

电气设备 倒闸操作 技术问答

钱 振 华



水利电力出版社

前 言

随着电力工业的高速发展，电力安全生产水平也在逐年提高。然而在电气事故中，因人为误操作引起的事故还不少，就其性质、影响、造成的损失来说，都是不容忽视的。造成电气事故固然有多方面的原因，但如果我们坚持贯彻“安全第一”的方针，认真执行规章制度，遵循正确的倒闸操作方法，并广泛采用电气闭锁装置等防误操作技术措施，误操作事故是可以限制和避免的。

本书的编写目的，就是想以作者从事多年电气运行工作的体会为基础，并通过对运行经验的总结，以及对事故教训的分析，归纳出正确的倒闸操作方法，为提高电气运行人员运行操作技术水平，减少误操作事故，确保人身设备安全，贡献一点力量；对从事电力事业的青年同志，提供一点有益的借鉴和帮助。能否达到这一目的，衷心期待广大读者和同行们提出宝贵意见，并希望提供有关倒闸操作的运行经验，以使这本书更加实用和更加完善。这就是一名“老值班工”的心声。

本书在编写过程中，参考了部分发电厂、变电所的有关规程资料，并得到能源部华北电业管理局、北京热电总厂领导的大力支持，高级工程师陈荣德、高士英、贺志麟等同志也曾给予不少鼓励和帮助。北京电力专科学校副教授杨传箭同志对本书稿进行了认真审阅，并提出许多宝贵意见。在此一并表示感谢。

限于学识和水平，加之时间仓促，书中错误在所难免，
敬请读者批评指正。

作者

1990年9月

目 录

前 言

第一章 倒闸操作的基本要求	1
1. 什么叫倒闸？什么叫倒闸操作？.....	1
2. 值班人员在倒闸操作中的责任和任务是什么？.....	1
3. 倒闸操作前应考虑哪些问题？.....	2
4. 倒闸操作前应作好哪些准备？.....	3
5. 操作票制度在执行中有哪些要求？.....	4
6. 操作监护制在执行中有哪些要求？.....	6
7. 值班人员应怎样对待调度的操作命令？哪些操 作可不经调度许可？.....	7
8. 断路器在操作及使用中应注意什么？.....	8
9. 隔离开关在操作及使用中应注意什么？.....	9
10. 摇测绝缘电阻应注意什么？.....	11
11. 倒闸操作时继电保护及自动装置的使用原则 是什么？.....	12
12. 倒闸操作时系统接地点应如何考虑？.....	13
13. 倒闸操作时解并列操作有何要求？.....	14
14. 验电时有哪些要求及注意事项？.....	15
15. 挂地线时有哪些要求及注意事项？.....	17
16. 为什么要制订“标准地线图”？应如何考虑？.....	20
17. 发生误操作事故的原因是什么？防止误操作 的基本措施有哪些？.....	22
18. 倒闸操作中应重点防止哪些误操作事故？.....	24

19.防止误拉、误合断路器及隔离开关的措施有哪些？	25
20.防止带负荷拉合隔离开关有哪些措施？	26
21.防止带电挂地线（或带电合接地刀闸）有哪些措施？	26
22.防止带地线合闸有哪些措施？	28
23.防止非同期并列有哪些措施？	28
24.倒闸操作中值班人员应怎样对待电气闭锁装置？	29
25.值班人员处理事故的主要任务是什么？	30
第二章 线路的倒闸操作	31
1.单回线、双回线在运行方式上有何要求？	31
2.新线路送电应注意哪些问题？全电压冲击合闸的目的是什么？	31
3.线路停送电的一般操作原则是什么？	32
4.线路停电前为什么要先断开重合闸开关 ZK，送电后再投入 ZK？	33
5.线路停电为什么先拉线路侧隔离开关，后拉母线侧隔离开关？送电时的操作顺序则与其相反？	34
6.线路横差保护在倒闸操作中应如何使用？	35
7.线路停送电时改变消弧线圈分接头的依据是什么？如何操作？	38
8.线路断路器拉不开闸会有什么现象？跳闸线圈为什么有时被烧毁？	40
9.双回线送电时，为什么先由变电所侧向线路充电好？	42

