



用户变配电站电气运行 技术问答

李瑞荣 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

用户变配电站电气运行 技术问答

李瑞荣 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内容提要

本书重点介绍了 110kV 及以下用户变、配电站运行值班人员在现场运行值班工作中常遇到的一些问题及解决办法；主要叙述了变电运行人员在现场如何根据光字牌、保护、表计、指示灯等信号及时发现设备异常和故障，正确分析、判断、迅速采取措施进行处理；根据变电运行工作的特点，着重阐述如何隔离故障、采取措施尽快恢复系统供电。讲述了用户变电站现场运行规程的编写要求及实例；根据用户需要编写了常用仪表的使用方法、步骤、使用过程中的安全注意事项。编写了用户变、配电所运行管理规定以及安全用具的使用及保管。在编写过程中，引用大量典型倒闸操作票、典型事故处理实例。编写小车开关的操作、干式变压器、微机保护、六氟化硫断路器等新技术，力求做到紧密结合生产实际，少而精，文字通俗易懂。

本书不仅适用于具有高中以上文化程度、没有经过系统专业培训的县局电业人员及广大用户值班电工，而且对现场工程技术人员也有参考价值，可供电力系统及社会电工中电气运行人员使用，也可作为中等专业学校及技工学校教学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

用户变、配电站电气运行技术问答/李瑞荣编著. —北京：中国电力出版社，2008
ISBN 978-7-5083-7065-1

I. 用… II. 李… III. ①变电所—电力系统运行—问答
②配电系统—电力系统运行—问答 IV. TM63-44 TM7-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 060975 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 8 月第一版 2008 年 8 月北京第一次印刷
850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.875 印张 241 千字
印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

前 言



随着电力事业的发展，电力系统容量的不断增加，高压及超高压供电用户不断增多，新型供用电技术和设备不断涌现，用户电工人数的迅猛增长，对供电职工、工矿企事业单位的配电室和运行值班工的规范化管理以及整体素质都提出更高要求。正确、迅速地处理变电设备异常和事故，是变电值班工的基本责任，电力系统的安全、经济运行、主要取决于他们对事故的分析、判断和处理能力。为了适应电力生产安全、经济、稳定运行的需要，提高变电运行人员的技术素质和管理水平，从电力生产实际需要和工人实际水平出发，作者编写了本书。

本书不仅适用于具有高中以上文化程度、没有经过系统专业培训的县局电业人员及广大用户值班电工，而且对现场工程技术人员也有参考价值，可供电力系统及社会电工中电气运行人员使用，也可作为中等专业学校及技工学校教学参考用书。

本书由余灿阳同志主审，在编写过程中，参阅了有关资料，并得到了许多专家的指导，特别是得到余灿阳、陈金铭、张连起、胡文炳、翟泽昌、刘长明等同志的大力帮助，在此深表感谢！

限于编者水平，书中难免存在缺点和错误，望读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录



前言

第一章 电力系统基本知识	1
第一节 基本概念	1
1. 什么叫电力系统?	1
2. 什么叫电力网?	1
3. 衡量电力系统电能指标的主要参数是什么?	1
4. 电网中可能发生哪些类型的短路?	1
5. 系统中发生短路会造成什么后果?	1
6. 在电力系统中限制短路电流都有哪些方法?	2
7. 一次设备是由哪些设备组成的?	2
8. 何为二次设备?	3
9. 什么是系统的最大、最小运行方式?	3
10. 什么是大电流接地系统? 什么是小电流接地系统? 其接地电阻值有何要求?	3
11. 电力系统中性点接地方式有几种? 其适用范围和 作用如何?	3
12. 什么是接地装置?	4
第二节 电气主接线	4
1. 对电气主接线有哪些基本要求?	4
2. 电气主接线有什么作用?	4
3. 单母线分段的接线方式有什么特点?	5
4. 内桥接线有什么特点?	5
5. 什么是桥式主接线? 内桥式和外桥式接线各有	

