

电力电缆故障诊断研究

陈 勇

海南电网有限责任公司海口供电局 海南 海口 570100

摘 要:我国发电装机容量的不断增加和电力工程建设的大范围开展,最大限度地满足了各类型电力用户的用电需求。与此同时,社会各个方面用电量大幅度增加,也大大提高了电力系统的负荷,从而提高了电力系统的故障风险。电缆是承担电力传输责任的主要装置,一旦出现电缆故障,势必会对供电质量和供电效率造成负面影响。文章针对电力电缆故障的类型、形成原因及故障检测诊断方法展开探讨。然后结合故障检测诊断案例,分析了电力电缆故障诊断的具体应用和故障处理的对策,希望对实践作业有所帮助。

关键词:电力系统; 电缆故障; 故障诊断

引言

近年来随着各个地区耗电量的提高,高压电力工程电缆因其运作安全性高、可靠性强、占地总面积小、外在因素危害小等优点,在所有供电系统中得到广泛应用。但电力工程电缆敷设地下时,因为隐秘性、电缆特点等多种因素,需要很长一段时间才能发现故障,严重危害用户的生产与生活。对于电力工程电缆故障检验时间长难题,融合大家很多年高压电力工程电缆运行管理的社会经验,梳理总结了故障的特性和种类,现和大家分享一下,有利于一线经营者的生产安全。

1 高压电力电缆故障类型分析

针对高压电力工程电缆,故障分为两种,分别是串联、并联电路。其中,串联故障主要指电缆电导体(包含铅或铝护套)破裂。一般来说,在电缆电导体破裂以前,难以发觉串联故障。并联故障主要原因是输电线中间和保护套的绝缘减弱,没法安全性承担工作电压。结合实际,故障的组合种类许多,如导体断路、故障电流不稳定造成电缆损坏等。这一类型的故障一般也会导致并联接地和降低相间绝缘等。根据对故障电阻和穿透空隙的解读,高压电力工程电缆的重要故障是开路、低阻、高阻和短路故障。其中,产生高阻故障时,故障点频率射小,增加在故障点两端工作电压难以超出故障点击穿场强,故障点不被穿透。从这点考虑,在超高压电力工程电缆绝缘实验中,电缆是高阻故障或是短路故障故障能通过有没有故障来判定。高阻故障和短路故障故障的划分并不是绝对性,在一定程度上在于高压电气设备的容积和内电阻。此外,事实上存在一些封闭型故障,多发于高压电缆的接头和终端头,尤其是多发于浸油电缆头内。产生这类故障时,在一定的实验工作电压下可能发生绝缘击穿,绝缘击穿状况在修复前不容易彻底消

散;因为无法重现这种故障,确诊很困难^[1]。

2 使电力电缆发生故障的常见原因

2.1 电力电缆接头问题

在电缆的接头的生产过程中,假如因为外力作用而毁坏电缆的绝缘防护层或各电缆间的接头的密封性不全面,则电缆的绝缘特性下降,电缆四周的环境湿度也仍然危害电缆正常的正常运行。

2.2 电力电缆的腐蚀问题

电力工程电缆外皮原材料大多数具备耐腐蚀性,但敷设地下的电缆线电缆周边的不良环境,腐蚀电缆线电缆物质的比较多。此外,地底空气相对湿度大,电缆的腐蚀加速。除此之外,不一样腐蚀缘由电力工程电缆会有不同类型的化学物质,不但毁坏电缆外界原材料的耐腐蚀性,减少电缆的绝缘实际效果,并且危害电缆的输配电高效率,提升多变性^[2]。

2.3 外力损伤

电缆在安装过程中过度切割、刀纹较深,导致电缆损坏;电缆安装流程中,因作业人员暴力行为、安装步骤有误或锐利物件损坏造成电缆绝缘损坏;或是,裂痕小,无法发觉,长期运行和湿气的入侵,最后也会导致电缆毁坏,接地装置或短路故障。

2.4 运行环境

配电电缆一般用于大城市地底,内部结构环境差,持续高温寒湿。除此之外,假如电缆长期超重,造成温度升高,电缆接头和其它薄弱点很容易就被毁坏。

3 电缆故障的定位

在供电系统运行时,为了方便解决配电电缆故障,首先要探寻电缆故障。一般来说,检验小型电缆接地装置有两种方式。依据布线基本原理的差异,使用场景有很大不同。一个是电容电桥法(如下图1所显示),另一个

是电阻电桥法（如下图2所显示）。电阻电桥法的基本原理一般是运用电阻与电缆长短正相关来探讨的方式。选用此方法可以更好的精确测量电缆尾端与故障点中间的具体电阻，再通过详尽的比较和观查，最终决定故障点至尾端之间的距离^[3]。电容电桥法原理不一样，能解决电阻电桥法没法精确测量故障的距离难题。电缆出入口短路故障时，直流电桥的精确测量臂不可以产生通道，因而电阻桥法不适合。在这样的情况下，能用电容电桥法检测。

