

110kV及以下变电设备 与操作技术问答

国网冀北电力有限公司管理培训中心 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

110kV及以下变电设备 与操作技术问答

国网冀北电力有限公司管理培训中心 编



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 110kV 及以下变、配电运行常见的问题以及解决问题的方法。全书共分 28 章,主要内容有:变电运行人员应该掌握基本知识,变电一次设备原理、结构和工作特性,变电二次设备接线、保护动作原理、综合自动化变电站和“五防”设备,变电设备的巡视、倒闸操作和事故与异常的处理,仪器仪表的正确使用,变配电室的标准化验收,变配电技术管理知识等。

本书内容是现场运行专家多年运行经验的总结,针对 110kV 及以下变配电运行、检修人员,实用性很强。

本书不仅可作为 110kV 及以下电力系统变配电运行、检修人员现场培训教材,也可供企、事业单位高压变配电运行人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

110kV 及以下变电设备与操作技术问答/国网冀北电力有限公司管理培训中心编. —北京:中国电力出版社, 2014. 10

ISBN 978-7-5123-5283-4

I. ①1… II. ①国… III. ①变电所-电气设备-问题解答
IV. ①TM63-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 287076 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

2014 年 10 月第一版 2014 年 10 月北京第一次印刷
700 毫米×1000 毫米 16 开本 26.5 印张 508 千字
印数 0001—3000 册 定价 58.00 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

《110kV 及以下变电设备与操作技术问答》

编委会成员

主 任：姚建中

副 主 任：郑超达 常莉莉 顾振江 黄 彬

委 员：马宝忠 尚润田 王永林 李秀云

随 意 张春江 侯立枫 王晓利

主 编：赵连政

编写人员：赵连政 李广渊 张希成 付连杰 郭卫国

舒燕蓉 于海山 王 玮 侯立枫 侯锐锋

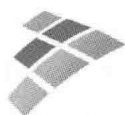
宁 岩 李秀云 张万利 张明洋 高文彬

李梦兴 赵阳立 刘颖利

主 审：李秀云 顾振江 马宝忠

审 核：赵连政 张希成 李广渊 付连杰 郭卫国

(排名不分先后)



目 录

前言

《第一章 电力系统基本知识.....	1
1. 什么是电能?	1
2. 电能生产的特点是什么?	1
3. 电力能源的种类主要有哪些?	1
4. 什么是电功率?	1
5. 什么是有功功率?	1
6. 什么是无功功率?	2
7. 什么是视在功率?	2
8. 视在功率、有功功率和无功功率的关系是什么?	2
9. 什么是功率因数?	2
10. 什么是自然功率因数?	2
11. 什么是电力系统?	2
12. 电力系统的作用是什么?	2
13. 什么是电力网?	3
14. 什么是配电系统?	3
15. 对电力系统的基本要求有哪些?	3
16. 大型电力系统主要有哪些优点?	4
17. 电力网电能损耗中的理论线损由哪几部分组成?	4
18. 什么是用电负荷?	4
19. 什么是有功负荷?	5
20. 什么是无功负荷?	5
21. 什么是短路? 短路的类型有哪些?	5
22. 单相接地短路的特征有哪些?	5
23. 相间短路的特征有哪些?	5
24. 断线的特征有哪些?	6
25. 什么是电气设备的热稳定?	6
26. 什么是电气设备的动稳定?	6
27. 什么是中性点?	6
28. 什么是中性点直接接地系统?	6

29. 什么是中性点经消弧线圈接地系统?	6
30. 什么是中性点经电阻的接地系统?	6
31. 什么是中性点不接地系统?	7
32. 什么是顺调压、逆调压和恒调压?	7
33. 电压偏低运行的危害有哪些?	7
34. 电压偏高运行的危害有哪些?	8
35. 电力谐波的危害有哪些?	8
36. 三相不平衡的危害有哪些?	9
37. 什么是拉路限电?	9
38. 电力系统频率降低的危害有哪些?	10
39. 什么是低频、低压减载装置?	10
40. 什么是谐振?	10
41. 什么是电网的并列运行?	10
42. 电网并列运行的条件有哪些?	11
43. 什么是电网合环运行? 电网合环运行有什么优点?	11
44. 电网合环运行应具备的条件有哪些?	11
45. 什么是电磁合环? 有哪些特点?	11
46. 什么是电气主接线?	12
47. 对变、配电站的主接线有什么要求?	12
48. 变电站内常见电气设备有哪些图形符号?	12
49. 电气主接线怎样划分?	13
50. 单母线接线有哪些特点?	14
51. 单母线分段接线哪些特点?	14
52. 桥形接线有哪些特点?	14
53. 什么是扩大桥接线?	15
54. 双母线接线有哪些特点?	16
55. 3/2 接线有哪些特点?	16
56. 变电站有几种类型? 有何特点?	16
57. 什么是运行方式?	17
58. 什么是最大运行方式和最小运行方式?	17
59. 什么是变电站电源的“ π ”接引入? 什么是“T”接引入?	18
60. 什么叫电气上的“地”?	18
61. 什么叫电气接地?	19