什么优缺点?	6
6. 旁路母线的作用是什么?	6
7. 双母线接线存在哪些缺点?	7
第三节 电力系统中性点运行方式	7
1. 我国电力系统的中性点接地方式有几种?	7
2. 什么是消弧线圈的欠补偿、全补偿、过补偿?	7
3. 中性点直接接地系统中哪些情况下会产生零序 电流和电压?	8
4. 小电流接地系统发生单相接地时的现象有哪些?	8
5. 小电流接地系统交流绝缘监视的原理接线和工作 原理是什么?	8
6. 高压设备发生接地时巡视检查有什么要求?	10
7. 何谓保护接零? 有什么优点?	10
8. 中性点和零点有何区别?	10
第四节 相关知识	10
1. 对变电站的各种电能表应配备什么等级电流互 感器?	10
2. 为什么要升高电压来进行远距离输电?	10
3. 为什么禁止约时停、送电?	11
4. 什么是违约用电? 包括哪几个方面?	11
5. 调度范围内的双路电源供电用户进行倒闸操作时应 遵守哪些规定?	11
6. 什么叫做内部过电压?	12
7. 电力系统振荡和短路的区别是什么?	12
8. 低压功率因数表指示滞后或超前说明什么问题?	12
9. 系统谐振时有哪些现象?	13
10. 电网电能损耗中的理论线损由哪几部分组成?	13
11. 断路器控制回路中开关辅助触点变换与开关一次触头 的通断有何先后顺序? 为什么要这样设置?	13
第二章 变压器	15

第一节 变压器的作用、结构、原理	15
1. 变压器的作用是什么?	15
2. 变压器是如何分类的?	15
3. 油浸式变压器有哪些主要部件组成?	15
4. 变压器储油柜的作用是什么?	15
5. 变压器防爆管采用薄膜保护的作用是什么?	16
6. 变压器吸湿器的作用是什么?	16
7. 为什么变压器的低压绕组在里边而高压绕组在 外边?	16
8. 变压器分接开关的作用是什么?	16
9. 何为逆调压?	16
10. 有载调压与无载调压有何区别?	17
11. 分接开关的操作过程及安全措施是什么?	17
12. 变压器分接开关位置如何调整计算?	18
13. 变压器的基本工作原理是什么?	18
14. 变压器变比与电流、电压的关系是什么?	18
15. 变压器低压侧中性点的运行方式有哪些?	18
16. 变压器的不平衡电流是如何产生的?	19
17. 什么叫全绝缘变压器? 什么叫半绝缘变压器?	19
18. 变压器在电力系统中的主要作用是什么?	19
19. 变压器铁心为什么要接地?	19
第二节 变压器运行	20
1. 运行时电压过高对变压器有何影响?	20
2. 变压器套管表面脏污和出现裂纹有何危害?	20
3. 10kV 油浸变压器外廓与变压器室四周的最小 净距是多少?	20
4. 油浸自冷式变压器绝缘电阻如何测量?	21
5. 变压器的拉、合闸如何操作?	22
6. 运行中的变压器外部检查内容有哪些?	23
7. 变压器温度表所指示的温度指什么? 运行中的油温	

是如何规定的？温度与温升有什么区别？	23
8. 变压器的温度计监视什么温度？意义是什么？	23
9. 对变压器做短路试验的目的是什么？	24
10. 什么原因会使变压器发出异常音响？	24
11. 轻瓦斯动作原因是什么？	24
12. 变压器的油位变化与哪些因素有关？	24
13. 变压器缺油对运行有什么危害？	24
14. 变压器套管裂纹有什么危害性？	25
15. 变压器的假油位可能是哪些原因引起的？	25
16. 怎样判断变压器的温度是否正常？	25
17. 变压器长时间在极限温度下运行有什么危害？	25
18. 变压器绕组的绝缘损坏是由哪些原因造成的？	25
19. 当运行中的变压器发出过负荷信号时，应如何 检查？	26
20. 新装或大修后的变压器投入前为什么要作冲击 试验？	26
21. 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？	26
22. 怎样对变压器进行核相？	26
23. 熔断器保护熔丝如何选择？	26
24. 电压过高对运行中的变压器有哪些危害？	27
25. 变压器额定容量、额定电压、额定电流、空载损耗、 短路损耗、阻抗电压各代表什么意义？	27
26. 变压器缺油对运行有什么危害？	27
27. 变压器运行中出现什么情况时应加强监视并及时报告 调度和所在单位领导？	27
28. 变压器中性线允许电流是多少？	28
29. 为什么 110kV 及以上变压器在停电及送电前必须将 中性点接地？	28
30. 何谓并列运行？	28

