

高压电力电缆终端头温度缺陷的检测

徐菲 张勋 王润田 李云威

国网冀北电力有限公司廊坊供电公司 河北廊坊 165000

摘要: 高压电力电缆在电网中占据着重要地位,但电缆终端头是电缆绝缘的薄弱环节,在运行过程中很容易出现故障,只有做好缺陷检测工作才能够降低故障率。本文利用调查法等方法对高压电力电缆终端头局部缺陷的检测进行了研究与探讨。在探究过程中发现红外线检测、超声波检测等方法在电缆终端头局部缺陷检测中发挥着重要作用,因此需要利用合适的检测方法检测电缆终端头的局部孔隙性缺陷等问题,为电缆终端头的养护管理提供支持。

关键词: 电力电缆; 电缆终端头; 局部温度缺陷

Detection of temperature defect of high voltage power cable terminal

Fei Xu, Xun Zhang, Runtian Wang, Yunwei Li

State Grid Hebei Electric Power Co., LTD. Langfang Power Supply Company, Langfang, Hebei 165000

Abstract: High voltage power cable occupies an important position in the power grid, but the cable terminal is the weak link of cable insulation, it is easy to fail in the process of operation, and only doing well in defect detection can reduce the failure rate. This paper studies and discusses the detection of local defects in high-voltage power cable terminals by means of investigation. In the process of exploration, it is found that infrared detection, ultrasonic detection, and other methods play an important role in local defect detection of cable terminal heads. Therefore, we need to use appropriate detection methods to detect the local porosity defects of cable terminal heads to provide support for the maintenance and management of cable terminal heads.

Keywords: power cable; Cable terminal head; Local temperature defect

前言:

高压电力电缆是至关重要的电气设施,具有分布广等特点,在城市电网中占比较大。电力电缆的运行质量也会对电网运行稳定性产生较大影响,如果电缆终端头出现故障就会造成严重后果,因此需要对高压电力电缆终端头局部温度缺陷的检测进行深入研究。

1. 高压电力电缆终端头概述

高压电力电缆终端头是装配到电缆线路的首末端,可以将电力电缆与其他电气设备连接起来^[1]。常用的电缆终端头有户外终端头、户内终端头等类型。电缆终端头具有良好的防水性、屏蔽性、绝缘性以及应力控制性,可以在恶劣环境中运行。但电缆终端头在运行过程中也会出现一些缺陷与故障,只有加强检测与维修才能够保障高压电力电缆的正常运行。

2. 高压电力电缆终端头局部温度的缺陷检测方法

2.1 红外线检测

处于运行状态中的电力设备会释放红外线,所以红外线检测就是利用红外线成像仪对这一电力设备进行扫描,从而判断是否存在温度异常等问题,如果存在就说明设备存在缺陷。这种检测方法的准确性较高,但会受到环境因素的影响,且需要对设备进行长期跟踪检测。

2.2 射线检测

射线检测主要是利用中子射线或X射线对电力设备进行检测,判断设备内部是否存在异常的电磁转换情况,继而明确故障点。射线检测比较适用于小型零件或局部设备的检测,在高压电力电缆终端头局部温度缺陷检测中发挥着重要作用。但在应用这种方法时需要做好屏蔽工作,避免影响检测准确性。

2.3 超声波检测

超声波检测方法较为成熟且完善,主要是利用不同频段的超声波检测设备异常状况,比较适用于高压电力电缆终端头的局放检测。从实际情况来看,局部放电是

纳秒级放电过程,其时域波形包括诸多连续且振幅逐渐衰减的脉冲,所以具有一定的统计自相似性^[2]。利用超声波检测方法对高压电力电缆终端头进行局部放电检测不会影响终端头的安全运行,且基本不会受到电磁干扰等因素的影响,所以超声波检测比较适用于高压电力电缆终端头的温度检测。

