

农村电网配电设备操作技能丛书

怎样 维修电气设备

陈家斌 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

农村电网配电设备操作技能丛书

怎样 维修电气设备

陈家斌 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本套书共4册,本册书主要介绍10kV及以下的供用电设备,共分7章,分别为:配电变压器、高压电器、电力架空线路、电力电缆线路、照明线路及灯具、异步电动机、低压电器等设备的维修。

本书立足于岗位应知应会,适应广大城乡工矿企事业电工参考,也可作为电工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

怎样维修电气设备/陈家斌编. - 北京:中国电力出版社,2005

(农村电网配电设备操作技能丛书)

ISBN 7-5083-3163-X

I. 怎… II. 陈… III. 农村配电-电气设备-维修 IV. TM727.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 015468 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>)

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2005年7月第一版 2005年7月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 9.25印张 258千字

印数 0001—3000册 定价 18.00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)

《农村电网配电设备操作技能丛书》

编 写 人 员

主 编：陈家斌

副 主 编：王德华 罗 召 夏 萍 高 建

编写人员：雷 明 郑金科 李拥军 刘竞赛

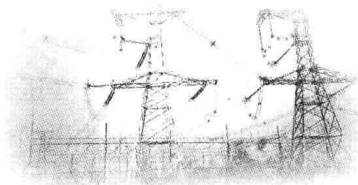
崔军朝 马 雁 牛新平 王云浩

季 宏 郭宝明 殷竣河 景 胜

葛秦岭 朱秀文 李强有 张露江

刘 辉 李 琦 孟建峰 郭 琦

沈 磊 段志勇 孟凡中 吴 建



前言

随着时代的变迁,社会的进步,电力工业也得到了飞速的发展,各种电气设备随着科技创新而日益增多,从电网到用户的设备不断得到了更新换代,电力职工专业技术水平也必须跟上时代的发展,才能保证电网的安全运行,可靠供电。为满足广大青年职工岗位技能的需要,我们组织电力系统一线专家编写了一套《农村电网配电设备操作技能丛书》供参考。这套丛书的出版必将对广大电力青年职工提高岗位技能起到积极的促进作用。

这套书共分4册,分别为:《怎样安装电气设备》、《怎样处理电气设备运行中的异常》、《怎样查找电气设备故障》、《怎样维修电气设备》。

这套书的特点:一是涵盖面较宽,较为系统全面,对10kV及以下供用电设备的安装、维修、故障查找、运行中的异常处理等内容进行了介绍;二是内容简明扼要,通俗易懂,简便实用,易于操作,全套书贯穿着电工岗位应知应会技能知识,便于自学;三是实用性强,以实际应用为出发点和归宿的原则,注重实践性和可操作性,尤其是对广大的青年职工起到“一学就会,拿来就用,立竿见影”的效果,职工阅读学习这套书就能很快胜任本职工作;四是本套书以现行国家技术标准、规范进行的组稿。

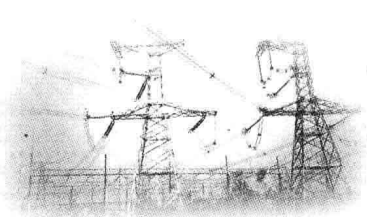
本套书在编写过程中得到了电力系统的一些专家、学者和厂家的大力支持,给予提供一些技术资料和实践工作经验,在这里表示真诚的感谢。

本书为《怎样维修电气设备》，主要介绍了配电变压器、高压电器、低压电器、电力线路、电气照明装置、异步电动机等设备的维护、修理、试验，由于电气设备种类繁多，能使广大电工的岗位技能在本书指导下有所提高，我们也就感到欣慰了。

由于编者水平和接触面有限，书中定有不妥之处，恳请读者、专家给予指正。

编 者

2005 年 1 月



目 录

前言

第一章 配电变压器的维修 1

第一节	变压器运行维护	1
第二节	变压器检修前的准备工作及检修项目	3
第三节	变压器检修工艺和质量要求	10
第四节	变压器绕组更换	22
第五节	变压器修理试验	33
第六节	变压器渗漏油修理	37