62. 低压配电系统的接地方式有几种?	19
《第二章 过电压知识	21
1. 什么是电气设备的绝缘, 其分为哪几类?	21
2. 什么是电气设备绝缘的老化?	21
3. 电气设备绝缘缺陷有哪几类?	21
4. 什么是过电压? 过电压应如何分类?	22
5. 什么是电气设备操作过电压?	22
6. 电网的操作过电压是怎样引起的?	22
7. 如何防范操作过电压?	23
8. 变电站内为防止操作过电压的避雷器应安装在什么位置?	23
9. 什么是谐振过电压?	23
10. 谐振过电压怎样分类?	23
11. 怎样限制谐振过电压?	24
12. 什么是稳态工频过电压?	24
13. 什么是直击雷过电压?	24
14. 什么是感应雷过电压?	24
15. 雷击过电压有什么危害?	25
16. 电力系统中常采用的防雷保护装置有哪些?	25
17. 什么是雷电波侵入?	25
18. 雷电波侵入的方式有哪些?	25
19. 怎样防止雷电波侵入?	25
20. 什么是“过电压保护”?	26
21. 什么是保护接地?	26
22. 什么是工作接地?	26
23. 什么是屏蔽接地?	26
24. 什么是防雷接地? 防雷接地装置包括哪几部分?	26
25. 变电站接地电阻的要求是多少?	27
26. 什么是保护间隙?	27
27. 变电站接地引下线有什么规定?	27
《第三章 变压器	28
1. 变压器的作用和基本原理是什么?	28
2. 变压器型号及含义是什么?	29
3. 变压器主要技术参数及含义是什么?	29

4. 油浸变压器由哪些部件组成?	30
5. 变压器铁芯的作用是什么?	31
6. 变压器绕组的作用是什么?	31
7. 变压器油箱的作用是什么?	31
8. 变压器油的作用是什么?	31
9. 压力释放阀的作用是什么?	32
10. 压力释放阀的工作原理是什么?	32
11. 呼吸器的作用是什么?	32
12. 冷却器的种类有哪些? 各适用的范围是什么?	32
13. 变压器为什么要进行调压? 调压分哪几种?	33
14. 变压器有载调压装置运行的注意事项有哪些?	33
15. 变压器有载调压操作的注意事项有哪些?	34
16. 气体继电器的结构和动作原理是什么?	34
17. 油位计有什么作用?	34
18. 储油柜的作用是什么?	35
19. 为什么要进行滤油?	35
20. 铁芯为什么要接地?	36
21. 铁芯为什么不能多点接地?	36
22. 什么是变压器同极性端?	36
23. 什么是变压器的接线组别?	36
24. Y y12; Y d11 接线图和向量图是怎样的?	37
25. 变压器并列运行的优点是什么?	37
26. 变压器并列运行的条件是什么?	37
27. 干式变压器的结构特点有哪些?	38
28. 变压器的绝缘材料对运行温度有哪些影响?	38
29. 非晶合金变压器的结构特点有哪些?	39
30. 什么是卷铁芯变压器?	39
31. 卷钢芯变压器的结构有什么特点?	40
32. 变压器绝缘是怎样分类?	41
33. 什么叫变压器绝缘老化?	42
34. 变压器运行温度与绝缘的关系是什么?	42
35. 变压器运行温度有哪些规定?	42
36. 变压器正常运行条件有哪些?	42
37. 什么是变压器的空载运行?	43

