

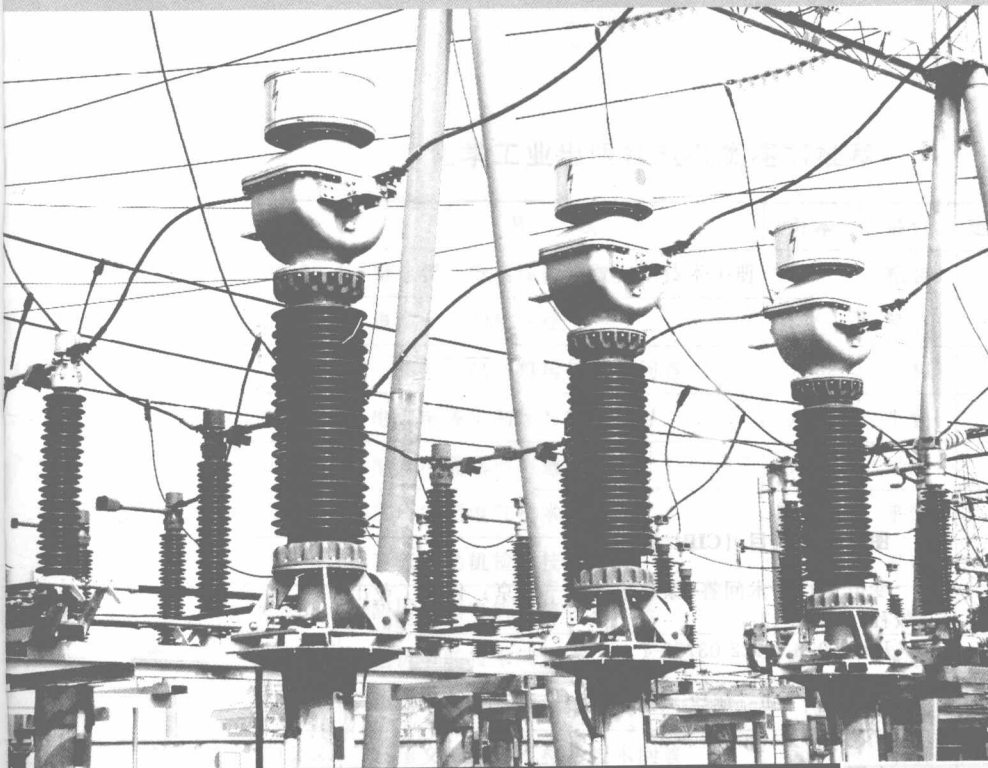
变电运行技术问答

BIANDIAN YUNXING JISHU WENDA

徐志华 编



化学工业出版社



变电运行技术问答

BIANDIAN YUNXING JISHU WENDA

徐志华 编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行技术问答/徐志华编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 12

ISBN 978-7-122-03779-4

I. 变… II. 徐… III. 变电所-电力系统运行-问答
IV. TM63-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 150971 号

责任编辑: 高墨荣

装帧设计: 张 辉

责任校对: 顾淑云

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 198 千字

2009 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着国民经济的飞速发展，电力工业也得到了迅猛发展，特别是进入新世纪以来，国家加大了电网建设和改造的力度，这就对变电运行人员的业务素质提出了越来越高的要求。变电站是电网的重要组成部分，它的安全运行直接关系到电网的安全稳定，影响着电网的供电质量。为提高变电站安全、经济运行水平，适应现代化管理的要求，适应变电运行人员工作和学习的需要，提高变电运行人员的技术素质，我们组织编写了本书。

本书以问答的形式解答了变电站的高压设备和二次设备在运行中常见的问题。全书共分2篇：第1篇是变电站高压设备部分，包括变压器，电压互感器，电流互感器，消弧线圈、电抗器，电力电容器，高压断路器，隔离开关、绝缘子，母线、电力电缆和过电压保护，共9章；第2篇是变电站二次设备部分，包括直流系统、中央信号，测量仪表，二次接线，继电保护装置和安全自动装置，共5章。