第二章 高压电器维修 52

第一节	SF ₆ 断路器的运行维护	52
第二节	LW-10 型 SF ₆ 断路器的检修	55
第三节	真空断路器的运行维护	70
第四节	ZN28-10 型系列真空断路器的检修	74
第五节	隔离开关的检修	85
第六节	避雷器的检修	92
第七节	电力并联电容器的检修	100

第三章 电力架空线路维修 107

第一节	电力架空线路的运行维护	107
第二节	电力线路检修项目及周期	113
第三节	电力线路检修的准备工作	116

第四节	导线的检修	119
第五节	杆塔的检修	127
第六节	杆塔的更换	132
第七节	拉线、横担、绝缘子的更换	135
第八节	接地装置检修	138

第四章 电力电缆线路维修 142

第一节	电缆线路的运行维护	142
第二节	电力电缆故障修理	153

第五章 照明线路及灯具的维修 160

第一节	照明装置的运行维护	160
第二节	照明灯具的故障检修	166
第三节	照明电路、开关故障的检修	176

第六章 异步电动机的维修 180

第一节	电动机运行维护	180
第二节	电动机修理程序及项目	190
第三节	中小型三相异步电动机的拆卸和组装	192
第四节	三相异步电动机定子绕组检修	199
第五节	电动机转子故障的修理	210
第六节	交流电动机铁心修理	220
第七节	电动机转轴的修理	225
第八节	异步电动机的浸漆和烘干	233
第九节	单相电动机的修理	236
第十节	异步电动机检修后的试验	245

第七章 低压电器的维修 251

第一节	交流接触器的检修	251
第二节	自动空气开关的检修	264

第三节	刀开关的检修	268
第四节	电流继电器、中间继电器的修理	269
第五节	低压电器的试验	279

第一章

配电变压器的维修

第一节 变压器运行维护

一、日常巡视检查

值班人员应按规定的分工及周期对变压器及其附属设备全面进行检查维护,一般巡视项目如下:

(1) 声响、油位、温度是否正常。

(2) 气体继电器是否充满油,变压器外壳是否清洁渗漏,防爆管是否完整无裂纹。

(3) 套管是否清洁无裂纹、无打火放电现象,引线接头是否良好,有无发热现象(晚上进行熄灯检查一次)。

(4) 冷却系统是否正常,有载调压装置的运行是否正常,分接开关的位置是否符合运行电压的要求。

(5) 变压器的主附设备的外壳接地是否良好。

二、变压器的特殊巡视检查

天气突然发生变化时(如大风、大雨、大雪及气温骤冷骤热等),值班人员应对变压器及其附属设备进行重点检查,其项目如下:

(1) 过负荷时,检查油温和油位是否正常,各引线接头是否良好,示温蜡片有无融化,冷却系统是否正常。

(2) 变压器故障跳闸后,应检查变压器系统有无爆裂、断脱、移位、变形、焦味、烧伤、闪络、烟火及喷油等现象。

(3) 大风天气时,检查引线摆动情况及变压器上是否挂有杂物。

(4) 雷雨天气时, 检查套管是否放电闪络, 避雷器的放电记数器是否动作。

(5) 下雾天气时, 检查套管有无放电及电晕现象, 并应重点监视污秽瓷质部分有无异常。

(6) 下雪天气时, 应检查变压器引线接头部分, 是否有落雪立即融化或蒸发冒气现象, 导电部分应无冰柱。

三、新安装或大修后的变压器投入运行后的特巡

(1) 声响应正常, 应为平常的嗡嗡声。

(2) 油位变化应正常。

(3) 温度应正常, 各散热器阀门应全部打开。

(4) 油温变化应正常, 变压器带负荷后, 油温应缓缓上升。

(5) 检查导线接头有无发热现象。

(6) 检查套管有无放电打火现象。

(7) 各部位应无渗漏油。

(8) 冷却装置应运行良好。

(9) 外壳接地应良好。

(10) 有载调压装置应良好。

四、调压分接开关的维护

1. 各种型式的有载调压分接开关运行中的维护

(1) 快速机构放置在顶部的有载分接开关, 必须注意顶部法兰的放气, 以保证快速机构浸没在油内。

(2) 切换开关投入运行半年到一年之间(或切换 1000 次左右)应检查一次, 以后可酌情定期复查; 切换开关中的变压器油在多次切换后, 油色转黑, 耐压值降低到 20kV 时, 必须更换; 切换开关在每次切换中将产生少量气体, 在正常运行中, 气体的积聚量在一定时间内是有规律的, 主要监视气体骤然增加等反常现象。

