

BIANDIAN YUNXING JI
SHEBEI GUANLI JISHU WENDA

变电运行及 设备管理技术问答

李 坚 郭建雯 编著

(第二版)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

BIANDIAN YUNXING JI
SHEBEI GUANLI JISHU WENDA

变电运行及 设备管理技术问答

李 坚 郭建雯 编著

(第二版)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书结合智能变电站等新技术的发展,紧密围绕变电运维及检修试验生产实际,以问答形式对变电运维检修所涉及的运行、维护、操作、验收、检修、试验等技术管理知识,进行了系统全面的介绍,内容包括:变电站及变电设备基础知识、变电运行技术,变电设备运维操作管理、一次设备技术管理,二次设备技术管理,互感器技术管理、变电站设备现场检修管理、智能变电站等。

本书内容全面、实用,不但对变电现场运维操作、异常和故障处理,以及一、二次设备的原理、结构,检修试验做了充分介绍,也对变电站实现无人值守后变压器冲氮灭火装置的投入与否进行了论述,同时还对智能(数字)变电站和变电站的新技术、新设备进行了介绍。

本书可作为变电运维、监控及设备管理和检修试验人员提高现场运行、操作、修试管理水平的技术书籍,对现场人员学习了解新技术、新设备和新管理理念有很大帮助。同时也可作为以上人员的培训辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

变电运行及设备管理技术问答/李坚,郭建雯编著. —2版.
—北京:中国电力出版社,2014.9
ISBN 978-7-5123-5764-8

I. ①变… II. ①李…②郭… III. ①变电站-电力系统运行-问题解答②变电所-电气设备-设备管理-问题解答 IV. ①TM63-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 075532 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005 年 8 月第一版

2014 年 9 月第二版 2014 年 9 月北京第七次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 32.5 印张 814 千字

印数 18001—21000 册 定价 78.00 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

序

电力给国民经济和社会的发展带来了巨大的动力和效益,是当今社会发展和人民生活所不可缺少的主要消耗能源之一。随着电力系统的发展和超高压大容量电网的形成,电网的运行和技术管理已发生了深刻的变化。国内外经验表明,如果对电网运行管理不善,一旦发生自然和人为故障,轻者造成部分用户停电,重者则使整个电网的安全运行受到威胁,造成电网运行失去稳定,严重时甚至会使电网瓦解,酿成大面积停电事故,给社会稳定和经济发展带来灾难性的后果,如 2003 年的美国加拿大大面积停电和意大利停电事故。为此作为组成电网的基本单元变电站,其设备运行维护的好坏,就直接关系到电网经营企业的所得利润和全社会的整体经济效益。尤其是随着知识经济时代的到来,电网设备的科技含量不断提升,变电站综合自动化技术不断发展,变电站无人值班或少人值班已成为一个必然趋势,这就对广大的变电现场运维、修试和监控人员提出了新的要求和新的课题。同时,还要求在生产过程中引进“细节决定成败”、“风险预控”安全生产新理念,强化实施标准化管理和标准化作业,提高作业人员的整体知识水平,使安全生产步入可控、在控的良性发展轨道。

《变电运行及设备管理技术问答》从变电站的基础知识入手,由浅入深地对变电运行技术及现场操作管理技能、各种设备的原理和结构以及设备检修管理等进行了详细介绍。全书内容丰富,深入浅出,立足于现场实际,针对变电运维、修试和监控人员对专业知识要求的广度和深度,采用简明扼要的问答形式对变电站的运行管理及设备检修进行了介绍。内容涵盖变电站的一次、二次系统和变电发展中的新型技术,富有理论性和实用性,是一本较全面系统的对变电站运行和设备检修进行介绍的技术含量高、实用性强的专业性书籍。本书可为广大的发供电变电运维、修试和监控及技术管理人员阅读和参考,同时也是变电运维、修试和监控专业岗位培训中的一本好的培训教材。

李坚同志先后从事电网继电保护和电网运行及变电安全生产工作多年,参加过变电站的电气设备安装和调试,并参加了 1986 年广东与广西电网的联网工作。自 1990 年以来,分别在《电力设备》、《电力自动化设备》、《电网技术》、《华北电力技术》、《广西电力技术》和《山西电力技术》等杂志上先后发表技术论文数十篇,解决了山西超高压电网用电低谷时无功严重过剩等技术性难题,并为 1999 年第 26 届和 2001 年第 27 届中国电网调度运行会撰写了有关论文,参加了《面向 21 世纪中国电力可持续发展研究》有

