
第二版

变电运行技术问答

华北电业管理局 组编

中国电力出版社

前 言

我局的广大变电运行人员，在工作中积累了一些好的学习经验，《变电运行技术问答》就是其中的一种。本书中的大部分问题是北京供电局昌平等变电站的同志们提出的，又经全网其他各站运行人员进行了补充。这些问题提出后，受到广大变电运行人员的欢迎，并希望结合实际编写答案。我局所属的各供电局根据工人同志的要求，将问题分发给各变电站组织解答。我局系统内从事变电运行和有关专业的很多工人积极投入这一工作。各变电站、供电所（局）对广大工人同志提出的答案，分别经过多次讨论、审查，并整理出解答资料。在群众多次讨论并整理出解答资料的基础上，我局又组织了汇编小组，将答案汇编成上、下两册。这次出版前，上册又请北京供电局，下册又请上海供电局、沈阳电业局、湘中供电局、西安供电局、武汉供电局进行了审查、修改和补充。在汇编和审查过程中，广大变电运行人员、继电保护人员和检修人员提供了不少宝贵意见，使本书比较切合实际。

我们希望这本书的出版在推动供电部门的培训工作，保证系统安全运行方面，能起到一定作用。由于编写经验不足，水平有限，错误一定不少，希望大家提出修改补充意见。

北京电业管理局《变电运行技术问答》汇编小组

1976年10月

第二版前言

《变电运行技术问答》(上、下册)自1976年10月出版以来,深受变电运行工人和技术人员的欢迎,印数50余万套。20多年来电力事业蓬勃发展,全国电力装机容量已超过2亿kW,新技术层出不穷,110kV及以下变电站遍地开花,各种技术标准不断更新。为了更好地满足新形势下变电运行工作人员提高技术水平的需要,我局(原北京电业管理局)组织重新修订了这套书,以期对从事110kV及以下变电运行工作的人员有所帮助。此次修订,按新技术标准对内容进行了订正;增加了有关谐波、铁磁谐振及氧化锌避雷器、真空断路器、SF₆断路器、电瓷外绝缘防污闪等内容;依据实际情况的变化,取消了氯化联苯电容器、产气断路器和220kV线路保护等内容;图形符号、设备文字符号和计量单位均采用新颁国家标准。为便于读者使用,此次修订时将本书第一版上、下册合并,内容分设两篇,第一篇为本书第一版上册的内容,第二篇为本书第一版下册的内容。

本书由张厚焕同志执笔修订,经北京供电局高级工程师刘谷南审阅并补充,在此表示感谢。

华北电业管理局

1996年10月

符 号 说 明

一、设备文字符号

AR	重合闸	KP	功率继电器
C	电容器	KD	差动继电器
F	击穿保险、避雷器	KDM	自动灭磁继电器
FU	熔断器	KLF	低频继电器
G	发电机	KPJL	防跳闭锁继电器
HL	信号灯	L	电感线圈
HG	绿色信号灯	LD	差动线圈
HR	红色信号灯	LBL	平衡线圈
HW	白色信号灯、电笛	LB	制动线圈
HY	黄色信号灯	LK	短路线圈
HP	光字牌	PA	电流表
HA	电铃	PV	电压表
HB	蜂鸣器	QF	断路器
KA	电流继电器	QS	隔离开关
KV	电压继电器	QP	切换片
KS	信号继电器	R	电阻器
KQ	位置继电器	RP	电位器
KM	中间继电器, 接触器	SA	控制开关, 选择开关
KOM	保护出口中间继电器	ST	转换开关
KP	极化继电器	SE	试验按钮
KL	闭锁继电器	SB	按钮
KT	时间继电器	SR	复归按钮
K	监察继电器	SCL	事故音响解除按钮
KR	干簧继电器	T	变压器
KI	冲击继电器	TA	自耦变压器、电流互感器

