变压器的故障与事故处理

变压器故障主要发生在绕组、铁芯、套管、分接开关和油箱等部位，最常发生的故障是绕组故障。其中，以绝缘老化和层间绝缘损坏最为多见，其次是套管，分接开关失灵，绝缘油劣化，铁芯和其他零部件的故障较少。

1. 绝缘老化

变压器绕组一般是A级绝缘。在正常负荷下，其绝缘材料可以使用20年以上。如果超负荷运行，其绝缘将加速老化。绝缘老化后绝缘材料会变黑，并失去原有弹性而变得焦脆。在这种情况下，只要绕组稍微受到振动或略受摩擦绝缘即可能完全损坏，导致匝间短路或层间短路。绝缘老化后绝缘性能也明显下降，遇过电压时容易击穿。

为了防止和减缓绝缘老化，必须严格控制和掌握变压器的负荷，严格控制上层油温和温升。

1. 绝缘油劣化

变压器内的绝缘油在正常情况时，它有很好的电气绝缘性能和合适的黏度。它能增加绕组层间、相间、绕组与铁芯之间以及绕组与油箱外壳之间的绝缘强度；同时，还能够充满变压器内的所有空隙，排除空气，避免各部件与空气接触受潮而降低绝缘性能。

变压器内的绝缘油还可以通过其循环，把变压器损耗转换的热量散发到油箱外的空气中，从而使变压器的绕组和铁芯得到冷却。

绝缘油有良好的消弧性能，能防止油箱内事故电弧的扩大。

由于绝缘油排除了油箱内的空气，除了有利于绝缘保持原有化学性能和物理性能外，还利于金属的防腐。

运行中的变压器变压器油，有可能与空气接触，并逐渐吸收空气中的水分，降低其绝缘性能。绝缘油内只要含有/10000的水分，其绝缘性能就会降低为干燥时的1/8。就是说，绝缘油受潮后容易造成击穿和闪烙，甚至造成事故。

变压器油可吸收和溶解大量气体。由于油经常在较高的温度下运行，与空气中的氧接触，易生成各种氧化物。这些氧化物带有酸性，容易使铜、铝、铁和绝缘材料腐蚀，并增加油的介质损耗。经验表明，油在60～70℃时即开始氧化，但很少发生变质，但温度达到120℃时，氧化就激烈进行，变质加剧。

由于绝缘油劣化是变压器故障的主要原因之一，在运行中应加强对油的管理，注意以下几点：

1. 按期取样做简化试验，不合格者及时进行处理。
2. 监视变压器的上层油温。上层油温不得超过95℃，一般情况下不宜长时间超过85℃。干式变压器的绕组、铁心最高温度不得超过155℃，最高温升100K。 干式变压器正常运行温度不超过110℃，温控器设置掉闸温度为150℃。

温控系统通过温控箱和安装在低压绕组中的PTC测温元件，实现对变压器的温度检测与控制。自冷式变压主配置温控箱，变压器绕组温度超过安全值，温控箱会发出信号。强迫风冷配置温控箱 应能停启冷却风机，并发出超温报警信号和超温跳闸信号。  
在超负荷运行中应密切注意变化，切忌因温升过高而损坏绝缘，无法恢复运行。   
干式变压器的定期试验周期一般3～5年。

1. 减少绝缘油与空气的接触，防止水分渗入。
2. 对运行中电压35KV以上，容量1000KVA及以上的油浸变压器，每年至少进行一次溶解于绝缘油里的气体的气相色谱分析试验。

油质分析：

1）外观 透明无悬浮和机械杂质δδδ

2）水溶性酸PH值 ≥5.4

3）酸值 mgKOH/g ≤0.03

4) 闪点（闭口）℃ ≥140

5）水分 mg/L ≤20

6）击穿电压KV ≥40 运行变压器 ≤35

7）tgδ(90℃)% ≤1

8)体积电阻率（90℃）Ω.m ≥6×10. 10

1. 过电压引起的故障

过电压分两类：外过电压和内过电压。外过电压是由雷击引起，内过电压是由于电力系统中的参数发生变化时，电磁能的振荡和积聚引起。这两类过电压引起的损坏事故大多是绕组的主绝缘击穿。

