分类? 有什么 特点?	22
77. 什么是超导变压器? 有什么特点?	22
78. 为什么要规定变压器的允许温度?	23
79. 为什么要规定变压器的允许温升?	23
80. 对变压器外部结构件温升是如何规定的?	23
81. 为什么变压器上层油温不宜超过 85℃?	23
82. 变压器长时间在极限温度下运行有哪些危害?	24
83. 什么是变压器的六度法则?	24
84. 变压器在运行中温度不正常升高, 可能是由哪几种 原因造成的?	24
85. 怎样判断变压器的油温是否正常?	24
86. 变压器油温升高应当如何检查和处理?	24
87. 对变压器油的性能有哪些要求?	25
88. 对变压器油的技术有哪些要求?	25
89. 常用的变压器油有几种? 不同型号的油能否混合 使用?	26
90. 变压器油的牌号说明什么?	26
91. 在低温度环境中, 变压器油牌号使用不当, 会产生 什么后果?	26
92. 水分对变压器有什么危害?	26

93. 运行中的变压器油时间长了为什么会老化变质？ 有何影响？	26
94. 变压器油品氧化后的氧化产物对设备运行有哪些 危害？	27
95. 如何对变压器油质量进行外观简易鉴别？	27
96. 防止变压器绝缘油劣化的主要措施有哪些？	28
97. 如何判断变压器油面的真假？出现假油面的原因是 什么？	28
98. 变压器油位的变化与哪些因素有关？	29
99. 变压器油位显著升高或下降应如何处理？	29
100. 变压器在运行时，出现油面过高或有油从油枕中 溢出时，应如何处理？	29
101. 哪些原因会使变压器缺油？	30
102. 变压器运行中补油应注意哪些问题？	30
103. 运行中变压器取油样时应注意哪些事项？	30
104. 取油样分析发现油已劣化，应如何处理？	31
105. 绝缘油净化处理有哪几种方法？	31
106. 变压器哪些部位易造成漏油？	31
107. 变压器油箱密封性渗漏的原因有哪些？	31
108. 什么是变压器油箱的结构性渗漏？	32
109. 如何处理变压器油箱结构性渗漏？	32
110. 采用负压带油补焊有什么优点？	32
111. 变压器渗漏油缺陷如何处理？	32
112. 变压器油颗粒度超标的处理方法有哪些？	33
113. 为确保安装的法兰不渗漏油，对法兰和密封垫有 哪些要求？安装时注意哪些问题？	33
114. 变压器为什么能带油进行补焊？	33
115. 变压器油箱带油焊漏时如何防止火灾？	34
116. 220kV 及以上大容量变压器都采用什么方法进行 注油？为什么？	34

117. 变压器进行真空注油和热油循环的作用分别是什么？	34
118. 变压器器身暴露空气时间是如何规定的？	34
119. 简述变压器静放的原因及影响静放时间的因素。	34
120. 变压器储油柜安装后，注油时应注意哪些问题？	35
121. 简述 220kV 及以上的变压器真空注油的工艺过程。	35
122. 变压器噪声的主要来源是什么？	35
123. 变压器油箱降噪有哪些措施？	36
124. 运行中的变压器如何根据发出的声音判断运行情况？	36
125. 变压器发出异常音响的原因有哪些？	37
126. 变压器出现强烈而不均匀的噪声且振动很大，是什么原因？如何处理？	37
127. 什么是变压器过负荷？过负荷运行有几类？	37
128. 变压器能否长期过负荷运行？为什么？	38
129. 什么是变压器事故过负荷？	38
130. 变压器的正常过负荷和事故过负荷有什么规定？	38
131. 变压器过负荷运行时有哪些注意事项？	39
132. 变压器过负荷时应如何消除？	39
133. 变压器的绝缘是怎样划分的？变压器外绝缘、内绝缘、主绝缘、纵绝缘的含义是什么？	39
134. 变压器的内绝缘和主绝缘各包括哪些部位的绝缘？	40
135. 什么是分级绝缘？分级绝缘的变压器运行中要注意什么？	40
136. 变压器常用的 A 级绝缘材料有哪些？耐热温度是多少？	40
137. 怎样测量变压器的绝缘？好坏如何判断？	40
138. 变压器绝缘电阻降低的原因有哪些？	40