本书由从事变电运行多年的工程技术人员编写，内容根据工作中实际遇到的问题总结而成，由浅入深，通俗易懂，有助于提高变电运行人员的理论和操作水平。

本书可供变电站运行人员阅读，还可供变电站检修、安装人员、继电保护工作人员参考，也可供大中专院校电类专业学生参考。

由于编者水平有限，书中难免有不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 篇 变电站高压设备

第 1 章 变压器	3
第 1 节 变压器的基本知识	3
1-1 变压器的作用和基本原理是什么?	3
1-2 变压器各组成部件有什么功用?	5
1-3 变压器的额定容量、额定电压、额定电流、容量比、变比、短路电压、铜损、铁损、空载电流是什么含义?	7
1-4 变压器型号中字母都代表什么意义?	9
1-5 什么叫变压器的接线组别?	10
1-6 硅胶罐在变压器运行中起什么作用? 运行维护有什么要求?	13
1-7 气体继电器的动作原理是什么? 常用气体继电器有几种形式? 各有什么特点?	13
第 2 节 变压器的检修和试验	14
1-8 主变压器新投入或大修后投入运行前应该验收哪些项目? 为什么在正式运行前要做冲击试验? 冲击几次?	14
1-9 主变压器新装或大修后测定变压器大盖和储油柜连接管的坡度标准是什么? 坡度有什么作用?	16
1-10 主变压器新装或大修后投入运行为什么有时气体继电器动作频繁? 怎样判断和处理?	16
1-11 测变压器的绝缘电阻有哪些注意事项? 为什么变压器绝缘电阻的吸收比大于 1.3 时, 可认为变压器绝缘是	18

	干燥的?	17
1-12	变压器定期试验周期、项目、标准是怎样规定的? 怎样分析绝缘状况?	17
第3节	变压器的运行	18
1-13	两台变压器并列运行的条件是什么? 不满足这些条件 会引起怎样的后果?	18
1-14	变压器并列运行的经济点如何计算?	19
1-15	变压器在什么情况下进行核相? 不核相可能有什么 后果?	21
1-16	主变压器停送电操作的顺序有哪些规定? 为什么?	21
1-17	无励磁调压变压器倒分接头时为什么要测量直流电阻? 如何测量? 测量时应注意哪些事项?	21
1-18	新投入或大修后的变压器运行中应巡视哪些部位?	23
1-19	主变压器正常巡视和特殊巡视的项目是什么?	24
1-20	变压器负荷状态如何划分? 变压器过负荷有什么 规定?	24
1-21	变压器温度计指示的是什么温度? 运行中有哪些规定? 温度与温升有什么区别?	25
1-22	如何判断变压器的温度变化是否异常? 变压器长期 高温运行有什么危害?	28
1-23	变压器在运行中哪些部位可能发生高温、过热? 什么 原因? 如何判断?	29
1-24	怎样判断变压器油面是否正常? 出现假油面是什么 原因?	30
1-25	在什么情况下容易出现缺油? 对变压器有什么影响? 临时可采取哪些有效措施?	30
1-26	怎样判断变压器声音是否正常? 发现异音可能是什么 原因?	31
1-27	气体继电器动作后如何处理? 在现场如何通过对气体 的分析判断故障性质?	31
1-28	突发短路对变压器有什么危害?	32

1-29	过电压对变压器有何危害? 变压器在制造上已采取了哪些措施?	33
1-30	变压器的运行电压有哪些规定?	34
1-31	变压器空载运行时为什么有时接地检漏装置动作? 当送出一路负荷时就恢复正常, 为什么?	34
1-32	正常运行时变压器中性点有没有电压?	35
1-33	变压器运行中补油应注意哪些事项?	35
1-34	变压器中性点有哪几种接地方式? 各有什么特点?	35
第2章 电压互感器		37
第1节 电压互感器的基本知识		37
2-1	10kV 电压互感器铭牌上有几个数据? 为什么 10kV 电压互感器容量有 120V·A、200V·A、480V·A、960V·A 几个数据, 其含义是什么?	37
2-2	有的 10kV 电压互感器铭牌上规定接地运行时间不许超过 2h, 为什么?	37
2-3	三相五柱式电压互感器的两组低压线圈各有什么用途?	38
2-4	装设电压互感器时, 熔断器的容量如何选择?	38
2-5	电压互感器一、二次熔断器的保护范围是怎样规定的?	39
2-6	为什么 110kV 电压互感器一次不装熔断器?	40
2-7	为什么控制盘的表用电压互感器一次侧都装有熔断器, 而保护盘的表用电压互感器一次侧都不装有熔断器?	40
2-8	110kV 电压互感器一相二次熔断器为什么要并联一个电容器? 电容器容量如何确定?	40
2-9	电压互感器一次侧或二次侧熔断器一相熔断, 电压表如何指示?	41
2-10	电压互感器一次侧熔断器熔断可能是什么原因?	42
2-11	系统发生铁磁谐振将会出现什么现象和后果? 系统出现铁磁谐振的原因和防治措施是什么?	42
2-12	为什么要检查 10kV 电压互感器的开口三角绕组抽取	

