

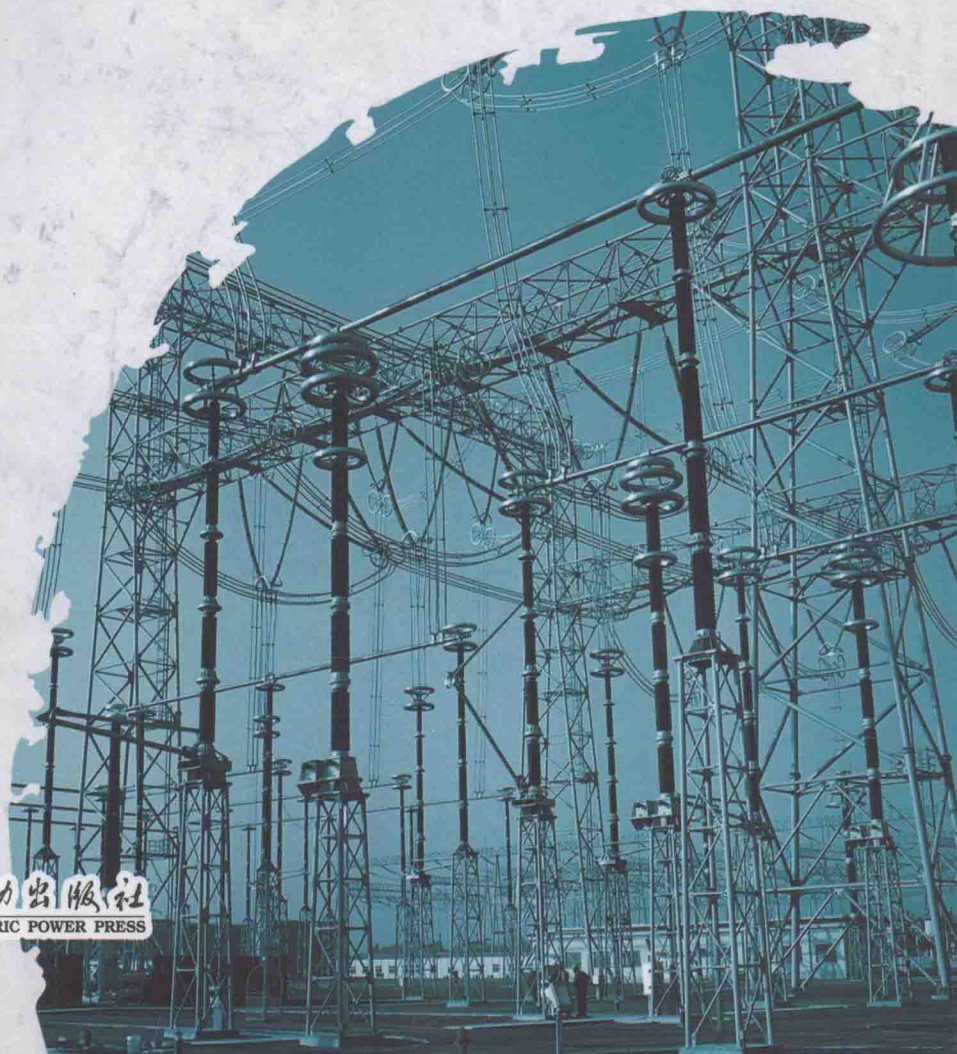
变电检修 现场技术问答

BIANDIAN JIANXIU
XIANCHANG JISHU WENDA

河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



变电检修 现场技术问答

BIANDIAN JIANXIU
XIANCHANG JISHU WENDA

河北省电力公司 组编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《变电检修现场技术问答》是按照国家电网公司生产技能人员模块化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》,结合变电检修现场实际以问答形式组织编写而成。

全书共分十三章,主要包括变压器检修,高压断路器检修,高压隔离开关检修,全封闭组合电器(GIS)检修,高压开关柜检修,互感器、避雷器、无功补偿装置等其他变电设备检修,变电站直流系统检修,电气试验,变电设备状态检修,带电检测与在线监测,变电设备检修反事故措施,电力系统、智能电网、倒闸操作、专业管理,机械基础、起重搬运、电工基础、电机基础、绝缘材料、电气识绘图、电力安全等其他专业知识。

本书作为变电检修岗位培训用书,可供变电检修技术人员及相关管理人员使用,也可作为相关专业人员自学参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电检修现场技术问答 / 河北省电力公司组编. —北京:中国电力出版社, 2013. 7

ISBN 978 - 7 - 5123 - 4516 - 4

I. ①变… II. ①河… III. ①变电所 - 检修 - 问题解答
IV. ①TM63 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 116791 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