10. 为什么超高压线路送电, 必须先投入并联电抗器后合线路断路器?	43
11. 线路重合闸投入运行前, 应注意哪些配合?	45
12. 线路重合闸在什么情况下断开停用?	46
13. 旁路断路器带路如何操作?	47
14. 母联断路器带路如何操作?	49
15. 利用重合闸进行联络线同期并列, 如何操作?	50
16. 线路断路器跳闸应如何处理?	52
17. 线路断路器故障跳闸后, 应重点检查哪些地方?	54
18. 线路断路器跳闸回路断线应如何处理?	54
19. 低频减载装置动作或拒动应如何处理?	55
20. 线路断路器上结冰瘤子有何危害? 如何将其清除?	56
第三章 母线的倒闸操作	57
1. 母线运行方式应如何考虑? 母线元件应如何分配?	57
2. 母线倒闸操作的一般原则要求是什么?	57
3. 母线在倒闸操作时母线差动保护投入好, 还是停用好?	59
4. 母线差动保护的非选择性刀闸在什么情况下合入?	59
5. 倒母线时, 母线差动保护的非选择性刀闸怎样操作比较合理?	65
6. 为什么不允许带负荷拉合隔离开关, 而倒母线则允许用母线隔离开关拉合转移电流?	65
7. 在母线倒闸操作时, 为什么合上母联断路器	

还要取下控制直流熔断器？	68
8. 在母线倒闸操作时，为什么母线隔离开关的合拉顺序要有明确的规定？	69
9. 母线倒闸操作时，母线隔离开关的操作方法有几种？哪种好？	69
10. 母线隔离开关辅助触点不切换，同时接通或同时断开有何危害？如何防止？	71
11. 倒母线时拉母联断路器应注意什么？	73
12. 母线检修后送电，为什么要投入母联断路器的保护并断开母线差动保护的闭锁短接压板？	73
13. 母联断路器一侧有电一侧无电，合闸前为什么要投入同期短接开关STK？	74
14. 为什么不允许用分段断路器代替母联断路器的作用倒母线？	76
15. 母线电压互感器检修后或新投入，为什么只有经过“定相”才允许倒母线？	79
16. 母线保护为固定连接差动保护时，母线元件从一条母线倒至另一条母线，如何操作？	80
17. 母线保护为相位比较原理差动保护时，母线元件从一条母线倒至另一条母线，如何操作？	80
18. 双母线分母线运行时，母线元件从一条母线倒至另一条母线，如何操作？	80
19. 母联断路器带路时运行方式如何考虑？为什么要操作母联断路器的母差电流试验盒？	81
20. 母联断路器带路时，母差电流试验盒操作错	

误有何危险？如何防止？.....	83
21. 在同一母线上带电抗器的两条出线并列运行，母线差动保护应如何使用？.....	86
22. 合入不同段的母联断路器时，不完全母线差动保护应如何使用？.....	87
23. 母线差动保护的电流互感器二次电路被短接，母线差动保护如何使用？.....	89
24. 在设备一次回路作短路（或通电）试验，母线差动保护如何使用？.....	90
25. 母线差动保护电流回路误入外接电源有何危险？如何防止？.....	91
26. 为什么不允许在母线差动保护电流互感器的两侧挂地线？.....	93
27. 向空母线送电或升压，应注意哪些问题？.....	93
28. 母线故障时如何处理？倒母线为什么要“先拉后合”？.....	94
29. 母线上电压消失，为什么要立刻拉开未跳闸的断路器？.....	95
30. 母线差动保护动作为什么要闭锁线路重合闸？如果投入母线重合闸，应具备哪些条件？.....	96
31. 母线差动保护动作为什么要闭锁双回线的横差保护？闭锁失灵的影响是什么？.....	97
32. 母线出现接地信号，为什么有时三相对地电压仍平衡？处理事故时如何判断真、假接地？.....	100
33. 母线系统发生铁磁谐振时的现象与接地现象	

有何异同？如何防止？102

第四章 变压器的倒闸操作107

1. 变压器新投入或大修后投入，操作送电前应
考虑哪些问题？107
2. 变压器停送电操作时的一般要求是什么？108
3. 变压器送电前为什么三相分接头必须保持一
致？109
4. 新投入或大修后的变压器，为什么要进行全
电压冲击合闸？冲击几次？109
5. 为什么要尽量用断路器接通或切断变压器回
路？用隔离开关接通或切断变压器有何规
定？110
6. 变压器送电时，为什么要从电源侧充电，负
荷侧并列？111
7. 倒换变压器时，为什么只有证实并入的变压
器已带负荷，方准停下运行的变压器？112
8. 变压器的并列条件是什么？不符合这些条件
并列有何后果？113
9. 接线组别不同的变压器，要并列应该怎么
办？115
10. 变压器（电压互感器）在什么情况下要定
相？定相试验的一般要求是什么？117
11. 母线电压互感器、厂用变压器、主变压器的
定相，如何操作？119
12. 为什么变压器定相时总会出现电压差，有危
险吗？130
13. 大机组在投入本机工作厂用变压器时应注意

