

# 变电运行

## 现场技术问答

(第三版)

● 张全元 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 变电运行

(第三版)

# 现场技术问答

● 张全元 编著



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书通过问答的形式介绍了变电运行现场常见的技术问题及解决问题的简单方法。全书分为 28 章, 主要内容有: 变电运行常见的基础知识; 变电站一次设备的原理、性能、操作及运行规定; 典型继电保护及自动装置的原理、性能、操作、维护及运行规定等; 变电运行人员应该了解的输电线路及直流输电的相关知识; 变电站现场设备巡视、设备验收、倒闸操作及事故处理的内容及方法。本书的内容是编者多年现场工作的经验与总结, 实用性强。

本书不仅可作为电力系统及用户变电运行人员及技术管理人员的现场培训教材, 还可作为电力工作者及电力工程专业学生了解电力系统相关技术的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行现场技术问答/张全元编著. —3 版. —北京: 中国电力出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-5123-4015-2

I. ①变… II. ①张… III. ①变电所-电力系统运行-问题解答 IV. ①TM63-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020693 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

各地新华书店经售

\*

2003 年 7 月第一版

2013 年 2 月第三版 2013 年 2 月北京第二十二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 57.625 印张 1381 千字 1 插页

印数 95001—100000 册 定价 98.00 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

## 前 言

2012年10月,《变电运行现场技术问答》销售逾10万册。自2003年7月出版以来,《变电运行现场技术问答》受到了电力系统及用户变电运行人员及相关管理人员的欢迎,并在2006年10月国家电网公司举行的首届变电运行技能竞赛中指定为参考书。本书曾在2009年改版,在修编完第二版后,一个偶然的的机会,作者有幸走向社会,为电力行业及其广大的用户进行授课。三年来,在全国各地授课场次达60多,有3000多名学员参加了培训。在教学期间,作者虚心听取学员对本书的意见,不断收集学员在工作中所遇到的问题,深入到设备制造厂家、大型厂矿、码头、偏远的水电站等企业,了解设备的制造工艺过程,新设备、新技术的发展动向,设备在现场的运行情况。《变电运行现场技术问答》的第三次改版,在结构上更合理,在知识的层面上更完善,在运用上更广泛,充分体现了新技术、新材料、新设备、新工艺和新方法。在修编第三版时,作者始终立足于为广大的读者奉献一本“变电运行字典”、一本“变电运行工具书”,一本“指导现场运行人员工作的作业指导书”。

本书改版后作了如下修订:

(1) 结构调整。第二版全书共七章,其一次设备、二次设备和现场知识各为一章。修编后全书共28章,将第二版的一次设备、二次设备和现场按照设备类型进行分章,将原第六章现场知识分成四章,即设备巡视、设备验收、倒闸操作和事故处理。这样更方便读者进行查阅。

(2) 保留了第二版的第一章基础知识、第四章输电线路、第五章直流输电,删除了第七章安全知识。

(3) 增加了串联电容器补偿装置、消弧线圈、站用电和智能变电站合并单元、智能接口和测控装置四章。

(4) 为了使读者进一步了解设备的内部结构和新设备知识,在附录六和附录七章增加了一次设备本体结构和一次设备内部结构的彩色图片。

(5) 对读者提出的第二版中各类典型保护的引入类型过多的意见,本次修编本着对每个元件(或线路)的保护精简到两个类型。

(6) 本次修编所用到的一次设备标准都是以最新标准为准。在元件(线路)继电保护章节开始按照GB/T 14285—2006《继电保护和安全自动装置技术规程》增加了保护的配置原则。

(7) 在一次设备各章中，作者将在制造厂家所收集和学习到的有关新设备和技术写进了本书。并将一次设备的各种制造工艺写进了本书，为读者了解设备的制造过程，特别是在订货和监造的过程中提供帮助。

(8) 在编写第二版的过程中主要考虑的是电力系统读者对象，本次修编既考虑了电力系统的读者使用，也考虑了用户的读者使用。

(9) 第一章基础知识中作了进一步的完善。

(10) 删除了已经淘汰和趋于淘汰的设备。

(11) 为了方便读者快捷、准确进行查找，修编后设总目录和分目录。

本书共 28 章，包括基础知识、变电站一次设备、继电保护和自动装置、设备巡视、倒闸操作、事故处理、输电线路、直流输电等内容。

本书采用“一问一答”的形式，通俗易懂、简明扼要、由浅入深，容易被现场人员接受，并将一些好的学习方法传授给读者，使读者既能学到知识，又掌握了学习方法。

本书涉及的知识面较广，实用性较强，不仅可作为电力系统及用户变电运行值班人员以及变电运行技术管理人员的现场培训教材，还可作为电力工程类的本科和专科院校现场技能学习的参考书。

全书由湖北超高压输变电公司张全元编写，由齐齐哈尔电力培训中心李洪波、湖北超高压输变电公司陈元建、冀北电力有限公司管理培训中心赵连政审核，第六章直流输电引用了赵皖君《高压直流输电工程技术》的相关概念。

本书在修编的过程中，得到了西安西电集团总公司、特变电工衡阳变压器有限公司、特变电工新疆变压器有限公司、南瑞继保电气有限公司、许继电气股份有限公司的大力支持；在长期的教材编写和教学实践中得到了继电保护专家景敏慧先生的指点和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

