

变电站倒闸操作

许艳阳 主编

要诀

双色易读
口诀易记
文风易懂



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

变电站倒闸操作

● 许艳阳 主编

要诀



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书根据变电站及发电厂电气运行值班人员实际倒闸操作的需要,参照《国家电网公司电力安全作业工作规程(变电部分)》、两票规定、规程制度等资料,结合变电站倒闸操作的特殊性和倒闸操作的特点而编写的。

重点对不同接线方式下倒闸操作票的填写方法及各类设备的倒闸操作要点进行编写,并编制要诀,易学易记,以达到警示的目的。全书共七章,既有倒闸操作要点及处理,又有倒闸操作案例。具体内容包括:变电站倒闸操作的基本原则和任务,变电站倒闸操作人员的要求及必备条件,电气设备倒闸操作的步骤,电气设备倒闸操作票的填写,几类电气设备的倒闸操作要求,防止误操作的技术要求,倒闸操作事故案例分析。

本书可作为变电站、发电厂电气设备运行、检修、维护人员的培训教材及自学用书,也可供相关专业大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

变电站倒闸操作要诀/许艳阳主编. —北京:中国电力出版社, 2012. 5

ISBN 978-7-5123-3061-0

I. ①变… II. ①许… III. ①变电所—倒闸操作 IV. ①TM63
中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第103248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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年6月第一版 2012年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17.125印张 296千字

印数0000—3000 定价 49.00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

《变电站倒闸操作要诀》

编 委 会

组 长	马林国	马 军		
副组长	吕洪波	马征海	张 慧	付连元
成 员	许艳阳	薛 东	梅 华	王 斌
	金英杰	何 军	刘振华	贺 洁
	王 颖	张 灏	潘庆庆	杨慧丽
	丁 勇	郑严平	康进江	李顺安
	宋艳丽	魏恒发	郑 仟	冯莉芳
	肖 楠	高 婧	雷春萍	

序



随着国家电网公司“三集五大战略”的全面实施，以及近年来城市、农村电网建设与变电站改造工程的实施，变电站新设备、新技术得到广泛应用，变电站运行模式逐步向运维站模式转变。这就对变电生产一线的运行人员提出了更高的要求，运行人员倒闸操作技能只有达到熟练、标准、规范，才能适应运维站管理模式的需要，因此，提高运行人员业务素质 and 技能水平已成为电力企业安全生产和发展的必备条件。为此，宁夏电力公司银川供电局组织许艳阳等具有丰富专业技术和经验的人员编写了本书，为变电生产一线的职工提供了一本很好的培训教材，现推荐给读者。

本书具有以下优点：

(1) 该书针对性较强，将倒闸操作中要注意的一些问题和容易出错的步骤，编成要诀，时刻提醒运行人员在操作中要按部就班，不能逆流成型。

(2) 该书从实际出发，对最基本的倒闸操作票的填写、倒闸操作危险点分析、实施步骤等关键要点，作了一一阐述，并以要诀的形式，对关键问题进行总结。

(3) 该书在编写过程中力求将理论知识与实际技能相结合，用通俗易懂的讲解方式引导读者逐步渐入。

(4) 该书内容符合变电运行岗位技能培训的要求，是提高变电运行人员岗位技能的基础教材。

本书主编许艳阳同志在变电运行岗位工作十七年，是宁夏电力公司变电值班员技能专家，曾于2010年5月出版《变电设备现场故障与处理典型例》一书，多篇专业论文在《电力安全技术》、《中国电力教育》、《中国科技信息》、《宁夏电力》上发表，是一名优秀的变电复合型人才。该同志与其他参编人员根据自己多年的工作经验，把积累的运行经验编辑成书出版，符合目前国家电网公司提倡的多方位人才的要求，势必对变电运行专业的业务技能、安全运行、管理水平起到较好的推动作用。

