



变电站 现场事故处理及 典型案例分析 (一)

张全元 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

参考文献

1. 电力系统安全稳定分析. 北京: 中国电力出版社, 1996.
2. 电力系统安全稳定导则. 北京: 中国电力出版社, 1995.
3. 电力系统安全稳定导则. 北京: 中国电力出版社, 1995.

张全元 (CIP) 数据张全元

张全元 (CIP) 数据张全元
张全元 (CIP) 数据张全元
张全元 (CIP) 数据张全元

变电站 现场事故处理及 典型案例分析 (一)

张全元 主编

中国电力出版社出版
北京: 中国电力出版社, 2008
ISBN 978-7-5083-6525-0
定价: 25.00元

张全元

张全元 (CIP) 数据张全元
张全元 (CIP) 数据张全元

张全元



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

全书共十一章，第一章为电力系统常见故障及异常运行的处理原则，第二章至第十一章为典型故障的案例分析，其内容包括输电线路故障、变电站一次设备异常运行及故障、变电站直流系统电压低、二次回路故障造成保护误动等的典型案例分析。所选的案例是来自变电站的经典并且常见、技术含量较高的故障（事故）。

本书不仅可作为变电运行人员和技术管理人员的现场培训教材，同时还可作为电力工作者及电力工程类大、中专学生的技术参考书。

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 (一). /张全元
主编. 北京: 中国电力出版社, 2008

ISBN 978-7-5083-6225-0

I. 变… II. 张… III. ①变电所—事故—处理 ②变
电所—事故—案例—分析 IV. TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178497 号

主 编 张全元

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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 3 月第一版 2008 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 348 千字

印数 0001—3000 册 定价 25.00 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

中国电力出版社
www.cepp.com.cn

《变电站现场事故处理及典型案例分析（一）》

编委会

主 编：张全元

编 委：邹信勤 张治国 毛 盾 王传元 张 平 刘 溟

周 平 徐建仁 秦文红 陈小珞 陈 文 陈元建

李文胜 苏 毅 冯 涛 张友元 方爱英 陈 谦

杨 琼

主 审：谈顺涛 刘克兴

春 季

6.50.0

Preface 前言

在变电运行中,变电站的异常及事故处理是对值班员综合能力最好的检验。一个优秀的值班员不仅要能在较短的时间内正确地处理各类设备异常及事故,将事故所造成的损失减到最小,同时要能作出进一步地分析。实际上发生在变电站的每一个异常运行和事故案例都是一篇很好的培训教材,如果我们的运行人员能将各类设备异常和事故都积累起来并组织分析,将从中学到不少的知识。

编者在从事 20 多年的变电运行及专业培训工作中,特别是在参加变电运行大赛的裁判工作中,发现很多的运行人员对事故处理的原则、程序、方法思路不清,对应该掌握的一些原始资料(如故障录波、微机保护打印报告)信息不会分析。这与电力系统的发展和人的培养极不适应。

本书所选的案例都是来自变电站的经典并且常见、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、微机保护打印报告等分析,归纳总结出事故处理和分析的方法,提出不同的处理意见,供读者学习和借鉴。将每个案例涉及的知识点提炼出来,以便读者在学习时能抓住要点。

全书共十一章,第一章为电力系统常见故障及异常运行的处理原则,第二章至第十一章为典型故障的案例分析,其内容包括输电线路故障、变电站一次设备异常运行及故障、变电站直流系统电压低、二次回路故障造成保护误动等的典型案例分析。

全书由湖北省超高压输变电公司张全元主编,其中第十章、第三章第四节、第十一章的第二、三、四节由江西省超高压分公司邹信勤编写,第三章第三节由湖南长沙电业局张治国、湖南省超高压输变电公司毛盾编写。

本书在编写过程中,得到了有关变电站及其他单位的大力支持,武汉大学电气工程学院的谈顺涛教授审阅了全书并提出重要的修改意见,在此一并表示衷心的感谢!

