

变电站 现场事故处理及 典型案例分析

张全元 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内容简介

本书是作者多年从事变电站工作的经验总结，全书共分十章，第一章至第五章为变电站事故处理，第六章至第十章为变电站典型案例分析。本书可作为电力行业从事变电站工作的工程技术人员、管理人员、运行人员的培训教材，也可供从事变电站工作的工程技术人员、管理人员、运行人员参考。

变电站 现场事故处理及 典型案例分析

张全元 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共十三章，包含有五十多个典型案例。书中所选的案例均是来自各变电站的典型、常见、技术含量较高的事故（故障）实例。本书通过对事故前后的负荷状况，事故时各类信号、保护动作情况，事故处理过程，故障录波图，微机保护打印报告，故障时保护和重合闸等的动作过程，案例中所涉及的相关知识等进行系统的分析，归纳总结出变电站事故处理和分析的方法，提出不同方式的处理意见，具有很高的实践指导价值。

本书可作为变电运行人员和技术管理人员的现场培训教材，还可作为相关专业工程技术人员和本科、专科学生的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

变电站现场事故处理及典型案例分析/张全元主编. —北京：
中国电力出版社，2014.10

ISBN 978 - 7 - 5123 - 5735 - 8

I. ①变… II. ①张… III. ①变电所—事故处理—案例
IV. ①TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 059723 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>）

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2014 年 10 月第一版 2014 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27 印张 663 千字

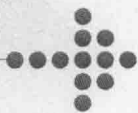
定价 80.00 元



敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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



《变电站现场事故处理及典型案例分析》

编审委员会

主 编 张全元

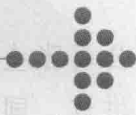
编 委 刘光毅 王永清 李广渊 肖文军 陈 琛

刘克岐 顾维邦 秦文红 鲁桥林 杨爱民

邹信勤 张治国 毛 盾 张希成 周贤伟

余洁淑

主 审 李洪波 陈元建 赵连政



前言

《变电站现场事故处理及典型案例分析（一）》自2008年3月出版以来，受到了电力系统及用户变电运行人员的欢迎，经过一段时间的使用，读者对该书各方面的内容提出了宝贵的意见，为更好地为读者服务，编者编写了本书。

本书所选的案例是来自各变电站一些经典并且是常见的、技术含量较高的故障（事故），通过对事故前后的负荷状况、事故时各类信号、保护动作、处理过程、重要的知识点、故障录波图、微机保护打印报告、故障的动作过程以及案例中所涉及的相关知识等进行了系统的分析，从而归纳总结出事故处理和分析的方法，提出不同方式的处理意见，供读者学习和借鉴。每个案例在一开始就将本案例应分析的知识点提炼出来，以便读者在学习时能抓住要点。

本书较《变电站现场事故处理及典型案例分析（一）》作了如下改动：

(1) 结构调整。全书共十三章，共计五十多个典型案例。

(2) 保留了第一章电力系统常见故障及异常运行的处理原则；增加了第二章电力系统故障基础知识，第三章中性点不接地系统故障案例分析，第四章110kV高压输电线路故障典型案例分析，第五章220kV高压输电线路故障典型案例分析，第六章500kV超高压输电线路故障典型案例分析；将原第八章改为第七章母线典型故障案例分析；原第三章改为第八章变压器故障典型案例分析；原第四章改为第九章线路并联电抗器典型故障案例分析；原第六、七章合并成第十章断路器及隔离开关故障典型案例分析；原第五章改为第十一章互感器典型故障及异常运行的案例分析；原第九、十章合并成第十二章其他一次设备故障的案例分析；原第十一章改为第十三章二次回路故障造成保护误动案例分析。

(3) 由于之前资料有限，没有按照电压等级来分析各电压等级线路故障，本书充分发挥电力企业专业技术人员的作用，将不同电压等级的典型故障案例列入了本书。

(4) 在对案例分析的方法上进行了改进，结合编者多年的培训授课经验，在分析故障时尽可能地将故障的模拟量、开关量、波形的特征分析清楚，以指导现场和专业技术人员对现场故障案例的分析。