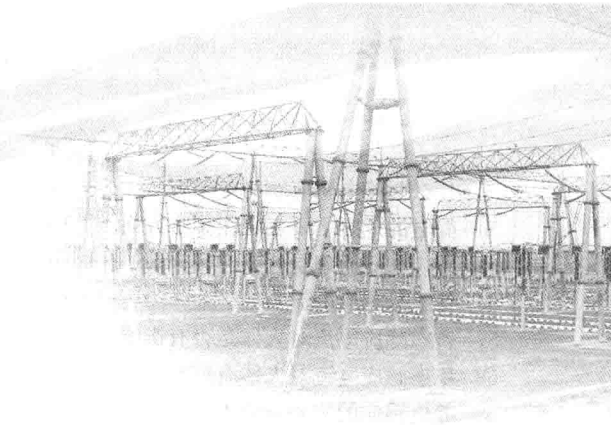
在编写本书时，参考了大量的相关书籍，在此对原作者表示深深的谢意！

由于经验和理论水平所限，书中难免出现错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

**编者**

2012 年 8 月 8 日





## 目 录

### 前言

### 第一章 基础知识

1. 什么叫电路? .....	1	26. 什么叫相电压、相电流、线电压、 线电流? .....	5
2. 什么叫线性电路? .....	1	27. 什么叫向量? .....	5
3. 什么叫非线性电路? .....	1	28. 什么是相量? 什么是相量图? .....	5
4. 输电线路的参数有哪些? .....	1	29. 什么是对称分量法? .....	5
5. 什么叫电流? 什么叫电流强度? .....	1	30. 什么是正序分量、负序分量、 零序分量? .....	5
6. 什么叫电位? 什么叫电压? .....	1	31. 什么叫磁路? .....	5
7. 什么是对地电压? .....	2	32. 什么叫磁场、磁感应强度? .....	5
8. 什么叫电阻和电阻率? .....	2	33. 什么叫磁力线? .....	6
9. 什么叫电导和电导率? .....	2	34. 什么叫磁通? 什么叫磁通密度? .....	6
10. 什么叫电动势? .....	2	35. 什么叫磁场强度? .....	6
11. 什么叫恒压源? 它有何特点? .....	2	36. 什么叫磁通势? .....	6
12. 什么叫恒流源? 它有何特点? .....	2	37. 什么叫磁阻? .....	6
13. 什么叫自感和互感? .....	2	38. 什么叫导磁率? .....	6
14. 什么叫电感? 什么叫电容? .....	3	39. 什么叫电磁力? .....	6
15. 什么是感抗? 什么是容抗? 什么是阻抗? .....	3	40. 什么叫涡流? .....	6
16. 什么叫直流电流? 什么叫交流 电流? .....	3	41. 什么叫剩磁? .....	6
17. 什么是正弦电流? 什么是非 正弦电流? .....	3	42. 什么叫磁畴? .....	6
18. 什么是三相电路? .....	3	43. 磁畴有哪些特点? .....	7
19. 什么叫频率? 什么叫周期? .....	3	44. 铁磁物质有哪些特点? .....	7
20. 正弦量的三要素是什么? 各指 什么含义? .....	4	45. 什么是磁滞回线? .....	7
21. 什么叫相位差? .....	4	46. 什么是基本磁化曲线? .....	7
22. 什么叫平均值? 什么叫有效值? .....	4	47. 什么叫磁滞损耗? .....	7
23. 什么叫功率、有功功率、无功 功率、视在功率和电能? .....	4	48. 什么叫电场? 什么叫电场强度? .....	8
24. 什么叫功率因数? .....	4	49. 什么叫静电场? .....	8
25. 什么是自然功率因数? .....	5	50. 什么是电力线? .....	8
		51. 高压设备地面的最大场强 $E_m$ 大约在什么范围? .....	8
		52. 电场影响的标准如何? .....	8

53. 什么叫静电感应? .....	8	90. 什么是地网? .....	14
54. 静电的危害主要表现在哪些方面? .....	8	91. 什么是接地电阻? .....	14
55. 感应电压原理是什么? .....	8	92. 什么是尖端放电? .....	14
56. 什么是感应电流? .....	9	93. 什么叫电击? .....	14
57. 暂态感应电流对人体是否有影响? .....	9	94. 什么叫暂态电击? 什么叫稳态电击? .....	14
58. 稳态感应电流对人体有何影响? .....	9	95. 什么叫谐振? .....	15
59. 静电感应的主要影响因素有哪些? .....	10	96. 什么叫线性谐振? .....	15
60. 什么是电磁兼容? .....	10	97. 什么叫非线性谐振? .....	15
61. 什么是电磁危险影响? .....	10	98. 什么叫串联谐振? 串联谐振的特点是什么? .....	15
62. 什么是电磁污染? .....	10	99. 什么叫并联谐振? 并联谐振的特点是什么? .....	15
63. 什么是导体、绝缘体、半导体? .....	11	100. 什么是电平? .....	16
64. 什么叫电磁感应? .....	11	101. 什么叫电磁干扰? 电磁干扰有何危害? .....	16
65. 什么叫热电效应? .....	11	102. 什么叫电晕? 它有何危害? .....	16
66. 什么叫光电效应? .....	11	103. 电晕有哪几种现象? .....	16
67. 什么是中性点位移? .....	11	104. 怎样避免送电线路路上发生电晕? .....	17
68. 接地的基本概念有哪些? .....	11	105. 什么是电晕干扰? .....	17
69. 电气接地的作用有哪些? .....	11	106. 什么是电晕损耗? .....	17
70. 电气接地的种类有哪些? .....	11	107. 什么是电气设备的额定值? .....	17
71. 什么是工作接地? .....	12	108. 什么是用电设备的效率? .....	17
72. 电力系统中的工作接地有哪些? .....	12	109. 什么叫自然功率? .....	17
73. 工作接地作用有哪些? .....	12	110. 什么是线路的充电功率? .....	18
74. 什么是保护接地? .....	12	111. 什么是输电功率? .....	18
75. 保护接地的作用是什么? .....	12	112. 什么是输电容量? .....	18
76. 什么是保护接零? .....	12	113. 什么叫电力系统? .....	18
77. 电气设备外壳接零有什么作用? .....	12	114. 电力系统的任务是什么? .....	18
78. 为什么接零系统中电气设备的金属外壳在正常情况下有时也会带电? .....	13	115. 电力系统的功能是什么? .....	18
79. 什么是防雷接地? .....	13	116. 电力系统具有哪些特点? .....	18
80. 什么是重复接地? .....	13	117. 什么叫动力系统? .....	19
81. 重复接地的作用有哪些? .....	13	118. 电力工业生产的特点是什么? .....	19
82. 什么叫屏蔽? 静电屏蔽的作用是什么? .....	13	119. 对电力系统运行的基本要求有哪些? .....	20
83. 什么是屏蔽接地? .....	13	120. 什么叫电力网? 什么叫区域性电力网? 什么叫地方电力网? .....	20
84. 什么是防静电接地? .....	13	121. 输电网分为哪几部分? .....	20
85. 什么是中性点? 什么是零点? 什么是中性线? 什么是零线? .....	13	122. 目前电网中有哪几种发电形式? .....	21
86. 中性点与零点、零线有何区别? .....	14	123. 区域电网互联的意义与作用是什么? .....	21
87. 什么是接地线、接地体和接地装置? .....	14	124. 电网经济运行包括哪些内容? .....	21
88. 什么是接地电流? 什么是接地短路电流? .....	14	125. 什么是电网的并列运行? .....	21
89. 正常接地分为哪两大类? 其接地方式分别有哪些? .....	14	126. 什么是电网合环运行? 电网合环	

