

# 交联电力电缆预防性试验方法及注意的问题

郑毅君

(无锡供电公司, 江苏 无锡 214000)

**摘 要:** 本文叙述了交联聚乙烯电力电缆做预防性试验项目、方法和要求, 以及需注意的问题, 并提出自己的建议, 供同行比较借鉴。

**关键词:** 外护套; 内衬层; 铜屏蔽层电阻和导体电阻比; 电缆主绝缘耐压试验

## 0 引言

电力电缆在运行中不但长期承受电网电压, 而且还会经常遇到各种过电压, 如操作过电压、雷击过电压、故障过电压等。预防性试验可以提前发现电力电缆的某些缺陷, 它是保证电缆安全运行的重要措施之一。如果有关部门做预防性试验时, 不按《电力设备预防性试验规程》去试验, 则起不到预防性试验作用, 而且还会带来电力电缆隐患。

## 1 预防性试验项目、方法和要求

根据中华人民共和国电力行业标准《电力设备预防性试验规程》规定, 交联聚乙烯绝缘电力电缆预防性试验需作如下试验项目。

(1) 电缆主绝缘绝缘电阻: 用 2500V 或 5000V 兆欧表测量, 读取 1min 以后的数据, 对于三芯电缆, 当测量一根芯的绝缘电阻时, 应将其余二芯和电缆外皮一起接地。运行中的电缆要充分放电后测量, 每次测量完都要采用绝缘工具进行放电, 以防止电击。绝缘电阻数值自行规定。试验周期: 重要电缆 1 年, 一般电缆 3 年。

(2) 电缆外护套绝缘电阻: 就是测量钢铠对地的绝缘电阻值, 它主要检查支埋电缆的外护套有无破损。采用 500V 兆欧表测量。当每千米的绝缘电阻低于 0.5 时, 采用下面介绍方法判断外护套是否进水。试验周期: 重要电缆 1 年, 一般电缆 3 年。

(3) 电缆内衬层绝缘电阻: 就是测量铜屏蔽层对钢铠的绝缘电阻值, 它主要检查内衬层有无破损, 采用 500V 兆欧表测量。当每千米绝缘电阻低于  $0.5M\Omega$  时, 采用下面介绍方法判断内衬层是否进水。试验周期: 重要电缆 1 年, 一般电缆 3 年。

电缆内衬层和外护套破坏进水的确定方法:

直埋时间较长受地下水长期浸泡的电缆或受外力破坏而又未完全破损的电缆, 其外护套绝缘电阻、内衬层绝缘电阻均有可能下降至规定值以下, 因此不能仅根据绝缘电阻的降低来判断电缆是否进水, 要根据不同金属在电解质中形成原电池原理进行分析判断。电缆的外护套破或内衬层破损进水后, 由于水的作用(水是电解质), 将在铠装层的镀锌钢带上产生对地—0.76V 的电位, 铜屏蔽层产生对地 +0.334V 电位, 由此产生出  $0.334 - (-0.76V) = 1.1V$  的电位差。此时, 用万用表电阻档的“正”、“负”表笔交换测量铠装层对地或铠装层对铜屏蔽层的绝缘电阻, 在测量回路内形成的原电池与万用表内干电池相串联, 当极性组合使电压相加时, 侧得电阻值小; 反之, 侧得电阻值较大。如果上述两次测得的电阻值相差较大时, 表明以形成原电池, 就可判断电缆外护套和内衬层破损进水。外护套破损不一定立即修理, 但内衬层破损进水后, 水分直接与电缆铜屏蔽层接触并可能会腐蚀铜屏蔽层, 应尽快安排检修。

(4) 铜屏蔽层电阻和导体电阻比: 用双臂电桥测量在相同温度下的铜屏蔽层和导体的电阻。当铜屏蔽层电阻与导体的电阻之比数据与投运前数据增加时, 表明铜屏蔽层的电阻增大, 铜屏蔽层有可能被腐蚀; 当该比值与投运前相比减少时, 表明导体连接点的接触电阻有增加的可能。试验周期: 投运前, 新作终端或中接头后, 内衬层破损进水后。