编写本书时参考了部分相关书籍,在此对这些书籍的作者表示深深的感谢!

由于受理论水平 and 实践经验所限,书中难免出现错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2007.6

Contents 目 录

前言	1
第一章 变电站在电力系统与电气元件事故及异常运行时的处理原则	1
第一节 变电站事故的处理原则	1
第二节 输电线路故障跳闸的处理原则	3
第三节 变压器故障及异常运行的处理原则	6
第四节 线路并联电抗器(高抗)故障及异常运行的处理原则	26
第五节 电压互感器故障及异常运行的处理原则	34
第六节 电流互感器故障及异常运行的处理原则	39
第七节 电容器故障及异常运行的处理原则	43
第八节 断路器故障及异常运行的处理原则	46
第九节 隔离开关故障及异常运行的处理原则	55
第十节 母线故障跳闸的处理原则	57
第十一节 避雷器故障及异常运行的处理原则	60
第十二节 全站失压事故的处理原则	62
第十三节 变电站常见二次设备故障及异常运行的处理原则	63
第十四节 系统电压与频率异常的处理原则	67
第十五节 系统振荡及解列事故的处理原则	69
第二章 输电线路故障的典型案例分析	73
第一节 大电流接地系统线路单相瞬时性接地故障的分析	73
第二节 输电线路单相重复性故障的分析	80
第三节 区外故障越级跳闸的分析	94
第四节 输电线路单相断相故障的分析	100
第三章 变压器压力释放装置及冷却器故障及异常运行的典型案例分析	106
第一节 变压器有载调压分接头压力释放装置误动跳变压器 高中压侧断路器分析	106
第二节 主变压器冷却器故障案例分析一	109
第三节 主变压器冷却器故障案例分析二	115
第四节 主变压器冷却器故障案例分析三	119
第四章 线路并联电抗器匝间故障及异常运行的典型案例分析	126
第一节 500kV 线路并联电抗器匝间故障的分析	126
第二节 线路并联电抗器典型异常运行的处理	132
第五章 互感器爆炸及二次回路故障及异常运行的典型案例分析	135
第一节 500kV 线路电流互感器爆炸造成多条 220kV 线路跳闸事故分析	135

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故障分析	143
第六章	断路器液压机构及分闸闭锁故障的典型案例分析	147
第一节	500kV 断路器工作缸喷油造成断路器慢分的故障分析	147
第二节	500kV 3/2 断路器接线方式断路器分闸闭锁的故障分析	153
第七章	隔离开关操作机构及自动分闸故障的典型案例分析	156
第一节	220kV 系统隔离开关传动机构断裂造成自动分闸事故分析	156
第二节	对隔离开关自分处理不当引起的扩大事故分析	159
第八章	母线故障的典型案例分析	162
第一节	220kV 母线相间故障转两相接地短路的故障分析	162
第二节	220kV 双母线母联隔离开关引下线断线造成母线单相 接地故障分析	171
第九章	避雷器及通信结合设备故障的典型案例分析	178
第一节	避雷器设备异常运行分析	178
第二节	通信结合设备故障分析	181
第十章	变电站直流系统电压低的典型案例分析	188
第十一章	二次回路故障造成保护误动的典型案例分析	194
第一节	220kV 电压互感器二次回路接线错误造成区外故障 线路保护误动分析	194
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 母线差动保护误动分析	202
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分析	207
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分析	214
参考文献		221

第一章 变电站在电力系统与电气元件事故及异常运行时的处理原则

电力系统事故是指由于电力系统设备故障或人员工作失误而影响电能供应数量或质量超过规定范围的事件。

电力系统事故依据事故范围大小可分为两大类，即局部事故和系统事故。

局部事故是指系统中个别元件发生故障，使局部地区电压发生变化，用户用电受到影响的事件。系统事故是指系统内主干联络线路跳闸或失去大电源，引起全系统频率、电压急剧变化，造成供电电能数量或质量超过规定范围，甚至造成系统瓦解或大面积停电的事件。如果因小系统事故或设备故障造成线路或电器元件的断路器跳闸，现场运行人员对这类事故往往是根据调度的命令进行处理。