宁夏电力公司银川供电局局长：

前 言



倒闸操作是变电站运行值班人员要做的一项重要而复杂的工作，它不仅关系着变电站及电力系统的安全运行，也关系着在电气设备上工作的工作人员的生命及操作人员本身的安全，为此，作为变电站值班人员必须掌握倒闸操作要领，以及如何去操作设备，掌握为什么要这样操作，以防止误操作事故的发生。

为了解决误操作的问题，有关部门想尽一切办法，装五防闭锁装置，倒闸操作时录音、增设第二第三监护人，填写倒闸操作作业指导书，提前进行危险点分析等。但是，从国家电网公司不断下发的事故通报可知，误操作事故仍不断发生，为什么会这样呢？无非是因为违章行为，更重要的是很多运行人员是因为不知道操作步骤、操作程序、业务水平低等而违章。为此，笔者结合多年的实践经验，将倒闸操作的一些要点编成要诀，简单易记，以供运行人员在倒闸操作中参考。

本书最大的优点是结合运行人员在倒闸操作中遇到的一些问题进行探讨，并对一部分内容总结出简单易记的口诀，易学易记，对变电站的各类典型倒闸操作票的填写方法以及在倒闸操作中曾经发生的一些经典案例作了一一讲解，有理论有实际，适合作为运行人员倒闸操作的培训教材，又可作为提高运行人员倒闸操作能力的参考资料。

本书在编写过程中，宁夏电力公司、银川供电局领导及很多同仁给予了大力支持，其中银川供电局局长马林国、党委书记马军，生产副局长吕洪波、总工程师张慧、生产技术部副主任梅华等领导及部室专责多次参加评审与修订；宁夏电力教育培训中心杨慧丽高级讲师、宁夏职业技术学院丁勇讲师、宁夏北方民族大学郑严平副教授多次给予指导意见，在此对所有给予帮助的同仁一并表示衷心的感谢！

由于编写时间紧，理论水平和实践经验有限，漏误之处请广大读者批评指正。

编 者

2012年5月

目 录



序

前言

第1章	变电站倒闸操作的基本原则和任务	1
1.1	变电站倒闸操作的基本原则	1
1.1.1	变电站倒闸操作的基本要求	1
1.1.2	变电站倒闸操作的基本原则	2
1.2	变电站倒闸操作的基本任务	3
1.2.1	变电站电气设备的几种状态	3
1.2.2	变电站倒闸操作的基本任务	5
第2章	变电站倒闸操作人员的要求及必备条件	7
2.1	变电站倒闸操作人员的精神状况	7
2.2	变电站倒闸操作人员的要求	8
2.3	变电站倒闸操作的必备条件	10
第3章	电气设备倒闸操作步骤	12
3.1	电气设备倒闸操作规定	12
3.1.1	电气设备倒闸操作制度	12
3.1.2	电气设备倒闸操作的有关规定	13
3.2	电气设备倒闸操作的实施过程及要求	14
第4章	电气设备倒闸操作票的填写	20
4.1	电气设备倒闸操作票的填写内容	20
4.2	电气设备不用填写倒闸操作票的项目	21
4.3	微机打印操作票的弊端	22
4.4	操作票的填写方法	23
4.4.1	倒闸操作票格式	23
4.4.2	倒闸操作票使用的有关规定	23
4.4.3	倒闸操作的规律性	23
4.4.4	倒闸操作的其他要求	25