38. 什么是变压器的带负荷运行?	43
39. 什么是变压器过负荷能力?	43
40. 变压器正常运行时过负荷怎样规定?	44
41. 什么是变压器的励磁涌流?	44
42. 产生励磁涌流的原因是什么?	45
43. 励磁涌流的特点?	45
44. 励磁涌流的危害有哪些?	45
45. 变压器事故过负荷能力如何规定?	46
46. 短路对变压器的危害有哪些?	47
47. 过电压对变压器的危害有哪些?	47
48. 采用什么措施防止变压器过电压?	47
《第四章 高压断路器	49
1. 高压断路器的用途是什么?	49
2. 电网运行对高压断路器的基本要求是什么?	49
3. 高压断路器有哪些类型? 其特点有哪些?	49
4. 高压断路器型号的含义是什么?	50
5. 高压断路器的主要技术参数有哪些?	50
6. 高压断路器由哪几个部分组成, 其各自的作用是什么?	51
7. SF ₆ 气体有哪些化学和物理性质?	52
8. SF ₆ 气体有哪些电气特性?	52
9. SF ₆ 断路器有哪几种类型?	53
10. SF ₆ 断路器灭弧室有哪些类型?	53
11. SF ₆ 气体灭弧与空气灭弧有什么不同?	53
12. 单压式 SF ₆ 断路器灭弧室的工作原理是什么?	53
13. 什么是变开距灭弧室? 其结构组成及工作原理是什么?	53
14. 自能压气式(膨胀式)灭弧室是怎样工作的?	54
15. 利用自能压气式(膨胀式)灭弧室结构的断路器有 哪些优点?	54
16. 断路器操动机构有什么作用?	54
17. 操动机构应满足哪些基本要求?	55
18. 操动机构的型号含义是什么?	55
19. SF ₆ 断路器配用哪几种操动机构?	55
20. 液压操动机构有什么特点?	55
21. 液压操动机构的工作原理及基本机构组成	

有哪些 (以 CY3 为例)?	55
22. 液压操动机构 SF ₆ 断路器有哪些防护功能及措施?	56
23. 什么是断路器的弹簧操动机构? 它有什么特点?	57
24. SF ₆ 断路器中 SF ₆ 气体水分的危害有哪些?	57
25. SF ₆ 断路器 SF ₆ 气体中水分有哪些来源?	57
26. SF ₆ 断路器气体微水含量标准是什么?	57
27. SF ₆ 断路器灭弧室中的 SF ₆ 气体水分超标的现场处理和 措施有哪些?	58
28. SF ₆ 断路器 D 类检修项目有哪些?	58
29. SF ₆ 断路器有哪些专业巡检项目?	58
30. SF ₆ 断路器实际位置与机械位置指示、电气位置指示 不一致的原因是什么?	58
31. SF ₆ 断路器的 SF ₆ 气体压力过低或过高的危害有哪些? ...	59
32. SF ₆ 断路器漏气的危害和原因各是什么?	59
33. 真空断路器的真空指的是什么?	59
34. 真空断路器的特点有哪些?	59
35. 真空断路器结构组成元件有哪些?	59
36. 真空断路器触头结构类型有哪些?	60
37. 真空灭弧室金属屏蔽筒的作用是什么?	60
38. 真空断路器的灭弧原理是什么?	60
39. 真空断路器的操动机构有哪几种类型? 其特点是什么? ...	61
《《 第五章 隔离开关与负荷开关	62
1. 什么是隔离开关? 其作用是什么?	62
2. 隔离开关有哪些类型?	62
3. 隔离开关铭牌的型号字母含义是什么?	65
4. 隔离开关技术参数有哪些?	65
5. 对隔离开关基本要求有哪些?	65
6. 隔离开关主要由哪几部分组成?	66
7. 隔离开关的操动机构有哪几种?	66
8. 高压断路器与隔离开关之间为什么要加装闭锁装置?	66
9. 隔离开关接触电阻增大的原因有哪些?	66
10. 隔离开关的常见故障有哪些?	66
11. 怎样判断隔离开关触头是否过热?	66
12. 隔离开关的操作范围是什么?	67