运行有什么好处? .....	21	160. 配电网的电压等级如何规定? .....	26
127. 电网合环运行应具备的条件有 哪些? .....	21	161. 什么是配电系统? .....	26
128. 电网的短路电流水平包括哪些 因素? 如何对其进行分析? .....	21	162. 500kV 超高压系统有何特点? .....	26
129. 为什么要进行电网的互联? .....	22	163. 什么是负荷? 什么是负荷曲线? .....	27
130. 全国联网的作用和优越性有 哪些? .....	22	164. 什么是高峰定点负荷率、月平均 日负荷率、日负荷率和最小负 荷率? .....	27
131. 电网损耗包括哪些? .....	22	165. 什么是用电负荷? .....	28
132. 什么是电网的可变损耗和固定 损耗? .....	22	166. 什么是用电负荷率? .....	28
133. 什么是无穷大容量电力系统? .....	23	167. 什么是用电负荷曲线? .....	28
134. 什么是电网的备用容量? 备用 容量意义何在? .....	23	168. 从安全角度来看, 工业企业的 电力负荷分为几类? .....	28
135. 电网备用容量设置目标和标准 如何? .....	23	169. 什么是一次设备? 什么是二 次设备? .....	28
136. 什么是电网调峰? 其影响因素 有哪些? .....	23	170. 什么是一次回路? 什么是二 次回路? .....	28
137. 什么是调度操作术语? .....	24	171. 一次设备可分为哪些类型? .....	29
138. 什么是调度指令? .....	24	172. 变电站主设备包括哪些? .....	29
139. 什么是调度许可? .....	24	173. 变电站主要辅助设备是指哪些 设备? .....	29
140. 什么是强送电? .....	24	174. 配电装置由哪些部分组成? .....	29
141. 什么是电力系统黑启动? .....	24	175. 配电装置有哪些类型? .....	29
142. 什么是火力发电厂? .....	24	176. 电力系统的负荷分几类? .....	29
143. 什么是水力发电? .....	24	177. 电力系统电压与频率特性的区别 是什么? .....	29
144. 什么是水电站? .....	25	178. 电力系统频率与电压之间的关系 如何? .....	30
145. 什么是风电场? .....	25	179. 何谓发电机电频率及电力系统 频率? .....	30
146. 什么是核电厂? .....	25	180. 什么是电力系统电压监测点与 中枢点? 电压中枢点一般如何 选择? .....	30
147. 核电厂由哪几部分组成? .....	25	181. 电网电压监测点的设置原则是 什么? .....	30
148. 什么是核辐射? .....	25	182. 影响系统电压的因素是什么? .....	31
149. 什么是核能? .....	25	183. 电力系统的运行电压水平取决 于什么因素? .....	31
150. 什么是核燃料? .....	25	184. 为什么电力系统要规定标准 电压等级? .....	31
151. 什么是核事故? .....	25	185. 为什么要采用高压输电低压 配电? .....	31
152. 什么是太阳能? .....	25	186. 为什么要升高电压来进行远 距离输电? .....	31
153. 什么是太阳光发电? .....	25	187. 电力系统中有哪哪些无功电源? .....	31
154. 什么是太阳热发电? .....	25		
155. 什么是自备电厂? .....	25		
156. 什么是变电站? 变电站在电网中 的作用是什么? .....	26		
157. 什么是枢纽变电站? 什么是 中间变电站? 什么是终端变 电站? .....	26		
158. 什么是配电所? .....	26		
159. 什么是配电网? .....	26		



