

陈家斌 编

CHANGYONG
DIANQI SHEBEI
DAOZHA CAOZUO

常用电气设备

倒闸操作



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

常用电气设备倒闸操作

陈家斌 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是根据电力运行职工岗位应知应会技能要求进行编写的。

全书共 11 章, 分别介绍了电气设备倒闸操作要求, 发电厂、变电所开关设备的操作, 电力送电线路、变压器、母线、互感器、消弧线圈、电容器、电机、继电保护及直流设备、10kV 及以下配网设备的倒闸操作, 电气设备试验操作, 以及新建变电所送电试运行方案及倒闸操作等内容。

本书可供发电厂、变电所、配电网、工矿企业中从事电气运行工作的职工及技术人员使用, 也可供大专院校电气专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

常用电气设备倒闸操作/陈家斌编. —北京: 中国电力出版社, 2006

ISBN 7-5083-4466-9

I. 常... II. 陈... III. 电力系统运行-状态-转换
IV. TM732

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 066630 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2006 年 11 月第一版 2006 年 11 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 15.5 印张 410 千字

印数 0001—4000 册 定价 29.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

编委会名单

主 编： 陈家斌

副主编： 李志学 高 建 景 胜 崔军朝

马 雁 张露江 郭琳琳 姜峻峰

葛秦岭

编 委： 雷 明 季 宏 孟凡中 李 楠

殷俊河 罗碧华 吴 建 沈 磊

牛新平 周 军 段志勇 王 璞

郭宝明 刘 辉 李 琦 李文霞

王云浩 韩洪生 贾建军 汪 旒

吴 起 郭媛媛 王玉莲 李明明

姚志刚 张光明 杨大冬 杜 健

孙明浩 徐文忠 刘 巍 方 富

吴新凯 张 利

前 言

为了保证电力满发多供，为用户提供可靠优质的电能，电力职工应提高技术水平，减少人为误操作事故，认真贯彻“安全第一，预防为主”的电力安全生产方针。根据生产一线职工的岗位需要特编《常用电气设备倒闸操作》一书，供广大电业职工学习参考。

本书在编写过程中，突出岗位实用的特点，深入浅出地介绍220kV及以下的电气设备运行中的倒闸操作的岗位应知应会技能知识，重点介绍了各种类型的电气设备倒闸操作操作实例，对于初学者起到“一学就会，拿来就用，立竿见影”的效果。

本书编者是从事多年电力生产运行的第一线专家，有着丰富的实践运行经验，本书内容系统全面，严格按照国家现行标准、规程、规范要求编写。全书简明扼要，通俗易懂，可操作性强，便于自学，对于提高电气运行职工岗位业务技术水平和开展反误操作事故，确保人身和电气设备安全，提高供电可靠性方面将起到一定的作用。读者拥有这本书对本职工作将有很大的帮助和提高。

由于编者水平有限，书中如有不妥之处，恳请读者给予指正。

编 者

2006年4月

目 录

前 言

■	第一章 电气设备倒闸操作要求	1
	第一节 电气设备倒闸操作任务及原则	1
	第二节 电气设备倒闸操作人员及现场条件	4
	第三节 电气设备倒闸操作的基本要求	8
	第四节 电气设备倒闸操作的步骤	18
	第五节 电气设备倒闸操作票的填写	25
	第六节 验电及装设接地线的操作	30
	第七节 电气设备倒闸操作时对设备的要求	39
	第八节 防止电气设备误操作措施	42
■	第二章 发电厂、变电所开关设备的倒闸操作	53
	第一节 对断路器的要求	53
	第二节 断路器的操作	57
	第三节 隔离开关的操作	64
	第四节 开关设备倒闸操作实例	76
	第五节 小车开关倒闸操作实例	92
	第六节 集控站遥控操作实例	99
■	第三章 电力送电线路倒闸操作	102
	第一节 对电力架空线路的基本要求	102
	第二节 电力架空线路倒闸操作的要求	108

第三节	旁路断路器带线路的操作	124
第四节	线路故障处理时的倒闸操作	129
第五节	电力馈电线路联络线路倒闸操作实例	135
第六节	旁路断路器带线路倒闸操作实例	144
第七节	内外桥接线方式的线路停送电倒闸操作实例	156

第四章 发电厂、变电所主变压器倒闸操作

第一节	对变压器的要求	162
第二节	变压器的投退操作准备工作及原则	164
第三节	变压器的倒闸操作	171
第四节	变压器调压操作	176
第五节	变压器并列操作	183
第六节	两级电压变压器倒闸操作实例	190
第七节	三级电压变压器倒闸操作实例	196
第八节	旁路断路器带主变压器倒闸操作实例	205
第九节	内外桥接线方式主变压器停送电倒闸操作实例	213