139. 为防止变压器绝缘事故, 在设计阶段应注意哪些问题?	41
140. 为防止变压器绝缘事故, 在基建阶段应注意的问题有哪些?	41
141. 为防止变压器绝缘事故, 在运行阶段应注意的问题有哪些?	43
142. 变压器铁芯及其金属结构件为什么必须接地? 为什么铁芯接地必须一点接地?	44
143. 为什么变压器铁芯及其他所有金属构件要可靠接地?	44
144. 铁芯多点接地的原因有哪些?	44
145. 如何预防变压器铁芯多点接地和短路故障?	45
146. 铁芯的绝缘包括哪些方面?	45
147. 变压器铁芯绝缘损坏会造成什么后果?	46
148. 变压器在运行中铁芯绝缘损坏的原因有哪些?	46
149. 变压器绕组的常见故障有哪些?	46
150. 油浸式变压器绕组损坏的原因有哪些?	46
151. 三相绕组的直流电阻不平衡的原因是什么?	47
152. 变压器套管在安装前应检查哪些项目?	47
153. 变压器在工厂试验时为什么要求将供货的套管装在变压器上进行试验?	47
154. 现场检修时引线包绝缘应注意哪些问题?	47
155. 变压器套管检修时对一次引流线及接线板有什么要求?	48
156. 变压器绝缘套管闪络的原因有哪些?	48
157. 防止油浸式变压器套管故障的措施有哪些?	48
158. 大型变压器引线的常见故障有哪些?	49
159. 防止变压器引线事故的措施有哪些?	49
160. 如何进行变压器升高座的检修?	50
161. 变压器风扇电机常见的故障有哪些?	50

162. 变压器冷却系统电源发生故障时允许运行时间是 如何规定的?	51
163. 变压器散热器检修时, 关键工艺质量要求有 哪些?	51
164. 变压器潜油泵更换时, 关键工艺质量要求有 哪些?	51
165. 变压器散热器风机更换时, 关键工艺质量要求有 哪些?	52
166. 变压器储油柜检修时, 安全注意事项有哪些?	52
167. 变压器胶囊式储油柜检修时, 关键工艺质量要求 有哪些?	53
168. 变压器隔膜式储油柜检修时, 关键工艺质量要求 有哪些?	54
169. 变压器金属波纹储油柜检修时, 关键工艺质量要求 有哪些?	54
170. 变压器指针式油温计更换时, 关键工艺质量要求有 哪些?	55
171. 变压器温度计更换时, 关键工艺质量要求有 哪些?	55
172. 变压器压力释放装置更换时, 关键工艺质量要求有 哪些?	56
173. 变压器突发压力继电器更换时, 关键工艺质量要求 有哪些?	56
174. 变压器二次端子箱检修时, 关键工艺质量要求有 哪些?	56
175. 变压器吸湿器堵塞会出现什么后果?	57
176. 引起吸湿器硅胶变色的原因有哪些?	57
177. 变压器吸湿器检修时, 关键工艺质量要求有 哪些?	57
178. 变压器瓦斯继电器的动作原理是什么?	58

179. 变压器气体继电器如何安装? 58
180. 新安装或大修后投入运行的变压器, 为什么有时
气体继电器会频繁动作? 如何处理? 58
181. 变压器轻瓦斯动作的原因是什么? 58
182. 变压器轻瓦斯保护动作发信号时应如何处理? 59
183. 变压器重瓦斯动作跳闸时应如何检查处理? 59
184. 运行中的变压器瓦斯保护, 当现场进行什么工作时,
重瓦斯保护应由跳闸位置改为信号位置运行? 59
185. 如何切换无载调压变压器的分接开关? 60
186. 变压器分接开关触头接触不良或有油垢会有什么
后果? 60
187. 如何检查变压器无励磁分接开关? 60
188. 无载调压变压器倒分接头时为什么要测量直流
电阻? 怎样测量? 应注意哪些安全事项? 60
189. 安装 DW 型无激磁分接开关时, 开关帽指针指示
不正, 应如何处理? 61
190. 变压器有载分接开关操作机构产生“连调”现象
的原因是什么? 61
191. 有载调压开关在运行中机械极限保护不起作用的
原因是什么? 怎样处理? 61
192. 有载分接开关电气寿命的技术要求有哪些? 62
193. 有载分接开关机械寿命的试验要求有哪些? 62
194. 有载调压变压器低压侧有电容器时应怎样调压? 63
195. 对变压器有载调压开关的动作次数有什么规定? 63
196. 什么情况下不允许调整有载调压变压器的
分接头? 63
197. 有载调压变压器分接开关的故障是由哪些原因造
成的? 63
198. 防止变压器分接开关事故的措施有哪些? 64