引起电力系统事故的原因是多方面的，如自然灾害（雷击、树障、山火、覆冰、大风、污闪等）、设备缺陷、管理维护不当、检修质量不好、外力破坏、运行方式不合理、继电保护定值错误（整定计算错误、设备定值错误、定值的自动漂移）、继电保护装置设备损坏、回路绝缘的损坏、二次接线错误、继电保护的误碰与误操作、运行值班员误操作（带负荷分、合隔离开关；带地线合闸；带电挂地线；走错间隔误分、合断路器；误入室内带电间隔；错投保护连接片、漏退保护连接片等）、设备检修后验收不到位、基建期间遗留的问题、设备事故处理不当造成扩大事故等。

电力系统发生事故或故障时，将造成电气设备破坏、部分或大面积停电事故，而且大面积停电将严重影响社会生产和生活。因此，在电力系统发生事故或设备发生故障时，及时、准确地处理事故，尽快隔离故障，恢复其他设备送电，减少停电范围将对电力系统的稳定运行起着重要的作用。特别要防止因事因故处理不当造成的事故扩大或引起电力系统的解列和振荡。

变电站是电力系统中变换电压、接受和分配电能、控制电力的流向和调整电力设施。因此，变电站事故是电力系统事故的组成核心。

第一节 变电站事故的处理原则

由于变电站内设备存在缺陷，若不及时处理将造成很多类似断路器跳闸这类设备故障（一般都会上报危急缺陷）。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，如变压器冷却器全停、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。

一、变电站事故处理的一般原则

电力系统发生事故时，变电站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) 变电站事故和异常处理，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,变电站值班人员应立即准确地向有关上级值班调度员报告事故概况。汇报内容包括汇报人姓名、变电站名称、事故发生的时间及现象、断路器跳闸情况、继电保护及自动装置动作情况、频率、电压、潮流的变化及设备状况等,以便调度及时掌握现场情况,并制订合理的处理方案。

当值班员对现场作进一步检查后,可将已查明的现场基本情况,在适当的时候再次向调度汇报。

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

(3) 如果对人身和设备的安全没有构成威胁时,应尽力设法保证设备运行,一般情况下,不得轻易停运设备;如果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;如果危及到人身和设备的安全时,应立即停止设备运行。

(4) 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。对未发生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。

(5) 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。当系统或有关设备事故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,以确保站用电的供电。

(6) 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、事件打印报告、微机保护打印报告、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。

(7) 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。

(8) 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,应先做好现场的安全措施。

(9) 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保持联系,主动将事故处理的进展情况报告调度。

(10) 每次事故处理完后,都要做好详细的记录,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。

(11) 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(亮灯)信号复归,以便专业人员进一步分析。

(12) 若故障设备需要检修,现场值班员应根据《电业安全工作规程》的规定布置好安全措施。

二、事故处理的一般程序

事故处理的一般程序有:

(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(常规站光字牌信号)、事件打印情况、事故前的潮流、事故特征。

(2) 迅速对故障范围内的设备进行外部检查,并将事故特征及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,消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,对无故障设备尽快恢复送电,以减小对系统的影响。
- (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) 整理各种记录及跳闸(事故)报告。

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。

三、运行信号的分类

运行信号可分为四类:

- (1) 事故信号:保护及自动装置动作,断路器跳闸。
- (2) 第一类告警信号:本站设备故障告警,异常运行或过负荷。
- (3) 第二类告警信号:系统波动干扰,参数越限。
- (4) 第三类告警信号:正常运行信号(如油泵正常打压等)。

四、编写现场事故处理报告

事故处理完后,运行人员必须将事故处理的全过程进行汇总,编写出详细的现场事故报告,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。

