

变电运行技能培训教材

(110kV 变电所)

江苏省电力工业局 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为变电运行技能培训教材之一，是根据部颁《变电运行岗位规范》和《电力工人技术等级标准》的要求，结合电力生产的在岗培训、上岗培训和转岗培训的实际需要，在制订技能培训大纲的基础上编写的，突出技能，只讲110kV的变电倒闸操作、巡视检查、异常分析及事故处理。其具体内容有：变电所的倒闸操作票、工作票，电气设备（如变压器、高压断路器、互感器、消弧线圈、隔离开关、电缆、电容器、防雷设备、母线、直流系统、二次回路等）的异常运行分析及事故处理，变电所有关制度和常规运行管理工作，设备管理、安全生产和文明生产等。还附有调度术语和操作术语表、新旧电气图形符号与文字符号对照表以及复习思考题。

本书适用于初、中、高不同技术等级的110kV变电运行工人、技师、技术人员和管理人员等的岗位技能培训教材或参考资料，也可作为大中专及技工学校的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

变电运行技能培训教材：110kV变电所/江苏省电力工业局编. -北京：中国电力出版社，1995. (1997重印)

ISBN 7-80125-013-3

I. 变... I. 江... III: 变电所, 110kV-技术培训-教材
IV. TM631

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 07961 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 邮政编码100044)

北京市京东印刷厂印刷

各地新华书店经售

1995年8月第一版 1997年7月北京第三次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 12.5印张 292千字
印数 19141—22690册 定价 16.00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)

前 言

大力开展职工岗位培训，提高职工本岗位的工作能力和生产技能，是职工教育的重点，也是提高劳动生产率和工作效率的重要手段。为了适应电力生产安全经济运行的需要，提高变电运行人员的技术素质和管理水平，江苏省电力工业局在多年来变电运行岗位培训实践的基础上，根据部颁《变电运行岗位规范》、《电力工人技术等级标准》和有关规程制度的要求，组织全省有关供电局的工程技术人员编写了本套变电运行技能培训教材。

《变电运行技能培训教材》分 35kV 变电所、110kV 变电所和 220kV 变电所三册，分别由淮阴供电局、南通供电局和苏州供电局组织编写。曾几易其稿，并经生产第一线有关人员多次会审和修改定稿。本套教材既结合江苏电力系统的实际，又考虑能满足全国各地的通用要求，符合部颁有关规程制度的规定，电气图形符号和文字符号符合国家新标准。本教材的最大特点是突出了运行技能训练和运行管理的内容，深受变电运行第一线值班人员的欢迎。这套教材实用性强，通俗易懂，覆盖面广，是变电运行人员的技能培训和考核的教材，适宜于自学，既可作现场工程技术人员的参考书，也可作为技工、中专学校的教学参考书。由于变电所的具体情况不尽相同，在使用本教材时可酌情增补或删减，使之更切合于相应系统的实际。

《变电运行技能培训教材（110kV 变电所）》由南通供电局张士成同志主编，各章节由严春余、黄瑞彬、顾大忠、张士成等同志编写。为符合变压器新运行规程的要求，请无锡供电局尤爱珍同志专门编写了第三章“变压器的运行及故障处理”。本教材由南通供电局局长、高级工程师朱德林同志和江苏省电力工业局高级工程师杨盘兴同志主审。

本教材在编写过程中，虽经反复会审、修改，但是，由于编者水平有限，加之编写时间仓促，不足之处在所难免，希望各单位、各读者在使用中及时提出宝贵意见，以便再版时修订和完善。本教材在编写过程中得到扬州、无锡、镇江供电局等单位及有关部门和参加会审的刘锦春、冯文秀、郜成鹤、王震邦、叶蓓蔚、杨福成、肖宜植、焦瑾、唐世发、叶金祥、马法华、刘玉璋、张忠国、金凤麟、张礼耐、王文渊等同志的大力协助，在此一并表示谢意。

江苏省电力工业局

1995 年 6 月

目 录

第一章 变电所的两票	1
第一节 变电所的倒闸操作票.....	1
第二节 变电所的工作票.....	18
复习思考题.....	30
第二章 电气设备巡视检查及故障处理	31
第一节 电气设备的巡视检查.....	31
第二节 电气设备事故处理.....	33
复习思考题.....	35
第三章 电力变压器的运行及故障处理	36
第一节 概述.....	36
第二节 变压器的运行方式.....	38
第三节 变压器的巡视检查.....	42
第四节 变压器运行与维护.....	45
第五节 变压器的异常运行与分析.....	47
第六节 变压器的故障处理.....	51
复习思考题.....	57
第四章 高压断路器运行及故障处理	58
第一节 高压断路器的巡视检查.....	58
第二节 高压断路器的正常运行.....	60
第三节 高压断路器的异常运行及分析.....	62
第四节 高压断路器的事故处理.....	68
复习思考题.....	72
第五章 电气设备运行及故障处理	73
第一节 互感器运行及故障处理.....	73
第二节 消弧线圈运行及故障处理.....	77
第三节 隔离开关运行及故障处理.....	80
第四节 电力电缆运行及故障处理.....	83
第五节 电力电容器运行及故障处理.....	85
第六节 母线、线路运行与故障处理.....	88
第七节 避雷装置的运行及故障处理.....	97
第八节 变电所用交直流系统运行及故障处理.....	99