31. 变压器并列运行的目的是什么?	28
32. 两台变压器并列运行条件是什么? 不满足运行条件会引起什么后果?	29
33. 两台变压器并列运行条件不符会引起什么后果? ...	29
34. 两台变压器电压比差值百分数如何计算?	29
35. 两台变压器短路电压(或阻抗)差值百分数如何计算?	30
36. 人们常说:“短路电压百分值 $U_{dl}(\%)$ 与短路阻抗百分值相 $Z_{dl}(\%)$ 相等”,这是为什么?	30
37. 接线组别不同时,变压器并列运行会产生什么后果?	30
38. 电压比不同时,变压器并列运行会产生什么后果? ...	30
39. 如何计算环流?	31
40. 变压器阻抗如何计算?	31
41. 短路阻抗不等时,变压器并列运行会产生什么后果?	31
42. 如何用电压互感器进行核相?	32
43. 变压器保护动作后是否进行试发?	32
第三节 干式变压器	32
1. 干式变压器的运行要求与注意事项有哪些?	32
2. 干式变压器运行前应检查什么?	33
3. 干式变压器在调整分接开关时应注意什么?	33
4. 干式变压器温控器的作用是什么?	33
5. 干式变压器温控器的设置和调整范围是什么?	34
6. 干式变压器分接开关调整时应注意什么?	34
第三章 互感器	35
第一节 电流互感器	35
1. 电流互感器起什么作用?	35
2. 使用标准电流互感器时应注意什么?	35
3. 简述互感器的作用。	35

4. 简述电压互感器的特点。·····	35
5. 简述电流互感器的工作原理。·····	36
6. 低压 401、402 二次断路器的 A 相为何装设两个电流互感器? ·····	36
7. 电流互感器的二次线圈串联与并联使用时, 对变比与容量有什么影响? ·····	37
8. 电流互感器在什么情况下采用串联? 什么情况下采用并联? ·····	37
9. 电流互感器二次绕组的接线有哪几种方式? 适用于什么场合? ·····	38
10. 选择电流互感器有哪些要求? ·····	40
11. 运行中的电流互感器二次开路为什么会产生高电压? ·····	40
12. 电流互感器二次侧为什么不能开路? ·····	41
13. 运行中电流互感器发生不正常声响或过热、冒烟现象的原因是什么? ·····	41
14. 电流互感器二次开路有什么现象? ·····	41
15. 电流互感器二次开路有什么危害? ·····	41
16. 电流互感器二次开路如何处理? ·····	42
17. 为什么不允许电流互感器长时间过负荷运行? ·····	43
18. 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? ·····	43
19. 在带电的电流互感器二次回路上工作时, 应采取哪些安全措施? ·····	43
20. 当测量仪表与保护装置共用电流互感器同一个二次绕组时, 应按什么原则接线? ·····	44
21. 当电流互感器不满足 10% 误差时, 可采取哪些措施? ·····	44
22. 使用标准电流互感器时应注意什么? ·····	44
23. 按继电保护的要求, 一般对电流互感器做哪几项	

试验?	44
24. 电流互感器如何配置?	44
25. 电流互感器如何分类?	45
第二节 电压互感器	45
1. 电压互感器在运行中, 二次为什么不允许短路?	45
2. 运行中电压互感器出现哪些现象时应立即停止运行?	46
3. 停用电压互感器应注意什么?	46
4. 运行中哪些因素会影响电流互感器的准确性?	46
5. 更换电压互感器高压熔丝前应做的准备是什么?	46
6. 电流互感器与电压互感器二次侧为什么不能互相结合? 会造成什么后果?	47
7. 电压互感器在新投接入系统电压以后, 应进行哪些检验工作?	47
8. 在带电的电流互感器二次回路上工作时, 应采取哪些安全措施?	47
9. 在带电的电压互感器二次回路上工作时, 应采取哪些安全措施?	48
10. 停用电压互感器时应注意哪些问题?	48
11. 电压互感器的二次回路为什么必须接地?	48
12. 电容式电压互感器的工作原理是什么?	48
13. 电容式电压互感器误差如何表示?	49
14. 电压互感器单相接线的适用范围是什么?	49
15. 两个单相电压互感器组成的 V-V 接线的适用范围是什么?	50
16. 三个单相电压互感器组成的 Y-Y 接线的适用范围是什么?	50
17. 三台单相三绕组电压互感器构成的 Y ₀ /Y ₀ /Δ 接线的适用范围是什么?	51
18. 使用电压互感器应注意的事项有哪些?	51