对于在高压侧装有避雷器的配电变压器，雷击高压线路时，避雷器会流过大的电流，并在接地装置上产生电压降，此电压降将同时作用在低压绕组上，低压绕组将流过电流，并在高压绕组感应出一高压电动势。这种高压侧受雷击，避雷器放电，作用于低压侧的高电位，通过电磁感应又变换到高压侧的过程称为反变换。

为防止这种过电压，可在低压侧每相上装一只避雷器或装压敏电阻保护。当高压侧避雷器放电，接地装置上的电压升高到一定数值时，低压避雷器就放电，可以降低反变换电压。

当低压侧装有避雷器或压敏电阻保护后，不但保证了在高压下的分流作用，还能在雷击低压线路时，保护低压绕组，并防止低压侧过电压经过电磁变换，击穿高压侧绕组的绝缘。

这些年在系统操作内引起的过电压事故虽然不多，但对绝缘老化，性能不良所变压器，则可能在系统操作中，由于弧光接地、弧光短路，线路断线，负荷剧变等情况而发生事故。

1. 套管及引线故障

套管损坏主要是由于检修维护不当或不及时引起。为了避免套管损坏，应加强套管的预防性试验及清扫工作。

1. 引线连接处焊接不牢或连接头螺栓未拧紧，都能引起局部发热，使连接处熔损，造成断线。
2. 引线对油箱或金属支架距离不够，可能引起短路事故。有时虽然距离够了，但因固定不牢，短路或过载的剧烈摆动或摩擦，也可能引起短路。此外，由于漏油，使内部引线处于空气中，可能导致内部放电闪烙。

（3）高压套管主要形式是油纸电容套管。其常见故障多以放电性故障为主，尤其是低能量火花放电，多发生在气隙处或悬浮带电体空间内。引起套管故障的主要原因是制造质量缺陷和运行维护不当。

（4）运行维护不当：由于检修工艺不良，真空注油不完善，或者漏油等造成密封不严，致使潮气入侵而使绝缘受潮。在现场预防性试验时拆接引线不当，造成高温过热，或者造成未屏引线断线、接触不良引起放电性故障。此外，变压器多次出口短路和单相接地引起过电压，以及雷击或操作过电压引起套管内部游离放电，或者表面脏污引起外部闪络等也是造成套管故障甚至事故的原因之一。

1. 磁路故障
2. 穿心螺杆或螺丝碰接铁芯。其间发生短路时将有很大电流通过，造成局部过热，有时甚至会使铁芯、夹板熔化引起绝缘着火，这种事故通常是由于穿心螺丝上的绝缘垫被压坏或穿心螺杆的包扎绝缘不符合要求，有可能是平板与铁芯之间的绝缘板太薄或有裂纹造成。
3. 硅钢片间的绝缘损坏。为了减少铁芯的涡流损失，铁芯硅钢片的片间有涂漆绝缘。如果绝缘破损或绝缘老化，片间的绝缘性能降低，涡流增加，将导致局部过热甚至熔化。同时还会使绕组温升剧增而加速绝缘老化速度。
4. 铁芯未接地或接地不良。铁芯如无良好接地，则在绕组的感应作用下会产生一定电压，并可能在接地的油箱之间产生放电，这种放电使油炭化、变质、劣化。
5. 分接开关故障。无载分接开关可能发生下列故障：
6. 开关触头接触不良而烧伤。触头弹簧压力不足，滚轮压力不均使有效面积减少，渡银层磨损，接触处存在油污等，导致接触不良。
7. 开关的连接线连接不好，遇大电流或短路电流时，导致烧伤或脱焊。
8. 开关的编号错误，使副边三相电压不平衡，并在三角形接法的绕组内产生环流，造成变压器过热。
9. 开关的相间距离不够，过电压时可能产生相间短路。

有载分接开关可能发生下列故障：

1. 其限流阻抗在切换过程中烧断。如断口处电弧不能熄灭将使故障扩大。
2. 开关由于密封不严而进水，可造成相间闪络或短路。
3. 开关滚轮被卡住，使触头停在过渡位置而损坏。
4. 开关的附加油箱缺油，不能有效地熄灭电弧而损坏。