第九节	二次回路的运行及故障处理	107
	复习思考题	113
第六章	继电保护及自动装置的运行及故障处理	115
第一节	主变压器瓦斯与差动保护装置	115
第二节	母差保护装置	117
第三节	距离保护装置	119
第四节	晶体管零序电流方向 D 型保护 JL—11D 的保护装置	120
第五节	晶体管零序距离线路保护装置的故障分析处理	120
第七章	变电所运行管理	127
第一节	变电所的有关制度和常规工作	127
第二节	变电所的设备管理	134
第三节	变电所电气设备验收要点	135
第四节	变电所的记录及报表管理	143
第五节	变电所的安全管理	151
	复习思考题	158
附录一	调度术语和操作术语表	159
附录二	《电气设备预防性试验规程》的有关部分	167
附录三	常用电气设备新旧图形符号对照表	179
附录四	电气设备常用文字符号	186

第一章 变电所的两票

第一节 变电所的倒闸操作票

一、倒闸操作的概念

电气设备有多种不同的运行状态,要将电气设备由一种运行状态转变到另一种运行状态,就需要进行一系列的倒闸操作。所谓改变运行状态,就是拉开或合上某些断路器和隔离开关,包括断开或投入相应的直流回路;改变继电保护和自动装置的定值或运行状态;拆除或安装临时接地线等。倒闸操作主要是指为适应电力系统运行方式改变的需要,而必须进行的拉、合断路器、隔离开关、高压熔断器等(以下简称为一次设备)的操作。为适应一次设备运行状态的改变,继电保护及自动装置(以下简称二次设备)运行状态亦应作相应的改变,如继电保护装置的投入或退出、保护定值的调整等。为了保证上述操作正确无误地进行,要求在操作过程中进行必要的检查。

二、电气设备运行

运行中的电气设备,系指全部带有电压或一部分带有电压以及一经操作即带有电压的电气设备。所谓一经操作即带有电压的电气设备,是指现场停用或备用的电气设备,它们的电气连接部分和带电部分之间只用断路器或隔离开关断开,并无拆除部分,一经合闸即带有电压。因此运行中的电气设备具体指的是现场运行、备用和停用的设备。如电气设备某一部分已从电气连接部分拆下,并已拆离原来的安装位置而远离带电部分,则不属于运行中的电气设备。现场中全部带有电压的设备即处于运行状态,而其中一部分带有电压或一经操作才带有电压的设备是处在备用状态或停用状态以及检修状态。

电气设备有运行状态、热备用状态、冷备用状态和检修状态。

1. 运行状态

电气设备的运行状态,是指断路器及隔离开关都在合闸位置,将电源至受电端间的电路接通(包括辅助设备如仪表、变压器、避雷器等)。

2. 热备用状态

电气设备的热备用状态,是指断路器在断开位置,而隔离开关仍在合闸位置,其特点是断路器一经操作即接通电源。

3. 冷备用状态

电气设备的冷备用状态,是指设备的断路器及隔离开关均在断开位置。其显著特点是该设备(如断路器)与其它带电部分之间有明显的断开点。设备冷备用根据工作性质分为断路器冷备用与线路冷备用等。现分别叙述如下:

(1)“断路器冷备用”时,接在断路器上的电压互感器及所用变压器的高低电压熔断器应取下,高压侧隔离开关应拉开,如高压侧无法断开,则拉开低压侧隔离开关。线路上的电压互感器、所用变压器、高压隔离开关不拉开和低压熔断器不取下。

(2)“线路冷备用”时,接在线路上的电压互感器、所用变压器高低电压熔断器一律取下,

高压侧隔离开关应拉开，如高压侧无法断开，则应断开低压侧。

(3) “电压互感器与避雷器”的冷备用，当其与高压隔离开关及低压熔断器隔离后，即处于冷备用状态，无高压隔离开关的电压互感器当低压侧熔断器取下后即可处于冷备用状态。

(4) 母线从运行或检修转为冷备用应包括母线电压互感器转为冷备用。

4. 检修状态

电气设备的检修状态，是指设备的断路器和隔离开关均已断开，检修设备（如断路器）两侧装设了保护接地线（或合上了接地隔离开关），并悬挂了工作标示牌，安装了临时遮栏，该设备即作为处于检修状态。装设临时遮栏的目的是将工作场所与带电设备区域相隔离，限制工作人员的活动范围，以防在工作中因疏忽而误碰高压带电部分。

检修应根据工作性质分为断路器检修和线路检修等。

(1) 断路器检修是指设备的断路器与其两侧隔离开关均拉开，断路器的操作熔断器及合闸电源熔断器已取下，在断路器两侧装设了保护接地线或合上接地隔离开关，并做好安全措施。检修的断路器若与两侧隔离开关之间接有仪表变压器（或变压器），则该仪表变压器的隔离开关拉开或取下高低压熔丝，高压侧无法断开时则取下低压熔丝，如有母差保护、母差电流互感器回路应拆开并短路接地（二次回路应作相应的调整）。

(2) “线路检修”是指线路断路器及其两侧隔离开关拉开，并在线路出线端挂好接地线（或合上线路接地隔离开关）。如有线路仪表变压器（或变压器），应将其隔离开关拉开或取下高低压熔断器。