关内容的编写，获国家发明专利 1 项，编著并出版专著 5 部，对电网工作较为熟悉。可以说这是他体现“真诚做人，勤奋做事努力奉献”人生价值的结果。郭建文同志长期从事现场变电运行和继电保护技术工作，具有丰富的现场实际经验。因此，本书的编辑出版应是作者在电力系统不同工作岗位上的业务工作之总结。在此，希望该书的出版能为供电技术管理人员及运维、修试和监控职工的自学和培训提供有益的帮助，同时也希望越来越多的技术工作者能将自己在长期工作实践中所积累的经验进行总结和提炼，为电网的运行和管理编写出更多更好的培训教材。



前 言

变电站是组成电网的基本单元之一,其运行的安全与否,直接关系到电网的安全和稳定,对国民经济和社会的发展至关重要。随着变电站无人值班和电网调控一体化及运维一体化的实施,变电运行中的日常运行监控、信息数据抄录(核算)、巡视和操作(远程)、紧急事故的即时处理等工作责任主体已发生了根本改变,由原来的变电站运行转为了各级调控监控负责,而超高压大容量电网的发展使得变电站运行设备和运行操作一旦发生事故而不能及时消除或处理不当,就将危及电网的安全运行,严重时甚至酿成大面积停电。因此提高调控和变电运维和检修人员的技能培训,保证运行设备的健康水平,特别是加强调控和运维人员在事故发生后,能及时正确地进行事故分析和处理,并准确地向有关部门汇报事故信息,已成为电网安全稳定运行的重要条件之一,也是各发电企业的一项重要工作。为此为加强对各级调度监控、运维和修试人员的技能培训,使他们能更好的对变电站的主要设备如变压器,以及关键环节如交直流供电系统和地网接地参数等进行更好的把控,并在事故发生后,能正确地进行事故分析和处理,使广大的监控和变电运维修试职工能熟悉和了解变电运行及设备检修的基本知识和技能,提高监控、运维和修试人员的综合素质,作者结合长期在电力系统从事各专业运行管理的经验总结,编写了本书。

本书的编写是在原版《变电运行及设备管理技术问答》和新的《国家电网公司电力安全工作规程》基础上,以实际应用为主线,结合作者在广西和山西电力系统近30年的工作知识积累,以及2007~2008年组织并全部参加山西所有供电公司“供电企业安全性评价”专家查评,2011年和2012年组织并部分参加山西“城市电网和输电网安全性评价”现场查评,及2012年底以来参加的国网公司组织的对北京、冀北、河北输电网及石家庄、新疆城市电网等安全性专家查评并负责华北各公司总评价报告编写,和陪同国网对北京、上海、四川、陕西等公司隐患排查治理工作检查的收获,注重理论联系实际,紧密结合生产,深入浅出,围绕变电运行及设备管理,从变电站的基础知识入手,采用简明扼要的问答形式对变电运行和设备检修管理所涉及到的一次和二次设备的运行、操作及检修技术,系统而有条理地进行了介绍,尤其是对变电站设备,从原理到操作等进行了介绍,同时对新技术,如智能变电站、超导技术和超导材料在电力电缆和变压器中的应用、静止无功和同步补偿器SVC和STATCOM、SF₆全封闭组合电器GIS

及小型化和智能化、CGIS、高压和超高压户外紧凑型组合电器、SF₆ 气体绝缘变压器 GIT、电网稳定控制装置、变电站智能控制、大型变压器过激磁及其保护、电子式互感器等现代电网所涉及的诸多新技术如红外诊断技术中的红外测温 and 红外热成像技术进行了介绍。本书适合电网发供电企业监控和变电运维修试及技术管理人员阅读，是一本对变电运维、监控和检修各环节介绍较全面的技术性书籍。在此真诚地希望本书的出版，能有助于监控和变电运维修试人员的运行管理和技术水平的提高，并为相关发供电专业人员的学习和培训提供一好的教材和参考资料。