(5) 所有的案例资料全部来自现场，保持了案例的真实性。

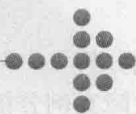
全书由国网湖北省电力公司检修公司张全元主编，由国网黑龙江省电力有限公司技能培训中心齐齐哈尔分部李洪波、国网湖北省电力公司检修公司陈元建、国网冀北电力有限公司培训中心赵连政审核。

在编写本书时，编者参考了大量的相关书籍，在此对原作者表示衷心的感谢。对为本书提供资料及提出宝贵意见的读者和工程技术人员表示衷心的感谢。

限于编者的经验和理论水平，书中难免出现不妥之处，敬请读者批评指正。

编者

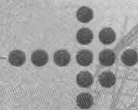
2014.06



目 录

前言	1
第一章 事故及异常运行的处理	1
第一节 变电站事故的处理	2
第二节 输电线路故障的处理	6
第三节 小接地电流系统故障的处理	8
第四节 变压器故障及异常运行的处理	12
第五节 并联电抗器故障及异常运行的处理	35
第六节 线路串联补偿装置故障及异常的处理	41
第七节 电压互感器常见故障及异常运行的处理	46
第八节 电流互感器常见故障及异常的处理	51
第九节 电容器常见故障及异常运行的处理	55
第十节 断路器常见故障及异常运行的处理	59
第十一节 隔离开关常见故障及异常的处理	69
第十二节 避雷器故障及异常运行的处理	71
第十三节 母线故障的处理	73
第十四节 全站失压事故的处理	75
第十五节 站用电事故的处理	77
第十六节 变电站二次设备常见故障及异常运行的处理	80
第十七节 系统电压、频率异常的处理	84
第十八节 系统解列及振荡事故的处理	86
第二章 电力系统故障基础知识	90
第一节 电力系统中性点的运行方式	90
第二节 电力系统故障基本知识	94
第三章 中性点不接地系统故障案例分析	104
第一节 中性点不接地系统单相接地故障案例分析	104
第二节 10kV 配电变压器中性线带电案例分析	108
第三节 10kV 电缆线路 A、C 相相间短路和 B 相穿墙套管绝缘子闪络故障案例分析	110
第四章 110kV 高压输电线路故障典型案例分析	113
第一节 110kV 线路单相瞬时性接地故障案例分析	113
第二节 110kV 线路单相永久性接地故障案例分析	119

第六节	220kV 系统隔离开关操动机构断裂造成自动分闸案例分析	352
第七节	运行人员对隔离开关自分处理不当引起事故扩大案例分析	355
第十一章	互感器典型故障及异常运行案例分析	359
第一节	500kV 线路 TA 爆炸造成多条 220kV 跳闸事故案例分析	359
第二节	电容式电压互感器局部电容击穿造成二次电压异常升高案例分析	368
第三节	电流互感器内部故障案例分析	371
第四节	10kV 母线送电时出现两相电压升高一相降低 TV 有异常声音案例 分析	374
第十二章	其他一次设备故障的案例分析	377
第一节	避雷器设备异常运行案例分析	377
第二节	通信结合设备故障案例分析	382
第三节	变电站直流系统电压过低的案例分析	388
第十三章	二次回路故障造成保护误动案例分析	394
第一节	220kV 电压互感器二次回路接线错误造成区外故障线路保护误动 案例分析	394
第二节	变电站扩建施工作业中误碰母线差动保护电流回路造成 500kV 母线 差动保护误动案例分析	403
第三节	主变压器高压侧电压互感器二次空气开关未合到位造成高压侧阻抗保护 误动案例分析	408
第四节	220kV 旁路断路器带线路断路器运行高频通道切换不正确在区外故障 引起的断路器跳闸案例分析	415
参考文献		422



第一章

事故及异常运行的处理

电力系统事故是由于电力系统中电气设备全部或部分故障、稳定破坏、检修人员工作失误、运行人员误操作等原因引起的，将使电力系统的正常运行遭到破坏，造成对用户的停止送电、少送电、电能质量变坏到不能容许的程度，严重时甚至毁坏设备或造成人身伤亡事故等。

在电力系统运行中，由于各设备之间都有电或磁的联系，当某一设备发生故障时，在很短的瞬间就会影响到整个系统的其他部分，因此当系统发生故障和不正常运行等情况时，都可能引起电力系统事故。