现场事故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、布置的安全措施等。
- (11) 存在的问题分析。
- (12) 初步分析结论。

将上述汇总资料打印成书面资料,汇总资料要完整、准确、明了、整洁。

第二节 输电线路故障跳闸的处理原则

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、线路断线故障等,其中单相接地故障又分为单相瞬时性故障和单相永久性故障。运行经验表明,单相接地故障又占输电线路故障 80% 左右,变电站运行人员在事故处理中最常见的还是线路故障跳闸处理。

线路断路器跳闸一般由以下几个原因:

- (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误跳。

一、线路单相瞬时性故障的处理原则

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 t →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做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、微机保护打印以及处理情况，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。

二、线路单相永久性接地故障的处理原则

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 t →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、重合闸是否重合成功、断路器跳闸情况。
- (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。汇报时按照本章第一节的要求进行。
- (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做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、微机保护打印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、其他故障的处理原则

(1) 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，可能是本站保护误动或断路器误跳。若经详细检查证实是保护误动，可申请将误动的保护退出运行，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，但若断路器机构故障，则通知专业人员进行处理。

(2) 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。

(3) 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。

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

(5) 500kV 并联电抗器保护动作跳闸，而对侧未跳（线路有电压）时，应通过调度通知对侧断开线路断路器。

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

(7) 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。

(8) 多条线路同时跳闸，现场运行人员应及时打印故障录波报告及微机保护打印报告，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。

四、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) 线路跳闸后，经备用电源自动投入装置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）保护动作跳闸以后，未查明原因不能试送电。

(5) 有带电作业并声明不能强送电的线路。

(6) 线路变压器组断路器跳闸，重合闸不成功。

(7) 运行人员已发现明显故障现象。

(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) 低频减载装置、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。线路断路器有上述装置动作跳闸,说明系统中发生了事故,必须向上级调度汇报。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。

除上述情况外,线路跳闸,重合闸动作重合不成功,按规程规定或请示总工程师批准可以进行强送电一次。强送电不成功,有条件的可以对线路零起升压。

强送电时应满足断路器的操作循环要求。

第三节 变压器故障及异常运行的处理原则

变压器是电力系统非常重要的设备,它的故障将对供电的可靠性和系统的正常运行带来严重的影响。一般变压器的故障都发生在绕组、铁芯、套管、分接开关、油箱等部件上,漏油、引线接头发热的问题带有普遍性。

一、变压器常见故障及异常运行

变压器常见故障及异常运行有:

- (1) 变压器内部故障。
- (2) 运行声音异常或有爆裂声。
- (3) 外部短路故障造成变压器绕组损坏。
- (4) 绕组开路。
- (5) 变压器主绝缘受潮放电。
- (6) 套管出现裂纹、破损,或闪络、或放电,套管渗油。
- (7) 套管绝缘击穿。
- (8) 套管中性点位移并大量漏油。
- (9) 顶盖和其他部位着火。
- (10) 变压器油色变化剧烈,油内出现碳质。
- (11) 变压器油位低于下限值。
- (12) 变压器呼吸器硅胶变色。
- (13) 变压器严重漏油。
- (14) 变压器引线接头发热。
- (15) 变压器压力释放装置喷油或溢油。
- (16) 变压器压力释放阀接点因绝缘下降造成误动。
- (17) 变压器油面过高,或有油从油枕中溢出。
- (18) 在正常条件下温度不断上升。
- (19) 变压器油向调压油箱渗漏。
- (20) 调压装置机构故障或电动操作失灵。
- (21) 变压器有载调压装置滑挡。
- (22) 变压器有载调压开关自动调挡。
- (23) 分接开关调节时,有载分接开关油箱突然起火,有载分接开关和调压线圈损坏。