*

2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 30.5 印张 658 千字

印数 0001—5000 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

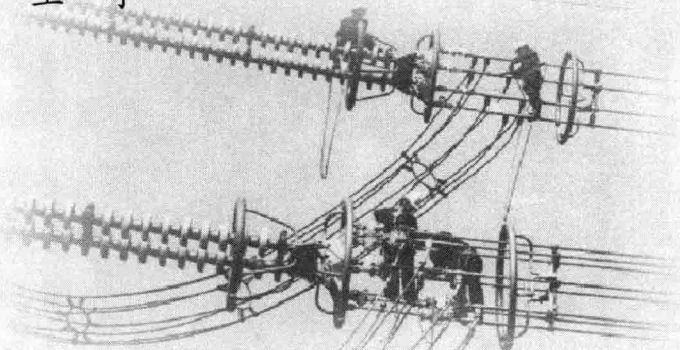
《变电检修现场技术问答》

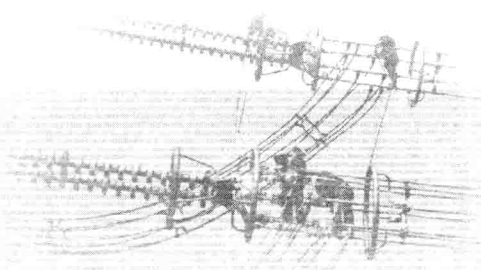
编 委 会

主 任 邢 晨
副 主 任 董双武 魏立民 成海彦
委 员 苑立国 齐向党 赵 宁 沈海泓 王向东
何心仲

主 编 郭小燕 甄 利
副 主 编 杨军强 闫占友 刘朝阳
编写人员 赵峻峰 王有柱 冯 超 周开峰 辛庆山
田 毅 李春晓 张 涛 王 伟 关德华
崔 猛 张远超 王 巍 何兴顺 朱伯涛
侯建生 庞先海 李晓峰 闫佳文 祝晓辉
张 睿 陈培育 张 军 冯学宽

主 审 彭 江 宋 杲 李金忠 崔文君 孙云生
霍凤鸣 王建西 张 雄 贾志辉 刘海峰
岳国良 王 宁





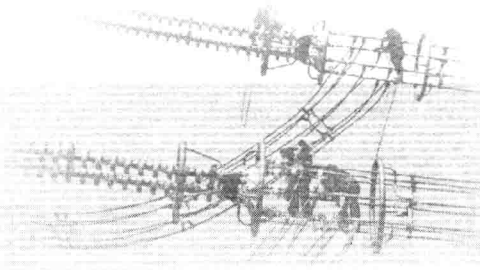
序

员工素质是企业高效运营和科学发展的决定要素。电力企业技术密集、服务广泛，安全生产和优质服务的保证，管理水平和竞争能力的提升，必须依靠高素质的员工队伍。河北省电力公司始终高度重视队伍建设，以标准化建设、班组建设、技术创新为载体，激励员工立足岗位“想事琢磨事”，倡导“发现问题就是成绩、解决问题就是创新”，鼓励员工在学习、思考和实践持续提升个人素质和工作质量。

岗位是员工培训最重要的平台。有效的培训应该紧扣实际、贴近实践，激发员工兴趣，让员工感到实用、管用，能够把知识和实践紧密结合起来。《变电检修现场技术问答》就是按照这样的思路编写的。作为电网运营管理的重要环节，变电检修工作涉及的设备多、现场多、技术复杂。本书对变电设备检修工作进行了全面梳理，通过一问一答的形式，介绍了检修现场常见的技术问题及工作方法，涵盖了基础知识、基本技能、操作技巧以及现场经验和问题处理策略，贯穿了变电设备及检修工作各环节，内容丰富，即学即用，具有很强的系统性、实践性和操作性。相信这本书对从事变电检修的员工提升技能、做好工作将带来实实在在的帮助。

随着坚强智能电网全面快速发展，电网运维管理要求不断提高。希望广大变电检修专业人员在实际工作中，加强业务学习，积极思考，总结经验，主动研究新方法、新技巧，不断创造出好做法、好经验，并及时融入此书、推广应用，推动变电检修工作水平不断提升，为建设“一强三优”现代公司作出新的更大的贡献。

孙运



前 言

变电检修工作对确保电网的安全、稳定、可靠运行起着关键作用,而提高现场技术人员的岗位技能和综合素质是开展变电检修工作的基础。

编者立足于服务现场实际和岗位技术技能提高,历时2年多,通过不断搜集现场素材,征求行业专家意见,不断改进和完善,归纳汇总了变电设备检修专业相关知识点,并将知识点细化分割,涵盖了变电设备检修、电气试验、专业管理、基础知识等内容,使之成为一本全面、系统、适时、实用的现场培训教材。

本书共分十三章,介绍了变压器检修,高压断路器检修,高压隔离开关检修,全封闭组合电器(GIS)检修,高压开关柜检修,互感器、避雷器、无功补偿装置等其他变电设备检修,变电站直流系统检修,电气试验,变电设备状态检修,带电检测与在线监测,变电设备检修反事故措施,电力系统、智能电网、倒闸操作、专业管理,机械基础、起重搬运、电工基础、电机基础、绝缘材料、电气识绘图、电力安全等其他专业知识。

本书特点鲜明,针对性强,不同于以往类似教材。一是立足“大检修”、“大运行”体制建设后变电检修专业的新变化,针对变电检修专业在岗人员以及“运维一体化”实施后的运维人员编写的专业培训教材;二是覆盖面广,本书内容涵盖了基础知识、专业知识、专业技能、专业管理等知识,设备涵盖了变压器、断路器、电压互感器、电流互感器、避雷器、无功补偿装置、隔离开关、开关柜等变电站全部一次设备,专业涵盖了变电检修、电气试验、状态检修以及运行维护等专业,同时对新技术、新工艺也进行了阐述;三是本书收集了大量现场检修遇到的实际难题,精炼了现场一线检修人员多年检修经验,同时结合相关规程标准进行了规范升华,体现了理论与实际紧密结合的鲜明特点,特别适合变电检修在岗人员学习培训。