变压器的事故处理

一、变压器内部异常声响

变压器发出异常声响可能有以下原因：

1. 严重过负荷，会使变压器内部发出沉重的〝嗡嗡〞声。
2. 由于内部接触不良或有击穿，发生放电，会使变压器内部发出〝吱吱〞声。
3. 由于变压器顶盖连接螺栓或个别零部件松动，变压器铁芯未夹紧，造成硅钢片振动，会发出强烈噪声。铁芯两侧硅钢片未被夹紧，也会发出异常声音。
4. 电网中有接地或短路故障时，绕组中流过很大电流，也会发出强烈的噪声。
5. 变压器有大型动力设备起动或能产生谐波电流的设备运行时，可能导致变压器发出〝哇哇〞声。
6. 由于铁磁谐振，变压器发出忽粗忽细的异常声音。
7. 变压器原边电压过高或不平衡都会发出异常声音。
8. 由于过电压，绕组或引出线对外壳放电，或铁芯接地线断，致使铁芯对外壳放电，均使变压器发出放电声响。

当变压器发出异常声响时，应判断其可能的原因，变压器内部有击穿或零部件松动，应停电处理。

二、变压器保护动作

气体保护是变压器的主保护。

当气体保护发出信号时，应对继电器气体和变压器进行检查，并严密监视运行情况。包括电流、电压的检查，温升、声音的查检，油位、油色的检查。气体继电器动作的原因可能是：

* 1. 加油或滤油时，空气带入油箱内部，随着温度上升，空气逐渐析出聚焦于气体继电器上部，使之发信号或动作。
  2. 温度下降或漏油，使油面下降，引起气体继电器发信号或动作。
  3. 变压器内部不十分严重的故障，产生少量气体，使气体继电器发信号或动作。

气体继电器动作后，经检查仍有怀疑的，应收集存积在气体继电器的气体，进行分析。如果气体无色无臭，而且不能燃烧，说明是空气进入变压器内造成继电器报警和动作。如果气体是可燃的，则说明变压器有故障，应停电处理。

一般黄色不易燃的气体，说明变压器内部有木质绝缘的过热分解。灰白色带有强烈气味的可燃气体，说明纸或纸板等绝缘材料有故障。黑色或深灰色有焦臭味的易燃气体，说明变压器内有闪络，以致绝缘油过热分解。气体颜色的鉴定必须尽快进行，以避免有色物质沉淀后颜色消失。

油色谱分析：

氢（H2） 注意值 ＜150 新油 ＜10

一氧化碳（CO）

二氧化碳（CO2）

甲烷（CH4）

乙烷（C2H6）

乙烯（C2H4）

乙炔（C2H2） 注意值 ＜5 新油 0

总烃 (∑炔) 注意值 ＜150 新油 ＜20

气体继电器动作使变压器跳闸的可能是：

1. 变压器内部发生严重故障。
2. 由于漏油，变压器油位迅速下降。
3. 新装和大修后变压器投入运行时，油中空气分离出来太多太快。
4. 保护装置的二次回路有故障。

三、变压器油位过高或过低

正常时，变压器的油位决定于油温的变化。

* 1. 油位固定不变或变化规律与油温不相符合。可能是假油位。假油位一般是油标管堵塞，呼吸器堵塞或气体释放阀堵塞造成。处理假油位，应将气体继电器跳闸回路解除，以防误跳闸。
  2. 变压器油位过高，可能造成溢油。油位过低，可能造成气体继电器误动作，还可能使变压器内部引线或线圈外露，导致内部放电。

油位过高可以适当放油，油位过低时可适当关闭散热器并及时补油。变压器缺油是由于大量漏油引起，应该采取检修和其它补救措施。

四、变压器油枕或气体释放阀（防爆管）喷油

变压器油枕或气体释放阀喷油，表明变压器内部严重故障。喷油使油位迅速降低，可能导致气体继电器动作跳闸。变压器未装气体继电器或保护未动作，则当油位下降至顶盖以下时，变压器内部可能姓放电。

发现油枕或气体释放阀喷油时，应立即停电防止事故进一步扩大。

五、变压器油质变坏或油温突然升高

变压器油如果经常过热和进水，吸收潮气，将使油质变坏，通过取样分析，可以发现油色加深或变黑，油内含有碳粒和水分，酸值增高、闪点降低，绝缘强度降低，这里很容易在绕组与外壳之间发生击穿放电，造成严重事故。此时应对油进行过滤和再生过滤处理。

变压器运行时，油温突然升高是变压器内部过热的表现，铁芯着火，绕组匝间短路，内部螺栓松动，冷却装置故障，变压器严重超负荷，都可能使油温突然升高。负荷过高引起油温升高，可以适当降低负荷，如果是其它原因，应停电检修。