	电压? 为什么有电压?	44
2-13	10kV 电压互感器的开口三角绕组两端为什么要并联电阻? 有何作用? 数值多少?	44
第 2 节	电压互感器的运行	45
2-14	110kV 两组电压互感器电源如何切换? 切换后应注意什么?	45
2-15	双母线差动保护电压互感器控制手柄在运行中有哪些注意事项? 拧错位置可能造成什么后果?	46
2-16	双母线的两组电压互感器二次能否并列, 有什么注意事项?	47
2-17	110kV 电压互感器二次为什么要经过电压互感器一次侧隔离开关的辅助触点? 当双母线电压互感器的其中一组隔离开关检修或电压互感器二次回路有工作时应注意什么?	47
2-18	变电站使用的电压互感器一般有哪些保护? 停用电压互感器时应注意什么?	48
2-19	电压互感器二次为什么不许短路?	48
2-20	电压互感器二次为什么必须接地?	48
2-21	电压互感器巡视检查的项目有哪些?	49
第 3 章	电流互感器	50
第 1 节	电流互感器的基本知识	50
3-1	油浸电流互感器和套管电流互感器的区别是什么?	50
3-2	一个瓷套管的注油电流互感器怎样区别进出线?	50
3-3	电流互感器的容量为什么有标伏安的, 有标欧姆的, 它们的关系是什么?	50
3-4	电流互感器为什么有等级要求? 保护、仪表各用什么等级?	51
3-5	什么叫加极性? 什么叫减极性?	52
3-6	两个同相电流互感器串并联后的容量、变比如何? 在什么情况下接成串联或并联?	52
第 2 节	电流互感器的运行	53

3-7	电流互感器二次为什么不许开路？开路以后有什么现象？怎样处理？	53
3-8	测量电流互感器大极性和小极性有什么区别？怎样确定电流互感器极性的正确性？	54
3-9	电流互感器为什么不许长时间过负荷？过负荷运行有什么影响？	54
3-10	什么是电流互感器的 10% 误差曲线？有什么用途？	54
3-11	电流互感器二次接线有几种方式？	55
3-12	更换电流互感器应注意哪些问题？	56
3-13	短路电流互感器为什么不许用熔丝？	56
3-14	采用两组电流互感器供过电流保护时，如一台上有工作应注意什么？	56
3-15	对 Y, d11 接线组别的变压器的差动保护用电流互感器接线有什么要求？为什么两侧电流互感器二次只许一侧接地？	57
3-16	变压器差动保护的电流互感器应接在断路器的母线侧，还是变压器的母线侧？为什么？	59
3-17	电流互感器的二次为什么要接地？	59
3-18	保护和仪表共用一套电流互感器时，当表计有工作时如何短接？注意什么？	59
3-19	电流互感器的正常巡视检查项目有哪些？	59
3-20	什么原因会使运行中的电流互感器发生不正常声响或过热冒烟现象？	59
第 4 章	消弧线圈、电抗器	60
4-1	消弧线圈的构造及作用是什么？	60
4-2	消弧线圈的型号含义是什么？	62
4-3	消弧线圈有哪几种补偿方式？	62
4-4	通过消弧线圈的隔离开关并列、解列两台变压器中性点有什么影响？	63
4-5	什么样的电网上装设消弧线圈？	64
4-6	消弧线圈运行有什么规定？	64