(3) 操作机构的各种电器元件, 特别是极限开关, 应定期检查其动作是否正常。

2. 各种型式的无激磁调压分接开关在运行中的维护

对于带有电动或手动侧面操作机构的分接开关, 安装时要先左右转动, 使接触环自动调节, 以保证接触位置正确。检查传动机构

部分齿轮盒的润滑情况是否良好；紧固件是否拧紧；各种电气元件的触点是否接触良好；连接线有无损坏。经常处于某几个位置运行的分接开关，每年最少要正反向各转动 5 周，以便消除触头上的氧化膜及油污，以保证接触良好，转动正常。

五、对冷却装置的检查维护

(1) 风扇装置投入运行前，应对风扇叶片进行平衡校正，转向正常；电动机绕组和线路对地的绝缘电阻不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ （在检修变压器时检查）；注意防止风扇电动机两相运行。

(2) 运行中的潜油泵的检查项目包括：

1) 油循环系统中潜油泵应按变压器的正常巡视周期进行巡视检查。

2) 新安装的潜油泵在第一个星期内每天检查 1~2 次，观察有无油流中断、流量过少、电动机温升过高或者噪声大等不正常现象；在运行最初几天可能有杂物堵塞油路，应检查一次过滤器。

3) 轴承在正常情况下，寿命为 5000h，如发现声音异常和轴体温度偏高时，应加强监视，必要时更换轴承并进行调整。

4) 电源电压偏离额定电压 5% 或一相断电时，应停机检查。

5) 发现绝缘电阻过低（不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ）时，电流过大或泵流量减少等情况时，均应停机检查。

6) 清洗尾端滤网时，应停止运转，并关闭油泵前后蝶阀，取出滤网刷净后，再用变压器油洗毕回装；高寒地区气温过低时，应将停用的油泵和冷却器的油排出，以免冻坏。

第二节 变压器检修前的准备 工作及检修项目

电力系统通过数量众多的配电变压器供给各类用户电能。这里主要介绍电压在 10kV 三相油浸自冷式电力变压器的检修。

根据配电变压器检修的工作性质，可以分为大修、故障检修。

一、配电变压器大修

大修是比较彻底的检修，属于恢复性检修。在正常运行条件

下，一般配电变压器每隔 5~10 年应安排一次大修。

(一) 大修的准备工作

1. 变压器检修前的准备

尽管有关规程规定了变压器大、小修的项目，但是检修工作应有所侧重点，消除变压器的缺陷，保证安全运行是大、小修的重点。因此，大、小修必须了解变压器的运行状况及缺陷。

(1) 检查运行日志，了解变压器的历史情况，根据日志所反映的异常情况与缺陷登记，以便分析故障或隐患可能发生的部位。

(2) 检修前对变压器进行外观检查，特别是事故后的外观检查，通过看（观察）、闻、听，模拟判断变压器是否存在异常现象，以判断故障的性质和严重程度。

(3) 根据仪表检测变压器的绝缘电阻和油温、预防性试验和色谱分析记录，通过对比分析，最后确定检修内容、重点和项目。

2. 备品备件的准备

(1) 收集变压器的缺陷项目，了解所修变压器在这一个大修间隔内的运行情况，记录缺陷内容，以便有针对性地进行检查和修理。必要时还要安排干燥、更换分接开关或油一类的特殊检修项目。

(2) 检修场地及工具的准备：吊芯场地周围环境要整洁，无雨水侵袭的可能，露天吊芯要搭临时工棚。吊出器身必须有起重工具。要事先准备好盛油的容器及其放置场地。同时还要准备好真空滤油机、过滤纸、烘箱、低压电源等滤油设备。

检修前必须详细检查变压器所需的各种备品备件，如变压器各部件所需的密封胶垫，对密封胶垫的尺寸应一一核对，还要对它们的性能（如耐油性）进行鉴定。检修变压器所更换的部件及对新部件进行检查和鉴定。