什么？	131
14. 切换变压器中性点接地刀闸如何操作？	132
15. 三绕组升压变压器高压侧停电如何操作？	132
16. 拉合空载变压器的高压侧断路器或解并列系 统，变压器中性点为什么要接地？	132
17. 用隔离开关拉并列变压器的环路为什么会引 起短路？进行这种操作应如何考虑？	136
18. 发电机变压器组解列后，主变压器受电带工 作厂变，如何操作？	139
19. 有载调压变压器在改分接头时一般会发生哪 些异常？如何处理？	140
20. 有载调压变压器在过负荷或短路时改分接头 有何危险？有何防止措施？	141
21. 强油水冷变压器潜油泵的起停，如何操作？	142
22. 导向水冷变压器油系统的操作，应注意什 么？	142
23. 强油循环变压器油泵入口为什么要保持微正 压？操作时如何达到这一要求？	142
24. 现代大型变压器重瓦斯保护在什么情况下由 跳闸改为信号？	143
25. 变压器在什么情况下应立即停止运行？	144
26. 强油循环变压器断油、断水、断电时应如何 处理？	144
第五章 发电机的倒闸操作	145
1. 摇测发电机、励磁系统、转子绝缘电阻，应 注意什么？	145
2. 发电机一经转动为什么禁止在该回路上工	

作？	145
3. 氢冷发电机在起动过程中，为什么不允许置 换氢气？	146
4. 发电机变压器组过激磁产生的原因是什么？ 如何防止？	147
5. 发电机转数（频率）低于额定值时，定子电 压允许升到多少？	150
6. 发电机升压时励磁电流超过空载额定值有何 危害？	150
7. 发电机非同期并列的后果是什么？一般在什 么情况下发生？	150
8. 防止发电机非同期并列的运行措施是什么？	153
9. 为什么假同期试验不能代替发电机定相？	154
10. 发电机定相的目的是什么？相序不一致并列 有何危险？	154
11. 发电机在什么情况下要定相？如何操作？	155
12. 为什么禁止同期回路同时投入两个及以上的 同期开关TK？	159
13. 手动同期并列为什么严禁投入同期短接开关 STK？在哪些情况下又允许将STK投入？	163
14. 发电机并列前为什么要将强励投入？而解列 前要将强励断开？	164
15. 并列操作时为什么发电机频率应稍高于电网 频率？	164
16. 工作直流励磁机不正常，如何倒换备用励磁 机？	165
17. 备用励磁机代替工作励磁机运行后，在监	

盘、调整及事故预想上应采取哪些安全措施？	168
18. 发电机紧急解列的三个条件是什么？为什么缺一不可？	169
19. 紧急解列发电机，主断路器拉不开如何处理？	170
20. 紧急解列发电机，灭磁开关拉不开如何处理？	170
21. 运行中出现“主汽门关闭”信号如何处理？	171
22. 发电机失去励磁如何处理？	171
23. 向发电机回路反送电有何危害？如何防止这种误操作？	173
24. 发电机出现“定子接地”信号如何处理？	175
25. 发电机励磁回路出现一点接地如何处理？	176
26. 发电机转子两点接地保护投入前后应注意什么？	177
27. 发电机突然跳闸如何处理？	179
第六章 厂用电的倒闸操作	181
1. 备用厂变带负荷后，其它工作厂变联动开关能否投入？	181
2. 在工作、备用厂变电源不同期时，倒换工作厂变如何操作？	182
3. 厂用电系统发生非同期并列，后果如何？怎样防止？	182
4. 厂用变压器过流保护停用，该变压器可否运行？	184
5. 3~6kV 厂用母线电压互感器的停送电如何操作？	186

6. 车间专用盘应如何确定运行方式？	186
7. 不同电源母线供电的双电源专用盘，倒换电 源如何操作？	187
8. 仅知双电源专用盘的电源相序相同，可否进 行并列？	187
9. 定子应作三角连接的电动机误接成星形送 电，对运行有何影响？	188
10. 定子应作星形连接的电动机误接成三角形送 电，对运行有何影响？	188
11. 双速电动机停送电应注意什么？	188
12. 两台电动机带一台设备，送电时应注意什 么？	189
13. 交流电动机转子从定子中抽出后，可否送 电？	190
14. 怎样改变三相交流电动机的转动方向？应注 意什么？	190
15. 直流系统并列条件是什么？如何用开路法及 闭路法核对极性？	191
16. 直流电源与母线并列时，待并电压应如何调 整？	193
17. 直流母线的母线联络刀闸未合入，为什么不 允许在负荷侧并列？	194
18. 为什么误操作充电机母线刀闸，会引起蓄电 池备用电瓶短路，其后果如何？怎样防止？	195
19. 母线联络刀闸合入后，为什么要停用一组直 流绝缘监视装置？	198
20. 为什么通过测量对地电压，可以监视直流系	

