**第一节短路故障案例**

**一、老厂主变压器多次过流重合动作绕组变形**

　　(1)案例。我厂老厂＃7机31.5MVA、110kV变压器(SFSZ8—31500/110)发生短路事故，重瓦斯保护动作，跳开主变压器三侧开关。返厂吊罩检查，发现C相高压绕组失团，C相中压绕组严重变形，并挤破囚扳造成中、低压绕组短路；C相低压绕组被烧断二股；B相低压、中压绕组严重变形；所有绕组匝间散布很多细小铜珠、铜末；上部铁芯、变压器底座有锈迹。

　　事故发生的当天有雷雨。事故发生前，曾多次发生10kV、35kV侧线路单相接地。13点40分35kV侧过流动作，重合成功；18点44分35kV侧再次过流动作，重合闸动作，同时主变压器重瓦斯保护跳主变压器三侧开关。经查35kV距变电站不远处B、C相间有放电烧损痕迹。

(2)原因分析。根据国家标准GBl094．5—日5规定110kV电力变压器的短路表观容量为800MVA，应能承受最大非对称短路电流系数约为2．55。该变压器编制的运行方式下：

电网最大运行方式110kV三相出口短路的短路容量为1844MVA；

35kV三相出口短路为365MVA；

10kV三相出口短路为225．5MVA；

事故发生时，实际短路容量尚小于上述数值。据此计算变压器应能承受此次短路冲击。事故当时损坏的变压器正与另一台31500／110变压器并列运行，经受同样短路冲击而另一台变压器却未损坏。因此事故分析认为导致变压器B、C相绕组在电动力作用下严重变形并烧毁，由于该变压器存在以下问题：

　　1)变压器绕组松散。高压绕组辐向用手可摇动5mm左右。从理论分析可知，短路电流产生的电动力可分为辐向力和轴向力。外侧高压绕组受的辐向电磁力，从内层至外层三线性递减，最内层受的辐向电磁力最大，两倍于绕组所受的平均圆周力。当绕组卷紧芝内层导线受力后将一部分力转移到外层，结果造成内层导线应力趋向减小，而外层导绞受力增大，内应力关系使导线上的作用力趋于均衡。内侧中压绕组受力方向相反，但均§七用的原理和要求一致。绕组如果松散，就起不到均衡作用，从而降低了变压器的抗短路充击的能力。

　　外侧高压绕组所受的辐向电动力是使绕组导线沿径向向外胀大，受到的是拉张力，表观为向外撑开；内侧中压绕组所受的辐向电动力是使绕组导线沿径向向内压缩，受到的是压力，表现为向内挤压。这与该变压器的B、C相高、中压绕组在事故中的结果一致。

2)经吊罩检查发现该变压器撑条不齐且有移位、垫块有松动位移。这样大大降低了内侧中压绕组承受辐向力和轴向力的能力，使绕组稳定性降低。从事故中的C相中压绕组辐向失稳向内弯曲的情况，可以考虑适当增加撑条数目，以减小导线所受辐向弯曲应力。

3)绝缘结构的强度不高。由于该变压器中、低压绕组采用的是围板结构，而围板本身较软，经真空于燥收缩后，高、中、低绕组之间呈空松的格局，为了提高承受短路的能力，宜在内侧绕组选用硬纸筒绝缘结构。

(3)措施。这是一起典型的因变压器动稳定性能差而造成的变压器绕组损坏事故，应吸取的教训和相应措施包括：

1)在设计上应进一步寻求更合理的机械强度动态计算方式；适当放宽设计安全裕度；内绕组的内衬，采用硬纸筒绝缘结构；合理安排分接位置，尽量减小安匝不平衡。

2)制造工艺上可从加强辐向和轴向强度两方面进行，措施主要有：采用女式绕线机绕制绕组，采用先进自动拉紧装置卷紧绕组；牢固撑紧绕组与铁心之间的定位，采用整产套装方式；采用垫块预密化处理、绕组恒压干燥方式；绕组整体保证高度一致和结构完整；强化绕组端部绝缘；保证铁轭及夹件紧固。

3)要加强对大中型变压器的质量监制管理，在订货协议中应强调对中、小容量的变压器在型式试验中作突发短路试验，大型变压器要作缩小模型试验，提高变压器的抗短路能力，同时加强变电站10kV及35kV系统维护，减少变压器遭受出口短路冲击机率。