引起电力系统事故的主要原因如下：

- (1) 自然灾害：主要包括大风、雷击、污闪、覆冰、树障、泥石流、山火及鸟类等外力破坏。
- (2) 设备原因：主要包括设计、产品制造质量、安装检修工艺、设备缺陷等。
- (3) 人为因素：主要包括设备检修后验收不到位、外力破坏、维护管理不当、运行方式不合理、继电保护定值错误和装置损坏、工作人员失误、运行人员误操作及设备事故处理不当等。

电力系统的事故分为三类：人身事故，设备事故和电网事故。事故等级分为八种：特别重大事故、重大事故、较大事故、一般事故、五级事故、六级事故、七级事故、八级事故。

在电力系统运行中，最常见同时也是最危险的故障是各种形式的短路故障，其中以单相接地短路为最多，而三相短路则较少；对于旋转电机（发电机、大型电动机）和变压器还可能发生绕组的匝间短路；此外，输电线路有时可能发生断线故障，在高压和超高压电网中出现非全相运行；出现电网在同一时刻发生几种故障的复杂故障。

发生故障可能引起的后果如下：

- (1) 电力系统中部分地区的电压大幅度降低，使广大用户的正常工作遭到破坏。例如当电气设备的工作电压一旦降低到额定电压的 40%，持续时间大于 1h，则电动机就可能停止转动。
- (2) 短路点通过很大的短路电流，从而引起电弧使故障设备烧毁。
- (3) 电力系统中故障设备和某些无故障设备，在通过很大短路电流（或穿越性短路电流）时产生很大的电动力和高温，使这些设备遭到破坏或损伤，从而缩短使用寿命。
- (4) 破坏电力系统内各发电厂之间机组并列运行的稳定性，使机组间产生振荡，严重时

甚至可能使整个电力系统瓦解。

(5) 短路时对附近的通信线路或铁路自动报警信号产生严重的干扰。

事故处理的主要任务如下：

- (1) 尽快限制事故的发展，消除事故的根源，解除对人身和设备的威胁；
- (2) 用一切可能的方法保持对用户的正常供电，保证站用电源正常；
- (3) 尽快对已停电的用户恢复送电，对重要用户应优先恢复送电；
- (4) 及时调整系统运行方式，使其恢复正常运行。

第一节 变电站事故的处理

若变电站设备存在缺陷，如不及时处理将造成很多类似断路器跳闸的设备故障（一般都会上报危急缺陷）。例如变压器冷却装置全停、保护装置故障、断路器分（合）闸闭锁、二次回路故障、直流接地等，这类故障的处理往往需要现场运行人员采取应急措施，等待专业人员抢修。

一、变电站事故处理原则

1. 事故处理组织原则

(1) 各级当值调度员是领导事故处理的指挥者，应对事故处理的准确性、及时性负责。变电站当值班长是现场事故处理的负责人，应对汇报信息和事故操作处理的准确性负责。

(2) 发生事故和异常时，运行人员应坚守岗位，服从调度指挥，正确执行当值调度员和当值班长命令。当值班长要将事故和异常现象准确无误地汇报给当值调度员，并迅速执行调度命令。

(3) 运行人员如果认为调度命令有误时，应先指出并作必要的解释；但当值调度员认为自己的命令正确时，变电站运行人员应该立即执行。如果值班调度员的命令直接威胁人身或设备的安全，则在任何情况下均不得执行；当值班长接到此命令时，应该把拒绝执行命令的理由报告值班调度员和本单位总工程师，并记载在值班日志中。

(4) 如果在交接班时发生事故，而交接班签字手续未完成，交班人员应留在自己的岗位上进行事故处理，接班人员可在上值值班长的领导下协助处理事故。

(5) 事故处理时，除有关领导和相关专业人员外，其他人员均不得进入主控制室和事故地点；事前已进入的人员应迅速离开，便于事故处理。发生事故和异常时，运行人员应及时向调度及单位负责人汇报。单位负责人可临时代理值班长工作，指挥事故处理，但应立即报告给值班调度员。