4.5	典型倒闸操作票填写实例	25
4.5.1	线路停送电操作典型倒闸操作票的填写	26
4.5.2	主变压器停送电操作典型倒闸操作票的填写	39
4.5.3	母联兼旁路接线停送电操作典型倒闸操作票的填写	62
4.5.4	电压互感器停送电操作典型倒闸操作票的填写	83
4.5.5	站用变压器停送电操作典型倒闸操作票的填写	86
4.5.6	站用直流系统停送电操作典型倒闸操作票的填写	94
4.5.7	低压电容器停送电操作典型倒闸操作票的填写	99
4.5.8	二次设备停送电操作典型倒闸操作票的填写	104
4.5.9	各类不同接线停送电操作典型倒闸操作票填写 经验总结	112
第5章	几类电气设备的倒闸操作要求	113
5.1	断路器的操作技术要求	113
5.1.1	断路器操作的基本要求	113
5.1.2	断路器的操作	115
5.1.3	断路器操作时的异常处理	119
5.2	隔离开关的操作技术要求	125
5.2.1	隔离开关分合闸操作要领	125
5.2.2	隔离开关操作时的异常处理	127
5.2.3	隔离开关及操动机构的闭锁回路	131
5.3	变压器的操作技术要求	132
5.3.1	变压器投运前的准备工作	132
5.3.2	变压器操作时的分合闸原则	134
5.3.3	变压器停、送电操作要求	135
5.3.4	变压器的定相操作要点	136
5.3.5	三圈变压器由中压侧向低压侧送电的操作要点	137
5.3.6	变压器调节分接头操作要点	138
5.3.7	变压器中性点运行方式变换操作要点	140
5.3.8	变压器操作时发生异常情况的处理原则	141
5.4	电流、电压互感器的操作技术要求	142
5.4.1	电流互感器的操作技术要求	142
5.4.2	电压互感器的操作技术要求	143

5.4.3	电压互感器操作中异常情况的处理原则	145
5.5	消弧线圈的操作技术要求	146
5.5.1	消弧线圈的投退要求	146
5.5.2	消弧线圈的操作要点	148
5.5.3	两台变压器中性点共用一台消弧线圈时的切换 操作要点	149
5.6	电容器的操作技术要求	152
5.6.1	电容器投运前的准备工作	152
5.6.2	电容器的操作技术要点	152
5.6.3	电容器操作中异常情况的处理原则	156
5.7	新设备投入的操作技术要求	157
5.7.1	新设备投入运行前的技术要求	157
5.7.2	新设备投入系统运行的程序	158
5.7.3	新设备投运时的充电要求	159
5.7.4	新设备充电时与保护的配合	160
5.7.5	新投入的继电保护装置的带负荷校验	161
5.8	几类设备的操作要求	163
5.8.1	送电线路启停的操作要点及异常处理原则	163
5.8.2	倒母线的操作要点及操作异常处理原则	166
5.8.3	旁路断路器代替其他断路器的操作要点	170
5.8.4	验电及装设接地线的操作要点	170
5.8.5	继电保护和自动装置投停的操作要点及操作异常 处理原则	171
5.8.6	继电保护和自动装置二次切换的操作要点	176
5.9	交直流系统的操作要求	179
5.9.1	站用电系统的操作要点及操作中异常情况 处理原则	179
5.9.2	直流系统的操作要点及操作异常情况处理原则	182
5.10	3/2 接线设备的操作要求	184
5.10.1	3/2 接线运行方式及优缺点	185
5.10.2	3/2 接线倒闸操作技术要点	186

第6章	防止误操作的技术要求	189
6.1	防误闭锁装置的管理和使用	189
6.1.1	防误闭锁装置的管理	189
6.1.2	防误闭锁装置的使用	190
6.2	倒闸操作中的危险点预控	192
6.2.1	倒闸操作中危险点的查找	192
6.2.2	倒闸操作中危险点的控制	193
6.2.3	倒闸操作中危险点预控的方法和要点	195
6.2.4	倒闸操作中危险点预控在变电运行管理中的应用	197
6.3	典型倒闸操作的危险点分析及预控措施	199
6.3.1	线路停送电操作危险点分析及预控措施	199
6.3.2	变压器停送电操作危险点分析及预控措施	203
6.3.3	母线停送电操作危险点分析及预控措施	208
6.3.4	电压互感器停送电操作危险点分析及预控措施	214
6.3.5	站用交直流系统停送电操作危险点分析及 预控措施	217
6.3.6	电容器停送电操作危险点分析及预控措施	222
6.3.7	二次设备操作危险点分析及预控措施	224
6.4	防误操作的原因分析	224
6.4.1	变电站倒闸操作误操作原因分析	225
6.4.2	变电站倒闸操作误操作的防范措施	228
第7章	倒闸操作事故案例分析	232
7.1	因操作人员心理状况而引起倒闸操作事故的案例分析	232
7.1.1	因操作人员心理压力过大而引起倒闸操作事故的 案例分析	232
7.1.2	因操作人员心情不畅而引起倒闸操作事故的 案例分析	233
7.2	因操作票填写错误而引起倒闸操作事故的案例分析	234
7.2.1	因操作票填写错误而引起 220kV II段电压互感器反 充电事故的案例分析	235
7.2.2	因操作票填写漏项而造成变电站全停事故的 案例分析	237