13. 什么是负荷开关? 负荷开关与高压断路器、隔离开关有什么区别?	67
14. 负荷开关的型号含义是什么?	67
15. 负荷开关作用有哪些?	68
《第六章 互感器	69
1. 电流互感器在电力系统中的作用有哪些?	69
2. 电流互感器有哪些形式?	69
3. 电流互感器铭牌参数代表意义是什么?	69
4. 电流互感器在原理上与普通变压器有何不同?	70
5. 在什么情况下优先选择 1A 电流互感器?	70
6. 什么是电流互感器的极性? 极性反接的危害是什么?	71
7. 什么是电流互感器的误差? 怎样规定?	71
8. 电流互感器产生误差的原因是什么?	72
9. 什么是电流互感器的 10% 误差曲线?	72
10. 电流互感器计量级与保护级为什么不能混用?	72
11. 电流互感器二次为什么不能开路? 为防止开路, 工作时应采取什么措施?	72
12. 什么是电流互感器的末屏?	73
13. 电流互感器末屏为什么要接地?	73
14. 电流互感器膨胀器的作用是什么?	73
15. GIS 用光电流互感器的结构是什么样的? 各部件的作用是什么?	73
16. 独立型光学互感器的结构是怎样的? 各部件的作用是什么?	74
17. 电缆用零序电流互感器的结构及作用是什么?	75
18. 电压互感器在电力系统中的作用有哪些?	75
19. 电压互感器有哪些类型?	76
20. 光学电压互感器原理?	76
21. 电压互感器铭牌参数代表意义是什么?	76
22. 电压互感器与普通变压器有何不同?	77
23. 什么是电压互感器的极性?	77
24. 电容式电压互感器的结构及原理图是怎样的?	78
25. 电压互感器开口三角的作用是什么? 如一个开口三角极性接反有何现象?	78

26. 电压互感器二次短路对运行有哪些危害?	79
27. 电压互感器运行中允许的过电压倍数及时间是怎样规定的?	79
28. 电容式电压互感器二次电压有哪些异常现象及引起的 主要原因是什么?	79
29. 电流互感器运行中常见异常及主要原因是什么?	79
30. 35kV 及以下电压互感器一、二次熔断器熔断的 原因是什么?	80
31. 35kV 及以下电压互感器一次熔断器熔丝熔断为什么 不能用普通熔丝代替?	80
32. 35kV 及以下母线为什么有时会出现三相电压不平衡?	80
33. 为什么不允许电流互感器长期过负荷运行?	80
34. 电压互感器产生铁磁谐振的原因及其后果是什么?	81
35. 对互感器接地有哪些要求?	81
36. 光学电流互感器的原理及其特点是什么?	81
《第七章 电容器	83
1. 电力电容器分类及其作用是什么?	83
2. 并联电容器的结构是怎样的?	83
3. 电容器铭牌参数代表意义是什么?	83
4. 并联电容器组型号的意义是什么?	84
5. 高压并联电容器的接线方式有哪些? 应用范围是什么?	85
6. 怎样选择并联电容器的容量?	85
7. 室内电容器对环境有哪些要求?	86
8. 为什么电容器拉开后再次合闸要间隔至少 5min?	86
9. 在检查处理故障电容器时注意事项有哪些?	86
10. 如何选择电容器户外熔断器?	87
11. 电容器允许电流范围如何规定? 引起电容器超过额定电流 的原因有哪些?	87
12. 电容器允许的运行电压范围如何规定? 过电压运行时 对电容器有哪些危害?	87
13. 并联电容器组用放电线圈的作用?	87
14. 放电线圈的接线方式有哪些?	88
《第八章 电抗器	89
1. 电抗器的分类及其在电力系统中的作用是什么?	89