TV	电压互感器	W	母线
U	整流器、变流器	XB	连接片
V	二极管、三极管、晶闸管、 稳压管	YT	跳闸线圈
		YC	合闸线圈

二、主要下角标符号

A、B、C、N	一次三相相量	m	测量、母线
A	电弧	max	最大
a、b、c、n	二次三相相量	min	最小
a	有功	N	额定
ad	附加	off	断开
ast	自启动	ol	过负荷
av	平均	on	接通
brk	制动	out	输出
co	补偿、接线、配合	op	动作
di	分流	ph	相
e	励磁、接地	r	反向、无功
ef	有效	re	返回
en	允许	rel	可靠
fb	反馈	sen	灵敏
g	发电机	set	整定
h	热	st	启动
i	电流	u	电压
in	输入	unb	不平衡
jo	连接	w	工作
K	继电器	~	交流
k	短路	—	直流
L	负荷	0	空载
li	线路		

目 录

前 言	
第二版前言	
符号说明	

第一篇 高压设备部分

第一章 变压器	1
1. 变压器的作用和基本原理是什么?	1
2. 变压器各组成部件的功用是什么?	4
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、空载电流都代表什么 意义? 怎样换算?	6
4. 什么叫变压器的接线组别?	7
5. 变压器型号中字母都代表什么意义?	11
6. 试述扇形温度计的构造和测温原理? 三个指针起什么 作用? 乙醚管为什么不许踩压?	12
7. 热虹吸(硅胶罐)在变压器运行中起什么作用? 运行 维护有什么要求?	14
8. 变压器的充油套管及充氮油盅的简单构造是什么? 运 行中有什么要求?	15
9. 气体继电器的动作原理是什么? 常用气体继电器有几 种型式? 各有什么特点?	16
10. 主变压器新投入或大修后投入运行前应验收哪些项 目? 为什么在正式运行前要做冲击试验? 冲击几次?	17

11. 主变压器新装或大修后为什么要测定变压器大盖和储油柜连接管的坡度？标准是什么？ 19
12. 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？遇到此类问题怎样判断和处理？ 19
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什么后果？ 20
14. n 台变压器并、解列运行的经济点怎么计算？ 20
15. 变压器在什么情况下进行核相？不核相并列可能有什么后果？ 22
16. 主变压器停、送电操作顺序有哪些规定？为什么？ 22
17. 无励磁调压变压器倒分头时为什么要测量直流电阻？怎样测法？怎样判断分接开关接触是否良好？测量时注意哪些安全事项？ 23
18. 三绕组变压器倒一次侧分接头与倒二次侧分接头的作用和区别是什么？ 25
19. 有载调压变压器与无励磁调压变压器有什么不同？各有什么优缺点？ 25
20. 有载调压变压器闸箱大修后应重点验收什么项目？运行中为什么要重点检查附加油箱油面和有载调压装置动作记录？ 26
21. 新投入或大修后的变压器运行中应巡视哪些部位？注意哪些事项？ 26
22. 主变压器正常巡视与特殊巡视项目是什么？ 27
23. 变压器负荷状态如何划分？变压器过负荷有什么规定？ 28
24. 变压器温度计所指示的温度是变压器什么部位的温度？运行中有哪些规定？温度与温升有什么区别？ 31
25. 怎样判断变压器的温度变化是正常还是异常？变压器在长时间高温情况下运行有什么危害？ 32
26. 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？	33
27. 怎样判断油面是否正常？出现假油面是什么原因？	34
28. 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？	35
29. 怎样判断变压器音响是否正常？发生异音可能是什么 原因？	36
30. 气体继电器动作后怎样处理？在现场怎样通过对气体 的分析判断故障性质？	36
31. 突发短路对变压器有何危害？	37
32. 过电压对变压器有什么危害？为防止过电压对变压器 的危害，设备制造上已采取了哪些措施？	38
33. 变压器的运行电压有哪些规定？	39
34. 变压器空载运行时为什么有时接地检漏装置动作？当 送出一路时就恢复正常，为什么？	40
35. 正常运行时变压器中性点有没有电压？	40
36. 变压器中性点有哪几种接地方式？各有什么 特点？	41
37. 三绕组变压器停一侧其他两侧能否继续运行？ 应注意什么？	41
38. 变压器在运行中补油应注意哪些事项？	42
39. 摇测变压器的绝缘电阻有哪些注意事项？为什么测得 的变压器绝缘电阻的吸收比大于 1.3 时，可以认为其 绝缘是干燥的？	42
40. 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？	43
第二章 电压互感器	45
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 120、200、480、960VA 几个数据，含义 是什么？	45