(6) 发生事故时，如果不能与值班调度员取得联系，则应按调度规程和现场事故处理规程中有关规定处理。这些规定应经本单位总工程师批准。

2. 事故处理技术原则

电力系统发生事故时，各单位运行人员应在上级值班调度员的指挥下处理事故，并做到如下几点：

(1) 变电站事故处理，必须严格遵守安全工作规程、调度规程、现场运行规程及有关安全工作规定，服从调度指挥，正确执行调度命令。

(2) 遇有断路器跳闸事故时，变电站值班人员应在第一时间向各级调度的调度员汇报

(内容包括汇报人姓名、变电站名称、故障时间、故障现象、跳闸断路器、继电保护及自动装置动作情况、故障录波及测距情况和频率、电压、潮流的变化),以便调度及时掌握现场情况,并拿出合理的处理方案。

当值运行人员在现场作进一步检查后,已查明现场的基本情况,可在适当的时候再次向调度员汇报。

当事故处理完毕后,可根据调度员的要求,作进一步的补充汇报,并根据调度员的要求提供现场的事故报告。

(3) 如果事故对人身和设备的安全没有构成威胁时,应尽力设法保持设备运行,一般情况下,不得轻易停运设备;如果事故对人身和设备的安全构成威胁时,应尽力设法解除这种威胁;如果事故危及到人身和设备的安全时,应立即停止设备运行。

(4) 电力系统解列后要尽快恢复并列运行。

(5) 调整并恢复正常电力系统运行方式。

(6) 在处理事故时,应根据现场情况和有关规程规定启动备用设备运行,采取必要的安全措施,对未造成事故的设备进行必要的安全隔离,保持其正常运行,防止事故扩大。

(7) 在处理事故过程中,首先应保证站用电的安全运行和正常供电;当系统或有关设备故障和异常运行造成站用电停电事故时,应首先处理和恢复站用电的运行,以确保其供电。

(8) 事故处理时,值班人员应根据当时的断路器跳闸情况、运行方式、天气、工作情况、继电保护及自动装置的动作情况、光字牌信号、事件打印、监控系统实时参数(常规变电站表计指示)和设备情况,及时判明事故的性质和范围。

(9) 尽快对已停用的用户,特别是重要用户的保安电源恢复供电。

(10) 当设备损坏无法自行处理时,应立即向上级汇报;在检修人员到达现场之前,应先做好安全措施。

(11) 为了防止事故的扩大,在事故处理过程中,变电站值班人员应与调度员保持联系,主动将事故处理的进展情况报告调度员。

(12) 值班人员在接到调度员处理事故的命令时,必须向发令人复诵命令;若对命令不清楚或不了解,应询问明白,不应慌乱匆忙或未经慎重考虑即行处理,以免扩大事故。

(13) 每次事故处理完后,都要作好详细的记录,并根据要求登录在运行日志、事故障碍及断路器跳闸记录本上。运行班长要组织有经验的值班员整理好现场事故处理报告。

(14) 当事故未查明,需要检修人员进一步试验或检查时,运行人员不得将继电保护屏的掉牌信号复归,以便专业人员进一步分析。

(15) 若故障设备需要检修,现场值班员应根据《电力安全工作规程》(以下简称《安全规程》)的规定布置好安全措施。

二、变电站事故处理的特殊规定

运行值班人员可不待调度指令自行进行以下紧急操作,同时应将事故与处理情况简明扼要地报告值班调度人员:

(1) 将直接对人身安全有威胁的设备停电;

(2) 当厂站用电部分或全部停电时,恢复其电源;

(3) 确知无来电可能性时,将故障停运已损坏的设备隔离;