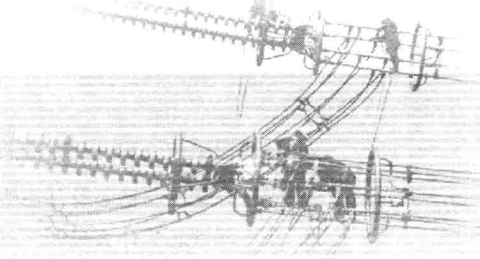
本书知识面较广,实用性较强,不仅可以作为变电设备检修试验人员和专业管理人员的现场培训教材,还可以作为运行人员、电力工程类大中专院校现场技能学习的参考书。

本书在编写过程中,得到了国家电网公司、国网电力科学研究院、国网技术学院专家和其他省市兄弟单位同行专家的大力支持,并邀请了国家电网公司、中国电力科学研究院、国网冀北电力有限公司、国网辽宁省电力有限公司、西安西开高压电气股份有限公司、保定天威集团保变电气股份有限公司等单位专家进行了审查,提出了大量宝贵意见,编者按照专家的意见逐一进行了修改补充,在此一并表示衷心感谢!编写过程中参考了大量相关文献书籍,在此对原作者表示深深的谢意!

由于经验和理论水平所限,书中难免出现疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2013年7月1日



目 录

序 前言

第一章 变压器检修	1
第一节 变压器基础知识	1
1. 什么是变压器？电力变压器一般包括哪些主要部分？	1
2. 变压器的重要参数包括哪些？什么是绕组的额定电压比？	1
3. 变压器的额定容量是指什么？它是如何确定的？	1
4. 电力变压器按绕组绝缘和冷却介质可分为哪几类？什么是油浸式变压器？	1
5. 变压器的组件包括哪几类？	1
6. 变压器按调压方式分为哪几类？	2
7. 变压器型号“SFPSZ-63000/110”代表什么意义？	2
8. 变压器的内绝缘和主绝缘各包括哪些部位的绝缘？	2
9. 在变压器中，什么是全绝缘？什么是分级绝缘？	2
10. 何为纵绝缘？变压器绕组纵绝缘包括哪些方面？	2
11. 什么是绝缘配合？	2
12. 在应用多层电介质绝缘时要注意什么问题？	2
13. 什么是绝缘材料老化？造成老化的主要因素是什么？	3
14. 电压过高对运行中的变压器有哪些危害？	3
15. 采取哪些措施可以提高变压器绕组对冲击电压的耐受能力？	3
16. 三相变压器的联结方式有几种？各有什么特点？	3
17. 什么是变压器的星形联结？什么是变压器的中性点端子？	3
18. 什么是三相变压器的联结组别？如何表示？	4
19. 画出变压器 Yyn0 和 Yd11 联结组的接线图和相量图。	4
20. 为何 Yd 或 Dy 联结三相变压器可以防止电压畸变？	4
21. 变压器铁芯的主要作用是什么？其结构特点有哪些？	4
22. 简述变压器铁芯的结构。	5
23. 在变压器中，什么是主磁通？什么是漏磁通？	5
24. 铁芯制造工艺如何影响变压器的空载性能？变压器铁芯为什么必须扎紧？	5
25. 铁芯采用绑扎方式与采用穿心螺杆夹紧相比有何优点？	5

26. 变压器采用三相五柱式铁芯有什么好处？	5
27. 为什么变压器铁芯及其他所有金属构件要可靠接地？	5
28. 变压器铁芯为什么只能一点接地？	5
29. 变压器铁芯绝缘损坏会造成什么后果？	5
30. 硅钢片漆膜的绝缘电阻是否越大越好？	6
31. 为什么变压器过载运行只会烧坏绕组，铁芯不会彻底损坏？	6
32. 试述多根并绕的导线为什么要换位？换位导线的优点是什么？	6
33. 什么是同极性端？	6
34. 变压器绕组分接头为什么能起调节电压的作用？	6
35. 为什么变压器调压分接头一般从高压侧抽头？	6
36. 电力变压器无励磁分接开关如何分类？	7
37. 变压器套管的作用是什么？有哪些要求？	7
38. 套管按绝缘材料和绝缘结构分为哪几种？电容式套管内的电容屏起什么作用？	7
39. 试述复合式绝缘套管结构。套管型号 BF-400/300 代表什么意义？	7
40. 油纸电容式套管为什么要高真空浸油？	7
41. 套管与引线的连接方式主要包括几种？试述对采用定位套固定方式的套管接头过热的 处理方法。	8
42. 为什么变压器套管的穿缆引线应包扎绝缘白布带？	8
43. 什么是涡流？在生产中有何利弊？	8
44. 制造变压器油箱盖时，怎样防止大电流套管附近局部过热？	8
45. 油浸式变压器油箱的作用是什么？	8
46. 何为油箱磁屏蔽？	8
47. 变压器在运行中有哪些损耗？	9
48. 绕组的负载损耗由哪两部分组成？	9
49. 变压器为什么要进行冷却？	9
50. 平行油道是怎样形成的？主要作用是什么？	9
51. 在大容量变压器铁芯中为什么要设置油道？如何检查？	9
52. 为什么变压器跳闸后，应及时切除油泵？	9
53. 为什么将 A 级绝缘变压器绕组的温升规定为 65℃？	9
54. 如何防止电机损坏影响变压器的散热能力？	9
55. 变压器油温和油位有什么密切的关系？油位偏差主要是由哪些原因造成的？	10
56. 造成变压器油枕喷油、油位指示错误、保护装置误动的原因有哪些？主要是什么原因 造成的？	10
57. 变压器强油循环冷却器能否全停？	10
58. 变压器空载运行时，为什么功率因数不会很高？	10
59. 变压器负载运行时，绕组折算的准则是什么？	10
60. 画出变压器的“T”型等效电路。	10
61. 自耦变压器运行有哪些主要优缺点？	11

