

35kV 及以下电压等级电力电缆故障检修及维护

刘辉

(泉州亿兴电力建设工程有限公司 福建省泉州市 362000)

摘要: 电力电缆作为输送电力的导电线缆,在电力系统中扮演至关重要的角色。电力电缆一般是由导体、绝缘层、金属护套和外护套等部分组成。基于电力电缆的重要性,科学进行故障检修和维护显得尤为重要。文章以 35kV 及以下电压等级电力电缆为研究基础,详细阐述电缆故障检修方法和注意事项,并从维护方面提出可行策略,旨在为电力电缆安全、稳定发挥作用提供更多保障。

关键词: 35kV 及以下电压;电力电缆;故障检修;维护措施

引言: 电力电缆在现代社会中扮演着不可或缺的角色,为各个领域的电能传输提供了稳定而高效的解决方案。然而,由于受到多种因素影响,电力电缆在运行过程中可能会出现故障,这不仅影响到电力系统的正常运行,还可能导致生产和生活的不便。基于此,文章结合 35kV 及以下电压等级电力电缆故障检修及维护展开分析。通过详细阐述故障检修及维护方法,为电力系统的安全稳定运行提供有力支持。

1 电力电缆组成结构分析

电力电缆基本组成结构见下图 1 所示。围绕图 1 来看,主要由导体、绝缘、填充、屏蔽、包带及护套等组成。随着时代发展,电力电缆可用材料呈现多元化发展,除了铜之外,铝等优良导电材料也可以作为导体。绝缘层位于导体外部,主要发挥阻止电流流失,预防导体短路。护套发挥额外机械保护作用,可以有效避免外部力的干扰和环境干扰,护套包括内护套和外护套两部分,其中内护套主要作用为密封和防腐,外护套是电缆的最外层,主要发挥防水、防潮、防摩擦的作用。屏蔽层分为内屏蔽和外屏蔽两部分,主要作用是使得电缆导体、绝缘层等之间良好接触,包带位于电缆外护套层外面,主要发挥机械保护的作用,可用增强电缆的耐用性和安全性。

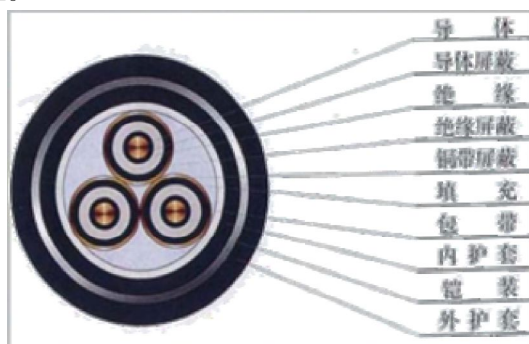


图 1 电力电缆组成结构示意图

2 35kV 及以下电压等级电力电缆常见故障分析

文章结合电力电缆结构组成,以 35kV 及以下电压等级的电缆为研究对象,总结常见的故障。

2.1 外力损伤故障

外力损伤导致的故障 在电力系统运行过程中较为常见。主要包括两种类型,其一是机械外力导致的损伤,其二是不可预见性因素导致的外力损伤。

第一,机械外力损伤。电缆设备安装过程中,由于操作失误或者设备故障等影响,出现划伤、扭曲、打折等现象,均属于这一类型。除此之外,建筑施工阶段,由于施工挖掘、道路建设等,也会由于意外导致电缆受到损伤。

第二,不可预见性因素导致的外力损伤。这一类故障是由于不可预见性因素导致的,例如土地沉降压迫电缆设备、车辆碾压设备等,由其导致的损伤会影响电缆运行。

2.2 绝缘层受损故障

绝缘层是电缆结构中的重要组成部分,发挥防漏电、机械保护、低于外界不良环境影响等作用。在实际应用过程中,由于多种因素影响,绝缘层也会受到损伤。具体来看,可以分为以下两种情况:第一,绝缘层老化。长期应用过程中,电缆设备的绝缘层会在电、热环境中发挥效用,且电缆多数埋设在地下,受到地质条件影响,也会出现老化情况。绝缘层老化会导致电缆线芯外露,进而增大短路或者断路的风险。第二,绝缘层受潮。由于电力电缆设备一般埋设在地下,不可避免受到自然环境影响,例如降雨、降雪等气候因素导致电缆所处环境潮湿,更容易出现故障。同时,如果电缆自身制造工艺存在不足,例如表面存在小孔和细小缝隙等,在潮湿环境中更容易出现故障。

2.3 施工或运行所致故障

施工环节和电缆运行阶段也容易出现故障。结合实际来看,主要包括以下两种情况:第一,施工质量低下。35kV 及以下等级电力电缆设备在运行过程中,如果存在施工质量问题或者失误,势必会导致设备出现故障,例如施工人员态度不端正,电缆铺设过程中存在不规范行为,或者应用材料不符合要求等,均会影响施工效果。目前,导致施工质量低下因素较多,如工期要求较紧,为了预期完成任务,加快施工速度,或者为了利润,私自调整原材料应用标准等。一旦,施工出现质量问题,

