

[电抗器]

空心电抗器常见运行问题及处理

文/北京电力设备总厂有限公司 平德勇 葛计彬 郝文光 卞震洪

随着干式空心电抗器在电力系统中运行数量及年限的增长,可能存在安全运行的隐患,如局部过热、表面裂化和异常噪声等。总结了干式空心电抗器运行中易发生的常见问题及处理措施,供空心电抗器的设计和运行部门借鉴。

干式空心电抗器与传统的油浸式铁心电抗器相比,具有重量轻、线性度好、机械强度高、噪声低及损耗小等优点;更为突出的是,户外式电抗器在任何恶劣的气候条件下运行几乎都不需要维护,因此干式空心电抗器得以广泛用于电力系统,如南方电网公司无功补偿电抗器(包括并联电抗器和串联电抗器)总数约为17 000组,其中干式空心型式有16 000组,占比94%。然而,随着干式空心电抗器运行数量的增多及使用年限的增长,可能存在一些危及设备安全运行的隐患。

金属部件过热

干式空心电抗器无闭合磁路,在周围空间产生较强的漏磁场,容易引起铁磁性物质及金属闭合环路发热。目前已发现的电抗器发热现象主要集中在出线端子、紧固螺栓、绝缘子端帽和金属围栏等位置。

1. 出线端子过热

在设计电抗器时,根据载流量计算接线端子的电密并留有裕度,同时将端子板打磨光滑以降低接触电阻。若运行中仍出线端子过热,应主要检查端子板接触电阻以及连接螺栓的材质是否符合要求。图1为某110 kV变电站电容器组串联电抗器出线管母螺栓过热。经检查确认过热是由铁磁性螺栓引起,在更换不锈钢螺栓后得到解决。

2. 绝缘子端帽过热

空心电抗器用支柱绝缘子端帽的材质主要有

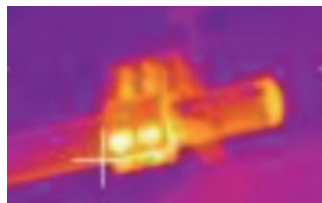


图1 引出线管母螺栓过热

铸铁、铸铝和不锈钢等。一般根据电抗器漏磁场选择材质,中小型电抗器选用非磁性铝合金、不锈钢端帽;大型电抗器除选用非磁性绝缘子端帽外,还应使用隔磁支架,降低端帽处磁场强度。若运行中发现电抗器绝缘子端帽过热,应主要检查端帽材质及绝缘子距线圈的距离是否符合规定。图2为某500 kV变电站并联电抗器绝缘子端帽的过热现象,经核实该端帽法兰材质存在问题,通过更换不锈钢端帽绝缘子而解决。

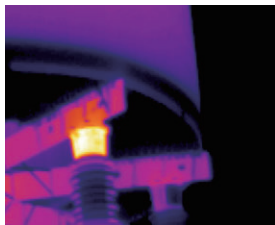


图2 绝缘子端帽过热

3. 金属围栏过热

变电站内空心电抗器主要有两种安装布置方式:一种是将电抗器安装在绝缘支架上;另一种是安装在基础上。第二种布置方式通常需在电抗器周边布置围栏。众所周知,随着到电抗器距离

的增大磁场强度迅速衰减，因而在一定距离外的金属围栏不会发生过热现象，但存在金属闭合回路的围栏除外，例如某220 kV变电站35 kV并联电抗器围栏就因为使用金属插销形成环路而过热。

地网和围栏是施工量巨大的基建工程，在布置空心电抗器的附近区域施工时，应时刻注意避免形成闭合回路，特别是在电抗器轴线方向上。此外，若因场地限制围栏距离较近时应采用非金属围栏，如玻璃钢围栏。

电抗器引线脆断

为降低涡流损耗，干式空心电抗器的绕组通常选用小直径圆铝导线绕制，其断裂力较小。制作引出线时需剥离导线绝缘、弯折后焊接于汇流排，因而引线内部存在较高的应力。

电抗器在运输及运行过程中，引线在机械或电磁力作用下振动及热胀冷缩作用下极易发生疲劳脆断。引出线断裂后，不仅会影响电抗器的电气性能参数，而且会引起各支路电流的重新分配，可能导致某些支路因过电流、包封温度升高而加速绝缘老化，缩短产品的使用寿命。图3为某500 kV变电站并联电抗器引线脆断现象。



图3 引出线脆断

在设备检修时，可目视检查引线是否断裂；此外，应测量电抗器直流电阻，并与往年测量值进行比较，若偏差超过1.5%，需引起注意并逐个检查引出线是否断裂。

撑条移位

撑条位于电抗器包封层之间，起到形成散热气道和绝缘支撑的作用。撑条应与包封粘接成一体，但在冷热收缩及电磁力振动作用下，部分撑条发生移位。撑条移位除影响外观质量外，不会对产品性能造成影响，移位的撑条可用木槌轻敲使其复位，并在撑条两侧涂环氧胶粘接固定，或者复位后采用其他机械方法绑扎固定。

表面裂化

干式空心电抗器喷涂憎水性涂料是防止表面

发生污湿放电的措施之一，此外，憎水性涂层还具有防紫外线作用，避免阳光辐射及外部环境对产品的侵蚀。然而保护涂层会随着使用时间的增加，而出现开裂、粉化和脱落，甚至放电等老化现象。图4a为某500 kV变电站并联电抗器表面RTV涂层脱落，图4b为串联电抗器表面发生树枝状放电现象。



(a) 起皮落落

(b) 树枝状放电

图4 电抗器表面裂化

电抗器绝缘涂层开裂、脱落后，虽仍能运行但存在一定风险隐患，应及时复涂修复。若PRTV涂层起皮脱落，则在清理脱落涂层后直接重新喷涂即可；若存在放电痕迹，应首先清除碳化痕迹后再重新喷涂。另外，还应定期检查PRTV涂层的憎水性，若憎水性大于HC5（喷水分级）也应及时复涂。

异物

干式空心电抗器散热风道较为狭长，层间间距较小，风道内容易自然积污或落入毛絮、树枝等异物。风道内表面的自然积污如鸟粪、锈水，在潮湿环境下容易引起电抗器表面电场强度畸变而造成爬电，严重时会导致产品故障。而毛絮树枝等异物还会堵塞风道，影响电抗器的局部散热能力，导致局部温升偏高，加速局部裂化。

电抗器异响

环氧包封固化后，电抗器的绕组、包封绝缘、撑条和汇流排将成为牢固的整体，因而产品机械振动小，噪声低。然而运行中的电抗器也时常产生异常噪声，电抗器异常噪声的诱发因素主要为结构件松动、风道内落入金属异物等，其中风道内落入金属丝容易引起电抗器匝间短路，将对产品的安全运行造成极大危害。

当发现运行中的电抗器突发异响，应及时停运查找原因，主要以检查紧固件是否落入金属异物为主。EA

(收稿日期：2020.01.22)

(编辑：朱金凤)