**第二节过热故障案例**

**一、新厂＃3机变压器绝缘受潮过热**

(1)案例。我厂＃3机200MVA、220kV主变压器(SFP7—240000／220)在周期性油色谱分析中发现氢气、乙炔含量有增大趋势。经跟踪监测，氢气含量为30．1uL几，而乙炔含量为5．2uL/L，已超过正常注意值。两天后停电检修，检修前氢气含量达43．6uL/L，乙炔含量达10．9uL/L，色谱变化情况如表3—13所示，绝缘介质损耗tgs％变化如表3—14所示。

**表3－13色谱试验数据UL/L**

氢气

乙炔

甲烷

乙烷

乙烯

总

一氧化碳

二氧化碳

前五天

30.1

5.2

17.1

2.2

5.5

30

596

1186

前两天

49.9

10.2

23.6

2.8

6.2

42.8

654

1393

检修前

43.6

10.9

20.1

3.2

7.2

41.4

668

1424

检修后

0

0.17

1.2

0.1

0.11

1.58

26

62

测试绕组

正常时

色谱异常时

检修后

高压

<0.1

1.5

<0.1

中压

<0.1

1.75

<0.1

低压

<0.61

1.7

<0.1

　停电检修放油后的重点检查项目是：绕组压板、压钉有无松动，位置是否正常；铁芯夹件是否碰主变压器油箱顶部或油位计座套；有无金属件悬浮高电位放电；临近高电场的接地体有无高电位放电；引线和油箱升高座外壳距离是否符合要求，焊接是否良好㈠由箱内壁的磁屏蔽绝缘有无过热；申压侧分接开关接触是否良好。

检查中发现：中压侧油箱上的磁屏蔽板绝缘多块脱落；中压侧B相引线靠近升高座处白布带脱落且绝缘有轻微破损；B相分接开关操作杆与分接开关连接处有许多炭黑。

(2)原因分析。规程规定220kV变压器20℃时tg8％不得大于0．8，且一般要求相对变化量不得大于30％，根据表3—14数据反映变压器绝缘受潮.

按照GB7252--87《变压器油中溶解气体分析和判断导则》推荐的三比值法：C2H2／C2H4=10，5／7=1．5；编码为1;CH4／H2=21／32．6；0．644；编码为0；C2H4/C2H6=7／3=2．33；编码为1。组合编码为1，0，1，对应的故障性质为主变压器内部有绝缘过热或低能放电现象。

氢气、乙炔含量高的可能原因：

1)主绝缘慢性受潮。主绝缘受潮后，绝缘材料含有气泡，在高电压强电场作用下将引起电晕而发生局部放电，从而产生Hz；在高电场强度作用下，水和铁的化学反应也能产生大量的H2，使在在总烃含量中所占比重大。主绝缘受潮后，不但电导损耗增大，同时还会产生夹层极化，因而介质损耗大大增加。

2)磁屏蔽绝缘脱落后的影响。正常时，高、中压绕组的漏磁通主要有三条路径：一是经高、中压绕组一磁屏蔽板闭合；二是经高、中压绕组一油箱一高、中压绕组闭合；三是经高、中压绕组一油箱一磁屏蔽板一高、中压绕组闭合，并在箱壳和磁屏蔽板中感应电势。磁屏蔽板的绝缘脱落后，将使磁屏蔽一点或多点接地，从而形成感应电流闭合回路导致发热，如果绝缘脱落后，磁屏蔽板和箱壳的接触不好，还有可能形成间隙放电或火花放电。

3)B相引线的白布带脱落和绝缘有碰伤痕迹，可能发生对套管升高座放电。

4)中压侧B相分接开关与操动杆接触不良，可能会产生悬浮电位放电.变压器运行时出现内部故障的原因往往不是单一的，在存在热点的同时，有可能还存在着局部放电，而且热点故障在不断地发展成局部放电，由此又加剧了高温过热，形成恶性循环。

　　(3)处理。对B相引线绝缘加固，加强磁屏蔽绝缘，检修调整分接开关，同时对主变压器本体主绝缘加热抽真空干燥。具体措施是用覆带式加热器在主变压器底部加热，主变压器顶部及侧面用硅酸铝保温材料保温，主变压器四周用尼龙布拉成围屏，以保证主变压器底部不通风，以达到进一步保温的目的。加热器加热时，使主变压器外壁温度保持在60℃～70℃：左右，加热72h后，采用负压抽真空(抽真空时加热不中断)，抽真空后，继续加热24h，再抽真空，这样反复3--4次以后，再做介质损耗试验，试验结果合格。同时，进油时对油中气体经真空脱气，色谱分析正常，各项试验数据全部合格，变压器投入后运行正常。