(3) 主变压器检修亦可分为断路器或主变压器检修。挂接地线或合上接地隔离开关的地点应分别在断路器两侧或变压器各侧。

(4) 母线检修状态是指该母线从冷备用转为检修，即在冷备用母线上挂好接地线（合上母线接地隔离开关）。

1) 母线由检修转为冷备用，是指拆除该母线的接地线（或拉开母线接地隔离开关），应包括母线电压互感器转为冷备用。

2) 母线从冷备用转为运行，是指有任一路电源断路器处于热备用状态，一经合闸，该母线即可带电，包括母线电压互感器转为运行状态。

凡不符合上述状态的操作，调度员在发布操作命令时必须明确提出要求，以便正确执行倒闸操作。

三、倒闸操作的基本规律见表 1-1

四、倒闸操作的要求、要领和注意事项

(一) 倒闸操作的要求

1. 对变电运行操作人员的要求

(1) 值班人员必须经过安全教育、技术培训，熟悉业务和有关规章、规程规范制度，经老师傅评议、考试合格、工区领导批准、公布值班资格（正、副值）名单后方可承担本所的一般操作和复杂操作，接受调度命令，进行实际操作或监护工作。每年工区对值班员要进行一次考试，不符合值班资格者要降职使用。

(2) 值班人员如调到其他所工作时也必须履行考试及批准手续。

(3) 新进值班人员必须经过安全教育、技术培训，由所长考试合格，可担任实习值班员，如要进行操作，必须在监护人、操作人双重监护下才能进行操作。

表 1-1

倒闸操作的基本规律

设备倒闸前状态	设备倒闸后状态			
	运 行	热 备 用	冷 备 用	检 修
运 行		<ol style="list-style-type: none"> 1. 拉开必须切断的断路器 2. 检查所切断的断路器是否处在断开位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拉开必须切断的断路器 2. 检查所切断的断路器是否处在断开位置 3. 拉开必须断开的全部隔离开关 4. 检查所拉开的隔离开关是否处在断开位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拉开必须切断的断路器 2. 检查所切断的断路器处在断开位置 3. 拉开必须断开的全部隔离开关 4. 检查所拉开的隔离开关处在断开位置 5. 挂上保护用临时接地线或合上接地隔离开关 6. 检查合上的接地隔离开关处在接通位置
热 备 用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 合上必须合上的断路器 2. 检查所合上的断路器处在接通位置 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查所拉开的断路器处在断开位置 2. 拉开必须断开的全部隔离开关 3. 检查所拉开的隔离开关处在断开位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查所拉开的断路器处在断开位置 2. 拉开必须断开的全部隔离开关 3. 检查所拉开的隔离开关处在断开位置 4. 挂上保护用临时接地线或合上接地隔离开关 5. 检查所合上的接地隔离开关处在接通位置
冷 备 用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查全部接线 2. 检查断路器处在断开位置 3. 合上必须合上的全部隔离开关 4. 检查所合上的隔离开关在接通位置, 合上必须合上的断路器 5. 检查所合上的断路器处在接通位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查全部接线 2. 检查所断开的断路器处在拉开位置 3. 合上必须合上的全部隔离开关 4. 检查所合上的隔离开关在接通位置 		<ol style="list-style-type: none"> 1. 检查所断开的断路器处在断开位置 2. 检查必须断开的全部隔离开关处在断开位置 3. 挂上保护用临时接地线或合上接地隔离开关。 4. 检查所合上的接地隔离开关处在接通位置
检 修	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拆除全部保护用临时接地线或拉开接地隔离开关 2. 检查所拉开的接地隔离开关在断开位置 3. 检查断路器处在断开位置 4. 合上必须合上的全部隔离开关 5. 检查所合上的隔离开关在接通位置 6. 合上必须合上的断路器 7. 检查所合上的断路器处在接通位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拆除全部保护用临时接地线或拉开接地隔离开关 2. 检查所拉开的接地隔离开关在断开位置 3. 检查所断开的断路器处在断开位置 4. 合上必须合上的全部隔离开关 5. 检查所合上的隔离开关在接通位置 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 拆除全部保护用临时接地线或拉开接地隔离开关 2. 检查所拉开的接地隔离开关在断开位置 3. 检查所断开的断路器处在断开位置 4. 检查所拉开的隔离开关在断开位置 	

注 设备转入“检修状态”时挂上标示牌、装设临时遮栏、断开操作能源及退出二次压板等安全措施虽未列在表内,但仍须按照电业安全工作规程及现场规程的规定执行,拆除时间。

(4) 值班人员若因故离岗一个月后，必须复习规章、规程规范制度，经所长考试、考问合格后，方可担任原来的工作。

(5) 倒闸操作时，不能单凭记忆，而应在仔细地检查了应操作设备的名称编号后，才能进行操作。

(6) 倒闸操作时，不要仅依赖监护，而应对操作内容做到心中有数，否则，操作中会出问题。

(7) 在进行操作期间，不要做与操作无关的交谈或工作。

(8) 处理事故时，不要惊慌失措，否则，会扩大事故或发生人身伤亡事故。

(9) 装设接地线之前，必须认真检查该设备是否确已无电。在验明设备确无电压后，应立即装设接地线（或合上接地隔离开关）。

2. 对电气设备的要求

(1) 现场一次、二次设备要有明显的标志，包括名称、编号、铭牌、转动方向、切换位置指示及区别电气相别的颜色。

(2) 要有合格的工具、安全用具和设施（包括放置接地线的专用装置）等。

3. 对管理方面的要求

(1) 要有与现场设备标志和运行方式相符合的一次系统模拟图、二次回路的原理图和展开图。

(2) 除事故处理外，操作时应有确切的调度命令和合格的操作票。

(3) 要求使用统一的、确切的操作术语。

(二) 倒闸操作的技术要领

为防止误操作事故，《电业安全工作规程》作了具体规定：停电拉闸操作必须按照断路器、负荷侧隔离开关、母线侧隔离开关顺序依次操作，送电合闸顺序与此相反。严防带负荷拉隔离开关，这是倒闸操作最重要的基本原则。