62. 自耦变压器的中性点为什么必须接地？	11
63. 变压器油在变压器中的主要作用是什么？	11
64. 为什么新油抵现场后，要经处理并取样分析合格后，才能注入设备？	11
65. 为什么要严格控制运行年久的变压器的绝缘油质量？	11
66. 水分对变压器有什么危害？	11
67. 对于运行中的变压器，如何防止水分、空气或油箱底部杂质进入变压器器身？	11
68. 变压器油氧化与哪些因素有关？在变压器油中添加氧化剂的作用是什么？	12
69. 变压器油老化后酸值（酸价）、黏度、颜色有什么变化？怎样用经验法简易判别油质的优劣？	12
70. 试述测定变压器油酸值的实际意义。	12
71. 为什么要对运行年久、温升过高或长期过载的变压器进行油中糠醛含量及绝缘纸的聚合度测定？	12
72. 为什么要对变压器油进行过滤？	12
73. 变压器油箱的一侧安装的热虹吸过滤器有什么作用？	12
74. 变压器油枕的作用是什么？变压器油枕主要有几种形式？	13
75. 如何防止气体进入变压器内部影响变压器绝缘？	13
76. 变压器油位标上 +40℃，+20℃，-30℃ 三条刻度线的含义是什么？	13
77. 吸湿器的作用是什么？吸湿器（呼吸器）中使用的硅胶达到饱和状态时，烘干温度和时间是多少？	13
78. 变压器的安全保护和检测元件主要有哪些？	13
79. 试述气体继电器的原理。	13
第二节 变压器本体检修	14
1. 根据国家电网公司《输变电设备状态检修导则》，变压器检修项目分为几类？	14
2. 变电站主变压器的 A 类检修项目包括哪些？	14
3. 何为吊芯？何为吊罩？	14
4. 变压器吊罩（吊芯）时对器身温度和环境温、湿度有哪些要求？	14
5. 变压器吊罩（吊芯）检修时的安全措施有哪些？	15
6. 采用钟罩式油箱的变压器，在吊罩前应拆卸哪些部件以防设备受损？	15
7. 试述变压器吊芯应做哪几个方面的检查？	15
8. 变压器铁芯多点接地的基本型式有哪些？	15
9. 铁芯多点接地的原因有哪些？	15
10. 在变压器安装过程中，如何防止铁芯出现多点接地？	16
11. 如何处理铁轭螺杆接地故障？	16
12. 为什么变压器解体检修时，要检查绕组压钉的紧固情况？	16
13. 对绕组固屏和隔板的检查标准是什么？	16
14. 绕组故障主要有哪些？	16
15. 绕组绝缘受潮的后果是什么？	17
16. 运行中的变压器油色谱异常，宜怎样分析判断？	17

17. 如何通过手指按压法检查绕组表面绝缘状态？	17
18. 对绕组引线的检查标准是什么？	17
19. 为什么在绝缘上作标记不用普通铅笔而用红蓝铅笔？	17
20. 对绕组故障的修复有何要求？	17
21. 绝缘支架变形的原因有哪些？	18
22. 变压器器身上的绝缘支架上能否使用金属螺栓，所用螺栓如何防松动？	18
23. 简述电容式套管拆卸解体的步骤。	18
24. 为什么要定期采用红外热成像技术检查运行中套管引出线连板的发热情况及油位？	18
25. 对于采用螺栓式末屏引出方式的套管，如何防止末屏断线？	18
26. 为什么巡视设备时，应检查记录油纸电容式套管的油位情况？	18
27. 为什么油纸电容型变压器套管不宜在现场大修？	18
28. 如何判断油纸电容式套管内的末屏断线？	19
29. 套管法兰盘处发生电晕或放电时如何处理？	19
30. 对变压器套管的例行检查项目有哪些？	19
31. 主变压器低压侧引线（一般为 10kV）排装设软连接过渡的作用是什么？	19
32. 如何检查变压器无励磁分接开关？	19
33. 安装 DW 型无励磁分接开关时，开关帽指针指示不正，应如何处理？	19
34. 为什么变压器（包括高压互感器）要真空注油？变压器真空注油时，应注意什么？	19
35. 真空干燥变压器为什么要充分预热再抽真空？为什么升温速度不宜过快？	20
36. 真空滤油机操作注意事项有哪些？	20
37. 常用滤油机的种类及其容量有哪些？	20
38. 使用压力式滤油机应注意哪些事项？	20
39. 处理劣化的变压器油有哪些方法？	21
40. 变压器油密封胶垫为什么必须用耐油胶垫？	21
41. 怎样控制橡胶密封件的压缩量才能保证密封质量？	21
42. 变压器油箱涂漆后，如何检查漆膜弹性？如何检查外表面漆膜粘着力？	21
43. 变压器进行 A 类检修后，应验收哪些项目？	21
44. 对变压器进行检查维护的目的是什么？	21
45. 变压器及组部件的检查维护项目分为哪两类？	22
46. 为何在线圈下面水平排列的裸露引线，宜加包绝缘？	22
47. 可采用哪些方法提高变压器绕组抗短路能力？同时应注意哪些问题？	22
48. 变压器的 B 类检修项目包括哪些？	22
49. 变压器 C 类检修的内容包括哪些？	22
50. 变压器渗漏主要包括哪两类？造成的原因是什么？	23
51. 目前常用的油箱检漏方法主要有哪些？	23
52. 为什么变压器可以带油进行补焊？变压器带油补焊应注意什么问题？	23
53. 在对变压器进行补焊时，为什么要抽真空？	23
54. 变压器渗漏油的防治措施有哪些？	23