会导致缆头、中间接头等区域容易出现爆裂现象。第二,运行负荷超载。对于电力电缆而言,在规范要求下运行是保证其使用寿命和使用质量的关键。但从实际来看,电力电缆在用电高峰时期,不可避免出现负荷超载运行状态,此时很容易导致电缆终端接头、中间接头等区域内击穿,从而造成断路现象^[1]。

2.4 电缆故障成因分析

35kV 电缆绝缘为分阶绝缘同心圆柱结构,因此在高电压条件下,会呈现不均匀电场情况。在此结合实际阐述电缆故障成因。

2.4.1 击穿绝缘理论概述

击穿绝缘是指在电气设备或绝缘材料中,当电场强度超过一定阈值时,绝缘材料会失去绝缘性能,电流迅速增加,导致设备或材料发生击穿现象。35kV 电缆作为高压电缆,其绝缘系统的安全性和稳定性至关重要。当电缆运行过程中,绝缘系统遭受超过其绝缘强度的电场强度,会导致绝缘层失效,此时电流迅速增加,很容易引发设备故障和安全事故。

2.4.1 原因总结

35kV 电缆故障可能涉及多个方面。结合上文对电缆故障的阐述和击穿绝缘理论的分析,在此总结故障产生原因。第一,电场强度超限是引起绝缘击穿的主要因素之一。当 35kV 电缆系统中的电场强度超过绝缘材料的击穿电场强度时,绝缘就会失效,引发击穿。这可能是由于电缆设计不当或者设备安装问题等导致的。第二,绝缘材料老化。随着时间的推移,35kV 电缆绝缘材料会因受到电场、温度、湿度等环境因素的影响而逐渐老化。老化的绝缘材料可能会失去一些绝缘性能,使得电场强度容易超过其承受范围,导致击穿故障。第三,绝缘材料缺陷。绝缘材料制造或安装过程中的缺陷,如气泡、裂纹、异物等,会影响绝缘材料的绝缘性能。这些缺陷可能成为击穿的发生点,导致电场集中和击穿。第四,电缆连接问题。不良的电缆连接可能导致电场分布不均匀,使得一部分区域的电场强度过高,引发击穿。连接问题可能包括接头不良、绝缘层破损、绝缘子故障等。第五,外部因素影响。环境因素如高温、高湿、化学物质侵蚀等也可能对 35kV 电缆绝缘造成影响,导致绝缘老化和减弱,从而增加击穿的风险。

3 电力电缆故障检修方法

围绕上文阐述,在此就 35kV 电力电缆故障检修方法展开分析。

3.1 宽泛检修方法

顾名思义,该检修方法获得结果精确度不足,难以准确定位故障具体位置,常用的方法包括两种:其一为电桥法;其二为低压脉冲反射法。

3.1.1 电桥法

电桥法是一种用于测量电阻、电容、电感等电学量

的实验方法,主要通过比较电桥两侧的电势差来确定未知电阻或其他电学参数的数值。目前,在电缆故障检测中应用较为广泛。更多应用在直埋电缆低电阻接地故障和三相短路接地故障。但需要注意,该方法难以精准定位故障特点^[2]。

该方法基本原理建立在电流的欧姆定律和基尔霍夫电压定律的基础上。在电桥平衡状态下,桥路两侧的电势差为零,即电桥平衡条件可以表示为:

$$R_1/R_2 = R_3/R_4$$

上述式子中: R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 分别代表电桥的四个分支电阻值。

在应用过程中,将故障相导体和绝缘良好的相导体跨接,构建桥臂,然后调节可调电阻,确保桥臂保持平衡,此时由于导体两边电阻长度和电阻成正比,因此,通过桥臂电阻比值就可以得出故障点两边电缆长度比值,从而初步确定电缆故障位置。

3.1.2 低压脉冲反射法

低压脉冲反射法是一种用于电缆故障定位的技术。它主要通过向电缆中施加低幅度、高频率的脉冲信号,并利用反射的信号分析电缆中的故障位置。

应用过程中,将高频率的低压脉冲发射进电缆设备中,如果电缆存在故障点,便会导致低压脉冲电磁波反射,此时反射的电磁波会被相关仪器接收,此时便可以通过分析信号,从而确定故障点所在位置。

3.1.3 直闪法

该方法一般用在电缆闪络性高阻故障检测中。应用时通过分析故障点的直流信号,导致故障点被击穿发生闪络现象,然后借助专用仪器进行检测,便可以确定故障位置具体信息^[3]。

3.2 精确检修方法

3.2.1 声音检修方法

借助声波完成检测。应用过程中通过专用的仪器,听取设备运行发出的声音,并与正常运行产生的声音进行对比,从而判断是否出现故障。确定故障位置时,借助声波对故障点放电位置进行定位,这一方法可以精准确定故障点。

3.2.2 小波变换检修法

小波变换检修法是一种基于小波变换的故障检测和诊断方法。应用时通过专用设备从不同尺度对故障点进行小波变换信号采集,并借助干扰分析和故障特征参数分析,精准确定故障距离。