第五章 发电厂、变电所母线倒闸操作

第一节	对母线的要求	220
第二节	母线倒闸操作原则	223
第三节	用隔离开关倒母线的操作	228
第四节	用断路器倒母线的操作	232
第五节	母线倒闸时保护的操作	236
第六节	母线故障处理的操作	240
第七节	母线倒闸操作实例	249
第八节	小车开关倒母线操作实例	264

第六章 互感器、消弧线圈、电容器的倒闸操作

第一节	互感器的倒闸操作	273
-----	----------------	-----

第二节	电压互感器倒闸操作实例	280
第三节	消弧线圈的倒闸操作	285
第四节	并联电容器的倒闸操作	294
第五节	电容器组倒闸操作实例	300

第七章 电机的倒闸操作

第一节	对电机的要求	305
第二节	电动机倒闸操作要求	310
第三节	异步电动机的操作	320
第四节	小型发电机组并列操作	328
第五节	发电机的倒闸操作	330

第八章 继电保护及直流设备的倒闸操作

第一节	对继电保护装置的基本要求	348
第二节	继电保护及自动装置的倒闸操作	351
第三节	继电保护及自动装置投停的操作实例	356
第四节	直流设备的倒闸操作	358
第五节	直流设备的故障处理操作	363

第九章 10kV 及以下配电网设备的倒闸操作

第一节	配电变压器的要求及倒闸操作	367
第二节	负荷开关的要求及操作	370
第三节	跌落式熔断器的要求及操作	375
第四节	配电网设备倒闸操作实例	384
第五节	电力负荷控制中心操作	386

第十章 电气设备试验操作

第一节	电气设备试验操作要求	390
第二节	万用表、钳形表的使用操作	392

第三节	电气设备绝缘测试操作	395
第四节	断路器导电回路电阻测试操作	410
第五节	接地电阻和土壤电阻率的测量操作	411
第六节	电网的相序、相位检测及核定操作	415
第七节	变压器的核相操作	422
第八节	互感器的极性测定操作	437
第九节	变压器的试验操作	440
第十节	三相笼型异步电动机定子绕组首、尾测定操作	452
第十一节	变压器取油补油操作	454

第十一章 新建变电所送电试运行方案及倒闸操作

第一节	新建变电所试送电倒闸操作条件及程序	456
第二节	新投入电气设备的继电保护装置检验及核相	460
第三节	新开关投入运行前验收试操作	463
第四节	新建 110kV 关化线、驻化线及蓝天化工 110kV 变电所试运行方案	473
第五节	蓝天化工 110kV 变电所试运行倒闸 典型操作票	482

第一章

电气设备倒闸操作要求

第一节 电气设备倒闸操作任务及原则

电气设备运行中，在检修、调整、试验、消除缺陷，以及改变一次回路的运行接线或新设备投入等工作，需要运行人员进行运行方式的变换而投入、断开、倒换电气设备的一系列操作，称为倒闸操作。这是一项重要而复杂的工作，关系到电力系统的设备、供电和人身的安全。要特别防止误断合开关、带负荷拉合隔离开关、带电挂接地线（包括接地开关）、带地线合闸和误入带电间隔等恶性事故（合称“五防”），以及非同期合闸和错停负荷等。除了上述一次回路的操作外，还有许多单独进行的二次回路设备的操作，如改变继电保护的运行方式及其定值等。

一、电气设备运行状态及检修情况

电气设备的运行有四种状态，即：

- (1) 运行：是指相关一、二次回路全部接通带电。
- (2) 热备用（也称备用）：是指断路器断开、隔离开关合上。
- (3) 冷备用（也称停用）：是指断路器和隔离开关均断开，但回路中互感器、避雷器等均接通，如需其断开，应指明将它们也改为冷备用。
- (4) 检修：是指回路中各设备断开，已装接地线，装设遮栏，悬挂标示牌。

变电所设备检修有以下几种情况：

(1) 断路器检修：是指断路器及直流操作回路熔断器和两侧隔离开关断开，断路器两侧接地。

(2) 线路检修：是指断路器和线路侧隔离开关均断开，且线路侧接地。

(3) 断路器和线路检修：是指断路器与线路同时检修，应将断路器两侧和线路侧接地。

(4) 变压器检修或断路器和变压器均检修等。

二、电气设备倒闸操作任务

(1) 设备的四种运行状态的互换，例如设备停送电、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) 继电保护和自动装置的投入、退出和改变定值。

(4) 接地线的装设和拆除、接地开关的拉合。

(5) 事故或异常处理。

(6) 其他操作，如冷却器启停、蓄电池充放电等。

三、电气设备倒闸操作的原则

倒闸操作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。如断开或合上某些断路器和隔离开关，断开或合上某些直流操作回路，切除或投入某些继电保护装置和自动装置或改变其整定值、拆除或装设临时地线及检查设备的绝缘等。