全书共 8 章，第一章介绍了变电运行及设备所涉及的基础知识，如电工基础知识、变电站主、辅及一、二次设备和回路、变电站自动化及智能变电站等内容；第二章介绍了变电站运行所涉及的管理、电压调整、电网运行、环网、振荡、短路、零序电流、过电压、防污闪、超导电缆、变压器及电容器运行等内容；第三章对变电站调控和运维所涉及的运行维护管理、交接班、监屏、抄录核算、远程及现场巡视和操作、事故处理等进行了阐述；第四章系统介绍了变压器、无功补偿设备、断路器和 SF₆ 电气设备等变电站的一次设备等内容，同时对当前运行中争议很大的变压器冲氮灭火装置在变电站实现无人值守后的投入与否从运行和经济上进行了论述；第五章介绍了变电站涉及的继电保护运行管理二次设备和回路等内容；第六章对电网传统互感器等从原理应用到运行管理进行了全面阐述，并对电子式互感器尤其是光电传感器进行了介绍；第七章对变电站设备检修所涉及到的内容和技术管理及标准化作业等进行了介绍；第八章对智能（数字）变电站的构成和运维等进行了阐述。最后对变电设备所涉及的缺陷定性标准进行了附录（其中附录二和附录三的缺陷分类只作为定性参考，设备实际缺陷定性以最终现场实际判定为准）以为各发、供电单位从事调控监控和变电运维检修工作参考之用。

本书在编辑和整理的过程中，分别受到了国家电网公司、山西省电力公司和太原供电分公司有关领导和专家的支持和帮助，尤其是原国家电网公司陈进行副总经理不但为本书的编辑和出版给予了极大的支持和鼓励，而且在百忙的工作之余为本书做序。同时，有关专家学者所编著出版的文献资料也为本书的编辑起到了相当的作用。在此，特借本书出版之际，向对本书在出版和编辑过程中给予帮助和支持的有关领导和专家表示衷心的感谢。同时也向在我们成长过程中给予我们无私教导和支持的有关师长、领导和专家，及给予我们无私帮助的好友和同事表示衷心的感谢和诚挚的敬意。

由于编者的水平有限，再加上时间比较仓促，为求内容涉及面能够相对系统和实用，书中的错误和不足之处，欢迎广大的读者及有关专家给予批评指正（联系电话 0351-4266997，手机 15333666997）。

编 者

重修于 2014.5

目 录

序 前言

第一章 变电站及变电设备基础知识	1
第一节 基础知识及名词概念	1
1. 什么是电网？都有哪些？	1
2. 变电站在电网中的作用是什么？都有哪些措施？	1
3. 电功率与电能有什么区别？其关系如何？	1
4. 什么是电路？如何组成？有几种工作状态？	2
5. 什么是欧姆定律？应用欧姆定律时应注意什么？	2
6. 以电阻为例，说明串联电路和并联电路的特点？	2
7. 什么是基尔霍夫电流和电压定律？	2
8. 什么是电流的磁效应？热电效应和光电效应又是什么？	3
9. 什么是电磁感应和涡流？什么是电磁力和磁阻？	3
10. 什么是磁力线？有什么性质？	3
11. 什么是磁路、磁场、磁通势和磁感应强度？	3
12. 什么是磁通、磁通密度和导磁率？什么是磁场强度？	4
13. 什么是剩磁、磁滞回线、基本磁化曲线和磁滞损耗？	4
14. 什么是电容和电感？自感和互感又是什么？	4
15. 什么是感抗、容抗和阻抗？	5
16. 什么是交流电的谐振？	5
17. 什么是有功功率、无功功率和视在功率？	5
18. 直流电、交流电和脉动电流都是什么？频率和周期又是什么？	6
19. 交流电的平均值和有效值是什么？正弦量的三要素及相位差是什么？	6
20. 什么是三相交流电？三相交流电的相序和正相序是什么？	6
21. 什么是电场、电场强度和电力线？	7
22. 什么是静电场？可分为几类？各有何特点？	7
23. 什么是电位、电压和电动势？	8
24. 什么是击穿和击穿电压？什么是电气强度？	8
25. 什么是游离？什么是去游离？	8
26. 导体、绝缘体、半导体都是什么？	8
27. 什么是电介质和电介质极化？电介质在电压作用下所产生的电流由哪几部分组成？	8

