

# 带电检测技术在变压器套管故障诊断中的应用

靳宇翔

(国网泉州供电公司 福建省泉州市 362000)

**摘要:**在电力系统当中,变压器可以调整系统电压,对电网运行至关重要,套管作为变压器核心部件,需要在不同的环境之下运行,因此其需要有足够的机械强度以及电气绝缘性能,考虑到套管结构形式多样,在出现故障时,套管的故障种类也非常的多。为了保护套管安全,减少停电对于电网负荷的影响,现如今已经出现了相对成熟的带电检测技术,本文对此做以讨论。

**关键词:**带电检测技术;变压器套管;故障诊断;高压

## 引言

在电力系统当中,电力变压器应用的领域较为广泛,在电网当中是最主要的构成部分,目前我国输电线路电压等级差距较大,电位差别提升,其运行工况对于整体用电有着重要作用,套管作为核心部件直接影响变压器的可靠运行。

### 1 常见套管结构介绍

变压器套管是一种绝缘装置,安装在变压器油箱之上,见下图1。在组装的过程当中,变压器的绕组引出线会经过绝缘套管引出,起到固定出线和隔离油气增强绝缘的作用。通常根据电压等级和使用环境选择不同的绝缘套管,例如三十五千伏及以下常用导杆式纯瓷套管,而一百一十千伏及以上常用油纸电容套管(OIP)或干式电容套管(RIP)。



图1 变压器套管

在整个变压器的构成结构中,外壳能够将低压和高压的引线引至油箱之外,从而对其起到一个固定和绝缘的作用,可以看出其非常重要<sup>[1]</sup>。因此变压器套管一般会要求其有很好的密封性以及热稳定性,同时还应当符合电气强度、机械强度。在变压器套管失效时,通常会出现绝缘问题以及局部放电等问题,这会导致大面积的停

电威胁电网安全运行,还会对周边的人产生严重安全威胁。因此变压器套管的日常监测以及问题诊断是非常重要的,传统的监测方式通常是断电检测等,但是随着技术的发展,出现了不断电监测技术。其可以使得在进行套管监测时不断电,不影响到周边的工厂以及居民用电。

### 2 电容量、介损故障

变压器套管最常见的内部故障是电容量或介损故障。其主要原因有:变压器多次受短路冲击,使绕组及引线受力变形,埋下绝缘隐患,一旦遇有电压波动就有可能将绝缘击穿;套管密封不良导致油中进水,使绝缘介质强度很大降低而不能承受允许的电压,造成绝缘击穿;电容屏内部放电或未屏接触不良,造成电容层击穿或未屏未接地,伴随套管绝缘油色谱超标,造成套管故障<sup>[1]</sup>。

### 3 外部故障

#### 3.1 引线接头发热

造成引线接头发热的主要原因包括:固定金具工差较大导致内部插销或接头配合存在间隙引起悬浮放电;穿缆引线接头焊接工艺不佳长期运行后内部发热;施工工艺不佳接线部位安装松动或接触面脏污引起接触面积不足发热。整体来说接触电阻过大电流做功增大产生高温,加快氧化速度,进而加剧电阻值增长,形成恶性循环。

#### 3.2 外绝缘污闪

套管外绝缘受所处地区污秽等级或沿海距离等因素影响,存在外绝缘因积尘、盐分、脏污等原因引起闪络甚至发热的问题,外绝缘性能降低导致套管表面爬闪,引起设备外部发热。在暴雨等异常恶劣条件下,还可能产生雨闪引起主变压器单相接地故障。套管外绝缘爬距不满足要求或绝缘水平劣化同样有可能造成闪络故障。

### 4. 变压器套管监测技术

变压器套管监测技术有带电和不带电,两种通常预

防性试验是通过停电试验对于设备的情况进行检测而带电则是在整个电线的正常运行过程当中检测,不需要进行停电,能够方便电力部门进行检测工作安排,使得整体的效率得到了提高。

不带电检测技术,并不能够对于设备运行过程当中问题进行查验,但是带电检测技术则很好的解决了这个问题,其能够检测到由于设备老化无法承受瞬时高压等运行当中的问题,从而为之后的检修工作提供相关的依据。不带电检测技术通常是在晚上进行监测,而带电检测技术通常是技术人员根据设备的运行状态进行设备周期监测。有利于对设备的状态问题进行第一时间的发现<sup>[2]</sup>。