统绝缘电阻？	202
21. 直流系统接地有何危害？查找直流接地一般有何要求？	204
22. 查找直流接地，为什么运行的电动机会跳闸，备用的电动机会自启动？	206
23. 蓄电池的电瓶接地后，直流母线绝缘监视会动作吗？	208
24. 什么叫直流系统混线？发生混线的原因及后果如何？	210
25. 直流系统发生混线时，应如何判断和处理？ ...	210
26. 直流绝缘监视装置的熔断器一极熔断，为什么出现假接地？	217
27. 整流装置输出直流电压下降，如何判断处理？	218
附录 电气设备倒闸操作及事故处理常用术语	221

第一章 倒闸操作的基本要求

1. 什么叫倒闸？什么叫倒闸操作？

答 电气设备分为运行、备用（冷备用及热备用^①）、检修三种状态。将设备由一种状态转变为另一种状态的过程叫倒闸。所进行的操作叫倒闸操作。

倒闸操作是电气值班人员日常最重要的工作之一。一切正确的倒闸操作都是操作人员严格执行规章制度、充分发挥应有的技术水平、高度的责任心，三者完美结合的产物。

事故处理所进行的操作，实际上是特定条件下的紧急倒闸。

2. 值班人员在倒闸操作中的责任和任务是什么？

答 严格遵守规程制度，认真执行操作监护制，正确实现电气设备状态的改变和转换，保证发电厂、变电所和电网安全、稳定、经济地连续运行。这就是电力系统各级调度及电气值班人员在倒闸操作中的责任和任务。

为了减少误操作，除紧急情况及事故处理外，交接班期间一般不要安排倒闸操作；条件允许时，一切重要的倒闸操作应尽可能安排在负荷低谷时进行，以减少误操作对电网的影响。

● 冷备用及热备用：冷备用是指安全措施已拆除，设备已具备运行条件，但隔离开关未合入的备用；热备用是指断路器一经合闸，设备即转入运行状态的备用。

3. 倒闸操作前应考虑哪些问题？

答 倒闸操作前，值班人员要认真考虑以下问题：

(1) 改变后的运行方式是否正确、合理及可靠。为此：

1) 在确定运行方式时，应优先采用运行规程中规定的各种运行方式，使电气设备及继电保护尽可能处在最佳状态运行。

2) 制定临时运行方式时，应根据以下原则：①保证设备出力、满发满供，不窝出力、不过负荷；②保证运行的经济性、系统功率潮流合理，机组能较经济地分配负荷；③保证短路容量在电气设备的允许范围之内；④保证继电保护及自动装置正确运行及配合；⑤厂用电可靠；⑥运行方式灵活，操作简单，处理事故方便。

(2) 倒闸操作是否会影响继电保护及自动装置的运行。在倒闸操作过程中，如果预料有可能引起某些保护或自动装置误动或失去正确配合，要提前采取措施或将其停用。

(3) 要严格把关，防止误送电，避免发生设备事故及人身触电事故。为此，在倒闸操作前应遵守以下要求：

1) 送电的设备及系统上，不得有人工作，工作票要全部收回。同时设备要具备以下运行条件：①发电厂或变电所的设备送电，线路及用户的设备必须具备受电条件；②一次设备要送电，相应的二次设备（控制、保护、信号、自动装置等）应处于备用状态；③如电动机送电试转，所带机械必须具备转动条件，否则靠背轮应甩开；④防止下错令，将检修中的设备误接入系统送电。

2) 设备预防性试验合格，绝缘电阻符合规程要求，无影响运行的重大缺陷。

3) 严禁约时停送电、约时拆挂地线或约时检修设备。

4) 新建电厂，在基建、安装、调试结束及验收后，设备正式投运前，应经发电厂主管领导同意及电网调度所下令、批准，方可投入运行，以免忙中出错。

(4) 制订倒闸操作中防止设备异常的各项技术措施，并进行必要的准备。

(5) 进行事故预想。电网的重大操作，调度员及操作人员均应作好事故预想；发电厂内的重大操作，除值长及电气值班人员要作好事故预想外，汽机、锅炉等主要车间的值班人员也要作好事故预想。事故预想要从电气操作可能出现的最坏情况出发，结合本专业的实际，全面考虑。拟定的对策及应急措施要具体可行。

4. 倒闸操作前应作好哪些准备？

答 倒闸操作前的准备工作一般包括：

(1) 接受操作任务。操作任务通常由操作指挥人或操作领导人（调度员或值长）下达，是进行倒闸操作准备的依据。有计划的复杂操作或重大操作，应尽早通知有关单位准备。接受操作任务后，值班负责人（班长）要首先明确操作人及监护人。

(2) 确定操作方案。根据当班设备的实际运行方式，按照规程规定，结合检修工作票的内容（地线位置），综合考虑后确定操作方案及操作步骤。

(3) 填写操作票。操作票的内容及步骤，是操作任务、操作意图、操作方案的具体化，是正确操作的基础和关键。

1) 操作票必须由操作人填写。