2.4 其他检测方法

除了上述检测方法,高压电力电缆终端头局部温度缺陷检测方法还有渗透检测、磁场检测、电气参数检测等。其中渗透检测指的是将具备渗透性的荧光剂放置在被检测元件的结构中,使荧光剂在结构损坏的部位不断渗透,从而明确结构中的损坏部位。其次,磁场检测指的是利用磁场变化检测设备,根据磁场的稳定性判断设备是否存在缺陷。

3. 高压电力电缆终端头温度的检测

3.1 局部孔隙性缺陷检测

高压电力电缆终端头可能会出现局部温度孔隙性缺陷,所以需要根据电力电缆的实际情况采用合适的缺陷检测方法,从而明确电缆终端头的实际缺陷。在对某高压油浸纸绝缘钢铠护装电力电缆进行预防性试验时发现电缆终端头出现了局部故障。从实际情况来看,该电缆在5倍额定电压的试验电压下经历两分钟后,泄露电流从 $0.2\mu\text{A}$ 上升到了 $65\mu\text{A}$ 且呈现出了周期性摆动的特点,之后泄露电流不断升高,电力电缆出现了不完全击穿的情况^[3]。同时,检修人员发现电缆终端头附近存在放电声响。在反复试验后,结果依然如此。所以,初步认定该电力电缆终端头存在局部孔隙性缺陷,导致电缆终端头被不完全击穿。该电缆终端头采用了环氧树脂等材料,且运行了多年,所以导致终端头出现温度缺陷。即在直流高电压的作用下,电缆终端头的孔隙会出现游离状态。在试验电压不断升高的过程中,孔隙就会被击穿且会放电。此时,充电电压会不断下降,孔隙绝缘会逐渐恢复。但电压又会不断上升,所以导致电缆终端头的电流出现周期性摆动的情况。为了进一步明确电缆终端头的缺陷,将电缆终端头打开,发现内部呈针孔状,且终端头内部绝缘最薄弱的位置出现不完全击穿的情况,影响到了终端头的正常运行。

3.2 放电缺陷检测

放电指的是绝缘体局部区域发生的放电情况,是导致绝缘体被击穿的关键原因,只有控制好这一现象才能够保障绝缘体的正常运行。电缆终端头可能会出现内部放电、沿面放电、电晕放电等局部放电情况,便会影响

到终端头甚至电力电缆的正常运行。所以需要加强电缆终端头放电缺陷检测,判断电缆终端头是否存在放电等问题,保障电缆终端头的正常运行。在对电缆终端头进行缺陷检测时,可以利用超声波检测等方法对电缆终端头进行放电检测,利用高频电流传感器获取电缆屏蔽层接地线的信号,之后根据放电信号绘制PRPD图谱并综合分析放电特点,明确缺陷类型,增强检测结果的准确性。第一,内部放电。内部放电指的是发生在介质内部或介质与电极之间的气隙放电,其放电特性会受到气隙形状、大小以及介质特性等因素的影响。且内部放电会先出现在试验电压瞬时值接近 90° 的相位。在试验电压不断升高的过程中,出现放电脉冲的相位范围会不断扩大,甚至会超过 0° ^[4]。同时,放电大小、疏密度都不等。第二,沿面放电。电缆终端头的沿面放电过程类似于内部放电过程,但气泡壁的一边是导体、一边是介质,而放电产生的电荷只能累积在介质的一边,所以累积的电荷就会变少。第三,电晕放电。导体尖端附近的电场强度最高,会造成放电。在负极性状态下,电子发射难度较小,所以放电多出现在负半周。且放电产生的空间电荷具有较强的流动性且会消失,所以在过峰值的相上也会出现放电的情况。例如,某高压电力电缆终端头存在局部放电信号,之后利用高频传感器以及局部放电在线检测系统对电缆终端头进行了局部放电检测,根据脉冲信号绘制了电缆终端头的PRPD图谱,最终发现该电缆终端头存在内部放电的情况并更换了电缆终端头。