7.3	因运行人员不熟知调令而引起倒闸操作事故的案例分析	240
7.3.1	因值班人员未正确区分操作指令而引起倒闸操作事故的案例分析	240
7.3.2	因值班人员不认真执行调度指令而引起倒闸操作事故的案例分析	241
7.4	因运行人员凭经验操作而引起倒闸操作事故的案例分析	244
7.4.1	因值班人员未填写操作票凭经验操作而引起倒闸操作事故的案例分析	245
7.4.2	因值班人员倒闸操作过程中凭经验操作跳相而引起事故的案例分析	248
附录 1	变电站标准化倒闸操作流程	250
附录 2	变电站标准化交接班流程	253
附录 3	变电站标准化工作票许可流程	257

变电站倒闸操作的基本原则和任务

倒闸操作是变电站运行值班人员的一项重要而复杂的工作，倒闸操作是否正确，不仅关系着变电站及电力系统的安全稳定运行，而且关系着在电气设备上工作的工作人员及操作人员本身的安全。如果发生误操作事故，将可能造成全变电站停电，甚至扩大到整个电力系统，造成系统瓦解，发生大面积停电事故。

1.1 变电站倒闸操作的基本原则

变电站倒闸操作是一项十分严谨的工作，既有一次回路的操作，又有二次回路的操作，操作项目众多。例如，220kV 变电站一台主变压器的停送电操作，将达到一百多项，稍有疏忽，将会发生误操作事故。为此，不仅要求运行人员熟悉将要倒闸操作的设备，而且好要有良好的心态正确对待倒闸操作，严肃认真地进行倒闸操作，做到万无一失，以防误操作事故的发生。

1.1.1 变电站倒闸操作的基本要求

倒闸操作必须由两人进行，其中由技术水平较高、有丰富经验的值班员担任监护人，另一人担任操作人。操作人、监护人必须经过考试合格，取得操作权资格证，并由工区领导以书面形式公布。

倒闸操作中，要严抓操作票填写关，以防填写操作票时出现多项、漏项、顺序颠倒等情况，任何一种失误都可能造成不可挽回的后果。操作票填写完毕后，要经过三级审核，方能生效。在正式操作前，运行值班负责人、监护人、操作人应在模拟图板上进行核对性模拟预演，对操作票的正确性进行最后的检查、把关。倒闸操作开始后，每进行一项操作，都应进行先核对设备的双重名称、和自己所站的位置正确后，由监护人开始唱票，操作人复诵无误后，再一次核对设备名称、编号无误，方可下达“正确，可以执行”的命令，操作人方可操作。操作票在执行过程中，必须按顺序进行，不得跳项和漏项操作，也不准擅自更改操作内容和操作顺序，每执行完一项操作，做一个记号“√”。除任何情况不得随意

更换操作人和监护人。操作中如发生疑问，应立即停止操作，汇报值班负责人，查明原因后，再决定是否继续进行操作。全部操作完毕后，对操作过的设备要进行复查，复查完毕后，向值班负责人（调度员）汇报。只要运行人员严格按照以上程序进行，必能有效防止误操作事故的发生。这就要求运行人员掌握以下要诀：

【要诀】

倒闸操作基本要求要诀

- 一抓操作票的填写关，写票要领要掌握
- 二抓操作票的审核关，一丝疑问不放过
- 三抓倒闸操作执行关，严格按照程序走
- 四抓倒闸操作复查关，确保设备无异常

为了尽可能地减少和避免事故的发生，在倒闸操作中，运行人员一定要牢记以上要诀，严格遵循以下要求，正确地实现电气设备运行状态或运行方式的改变，以确保电力系统安全、稳定、经济、可靠地连续运行。