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, 如超过 2h 有什么影响? 45
3. 三相五柱式电压互感器的两组低压绕组各有什么用途? 46
4. 装设电压互感器时, 熔断器的容量怎样选择? 46
5. 电压互感器一、二次熔断器的保护范围是怎样规定的? 47
6. 为什么 110kV 电压互感器一次不装熔断器? 48
7. 为什么控制盘的表用电压互感器一次侧都装有熔断器? 保护盘的电压互感器一次侧都不装熔断器? 48
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? 48
9. 什么叫线电压、线电流? 什么叫相电压、相电流? 50
10. 为什么中性点不接地电力系统一相接地时, 接地相电压降低, 其它两相电压升高? 51
11. 系统一相接地时, 电压表计指示现象如何? 电压互感器开口三角绕组两端的电压是多少? 53
12. 电压互感器一次侧或二次侧熔断器一相熔断电压表怎样指示? 54
13. 电压互感器一次侧熔断器熔断可能是什么原因? 55
14. 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止措施是什么? 56
15. 试述电容式电压互感器 (CVT) 的简单结构和特点。 57
16. 为什么要检查 110kV 电压互感器的开口三角绕组抽取电压? 为什么有电压? 59
17. 10kV 电压互感器开口三角绕组两端为什么要并电阻? 有什么作用? 数值多少? 60
18. 110kV 两组电压互感器电源怎样进行切换? 切换后应注意什么? 60

19. 双母线母线差动保护电压互感器控制把手在运行中有哪 些注意事项？把手拧错位置可能造成什么后果？	61
20. 双母线的两组电压互感器二次能否并列，有什么注 意事项？	63
21. 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？	63
22. 变电站使用的电压互感器一般带有哪 些 保护？停用 电压互感器时应注意什么？	63
23. 电压互感器断线有哪 些 现象？怎样处理？	64
24. 电压互感器二次为什么不许短路？	64
25. 电压互感器二次为什么必须接地？	65
26. 电压互感器巡视检查的项目有哪 些 ？	65
第三章 电流互感器	66
1. 试述电流互感器的构造。	66
2. 电流互感器的工作原理是什么？	68
3. 油浸电流互感器和套管电流互感器的优缺点是什 么？	70
4. 一个瓷套管的注油电流互感器怎样区别进出线？	70
5. 一台多油断路器附带几个套管电流互感器？编号是 怎样排列的？	70
6. 电流互感器的容量为什么有标伏安 (VA) 的，有标欧姆 (Ω) 的，它们的关系是什么？电流互感器为什么有 等级要求？保护、仪表各用什么等级的？	71
7. 什么叫加极性？什么叫减极性？	73
8. 两个同相套管电流互感器串联或并联后的容量、变比 如何？在什么情况下接成串联或并联？	74
9. 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?	75
10. 测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?	75
11. 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?	76
12. 什么是电流互感器的 10% 误差曲线? 有什么用途?	76
13. 电流互感器二次接线有几种方式?	77
14. 更换电流互感器应注意哪些问题?	77
15. 短路电流互感器为什么不许用熔丝 (保险丝)?	78
16. 采用两组电流互感器的和电流供保护时, 如一台电流互感器上有工作应注意什么?	78
17. 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?	79
18. 三绕组变压器如中压或低压侧有停电工作, 对该变压器差动保护用的电流互感器如何考虑?	81
19. 变压器差动保护用的电流互感器应接在断路器的母线侧呢, 还是接在断路器的变压器侧? 为什么?	81
20. 电流互感器二次为什么要接地?	82
21. 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?	82
22. 电流互感器与电压互感器二次为什么不许互相连接, 否则会造成什么后果?	82
23. 电流互感器的正常巡视检查项目有哪些?	82
24. 什么原因会使运行中的电流互感器发生不正常音响或过热冒烟等现象?	83
第四章 消弧线圈	84