(4) 交流电压回路或交流电流回路断线时,按规定将有关保护或自动装置停用,防止保

护和自动装置误动；

(5) 单电源负荷线路断路器由于误碰跳闸，将跳闸断路器立即合上；

(6) 当确认电力系统的频率、电压等参数达到自动装置整定动作值而断路器未动作时，立即手动断开应跳闸的断路器；

(7) 当母线失压时，将连接该母线上的断路器断开（除调度指令保留的断路器外）。

三、变电站事故处理的一般程序

(1) 及时检查记录断路器的跳闸情况，继电保护及自动装置的动作情况，微机监控系统信号、事件打印情况及事故特征。

(2) 迅速对故障范围内的设备进行外部检查，并将事故特征和检查情况向调度汇报。

(3) 根据事故特征，分析判断故障范围和事故停电范围。

(4) 采取措施限制事故的发展，解除对人身和设备安全的威胁。

(5) 对故障所在范围迅速隔离或排除故障。

(6) 隔离故障点后对无故障设备恢复送电。

(7) 对损坏的设备做好安全措施，向有关上级汇报，由专业人员检修故障设备。

(8) 填写各种记录，编写跳闸报告。

(9) 事故处理完后，要组织班员对本次事故的处理情况进行综合分析，对本次的故障录波器打印报告、微机保护打印报告进行认真的分析，并指出本次事故处理中存在的问题。

对故障处理的一般程序可以概括为：及时记录，迅速检查，简明汇报，认真分析，准确判断，隔离故障，限制发展，排除故障，恢复供电，整理资料。

除自行管辖的站用变压器停电处理以外，进行以上事故紧急处理以后立即向调度汇报。

四、跳闸报告的编写

事故处理完毕后，运行人员必须将事故处理的全过程进行汇总，编写出详细的跳闸报告，并快速传递上级调度或有关部门，以便专业人员对事故进行分析。

跳闸报告应包括以下内容：

(1) 事故现象，包括发生事故的时间、中央信号、事故前后的负荷情况等；

(2) 断路器跳闸情况（包括现场和远方指示）；

(3) 保护及自动装置的动作情况；

(4) 系统稳定装置的动作情况分析；

(5) 事件打印并分析；

(6) 故障录波打印报告（对电压、电流等最好能折算到一次侧）及测距；

(7) 微机保护的打印报告并对其进行分析（对电压、电流等最好能折算到一次侧），分析内容包括保护收发信号、断路器的跳闸情况、测距、重合闸的动作情况、电流电压波形分析、保护的启动及动作时间分析等；

(8) 现场设备的检查情况；

(9) 事故的初步分析；

(10) 事故的处理过程，包括检查、操作、所布置的安全措施等；

(11) 存在问题的分析；

(12) 初步分析结论。

上述汇总资料应打印成书面资料并按规定上报给相关部门存档，汇总资料要完整、准

确、明了、整洁。

五、变电站事故处理的注意事项

1. 准确判断事故的性质和影响范围

(1) 运行人员在处理事故时,应沉着、冷静、果断、有序地将各种故障现象(如断路器的动作情况、潮流的变化情况、信号报警情况、保护及自动装置动作情况、设备异常运行情况)及事故处理过程作好详细记录,并及时向调度汇报。

(2) 运行人员应了解全站保护的相互配合和保护范围,充分利用保护和自动装置提供的信息,便于准确分析和判断事故的范围和性质。

(3) 运行人员要全面了解保护和自动装置的动作情况,在检查保护和自动装置动作情况时应一次检查,作好记录,防止漏查、漏记信号影响对事故的判断。

(4) 为准确分析事故原因和进行故障查找,在不影响事故处理和停送电的情况下,应尽可能保留事故现场和事故设备的原状。

2. 限制事故的发展和扩大

(1) 故障初步判断后,运行人员应到相应的设备处进行仔细地查找和检查,找出故障点和导致故障发生的直接原因。若出现着火、持续异味等危及设备或人身安全的情况,应迅速进行处理,防止事故的进一步扩大。确认故障点后,运行人员要对故障进行有效地隔离,然后在调度的指令下进行恢复送电操作。

(2) 发生越级跳闸事故时,要及时拉开拒动的断路器和拒分断路器两侧的隔离开关。在操作两侧隔离开关前,一般需要解除“五防”闭锁,并应提前做好准备,以便缩短事故停电时间。在拉隔离开关前,必须确定向该回路供电的断路器在断开位置,防止带负荷拉隔离开关。

(3) 对于事故紧急处理中的操作,应注意防止系统解列或非同期并列;对于联络线,应经过并列装置合闸,确认线路无电时方可解除同期闭锁合闸。

(4) 用控制开关操作合闸,若合闸不成功,不能简单地判断合闸失灵,应注意在合闸过程中监视表计(监控系统显示)指示和保护动作信息,防止多次合闸于故障线路或设备,导致事故扩大。