28. 电介质的电导与金属电导有何区别？	9
29. 什么是介质疲劳和介质老化和介质损耗？电介质老化的原因有哪些？	9
30. 绝缘介质在电网设备中的作用是什么？	9
31. 什么是超导体和超导体的零电阻效应？	9
32. 定义高压与低压的意义何在？它与人体安全电压有关吗？	9
33. 什么是感应电压和感应电流？	10
34. 什么是电击？	10
35. 什么是尖端放电？	10
36. 什么是冲击放电？有什么特点？	10
37. 什么是反击和反击过电压？	11
38. 什么是电晕？有何现象和特点？有何危害？	11
39. 什么是电弧？它是如何产生的？交流电弧的特点有哪些？	11
40. 什么是干扰？如何产生？它对继电保护装置的危害有哪些？	11
41. 什么是光纤？如何分类？	12
42. 单模光纤和多模光纤的特点都有哪些？	12
43. 什么是红外诊断技术？它在电力设备中的应用原理和意义如何？	12
44. 红外诊断的常用仪器有哪些？	13
第二节 变电站基础知识	14
45. 变电站可分为哪几种？其作用和特点有哪些？	14
46. 变电站的主设备有哪些？	15
47. 变电站的辅助设备有哪些？	15
48. 变电设施中电阻元件的特性有哪些？	15
49. 变电设施中电容元件的特性有哪些？	15
50. 变电设施中电感元件的特性有哪些？	16
51. 什么是电气设备的额定值？有何意义？	17
52. 什么是设备的双重名称？	17
53. 什么是电气设备的绝缘水平？不同电压等级由什么决定？	17
54. 什么是绝缘配合？	17
55. 什么是电气主接线？它的作用是什么？	18
56. 什么是电气一次设备和一次回路？	18
57. 变电站中的高压母线有哪几种？其接线形式有几种？	18
58. 对变电站母线的要求有哪些？	18
59. 什么是配电装置？有哪些类型？	18
60. 什么是电气二次设备和二次回路？	19
61. 变电站的二次回路包括哪些？作用是什么？	19
62. 变电站的二次接线图有哪些？	20
63. 电气设备的原理接线图有何特点？	20
64. 什么是电气设备的动稳定和热稳定？	20
65. 变电站的中央信号装置（系统）如何组成？有何要求？	20
66. 不同变电站的中央信号系统如何配置？都有哪几种？	20

67. 事故、预告和位置信号装置如何组成？它们的作用是什么？	21
68. 瞬时和延时告警信号如何组成？采用延时告警信号的目的是什么？	21
69. 事故信号和告警信号的复归方式有哪些？	22
70. 什么是二次设备系统的弱电化、选线化、远动化和电子化？	22
71. 什么是测控柜和汇控柜？作用是什么？	22
72. 什么是直流系统？其供电网络形式和作用有哪些？	22
73. 什么是机械闭锁？变电站中常见的机械闭锁有几种？	23
74. 什么是电气闭锁？变电站中常见的电气闭锁有几种？	23
75. 什么是电磁闭锁？变电站中常见的电磁闭锁有几种？	23
76. 什么是微机防误操作闭锁装置？如何使用？	24
77. 什么情况下必须加挂机械闭锁或应采用电气闭锁或微机“五防”闭锁？	24
78. 隔离开关应具备哪些闭锁？其方式有几种？	24
79. 如何对防误闭锁装置进行管理？	25
80. 变电站装有哪些防雷设备？其功能是什么？	25
81. 避雷针（线）的保护范围和配置原则有哪些？	25
82. 变电站的接地装置有哪几种？常用接地有哪些？什么是复合接地装置？	26
83. 接地装置在变电站的作用如何？	26
84. 什么是电气“地”？对地电压、跨步电压和接触电压的含义是什么？	27
85. 变电站接地装置的接触电位差和跨步电位差如何计算？最大允许值是多少？	28
86. 什么是三相三线制？什么是三相四线制？	28
87. 中性点与零点、零线的区别是什么？什么是中性点位移？	28
88. 什么是保护接零？有何作用？	28
89. 对保护接零的要求是什么？	29
90. 为什么接零系统中的设备金属外壳正常情况下有时也会带电？	29
91. 什么是变电站综合自动化？应用目的是什么？	30
92. 变电站综合自动化可划分为哪些系统？有何要求？	30
93. 变电综合自动化系统涉及的名词概念有哪些？	31
94. 目前国内生产并投入运行的变电站综合自动化系统都有哪些？	32
95. 综自站所涉及的名词概念有哪些？	34
96. 什么是无人值班变电站和无人值班变电站监控系统？	35
97. 什么是智能变电站？都采用了哪些新技术？	36
98. 什么是智能电子设备？	36
99. 什么是智能开关？运用形式有哪些？	36
100. 智能变电站的结构如何？功能都有哪些？	36
第三节 变电站设备基础知识	37
101. 什么是线路变压器组接线？有何特点？	37
102. 什么是桥形接线和多角形接线？有何特点？	38
103. 什么是单母线分段接线和双母线接线？有何特点？	38
104. 什么是双母线带旁路接线和双母线分段带旁路接线？有何特点？	38
105. 什么是 3/2（4/3）断路器接线？有何特点？	39