188. 什么是电力系统的功率平衡? 为什么在任何时候都要保持 电力系统的功率平衡? .....	31	214. 与线损管理和线损指标有关的 小指标有哪几种? .....	36
189. 电力系统中有哪些调压措施? .....	32	215. 降低线损的具体措施有哪些? .....	36
190. 什么是逆调压? 什么是顺调压? 什么是恒调压? .....	32	216. 什么是电能损耗? .....	36
191. 什么是电压稳定? .....	32	217. 什么是电能质量? .....	36
192. 电压稳定的准则是什么? .....	32	218. 什么是电能平衡? .....	36
193. 在电力系统中由电压稳定而造成 的系统电压崩溃的因素有 哪些? .....	32	219. 什么叫电压损耗? 什么叫电压降落? 什么叫电压偏移? .....	36
194. 电压稳定分为哪两类? .....	32	220. 何谓电磁环网? 其有何特点? .....	37
195. 电力系统如何调整频率? .....	33	221. 什么是过渡过程? 产生过渡过程 的原因是什么? .....	37
196. 电力系统低频率运行有些什么 危害? .....	33	222. 电力系统有哪些大扰动? .....	37
197. 什么叫谐波? .....	33	223. 什么是电力系统的稳定运行? 电力系统稳定共分几类? .....	37
198. 谐波是如何定义的? .....	33	224. 各类稳定的具体含义是什么? .....	38
199. 谐波的次数是如何定义的? .....	33	225. 保证和提高电力系统静态稳定 的措施有哪些? .....	38
200. 电力系统谐波产生的原因有 哪些? .....	33	226. 提高电力系统暂态稳定性的 措施有哪些? .....	38
201. 电力系统谐波有哪些危害? .....	34	227. 什么是电气设备的动稳定? .....	39
202. 谐波会对哪些电力设备造成 影响? .....	34	228. 什么是电气设备的热稳定? .....	39
203. 谐波对电网会造成什么样的 影响? .....	34	229. 电力系统正常及异常运行有哪 几种状态? .....	39
204. 谐波对电容器组会造成什么 样的影响? .....	34	230. 什么是电力系统的运行方式? .....	40
205. 谐波对变压器和旋转电机 会造成什么样的影响? .....	35	231. 什么是正常运行方式、事故后 运行方式和特殊运行方式? .....	40
206. 谐波对断路器会造成什么样的 影响? .....	35	232. 何谓最大运行方式? 何谓最 小运行方式? .....	40
207. 谐波对电压互感器和消弧线圈 会造成什么样的影响? .....	35	233. 电气设备有几种状态? .....	41
208. 谐波对继电保护会造成什么样的 影响? .....	35	234. 何谓热备用状态、冷备用状态 和检修状态? .....	41
209. 限制电网谐波的主要措施有 哪些? .....	35	235. 什么是明备用? 什么是暗备用? .....	41
210. 什么是滤波器? .....	35	236. 什么是大修? 什么是小修? 什么是临时检修? 什么是 事故检修? .....	41
211. 电能经过电网传输为什么会产生 损耗? .....	35	237. 什么是设备状态检修? .....	41
212. 什么叫线损? 什么叫线损率? 什么叫统计线损? .....	36	238. 电力系统中性点各种接地方式 如何? .....	41
213. 线损由哪几部分组成? 其种类 是如何划分的? .....	36	239. 什么是大电流接地系统? 什么是 小电流接地系统? 它们的划分 标准是什么? .....	41
		240. 110kV 及以上电压等级电网为 什么要采用大电流接地系统? .....	42
		241. 电力系统中性点不接地的特点	

有哪些? .....	42	276. 电力系统常用的光缆有哪几种? .....	48
242. 电力系统中性点直接接地的特点有哪些? .....	42	277. 什么是光纤复合电缆? .....	48
243. 什么叫电弧? 电弧是如何产生的? .....	43	278. 什么是光纤复合架空地线(OPGW)? .....	48
244. 交流电弧有何特点? .....	43	279. 何谓光纤通信? .....	48
245. 什么是介质损耗? .....	43	280. 简述光纤通信的工作原理。 .....	49
246. 什么叫泄漏电流? .....	43	281. 光纤通信有何特点? .....	49
247. 什么是直流泄漏电流? .....	43	282. 通信设备的接地有哪几种? .....	49
248. 什么是局部放电在电荷载? .....	43	283. 通信电源直流蓄电池正极为为什么要接地? .....	50
249. 什么叫绝缘材料? .....	43	284. 发电厂、变电站的环境保护指的是什么? .....	50
250. 绝缘材料的电气性能主要包括哪三类? .....	44	285. 什么是电力系统序参数? 零序参数有何特点? 零序参数与变压器联结组别、中性点接地方式、输电线路架空线、相邻平行线路有何关系? .....	50
251. 什么叫绝缘电阻? .....	44	286. 什么是金属性接地故障? .....	51
252. 为什么要进行绝缘预防性试验? .....	44	287. 什么是阻抗接地故障? .....	51
253. 绝缘预防性试验可分为几类? 各有什么特点? .....	44	288. 什么是电弧接地故障? .....	51
254. 为什么要测量电气设备的绝缘电阻? .....	44	289. 电路的工作状态有几种? .....	51
255. 电力系统通信网的任务和功能是什么? .....	44	290. 电力系统故障类型有哪些? .....	51
256. 电力系统通信信息有几大类? .....	44	291. 什么叫短路? 什么叫对称短路? 什么叫不对称短路? .....	51
257. 什么是远动? 什么是远动监视? .....	45	292. 电力系统发生短路的主要原因有哪些? .....	52
258. 远动设备包括哪些内容? .....	45	293. 电力系统发生短路有哪些现象? .....	52
259. 电力系统遥测、遥信、遥控、遥调的含义是什么? .....	45	294. 电力系统发生短路的后果有哪些? .....	52
260. 什么是遥信信息? 什么是遥控信息? .....	45	295. 中性点直接接地系统和中性点不接地系统的短路各有什么特点? .....	52
261. 什么是远方终端(RTU)? .....	45	296. 不接地系统发生单相接地的特点有哪些? .....	52
262. 什么叫事故追忆? .....	46	297. 不接地系统发生单相接地有何后果? .....	53
263. 电力系统采用较多的通信方式有哪些? .....	46	298. 大电流接地系统单相接地短路的特点有哪些? .....	53
264. 什么是波长? .....	46	299. 两相短路的基本特点有哪些? .....	53
265. 什么是波导? .....	46	300. 两相接地短路的特点有哪些? .....	53
266. 什么是微波通信? .....	46	301. 电力系统三相对称性短路的特点有哪些? .....	54
267. 电力载波通信由哪几部分组成? .....	46	302. 什么情况下单相接地电流大于三相短路电流? .....	54
268. 电力线载波通信有哪些特点? .....	47		
269. 何谓绝缘地线载波通信? .....	47		
270. 绝缘地线载波通信有何特点? .....	47		
271. 什么是光纤? .....	47		
272. 光纤是如何分类的? .....	47		
273. 什么是光缆? .....	48		
274. 光缆的结构如何? .....	48		
275. 光缆的类型有哪些? .....	48		