实际上整个倒闸操作的技术原则也是围绕着“不能带负荷拉隔离开关”及保证人身设备安全、缩小事故范围而制定的。在了解倒闸操作的基本规律与技术原则的基础上，应掌握好电气设备的操作技术要领。

1. 隔离开关操作技术要领

(1) 在手动合隔离开关时必须迅速果断，以求操作正确性为主，但在合到底时不能用力过猛，以防合过头及损坏支持绝缘子。在合隔离开关时如发生弧光或误合时，则应将隔离开关迅速合上。隔离开关一经合上，不得再行拉开，因为带负荷拉开隔离开关会使弧光扩大，使设备损坏更加严重，这时只能用断路器切断该回路后，才允许将误合的隔离开关拉开。旁路母联隔离开关的操作只在旁路断路器断开的情况下进行。

(2) 隔离开关经操作后，必须检查其开、合的位置；合时查三相刀片接触良好，拉开时三相断开角度符合要求。因为有时由于操动机构发生故障或调整得不当，可能出现操作后未全拉开和未全合上的不一致现象。

2. 断路器操作技术要领

(1) 一般情况下，凡电动合闸的断路器，不应手动合闸。

(2) 遥控操作断路器时，扳动控制开关不要用力过猛，以防损坏控制开关，也不要返回太快，以防时间短断路器来不及合闸。

(3) 断路器操作后，应检查与其有关的信号及测量仪表的指示，从而判别断路器动作的正确性。但不能只从信号灯及测量仪表的指示来判断断路器实际的分、合闸位置。

1) 断路器合闸前，应确认继电保护已按规定投入；

2) 断路器合闸后应检查：①红灯亮，机械指示应在合闸位置；②此回路的电流表、功率表及计量表是否启动，如不启动应查明原因；③电动合闸后，立即检查直流盘或硅整流合闸电流表指示是否回到零位，若电流表有指示，说明合闸线圈有电，应立即拉开直流盘上合闸电源闸刀（有环路的应拉开两把隔离开关）然后检查断路器操作箱的合闸接触器是否卡塞，并迅速恢复合闸电源；④弹簧操作机构，在合闸后应检查弹簧是否压紧；⑤断路器进行并网操作中，若因机构造成一相断路器合上（其它两相断路器仍断开），应立即拉开合上的一相断路器，而不准合上未合上断路器的其他两相。

3) 断路器分闸后的检查：①绿灯亮，机构指示应在分闸位置；②计量表应停走，电流表、功率表指针回到零位。

4) 当断路器切断故障电流次数达到现场规程规定时，应停用其重合闸；断路器因有缺陷而不能跳闸时，应改为非自动；若断路器有明显故障，应尽快停用。

(4) 设备停电操作前，终端线路应先检查负荷是否到零。并列运行的线路在一条线路停电前应考虑有关定值的调整，并注意在一条线路断开后另一条线是否过负荷，如有疑问，应向调度员问清后再行操作。

(5) 设备停役时应先拉断路器再拉隔离开关。

(6) 设备复役应先合隔离开关再合断路器。断路器合闸前继电保护必须已按规定投入。有重合闸的线路，应检查重合闸装置是否良好。

(7) 如设有母差保护时，母差应改为非固定连接方式或单母线方式。

(8) 操作主变压器断路器时，停役操作应先拉开负荷侧断路器，后拉电源侧断路器。复役时操作顺序相反。三绕组变压器：送电时先送高压侧、次送中压侧、后送低压侧，停电操作顺序相反。

(9) 断路器检修前必须拉开操作熔断器和合闸熔断器，并拉开弹簧储能电源开关或熔断器。

3. 母线操作

(1) 在双母线运行中，倒母线操作时先合母联断路器（系统已合环或允许合环时）并改为非自动，然后再操作隔离开关。操作时应先合后拉，注意备用母线上的电源及负荷分布应合理。

(2) 热备用设备进行倒母线操作时应先拉后合，防止正、副母线隔离开关合环或解环的误操作事故。

(3) 双母线当一组母线停电时，应防止经另一组母线电压互感器低压侧向停电的母线倒充电，并注意线路所用的电压互感器电源要相应地切换。

(4) 母线恢复供电时，有母差保护的应使用母差充电合闸按钮进行操作充电。

4. 装、拆接地线操作

(1) 装接地线应先接接地端，装设接地线前必须在停电设备上验明确无电压，然后挂上接地线。挂接地线时，应戴绝缘手套。在设备上挂接地线时应先接靠近人身的那一相，然后再接其他两相。拆除接地线时顺序相反。