倒闸操作是电气运行值班人员的一项重要工作。它关系着电气设备及电力系统的安全运行，也关系着在电气设备上的工作人员及操作人员本身的安全。误操作可能造成全变电所停电，甚至扩大到整个电力系统，使系统瓦解。而且，倒闸操作是一项比较复杂的工作，既有一次回路的操作，也有二次回路的操作，操作项目繁多，多达几十乃至百余项，稍有疏忽，就会造成事故。因

此，运行人员一定要树立“安全第一”的思想，严肃认真地进行倒闸操作。

(一) 常见电气设备倒闸操作类型

1. 变电所内的倒闸操作

- (1) 本所设备停电修、试。
- (2) 线路（或用户）停电修、试。
- (3) 相邻变电所的设备停电修、试。
- (4) 调整负荷（如限电拉闸等）。
- (5) 为经济运行或可靠运行而进行运行方式的调整。
- (6) 事故或异常的处理。
- (7) 新设备投入系统运行。

2. 配电网设备倒闸操作

- (1) 配电变压器停送。
- (2) 网络并解环。
- (3) 分支线路停、送。
- (4) 箱式变压器停、送。
- (5) 电缆高压分接箱停、送。

(二) 电气设备倒闸操作的基本要求

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

电气值班人员（包括调度员或变电所值班人员）在倒闸操作中，应严格遵循上述要求，正确地实现电气设备运行状态或运行方式的转变，保证系统安全、稳定、经济地连续运行。

(三) 进行电气设备倒闸操作时注意事项

(1) 同有关方面的联系。电力系统是一个整体，局部的改变必然要影响整个电厂（变电所）或系统。因而任何倒闸操作必须按照领导人员（系统值班调度员、发电厂值长等）的命令或得到同意后才能进行。属于调度管辖电气设备，由调度发令给值班值

长，由值长进一步布置操作；不属于调度管辖设备，由现场领导人（值长、班长）发令给值班人员操作。

(2) 紧急情况下的处理。在紧急情况下，如火灾、人身设备事故、自然灾害等，或者情况紧急而又与上级失去通信联系时，值班人员可以不经上级批准，先行操作，事后向上级汇报经过情况。

(3) 一切倒闸操作不得在交接班时进行，因为此时最易出现问题。倒闸操作最好在最小负荷时进行，除非在急需和事故情况下，不宜在最大负荷时进行，因为此时如出现事故对电网及用户的影响最大。

(4) 操作负责人必须是当值人员，在特殊情况下，可由非当值人员在详细了解情况后，在当值值长领导下担任。

(四) 电气设备倒闸操作的原则

(1) 操作隔离开关时，断路器必须先断开。

(2) 设备送电前必须将有关继电保护加用，没有继电保护或不能自动跳闸的断路器不准送电。

(3) 高压断路器不允许带电压手动合闸，运行中的小车开关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。

第二节 电气设备倒闸操作人员及现场条件

一、对电气设备操作人员的要求

(一) 明确操作职责

只有值班长或正值才能够接受调度命令和担任倒闸操作中的监护人；副值无权接受调度命令，只能担任倒闸操作中的操作人；实习人员一般不介入操作中的实质性工作。操作中由正值监护、副值操作；实习人员担任操作时，应有两人监护，严禁单人

操作。

操作人不能依赖监护人，应对操作内容充分明了，核实操作项目。

倒闸操作时，不进行交接班，不做与操作无关的事。

如遇事故发生，应沉着冷静，分析判断清楚，正确地处理事故。

(二) 电气设备运行值班人员应具备的基本知识

要正确地进行电气设备倒闸操作，电气运行值班人员必须具备下列基本知识：

(1) 必须熟悉本所的一次设备，如本所的一次接线方式，一次设备配备情况，一次设备的作用、结构、原理、性能、特点、操作方法、使用注意事项以及设备的位置、名称、编号等。

(2) 必须熟悉本所的二次设备，如本所的继电保护及自动装置的配备情况，各装置的作用、原理、特点、操作方法及使用注意事项等。

(3) 必须熟悉本所正常的运行方式及非正常运行方式，了解系统的有关运行方式。

(4) 必须熟悉有关规程和有关规定，如安全规程、现场运行维护规程、调度规程、倒闸操作制度等。

(三) 熟悉调度知识

各级调度部门是各级电网运行的统一指挥中心，调度员和值班员在运行值班时，是上下级命令和被命令的关系，凡属相应调度部门所管辖的一、二次设备的启停，均应按调度命令执行，遇有怀疑，可提出质疑，如确属危及人身、设备安全，可拒绝执行。相互联系操作时，应报清所名，互通姓名、内容和时间，并使用调度术语和设备的调度编号命名。