303. 电力系统限制短路电流的措施有哪些? .....	54	典型方式? 有何优点和基本 要求? .....	58
304. 断相后的特点有哪些? .....	54	325. 什么叫直流系统? 直流系统在 变电站中起什么作用? .....	59
305. 电网的短路电流水平包括哪些 因素? 如何对其进行分析? .....	54	326. 什么是 UPS? UPS 的作用是 什么? .....	59
306. 什么叫不对称运行? 其产生的 原因及影响是什么? .....	55	327. 为什么要核相? 哪些情况 下要核相? .....	59
307. 什么是不对称负荷? .....	56	328. 什么是电气安全距离? .....	59
308. 什么是非全相运行? .....	56	329. 什么是供电合同? .....	59
309. 断路器的重击穿性能指的是 什么? .....	56	330. 什么是供电点? .....	59
310. 恢复电压工作原理是什么? .....	56	331. 什么是供电电源? .....	60
311. 什么是近区故障? .....	56	332. 什么是供电方案? .....	60
312. 电力系统失步的条件有哪些? .....	56	333. 什么是供电方式? .....	60
313. 什么是解列? .....	57	334. 什么是供电成本? .....	60
314. 什么是系统解列? .....	57	335. 什么是供电质量? .....	60
315. 什么是电缆? .....	57	336. 什么是供电量? .....	61
316. 什么是电缆金属套? .....	57	337. 什么是供电协议? .....	61
317. 什么是电缆铠装? .....	57	338. 什么是红外测试诊断技术? .....	61
318. 什么是电缆终端? .....	57	339. 什么是红外光谱分析? .....	61
319. 什么是电缆头? .....	57	340. 什么是红外热成像仪? .....	61
320. 电缆线路的接地是怎样的? .....	57	341. 什么是红外测温? .....	61
321. 常用的电力电缆有哪几种形式? .....	57	342. 什么是空气间隙? .....	62
322. 什么是熔断器? .....	57	343. 什么是年漏气率? .....	62
323. 熔断器的类型有哪些? .....	57	344. 什么是交流接触器? .....	62
324. 备用电源自动投入装置有哪几种		345. 什么是晶闸管? .....	62

## 第二章 变压器

63

一、基础知识 .....	63	10. 对于远距离输电, 为什么升压 变压器接成 Dy 型, 降压变压器 接成 Yd 型? .....	67
1. 变压器的学习内容有哪些? .....	63	11. 三相变压器绕组为什么通常不作 Yy 连接? .....	68
2. 什么是变压器? .....	63	12. 为什么大容量三相变压器的一次 或二次总有一侧接成三角形? .....	68
3. 变压器在电力系统中的主要作用 是什么? .....	63	13. 电力系统在哪些情况下会产生 涌流? .....	68
4. 变压器的基本工作原理是什么? .....	63	14. 什么是变压器的励磁涌流? .....	68
5. 变压器如何分类? .....	63	15. 产生励磁涌流的原因是什么? .....	68
6. 变压器主要技术参数的含义 是什么? .....	64	16. 试分析励磁涌流的形成过程是 怎样的? .....	68
7. 变压器型号及其含义是什么? .....	65	17. 励磁涌流如何衰减? .....	70
8. 什么叫变压器的接线组别? 常用的有哪几种? .....	66	18. 励磁涌流的特点有哪些? .....	70
9. 如何计算不同电压等级电力系统 的变压器接线组别? .....	67		

19. 励磁涌流中直流分量和谐波分量的特征如何? .....	70	同时接地? .....	79
20. 分析励磁涌流特点的目的是什么? ...	71	45. 铁芯接地的结构一般有哪几种? .....	79
21. 影响励磁涌流大小和持续时间		46. 怎样选择电力变压器硅钢片的磁通密度? .....	80
的因素有哪些? .....	71	47. 变压器的铁芯为什么必须夹紧? 常用的夹紧措施有哪几种? .....	80
22. 励磁涌流的危害有哪些? .....	71	48. 变压器铁芯的夹紧为什么要采用绑扎结构? .....	81
23. 什么是并联运行变压器的合应励磁涌流? .....	71	49. 铁芯为什么要绝缘? .....	81
24. 剩磁对变压器的影响有哪些? .....	72	50. 硅钢片表面为什么要涂绝缘油漆? 要求如何? .....	81
25. 什么是变压器的过励磁? 引起变压器过励磁的原因是什么? 过励磁对变压器有何危害? .....	72	51. 变压器在运行中铁芯局部过热的原因是什么? .....	82
26. 变压器有哪些损耗? .....	72	52. 铁芯的散热形式主要有哪两种? .....	82
27. 变压器的阻抗电压在运行中有什么作用? .....	73	53. 三相变压器的磁路系统有什么特点? .....	82
28. 变压器短路阻抗 $Z_k\%$ 的大小对变压器运行性能有什么影响? .....	74	54. 大型三相式变压器为什么要采用三相五铁芯柱结构? .....	82
29. 变压器中性点接地方式是依据什么决定的? .....	74	55. 什么是变压器的主磁通? 主磁通的特点有哪些? .....	82
30. 正常运行时变压器中性点有没有电压? .....	74	56. 什么是变压器的漏磁通? 漏磁通的特点有哪些? .....	83
31. 有些变压器的中性点为何要装避雷器? .....	74	57. 理想化和实际的双绕组变压器漏磁场分布如何? .....	83
32. 两台变压器并列运行的条件是什么? .....	74	58. 双绕组变压器漏磁分布的特点有哪些? .....	84
33. 变压器若不满足条件而并列运行会出现什么后果? .....	75	59. 漏磁通对变压器运行有哪些影响? .....	84
34. 两台变压器并列运行时, 其容量比为什么不得大于 3? .....	75	60. 大型变压器铁芯为什么要增加磁屏蔽? .....	84
<b>二、变压器的结构</b> .....	75	61. 变压器电、磁屏蔽的原理如何? .....	84
35. 变压器由哪几部分组成? .....	75	62. 变压器的磁屏蔽措施如何? .....	84
36. 变压器铁芯的作用是什么? .....	75	63. 变压器电屏蔽措施如何? .....	85
37. 变压器铁芯如何分类? .....	75	64. 变压器油箱的磁屏蔽形式如何? .....	85
38. 变压器铁芯主要由哪几个部分组成? .....	77	65. 使用磁屏蔽时要注意什么? .....	85
39. 变压器铁芯的硅钢片有哪两种? .....	77	66. 什么是绕组? .....	85
40. 从材质上分析冷轧硅钢片有哪些特点? .....	77	67. 绕组的作用是什么? .....	85
41. 什么是硅钢片的磁饱和现象? .....	79	68. 变压器绕组如何分类? .....	85
42. 从性能上分析冷轧硅钢片有哪些特点? .....	79	69. 什么是绕组的完全换位、标准换位和特殊换位? .....	86
43. 变压器的铁芯为什么要接地? 接地时应注意什么? .....	79	70. 对绕组的绝缘材料有何要求? .....	86
44. 为什么变压器的铁芯与外壳要		71. 大电流变压器的绕组为什么要采用多股导线并联绕制? 并联绕制时导线为什么	