第三节 有载分接开关检修	24
1. 什么是变压器的有载调压?	24
2. 有载分接开关的基本原理是什么?	24
3. 何为星形接线中性点调压? 请画出基本电路原理图。	24
4. 主分接是指什么?	24
5. 什么是正反向有载调压? 请画出电路原理图。	24
6. 什么是极性选择器, 极性选择器连接在变压器绕组的什么位置?	24
7. 国产 SYXZ-110/200-2×7 型有载分接开关, 型号中各字母的意义是什么? 假设开关型号 中字母部分为“SYXZZ”, 则第二个出线的“Z”代表什么?	25
8. 什么是有载分接开关“10191W 选择电路”? “10191W”的含义是什么?	25
9. 什么是有载分接开关“14271G 选择电路”?	25
10. 分析有载分接开关极性选择器动作时, 偏移电压的产生及限制方法?	25
11. 什么是有载分接开关的过渡电路?	26
12. 大容量的变压器有载分接开关, 其过渡电阻连接在什么位置? 如何测取?	26
13. 什么是触头组? 包括哪些触头?	26
14. 何为过渡波形? 测取有载分接开关过渡波形能发现哪些部位的故障?	26
15. 复合型和组合型有载调压装置有何区别?	26
16. 组合式有载分接开关由哪五个主要组成部分? 各有什么作用?	26
17. 组合式有载分接开关过渡电阻烧毁的原因有哪些?	26
18. 有载分接开关快速机构的作用是什么? 切换开关切换时间延长或不切换的原因是什么? 如何处理?	27
19. 拆卸 M 型有载分接开关的切换开关对操作位置有什么要求? 操作中应注意 哪些问题?	27
20. 组合式有载分接开关检修主要包括哪些项目?	27
21. 如何拆卸 M 型有载分接开关切换开关的扇形接触器外壳?	27
22. 何为选择开关? 对选择开关的吊芯检查有何要求?	27
23. V 型有载分接开关中心抽油管有何作用? 有何检查要求?	28
24. 复合式有载分接开关主要事故类型有哪些?	28
25. 如何检查有载分接开关触头及其连线?	28
26. 如何测得分接开关接触压力?	28
27. 对更换有载分接开关灭弧触头有何规定?	28
28. 有载分接开关常见故障有哪些?	28
29. 造成有载分接开关故障的主要原因有哪些?	28
30. 有载分接开关有局部放电或爬电痕迹的原因是什么? 如何处理?	29
31. 变压器分接开关触头接触不良或有油垢有何后果?	29
32. 连同变压器绕组测量直流电阻时呈不稳定状态的原因是什么? 如何处理?	29
33. 有载分接开关断轴的原因是什么? 如何处理?	29
34. MR 有载分接开关定期检修包括哪些工作内容? 应注意哪些问题?	29