六、变压器着火

变压器内部发生严重故障，又没有及时处理，即可能着火，酿成火灾。变压器着火时，油箱内绝缘油燃烧，变成气体，使油箱爆裂，燃烧的油四处飞溅，可能造成更大的损失。

内部短路，外部短路或严重过负荷，雷击或外界火源移近变压器，均可能导致变压器着火。

以上变压器火灾的措施

* 1. 加强变压器的运行管理，尽量控制上层油温不超过85℃，定期对变压器性能进行检查和试验，定期做油的简化试验。
  2. 小容量变压器高、低压侧应有熔断器等过流保护环节，大容量变压器，应按规定装设气体保护和差动保护。高压用熔断器保护，100KVA以下的变压器，熔丝额定电流按额定电流的2～3倍选择。100KVA以上的变压器，按额定电流的1.5～2倍选择。
  3. 变压器室应为一级耐火建筑，应有良好通风，最高排风温度不宜超过45℃，进风和排风温差不宜超过15℃，室内应有挡油设施和蓄油坑，一室不能安装两台三相变压器。
  4. 经常检查变压器负荷，负荷不得超过规定。
  5. 由架空线引入的变压器，应装设避雷器，雷雨季节前应对防雷装置进行检查。

哪些部位可能发热如何判断？

* 1. 分接开关接触不良

变压器有载（分接开关）接触不良，造成局部高热是比较普遍的问题。分接开头经常切换，产生问题的机会是最多的。

分接开关发热主要是由于接触不良，使接触电阻增大，尤其是分接开关频繁动作和变压器过负荷运行，特别可能发生这种情况。接触不良的原因可能是：

1. 接触点压力不够；
2. 开关接触处有油泥堆积，使动、静触点间有一层油泥膜；
3. 接触面小使接点熔伤；
4. 定位指示与开关的接触位置不对应。

这种故障在大修或切换分接开关后最容易发生，穿越性故障后，也可能烧伤接触面。在运行中，特别要注意轻瓦斯动作的情况，往往这种故障也可从轻瓦斯频繁动作觉察到。取油样分析化验，其明显特征是分接开关高热使油的闪点迅速下降。也可以采用现行的油色谱分析判断。

* 1. 线圈匝间短路

所谓线圈匝间短路就是相邻几个线匝之间的绝缘损坏。几个线匝间形成闭合的短路回路，同时，也使该相线圈减少了匝数，短路环内由交变磁通感应出来的短路电流，将产生高热，并可能导致变压器烧毁。造成匝间短路的原因：

1. 在线圈制造时因敲打、弯头、压紧等工艺过程造成绝缘的机械损伤，或某些毛刺刺伤绝缘而留下隐患。
2. 运行时间过久，绝缘老化严重，变脆脱落，使导线连通短路。
3. 运行中局部高温使绝缘迅速老化（如油道堵塞等）。
4. 穿越性短路时，在电动力的作用下使某些线匝发生轴向或辐向位移将绝缘磨损短路。
5. 变压器油面下降，使线圈露出失去冷却作用。
6. 长期过负荷运行，温度控制不科学，使线匝间温度太高，绝缘很快老化变脆而发生短路。

真正发展成匝间短路，是发生在过电压，过电流之后。较严重的匝间短路在运行中也能发现，因发热厉害，油温上升，而且电源侧的电流有某种程度的增加，轻瓦斯可能动作。短路匝处发高热时油可能象沸腾似的，可以听到异常的声音。

* 1. 铁芯硅钢片间存在短路

铁芯是由相互绝缘的硅钢片叠成。由于外力损伤或绝缘老化等原因使硅钢片漆膜绝缘损坏，会增大涡流，造成局部过热。

穿心螺杆绝缘损坏也是造成环流的原因之一。穿心螺杆一般由绝缘套管使其与硅钢片绝缘。两端还有绝缘垫圈使其与夹件绝缘。可能由于拧紧螺帽时损伤绝缘或因螺杆本身中的涡流发热，使绝缘经常处于高温下老化变脆。如果有几棵螺杆绝缘损坏，就会在螺杆和铁芯间形成短路，使铁芯局部过热而损坏。