- (1) 倒闸操作中不得造成事故。
- (2) 尽量不影响或少影响对用户的正常供电。
- (3) 尽量不影响或少影响系统的正常运行。
- (4) 万一发生误操作事故，影响的范围应尽量缩小。

只要运行人员在倒闸操作中认真执行规程、规定，并牢记倒闸操作事故给运行人员心理上、身体上带来压力，严格遵守倒闸操作要求，就一定能顺利完成倒闸操作任务。

1.1.2 变电站倒闸操作的基本原则

运行人员进行倒闸操作时，必须遵循下列原则：

- (1) 拉合隔离开关时，必须检查断路器在分。
- (2) 停电设备送电前，必须将该设备保护投入运行，无保护或不能自动跳闸的断路器不准送电。
- (3) 油断路器不允许带电压手动合闸，运行中的小车断路器不允许打开机械闭锁手动分闸。
- (4) 在操作过程中，发现误合隔离开关时，不允许将误合的隔离开关再拉开；发现误拉隔离开关时，不允许将误拉的隔离开关再重新合上。
- (5) 停电操作原则：先断断路器，次拉开负荷侧隔离开关，最后拉开电源侧



隔离开关；送电操作原则：先合上电源侧隔离开关，次合上负荷侧隔离开关，最后合上断路器。

总之，倒闸操作的基本原则是遵循操作规则，严禁带负荷拉合隔离开关，不能带电合接地刀闸或带电装设接地线，以上倒闸操作原则是电力人用多年的经验积累和血的教训总结出来的，这就要求每一位运行人员在倒闸操作中认真遵守，以确保倒闸操作的顺利完成。这就要求运行人员掌握以下要诀：

【要诀】

送电操作保护要在投
拉合刀闸开关要在分
开关分合要领要铭记
误合刀闸不许再拉开
误拉刀闸不许再合上

1.2 变电站倒闸操作的基本任务

所谓变电站倒闸操作就是指电气设备或电力系统由一种运行状态变换到另一种运行状态，由一种运行方式转变为另一种运行方式时所进行的一系列的有序操作。例如，断开或合上×断路器和隔离开关；断开或合上×操作电源和弹簧储能电源；退出或投入×继电保护装置和自动装置；取下或安上×控制、合闸熔断器；拆除或装设接地线等。

1.2.1 变电站电气设备的几种状态

在电力系统中运行的电气设备，经常需要检修、保护效验、试验以及消除缺陷等故障，此时，运行人员要改变电气设备的运行状态或改变电力系统的运行方式。变电站电气设备的状态分为四种：运行、热备用、冷备用、检修。

(1) 电气设备的运行状态：是指与电气设备相关的一、二次回路全部接通带电，即电气设备的隔离开关、断路器都在合，并且与电源至受电端之间的电路相通（包括辅助设备，如电压互感器、避雷器等）。

(2) 电气设备的热备用状态：是指电气设备的隔离开关在合闸位置，断路器在分闸位置的电气设备。即没有明显的断开点，其特点是断路器一经合闸即可投入运行的设备。

(3) 电气设备冷备用状态：是指电气设备的断路器和隔离开关均断开，但回

路中的互感器、避雷器等均接通；如果需断开，应指明将其也改为冷备用。

(4) 电气设备的检修状态：是指电气设备该回路中各设备断开，已挂接地线或已合接地刀闸，装设遮栏，并悬挂标示牌。电气设备的检修状态根据设备不同又可以分为以下几种情况。

1) 断路器检修：是指断路器及两侧隔离开关均在断开位置，断路器控制回路控制（合闸）熔断器已取下或操作（合闸）电源已断开，断路器两侧已装设接地线或合上接地刀闸，该断路器母差回路的出口跳闸压板已退出。