(5) 加强监视故障后的线路、变压器的负荷状况,防止因故障致使负荷转移,造成其他设备长期过负荷运行;若有过负荷及时联系调度消除过负荷。

3. 恢复送电时防止误操作

(1) 恢复送电时应在调度的统一指挥下进行,运行人员应根据调度命令,考虑运行方式变化时本站自动装置、保护的投退和定值的更改,以满足新运行方式的要求。

(2) 恢复送电和调整运行方式时要考虑不同电源系统的操作顺序。

(3) 运行人员在恢复送电时要分清故障设备的影响范围,先隔离故障设备;对于经判断无故障的设备,按调度命令恢复送电,防止误操作导致故障的扩大。

4. 事故时应保证站用交直流系统的正常运行

站用交直流系统是变电站正常运行、操作、监控、通信的保障。交直流系统异常会造成失去保护自动装置、操作系统、通信系统、变压器冷却系统电源,使得故障处理更困难。若短时间内交直流系统不能恢复正常运行,会使故障范围扩大,甚至造成电力系统事故和大面积停电事故。因而事故处理时,应设法保证交直流系统正常运行。

第二节 输电线路故障的处理

在电力系统故障中输电线路的故障所占比例较大,输电线路的故障又分为单相接地、两相短路、两相接地短路、三相短路、线路断线等。其中单相接地故障又分为单相瞬时性接地故障和单相永久性接地故障。运行经验表明,单相接地故障占输电线路故障 80% 左右。变电站运行人员在事故处理中最常见的还是输电线路故障的处理。

线路断路器跳闸一般由以下几个原因引起:

- (1) 本线路故障;
- (2) 相邻线路故障但本线路的保护由于某种原因误动;
- (3) 线路无故障,断路器由于某种原因偷跳。

一、线路故障处理的总原则

(1) 线路保护动作跳闸时,运行值班人员应从中央信号、事件打印、保护及自动装置动作情况及时分析故障相别、故障距离、保护的動作情况。

(2) 将以上情况和当时的负荷情况及时向调度汇报,便于调度及时、全面地掌握情况,进行分析判断。

(3) 到现场检查断路器的实际位置,无论断路器重合与否,都应检查断路器及线路侧所有设备有无短路、接地、闪络、断线、瓷件破损、爆炸、喷油等现象。

(4) 如本站断路器跳闸或重合闸动作重合成功,但无故障波形且对侧未跳,可能是本侧保护误动或断路器误跳,经详细检查证实是保护误动的,可申请将误动的保护退出运行,再根据调度命令试送电。若查明是断路器误跳,则待查明误跳原因后,在确认断路器可以试送时,才能申请调度试送;但若为断路器操动机构故障,则通知专业人员进行处理。

(5) 若线路断路器跳闸,重合闸未投入运行,待查明非本站设备故障后,可向调度汇报,按照调度命令试送电一次;如查明是本站设备故障引起跳闸,应立即报请专业人员抢修。

(6) 若线路断路器跳闸,重合闸未成功,应向调度汇报,如查明确非本站设备故障,而系线路故障引起,应向调度报告,听候处理。

(7) 如本线路保护正常工作(线路未停电),断路器跳闸,又无故障录波,且对侧断路器未跳,则应立即终止工作,查明原因,向调度汇报,采取相应的措施后申请试送电(此时可能是保护通道漏退或误碰造成)。

(8) 超高压并联电抗器保护动作(即保护动作后,相应断路器跳闸)跳闸,而对侧断路器未跳(线路有电压)时,应通过调度通知对侧断开线路断路器。

(9) 若线路故障是相间、两相接地短路或三相故障,则应听从调度的命令进行处理。

(10) 若查明本线路断路器跳闸属于临近线路故障引起,属于越级跳闸,可以申请调度对线路进行试送电。

(11) 多条线路断路器同时跳闸,现场运行人员应及时打印故障录波报告及微机保护报告,分析故障在哪条线路上,然后根据调度的命令对无故障的线路进行试送电。

二、线路单相瞬时性故障的处理原则(大接地电流系统)