19. 电压互感器准确级和容量是如何定义的?	51
20. 电压互感器如何配置?	52
21. 电压互感器如何分类?	52
22. 电压互感器如何应用?	53
第四章 继电保护部分	54
第一节 继电保护的基本知识	54
1. 什么是继电保护装置?	54
2. 继电保护的任务是什么?	54
3. 电力系统对继电保护的基本要求是什么?	54
4. 10kV 变(配)电所的常用保护有哪些?	55
5. 对继电保护装置的运行有哪些规定?	55
6. 中性点非直接接地系统中, 若采用两相式过流保护, 则在同一系统中发生单相两点接地时, 为什么过流 保护有时动作有时不动作?	55
7. 何为定时限电流保护?	56
8. 定时限过流保护的整定原则是什么?	56
9. 电流速断保护动作电流按什么整定? 保护范围 多长?	57
10. 定时限过流保护按什么整定? 保护范围 多长?	57
11. 过电流保护的整定值为什么要考虑继电器的 返回系数?	57
12. 过流保护的動作原理是什么?	58
13. 合环保护的作用是什么? 当两个电源并路倒电源时, 合环保护连接片如何操作?	58
14. 首次合环操作的注意事项有哪些?	58
15. 合环保护动作电流动作时间是如何整定的?	59
16. 采用反时限过流保护, 巡视发现 211 断路器无油面 (严重漏油)应采取什么措施?	59
17. 35kV 单电源线路应装设哪些相间短路保护?	60

18. 零序电流保护的整定值为什么不需要避开负荷 电流?	61
19. 在安装电缆的零序电流互感器时有什么要求? 为什么?	61
20. 小电阻接地零序电流保护的作用是什么?	61
21. 小电阻接地电流保护的原理是什么?	62
22. 电磁型保护的交流电流回路有哪几种接线方式? ..	62
23. 何谓复合电压过电流保护?	62
24. 复合电压闭锁与低电压闭锁有什么不同? 复合 电压闭锁的优点是什么?	62
25. 什么是主保护、后备保护、辅助保护?	63
26. 继电器一般怎样分类? 分别进行说明。	64
27. 试述电磁型继电器的工作原理。按其结构型式可 分为哪三种?	64
28. 10kV 配电线路为什么有的只装过流保护不装速 断保护?	64
29. 出口中间继电器触点为什么要串联电流线圈?	65
30. 零序保护的 I、II、III、IV 段的保护范围是 怎样划分的?	65
31. 什么叫距离保护?	65
32. 为什么距离保护突然失去电压会误动作?	65
33. 线路距离保护电压回路应该怎样进行切换?	66
34. 距离保护在运行中应注意什么?	66
35. 阻抗保护振荡闭锁的作用是什么? 为什么只闭锁 I、II 段, 不闭锁 III 段?	66
第二节 变压器保护	67
1. 变压器的速断保护动作电流是按什么原则整定的? 保护范围如何?	67
2. 变压器的过流保护动作电流是按什么原则整定的? 有何作用?	67

3. 变压器的差动保护是根据什么原理装设的?	67
4. 什么情况下变压器应装设差动保护?	68
5. 励磁涌流有哪些特点?	68
6. 变压器差动保护的不平衡电流是怎样产生的(包括 稳定和暂态情况下的不平衡电流)?	68
7. Yd11 接线的变压器采用差动保护时, 电流互感器二次 侧应采用何种接线? 为什么?	69
8. 变压器差动保护在什么情况下使用 BCH-1 型差动 继电器?	69
9. 为什么差动保护不能代替瓦斯保护?	69
10. 在什么情况下采用三相差动保护? 什么情况下 采用两相差动保护?	70
11. 分级绝缘的电力变压器, 两台以上并列运行时, 对其接地保护有何要求?	70
12. 新安装及大修后的电力变压器, 为什么在正式投入 运行前要做冲击合闸试验? 冲击几次?	71
13. 新变压器投入或更换电流互感器后为什么要测差动 保护的相量?	71
14. 变压器的零序保护在什么情况下投入运行?	71
15. 用户继电保护的检验周期是什么?	71
第三节 微机保护	72
1. 检验微机保护装置数据采集系统应在什么状态下 进行? 为什么?	72
2. 微机保护硬件系统通常包括哪几部分?	72
3. 简述 11 型微机线路保护零序电流、零序电压回路 的接线原则。	72
4. 微机保护现场检验包括哪些项目?	72
5. 微机继电保护装置对运行环境有什么要求?	72
6. 微机继电保护装置的定检周期是怎样规定的?	73
7. 对集成电路型及微机型保护的现场测试应注意	