4-7	消弧线圈正常巡视检查项目有哪些？	65
4-8	电抗器的作用是什么？	65
4-9	电抗器的旁路断路器和配电断路器如何配合？	67
4-10	电抗器的铭牌上有哪些数据？	67
4-11	电抗器正常巡视检查项目有哪些？	68
第 5 章	电力电容器	69
5-1	国产电力电容器型号的含义是什么？	69
5-2	无功功率有什么用途？	69
5-3	电力电容器的作用是什么？	70
5-4	并联电容器和串联电容器补偿的原理是什么？	71
5-5	电容器有几种接线？有什么不同？	73
5-6	采用零序电流平衡保护的电容器组为什么每相容量要相等？	74
5-7	三相电容器组电流如何计算？一台电容器电流如何计算？	77
5-8	并联电容器的安装容量根据什么来选择？	78
5-9	高次谐波对并联电容器有什么影响？谐波源有哪些？	79
5-10	电力电容器的允许谐波过负荷能力是如何规定的？	80
5-11	高次谐波电压、电流主要有哪些危害？	80
5-12	我国关于电力系统的谐波有哪些规定？	80
5-13	为防止由于谐波产生谐振用采取哪些措施？	81
5-14	测电容器绝缘用多大摇表合适？如何测？	82
5-15	当全站无电后，必须将电容器断开，为什么？	82
5-16	电容器投入或退出运行有哪些规定？新装电容器投入运行前应做哪些检查？	83
5-17	电容器的断路器跳闸后如何处理？查不出故障怎么办？	83
5-18	处理电容器是要注意哪些安全事项？	84
5-19	电容器正常巡视检查项目有哪些？	84
第 6 章	高压断路器	85
第 1 节	高压断路器的基本知识	85

6-1	高压断路器的主要结构和主要类型有哪些?	85
6-2	高压断路器、操动机构型号和符号代表意义是什么?	85
6-3	高压断路器有哪些基本参数?各代表什么意义?	86
6-4	高压断路器的交流电弧是如何产生的?较长时间维持 电弧可能有什么危害?	89
6-5	电弧的电阻特性有哪些?交流电弧有哪些特点?	89
6-6	试分析弧隙介质绝缘恢复过程和电压恢复过程。	90
6-7	高压断路器的各种灭弧介质和灭弧装置的灭弧原理 是什么?	92
6-8	绝缘油、真空、SF ₆ 等介质有哪些主要技术参数?对于 这些参数有哪些规定?	101
6-9	试述各主要类型油断路器的主要结构。	105
6-10	试述真空断路器的主要结构。	114
6-11	试述 SF ₆ 断路器和 SF ₆ 组合电器的主要结构。	115
6-12	高压开关柜都有什么形式和技术要求?	116
6-13	高压开关柜防止电气误操作和保证人身安全的“五防” 都有哪些?	118
第2节	高压断路器的运行	119
6-14	断路器操作或跳闸后应检查哪些项目?	119
6-15	CD2型操动机构在什么情况下可以手动合闸?应 注意什么?	120
6-16	如何根据断路器的合闸电流来选择合闸熔断器?	120
6-17	为什么断路器不允许在带电的情况下用“千斤” 慢合闸?	120
6-18	为什么要进行断路器低电压合、跳闸试验?标准 是什么?	121
6-19	为什么断路器的辅助触点要先投入后切开?	121
6-20	断路器的故障跳闸次数和检修周期的关系如何 考虑?	122
6-21	为什么要掌握断路器的试验相位?如何确定?	122
6-22	高压断路器的试验类别、项目和周期是什么?	123

第 7 章 隔离开关、绝缘子	125
7-1 国产隔离开关有几种形式？型号的字母都代表什么？	125
7-2 隔离开关的用途是什么？用隔离开关可以进行哪些操作？	126
7-3 操作隔离开关的注意事项有哪些？	128
7-4 操作中发生带负荷错拉错合隔离开关时怎么办？	128
7-5 停电时先拉线路侧隔离开关，送电时先合母线侧隔离开关，为什么？	129
7-6 运行中隔离开关可能出现的异常现象有哪些？如何处理？	129
7-7 变电站使用的支柱绝缘子有几种形式？额定电压和试验电压是多少？	130
7-8 变电站常用的悬式绝缘子及合成绝缘子有哪几种形式？	131
7-9 什么叫设备的内绝缘和外绝缘？各有什么特点？	133
7-10 什么叫爬距？什么叫泄漏比距？	133
7-11 什么叫等值附盐密度？测量它有什么意义？	134
7-12 绝缘子在什么情况下容易损坏？	135
7-13 如何正确判断绝缘子的裂纹？	136
7-14 正常巡视检查绝缘子的项目有哪些？	136
第 8 章 母线、电力电缆	137
8-1 各种矩形母线的额定电流是多少？	137
8-2 各种多股绞线的载流量是多少？	141
8-3 矩形母线平装和竖装时的额定电流为什么不同？	141
8-4 矩形母线一般多长就要装伸缩接头？伸缩接头有什么作用？	142
8-5 铜线、铝线连接处为什么锈蚀很快？如何防止？	142
8-6 为什么室内母线都采用矩形的，而室外母线多采用多股绞线？	143
8-7 为什么用来支持母线的绝缘子上的夹板螺栓一个是铜的，	