若变压器铁芯硅钢片的接地设置不正确（人为多点接地，或因某种原因造成铁芯多点接地）都将造成铁芯多点接地，形成环流，局部过热而导致严重事故。

其它可能导致发热的原因还有：如接头发热（引线和线圈焊接处，引线与套管中导杆的螺母连接处，线圈内部焊头等）压环螺钉绝缘损坏或压环碰接铁芯造成环流，某螺钉或铁件通过漏磁多，涡流大造成过热等。

高热、油劣化，这是上述故障的共同特点，其反映出来的气体继电器动作或油温上升都是共同现象。直接判断是哪个部位故障是比较困难的，只能根据变压器的历史及运行情况，油的色谱分析和化验进行综合分析。根据上述现象，运行检修人员应经常监视变压器油温，听变压器声音，轻瓦斯动作后及时引起注意。

变压器铁芯故障检测

变压器局部过热故障多见于分接开关接触不良、铁芯局部短路和多点接地。对于分接开关故障检查是比较容易的。然而，对于铁芯故障，因涉及结构件多，引起的原因比较复杂，加之外部有线圈遮挡，检查起来也不太容易了，正因为如此，有的变电站在确实找不到故障接地点，予以排除。而且确切地判定故障点是稳定的金属接地的情况下，作为临时措施，往往将工作接地点断开，以故障接地点代替工作接地。

* 1. 不吊罩（芯）检测

1. 铁芯一点外引接地时，不吊罩（芯）检测：用钳型电流表测量外引地线电流，当电流I为零到数十毫安时为正常；如果I＞1A及以上时，则存在两点接地故障。
2. 铁芯和上夹件分别外引接地时检测：先测出上部外引线对地电流I1，在测量下部接地线对地电流I2，然后按表经验判据进行判断。

经验判据之一

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测结果 | I1=I2数安以上 | I2＞I1，且I2数安以上 | I1＞I2 |
| 判 断 | 上铁轭多点接地 | 下铁轭多点接地 | 上夹件碰油箱壳 |

1. 断开工作接地点检测：用1000V兆欧表测量铁芯对箱壳的绝缘电阻，若该电阻值达200MΩ及以上时，则为正常。如果兆欧表指示铁芯与箱壳相通，则改用万用表欧姆档测量铁芯与箱壳之间的电阻，若该电阻值为1～2Ω时，则铁芯有金属性多点接地。如果该电阻值为200～400Ω时，则说明铁芯有高阻接地，必须处理后变压器才能投入运行。
2. 利用空载试验检出铁芯内表面（窗口内）故障：因为铁芯内表面故障功率消耗较大，有时可达数KW，因此，根据单相空载试验，若某一相空载损耗增加约10%，且在试验过程中的几分钟之内，油中故障特征气体明显增加，则该相铁芯内表面有接地故障。但是，单相空载试验对铁芯外表接地故障是不灵敏的。因为该类故障功率消耗不大，最大只有200～300W，所以单相空载试验检测不出来。
   1. 吊罩（芯）检查

变压器吊罩（芯）以后，铁芯有无多点接地的检测顺序和方法如下：

1. 检查正压钉和反压钉是否松动，压钉绝缘垫圈（压钉碗）是否位移脱落或破损；
2. 检查穿心螺栓与夹件之间的绝缘垫圈是否完好，并检测穿心螺栓对铁芯及夹件的绝缘电阻；检查铁芯底部各间隙、槽部有无金属或其它导电性异物；
3. 断开接地片，检测夹件对铁芯的绝缘电阻；
4. 断开压环包与夹件的金属连接，测压包对铁芯及夹件的绝缘电阻。

如果以上检测均正常，则铁芯不存在多点接地故障。

* 1. 检测铁芯有无局部短路

1. 检查铁芯接地片是否完好，有无折叠而搭接在铁芯片上。
2. 采用降压法测铁芯各级叠片间的直流电压，即在夹件与铁芯各级间加12V～24V直流电压，通入5A左右电流，用mV表逐级测量铁芯各级叠片间的直流电压。如果铁芯叠片对称级的电压mV数近似或相等，则属正常；若某一级的mV数值很小或者为零，则该级有局部短路故障。
3. 检测铁芯内外磁路有无局部短路

检测方法：在变压器加上一定的励磁电压时，对单相或三相变压器分别测出铁芯外表面叠片间的电压U1和内表面叠片电压U2；对三相五柱变压器除测定外表面和内表面的电压U1和U2之外，还应测定旁柱窗口内表面叠片的电压U3。