3. 各种工具及试验设备的准备

包括现场消防设备，各种工具及真空滤油机、吊芯用的起重设备、高压试验设备等。

(1) 检修劳动力配备：根据工作量大小、工期长短，要相应组织安排好检修力量，尤其是一些特殊工种（如电、气焊工）应考虑

周到。在检修前，要组织有关人员讨论研究检修项目、安全技术措施、质量标准要求等。认真编制检修作业指导书，并严格按作业指导书进行工作。

(2) 检修用材料准备：检修中需用的设备和材料都要预先列出清单，交有关供应部门备好待用。领用时，必须核对数量、质量和规格是否符合要求等。对配电变压器检修一般有条件的均备好新油，以便根据需要换油或补充部分油。

4. 吊芯前必须有严密的组织措施的技术措施

变压器铁心在空气中暴露的时间有限，因此事先应做好充分的准备，有条不紊地工作。

5. 检查起重设备

核实起吊设备，起吊重量，详细检查起吊所用工具、绳索吊链、挂钩等用具，必要时做承载试验。

(二) 大修项目

(1) 检查和清洗外壳，解体检修变压器附件。

(2) 吊出器身，检查器身、铁心、线圈及其压紧装置，垫块、引线各部分螺丝、焊口、各处油道及接线板，分接开关等，消除发现的问题。

(3) 油箱油压检漏和焊漏。

(4) 当线圈绝缘电阻偏低时，应安排器身干燥。

(5) 组装变压器：器身吊入油箱，密封，复装附件，注油。

(6) 按规定进行各项试验。

(7) 刷漆。

(三) 变压器的器身和部件检修内容

1. 吊出器身（或吊罩）

当变压器绝缘电阻较高，吊芯时应尽量缩短器身在空气中暴露的时间，减少受潮。进行器身的检查与检修工作时，一天干不完时应将器身及时送进烘房存放或浸在油中（或罩上大罩）。如遇雨、雪、雾、湿度很大的天气，器身易受潮，不宜进行吊芯。当变压器绝缘电阻较低或检修周期较长，造成绝缘电阻下降的，吊芯检查后应进行器身干燥。

2. 检查线圈

变压器器身吊出（或把大罩吊开）以后，只能看到高压线圈，检查的步骤和内容如下：

（1）各组线圈排列整齐，间隙均匀，压紧螺丝不松动，紧固适当。

（2）线圈表面无油泥，油路畅通无阻。

（3）检查线圈是否有因受电力而造成位移或变形，线圈的绝缘垫块是否有松动脱落。发现线圈有局部变形时要设法消除，脱落的垫块要重新补齐、垫好。绝缘有机械损伤的地方，要重新修理。

（4）线圈绝缘应完整，表面无变色、脱落，或击穿缺陷。观察判断绝缘老化情况，确定绝缘等级。对三级、四级绝缘应考虑再生。

（5）引线焊接及绝缘包扎紧固无破裂情况，固定支架牢固无松脱。绝缘距离符合标准，各接触及焊接部分牢固无开焊现象。当引线间的磷铜焊接部分有发黑现象时应仔细检查，必要时重新焊接。

3. 无载分接开关的检查修理

无载分接开关的触点由于长期运行，可能有油泥脏污，触头压力降低等现象，常使导电部分接触不良，致使局部发热，情况严重时，会导致变压器故障，甚至烧毁。吊芯检修时，对分接开关的检查必须非常仔细。

（1）检查分接开关的全部零件、引线的焊接是否牢靠，绝缘是否良好，接头有无过热现象，金属表面有无变色、烧毛或疤痕，有无油垢沉积等。发现问题要及时处理。

（2）开关动、静触头的压力是否足够，可用手按压，检查开关在各个切换位置都应有良好的接触。

（3）检查分接开关的固定是否牢靠，机械操作是否灵活，操动杆轴销是否牢固可靠。

（4）用直流电桥测量电阻：当外观检查发现分接开关接触不良时，可进一步用直流电桥测量每一个切换位置的接触电阻，一般应满足小于 $500\mu\Omega$ 。如果某一位置不合标准要求必须设法消除。然后依次测量分接开关在各个切换位置时三相线圈的直流电阻，其标准