2. 电抗器的结构是怎样的?	89
3. 电抗器铭牌参数代表的意义是什么?	89
4. 为什么垂直布置的电抗器中间一相绕组的绕向与上下绕组的绕向相反?	90
5. 电抗器接地体及金属围栏异常发热的原因是什么?	90
6. 如何选择电容器组电抗器的电抗百分比?	90
7. 在什么情况下选择干式铁芯电抗器?	91
《《 第九章 消弧线圈	92
1. 什么是消弧线圈?	92
2. 消弧线圈有什么作用?	92
3. 消弧线圈工作原理是什么?	92
4. 消弧线圈怎样分类?	93
5. 调容式消弧线圈的工作原理是什么?	93
6. 调气隙式消弧线圈的工作原理是什么?	93
7. 调励磁式消弧线圈的工作原理是什么?	94
8. 调匝式消弧线圈的工作原理是什么?	94
9. 消弧线圈装设原则是什么?	94
10. 消弧线圈是怎样组成的?	95
11. 消弧线圈有哪几种补偿方式?	95
12. 消弧线圈怎样进行分头调整?	96
13. 消弧线圈正常运行时有哪些注意事项?	96
14. 消弧线圈在系统单相接地时应注意哪些事项?	97
15. 消弧线圈自动调谐装置投入运行如何操作?	97
16. 消弧线圈自动调谐装置退出运行如何操作?	97
17. 什么是接地变压器?	97
18. 接地变压器的作用?	97
19. 接地变压器的接线是怎样的?	98
《《 第十章 避雷器	99
1. 避雷器的作用是什么?	99
2. 什么是金属氧化物避雷器?	99
3. 避雷器是怎样分类的?	99
4. 阀型避雷器的基本结构及工作原理是怎样的?	99
5. 金属氧化物无间隙避雷器有哪些优点?	100
6. 金属氧化物避雷器(氧化锌避雷器)的	

基本结构是怎样的？	100
7. 金属氧化物避雷器是怎样分类的？	100
8. 金属氧化物避雷器型号的含义是什么？	100
9. 金属氧化物避雷器基本电气参数的意义是什么？	101
10. 金属氧化物避雷器常见故障有哪些？	102
11. 避雷器的缺陷是怎样定性的？	102
12. 利用在线测量鉴别避雷器，其判断标准是怎样规定的？	103
13. 为什么要在电力电容器与其断路器之间装设一组氧化锌避雷器？	103
《《 第十一章 高压熔断器	104
1. 高压熔断器的作用是什么？	104
2. 高压熔断器有哪些类型？	104
3. 高压熔断器型号含义是什么？	104
4. 高压熔断器结构和工作原理是什么？	105
5. 什么是高压熔断器的保护特性？	105
6. 多级熔断器串联使用怎样保证选择性？	105
7. 熔断器熔体电流怎样选择？	105
8. 高压熔断器银、铜熔体怎样降低熔点温度？	106
9. XRN 系列高压熔断器在熔断器一端装有熔丝熔断指示器（撞击器）的作用是什么？	106
10. RW3-10Z 型单次重合熔断器工作原理是什么？	106
11. 跌落式熔断器的操作要求及注意事项有哪些？	106
《《 第十二章 母线、绝缘子、电力电缆	108
1. 母线的作用是什么？	108
2. 母线有哪些形式？	108
3. 母线布置方式有哪些？	108
4. 硬母线为什么要装设伸缩头？	108
5. 绝缘子的作用是什么？	108
6. 绝缘子有哪些形式？	108
7. 变电站常用绝缘子型号意义？	108
8. 什么是爬电？什么是爬电距离？什么是爬电比距？	109
9. 引起污闪的原因是什么？	110
10. 怎样防止变电站的绝缘子污闪？	110

11. 电力电缆的作用是什么?	110
12. 电力电缆的结构特点及各部件的作用是什么?	110
13. 电力电缆的参数意义是什么?	110
14. 电力电缆的种类有哪几种?	111
15. 电力电缆的敷设方式有几种?	112
16. 电缆终端接地方式有哪几种?	112
17. 敷设电缆时为避免绝缘和保护层受到损坏, 电缆弯曲处的 曲率半径有什么规定?	112
18. 当两条电缆相互连接或电缆接到电器上时为何要采用如 接头盒、电缆头类的特殊措施?	113
19. 常用电缆头有哪几种? 有何优、缺点?	113
20. 电缆终端的结构是什么样?	113
21. 全电缆线路为什么要退出重合闸?	113
22. 为什么不允许电力电缆长期过温运行?	113
23. 电力电缆绝缘受潮的原因是什么?	114
24. 电缆头产生电晕的原因是什么?	114
25. 电缆分支箱的结构、作用是什么?	114
《《 第十三章 成套设备	116
1. 什么是 GIS? 其结构、特点是什么?	116
2. 什么是 PASS? 其结构、特点是什么?	117
3. 什么是 HGIS? 其结构、特点是什么?	117
4. GIS、PASS、HGIS 的区别和使用范围是什么?	118
5. 室内 GIS 设备巡视时注意事项有哪些?	118
6. GIS 设备电气闭锁是如何实现的?	118
7. 成套高压开关柜由哪几部分组成?	118
8. 高压开关柜是怎样分类的?	118
9. 高压开关柜的主要特点是什么?	119
10. KYN28A-12 型户内金属铠装抽出式开关设备的主要形式 及结构是什么?	119
11. XGN 37-12 箱型固定式金属封闭开关设备的主要形式及 结构是什么?	121
12. XGN 2-12 箱型固定式金属封闭开关设备的主要形式及 结构是什么?	121
13. KYN61-40.5 铠装式金属封闭开关设备的主要形式及	