- (24) 冷却器故障或全停。
- (25) 潜油泵渗、漏油。
- (26) 潜油泵油流指示不正确。
- (27) 潜油泵转动中有杂音或发热。
- (28) 散热器散热效果降低。
- (29) 测温装置指示不正常或失灵。
- (30) 冷却器温控回路不能自投。
- (31) 油泵、风扇热耦频繁动作。
- (32) 备用电源开关自投不成功。
- (33) 冷却器动力电源电缆烧断。
- (34) 二次回路及控制设备故障。
- (35) 电气预防性试验部分项目数据不合格。
- (36) 油化验数据不合格。
- (37) 变压器爆炸。

二、变压器事故跳闸的处理原则

变压器事故跳闸的处理原则有：

- (1) 变压器的断路器跳闸时，应首先根据继电保护的動作情况和跳闸时的外部现象，判明故障原因后再进行处理。
- (2) 检查相关设备有无过负荷现象。若本站为两台（两组）主变压器，则在一台（一组）变压器事故跳闸后，应严格监视另一台（组）变压器的负荷。
- (3) 若主保护（瓦斯保护、差动保护等）动作，在未查明原因消除故障前不得送电。
- (4) 如只是过流保护（或低压过流保护）动作，在检查主变压器无问题后可以送电。
- (5) 装有重合闸的变压器，若跳闸后重合闸不成功，则应检查设备后再考虑送电。
- (6) 有备用变压器或备用电源自动投入的变电站，当运行变压器跳闸时应先考虑投入备用变压器或备用电源，然后再检查跳闸的变压器。
- (7) 若无备用变压器，当运行变压器跳闸时，则应尽快转移负荷、改变运行方式，同时查明故障是何种保护动作。在检查变压器跳闸原因时，应查明变压器有无明显的异常现象，有无外部短路、线路故障、过负荷，有无明显的火光、怪声、喷油等现象。如确实证明变压器各侧断路器跳闸不是由于内部故障引起，而是由于过负荷、外部短路或保护装置二次回路误动造成的，则可申请试送一次。
- (8) 如因线路故障，保护越级动作引起变压器跳闸，则在故障线路断路器断开后，可立即恢复变压器运行。
- (9) 变压器跳闸后应首先确保站用电的供电。
- (10) 变压器主保护动作，在未查明故障原因时，值班员不要复归保护屏信号，以便专业人员进一步分析和检查。
- (11) 变压器遇有以下情况时，应立即将变压器停运，若有备用变压器，应尽可能将备用变压器投入运行：
 - 1) 变压器内部声响异常或声响明显增大，并伴有爆裂声。
 - 2) 在正常负荷和冷却条件下，变压器温度不正常并不断上升超过允许运行值。

- 3) 压力释放装置动作(同时伴有其他保护动作)。
- 4) 严重漏油使油面降低,并低于油位计的指示限度。
- 5) 油色变化过大,油内出现大量杂质等。
- 6) 套管有严重的破损和放电现象。
- 7) 冷却系统故障,断水、断电、断油的时间超过了变压器的允许时间。
- 8) 变压器冒烟、着火、喷油。
- 9) 变压器已出现故障,而保护装置拒动或动作不明确。
- 10) 变压器附近着火、爆炸,对变压器构成严重威胁。

三、变压器的异常运行及处理原则

变压器发生异常情况时,值班人员应立即向班长、所长及调度汇报,并立即对变压器进行检查,判断故障性质,分别处理。

下面介绍几种异常运行情况的处理方法。

(一) 异常声音的处理

变压器正常运行时,由于硅钢片磁滞伸缩,会发出均匀的“嗡嗡”声。如果有其他异常声响,应根据声响查找故障的原因。

(1) 当变压器内部有很重而且特别沉闷的“嗡嗡”声时,可能是变压器负荷较大或满载、过载运行,铁芯硅钢片振动增加,发出较高、较粗的声响。

(2) 当变压器内部有尖细的“哼哼”声或尖细的“嗡嗡”声时,可能是系统中发生铁磁谐振,也可能是系统中或变压器内部发生了一相断线或单相接地故障。

(3) 当变压器内、外部同时发出特别大的“嗡嗡”声和其他振动杂音时,可能是系统发生了短路故障,变压器通过大量的非周期性电流,铁芯严重饱和,磁通畸变为非正弦波,从而使变压器整个箱体受强大的电动力影响而振动。