(2) 验电前必须检查验电器本身是否良好。对电容器、双回路架空线路、电缆线路接地前必须先充分放电后再验电接地。

(3) 接地线应有编号，并存放在固定的地点。存放的位置也应编号以便对号入座。使用时应注明接地设备的名称。

(4) 操作票上应填写接地线编号，在模拟图上亦应有相应的接地线标志和编号。

(5) 拆除接地线后必须放回固定地点、做好记录、更正模拟图板。交接班时必须交待清楚接地线的使用情况。

5. 倒闸操作的有关要求

(1) 倒闸操作前，必须了解系统的运行方式、继电保护及自动装置等情况，并应考虑电源及负荷的合理分布以及系统运行的情况。

(2) 在电气设备复役前必须检查有关工作票、安全措施拆除情况，如：拉开接地隔离开关或拆除接地线及警告牌和临时遮栏，恢复常设遮栏，对必要的设备测量绝缘电阻。在测量绝缘电阻时必须隔离电源、进行放电。此外还应检查断路器、隔离开关均在断开位置。工作票全部收回，办理好工作票终结手续，汇报调度，等待送电。

(3) 倒闸操作前应考虑继电保护及自动装置整定值的调整，以适应新的运行方式的需要，防止因继电保护及自动装置误动或拒动而造成事故。

二次部分调整内容如下：

1) 电压互感器二次负载的切换；

2) 所用变压器电源的切换；

3) 直流电源的切换；

4) 交流电源、电压回路和直流回路的切换；

5) 根据一次接线，调整二次跳闸回路（例如母线上元件倒排，母差保护跳闸回路的调整，继电保护及自动装置改接和连跳断路器的调整等）；

6) 根据一次接线，决定母差保护的运行方式；

7) 断路器停役，二次回路工作需将电流互感器短接退出，以及断路器停役时根据现场规程决定断路器失灵保护停用；

8) 有综合重合闸的线路，其综合重合闸与线路高频、距离、零序保护的连接方式，保护整定单上均有明确说明；

9) 现场规程规定的二次回路需作调整的其它有关内容。

(4) 备用电源自动投入装置、重合闸装置、自动励磁装置必须在所属设备停运前退出运行，在所属主设备送电后投入运行。

(5) 在进行电源切换或电源设备倒母线时，必须先将备用电源投入装置停用，操作结束再行调整。

(6) 在同期并列操作时，应注意防止非同期并列。若同步指针在零值晃动，则不得进行并列操作。

(7) 在倒闸操作过程中应注意分析表计指示。如倒母线时应注意电源分布的功率平衡，并尽量减少母联断路器电流，使其不超过限额，以防止过负荷而跳闸。

(8) 在下列情况下，应将断路器的操作电源切断，即取下直流操作回路熔断器。

1) 检修断路器；

2) 在二次回路及保护装置上工作；

3) 在倒母线操作过程中拉合母线隔离开关，必须先取下母联断路器的操作回路熔断器，以防止在拉合隔离开关时母联断路器跳闸而造成带负荷拉、合隔离开关；

4) 操作隔离开关前应先检查断路器在分闸位置，以防止在操作隔离开关时断路器在合闸位置而造成带负荷拉、合隔离开关。

5) 在继电保护故障情况下，应取下直流操作回路熔断器，以防止因断路器误合、误跳而造成停电事故；

6) 断路器严重缺油、看不到油位或大量漏油，应取下直流操作回路熔断器并及时向调度员汇报，要求用旁路断路器代供，将该断路器切出运行，停电加油。

(9) 操作中应用合格的安全工具，如验电笔，以防止因安全工具不合格，在操作时造成人身和设备事故。

6. 高压熔断器操作技术要领

高压熔断器通常安装在隔离开关附近，采用绝缘杆单相操作高压熔断器的操作和隔离开关一样，不允许带负荷拉、合。如发生误操作产生的电弧会威胁人身及设备的安全。

在误拉开第一相时，大多数情况与断开并联回路或环路差不多，其上仍保持有电压，因此不会发生强烈电弧，而在带负荷断开第二个相时，就会发生强烈电弧，导致相邻各相发生弧光短路。所以要根据和第一相断开时的弧光情况的比较，慎重地判断是否误操作，然后再决定是操作还是停止操作。

为防止发生事故，水平和三角形排列的高压熔断器操作顺序为：先中间，后两边；有风时，先中间，再下风，后上风。

7. 倒闸操作的注意事项

倒闸操作是将电气设备从一种状态转变到另一种状态的过程。新的状态出现后，势必将会出现负荷的重新分配和潮流方向的重新调整，因此倒闸操作前必须了解系统的运行是否合理，继电保护及自动装置是否与一次运行方式相适应，继电保护定值是否要调整等。在倒闸操作中，应注意监视表计，分析其指示是否正常，同时还需注意下列几点：

(1) 倒闸操作必须由两人进行，其中对设备较为熟悉者作监护人（单人值班的变电所，倒闸操作由一人执行）。特别重要和复杂的倒闸操作由熟练的值班员操作，值班负责人监护，操作中执行监护制度，可及时纠正操作人在操作中可能出现的错误操作。同时当在操作中万一发生意外时，监护人可及时对其进行救护。