106. 变电站对接地网有何要求？接地电阻不合格时有何危害？	39
107. 变电站如何接地？对接地装置的敷设要求有哪些？	39
108. 电气设备的哪些外露导体部位应接地？	40
109. 变压器的组成和作用是什么？	41
110. 变压器变压的基本原理是什么？	41
111. 变压器主要技术参数代表的意义是什么？	42
112. 变压器的型号和其代号含义是什么？其发展方向如何？	42
113. 为什么升压变压器高压侧额定电压高于而降压变压器却等于电网额定电压？	43
114. 为什么升压变压器接成 Dy 型而降压变压器接成 Yd 型？	44
115. 电容器和蓄电池是什么？它们有什么不同？	44
116. 并联电容器型号的含义是什么？	44
117. 高压密集型成套补偿装置如何组成？有什么优点？	45
118. 什么是并联电抗器？用途有哪些？	45
119. 什么是同步调相机？有什么特点？	45
120. 什么是静止无功补偿装置？其用途有哪些？	45
121. 什么是高压开关设备？	46
122. 什么是高压断路器？它的作用是什么？	46
123. 高压断路器型号的含义是什么？	47
124. 对高压断路器的要求是什么？	47
125. 什么是高压隔离开关和快分隔离开关？结构如何？	48
126. 隔离开关的作用和用途是什么？	48
127. 对隔离开关的基本要求有哪些？	49
128. 隔离开关的 M0、M1、M2 级的含义是什么？	49
129. 隔离开关应具备哪些闭锁？其方式有几种？	50
130. 隔离开关与断路器间要加装电气或电磁闭锁的目的是什么？	50
131. 什么是接地开关？其 E0、E1、E2 级的含义是什么？	50
132. 什么是金属封闭开关设备？	50
133. 什么是组合电器和复合电器？	50
134. 什么是避雷器？如何分类？	51
135. 避雷器型号代表的意义是什么？	51
136. 对避雷器有哪些要求？	52
137. 什么是继电保护和继电保护装置？	52
138. 继电保护的作用是什么？	52
139. 继电保护在电网中的用途有哪些？	52
140. 继电保护系统配置的基本要求是什么？	53
141. 重要设备继电保护双重化配置的基本要求有哪些？	53
142. 继电保护装置动作的基本原理是什么？	54
143. 继电保护装置的组成方式如何？	54
144. 继电保护的相关设备有哪些？	54
145. 什么是蓄电池组？电网中常用的蓄电池有哪些？	55

146. 对变电站直流电源系统配置的要求有哪些？	55
147. 直流系统熔断器的配置要求有哪些？	56
148. 直流系统空气开关的配置要求有哪些？	56
第二章 变电运行技术	57
第一节 变电运行基础知识	57
149. 供电运行管理的任务和特点有哪些？	57
150. 供电运行管理的内容有哪些？	57
151. 什么是变电综合管理？	57
152. 变电运维管理的内容有哪些？	57
153. 什么是生产准备工作？内容有哪些？	58
154. 新建变电站的交接验收要求有哪些？	58
155. 什么是变电站的运行方式？有哪几类？	59
156. 制定变电站运行方式时应遵循哪些原则？	59
157. 什么是电网的频率？有什么特点？	59
158. 什么是交流电压和无功功率？它们之间有什么关系？	59
159. 电网频率特性与电压特性的区别是什么？	60
160. 为什么要规定电压标准等级？为什么要采用高压输电低压配电？	60
161. 什么是线路的分布电容？充电功率是什么？	60
162. 什么是电压监测点？它在电网中的设置原则是什么？	61
163. 什么是电压中枢点？它与电压监测点有什么关系？电压允许偏移范围如何？	61
164. 什么是电压合格率？	61
165. 改善电压偏移的方法有哪些？	62
166. 电网中性点接地的意义和我国电网现有的接地方式有哪些？	62
167. 中性点直接接地和不直接接地电网中发生单相接地故障时的特点有哪些？	62
168. 何谓消弧线圈？中性点采用经消弧线圈接地的意义和作用是什么？	62
169. 消弧线圈接地的补偿方式有哪些？特点是什么？	63
170. 什么是不对称运行？不对称运行的危害有哪些？	63
171. 什么是零序电流？零序电流有何特点？	64
172. 零序电流的大小为什么与变压器中性点接地有关？	64
173. 什么是电网合环运行？有什么好处？	64
174. 电网合环运行时应具备的条件有哪些？	65
175. 什么是并列运行？	65
176. 两个电网同期并列时必须满足哪些条件？	65
177. 什么是电磁环网？有何弊病？	65
178. 什么是电力系统振荡？有何危害？	66
179. 振荡和短路的区别是什么？	66
180. 什么是同步振荡和异步振荡？低频振荡又是什么？	66
181. 识别功率振荡的方法有哪些？如何处理？	66
182. 10kV 非接地系统中允许单相接地运行的时间是多少？为什么？	67