	一个是铁的？在什么情况下采取这种措施？	144
8-8	测温蜡片多少温度开始熔化？	144
8-9	运行中导线接头的允许温度是多少？	144
8-10	判断导线接头发热的方法有几种？	144
8-11	对导线接头的接触电阻有何要求？	144
8-12	变电站软母线的弛度有什么标准？导线弛度过大或 过小对运行有什么危害？	145
8-13	为什么有的多股绞线带钢芯？	145
8-14	当几条导线并列使用时，额定电流如何确定？	146
8-15	导线的电晕是怎样产生的？	146
8-16	检查和巡视导线和接头的项目有哪些？	147
8-17	铜芯电缆和铝芯电缆各有哪些优缺点？	147
8-18	常用的电缆型号及长期允许载流量是多少？	147
8-19	电力电缆的温度和电流是什么关系？	150
8-20	并列敷设电缆的条数与间距不同对电缆允许载流量有什么 影响？	151
8-21	10kV 电缆最高温度不许超过多少？为什么？	152
8-22	全线电缆的线路为什么一般不装设重合闸？为什么 跳闸后不能试送？	152
8-23	正常时对电力电缆的巡视检查项目有哪些？	152
8-24	为什么电缆线路停电后用验电笔验电发现短时间 还有电？不经放电是否可以用手接触？	153
8-25	杂散电流对电缆铅皮有什么影响？	153
第 9 章	过电压保护	154
9-1	变电站一般装设哪些防雷设备？	154
9-2	什么叫内部过电压？什么叫大气过电压？对设备有 什么危害？	154
9-3	电力系统有哪几种类型的内部过电压？过电压的倍数 一般是多少？如何防止？	155
9-4	金属氧化物避雷器的特点和优点有哪些？	156
9-5	金属氧化物避雷器的结构和特性参数是什么？	157

9-6	变压器的中性点在什么情况下装设避雷器? 电压等级有什么要求?	158
9-7	安装阀型避雷器时, 阀型避雷器和被保护的设备的距离有什么要求?	159
9-8	变电站接地网的接地电阻应是多少? 避雷针的接地电阻应是多少?	161
9-9	接地网能否和避雷针连在一起? 有什么要求?	162
9-10	避雷器分类及型号字母代表意义是什么?	162
9-11	防雷设备巡视检查项目有哪些?	162
9-12	避雷器应做哪些预防性试验项目? 标准如何?	163
9-13	怎样计算避雷针的保护范围?	165
9-14	为什么 35kV 线路不采用全线架空地线?	168

第 2 篇 变电站二次设备

第 10 章 直流系统、中央信号	171
10-1 常用蓄电池有几种? 其型号代表什么意义?	171
10-2 蓄电池容量的定义和影响容量的因素有哪些?	171
10-3 蓄电池初充电如何进行?	173
10-4 电池串、并联使用时, 总容量和总电压怎样确定?	174
10-5 进行电池维护工作时应注意哪些安全事项? 直流接地情况下在电池上工作应注意什么?	174
10-6 电池正常巡视检查项目有哪些?	175
10-7 直流系统正、负极性接地对运行有哪些危害?	175
10-8 快速熔断器和普通熔断器怎样配合? 怎样选择快速熔断器容量?	176
10-9 中央信号装置的作用是什么? 共分几种? 各种信号装置的作用是什么?	177
10-10 预告信号表示多少种异常? 各种信号都是如何发出的?	178
10-11 掉牌未复归信号的作用是什么? 通过什么信号	178