些什么?	73
8. 微机保护装置有几种工作状态? 并对其作简要说明。	73
9. 微机保护硬件中 RAM 的作用是什么?	74
第五章 自动装置、二次回路及信号装置	75
第一节 自动装置	75
1. 电容式重合闸为什么只能重合一次?	75
2. 什么是自动重合闸(ARC)? 电力系统中为什么采用自动重合闸?	75
3. 重合闸重合于永久性故障上对电力系统有什么不利影响?	77
4. DH 型重合闸继电器运行中指示灯不亮可能是什么原因?	77
5. 一般情况下哪些保护与自动装置动作后应闭锁重合闸?	77
6. 什么叫重合闸后加速?	77
7. 什么叫重合闸前加速?	77
8. 在重合闸装置中有哪些闭锁重合闸的措施?	77
9. 在什么情况下将断路器的重合闸退出运行?	78
10. 油断路器切断故障达到规定次数时, 为什么要将重合闸停用?	78
11. 综合重合闸一般有哪几种工作方式?	78
12. 什么叫备用电源自动投入装置?	79
13. 备用电源自投装置一般应满足哪些要求?	79
14. 备用电源一般有哪几种备用方式?	79
15. 变电站备用电源自投的启动方式一般有哪些?	79
16. 线路自投无压启动回路的两个电压互感器电源, 停其中一个时, 应注意什么?	79
17. 什么叫自动按频率减负荷装置?	80
18. 停自动按频率减负荷装置时, 只停跳闸连接片,	

不停放电连接片是否可以?	80
第二节 二次回路	80
1. 控制开关有哪几个位置?	80
2. 如何进行合闸操作?	80
3. 如何进行分闸操作?	81
4. 防止跳跃的作用和目的是什么?	82
5. “防跳”回路是如何构成的?	82
6. 跳跃闭锁继电器回路的作用是什么?	83
7. “防跳”回路的动作过程是什么?	83
8. 继电保护工作人员在传动防跳回路时, 变电值班人员 应予以配合, 其传动方法是什么?	84
9. 控制回路断线的原因有哪些?	84
10. 二次回路系统发现异常运行及故障时如何处理? ...	84
11. 电流互感器的二次负荷阻抗如果超过了其额定二次 负荷阻抗, 为什么准确度就会下降?	85
12. 红、绿灯的作用是什么?	85
13. 红、绿灯不亮的原因有哪些?	85
14. 红灯不亮会产生什么后果?	85
15. 低压 401、402、445 三台断路器, 一般在设计上有 三种运行方式, 即“自投自复”、“自投手复”和 “手投手复”, 问这三种方式如何改变?	85
16. 211 的合闸控制回路为什么要串联一个中间继电器的 常闭接点? 说明它的作用。	88
17. 更换断路器的红灯泡时应注意哪些事项?	88
18. 指示断路器位置的红、绿灯不亮, 对运行有什么 影响?	88
19. 如何查找红绿灯不亮的原因? 查找时应注意 什么?	89
20. 怎样摇测二次回路中一路的整体绝缘? 应注意 什么?	89

21. 中间继电器的作用是什么?	89
22. 出口继电器作用于断路器跳(合)闸线圈时, 其触点回路中串入的电流自保持线圈应满足哪些条件?	89
23. 对跳闸连接片的安装有些什么要求?	90
24. 如何利用万用表的电阻挡查找二次回路故障?	90
25. 如何利用万用表的电压挡查找二次回路故障?	91
第三节 信号回路	93
1. 掉牌未复归信号的作用是什么? 它是怎样复归的?	93
2. 试指出下列文字符号所代表的小母线名称: KDM、XM、+FM、SYM、3YBM。	93
3. 下列信号哪些发延时预告信号、哪些发瞬时预告信号?	93
4. “掉牌未复归”光字牌亮时, 为何不响铃?	93
5. 事故音响起动机回路, 为何要用控制手把的两对接点控制?	94
6. 带冲击继电器的中央信号光字牌灯光, 在试验时灯光发暗, 在事故时很亮, 为什么?	94
7. 中央信号装置的作用是什么?	95
8. 掉牌未复归信号的作用是什么?	96
9. 摇测二次回路的绝缘应使用多大的绝缘电阻表? 绝缘标准是多少兆欧?	96
10. 按图说明通常采用的开关事故跳闸音响监视回路是如何工作的?	96
11. 叙述变电站事故照明原理图的工作过程。	97
第六章 直流设备	99
1. 何为操作电源?	99
2. 操作电源起何作用?	99
3. 直流操作电源巡视检查有哪些内容?	99
4. 对蓄电池有何要求?	99