3.2.3 分布式光纤温度传感器检修法

分布式光纤温度传感器是一种基于光纤技术的温度监测设备,能够实时、连续地测量沿着光纤长度方向的温度分布。应用过程中,在电缆故障区域设置分布式光纤温度传感器,借助传感器发射激光脉冲,然后通过确

定激光脉冲发出到达故障点的时间,从而确定故障位置和距离^[4]。

4 35kV 及以下电压等级电力电缆维护方法

4.1 重视电缆型号选择

在 35kV 及以下电压等级的电力系统中,选择适当的电缆型号对于确保系统的可靠运行至关重要。需要结合实际需求和应用场景,选择电缆。第一,应结合用途选择适宜的电缆型号,例如室内、室外环境电缆铺设势必存在差异;第二,结合电缆额定电压进行思考。额定电压作为重要参数,会影响电缆运行质量,因此选择符合系统额定电压的电缆可以防止故障发生;第三,围绕环境进行思考。高温、潮湿等环境会干扰电缆运行,因此,需要基于环境选择性能不同的电缆;第四,注意电缆的绝缘材料。应结合需求选择绝缘材料不同的电缆,从而保证绝缘性能。通过上述措施,可以从根本上降低电缆超负荷运行产生的高温老化、性能下降等事故发生概率。

4.2 强化监理工作质量

监理工作的科学开展可以有效降低施工引发的电缆故障发生概率。基于此,在施工之前,严格把控施工单位选择环节,重视电缆及附件采购质量,避免非专业人士参与其中,可以有效避免施工出现问题。同时,安排专业按照相关验收标准,有序落实各项监理工作,对施工方案做好审查,可以有效降低失误发生概率。另外,做好性能测试也是重点,例如对电缆性能进行监测、管道密封性进行监测、电缆耐老化特性进行监测等,并且做好档案记录,也是预防电缆故障的可行措施^[5]。

4.3 定期进行全面化巡检

在 35kV 及以下电压等级的电力系统中,定期进行全面化巡检是维护电力设备和确保系统稳定运行的重要方法。进行巡检时,做好设备外观检查、绝缘状态检查、连接端子状态检查、温度监测、运行状态监测及地面阻抗测量是关键。设备外观检查主要对电缆的外部完整性进行查验。绝缘状态检查负责对电缆绝缘层进行测试,确定绝缘层是否正常发挥效用。连接端子检查是对电缆的连接区域进行的检查。温度检测负责借助红外线测温仪进行检查。运行状态是指对电缆运行情况进行实时监测。地面阻抗测量主要对电缆的导电性和接地问题进行检查。科学落实上述措施,可以有效保证电缆安全、稳定运行。

4.4 推进智能化系统建设

推进智能化系统建设是提高 35kV 及以下电压等级电力系统维护效率和管理水平的关键举措。现阶段,智能化技术日益完善,远程监控、智能机器人、大数据分析、传感器等得到广泛应用。在电缆维护过程中,科学应用智能技术可以有效保证电缆维护质量和效率。第一,部署远程监测与控制系统,实现对电力设备的实时监测和操作。通过远程检测,可以及时获取设备状态信息,提高故障诊断和处理的效率^[6]。第二,引入智能巡检机器人,利用机器视觉和传感技术对电力设备进行自动化巡检。机器人可以在高压、危险环境中执行巡检任务,减轻人工巡检的风险和负担。第三,利用大数据技术对电力系统的运行数据进行分析,挖掘潜在问题。通过建立大数据模型,实现对设备寿命、负载状况等关键指标的预测和优化。第四,部署传感器网络,实现对电力设备的多参数实时监测。通过大量传感器采集的数据,可以进行设备状态分析、预测性维护,提高系统可靠性。综上,推进智能化建设,对电缆维护有积极作用。

结语

综上所述,故障检修是确保电力系统持续稳定运行的关键一环。文章结合实际探究 35kV 及以下电压等级电力电缆常见故障,并结合击穿绝缘理论,总结故障成因。然后阐述几种应用较为广泛的故障检测方法,总结应用要点。最后,从电缆故障维护角度入手,提出四点科学、有效的维护策略。希望通过本文研究,为构建更安全、可靠、高效的电力系统提高支持。

参考文献:

- [1]范在乾,咸日常,冷学冰,等.35 kV XLPE 电力电缆终端结构参数优化[J].绝缘材料,2023,56(11):73-79.
- [2]姚远,许凯,程欣,等.新型 35kV 及以下耐火电力电缆测试系统[J].现代商贸工业,2023,44(14):241-243.
- [3]关黎亮.35 kV 电力电缆线路加装金属保护器施工研究[J].自动化应用,2023,64(4):137-139.
- [4]卢岩.35kV 及以下电力电缆故障点测寻方法研究[J].电子元器件与信息技术,2020,4(2):149-150.
- [5]乔丕凡,张玉,曹华明,等.10 kV 电力电缆中间接头施工工艺缺陷的研究[J].山东电力技术,2019,46(7):33-37+65.
- [6]邓军.35kV 单芯电力电缆金属屏蔽层交叉互联接地错误的分析与处理[J].电气技术,2019,20(2):105-107.