	反映?	178
10-12	在雷电时为什么 10kV、35kV 系统接地信号动作? 其现象如何?	179
第 11 章	测量仪表	180
11-1	变电站常用仪表有哪些? 其型号代表什么意义?	180
11-2	仪表刻度盘上的各种字母和符号代表什么意义?	180
11-3	电气测量仪表有哪些用途? 安装原则和基本要求 是什么?	182
11-4	电能表和表用互感器的准确度等级如何要求?	182
11-5	互感器和仪表的测量范围应怎样考虑?	183
11-6	为什么电气测量仪表、电能表和继电保护装置应尽量 分别使用电流互感器的不同绕组?	183
11-7	使用万用表有哪些注意事项?	183
11-8	为什么不能用万用表测量绝缘物的电阻?	184
11-9	使用摇表应注意哪些事项?	184
11-10	如何正确使用接地电阻测试仪?	184
第 12 章	二次接线	186
12-1	二次回路由哪几部分组成? 各有什么作用?	186
12-2	变电站的二次回路是怎样编号的?	186
12-3	直流小母线的代表符号和回路标号是什么?	187
12-4	二次回路展开图中的各连接线的编号原则是什么?	187
12-5	如何传动控制及保护回路?	191
12-6	摇测二次回路的绝缘使用多大的摇表? 绝缘标准 是多少?	192
12-7	怎样摇测二次回路中一路的整体绝缘? 应注意 什么?	192
12-8	为什么交直流回路不能共用一条电缆?	192
12-9	对二次回路电缆截面有哪些要求?	192
12-10	查找直流接地的操作步骤和注意事项有哪些?	193
12-11	用试停方法有时找不到接地点, 是什么原因?	193
12-12	直流系统两点接地可能有什么现象?	193

12-13	为什么一般不允许直流控制回路和信号回路混用?	194
12-14	控制回路中的断路器防跳跃闭锁是如何实现的?	194
12-15	为什么传动保护时,有时会烧毁出口中间继电器的触点?	195
12-16	气体继电器上端接线盒内的二次线如何排列? 此线安装有哪些规定?	196
12-17	直流母线电压允许变化的范围是多少?	196
12-18	变电站直流系统的各级熔断器应如何选择?	196
12-19	跳闸压板安装使用有哪些要求?	197
12-20	清扫二次线时应注意什么?	198
12-21	为什么要测量跳合闸回路电压降?	198
第 13 章	继电保护装置	199
13-1	什么是继电保护装置?	199
13-2	继电保护快速切除故障线路对电力系统有哪些好处?	199
13-3	对继电保护装置的要求是什么?	199
13-4	如何提高继电保护装置的可靠性?	199
13-5	过电流保护和速断保护的 保护范围 是什么? 速断为什么有带时限的, 有什么不带时限的?	200
13-6	对 电流保护 为什么要加装低电压闭锁? 什么样的过电流保护需要加装闭锁?	201
13-7	为什么有的配 电线路 只装过电流保护, 不装速断保护?	201
13-8	主 变压器 低电压侧过电流保护动作为什么要首先挑开本侧分段断路器?	201
13-9	系统运行方式对过电流保护及低电压保护有何影响?	202
13-10	电网方向过电流保护动作时限的配合及方向元件装设的原则是什么?	202
13-11	过流与速断保护带电改变定值应注意什么? 改变反时	

13-12	如何核定过流及速断保护的定值？如何计算？	202
13-13	主变压器差动保护投入前为什么要带负荷测量向量和继电器差压？	204
13-14	主变压器差动保护和瓦斯保护的作用有哪些区别？如果变压器内部故障时两种保护是否都能反映？	205
13-15	主变压器差动保护动作之后怎样检查、判断、处理？	206
13-16	母线差动保护的 protection 范围是什么？保护动作之后怎样检查、判断、处理？	207
13-17	横联差动保护的 protection 范围是什么？保护动作之后怎样检查、判断、处理？	208
13-18	线路纵差保护的工作原理是什么？有什么优缺点？	208
13-19	电容器组的差动保护接线和动作原理是什么？保护动作之后怎样检查、判断、处理？	209
13-20	瓦斯保护的反措要求是什么？	210
13-21	什么叫距离保护？	210
13-22	距离保护的 I、II、III 段的 protection 范围是怎样划分的？	211
13-23	距离保护突然失去电压为什么会误动作？	211
13-24	怎样传动距离保护？	211
13-25	什么叫正序、负序和零序？	211
13-26	零序保护的 I、II、III 段的 protection 范围是怎样划分的？	212
13-27	110kV 零序保护为什么有的带方向，有的不带？	212
13-28	主变压器零序保护在什么情况下投入运行？	213
13-29	简述继电保护技术的发展。	213
第 14 章	安全自动装置	215
14-1	变电站综合保护系统是什么？	215
14-2	变电站综合保护系统体系结构是怎样的？	215