判定：按表的经验判据判断

经验判据之二

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 判断 | 单相变压器 | 三相变压器 | 三相五柱变压器 |
| 内外磁路无短路故障的经验值 | U1=50%匝电压  U2=50%匝电压 | U1≈50%匝电压（1）  U2≈50%匝电压（1） | U1=22.5%匝电压  U2=56%匝电压  U3=45%匝电压 |
| 外磁路短路故障 | U1=0  U2=1匝电压 | U1=0  U2≈1匝电压 | U1=0  U2≈U3≈1匝电压 |
| 内磁路短路故障 | U2=0  U1=1匝电压 | U2=0  U1≈1匝电压 | U1=U3=0  U1≈1匝电压 |

注(1)因受三相磁通的制约，比较复杂,有时U1=57% U2=65%，应用比较困难。

1. 铁芯故障部位的查找和消除
2. 铁芯故障部位的查找：

如果确认铁芯存在多点接地时，可按下列方法查找多点接地故障部位。

1. 断开正常接地片，测夹件对铁芯绝缘电阻，可以判断故障是在上铁轭还是在下铁轭处。
2. 若判定故障不在下铁轭时，则可在上夹件与铁轭之间加12V～24V直流电压，然后用mV表逐级测定每级叠片对夹件mV值，当某一级的读数为0mV时，则该级为接地故障点。
3. 测量外引接地点的开路电压U0确定故障接地部位。即在变压器三相励磁时，则可按如下经验判据判断：
4. U0≈28%匝电压（三相五柱时，U0≈22.5%匝电压）时，故障接地点一般在高压侧；
5. U0≈14%匝电压（三相五柱时，U0≈11%匝电压）时，故障接地点一般在下铁轭底部中央部位。
6. 不稳定接地点的查找和消除

铁芯不稳定接地点以铁芯底部多见，一般是金属或导电异物所引起，由于大型变压器吊罩后，一般无法吊芯检查，且故障点有时在低压线圈最内层的铁芯底部，往往很难找到故障部位。因此，可用铁丝对铁芯底部进行清扫或进行油中冲洗和氮气冲吹。若故障还不能消除，则可采用“脉冲放电的原理”，利用大电容储能充电，然后再向故障铁芯突然放电的方法，借助瞬间强大的冲击放电电流通过故障点，产生电动力将不稳定的接地故障点消除。实践证明这一方法是比较有效的。

1. 高阻接地点的查找和消除

当铁芯存在200～400Ω高阻接地点时，可按下述步骤消除。

1. 在铁芯与箱壳之间施加110V单相工频电压，其电源要求5KVA，引线需承受30A电流。在其回路上装一隔离开关和30A熔丝，电源地端接箱壳。合上电源，若熔丝不会熔断，则再在铁芯与箱壳之间施加220V电压。
2. 施加220V电压时，最好用隔离变压器，将电源与加压输出相隔离。这样，即使220V电源有接地也无碍。同时在220V回路上串接一隔离开关和60A熔丝，合上电源，仔细监听变压器内有无放电声，并察看能否看到的故障点部位。
3. 然后用欧姆表测量铁芯与箱壳之间的电阻，如果该阻值增大至1000Ω，再利用1000V兆欧表检查，若阻值达到200MΩ或以上，则铁芯高阻接地已消除。
4. 对铁芯施加1000V单相工频电压，持续1min。必须注意，耐压回路同样应串入刀闸开关和60A熔丝。耐压过程中要在输出回路上用钳型电流表测量加压回路中是否有稳定的电流。如果没有电流则证实接地点确已消除。

有时也可以用直流电焊机来消除铁芯的接地点。可以选择如下方法：

* 1. 把焊机的负端接箱壳，正端接至铁芯上。加以约40A的电流，用一适当的电流表监测该电流值。若这样能使接地消除，则电流会降低，电压会升高。如果必要在20～40A之间分级增加电流，重复试验。每次处理后，用欧姆表或兆欧表来检查处理是否有效果。
  2. 如果绝缘电阻已得到改善，则用上述方法施加1000V、1min交流耐压，以确证接地点已经消除。如果加至1000V交流电压，并耐压1min通过，则认为铁芯对地绝缘正常。这时，铁芯的接地片可以恢复与接地端连接。

此外，如果发现铁芯有接地，且证明极难消除时，则可以在铁芯正常接地线上串接一电阻，以限制环流。此电阻值应在250～1000Ω之间。