### 5. 带电检测技术

#### 5.1 红外线温度检测

红外检测是一种在线监测(上电)的高科技检测技术。它集光电成像技术、计算机技术和图像处理技术于一体。通过接收物体发出的红外(红外线辐射),将其热像显示在荧光屏上,从而准确判断物体表面的温度分布。它具有准确、实时、快速等优点。

#### 5.2 绝缘油气相色谱

绝缘油气相色谱是目前世界上有较高权威的技术,是发供电企业判断运行中的充油电力设备是否存在潜伏性的过热、放电等故障,以保障电网安全有效运行的有效手段。也是充油电气设备制造厂家对其设备进行出厂检验的必要手段。该仪器是将气体作为流动相,在样品进入之后,会被带入色谱柱,由于分配或吸附系数存在一定的差异,在冲洗之后就可以得到结构,并且根据物化性质进行顺序分配监测,表现为仪器上的“峰”,学名为色谱峰,而在注入混合物样品之后得到的曲线焦作色谱图,专业人员通过色谱图能够对于最终的结果进行定性定量分析<sup>[5]</sup>。

#### 5.3 高频局部放电技术

局部放电是在电场的作用之下,击穿导体绝缘部分,释放出一定电量。高局部是采用系统带宽(3~30MHZ),有效的对于采集电信号,并对其进行分析判断,这是一种无损的检测方式,可以再不断电状态下进行,以及早发现设备问题,预防事故发生。其优势见下表1。

表1 高频局部放电技术优势

序号	内容
1	由于频带宽几乎和所释放出来的脉冲能量成正比,因此在对于元件的灵敏度以及热噪声进行检

	查时,灵敏度更高。
2	宽频法能够对于周围产生的电磁干扰进行有效抑制,并且还能够通过窄频法对其加以区别,因此能够更加真实的反应其工作状态。

#### 5.4 实时在线监测管理系统

变压器套管故障监测技术除了线下的实地监测以外,还有线上监测。一般系统当中会包括辅助决策、数据库、传感器、实时显示、管理系统等模块。一般顺序为光纤传感器对于套管的状况进行感知传输,然后进入到数据库当中,并对数据进行实时的分析,处理这一步通常是应用数学模型进行,然后数据库在对于变压器套管的状况进行判断,辅助的决策模块会给出相应的管理建议以及预警,同时还具有报警系统,能够将危险状况及时传递给相关的管理人员处理。这一系统还可以与生产调度、管理相连,从而实现自动化<sup>[3]</sup>。

#### 结束语

套管检测技术对于整个变压器的运行安全有非常重要的作用,传统的设备检测技术会受到环境噪音以及磁场等干扰,为了更好更方便的对于设备的运行状态进行监测,同时满足在线检测要求,我国的技术人员打破技术壁垒,发明了带电检测技术。光纤传感器技术能够在线,对于变压器套管进行检测,可以对其整体的运行状态以及模块数据进行采集,以便于对于线路进行更好的分析研究,并对问题及早发现,提前做出预警提高变压器套管的可靠性。从而保证整个运行的安全。

#### 参考文献:

- [1]王坚俊,孙林涛,刘昌标,刘江明,周国伟,郭创新.基于改进 Mask R-CNN 的变压器绝缘套管故障智能诊断[J].浙江电力,2022,41(08):87-94.
- [2]刘云鹏,董王英,许自强,夏彦卫,高树国,赵军.基于卷积神经网络的变压器套管故障红外图像识别方法[J].高压电器,2021,57(10):134-140.
- [3]邹德华,严宇,王伟,何芷航,阮华平.基于 ToF 技术的高压输电线路带电作业安全监测方法[J].高电压技术,2020,46(07):2570-2577.
- [4]隆晨海,杨森,熊子莹,李金亮,李文波.基于 TOF 技术的输电带电作业安全监测与预警系统[J].湖南电力,2020,40(02):62-67.
- [5]李稳,顾苏,汪志刚,周晨梦,毛盾,郑立.基于 ToF 技术的带电作业安全监测与预警系统[J].中国电力,2020,53(02):63-68.