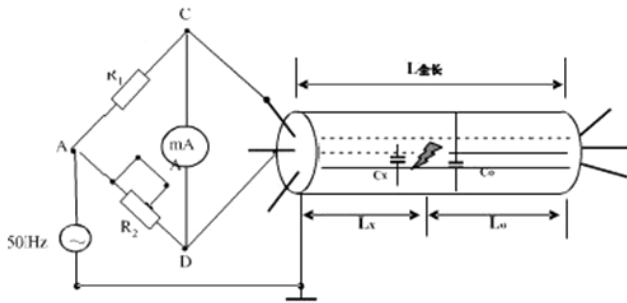


图1 电阻电桥法原理接线图

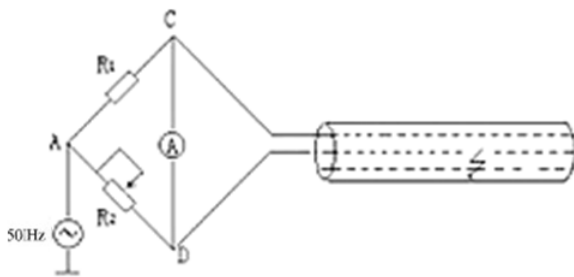


图2 电容电桥法原理接线图

4 电力电缆故障诊断方法

4.1 电桥检测法

电桥测定法要用双臂电桥测量电缆内铜芯电缆的阻值，根据测量电缆长短，算出电缆长短与阻值之间的关系，算出电缆路线故障的确切点。运用电桥检测法时，必须不同角度剖析电缆故障，明确短路故障接触力情况。电路连接故障一部分阻值低于 Ω 1时，必须保证故障点诊断意见偏差少于3m；电路连接故障一部分阻值超过 1Ω 时，选用高压损坏技术减少阻值，选用电桥测定法进行测量。电桥检测法在电缆故障诊断中的优势是精准测量。

4.2 测声法

这类故障检查方法的基本原理是以电火花放电产生的声音中找到故障所属，这里用了许多专用设备。在线路上组装高压电容器，在运行时对电容器充电。到达一定程度后，电缆护套的故障点充放电，还伴有充放电声。针对电缆敷设，能直接明确故障点；针对置入电缆，必须使用拾音器等设施进行测试。在这过程中，检

验人员首先明确电缆方向，依据方位明确声压级；在某一个点响声做到较大时，可以知道电缆故障。此方法用以确诊接地装置电缆故障难题。有一些电缆埋在土里，因此隐秘性非常高。电缆故障了，首先确立故障方向。然后用测声设备紧靠路面，直至设备传出“滋滋”的声响，基本上可以判定为电缆的故障点。应用该类故障检查方法时，作业人员务必确保安全，强化对音频输出设备和电源插头的应用监管，防止安全事故^[4]。

4.3 离线测距法

(1) 阻抗法，此方法主要在选中测量终端后，根据测量测算测量终端到故障点特性阻抗，例举故障点方程式，根据求得明确故障间距。这类测量方式一般创建线参数模型，基本原理简易，操作简便。此方法一般与传统电桥法紧密结合，精密度比较高，但应用领域较窄。

(2) 行波法。该检测方式主要是通过测量行波传播时间来决定故障点。一般有脉冲工作电压法、低电压脉冲反射法、脉冲电流法、二次脉冲法。低电压脉冲反射法十分形象化，不依赖别的电缆数据信息。主要缺点不可以测量高阻和短路故障故障。脉冲工作电压法具备故障测试速度快、对设备和作业人员安全系数高、数据信号易鉴别等特点。实践经验证明，二次脉冲法在运用环境下测量高精度，但实验仪器繁杂，故障检测效率不高，无法有效管理二次脉冲。

4.4 二次脉冲检测方法

二次脉冲测定法会带来高强度脉冲发送至电缆产生故障位置。故障部位受到破坏时，故障部位造成电弧的时间也会增加。在这个时间点，可以对二次脉冲触发器和电缆检测设备进行引发，那样，二次脉冲全自动开启设备启动时，造成2个低电压脉冲，当发生故障的路线中传送，刺穿电缆。运用检测仪器观查电压波动形状电弧反射光波长短特点，对检验信息进行统计分析和测算^[5]。