(4) 当变压器内部有“吱吱”或“劈啪”声时,可能是内部有放电故障,如铁芯接地不良、分接开关接触不良、引线对油箱壳放电等。当“吱吱”或“劈啪”声发生在变压器外部,可能是瓷套管表面污秽比较严重,或大雾、下雨等天气情况下,瓷质电晕放电发出的声响(夜间可见蓝色火花)。当变压器空载合闸时,有“啪”的一声响声,若声响发生在变压器外部,可能是变压器外壳接地螺栓接触不良,或上下节油箱连接处连接不良,也可能是引线对外壳放电,或瓷套打火引起。

(5) 当变压器内部有“哇哇”声时,可能是由于有电弧等整流设备负荷投入,因高次谐波作用,使变压器瞬间发出“哇哇”声。

(6) 当变压器内部有“叮叮当当”声时,可能是由于铁芯的夹紧螺栓松动,或内部有些零部件松动引起的。

(7) 当变压器内部有“咕嘟咕嘟”似水的沸腾声时,可能是绕组有较严重的故障,或分接开关接触不良而局部严重过热引起,应立即停止变压器的运行,进行检修。

(8) 变压器声响明显增大,内部有爆裂声时,应立即断开变压器各侧断路器,将变压器转检修。

(9) 当响声中夹有爆裂声时,既大又不均匀,可能是变压器的本体绝缘击穿,应立即停止变压器的运行,进行检修。

(10) 响声中夹有连续的、有规律的撞击或摩擦声时,可能是变压器的某些部件因铁芯

振动而造成机械接触。如果是箱壁上的油管或电线处有撞击或摩擦声,可增加距离或增强固定来解决。另外,冷却风扇、油泵的轴承磨损等也会发出机械摩擦的声音,应确定后进行处理。

(二) 油温异常升高的处理

过热对变压器是极其有害的。变压器绝缘损坏大多是由过热引起,温度的升高降低了绝缘材料的耐压能力和机械强度。IEC354《变压器运行负载导则》指出:变压器最热点温度达到 140°C 时,油中就会产生气泡,气泡会降低绝缘或引发闪络,造成变压器损坏。

变压器过热也对变压器的使用寿命影响极大。国际电工委员会(IEC)认为在 $80\sim 140^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内,温度每增加 6°C ,变压器绝缘有效使用寿命的降速会增加一倍,这就是变压器运行的 6°C 法则。《中华人民共和国国家标准》电力变压器 GB 1094 中规定:油浸变压器绕组平均温升值是 65°C ,顶部油温升是 55°C ,铁芯和油箱是 80°C 。国际电工委员会(IEC)还规定绕组热点温度任何时候不得超过 140°C ,一般取 130°C 作为设计值。

1. 变压器油温异常升高的原因

(1) 变压器冷却器运行不正常。

(2) 变压器运行电压过高。

(3) 潜油泵故障或检修后电源的相序接反。

(4) 散热器阀门没有打开。

(5) 变压器长期过负荷。

(6) 变压器内部有故障。

(7) 温度计损坏。

(8) 冷却器全停。

2. 变压器油温异常升高的检查

发现变压器油温异常升高,应对以上可能的原因逐一进行检查,作出准确判断并及时处理:

