

高压电力电缆故障分析及故障测寻方法

鲁振杰

国能准能集团哈尔乌素露天煤矿供电队 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要: 目前,随着社会的发展,高压电力电缆已经在家庭供电系统中运用得越来越广泛,主要由于它的许多优点,比如养护的任务较小、输电比较安全、环境适应性强等等。高压电力电缆因为受各种因素影响,在工作中往往会发生各类故障,因此如果不能准确的判断故障种类,查明引发问题根源,将很难迅速排除高压电力电缆问题,给供电系统的长期平稳工作埋下隐患,造成大范围长时间中断,不仅会给客户的生产造成困扰,还将带来很大的损失。所以,高压电力电缆事故识别与检测处理至关重要,直接影响到整个电网的安全与稳定性。

关键词: 高压; 电力电缆故障; 测寻方法

1 高压电力电缆故障类型分析

针对较高压的电力电缆而言,其故障形式主要有二种,一是并联式,二是串联。在这里,串联连接故障主要是指电缆引线上出现的断开问题。通常,在电力电缆导体上发生通断问题以前,均无法发生串联连接故障的问题。但针对于串联或并连接故障类型来说,其原因大多是在指导体内部的相对外皮的绝缘性能减弱,从而无法安全承受电压。而实际实践中发生的故障形式组合类型也比较多,例如导线通断,故障电压过大而将电缆烧断了,而这个形式的故障一般都会发生在并联接地、成对或者相间绝缘的情况。根据故障电流大小和击穿间隙的角度考虑,高压电力电缆故障类型可以大致分为开路、低阻,或者高阻等的闪络型故障。在这里,高阻故障现象出现时,由于故障处的电阻较小,以致于在故障点二端的所加电压,均无法超过在故障中心处的最大击穿电压,因此故障处也就不能穿透了^[2]。高阻故障、闪络式故障二者之间的区别并不是绝对的,影响较大范围的是高压电力系统容量、内阻等。另外,在实际中也存在着的自封闭故障现象,它主要出现在高压电力电缆接头、端子头中,特别是出现在浸油电缆头中。

2 高压电力电缆的故障原因分析

2.1 热老化

高温老化,一般定义为在高温作用下,金属绝缘材料的物理化学结构产生了破坏、水解等变化,从而导致金属板材的绝缘特性逐渐降低或者失去功效的过程。过热老化导致了绝缘材料的电性能和热机械性能降低,也因此减少了绝缘寿命,同时绝缘材料的热抗拉强度、韧性、硬度、热弹性等机械特性也明显降低了。而由于局部放电、热能损失而产生的大量热量,又是电器设备过热老化的最主要原因。

2.2 质量问题

在这些问题中,由于自身质量问题所引起的问题特别多,高压电力电缆的铺设各阶段均有可能由于产品质量问题引起事故,从而出现停电事故^[3]。由于市场竞争压力的逐步增加,所以许多公司希望以减少生产成本获得更大效益,会选择价值、品质没有保证的材料来进行制造,而此时电力电缆的品质也会遭到严重损害,以至某些产品的绝缘保护层也会出现问题,而这种产品一旦开始应用上将会产生相当大的安全隐患,而如果线路长时间处在受潮条件下,也会出现风化、受潮的现象,最严重的情况将会造成严重电力问题。

2.3 运行因素

在人民群众用电量日益增大的形势下,高压线路动力系统会一直处在运行状况当中。电力电缆超负荷工作情况的发生会使电缆连接器产生巨大的热能。这些能量的持续积聚将加快线缆的老化速度。高压线缆老化而带来的绝缘力下降的现象会造成重大的击穿问题。这些比较不良的工作条件都会对线路的工作带来不利的干扰。电缆负荷量所显示出的变化就会使导线的发热量产生变化,电缆附件密封失效之后产生的呼吸作用也会使大气中的水份和污物这些东西流入了导线里面,从而造成严重的绝缘问题^[4]。

2.4 外力破坏

外力干扰也是导致电缆故障发生的最重要因素,同时由于中国城镇化步伐的日益加快,对城市化的建设也在轰轰烈烈的实施中,随着城市内各行各业的迁改改造等工程的不断进行,这就是因为在城市改造进程中诸如自来水、煤气、通信、市政、路桥、房产、园林绿化等工程的不断进行,在很大程度上导致了电缆故障的发生。因此,当实施工程开挖、人工打桩时,由于没有进