3.3 温度绝缘缺陷检测

电缆终端头是由多层固体复合介质绝缘结构组成的,其内部电气、机械以及绝缘结构十分复杂。如果电缆终端头出现局部温度绝缘缺陷就可能会导致终端头被击穿,所以很多技术人员会利用电气参数法、非电气参数法等方式对电缆终端头进行普遍性缺陷检测。但近年来,电缆终端头出现局部绝缘缺陷的现象越来越多,而传统的检测方法无法单独对电缆终端头内部缺陷进行检测,因此需要利用超声波检测法进行缺陷检测。超声波检测法可以获取电缆终端头的回波信号,且可以按照预设提取规则提取信号显示图像中的超声波检测信号特征参量以及回波信号特征参量。且超声波检测法可以自动对比超声波检测信号的特征参量与回波信号的特征参量,若发现二者不同就会认定电缆终端头内部存在缺陷。例如,若超声波检测信号与回波信号当中的波形数量、波形强度等参数存在较大差异就说明电缆终端头存在缺陷。因此,需要利用超声波检测法进行局部绝缘缺

陷检测并综合分析检测结果,判断电缆终端头的具体故障。例如,若超声波检测信号的波形数量、陡峭度等参数与回波信号的参数相同,但回波信号的波形强度小于超声波检测信号的波形强度就说明电缆终端头存在局部绝缘油凝固或粘度增大等缺陷;若回波信号的波形数量较大,但波形强度较小就说明电缆终端头存在局部绝缘油凝固或局部气泡等缺陷;若回波信号与超声波检测信号的各个参数都相同,但两个信号之间的时间间隔大于预设间隔就说明电缆终端头存在局部绝缘油粘度增大等缺陷;若回波信号的波形强度较小,且两个信号之间的时间间隔小于预设间隔就说明电缆终端头存在绝缘油凝固等缺陷^[5]。

4. 预防高压电力电缆终端头温度缺陷的策略

4.1 提高施工质量

在施工过程中如果不注意细节就会导致电缆终端头出现诸多故障,为此需要加大对电缆终端头施工的监督力度,及时发现施工中的不足之处,从而降低电缆终端头出现温度缺陷的概率。同时,需要利用二维码技术对电缆终端头进行编码处理,对每一个终端头都进行严格管理。

4.2 完善防护措施

相比于户内终端头,户外电缆终端头更容易受到大风、雨雪、雷电等天气因素的影响,出现绝缘老化的概率更大,便可能会出现局部温度缺陷。所以在施工过程中需要完善户外电缆终端头的防护措施,尽可能地避免电缆终端头出现缺陷。

4.3 构建完善的局部缺陷检测与处理体系

为了减少高压电力电缆终端头的局部温度缺陷,降

低电缆终端头出现故障的概率,应构建完善的局部缺陷检测体系与处理体系。首先,需要构建完善的局部缺陷检测体系,明确检测时间、检测周期、检测方法,及时发现电缆终端头的故障。其次,需要构建完善的局部缺陷处理体系,通过更换电缆终端头等方法解决问题,保障电力电缆的正常运行。

5. 结语

电缆终端头是高压电力电缆中的薄弱部分,可能会出现局部温度孔隙性缺陷、局部放电缺陷等问题,便会影响高压电力电缆的正常运行。为此,可以利用红外线检测、超声波检测等方法检测电缆终端头的缺陷,及时解决电缆终端头的问题,从而保障高压电力电缆的稳定与安全运行。

参考文献:

- [1]陈振,胥晶,王建峰.绝缘电缆的成型制作与化学损伤故障检测——评《电力电缆头制作与故障测寻》[J].塑料工业,2021,49(04):179-180.
- [2]林鹭,伍俊霖,马金涛.35kV冷缩电缆终端头绝缘击穿原因分析及对策[J].铁道运营技术,2020,26(03):21-23.
- [3]曹伟玲,操晨润,朱能飞,孙哲军,张潇.高压电力电缆运行典型故障分析[J].农村电气化,2022(01):89-90.
- [4]于洪森,张洪亮,闫志雨,严彦.不同金属屏蔽形式高压电力电缆的机械性能分析[J].电线电缆,2021(06):22-27.
- [5]张亚强.浅析高压电力电缆中间接头制作工艺对其绝缘性能的影响[J].农村电气化,2021(10):18-21.