(2) 用绝缘棒拉、合隔离开关或经传动机构拉、合隔离开关和断路器，均应戴绝缘手套，雨天操作绝缘棒应加装防雨罩，还应穿绝缘靴，雷电时，禁止进行倒闸操作。遇有特殊情况必须操作时，经单位领导（总工程师）批准，对能进行远方操作的断路器和隔离开关，可进行停、送电的操作。

(3) 装有闭锁装置（电气闭锁或机械闭锁）的隔离开关，应按闭锁装置要求进行操作，不得擅自解除闭锁。

五、操作票的用途和使用范围

1. 操作票的用途

要完成一个操作任务一般都需要进行十几项以至几十项的操作，对这种复杂的操作，仅靠记忆是办不到也是不允许的。血的教训告诫人们：填写操作票是进行各项倒闸操作必不可

少的一个重要环节，是进行具体操作的依据，它把经过深思熟虑制订的操作项目记录下来，从而根据操作票面上填写的内容依次进行有条不紊的操作。因此填写操作票、执行操作票制度是防止误操作的主要组织措施之一。

2. 操作票的使用范围

(1) 根据值班调度员或值班长命令，需要将某些电气设备以一种运行状态转变为另一种运行状态，或事故处理等。

(2) 根据工作票上的工作内容的要求，所做安全措施的发闸操作。

所有电气设备的发闸操作均应使用操作票。但在以下特定情况下可不用操作票，操作后必须记入运行日志内及汇报调度。

- 1) 事故处理；
- 2) 拉合断路器的单一操作；
- 3) 拉开接地隔离开关或拆除全厂（所）仅有的一组接地线；
- 4) 同时拉、合几路断路器的限电操作。

六、执行操作票的程序

1. 预发命令和接收任务

正值班员或值班负责人在接受调度员发布的操作任务时应录音，要明确操作目的和意图，然后根据调度员发布的操作任务和程序，向调度员复诵，经双方核对无误，然后填写操作票。

调度员预发操作命令和变电运行人员接收操作命令应包含下述内容：操作票调度编号、预发命令时间、预发命令人姓名、接收人姓名及命令内容。对于有两人及以上值班的变电所，调度员仅下达操作的任务；对单人值班的变电所，调度员将操作任务和完成该项操作任务和顺序一并下达。

2. 操作人查对图板填写操作票

操作人根据操作任务的要求及当时的运行方式、设备运行状态，核对一次系统模拟图，填写操作项目，并考虑系统变动后的运行方式、继电保护的运行及整定值是否配合。一般情况下，操作票应由操作人填写。但对接班后一小时内需进行的操作，操作票可由上一班值班员填写和审核，填写人和审核人在备注栏签名。操作票的填写以交接班时的运行方式为准。

3. 审核操作票

填好的操作票必须由第二人审查与核对。操作人填写好操作票后，先由自己核对，然后交监护人审核，并分别签名，再经值班负责人审核签名。特别重要和复杂的操作还应由值长审核签名。对上一班预填的操作票，即使不在本班执行也需要根据上述的规定进行审票。审票人发现错误应由操作人重新填写，并应在被审的错误操作票上盖“作废”印章，以防发生差错。

4. 考问和预想

监护人和操作人应根据所要进行的发闸操作互相考问，提出应注意的事项，可能会出现的异常情况，并制定出相应的对策或措施，以做到胸中有数，出现异常情况时能从容处理，忙而不乱。

5. 正式接受操作命令

下达操作命令或接受操作命令的双方应互通姓名，并记录在操作票发令人与接令人栏内。当正值班员接到调度员下达的操作命令时必须录音，并由监护人按照已填写好的操作票向发

令人复诵。经双方核对无误后，在操作票上填写发令时间。

6. 模拟预演

一切准备工作就绪后，操作人、监护人应先在变电所一次系统模拟图上按照操作票所列的顺序进行模拟操作，再次对操作票的正确性进行核对预演，经预演，操作票正确无误后，进行倒闸操作。

7. 操作前准备

操作前必须先准备必要的安全用具、工具、钥匙，操作高压设备应戴的绝缘手套，使用前应检查有无破损和漏气，需要装设接地线时应检查接地线是否完好，接线桩头有无松动，核对所取钥匙编号是否与操作票所要操作的电气设备名称编号相符。

雨天操作还应准备好绝缘靴、雨衣。做安全措施时，应准备相应电压等级且合格的验电器、接地线、活动扳手等。如执行二次设备的倒闸操作任务时，必须准备电压表、螺丝刀、短接线等。

8. 核对设备并唱票、复诵

为防止操作时走错间隔、站错位置，或拉错断路器操作把手等，要求监护人和操作人准确走位，操作人在前，监护人在后，操作人按操作项目有顺序地走到应操作设备的位置，等候监护人唱票。在执行每项操作前，应核对设备名称是否和操作任务相符，核对断路器和隔离开关的编号是否和操作票相符，检查断路器和隔离开关所处的运行状态和所要进行的操作内容是否相符。操作人站立位置是否正确。

当以上各项发现有疑问时，应立即停止操作，并查清情况以防患于未然。

操作前不但要核对设备名称和编号，并要执行监护复诵制度，操作中要求监护人站在操作人的左后侧或右后侧，其位置以能看清被操作的设备及操作人的动作为宜。这样便于纠正操作人的错误动作，并有助于防范各种意外。操作过程中集中精力、严肃认真，不谈与操作内容无关的话。