183. 变电运行中如何延缓电气设备的绝缘老化？	67
184. 变电设备的运行状态有哪几种？	67
185. 什么是运用中的电气设备？	67
186. 一次设备的备用状态是如何划分的？	67
187. 什么是电源的明备用和暗备用？	68
188. 超导材料的实用性发展及意义有哪些？	68
第二节 变电站一次设备运行技术	68
189. 什么是磁电阻和巨磁电阻？应用意义如何？	68
190. 超导电缆的优越性有哪些？	69
191. 国产高温超导电缆的组成系统都有哪些？	69
192. 国产高温超导电缆的保护及监测系统有哪些？为什么？	70
193. 什么是变压器的效率？效率特性如何？平均利用率又是什么？	70
194. 什么是变压器的空载运行、空载电流和空载损耗？	71
195. 什么是变压器的负载运行和短路电压？	71
196. 对空载变压器为什么拉、合闸次数多会影响使用寿命？	71
197. 变压器励磁涌流是什么？合闸时为什么会产生励磁涌流？	71
198. 变压器的励磁涌流大小与什么有关？有何危害？	72
199. 什么是变压器的过励磁？有何危害？如何避免？	73
200. 什么是直流偏磁？对变压器有何危害？	73
201. 利用改变变压器分接头的办法调压有哪些优缺点？	73
202. 什么是无载调压变压器？什么是有载调压变压器？它们有什么不同？	74
203. 有载调压变压器低压侧有电容器时的调节顺序是什么？	74
204. 有载分接开关在投运及运行操作时的注意事项有哪些？	74
205. 运行中为什么要重点检查有载调压油箱油位和调压装置动作记录？	76
206. 什么是自耦变压器？	76
207. 自耦变压器的特点有哪些？	76
208. 自耦变压器在运行中应注意什么问题？	77
209. 为什么自耦变压器和有载调压变压器中性点一定要接地？	77
210. 500kV 自耦变压器低压侧的三角形接线有什么作用？	77
211. 什么是气体绝缘变压器（GIT）？如何分类？有何特点？	78
212. SF ₆ 气体绝缘变压器的优势有哪些？	78
213. SF ₆ 气体绝缘变压器与普通油浸式变压器的差别有哪些？有何特点？	79
214. 什么是超导变压器，有什么特点？	80
215. 超导变压器的发展现状如何？	80
216. 为什么变压器在冬天的负载能力要强于夏天？	80
217. 电网运行电压过高或过低对变压器的影响有哪些？有何危害？	81
218. 当电网电压升高时，对降压变压器输送的有功功率有何影响？	81
219. 什么是变压器的分列运行和并列运行？并列运行的好处有哪些？	81
220. 变压器并列运行的条件是什么？否则会有什么影响？如何解决？	82
221. 为什么并联运行的三绕组变压器各对应绕组容量之比不应大于 3？	82

222. 超高压变电站变压器中性点接地的原则是什么？它对电网继电保护的要求有哪些？	82
223. 变压器调压方式有哪几种？如何实现？	83
224. 变压器的不正常运行状态有哪些？	83
225. 什么是变压器的过负荷？过负荷运行有哪几类？	83
226. 为什么要限制变压器的过负荷？运行时有何规定？	83
227. 什么是变压器的正常过负荷？过负荷时应考虑哪些因素？	84
228. 什么是变压器的事事故过负荷？如何消除？	84
229. 造成变压器不对称运行的原因有哪些？	84
230. 造成变压器事故的故障有哪些？	84
231. 并联电容器提高功率因数的原理是什么？	85
232. 电容器如何接入 35kV 及以上变电站？目的是什么？	85
233. 引起电容器组过负荷的原因有哪些？	85
234. 如何解决电容器组的严重过负荷？	86
第三节 变电站过电压及污闪	86
235. 什么是过电压？有什么影响？	86
236. 产生过电压的类型有哪些？	86
237. 为什么切除空载变压器会引起过电压？如何限制？	87
238. 过电压对变压器的危害有哪些？其防范措施有哪些？	87
239. 什么是操作过电压？如何引起？	88
240. 限制操作过电压的防范措施有哪些？	89
241. 什么是工频过电压和谐振过电压？如何分类？	89
242. 限制工频过电压和谐振过电压的防范措施有哪些？	89
243. 组成线性谐振过电压、铁磁谐振过电压和参数谐振过电压的回路如何？如何限制？	90
244. 什么是分频谐振、基频谐振和高频谐振？如何区别？	90
245. 当用母线联络断路器向空载母线充电时发生谐振如何处理？送电时，如何防止谐振发生？	91
246. 如何防止变压器向空载母线充电时的串联谐振过电压？	91
247. 防止电压互感器因铁心饱和而引起铁磁谐振过电压的措施有哪些？	91
248. 变压器为什么会产生谐振过电压？	91
249. 导致变压器谐振过电压的情况有哪些？	91
250. 防止变压器谐振过电压的措施有哪些？	92
251. 什么是沿面放电？引起污闪的原因是什么？	92
252. 哪些设备应采取防污秽事故措施？有哪几种措施？	92
253. 污秽等级的划分标准及原则有哪些？外绝缘爬距的配置原则有哪些？	93
254. 变压器绝缘套管闪络的原因有哪些？其裂纹有什么危害？	94
255. 防止断路器绝缘污闪的措施有哪些？	94
256. 预防断路器绝缘闪络、爆炸的措施有哪些？	94
257. 如何正确合理地选用和配置避雷器？	94
第三章 变电站运维操作管理	95
第一节 变电站运维管理	95