是各相间电阻误差为 2%，最大不得超过 4%。

完成上述检查和测量，把分接开关置于预先确定的分接位置，同时做好工作记录。

另外也有配电变压器装有有载调压开关。有载调压开关的检修、检查较复杂些，可参考主变压器检修有关内容及参考有载调压开关的检修工艺规程进行。

4. 检查铁心

(1) 从整体外形观察，铁心是否有局部过热和变形现象，铁心接地片是否完好，如发现问题应及时解决。

(2) 检查铁心的夹紧装置有无松动。

(3) 紧固所有穿芯螺栓，并测量其绝缘电阻，应符合规定标准。绝缘电阻不合格时，应重新包扎穿芯螺丝的绝缘。

(4) 铁心与夹件绝缘不合格时，可检查夹件与铁心间的绝缘纸板上有无导电杂质等并及时清理，有时需要更换夹件绝缘纸板。

铁心不论是铁心柱还是铁轭，由于运行年久而逐渐沉积在其表面的油泥污垢，都要清除冲洗干净，因为这些油垢会造成油质劣化或进入线圈而影响变压器的安全运行。

5. 器身干燥

对于绝缘电阻较低的器身，检修后应进烘房干燥，在 90 ~ 95℃ 烘房连续烘烤，每天测量一次各侧绝缘电阻，待绝缘电阻上升，48h 后阻值平稳，可确定干燥结束。准备出烘房装箱。

6. 油箱及箱盖的检修

变压器的油箱和箱盖组成一个密封容器，夹以密封胶垫，用螺丝紧固。在箱盖上安装的有高、低瓷套管、分接开关操作手柄，储油柜等附件，开了很多孔。这些开孔连接的密封材料常使用耐油的橡胶垫在大修中必须全部将这些橡胶垫更换为新胶垫。

在长期运行中，油箱箱盖置于露天大气中，受风吹雨打、日光曝晒，常积满灰尘或锈蚀严重、渗漏等，所以大修时要彻底清除油箱箱盖的锈蚀、脏污油垢，通常可将油箱连同大盖一齐进行清洗，经清洗后的油箱应用清水冲洗干净、风干。油箱壳内的残油放尽后，及时清理箱底的油泥、沉渣等杂物，注油前做油压检漏，烧焊

补漏，重新刷漆。

7. 储油柜的检修

储油柜是一个圆筒形的金属容器，横向用支架固定在箱盖上，通常储油柜的一侧圆形端盖是用螺丝连接的。检修时拧下螺母即可拆掉端盖，用清洁的变压器油彻底清洗。如果内部生锈就应除锈刷绝缘漆，同时还要检查油箱连管的焊接，连管应伸入储油柜内25mm以上，以免运行中储油柜中的水流到器身上，储油柜的一个端面，装有玻璃油位计，供运行观察油位的变化。油位计的检修，主要是擦拭玻璃管，使其透明清晰，必要时拆开检查修理。

在油位计指示油位的储油柜端面上，画有 -30 、 $+20$ 、 $+40^{\circ}\text{C}$ 三条温度线，在检修储油柜时，经过除锈刷漆应重新画好。

8. 吸湿器的检修

吸湿器也叫呼吸器。检修吸湿器时，主要是更换失效的硅胶，同时清理玻璃管，使其透明、清晰可见内部吸湿剂。底罩内油封用变压器油也要更换好油。

9. 瓷套管的检修

变压器各侧不同电压的线圈引线的引出，通常使用不同电压等级的瓷套管。大修时，从箱盖上拆下来修理，内容大致如下：

(1) 检查瓷裙等瓷体应无裂纹、损伤、放电痕迹，与箱体结合密封良好。

(2) 导电铜棒无过热变色现象，外接引线处的螺纹丝扣应良好。

(3) 处理检查出来的缺陷，清洗并擦拭干净。

(4) 更换密封胶垫。

(四) 装箱和封盖

待器身检查完毕或干燥结束，油箱及各附件检修完毕后，可进行装箱工作，组装步骤大致如下：

(1) 器身各部检修后，要认真清理擦拭，清除一切杂物，全面进行检查。

(2) 测量油箱内部高度，调整吊芯螺杆长度，确保器身的正确位置。如果吊芯螺杆较长时，会使箱盖沿影响密封，甚至使箱盖变形，如吊芯螺杆短时器身未在箱底落实，运输中会损坏引线甚至线