行工程建设范围内的有关设备的检查,就容易出现导线连接而引起的故障问题。另外,架设、定位不牢的前提下还可能导致线缆错位、磨损、扭曲问题的发生。

2.5 安装质量

安装质量问题也是造成高压电缆事故的一种最主要的原因,而安装质量问题又主要分为了铺设电缆质量和安装电缆头质量二大类。因为铺设电缆质量问题而造成电缆事故的主要原因大多是在铺设的同时,由于野蛮的拖拉,破坏了电缆外层保护而导致,也正是因为外套的破坏,而导致电缆的内部进水或受潮,从而造成了事故产生。其次是在铺设光缆时转弯零点五径限制并不严格,导致了光缆内部所受到的应力过大,从而造成了光缆绝缘破坏并产生故障^[5]。由于电缆头安装质量问题,导致电缆故障的因素主要是由于安装工人在处理导线接管打磨、绝缘保护层处磨、绝缘屏蔽层反转角研磨、铝护套封铅密封、缠绕绝缘带防水带密封等的工序中比较粗糙,特别在压接管口边沿处往往有尖角、毛刺等的形成,而绝缘屏蔽层反转角也不均匀、凹凸不平,从而造成尖刺、凸起等部位的场强过大,导致局部放电。由于电缆长时间埋入潮湿的地底,且密闭条件不好使得大量水蒸气进入接头,由此造成接头绝缘力降低也是导致电缆故障的另一种主要因素。

3 高压电力电缆故障的查找方法

现如今在对光缆故障的测试中,由于多用光缆故障,测试仪就已对光缆进行了定位测试,而光缆问题探测仪器也可对。各种情况下进行了有效的测试。如光缆的高阻内容线故障。高低阻性的接地短路线,还包括了电缆的断裂和接触不良等。如果采用了声测技术,通过定点测量仪还可以更准确地判断故障地点的位置,尤其适合于测量各种类型不同等级压力的电力电缆和通信电缆。常用的光缆主要有以下三类材料:油浸纸,交联乙烯和塑料等。最常用的电力电缆的电磁波传播速度,可以通过在仪表中预计或制定一些特殊电缆的电波传播,还可使用机械键盘或现场临时制,而预制光缆长度和出故障的范围均不需要人工测算,而是经由仪表的自行检测可知,从而可以表示故障范围的长短,通过使用电缆故障测试仪,就可以精确测出故障点的距离,测量的准确度提高,而测量的结果,以数据的形式会自动的在液晶大屏幕上显示,观众就能够直接观测到故障,并产生波形,数据存储,可以调出显示结果^[1]。可以将被测量故障的波形与正常波形进行对比,以便于对问题有更深入的认识,从而对故障点与测试点之间的天线距离以及相对位移测量,并表示具有因通过不同的被测电缆,并随时

改变传播速度的功能。

4 电力电缆故障测寻的具体方法

4.1 低压脉冲反射法

由于电缆可能会存在一些安全问题或避免电缆损坏后造成的危害,城市内的电力电缆通常被埋入地下深处。所以,在出现故障时,专业的低压脉冲反射是常用的故障检测方法。该方法适用于小电阻故障、短路故障、断路故障等。低电压脉冲反射法是将低压脉冲注入电缆,在以不匹配的阻抗向电缆传输脉冲时,脉冲会反射,从而能判断故障、线缆类型及具体位置。该试验方法的优点是操作简单,不需要考虑电缆的长度和埋设位置,只要发现切口就可以进行试验。

4.2 脉冲电流法

脉冲法是在高压击穿导线的断裂点,使用仪表测量并记录在断裂点上发生的当前或输出电行波信息,再利用所分析的测试点和断裂点间的变化信息所经过的时间判断故障的长度。在现场施工中,脉冲电流法通常通过线性信号交换器测量电缆当前的波形变化^[2]。

4.3 高压闪络法

高压闪络法故障测寻方法的实际应用中,当电力电缆故障处受到高压击穿影响,并出现闪络放电法状态的时候,使得高阻故障可以瞬间转化为短接事故,并会产生反射现象。在此方法中,人们可以通过处理并分析反射信号中的波形数据,了解故障处的实际情况。在闪络方法的具体运用上,可以分成冲闪和直闪两种类型,高压电经过球间隙,向故障位置施加作用,确保每次冲击的时间在3-5s内,这就属于高压冲闪法。而若将高压直接向故障位置施加,则属于高压直闪法。

4.4 电桥法

通过与电桥原理的联系,使其故障相与非故障相间发生的故障。而电桥二腕原理也可以分别与故障相、无故障相联接。试验员们通过对二腕的调节变阻器的控制,实现了电桥平衡工作。然后再通过一定比例的运算,确定故障的实际长度。虽然这种设计运用方便、简易,而且可以获得很大的准确度。但是由于电源电压相对有限,所以对于三相短路、闪络性故障、高电流事故等领域,并不适合^[3]。