35. 110kV 和 220kV 电压等级的 M 型、V 型有载分接开关定期检修前, 应做哪些准备工作?	29
36. 如何正确冲洗有载分接开关芯体及其油室?	30
37. ABB 公司 UC 型有载分接开关的切换开关吊检后如何复位?	30
38. 有载分接开关的电动机构有哪些性能特点?	30
39. 有载分接开关操动机构运行前应进行哪些项目的检查?	30
40. 请画出有载分接开关电动机构中, 具备电机正反向控制、接触器闭锁、电气限位、手摇保护功能的主回路接线图。	31
41. 如何正确拆装有载分接开关的传动轴? 连接传动轴前, 对分接开关本体工作位置和电动机构指示位置有何要求?	31
42. 以 MR 有载分接开关或长征电器一厂的 ZY1 有载分接开关为例, 说明如何进行“分接开关和操动机构的连接校验”?	31
43. 变压器的有载调压装置动作失灵是什么原因造成的?	32
44. 什么是逐级分接变换?	32
45. 什么是连动? 有载分接开关操动机构产生连动现象是什么原因?	32
46. 有载分接开关电动操动机构的防连动保护一般是怎样实现的?	32
47. 如何排除有载分接开关操动机构的连动故障?	32
48. 有载分接开关无法控制操作方向的原因是什么? 如何处理?	32
49. 有载分接开关电动机构仅能一个方向分接变换的原因是什么? 如何处理?	32
50. 有载分接开关在运行中电气极限保护不起作用是由哪些原因造成的? 怎样处理?	33
51. 有载分接开关机构箱内极限位置保护装置的动作顺序是怎样的?	33
52. 有载分接开关电动机构正、反两个方向分接变换均拒动的原因是什么? 如何处理?	33
53. 有载分接开关手摇操作正常, 而就地电动操作拒动的原因是什么? 如何处理?	33
54. 有载分接开关远方控制拒动, 而就地电动操作正常的原因是什么? 如何处理?	33
55. 有载分接开关远方控制和就地电动或手动操作时, 电动机构动作, 控制回路与电动机构分接位置指示正常一致, 而电压表、电流表均无相应变动, 其原因是什么? 如何处理?	33
56. 有载分接开关电动操动机构动作过程中, 空气开关跳闸的原因是什么? 如何处理?	33
57. 有载分接开关油枕油位异常升高或降低直至接近变压器主油枕油位的原因是什么? 如何处理?	34
58. 对有载分接开关的瓦斯保护装置有何要求?	34
59. 有载分接开关油室与油枕所连瓦斯继电器是否宜接轻瓦信号? 为什么?	34
60. 有载分接开关油室顶盖上的防爆盖(或防爆膜)起到什么作用? 防爆膜上一般作何标识?	34
61. 有载分接开关油枕有无胶囊? 为什么?	34
62. 有载分接开关的切换开关, 在切换过程中产生的电弧使油分解, 所产生的气体中有哪些成分?	34
63. 对运行中分接开关油室内绝缘油的击穿电压有何要求?	35
64. 如何进行有载分接开关的滤、换油?	35

65. 对有载分接开关的带电滤油装置有何要求？	35
66. 如何利用有载开关在线滤油装置对有载开关进行补油？	35
67. 如何对有载分接开关抽真空？	35
68. 请按图 1-6 中管路标记，指明各个字母标记的含义。	35
69. 分接开关巡视检查项目有哪些？	35
70. 如何将载调压变压器与无载调压变压器并联运行？	36
71. 对有载分接开关的电流闭锁有何要求？	36
72. 新装或进行 A 类检修后的有载调压变压器在投运前，应进行哪些项目的检查与验收？	36
73. 对有载分接开关机构箱的维护项目有哪些？	36
第四节 变压器附件检修	37
1. 对无励磁分接开关的检查要求是什么？	37
2. 对储油柜（油枕）检修有何要求？	37
3. 变压器采用胶囊式储油柜时，在对油枕油腔排气时，为什么要关闭储油柜下部的板门？ ...	37
4. 对储油柜（油枕）胶囊的检修有何要求？	37
5. 对磁力油位计的检修有何要求？	37
6. 为什么应定期检查吸湿器的油封、油位及吸湿器上端密封是否正常，干燥剂是否干燥、有效？	38
7. 强油循环变压器运行中出现油流继电器指示异常时，应如何检查？	38
8. 对油流继电器检修有何要求？	38
9. 强油循环风冷却器油流继电器动合、动断触点接错后有什么后果？	38
10. 潜油泵常见故障有哪些？	38
11. 在运行中应怎样更换变压器的潜油泵？	39
12. 在变压器运行中更换净油器硅胶要注意什么问题？	39
13. 对风扇电机的检修标准有哪些？	39
14. 对风扇电机的组装有何要求？	40
15. 对风扇电机的修后检查有何要求？	40
16. 对冷却器的风扇叶片有何要求？	40
17. 变压器安装或更换冷却器时，如何防止异物进入变压器主体内部造成故障？	40
18. 为什么对于延伸式结构的冷却器，冷却器与箱体之间宜采用金属波纹管连接？	40
19. 对吸湿器的检修有何要求？	40
20. 如何防止净油器装置内的活性氧化铝或硅胶粉末进入变压器？	41
21. 对安全气道的检修有何要求？	41
22. 对压力释放阀的检修有何要求？	41
23. 对气体继电器的检修有何要求？	41
24. 对气体继电器的运行维护有哪些规定？	41
25. 当气体继电器发出轻瓦斯动作信号时，如何判断故障情况？	42
26. 对阀门及塞子的检修有何要求？	42
27. 针对采用金属波纹管储油柜的变压器，如何防止重瓦斯误动？	42