2) 线路侧（母线侧）隔离开关检修：是指该回路的断路器及两侧隔离开关均在断开位置，如果是线路侧隔离开关检修，要将该线路停电，在线路侧隔离开关两侧装设接地线，切记要将该隔离开关操作电源断开；如果是母线侧隔离开关检修，除了要将该线路停电以外，还要将与该隔离开关相连的母线也停电，在母线上和该隔离开关的断路器侧装设两组接地线，切记要将该隔离开关操作电源断开。原则上隔离开关检修时，为了方便工作人员工作和保证工作人员的安全，隔离开关检修不合接地刀闸，而装设接地线。

3) 线路检修：是指线路断路器及两侧隔离开关均在断开位置，如果线路有电压互感器并装有隔离开关时，应将该电压互感器的隔离开关拉开，并取下低压侧熔断器或断开二次空开，在线路侧装设接地线或合上接地刀闸。

4) 电压互感器检修：是指电压互感器连接与母线上的隔离开关在断开位置，并取下高低压熔断器或断开二次空开，在隔离开关电压互感器侧装设接地线或合上接地刀闸。

5) 主变压器检修：是指变压器各侧断路器及隔离开关均在断开位置，在变压器各侧装设接地线或合上接地刀闸，并断开变压器的相关辅助设备电源（包括风冷电源、有载调压电源等），切记要退出相关的跳母联复压过流保护压板。

6) 母线检修：是指连接该母线上的所有断路器（包括母联断路器）及隔离开关均在断开位置，该母线上的电压互感器及避雷器改为冷备用状态或检修状态，并在该母线上装设接地线或合上接地刀闸。

当然，除了以上几种电气设备检修状态外，还有电流互感器检修、电容器检修、站用变压器检修等，原则上都是将检修设备的回路断开，在检修设备两侧装设接地线或合上接地刀闸，并退出与之相关联的保护或断开各类电源。

变电站倒闸操作的技术要求和技术规定因电气设备的状态而有所不同，为此，运行人员必须掌握电气设备在各种状态下的倒闸操作要领，严格执行《电业安全工作规程》，掌握《变电站现场运行规程》，以便在执行过程中执行行之有效



地技术措施和组织措施。这就要求运行人员掌握以下要诀：

【要诀】

四种状态要牢记
操作要领要掌握
安全规程要执行
安全措施要有效

1.2.2 变电站倒闸操作的基本任务

1. 倒闸操作的基本类型

- (1) 正常计划停电检修或试验的操作。
- (2) 调整负荷及改变运行方式的操作。
- (3) 异常及事故处理的操作。

2. 倒闸操作的基本任务

- (1) 电气设备四种运行状态的互换，例如电气设备停送电、备用转检修等。
- (2) 改变一次回路运行方式，如倒母线、改变母线的运行方式、并列与解列、合环与解环、改变中性点接地状态、调整变压器分接头等。
- (3) 电气设备继电保护和自动装置的投入、退出和改变定值。
- (4) 电气设备接地线的装设和拆除、接地刀闸的拉合。
- (5) 电气设备事故和异常处理。
- (6) 其他操作，如冷却器启停、蓄电池充放电等工作。

3. 倒闸操作的基本内容

- (1) 线路的停送电操作。
- (2) 变压器的停送电操作。
- (3) 倒母线及母线停送电操作。
- (4) 装设或拆除接地线操作（拉开或合上接地刀闸）。
- (5) 电网的并列与解列操作。
- (6) 变压器的调压操作。
- (7) 站用电源的切换操作。
- (8) 继电保护或自动装置的投退操作；改变继电保护或自动装置定值的操作。
- (9) 其他特殊操作。

了解倒闸操作基本任务，掌握操作任务的目的后，才能合理有效地安排下一步工作，保证正确无误地将工作进一步执行，保证倒闸操作工作的正常进行。这就要求运行人员掌握以下要诀：

【要诀】

熟知倒闸操作任务
掌握倒闸操作目的
合理安排操作任务
确保安全操作无误