结构是什么?	122
14. XGN46—40.5 箱式气体绝缘金属封闭开关设备的 主要形式及结构是什么?	122
15. DNF 7—40.5kV 铠装移开式交流金属封闭空气绝缘开关柜的 主要形式及结构是什么?	123
16. 高压开关柜运行中应注意哪些事项?	123
17. 成套低压开关柜的构成及特点是什么?	124
18. 高压环网柜的作用及特点是什么?	128
19. 美式箱式变电站与欧式箱式变电站的结构、作用及特点 是什么?	128
20. 组合计量箱的结构、作用是什么?	129
21. 什么是成套电气装置? 其作用是什么?	129
22. 成套电气装置主要分为哪几类?	129
23. 低压成套开关设备的种类有哪些?	130
《第十四章 站用交直流系统	131
1. 站用电的作用是什么?	131
2. 什么是环形线路和辐射型线路?	131
3. 蓄电池的形式有哪些?	131
4. 蓄电池为什么会自放电?	131
5. 什么是蓄电池的定期充放电?	131
6. 蓄电池怎样进行核对性充放电?	131
7. 蓄电池有哪些故障类型, 怎样处理?	132
8. 直流电源系统检修和事故处理的安全要求?	133
9. 直流系统在变电站有哪些作用?	133
10. 直流系统的组成有哪些要求?	133
11. 阀控蓄电池室有哪些要求?	133
12. 直流系统为什么要装设环路开关, 运行上有 哪些要求?	134
13. 直流接地的危害是什么? 怎样拉路查找顺序?	134
14. 传统直流绝缘监察的工作原理是什么?	134
15. 直流接地巡检的工作原理是怎样的?	135
16. 直流系统有哪些运行管理规定?	136
17. 相控式直流电源的主要原理是什么?	136

18. 高频开关电源的主要原理是什么?	137
19. UPS 的主要作用是什么?	137
20. UPS 是怎样工作的?	137
21. 什么是交直流一体化电源?	138
《第十五章 二次回路基础知识	139
1. 什么是一次设备? 什么是二次设备?	139
2. 二次图纸分成哪几类? 各有什么用途?	139
3. 什么是等电位标号法?	140
4. 什么是相对标号法?	140
5. 怎样识别二次图纸?	140
6. 变电站内常见二次电气设备有哪些图形符号?	141
7. 二次直流回路如何编号?	142
8. 二次交流回路如何编号?	143
9. 常用小母线如何编号?	145
10. 接线端子有哪些分类?	145
11. 控制电缆敷设有什么要求?	145
12. 二次回路接线有什么要求?	145
13. 有功功率表的基本原理是什么?	146
14. 单相交流有功功率表怎样接线?	146
15. 三相交流有功功率表怎样接线?	147
16. 有效接地系统电能表的接线原理图是怎样的?	148
17. 非有效接地系统电能表的接线原理图是怎样的?	148
18. 什么是电流回路?	148
19. 什么是电压回路?	149
20. 什么是电压切换回路?	150
21. 微机监控系统对开关设备是如何实现控制的?	151
22. 断路器机构回路包括哪些?	153
23. 断路器“控制回路断线”的信号发出原理是怎样的?	153
24. 断路器“SF ₆ 闭锁及报警”的动作原理是怎样的?	153
25. 断路器“压力分(合)闸闭锁”的动作原理是 怎样的?	154
26. 断路器“过载超时”的动作原理是怎样的?	154
27. 断路器“弹簧未储能”的动作原理是怎样的?	155
28. 变压器风冷电源互投的动作原理是怎样的?	155