199. 变压器有载分接开关检修时有哪些安全注意事项?	64
200. 变压器有载分接开关电动机构箱检修时, 关键工艺质量要求有哪些?	64
201. 变压器有载分接开关切换开关或选择开关检修时, 关键工艺质量要求有哪些?	65
202. 变压器有载分接开关分接选择器、转换选择器检修时, 关键工艺质量要求有哪些?	65
203. 变压器有载分接开关在线净油装置检修时, 关键工艺质量要求有哪些?	66
204. 变压器无励磁分接开关检修时, 关键工艺质量要求有哪些?	66
205. MR 有载分接开关定期检修包括哪些工作内容?	67
206. 充气运输的变压器运到现场后, 有什么要求?	67
207. 110kV 及以上变压器的运输有什么要求?	67
208. 110kV 及以上变压器在运输过程中, 如果冲撞记录超标应如何处理?	68
209. 电压过高对运行中的变压器有哪些危害?	68
210. 防止变压器过电压事故的措施有哪些?	68
211. 什么是变压器的过励磁? 产生原因是什么? 有什么危害? 如何避免?	68
212. 变压器事故跳闸的处理原则是什么?	69
213. 防止变压器火灾可采取哪些措施?	70
214. 运行中的变压器着火如何处理?	70
215. 新装变压器投运前为何要做冲击试验?	70
216. 造成变压器不对称运行的原因有哪些?	71
217. 突然短路对变压器的危害有哪些?	71
218. 变压器在什么情况下应核相? 不核相会有什么后果?	71
219. 变压器进行局部放电测量的注意事项有哪些?	71

220. 备用变压器投入运行前应做哪些项目检查?	72
221. 如何对变压器进行整体密封性检查?	72
222. 运行中的变压器遇到什么情况时应停止运行?	72
223. 为什么变压器停送电操作的顺序相反?	72
224. 变压器停送电操作时,为什么中性点必须接地?	73
225. 什么是变压器的大修和小修?	73
226. 变压器的大修和小修周期是如何规定的?	73
227. 变压器的大修项目有哪些?	74
228. 变压器的小修项目有哪些?	74
229. 变压器大修前的准备工作有哪些?	75
230. 变压器大修现场条件及工艺要求是什么?	76
231. 在变压器大修中绕组检修的关键工艺质量要求有 哪些?	77
232. 在变压器大修中引线和绝缘支架检修的关键工艺 质量要求有哪些?	77
233. 在变压器大修中铁芯检修的关键工艺质量要求有 哪些?	78
234. 在变压器大修中油箱检修的关键工艺质量要求有 哪些?	78
235. 在变压器大修中散热器检修的关键工艺质量要求 有哪些?	79
236. 变压器本体起吊时的注意事项有哪些?	79
237. 变压器新安装或大修后,投入运行前应验收哪些 项目?	79
238. 变压器的正常巡视检查项目有哪些?	80
239. 变压器吊芯(罩)检修时的安全措施有哪些?	81
240. 变压器短路耐受能力应满足哪些要求?	81
241. 为防止变压器出口短路事故,应注意哪些问题?	82
242. 什么是变压器的例行试验?	83
243. 什么是变压器诊断性试验?	83

244. 什么是变压器的带电检测?	83
245. 什么是变压器的轮试?	83
246. 变压器停电例行试验延迟的条件是什么?	83
247. 变压器停电例行试验提前条件有哪些?	84
248. 变压器状态检修工作分为哪几类?	84
249. 变压器状态检修的策略是什么?	85
第二章 断路器	86
1. 什么是总行程?	86
2. 什么是超行程?	86
3. 什么是分闸速度?	86
4. 什么是触头刚分速度?	86
5. 什么是合闸时间?	86
6. 什么是自动重合闸时间?	86
7. 什么是截流过电压?	87
8. 断路器灭弧室的作用是什么? 灭弧方式有几种?	87
9. 什么是纵吹灭弧方式?	87
10. 什么是横吹灭弧方式?	87
11. 什么是强迫熄弧?	87
12. 什么是过零熄弧?	87
13. 什么是断路器的金属短接时间?	88
14. 什么是断路器自由脱扣?	88
15. 什么是断路器弹簧操动机构的防空合功能?	88
16. 什么是真空断路器的触头开距? 一般怎样选择?	88
17. 断路器的额定开断电流的含义是什么?	88
18. 断路器的额定短路关合电流的含义是什么?	88
19. 断路器的额定开断容量的含义是什么?	89
20. 真空断路器的基本机构组成有哪些?	89
21. 断路器状态怎样划分?	89
22. 高压断路器的分类有哪些?	89
23. 高压断路器的操动机构有哪几种?	89