4.5 直流闪络法

直流闪络的故障测寻术在闪络的问题上运用非常广泛,在这种方法的使用中,如果故障地点不能形成电流通路,或者电阻值很高,当电流提高到某个程度时,就会产生闪络问题。所以,采用这种技术的基本原理就是,当电力电缆故障点被直流高压瞬间穿透,对故障端

产生的闪络状态,可以利用测试端波形识别,并根据测试终端与事故地点之间的相对位置进行获取。有资料表明,在电力电缆事故中,有的时候可采用直流闪络技术测寻,特别是对于预防性测试中的电力电缆事故,也可利用这种方法测寻。该技术在在大电流下瞬时击穿的闪络事故中也能普遍应用,这种故障优点就是波形信息简单、读数准确度高、易于掌握。但是它也具有一定的缺点,如反复闪络放电等,会导致事故端电流突然减小,产生炭阻通道,所以目前对该技术已不再应用。如果故障处电阻质量很小,则采用直闪法会出现输出电压不足的现象,因为电压由电力电缆或设备中的电流传递,引起的电力由于电缆电压不足,在故障地点附近无法形成闪络。在这种情形下,还需要采用冲击式高压闪络法解决^[4]。在该技术使用中,关键点就是对故障电缆有无击穿电池放电进行判别,但如果经验不足,很可能会误认为只要球间隙放电就可以把故障点击穿。这个看法相当片面,球间距能否被击穿,与间隙距离、电流幅值等有直接关联,若间距愈大,则利用球体间距向线缆上施加的电流也会愈高,而间隙击穿要求的电流则更高。至于线缆故障点是否被击穿,主要取决于故障点电流是否能达到临界击穿电流。但如果电缆的冲击高压比故障点击穿电流低,同时由于球体间距较小,也比较不易产生穿透现象,则不宜应用该技术。

4.6 电缆故障测距技术方

4.6.1 行波测距法

在从光纤故障点对光纤的任意一端长度进行测量时,都需要采用电压脉冲反射法或者脉冲电压法。电压脉冲反射法的基本原理就是可以直接地向故障电缆上供给低压脉冲,而由于低压脉冲在传输过程中一旦出现问题时就会造成反射干扰,所以这时就只需要同时记下低压脉冲的直接传输长度与反射传输长度,然后再经过计算二者差值就能够测算出线路故障点与测试站间的距离长度。

4.6.2 阻抗测距法

当对电缆故障点和线缆的任意一端之间距离进行检测时,通过直流电桥法和高阻故障法进行的操作也是比较简便。而直流电桥法是指通过将有故障线缆和正常光缆分别与电桥连接,然后再通过调节电桥上的阻力大小使电桥达到一个均衡状态。最后可以通过已有线缆长

度与相对地比例的关系,计算出故障地点和测试点的长度。而高电阻故障技术的实际应用则比较简单和容易,这种方法主要是通过给有高阻故障线路施加正弦值的高压信号,这时高电阻故障点就会不断闪烁并且故障点附近的电阻也会转变成弧线电压。这时,即可通过基于弧电压特性和分布函数的线路模型计算出线路电流和压力值,并以此判断故障点和测试站之间的相对位置。

4.7 声磁信号接收定点法

声磁同步技术中,它是将声电信息同步的测寻的主要方法。将冲击的直流电压在通过线缆后向故障部位加以释放,而当放电后的输出电压将在线缆保护套的电源回路形成感应季风环流,这时电流在线缆附近将形成完整的涟波电磁回路,这也就是声磁同步法的主要原理。另外,对电缆故障部位数据的脉动磁场数据还需要经过接收设备进行处理。当电缆故障部位与麦克风间的距离相距较近时,闪络声也较大。因此工作人员在测寻故障部位时,只要发生了脉冲磁场信号,则可以确定是为故障位置产生的声音,并由此确定为电缆故障位置^[1]。

结语

高压电力电缆是当前系统中的一个非常重要的组成部分,直接影响到了电能输送的稳定性和可靠性。而在电力电缆工作中,由于受到了一些因素的影响,也会出现故障问题,从而造成了供电不良甚至电源断裂的现象,对正常供电产生了不良的作用。因此根据电力电缆的特点,需要着重注意故障测寻工作,并采取了相应的技术措施,以迅速正确的找出问题点,从而迅速地排除了故障。

参考文献

- [1]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):205-207.
- [2]陈长江.电缆故障产生的原因及预防措施[J].智能城市,2021,7(10):71-72.
- [3]陈子豪.信息化背景下高压电力电缆故障原因分析与试验方法[J].内燃机与配件,2018(03):159-160.
- [4]陈冰.高压电力电缆试验方法与检测技术探讨[J].电工技术,2020(22):90-91,94.
- [5]电力电缆的故障分析及检测方法[J].王键.集成电路应用.2019(01).