进行换位? .....	86	103. 变压器安全装置的作用 是什么? .....	95
72. 变压器在制造过程中哪些因素 会引起绕组饼间或匝间击穿? .....	86	104. 压力释放阀的工作原理如何? .....	96
73. 为什么降压变压器的低压绕组 在里边,而高压绕组在外边? .....	87	105. 压力释放阀由哪几部分组成? .....	96
74. 为什么变压器绕组要进行干燥 处理? .....	87	106. 变压器压力释放装置的基本 配置原则如何? .....	96
75. 什么是变压器的绝缘水平? .....	87	107. 变压器为什么必须进行冷却? .....	96
76. 什么是变压器的全绝缘? .....	87	108. 变压器冷却器的作用是什么? .....	96
77. 什么是变压器的分级绝缘? .....	87	109. 变压器的冷却方式有哪几种? .....	97
78. 变压器的绝缘如何分类? .....	87	110. 强迫油循环风冷变压器冷却器由 哪些主要元件组成? .....	97
79. 变压器内部主要绝缘材料有哪些? .....	88	111. 主变压器冷却器组控制小开关 有几个位置?各代表什么意义? .....	97
80. 绝缘材料的等级如何分类? .....	89	112. 怎样判断主变压器冷却器工作 正常? .....	97
81. 变压器温度与使用寿命关系如何? .....	89	113. 正常运行中一组冷却器故障, 备用冷却器怎样自动投入? .....	97
82. 什么叫绝缘老化?什么是绝缘 寿命六度法则? .....	89	114. 正常运行中辅助冷却器怎样 自动投退? .....	98
83. 油在变压器中起什么作用? .....	89	115. 主变压器冷却器投入组数有 什么规定? .....	98
84. 变压器油的物理和化学性能 有哪些? .....	89	116. 变压器冷却系统的投切原则 是什么? .....	98
85. 变压器油的电气化学性能有哪些? .....	90	117. 开启强迫油循环水冷却器应 注意什么? .....	98
86. 变压器油为什么要进行过滤? .....	91	118. 强油风冷冷却器动力电源如何 工作? .....	98
87. 变压器油是完全封闭还是与 大气相通? .....	91	119. 强迫油循环冷却的变压器在进行 冷却电源切换试验时,为什么 不宜全部冷却器组在运行状态? .....	98
88. 变压器油在运行中为何会劣化? 有何后果? .....	91	120. 开启主变压器冷却器的过程 如何? .....	98
89. 防止变压器油老化的措施有哪些? .....	91	121. 强迫油循环变压器的冷却器停了 油泵为什么不准继续运行? .....	98
90. 什么是变压器油流带电? 有何危害? .....	91	122. 新投运的变压器对启动冷却器 有哪些要求? .....	99
91. 变压器的辅助设备有哪些? .....	92	123. 变压器绝缘套管的作用是什么? 对变压器绝缘套管有哪些 要求? .....	99
92. 变压器油箱的作用是什么? .....	92	124. 变压器套管由哪几部分组成? .....	99
93. 常见的变压器油箱有几种类型? .....	92	125. 变压器套管如何分类? .....	99
94. 变压器油箱应具备哪些要求? .....	92	126. 油纸电容式末屏上引出的小套管 有什么用途?运行中为什么 要接地? .....	100
95. 变压器储油柜的工作原理如何? .....	93		
96. 胶囊袋的作用是什么?胶囊式 储油柜的工作原理如何? .....	93		
97. 胶囊式储油柜有哪些特点? .....	93		
98. 新变压器胶囊袋是如何张开的? .....	93		
99. 胶囊式储油柜在安装和运行时的 注意事项有哪些? .....	94		
100. 油位计的作用是什么? .....	95		
101. 防潮吸湿器、吸湿器内部的硅胶、 油封杯各有什么作用? .....	95		
102. 引起吸湿器硅胶变色的原因 主要有哪些? .....	95		

127. 引线的作用是什么? .....	100	149. 电阻温度计(电阻式)的工作原理如何? .....	106
128. 变压器在正常运行时为什么调压? .....	100	150. 绕组的温度是如何测量的? .....	106
129. 什么叫分接开关? 什么叫无励磁调压? 什么叫有载调压? .....	100	151. 举例说明绕组温度计的工作原理。 .....	106
130. 有载调压变压器与无励磁调压变压器有什么不同? 各有何优缺点? .....	100	152. 变压器净油器的作用是什么? .....	106
131. 什么是恒磁通调压? 有哪些特点? .....	100	153. 对净油器中吸附剂的性能有哪些要求? .....	106
132. 什么是变磁通调压? 有什么特点? .....	101	154. 在线监测设备的工作原理如何? .....	107
133. 为什么 1000kV 变压器采用中性点调压方式? .....	101	<b>三、自耦变压器</b> .....	107
134. 有载分接开关由哪些主要部件组成? 各部件的作用是什么? .....	101	155. 什么是自耦变压器? .....	107
135. 有载调压分接开关的操作方式有哪些? .....	102	156. 自耦变压器的额定容量、标称容量、通过容量、电磁容量、标准容量、传导容量的含义是什么? .....	107
136. 运行中的变压器如有载调压装置电动失灵, 应用什么方法调压? .....	102	157. 自耦变压器有哪些优缺点? .....	107
137. 三绕组变压器调节高压侧分接头与调节中压侧分接头的区别是什么? .....	102	158. 自耦变压器在运行中应注意什么问题? .....	109
138. 有载分接开关在操作及运行时的注意事项有哪些? .....	102	159. 自耦变压器的变比如何选择? .....	109
139. 在什么情况下, 不宜采用调整变压器分接头的方式来提高母线电压? 为什么? .....	104	160. 自耦变压器的绕组如何排列? .....	109
140. 运行中为什么要重点检查有载调压油箱油位和有载调压装置动作记录? .....	104	161. 超高压自耦变压器低压侧的三角形接线有什么作用? .....	109
141. 变压器有载调压装置在什么情况下不能调压? .....	104	162. 自耦变压器在不同的运行方式下, 其负荷分配应注意哪些问题? .....	109
142. 气体继电器的作用是什么? .....	104	<b>四、干式变压器</b> .....	110
143. 气体继电器的工作原理如何? .....	104	163. 干式变压器的类型有哪些? .....	110
144. 如何根据气体的颜色来判断故障? .....	105	164. 何谓浸渍式干式变压器? .....	110
145. 压力继电器的工作原理如何? .....	105	165. 在我国为什么没有使用所谓浸渍式干式变压器? .....	110
146. 温度计的作用是什么? .....	105	166. 何谓环氧树脂类干式变压器? .....	110
147. 油面温度计(压力式)的工作原理如何? .....	105	167. 环氧浇注式的干式变压器有哪些特点? .....	110
148. 绕组温度计(压力式)的工作原理如何? .....	105	168. 浇注式变压器的绕组结构有哪几种? .....	111
		169. 环氧浇注式变压器的常用铁芯结构如何? .....	111
		170. 干式变压器的应用范围如何? .....	112
		171. 树脂浇注绝缘干式变压器合理的经济使用寿命为多少? .....	112
		172. 引起干式变压器起火的主要原因有哪些? .....	112
		173. 干式变压器局热老化的主要原因是什么? .....	112
		174. 干式变压器局部放电老化的	