线路单相瞬时性故障的过程是:单相故障→断路器单相跳闸→经重合闸整定时间→单相重合→系统恢复正常运行。这一过程非常短,因此运行人员往往只能从事故信号、保护及自

动装置动作情况了解故障情况。

线路单相瞬时性故障的处理原则是：

(1) 线路保护动作跳闸时，运行值班人员应从中央信号、事件打印、保护及自动装置动作情况及时分析故障相别、故障距离、保护的動作情况。

(2) 将以上情况和当时的负荷情况及时向调度汇报，便于调度及时、全面地掌握情况，进行分析判断。

(3) 若查明重合闸重合成功，且本站录波器确已动作，经询问对方断路器和保护动作情况确认是本线路内瞬时故障，可作好记录，复归信号，向调度汇报。

(4) 到现场检查断路器的实际位置，无论断路器重合与否，都应检查断路器及线路侧所有设备有无短路、接地、闪络、断线、瓷件破损、爆炸、喷油等现象。

(5) 检查站内其他设备有无异常。

(6) 及时记录保护及自动装置屏上的所有信号。

(7) 记录跳闸前后的线路负荷情况。

(8) 检查重合闸充电灯是否点亮（重合闸动作后，断路器重合，重合闸经 15s 充电）。

(9) 打印故障录波报告及微机保护动作报告。

(10) 事故处理完毕后，变电站值班长要指定有经验的值班员作好详细的事故障碍记录、断路器跳闸记录等，并根据断路器跳闸情况、保护及自动装置的动作情况、事件记录、故障录波、微机保护动作报告以及处理情况整理详细的现场跳闸报告。

(11) 根据调度及上级主管部门的要求，将所整理的跳闸报告及时上报。

三、线路单相永久性接地故障的处理原则（大接地电流系统）

线路单相永久性故障的过程是：单相故障→断路器单相跳闸→经重合闸整定时间→单相重合→重合于故障→断路器三相跳闸。

线路单相永久性故障的处理原则是：

(1) 线路保护动作跳闸时，运行值班人员应立即查看中央信号、事件打印、保护及自动装置动作情况以及重合闸是否重合成功、断路器跳闸情况。

(2) 将以上情况及当时的负荷情况及时向调度汇报，便于调度及时、全面地掌握情况，进行分析判断。汇报时按照断路器跳闸事故的汇报要求进行汇报。

(3) 到现场检查断路器的实际位置，无论断路器重合与否，都应检查断路器及线路侧所有设备有无短路、接地、闪络、断线、瓷件破损、爆炸、喷油等现象。

(4) 检查跳闸断路器有无异常。

(5) 检查站内其他设备有无异常。

(6) 及时记录保护及自动装置屏上的所有信号。

(7) 记录跳闸前后本站相关设备的负荷情况。

(8) 打印故障录波报告及微机保护报告。

(9) 根据调度的命令进行操作：

1) 若调度要求强送，则将所有信号复归，根据调度命令试送；

2) 若调度确认线路有故障，线路必须由热备用转检修，则按照《安全规程》的规定将故障线路转检修，并做好现场的安全措施。

(10) 事故处理完毕后，变电站值班长要指定有经验的值班员作好详细的事故障碍记录、

断路器跳闸记录等，并根据断路器跳闸情况、保护及自动装置的动作情况、事件记录、故障录波、微机保护动作报告以及处理情况整理详细的现场跳闸报告。

(11) 根据调度及上级主管部门的要求，将所整理的跳闸报告及时上报。

四、故障线路强送的原则

故障线路强送的原则如下：

(1) 强送端宜选择对电力系统稳定影响较小的一端，必要时降低有关线路的输送功率或采取提高电力系统稳定水平的措施。

(2) 若断路器遮断次数已达规定值，虽断路器外部检查无异常，但仍须经运行单位总工程师同意后，方能强送。在停电严重威胁人身或设备安全时，值班调度人员有权命令强送一次。