正确执行监护复诵制，就是由监护人根据操作票的顺序，手指向所要操作的设备逐项发出操作命令。即所谓“唱票”。操作人在接令后核对设备名称、编号和位置无误后，将命令复诵一遍并做操作的手势，监护人看到正确操作的手势后，还需进一步核对。同时在操作票上记录开始操作时间。

9. 实施操作

在实施操作前监护人最后检查设备名称、编号和设备位置确认无误后即发出“对，执行”的命令。操作人在接到“对，执行”的命令后，方可打开防误闭锁装置，即进行操作，这就是所谓的监护、唱票、复诵、对号的操作方法。

10. 检查设备、监护人逐项勾票

为了确保按操作票的顺序进行操作，在每操作完一项后，监护人应在该项上做一个记号“√”。同时两人一齐检查被操作设备的状态，应达到操作项目的要求。如设备的机械指示、信号指示灯、表计等情况，以确定实际位置。操作结束，还应对票上的所有操作项目作全面检查，以防漏项，全部操作结束后应在操作票上记录操作结束时间，盖上“已执行”印章。

11. 操作汇报，做好记录

操作完毕监护人应及时向当值调度员汇报操作完成情况及执行操作任务的开始与終了时间，汇报时应录音，并在与该项操作任务有关的记录上做好记录。值班负责人（或正值）应

根据操作项目，进行详细复查。

12. 评价、总结

完成一个操作任务后，均应对已执行的操作进行评价，总结经验，便于不断提高操作技能。

七、操作票的填写和规定

(一) 操作票的填写规定

(1) 电气倒闸操作票应严格按照《电业安全工作规程》(发电厂和变电所电气部分)和有关填票规定执行。

(2) 操作票应统一编号。一律用蓝黑墨水的钢笔填写，字迹必须清楚，按照《电业安全工作规程》规定格式逐项填写，并进行审核，亲笔签名。

(3) 操作票执行结束后，应加盖“已执行”章。作废的操作票应加盖“作废”章。

(4) 填写倒闸操作票必须使用统一的调度术语和操作术语。

(5) 为统一调度术语并有利于严格执行操作票制度，当电气设备(线路)停电检修时，调度下达该操作任务命令：

1) 对线路检修。调度命令最后发布到设备处于检修状态，然后发布检修开工令。

2) 对电气设备检修。调度命令发布到冷备用状态，并发布转入检修状态的许可令。接到该许可令后，应按照《电业安全工作规程》和工作票的要求填写安全操作票，做好安全措施。其接地线(接地隔离开关)的装设地点和数量由现场负责。工作结束后，发电厂、变电所应自行拆除上述安全措施，之后，方可向调度员报竣工。

(二) 操作票填写的有关说明

(1) 下列各项应作为单独的项目填入操作票内：

1) 应拉合的断路器和隔离开关。

2) 断路器操作后，检查其分、合闸位置。

3) 隔离开关操作后，检查其确已拉开，或合闸接触良好。

4) 断路器由冷备用转运行或热备用，操作隔离开关前，检查断路器确在分闸位置。

5) 投入、切出转换断路器。

6) 拉、合二次电源隔离开关。

7) 取下、投入控制回路、电压互感器的二次熔断器。同时取放同一设备多组二次熔断器，可以并项填写，操作时分项打勾。

8) 为防止误操作，在操作前必须对其所要操作的设备进行的项目检查，并应做到检查后立即进行该项操作。对操作后检查操作情况是否良好，除有规定外，可不作为单独的项目填写，而只要在该项操作项目的后面说明即可。

9) 验电及装、拆接地线的明确地点及接地线(拉、合接地隔离开关)编号，其中每项验电及装接地线(合接地隔离开关)应作为一个操作项目填写。

10) 设备(线路)检修结束，由冷备用或检修转运行(热备用)前，应检查送电范围内确无遗留接地线(接地隔离开关)。

11) 两个并列运行的回路，当需停下其中一回而将负荷移到另一回路时，操作前对另一回路所带负荷情况是否正常应进行检查。

12) 退投保护回路连接片，在测量连接片两端确无电压后投入保护回路连接片(包括重

合闸出口连接片),同时投入或退出多块保护连接片可作为一个操作项目填写,但每操作完一块连接片应分别打勾。

13) 保护定值更改,电流、电压、时间等应分项填写。同一定值同一套保护三相可以合为一项填写,但执行时应分别打勾。

(2) 设备名称的填写,在操作任务栏内应写双重名称,在操作项目栏中只要填写设备编号即可(隔离开关只要写编号),同一保护的连接片编号不应相同。

(3) 倒闸操作顺序,停电拉闸必须按照断路器、负荷侧隔离开关、电源侧隔离开关顺序依次操作,送电合闸顺序与此相反。

(4) 在一个操作任务中,如同时需要拉开几路断路器时,允许在先行拉开几个断路器后再分别拉隔离开关,但拉隔离开关前必须在每检查一个断路器确在分闸位置后,随即分别拉开其对应的两侧隔离开关。

(5) 对有旁路隔离开关的分路,在其线路隔离开关线路侧挂接地线(合接地隔离开关)前,除检查线路隔离开关应在分闸位置外,还应检查其旁路隔离开关确在分闸位置(在主变隔离开关主变侧挂接地线或合接地隔离开关要求同上)。