1. 消弧线圈的构造及作用是什么?	84
2. 消弧线圈的铭牌型号含义是什么?	86
3. 消弧线圈有哪几种补偿方式?	86
4. 消弧线圈在什么时候倒分头? 倒分头的操作注意事 项是什么?	87
5. 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?	88
6. 什么样的电网上装设消弧线圈?	89
7. 消弧线圈运行有什么规定?	90
8. 消弧线圈正常巡视检查项目有哪些?	91
第五章 塞流线圈	92
1. 塞流线圈的作用是什么?	92
2. 塞流线圈的构造有几部分?	92
3. 塞流线圈正常巡视项目有哪些?	92
第六章 电抗器	94
1. 电抗器的功用是什么?	94
2. 电抗器的旁路断路器与配电断路器如何配 合?	96
3. 电抗器的铭牌上有哪些数据?	96
4. 电抗器正常巡视检查项目有哪些?	97
第七章 电力电容器	98
1. 国产电力电容器型号的含义是什么?	98
2. 无功功率是否是无用功率?	98
3. 电力电容器的功用是什么?	99
4. 并联电容补偿及串联电容补偿的原理是什么?	100
5. 每个电容器的电容量 (μF) 与电容器的容量 (kvar) 有什么关系?	103
6. 电容器外部回路有几种接线? 每种接线有什么不 同?	105

7. 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?	106
8. 三相电容器组电流怎样计算? 一台电容器电流如何计算?	109
9. 并联电容器的安装容量根据什么来选择?	110
10. 高次谐波对并联电力电容器有什么影响?	111
11. 谐波源有哪些?	112
12. 电力电容器的允许谐波过负荷能力是如何规定的?	113
13. 高次谐波电压、电流主要有哪些危害?	114
14. 我国关于电力系统的谐波有哪些规定?	114
15. 为防止由于谐波产生谐振应采取什么措施?	115
16. 测电容器绝缘用多大兆欧表(摇表)合适? 怎么摇测?	115
17. 当全站无电后, 为什么必须将电容器的断路器拉开?	116
18. 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?	117
19. 电容器的断路器跳闸如何处理? 查不出故障怎么办?	117
20. 处理故障电容器时要注意哪些安全事项?	118
21. 正常巡视时对电容器检查哪些内容?	118
第八章 耦合电容器	120
1. 耦合电容器的功用及主要结构是什么?	120
2. 国产耦合电容器铭牌数据的含义是什么?	122
3. 为什么耦合电容器要安装接地开关? 操作时注意什么?	122
4. 怎样画电压抽取回路接线图?	123
5. 耦合电容器为什么要安装放电灯泡?	124

6. 电压抽取是多少伏? 有什么作用?	124
7. 发现电压抽取部分放电灯泡亮如何处理? 是什么原因?	125
8. 正常巡视耦合电容器注意什么?	126
第九章 高压断路器	127
1. 高压断路器在电力系统中的作用是什么?	127
2. 高压断路器的主要结构和主要类型有哪些?	127
3. 高压断路器、操动机构型号和符号代表意义是什么?	127
4. 高压断路器有哪些基本技术参数? 各代表什么意义?	129
5. 简单说明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造成什么后果?	133
6. 简单说明电弧的电阻特性和交流电弧的特点?	133
7. 试分析弧隙介质绝缘恢复过程和电压恢复过程。	134
8. 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?	137
9. 简述绝缘油、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?	146
10. SN3-10型断路器工作触头和消弧触头的作用是什么?	151
11. SN3-10型断路器为什么加装相间绝缘板?	152
12. 高压断路器分、合闸缓冲器的作用和一般工作原理是什么?	152
13. 高压油断路器为什么更换铜钨触头? 对运行有什么好处?	153
14. 什么叫断路器自由脱扣? 作用是什么? 怎样检查?	153