(3) 强送端宜有变压器中性点直接接地。

(4) 事故时伴有明显的故障特征，如火花、爆炸声、系统振荡等，应查明原因后再考虑能否强送。

(5) 进行带电作业的线路跳闸后，值班调度人员未与工作负责人取得联系前不应强送。

(6) 强送前应控制强送端电压，使强送后末端电压不超过允许值。

下列情况线路跳闸后不宜强送：

(1) 充电运行的输电线路，跳闸后一律不试送电。

(2) 试运行线路。

(3) 线路断路器跳闸后，经备用电源自动投入已将负荷转移到其他线路上，不影响供电。

(4) 全电缆线路（或电缆较长的线路）保护动作跳闸后，未查明原因不能试送电。

(5) 有带电作业并申明不能强送电的线路。

(6) 线路—变压器组的断路器跳闸，重合闸不成功的线路。

(7) 运行人员已发现明显线路故障现象。

(8) 线路断路器有缺陷或遮断容量不够、事故跳闸次数累计超过规定，重合闸装置退出运行、保护动作跳闸后，一般不能试送电。

(9) 已掌握有严重缺陷的线路（水淹、杆塔严重倾斜、导线严重断股等）。

(10) 低频减负荷装置、事故联切装置和远切装置，是保证电力系统安全、稳定运行的重要保护装置。线路断路器由上述装置动作跳闸，说明系统中发生了事故，必须向上级调度汇报，不得强送。

虽然被切除的线路上没有接地或短路故障，但在系统还没有恢复正常、没有得到上级调度的命令前，不准合闸送电。

第三节 小接地电流系统故障的处理

小接地电流系统的中性点接地方式有中性点不接地和中性点经消弧线圈接地两种。小接地电流系统常见故障主要有单相接地和缺相运行两种。

一、小接地电流系统单相接地故障及处理

1. 单相接地故障的原因

(1) 设备绝缘不良（如老化、受潮、绝缘子破裂、表面脏污等），发生击穿接地。

(2) 小动物、鸟类及其他外力破坏。

(3) 线路断线后导线触碰金属支架或地线。

(4) 恶劣天气影响,如雷雨、大风等。

2. 单相接地故障现象

(1) 对于综合自动化变电站,监控机发出预告音响并有系统接地报文报出。对于常规变电站警铃响,同时发出接地光字信号,接地信号继电器掉牌。

(2) 电压互感器开口三角电压(3U₀)有一定指示性(不完全接地)或指示为100V(完全接地)。

(3) 如故障点属高电阻接地,则接地相电压降低,其他两相对地电压高于相电压;如为金属性接地,则接地相电压降到零,其他两相对地电压升高为线电压。若三相电压表的指针不停地摆动,则为间歇性接地。

(4) 中性点经消弧线圈接地系统,接地时消弧线圈动作光字牌亮(或有报文报出),电流表(遥测值)有读数,消弧线圈控制装置处接地告警灯亮。

(5) 发生弧光接地时,产生过电压,非故障相电压很高,电压互感器的高压熔断器可能熔断,甚至可以烧毁电压互感器。

3. 单相接地故障的危害

(1) 由于非故障相对地电压升高(金属性接地时升高至线电压值),系统中的绝缘薄弱点可能击穿,形成短路故障,造成线路、母线或主变压器断路器跳闸。

(2) 故障点产生电弧,会烧坏设备甚至引起火灾,并可能发展成相间短路故障。

(3) 故障点产生间歇性电弧时,在一定条件下产生串联谐振过电压,其值可达相电压的2.5~3倍,对系统绝缘危害很大。

(4) 在拉路(即依次短路时断开故障所在母线上各出线断路器)查找接地及处理接地故障的过程中,中断对用户的供电。

4. 不接地系统发生单相接地故障的判断

(1) 系统发生接地时,可根据信号、电压的变化进行综合判断。但是在某些情况下,系统的绝缘没有损坏,而因电压互感器的高压熔断器一相熔断和铁磁谐振等,产生某些不对称状态,也可能报出接地信号,应注意正确区分判断,见表1-10。

表 1-1 单相接地与电压互感器的高压熔断器熔断、铁磁谐振的区别

故障现象 故障类别	项目 相对地电压	主控盘信号
单相接地	接地相电压降低,其他两相电压升高;金属性接地时,接地相电压为零,其他两相升高为线电压	接地报警
高压熔断器熔断	熔断相降低,其他两相不变	接地报警,电压回路断线
铁磁谐振	三相电压无规律变化,如一相降低、两相升高或降低、一相升高或三相同时升高	接地报警

1) 接地故障时,故障相电压降低,另两相电压升高,线电压不变。高压熔断器一相熔断时,对地电压一相降低,另两相电压不会升高,与熔断相相关的线电压则会降低。对三相