(6) 断路器在运行状态时改保护定值应退出相应的保护连接片,如需改串、并联还要先将电流互感器二次回路在适当地点短接。

(7) 操作任务栏中保护定值除写出一次值外还应填写二次折算值,其格式:一次值/二次值,操作项目栏可以只写二次值。

(8) 断路器由运行改非自动,只要将其操作电源断开。

(9) 母线由检修(或冷备用)转运行,应在将电压互感器改为运行状态后,对母线进行充电。检查母线充电情况包括母线电压互感器,故对电压互感器充电情况检查可不另列一项。

(10) 填写检查项目的几点说明:

1) 接地线的装拆不需填检查内容,但拉合接地隔离开关应填写检查内容。

2) 断路器由热备用转运行,不需检查断路器确在热备用状态,再操作断路器(倒闸操作具有连续性,可不进行不必要的重复检查)。

3) 断路器分、合闸后,操作票中只要填写“检查断路器分、合闸位置”。其含义包括三个方面:表计指示,位置指示灯,本体机械位置指示,不必要再填写检查表计、灯光等。

4) 母线电压互感器由运行转冷备用,可不填写检查电压表指示情况,而由冷备用转运行应检查电压表指示情况,便于及时发现电压互感器工作是否正常,以及可能存在的问题。

5) 对二次操作:连接片、熔断器、二次电源刀闸、空气开关、切换开关等,操作后不求填写检查内容,因为这些操作本身比较直观、明了、简单。

6) 检查送电范围内确无遗留接地线,送电范围的含义是:变电所可见范围,不包括线路及对侧情况。送电指由电源侧向检修后的设备送电(充电),并非指仅仅对用户送电。

(11) 操作票中下列四项不得涂改。

1) 设备名称编号;

2) 有关参数和时间;

3) 设备状态;

4) 操作动词。

其它如有个别错、漏字允许进行修改,但应做到被改的字和改后的字均要保持字迹清楚,

原字迹用“\”符号划去，不得将其涂、擦、划掉。

(12) 操作项目填写结束，应用“#”符号作终止标志，并标在操作项目末尾的序号栏内（此行无任何操作内容），若操作票一页正好填完，“#”符号标在最末一栏序号的下方。

(13) 操作票必须统一印刷编号，并保持连号，已使用的操作票，应保存一年备查。

(14) 操作票中的签名。

1) 填票人、审核人由填写操作票的运行班依次分别签名，并对所填操作票的正确性负责，不经签名，不得向下班移交。

2) 操作人、监护人在执行操作任务前，应对操作票审核无误，在调度员正式发令后依次分别签名，并对操作票和所要进行的操作任务正确性负全部责任，如审核发现错误应作废并重新填写。

3) 操作票上“值班负责人”栏，指设值班负责人的变电所，在操作票执行前，应审核并签名，未经当班负责人签名，不得进行操作，不设值班负责人的此栏空格。

4) 操作票上不得漏签名或代签名。

(15) 操作票执行结束，应加盖“已执行”印章，作废操作票应加盖“作废”印章。

(16) 每张操作票只能填写一个操作任务。一个操作任务，指根据一个调度命令所进行的不间断的操作。一个操作任务填写票数超过一页时，应在各页的备注栏中注明“转下页 No: ×××”，“接上页 No: ×××”。

(三) 倒闸操作票填写的有关规定和注意事项

下面介绍几种倒闸操作票填写的原则要求及注意事项。

1. 线路倒闸操作票的填写及有关规定

线路倒闸操作票分为两类：一类是断路器检修；另一类是线路检修。根据规定，断路器检修调度员发令仅发到将断路器改为冷备用状态，由冷备用状态改为检修状态则由运行人员根据工作票填写安全措施操作票；线路检修，调度员将发令到线路检修状态。

(1) 断路器检修操作票的填写。根据线路停送电的原则，停电时断开断路器后要先拉负荷侧隔离开关，后拉母线隔离开关，送电时则先合母线侧隔离开关，后合负荷侧隔离开关。填票时必须遵循这一原则。这样规定的目的是因为以往的事故经验告诉我们，停电时可能会有两种误操作：一是油断路器没断开或经操作实际未断开，拉应停电线路的隔离开关；二是油断路器虽已断开，但拉隔离开关时走错位置错拉不应停电线路的隔离开关，两种情况均造成带负荷拉隔离开关。

假设断路器未断开，先拉负荷侧隔离开关，弧光短路发生在断路器保护范围以内线路断路器跳闸，可切除故障缩小事故范围。

倘若先拉母线侧隔离开关，弧光短路发生在线路断路器保护范围以外，由于误操作而引起的故障电流并未通过电流互感器，该线路断路器保护不动作，线路断路器不会跳闸，将造成母线短路并使上一级断路器跳闸，扩大事故范围。

送电时，如果断路器在误合位置便去合隔离开关，比如先合负荷侧隔离开关，后合母线侧隔离开关，等于用母线侧隔离开关带负荷操作，一旦发生弧光短路便造成母线故障。

另一方面以检修方面考虑，即使由误操作发生的事故，检修负荷侧隔离开关时只需停一条线路，而检修母线侧隔离开关却要停用母线，造成大面积停电。

例：操作票的填写（线路接线如图 1-1）。