15. 试述各主要类型的油断路器的简单结构。·····	153
16. 试述真空断路器的简单结构。·····	163
17. 试述 SF ₆ 断路器和 SF ₆ 组合电器的简单结构。·····	164
18. 高压开关柜都有什么型式和技术要求? ·····	166
19. 高压开关柜防止电气误操作和保证人身安全的“五防” 都包含哪些内容? ·····	168
20. 简单说明 GG-1A (F) 型高压开关柜的“五防”结 构。·····	169
21. 各种电磁操动机构分、合闸线圈数据是多少? ·····	173
22. 断路器操作或跳闸后应检查哪些项目? ·····	173
23. CD2 (ΠC-10) 型操动机构在什么情况下可以手动合闸? 应该注意什么? ·····	175
24. 如何根据断路器的合闸电流来选择合闸熔断器? ·····	176
25. 为什么断路器不允许在带电的情况下用“千斤”慢合 闸? ·····	176
26. 为什么要进行断路器低电压合、跳闸试验? 标准是什 么? ·····	176
27. 为什么断路器跳闸辅助触点要先投入, 后切开? ·····	177
28. 更换接触器合闸线圈和跳闸线圈时应注意什么? ·····	178
29. 在什么情况下断路器要退出重合闸和延长重合闸的 动作时间? 为什么? ·····	178
30. 断路器出现哪些异常情况需要停电处理? ·····	179
31. 断路器跳闸后, 喇叭不响有哪些原因? 如何查找? ·····	180
32. 断路器的故障跳闸次数和检修周期的关系如何考 虑? ·····	180
33. 多油断路器桶内进水有何危害? 怎样检查? ·····	181
34. 为什么要掌握断路器的试验相位? 如何确定? ·····	181
35. 高压断路器的试验类别、项目、标准和周期是什 么? ·····	182
36. 怎样分析油断路器的绝缘状况? ·····	183

37. 油断路器油面过高或过低对运行有什么影响？标准是什么？	184
38. 断路器误跳闸有哪些原因？如何判断和处理？	185
39. CD2（HC-10）型操动机构反事故措施内容是什么？	186
40. DW1-35 型油断路器反事故措施内容是什么？	187
41. 断路器合闸失灵有哪些原因？怎么查找？	187
42. 断路器跳闸失灵有哪些原因？怎么查找？	188
43. 接触器合闸线圈保持有何现象？怎样处理？	189
44. 哪些断路器的操动机构装电热装置？运行有什么规定？	189
45. 拆接断路器套管引线应注意什么？	190
46. SN ₂ ¹ -10 型断路器合闸后发现支持绝缘子断裂怎么处理？	190
47. 断路器大修后怎样进行验收？重点验收项目是哪些？	190
48. 断路器检修时为什么必须把二次回路电源断开？应断开的电源包括哪些？	191
49. CY 型液压机构的基本动作原理是什么？	192
50. 断路器在运行中液压操动机构液压降到零如何处理？	195
51. 液压机构中的压力表反映什么压力？怎样根据压力判断机构故障？	196
第十章 隔离开关	197
1. 国产隔离开关有几种型式？型号字母都表示什么？	197
2. 隔离开关的用途是什么？用隔离开关可以进行哪些操作？	198
3. 操作隔离开关的注意事项是什么？	200
4. 操作中发生带负荷错拉、错合隔离开关时怎么	

办?	200
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?	201
6. 运行中的隔离开关可能出现什么异常现象? 怎样处理?	202
第十一章 绝缘子	204
1. 变电站使用的支柱绝缘子有几种型式? 额定电压和试验电压是多少?	204
2. 变电站常用的悬式绝缘子及合成绝缘子有哪几种型式?	205
3. 什么叫做设备的内绝缘和外绝缘? 各有什么特点?	208
4. 什么叫做爬距? 什么叫做泄漏比距?	208
5. 什么叫做等值附盐密度? 测量它有什么意义?	208
6. 绝缘子在什么情况下容易损坏?	210
7. 如何正确判断绝缘子的裂纹?	211
8. 怎样带电测量隔离开关支柱绝缘子及悬式绝缘子的绝缘?	211
9. 带电水冲洗绝缘子怎样进行, 应注意什么?	212
10. 正常巡视检查绝缘子的项目有哪些?	214
11. ZPCE-35 型绝缘子上部法兰为什么要锯一个豁口?	214
第十二章 母线	215
1. 各种矩形母线的额定电流是多少?	215
2. 各种多股绞线的载流量是多少?	217
3. 矩形母线平装与竖装时额定电流为什么不同?	218
4. 矩形母线一般多长就要装伸缩接头? 伸缩接头起什么作用?	219