电气设备的调度编号与命名，统一由各级调度部门确定，现场不许自行改动。编号命名的方法，各地虽有一定差异，但有一定规律，使其简洁明确，便于记忆。

为使值班员与调度员联系工作明确、简要、省时、避免错

误，应使用《电网调度规范用语》（DL/T 961—2005），它是对设备名称、设备运行状态，以及联系工作内容的某种含义所定义的一种技术语言，包括设备名称、调度术语、操作命令术语三大部分。“回复命令”是指值班员在执行完调度员发布给他的调度命令后，向值班调度员报告已执行完调度命令的步骤、内容和时间。综合命令如“命令将××kV×号母线 TV 由运行转检修”，指的是，切换倒出该电压互感器负荷，拉开 TV 隔离开关，TV 一二次均有明显断开点，在电压互感器上接地（或合上接地开关）。

（四）充分了解当时的运行方式

应充分了解当时的运行方式，如一次回路的运行接线、电源和负荷的分布、继电保护和自动装置的投运情况，并与调度核对无误。

（五）细致核查操作的设备

操作人不能凭记忆操作，应仔细核对设备的编号、名称，无误后方可进行操作。

现场一、二次设备应有醒目的标示，如命名、编号、铭牌、转动方向、切换位置指示、相别颜色、一次系统模拟图板、二次保护配置图等。

（六）严格执行调度操作命令

应有明确的调度命令、合格的操作票或经有关领导准许的操作才能执行操作。

（七）使用合格的安全用具

验电笔、绝缘棒、绝缘靴、绝缘手套等的试验日期和外观检查应合格；操作中使用的仪表如钳形电流表、万用表、兆欧表等应保证其正确性和安全性。

用绝缘棒拉合隔离开关或经传动机构拉合隔离开关时，均应戴绝缘手套；雨天操作室外高压设备时，绝缘棒应有防雨罩，还应穿绝缘靴，当发现变电所的接地电阻不符合要求时，晴天操作应穿绝缘靴。

110kV 及以上无专用验电器时，可用绝缘杆试验带电体有无声音来判断。

(八) 严格执行检修转运行前的倒闸操作规定

检修转运行倒闸操作前，必须收回并检查有关工作票，拆除安全措施，如拉开接地开关，拆除接地线及标示牌等；设备的调整试验数据应合格，并有工作负责人在有关记录簿上写入“可以投入运行”的结论；检查被操作设备是否处于正常位置。

二、倒闸操作现场必须具备的条件

(1) 电气设备必须标明编号和名称，字迹清楚、醒目，不得重复，设备有传动方向指示、切换指示，以及区别相位的漆色，接地开关垂直连杆应漆黑色或黑白相间色。

(2) 设备应具有防误要求，如不具有，须经上级部门批准。

(3) 各控制盘前后、保护盘前后、端子箱、电源箱等均应标明设备的编号、名称，一块控制盘或保护盘有两个及以上回路时要划出明显的红白分界线。运行中的控制盘、保护盘盘后应有红白遮栏。

(4) 所内要有和实际电路相符的电气一次系统模拟图和继电保护图。

(5) 变电所要备有合格的操作票，还必须根据设备具体情况制订有现场运行规程、操作注意事项和典型操作票。

(6) 要有合格的操作工具和安全用具（如验电器、验电棒、绝缘棒、绝缘手套、绝缘靴、绝缘垫等），接地线及存放架（钩）上均应编号并对号入座。

(7) 要有统一的、确切的调度术语、操作术语。

(8) 值班人员必须经过安全教育、技术培训，熟悉业务和有关规程制度，经上岗考试合格，方可上岗担任副值、正值或值班长，接受调度命令进行倒闸操作或监护工作。

(9) 值班人员如调到其他所值班时也必须按第（8）条规定执行。

(10) 新进值班人员必须经过安全教育技术培训 3 个月、培

训后由所长、培训员考试合格经工区批准才可担任实习副值，但必须在双监护下才能进行操作。

(11) 值班人员在离开值班岗位 1~3 个月的要重新回到原岗位时，必须复习规程制度并经所长和培训员考问合格后方可上岗工作。离开值班岗位 3 个月以上者，须经上岗考核合格方能上岗。

第三节 电气设备倒闸操作的基本要求

电气设备倒闸操作是电气值班人员及电工日常最重要的工作之一。只有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，才能保证正确进行倒闸操作。

一、电工在倒闸操作中的责任

严格遵守规程制度，认真执行操作监护制度，正确实现电气设备状态的改变和转换；发电厂、变电所和电网安全、稳定、经济地连续运行；保证用户的用电安全不受影响。这就是电力系统各级调度、电气值班人员及电工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，以减少对电网和用户用电的影响。

二、倒闸操作前应考虑的事项

(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。