主要原因是什么? .....	113	延长变压器寿命? .....	119
175. 引起干式变压器在正常运行时		199. 变压器正常运行时, 其运行参数	
噪声的主要原因有哪些? .....	113	的允许变化范围如何? .....	119
<b>五、运行维护</b> .....	113	200. 怎样判断油面是否正常?	
176. 变压器运行的基本条件是什么? ...	113	出现假油面是什么原因? .....	120
177. 变压器正常运行的条件是什么? ...	114	201. 影响变压器油位及油温的因素	
178. 什么是变压器的空载运行? .....	114	有哪些? 哪些原因使变压器	
179. 什么是变压器的带负荷运行? .....	114	缺油? 缺油对变压器运行有	
180. 什么是变压器的分列运行? .....	115	什么影响? .....	120
181. 什么是变压器的并列运行?		202. 为运行中的变压器补油应注意	
变压器并列运行有哪些优点? .....	115	哪些事项? .....	120
182. 怎样测定配电变压器的变压比? .....	115	203. 运行中的变压器取油样时应	
183. 造成变压器不对称运行的原因		注意哪些事项? .....	120
有哪些? .....	115	204. 主变压器新装或大修后投入	
184. 变压器不对称运行的后果		运行为什么有时气体继电器	
是什么? .....	115	会频繁动作? 遇到此类问题	
185. 三绕组变压器一侧停止运行,		怎样判断和处理? .....	120
其他侧能否继续运行?		205. 更换变压器吸湿器内的吸潮剂	
应注意什么? .....	116	时应注意什么? .....	121
186. 什么是变压器的过负荷? .....	116	206. 变压器在运行时为什么会有	
187. 什么是变压器的正常过负荷?		“嗡嗡”的声音? 什么原因	
变压器正常过负荷运行的		会使变压器发出异常声音? .....	121
依据是什么? .....	116	207. 变压器的噪声来源于哪几个	
188. 什么是变压器的事故过负荷? .....	116	方面? .....	121
189. 变压器在正常运行时为什么会		208. 变压器运行电压过高或过	
发热? .....	116	低对变压器有何影响? .....	122
190. 变压器在运行中哪些部位可能		209. 为什么升压变压器高压侧额定	
发生高温高热? 什么原因?		电压要高出电网额定电压? .....	122
如何判断? .....	117	210. 对空载变压器为什么拉、合闸	
191. 什么叫温升? 变压器温升额定值		次数会影响使用寿命? .....	122
是怎样规定的? 为什么要限制		211. 变压器在什么情况下应进行核相?	
变压器的温升? .....	117	不核相并列可能有什么后果? .....	122
192. 变压器绕组温升如何规定? .....	118	212. 过电压对变压器有什么危害?	
193. 不同电压等级变压器温升限值		为防止过电压对变压器的危害,	
如何规定? .....	118	应采取哪些措施? .....	122
194. 变压器温度对内部绝缘材料		213. 突然短路对变压器有何危害? .....	123
有什么影响? .....	119	214. 为什么新安装或大修后的变压器	
195. 变压器运行温度与带负荷		在投入运行前要做冲击合闸	
能力有什么关系? .....	119	试验? .....	123
196. 怎样判断变压器的温度是否		215. 变压器总装工艺流程是怎样的? ...	124
正常? .....	119	216. 变压器的试验有哪几种? .....	124
197. 变压器长时间在极限温度下		217. 变压器的出厂试验项目有哪些? ...	124
运行有哪些危害? .....	119	218. 变压器交接试验项目有哪些? .....	125
198. 为何降低变压器温升可节能并		219. 变压器大修前的试验项目	