 第二章 高压断路器检修	43
第一节 高压断路器基础知识	43
1. 什么是高压开关设备？主要包括哪些设备？	43
2. 什么是断路器？什么是高压断路器？	43
3. 断路器的基本结构包括哪几部分？各部分有什么作用？	43
4. 电力系统对交流高压断路器有哪些要求？	44
5. 断路器的主要作用是什么？	44
6. 断路器的主要功能包括哪些？	44
7. 高压断路器如何分类？	45
8. 什么是 E2 级、E1 级、C1 级、C2 级、M2 级、M1 级断路器？	45
9. 国内高压开关设备的产品型号如何规定？并举例说明。	45
10. 通常情况下，断路器需要给定的额定参数包括哪些？并解释各参数。	46
11. 高压断路器主要调整参数包括哪些？解释各个调整参数。	47
12. 高压断路器常用术语主要有哪些？解释其含义。	48
13. 变开距灭弧室结构的主要特点是什么？	49
14. 定开距灭弧室结构的特点是什么？	50
15. 什么是自能式灭弧室？什么是变开距自能式灭弧室？	50
16. 变开距自能式灭弧室断路器的特点是什么？	50
17. 什么是电弧？简述断路器内部电弧的形成过程。	50
18. 简述电弧放电的基本特征。	51
19. 什么是交流电弧？有什么特点？	51
20. 什么是弧隙介质强度和弧隙恢复电压？	51
21. 交流电弧熄灭的条件是什么？	52
22. 电弧有什么危害？有什么好处？	52
23. 电弧中自由电子的主要来源有哪些？	52
24. 电弧的去游离过程主要包括哪两种形式？	53
25. 影响电弧去游离的因素有哪些？	53
26. 断路器常用的基本灭弧方法有哪些？简单介绍灭弧原理。	53
27. 什么是近阴极效应？何种灭弧方法利用了近阴极效应？	54
28. 什么是近区故障？什么是近区故障开断？近区故障开断有什么特点？	54
29. 什么是临界开断电流？	54
30. 什么是电气触头？电气触头如何分类？	54
31. 断路器触头结构主要有哪几种实用形式？各自有什么特点？	55
32. 常用的触头材料有哪些？真空断路器触头有何特点？	55
33. 电气设备对触头材料的基本要求是什么？	55
34. 电气设备对电气触头有什么要求？	55
35. 对接式触头装配中的弹簧起什么作用？	56

36. 什么是接触电阻？	56
37. 影响断路器触头接触电阻的因素有哪些？对于不同材质的触头如何防止氧化？	56
38. 为什么触头要保证有足够的动稳定和热稳定？	56
39. 为什么要对断路器触头的运动速度进行测量？	56
40. 断路器的触头在开断时会产生电磨损，什么是电磨损？	57
41. 在什么情况下需要对开关设备进行回路电阻测试？	57
42. 什么是辅助开关（开关装置的）？断路器的辅助触头有哪些用途？	57
43. 为什么断路器的跳闸辅助触点要先投入后切开？	57
44. 为什么断路器的分、合闸控制回路一定要串联辅助开关触点？	57
45. 高压断路器并联电阻的作用是什么？	57
46. 高压断路器上使用的密封结构有哪些类型？	58
47. 断路器使用的密封垫（圈）有哪几种结构形式？	58
48. 安装密封垫圈有哪些要求？	58
49. 什么是平板形密封？有什么特点？使用于哪些部位？	58
50. O 形密封圈有哪些特点？适用于哪些部位？	58
51. O 形密封圈压缩量与密封效果有什么关系？	58
52. O 形密封结构中，密封脂的作用是什么？如何选用密封脂？	59
53. SF ₆ 气体密封胶涂敷及 O 形密封圈的安装注意事项？	59
54. 高压断路器为什么要装设缓冲器？作用是什么？	59
55. 高压断路器常用的缓冲装置有哪几种？	59
56. 断路器的油缓冲器在检修和安装时有哪些要求？	60
57. 油缓冲器的缓冲性能与哪些因素有关？	60
58. 油缓冲器和橡胶缓冲器适用于哪些场合？	60
59. 弹簧缓冲器适用于哪些场合？	60
60. 断路器调整后为什么要先进行慢分慢合操作？慢分慢合操作有什么条件要求？	60
61. 什么叫断路器的“跳跃”？对防跳跃装置的功能有什么要求？防止“跳跃”的措施是什么？	60
62. 回路控制中的防“跳跃”功能是怎样实现的？	61
63. 断路器发生“跳跃”时，针对液压机构如何处理？	61
64. 对脱扣机构有哪些要求？电磁和弹簧操动机构上的脱扣器有哪些类型？	61
65. 断路器和操动机构铭牌上强制标注的有哪些参数？	61
66. 从功能上分，高压断路器一般设有哪机构？	61
67. 高压断路器中常采用哪几种机械传动方式？	62
68. 断路器控制回路有哪些基本要求？	62
69. 对 220kV 断路器非全相继电器有什么要求？	62
70. 对断路器绝缘拉杆有何特殊要求？	62
71. 如果开关设备额定开断电流不能满足要求，应采取哪些技术措施？	62
72. 预防开关设备机械损伤的措施有哪些？	63