258. 变电运行值班的日常工作有哪些？	95
259. 什么是运维一体化？其目的是什么？	95
260. 无人值班变电站的管理工作有哪些？	95
261. 无人值守变电站运维管理的要求有哪些？	96
262. 运维人员对变电站设备的运行管理范围有哪些？	96
263. 运维一体化的运维工作业务有哪些？	96
264. 变电站运维分析的内容有哪些？	96
265. 变电技术管理的内容有哪些？要求是什么？	97
266. 无人值守变电站应具备的档案资料有哪些？	97
267. 运维站（班）应具备的档案资料有哪些？	98
268. 运维站（班）和变电站应建立的运维记录有哪些？有何要求？	98
269. 运维班运维分析的要求和内容有哪些？	98
270. 对变电站现场运行规程的管理要求有哪些？	99
271. 变电站现场运行规程的制定与编写要求有哪些？	99
272. 变电站（含智能变电站）现场运行规程的编写内容有哪些？	100
273. 变电运行中的“两票三制”指什么？	100
274. 工作票的作用是什么？为什么要实行工作票制度？	101
275. 交接班的要求和内容有哪些？	101
276. 交接班时交班人员应交清的内容有哪些？	101
277. 交接班时接班人员应进行哪些工作？	102
278. 在哪些情况下不允许进行交接班？	102
279. 什么是抄表核录？有哪些要求？	102
280. 什么是变电站的巡视检查制度？有哪些要求？	103
281. 对设备巡视检查的作用是什么？	103
282. 无人变电站的巡视检查要求和内容有哪些？	103
283. 能对变电设备巡视检查的人员有哪些？	104
284. 对高压设备现场巡视检查的要求有哪些？	104
285. 例行巡视检查的内容有哪些？	105
286. 天气变化或突变时应如何检查设备？	105
287. 现有的巡视检查方法有哪些？	106
288. 用传统巡视方法可对哪些异常进行巡视？	106
289. 什么是智能巡视？如何组成？要求有哪些？	107
290. 对智能巡视的基本功能要求有哪些？	107
291. 倒闸操作制度的内容有哪些？意义何在？	107
292. 调度操作指令有几种？其含义如何？	108
293. 调度术语中的“同意”、“许可”、“直接”、“间接”的含义如何？	108
第二节 变电站一次设备运行管理	108
294. 变压器运行的基本条件是什么？	108
295. 变压器（电抗器）的巡视要求及运行参数变化范围如何？	109
296. 变压器正常巡视的项目有哪些？	110