4.5 电容电流测量法

高压电力工程电缆运行时，不同相芯之间有电容存在，电容分布均匀。电容器测量法，即依据该状况明确故障点位置。测量环节中，在故障电缆的原始部位增加相对稳定的工作电压，表明各电缆的电流量和电容器，如I1、I2、I3等。电压波动后，在电缆一端持续测量电容器和电流量并做标识。一旦发现全部供电系统很有可能产生变化，依据所得到的电流量容积比能够基本明确电缆故障点所属的地区。依据电容公式得知，电缆的电阻与电流量正相关，在工作电压不变的前提下，电流量与电缆长度反比。在确认故障点时，根据比率可以知道具体故障部位，进而清晰地明确故障点。在这过程中，一定要注意电压是

相对稳定的。电流量表明必须精确载入。

4.6 低压脉冲检测方法

在电缆故障中,由于种种原因造成电缆短路故障,但运用低电压脉冲测定法能够很方便地判定和检测到电缆的高电阻器故障。在电缆故障部位释放出来低电压脉冲,沿电缆低电压脉冲传送到特性阻抗难题,检验反射电磁波的改变,剖析测算波型,用更科学的办法分辨故障方式。反射脉冲和发射脉冲反过来的的状态下,电缆的电阻值低,造成短路故障。假如反射脉冲和发射脉冲处在同样情况,则电缆终端设备短路故障^[6]。

5 电缆的维护与防范措施

5.1 应对电缆本身质量问题的防范措施

在供电系统运行时,因为电缆自身的产品质量问题所导致的电力工程故障十分普遍,所以必须提升电缆自身的质量控制。质量控制能从以下几个方面开展。(1)配电网电缆采购环节中,提升原材料质量控制,严格按照工程质量要求购置,达到实际需求,为下一步组装或设计方案给予品质保证;(2)在进行多股绞线的连接时,应科学合理设定、规划好机器设备线夹,尽可能结构加固电缆联接,以确保平安稳定运作。(3)在断路器防水套管的固定点,一定采取相应的防护措施。复合绝缘子能够安装于固定点,确保二者之间有明确的间距;(4)相关负责人应定期维护电缆品质,保证其品质符合规定。如果没有基本问题,须立刻开展维护保养,增加使用期限;产生重要产品质量问题时,必须定期更换,以能够更好地确保平安稳定运作。

5.2 全面推进电力领域生产改革及其创新发展

在超高压电力工程电缆建筑施工中,务必严格把控施工现场品质,关系着全部高压供电系统的运转安全与平稳。当在公路桥梁搭建环节中,搞好确立标志,严格执行标准与标准进行钢缆工程施工。与此同时,要高度重视高压电力工程电缆施工场地环境安全管理要素管理,提升原料质量与电缆运行监测,搞好高压电力工程电缆机器设备抵挡外力作用工作。在高压电力工程建设环节中,想要合理确保电缆全面的优质高效运作,需进行创新发展,健全技术以及规章制度。一方面提升技术革新,引入与应用海外前沿的故障无损检测技术和方

式,维持我国电力工程发展水平^[7]。

5.3 增强施工人员的专业技能

施工队伍专业能力前,应不断完善工程施工管理方案,将电缆敷设标准与产品执行标准的所有关键点列入管理制度,随后交到施工队伍。电缆在施工过程中,保证施工队伍能按标准操作程序工程施工,预防施工队伍因责任感差,盲目跟风依照个人经验认知工程施工,给工程施工产生安全隐患。因此,首先工作人员的责任心能够解决各种不合规的举动。要推行负责制,把施工队伍的利益与工程施工性能和品质、施工队伍的工作责任心和敬业精神结合在一起,降低电力工程电缆因人为要素故障的几率,在一定程度上节约能源和工程成本,推动电力企业的发展。

6 结束语

总之,若想提升电力电缆的传送效率和电能的品质,就需要明晰电力电缆发生故障的根本原因,加强电缆故障检测的频率,并且对其进行详细的分析和探究,将所得数据资料进行整合与归纳,这也是电力行业想要长久开展的不可或缺的步骤。

参考文献

- [1]易弢,廖俊龙,陈彬,等.配电网电缆故障成本风险评估模型法研究[J].计算机仿真,2019,33(12):128-131.
- [2]刘晓军.配电网电缆常见故障分析及维护方法探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2019(29):144-145.
- [3]陈本学,王晓梅,马文华.一种地下电缆中间接头故障定位装置设计[J].集成电路应用,2020,37(02):86-87.
- [4]宋兴丽.高压电力电缆的故障及诊断处理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2020(26):145-146.
- [5]毛健美,王莉,高闯,等.感性非接触式电缆故障在线诊断方法研究[J].仪器仪表学报,2020,38(07):1579-1588.
- [6]赵林启,孙明,许兆权.电力电缆的运行维护与故障分析[J].中国仪器仪表,2020(3):62-64.
- [7]张德威,陈腾蛟.浅谈10kV配电网运行中出现故障的原因及防治对策[J].科技经济导刊,2019(25):50-51.