73. 对长孔固定的瓷柱式断路器有何特殊要求?	63
第二节 SF ₆ 断路器	63
1. 什么是 SF ₆ 断路器? SF ₆ 断路器如何分类?	63
2. SF ₆ 断路器有哪些优点和缺点?	63
3. SF ₆ 断路器附件包括哪些?	64
4. SF ₆ 断路器装设哪些 SF ₆ 气体信号装置?	64
5. 什么是 SF ₆ 的状态参数曲线? 有哪些主要参数?	64
6. SF ₆ 温度压力曲线的主要用途是什么?	65
7. 压力释放装置如何分类?	65
8. 对 SF ₆ 断路器装设的压力释放装置的要求是什么?	65
9. SF ₆ 断路器本体严重漏气处理前应做哪些工作?	66
10. SF ₆ 断路器的年漏气量是怎么规定的? SF ₆ 断路器气体泄漏可能有哪些原因?	66
11. 在什么情况下需要进行检漏?	66
12. SF ₆ 断路器易漏的部位主要有哪些?	66
13. SF ₆ 电气设备检漏时有哪些注意事项?	67
14. 对于 SF ₆ 断路器, 定性检漏和定量检漏通常采用哪些方法?	67
15. 什么是气体密度? 如何监视 SF ₆ 气体密度?	67
16. 压力表、密度继电器和密度表有什么区别?	67
17. 什么是密度继电器? 为什么 SF ₆ 断路器要采用这种继电器?	67
18. SF ₆ 气体密度表的计量单位是什么? 密度表在 SF ₆ 断路器中所起的作用是什么?	67
19. 根据密度继电器的结构图(见图 2-7), 描述密度继电器的工作原理。	68
20. 使用密度表(密度继电器)的注意事项有哪些?	68
21. SF ₆ 密度表校验仪试验中仪器测试值是相对压力值吗?	68
22. SF ₆ 断路器运行中的密度表读数与哪些因素有关?	69
23. SF ₆ 密度表校验是指什么?	69
24. 简述密度表的动作检测内容。	69
25. 试述 SF ₆ 气体密度表校验流程。	69
26. SF ₆ 气体密度表的校验可以采用哪些方法? 各有什么优缺点?	70
27. 密度表动作原因有哪些? 如何处理?	71
28. 分析运行中密度表读数波动的原因?	71
29. 六氟化硫电气设备中, 气体含水量如何表示? SF ₆ 气体微量水分的测量有什么要求?	72
30. 为什么对 SF ₆ 断路器必须严格监督和控制气体的含水量?	72
31. SF ₆ 气体的水分有哪些可能的来源?	72
32. SF ₆ 断路器含水量超标如何进行处理?	72
33. 描述 SF ₆ 设备检修抽真空的步骤。	73
34. SF ₆ 设备检修对抽真空设备有什么要求?	73
35. 现场采用抽真空和充入高纯氮冲洗的方法进行微水超标处理时, 需要用到哪些设备和材料?	73

36. 含水量超标处理有哪些注意事项?	73
37. 影响 SF ₆ 含水量测量准确度的因素主要有哪些?	74
38. SF ₆ 气体水分含量的测量方法有哪些?	74
39. 对 SF ₆ 气体的标志、标签有什么要求?	75
40. SF ₆ 气体包装、运输和储存有什么要求?	75
41. 运行中 SF ₆ 气体质量如何进行监督与管理?	75
42. SF ₆ 电气设备解体时有哪些安全保护?	76
43. 处理 SF ₆ 电气设备紧急事故时有哪些安全防护?	76
44. 对 SF ₆ 断路器充、补 SF ₆ 气体时有哪些安全注意事项?	77
45. SF ₆ 电气设备充、补气工艺流程有哪些注意事项?	77
46. 分析 SF ₆ 气体压力降低发信号原因? 如何处理?	78
47. 防止 SF ₆ 气体分解物危害人体的措施有哪些?	79
48. SF ₆ 气体回收充气装置主要由哪些系统组成? SF ₆ 气体回收充气装置主要形式有哪些? 说明回收储存原理。	79
49. 描述 SF ₆ 电气设备分解前气体回收工艺流程。	79
50. SF ₆ 气体压力有绝对压力与表压力两种方法, 它们之间的换算公式是什么?	79
51. SF ₆ 电气设备(含 SF ₆ 断路器)内装设吸附剂有何作用?	80
52. SF ₆ 断路器常用的吸附剂有哪几种?	80
53. 如何对 SF ₆ 断路器中安放的吸附剂进行配置?	80
54. SF ₆ 断路器更换吸附剂有哪些注意事项?	80
55. SF ₆ 断路器报废时, 如何对气体和分解物进行处理?	80
56. SF ₆ 气体管理包括哪几方面?	80
57. 如何检验 SF ₆ 新气?	81
58. SF ₆ 断路器的检漏工作, 一般分为哪几种类型?	81
59. 通常 SF ₆ 断路器检修作业前的检查和试验内容有哪些?	81
60. SF ₆ 高压断路器检修如何分类? 分别包括哪些项目?	82
61. 维护运行中的 SF ₆ 断路器应注意哪些事项?	82
62. SF ₆ 断路器常见故障有哪些? 怎么处理?	82
63. LW * -35 型断路器本体解体检修时, 密封面的处理工艺要求是什么?	84
64. 试述 LW * -35 型断路器灭弧室解体重点检查的部件有哪些?	84
65. LW8 -35 (A) 开关合不上的主要原因有哪些? 如何调整?	84
66. LW6 型断路器抽真空和充 SF ₆ 气体有哪些特殊要求?	85
67. LW6 型断路器提升杆转动原因、危害及处理措施是什么?	85
第三节 真空断路器	85
1. 什么是真空? 什么是真空度, 单位是什么?	85
2. 真空区域如何划分? 真空灭弧室的真空属于哪个区域?	85
3. 什么是真空断路器? 什么是真空电弧?	86
4. 真空电弧包括哪两种类型? 两种电弧如何转换?	86