297. 对变压器进行特殊巡视的情况有哪些？项目有哪些？	111
298. 新投入或大修后变压器（电抗器）运行时应巡视哪些部位？	112
299. 变压器正常运行参数的变化范围如何？	112
300. 变压器运行中哪些现象属于异常状态？	112
301. 变压器运行中哪些现象属于事故状态？	113
302. 什么是温升？变压器的温升额定值是多少？温升限值有何规定？	113
303. 怎样判断变压器的油温是否正常？	113
304. 怎样判断变压器的油位是否正常？为什么会出现假油位？	114
305. 影响变压器油位和油温的因素有哪些？缺油对变压器有何影响？	114
306. 变压器哪些部位易造成漏油？	114
307. 变压器运行中可能发生高温过热的部位有哪些？原因是什么？	114
308. 三绕组变压器停一侧，其他侧能否继续运行，应注意什么？	115
309. 变压器异常或内部故障时会发生哪些异常声响？	115
310. 突然短路对变压器的危害有哪些？	116
311. 变压器出现哪些情况时应立即停电处理？	116
312. 变压器大修时运维人员应做哪些安全措施？	116
313. 变压器在什么情况下应核相？否则会有什么后果？	117
314. 高压电抗器的巡视检查项目有哪些？	117
315. 高压开关柜的巡视检查项目有哪些？	117
316. GIS 设备的例行巡视检查项目有哪些？	118
317. 对 GIS 设备断路器的巡视检查要求有哪些？	118
318. 综合自动化系统的巡视检查内容有哪些？	118
319. 电容器组的巡视检查项目有哪些？	120
320. 电压互感器的巡视检查项目有哪些？	120
321. 电流互感器的巡视检查项目有哪些？	120
322. 避雷器的巡视检查项目有哪些？	121
323. 避雷器出现哪些情况时应停电处理？瓷套裂纹和爆炸时如何处理？	121
324. 少油断路器例行和事故跳闸后的巡视检查项目有哪些？	121
325. 空气断路器的巡视检查项目有哪些？	122
326. 真空断路器的巡视检查项目有哪些？	122
327. SF ₆ 断路器的巡视检查项目有哪些？	122
328. 操动机构的巡视检查项目有哪些？	123
329. 断路器在什么情况下需进行特殊巡视？	123
330. 断路器特殊巡视检查的重点项目有哪些？	124
331. 断路器发生哪些情况时应停电处理？	124
332. 隔离开关的巡视检查项目有哪些？	124
333. 隔离开关需进行特殊巡视的情况和重点内容有哪些？	125
334. 母线的巡视检查项目有哪些？	125
335. 母线接头的允许温度是多少？如何判断母线是否发热？	125
336. 母线在什么情况下需进行特殊巡视？	125

337. 绝缘子的巡视检查项目有哪些？	125
338. 电力电缆的巡视检查项目有哪些？	126
第三节 变电站一次设备运行操作管理	126
339. 什么是改变运行状态？倒闸操作又是什么？	126
340. 倒闸操作的原则有哪些？	127
341. 监控和运维人员在倒闸操作中的责任和任务是什么？	127
342. 倒闸操作的分类有哪些？有哪些要求？	127
343. 倒闸操作的基本要求是什么？	127
344. 什么是遥控操作和程序操作？有哪些要求？	128
345. 可由一人完成的倒闸操作项目有哪些？	128
346. 实行单人值班和单人操作变电站的现场应具备哪些条件？	128
347. 操作票的分类及要求有哪些？	128
348. 什么是操作票中的“一个操作任务”？	129
349. 如何填写操作票？应填入操作票的项目有哪些？	129
350. 不需填写操作票的项目有哪些？	130
351. 进行倒闸操作的基本条件是什么？	130
352. 操作前的准备工作都有哪些？	130
353. 就地倒闸操作的基本步骤是什么？	131
354. 对操作执行命令的发布和接受有哪些要求？	132
355. 操作中发生疑问时如何处理？	133
356. 如何确认操作后设备已操作到位？	133
357. 哪些操作应戴绝缘手套或穿绝缘靴？何时应禁止操作？	133
358. 操作断路器的基本要求有哪些？什么情况下应切断操作电源？	133
359. 操作断路器时应重点检查的项目有哪些？	134
360. 误拉断路器时如何处理？	134
361. 操作隔离开关的基本要求和注意事项有哪些？	134
362. 隔离开关允许和不允许进行的操作有哪些？	135
363. 操作中发生带负荷拉、合隔离开关时应如何处理？	136
364. 母线操作应遵循哪些原则？如何处理或避免发生谐振？	136
365. 设备由“运行”转“检修”或由“检修”转“运行”的操作有哪些？应注意什么？	137
366. 线路操作的一般规定有哪些？停送电操作时应注意什么？	138
367. 线路送、停电操作应遵循哪些原则？	138
368. 旁带操作应遵循哪些原则？	139
369. 如何对变压器进行停送电操作？	139
370. 为什么变压器停送电操作的顺序相反？	140
371. 变压器停送电操作有哪些注意事项？	140
372. 变压器停送电操作时，为什么中性点必须接地？	140
373. 拉合主变压器中性点隔离开关时应遵循什么原则？	141
374. 对高压长线路末端的空载变压器操作应注意什么？	141
375. 装卸高压熔断器的安全要求有哪些？	141