(1) 检查变压器就地及远方温度计指示是否一致,用手触摸比较各相变压器油温有无明显差别。

(2) 检查变压器是否过负荷。若油温升高是因长期过负荷引起,则应向调度汇报,要求减轻负荷。

(3) 检查冷却设备运行是否正常。若冷却器运行不正常,则应采取相应的措施。

(4) 检查变压器声音是否正常,油温是否正常,有无故障迹象。

(5) 核对测温装置准确度。

(6) 检查变压器室的通风情况。

(7) 检查变压器有关蝶阀开闭位置是否正确。

(8) 检查变压器油位是否正常。

(9) 检查变压器的气体继电器内是否积聚了可燃气体。

(10) 检查系统运行情况,注意系统谐波电流情况。

(11) 进行油色谱试验。

(12) 必要时进行变压器预防性试验。

判断变压器油温升高,应以现场指示、远方打印和模拟量告警为依据,并根据温度一负

荷曲线进行分析。若仅有告警，而打印和现场指示均正常，则可能是误发信号或测温装置本身有误。

3. 变压器油温异常升高的处理

(1) 若温度升高的原因是由于冷却系统的故障，且在运行中无法修复，应将变压器停运并检修；若不能立即停运检修，则应按现场规程规定调整变压器的负载至允许运行温度的相应容量，并尽快安排处理；若冷却装置未完全投入或有故障，应立即处理，排除故障；若故障不能立即排除，则必须降低变压器运行负荷，按相应冷却装置冷却性能与负荷的对值运行。

如果冷却系统因故障已全部退出工作，则应倒换备用变压器，将故障变压器退出运行。

(2) 如果温度比平时同样负荷和冷却温度下高出 10°C 以上，或变压器负荷、冷却条件不变，而温度不断升高，温度表计又无问题，则认为变压器已发生内部故障（铁芯烧损、绕组匝间短路等），应投入备用变压器，停止故障变压器运行，联系检修人员进行处理。

(3) 若经检查分析是变压器内部故障引起的温度异常，则立即停运变压器，尽快安排处理。

(4) 若运行仪表指示变压器已过负荷，单相变压器组三相各温度计指示基本一致（可能有几摄氏度的偏差），变压器及冷却装置无故障迹象，则温度升高由过负荷引起，应按过负荷处理。若由变压器过负荷运行引起，在顶层油温超过 75°C 时，应立即降低负荷。

(5) 若散热器阀门没有打开，应设法将阀门打开。一般变压器散热器阀门没有打开，在变压器送电带上负荷后温度上升很快，若本站有两台变压器，那么通过对两台变压器的温度进行比较就能判断出。

(6) 若是潜油泵电源的相序接反了，可从油流指示器上进行判断，应立即启动备用冷却器，将潜油泵电源的相序进行调换，并用相序表进行检查。

(7) 若远方测温装置发出温度告警信号，且指示温度值很高，而现场温度计指示并不高，变压器又没有其他故障现象，可能是远方测温回路故障误告警，这类故障可在适当的时候予以排除。

(8) 如果三相变压器组中某一相油温升高，明显高于该相在过去同一负荷、同样冷却条件下的运行油温，而冷却装置、温度计均正常，则过热可能是由变压器内部的某种故障引起，应通知专业人员立即取油样作色谱分析，进一步查明故障。若色谱分析表明变压器存在内部故障，或变压器在负荷及冷却条件不变的情况下，油温不断上升，则应按现场规程规定将变压器退出运行。

4. 变压器长时间在极限温度下运行的危害

一般变压器的主要绝缘是 A 级绝缘，在长时间高温情况下运行，对变压器危害最大的是变压器绝缘材料老化、绝缘性能被破坏及绝缘油老化（氧化），油色变深、浑浊，黏度、酸度增加，绝缘性能变坏，出现破坏绝缘和腐蚀金属的低分子酸和沉淀物，影响使用寿命。

(三) 油位异常的处理

变压器的油位是与油温相对应的，生产厂家应提供油位—温度曲线。当油位和温度不符合油位—温度曲线时，则油位异常。大型变压器一般采用带有隔膜或胶囊的油枕，用指针式油位计反映油位。

引起油位异常的主要原因有：