有哪些? .....	126	235. 绝缘电阻、吸收比和极化指数是怎样定义的? 绝缘电阻与油温的关系如何? .....	129
220. 变压器大修中的试验项目有哪些? .....	126	236. 介质损耗角正切值 $\tan\delta$ 越大介质损耗越大吗? .....	129
221. 变压器大修后的试验项目有哪些? .....	126	237. 变压器绝缘检测中,“吸收比”为何能作为判别绝缘状况的依据? .....	129
222. 测量变压器绕组连同套管一起的绝缘电阻和吸收比或极化指数的目的是什么? .....	127	238. 变压器检修的目的是什么? .....	130
223. 测量变压器泄漏电流的作用是什么? .....	127	239. 变压器检修如何分类? .....	130
224. 测量变压器介质损耗的目的是什么? .....	127	240. 变压器检修周期是如何规定的? .....	130
225. 变压器工频耐压试验的目的是什么? .....	127	241. 变压器大修项目有哪些? .....	130
226. 测量变压器直流电阻的目的是什么? .....	127	242. 变压器小修项目有哪些? .....	131
227. 变压器局部放电试验的目的是什么? .....	128	243. 变压器出现哪些情况应考虑进行恢复性检修? .....	132
228. 温升试验的目的是什么? 油浸式变压器的温升限值为多少? .....	128	244. 更换变压器密封橡胶垫应注意什么问题? .....	132
229. 为什么变压器短路试验所测得的损耗可以认为就是绕组的电阻损耗? .....	128	245. 变压器大修时运行人员需要做哪些安全措施? .....	132
230. 为什么要做变压器的空载试验和短路试验? .....	128	246. 变电站变压器在哪些情况下需要进行干燥处理? .....	133
231. 短路阻抗的大小对变压器有何影响? .....	129	247. 变压器干燥过程中需要记录哪些内容? .....	133
232. 绝缘特性试验一般包括哪些内容? .....	129	248. 变压器干燥的方法有哪些? .....	133
233. 变压器绝缘试验的一般顺序是什么? .....	129	249. 什么是变压器的热油循环干燥法? .....	133
234. 在直流电压作用下,流过绝缘介质的电流由哪几部分组成? 分别是什么? .....	129	250. 什么是变压器的热油喷淋干燥法? .....	133
		251. 试述非真空状态下干燥变压器的过程。如何判断干燥结束? .....	133
		252. 为什么采用涡流加热干燥时,要在变压器的不同部位埋设温度计? .....	134
		253. 抽真空注油工艺过程是怎样的? .....	134

### 第三章 并联电抗器

1. 什么是空载长线路的“容升”效应? .....	135	合闸的成功率? .....	139
2. “电容效应”是如何引起工频过电压的? .....	135	6. 何谓并联电抗器的补偿度? 其值一般为多少? .....	139
3. 什么是潜供电流? .....	138	7. 并联电抗器的无功功率取决于什么? .....	139
4. 潜供电流有哪些危害? .....	139	8. 并联电抗器的电抗值 $X$ 如何表示? .....	140
5. 消除潜供电流为什么可以提高重		9. 并联电抗器接入线路的方式	

有几种? .....	140	如何确定电抗器的绝缘水平? .....	153
10. 并联电抗器和普通变压器相比 有哪些区别? .....	140	34. 并联电抗器的主绝缘分为哪几 部分? .....	153
11. 330、500kV 级油浸式并联电抗器 技术参数有哪些? .....	141	35. 电抗器内部主要绝缘材料 有哪些? .....	153
12. 330、500kV 级油浸式并联电抗 器配套用中性点接地电抗技术 参数有哪些? .....	142	36. 绝缘材料性能等级有哪些? .....	153
13. 750kV 级油浸式并联电抗器 技术参数有哪些? .....	143	37. 并联电抗器的套管形式有哪些? .....	153
14. 750kV 并联电抗器配套用中 性点接地电抗技术参数 有哪些? .....	144	38. 并联电抗器的漏磁通是如何 产生的? .....	154
15. 并联电抗器技术参数的含义 是什么? .....	145	39. 漏磁对并联电抗器运行有哪些 影响? .....	154
16. 中性点电抗器技术参数的含 义是什么? .....	146	40. 铁芯电抗器对漏磁和振动采取 哪些措施? .....	154
17. 并联电抗器型号的含义是什么? .....	146	41. 什么是磁屏蔽? 什么是电屏蔽? .....	155
18. 超高压线路按什么原则装设 高压并联电抗器? .....	146	42. 并联电抗器磁屏蔽和电屏蔽是 如何确定的? .....	155
19. 并联电抗器的作用是什么? .....	146	43. 什么是中性点电抗器? .....	155
20. 并联电抗器的结构有何特点? .....	148	44. 中性点电抗器的作用是什么? .....	155
21. 并联电抗器如何分类? .....	148	45. 中性点电抗器的结构如何? .....	155
22. 并联电抗器由哪几部分组成? .....	149	46. 中性点电抗器与并联电抗器在 结构上有何区别? .....	155
23. 铁芯气隙的作用及在运行中 可能存在的问题有哪些? .....	149	47. 中性点电抗器在什么情况下会 有电流通过? .....	155
24. 心式并联电抗器内部结构如何? .....	149	48. 并联电抗器铁芯多点接地有何 危害? 如何判断多点接地? .....	156
25. 330kV 及以上电压等级的并联 电抗器原理接线图是怎样的? .....	150	49. 并联电抗器铁芯为什么会存在 较大的振动和噪声? .....	156
26. 并联电抗器铁芯由哪几部分 组成? .....	151	50. 并联电抗器在结构上采用哪些 措施降低振动和噪声? .....	156
27. 并联电抗器铁芯芯柱是怎样构成的? 铁芯大饼的叠片形式是怎样的? .....	151	51. 晋东南—南阳—荆门的 1000kV 输电 线路电抗器如何配置? .....	156
28. 并联电抗器如何接地? .....	151	52. 什么是抽能电抗器? .....	156
29. 500kV 并联电抗器铁芯与 1000kV 并联电抗器铁芯结构有什么 区别? .....	151	53. 为什么要采用抽能电抗器? .....	156
30. 1000kV (西电) 并联电抗器铁芯 有哪些特点? .....	151	54. 抽能电抗器的抽能原理是什么? .....	156
31. 并联电抗器的绕组形式 有哪些? .....	152	55. 并联电抗器运行规定有哪些? .....	157
32. 1000kV 并联电抗器绕组是怎样 接线的? .....	153	56. 并联电抗器大修前的试验项目 有哪些? .....	157
33. 并联电抗器绝缘的作用是什么?		57. 并联电抗器大修中的试验项目 有哪些? .....	158
		58. 并联电抗器大修后的试验项目 有哪些? .....	158
		59. 备用电抗器在储存期的维护要 注意的事项有哪些? .....	158
		60. 运行中的并联电抗器在什么情	