(5) 电缆主绝缘直流耐压试验: 电缆试验电压按规定, 加压时间 5min, 不击穿。耐压 5min 的泄漏电流不应大于耐压 1min 的泄漏电流。试验周期: 新作终端或中接头后。

## 2 电缆直流耐压试验与电缆泄漏电流的区别

电缆泄漏电流的测量与直流耐压试验在发现绝缘缺陷的原理是有区别的。一般来说直流耐压试验对于暴露介质中的气泡和机械损伤等局部缺陷等比较灵敏,而泄漏电流能够反映介质整体受潮与整体劣化情况。两者在试验中又密不可分,泄漏电流实际上是直流耐压试验中得到的。测量泄漏电流的微安表在试验回路的不同位置和试验的高压引线是否采用屏蔽线等因素,都会影响泄漏电流的数值,所以在测量泄漏电流的过程中,判断不是电流的具体数值,而是泄漏电流的变化趋势。电压升高的每一阶段,都必须注意观察电流随时间变化的趋势,一条良好的电缆,在电压上升的每一阶段,电容电流和吸收电流先叠加在泄漏电流上,指示表上的电流一定剧增,随着时间下降,电压稳定 1min 后的稳定电流只是电压初期上升的 10%~20%,在这就是泄漏电流。如果电缆整体受潮,则电流在电压上升的每一阶段几乎不能随时间下降,严重时反而上升,这种电缆是不能轻易投运的。泄漏电流值随时间的延长有上升现象,是绝缘缺陷发展的迹象。良好的绝缘在试验电压下的稳态泄漏电流值随时间的延长保持不变,有的略有下降。

## 3 直流耐压试验对交联电力电缆的影响

交联聚乙烯绝缘材料是交联聚乙烯塑料经交联工艺而生成的,属整体型绝缘材料,其介电常数为 2.1~2.3,且一般不受温度变化的影响。在直流电压下,绝缘层中的电场强度是按照绝缘电阻率的正比例分配的,且绝缘电阻率分布是不均匀的(在交联聚乙烯塑料生产过程中,因工艺原因不可避免的在主料中有杂质存在,他们具有较小的绝缘电阻率,且沿绝缘层径向分布,分布不均匀),所以交联聚乙烯绝缘在交、直流电压下电场分布是不同的,导致了击穿特征的不一致。直流耐压试验不仅不能有效地发现交联聚乙烯绝缘材料中的水树枝等绝缘缺陷,而且由于空间电荷的作用,使原来存在的绝缘内部弱点进一步发展、扩大,使绝缘性能逐渐衰减形成绝缘内部劣化的积累效应,容易造成电缆在交流电压作用下,某些不应发生问题的地方投运不久就发生放炮。此外,电缆的某些部分,如电缆头、中间头,在交流电压下,存在某些缺陷,在直流耐压试验时却不会击穿。

## 4 实际预试情况

现在有些单位电缆预防性试验基本是将运行的电缆按计划一年停运一次,电缆附件安装工艺中的金属层按传统接地方式连接,因此电缆试验的项目主要有两项内容,电缆主绝缘绝缘电阻,电缆主绝缘直流耐压试验,通常将电缆按表一规定加试验电压,如果电缆受潮或外、内层绝缘损坏就可能将电缆击穿,然后查找故障点、修复,在用同样的试验电压加压 5min,正常后投入运行,如仍击穿或泄漏电流不正常,在进行一次查找故障点、修复,直到电缆完全正常。这种过程有许多不利因素,首先电缆耐压击穿后停电修复时间很长,对一个企业来说,损失是无法估量的,其次预防性试验往往集中进行,要在很短的时间对所管辖的电缆进行试验,不仅劳动强度大,而且难以对每条电缆都进行仔细分析。第三电缆预防性试验每次都做直流耐压试验,将产生绝缘内部劣化的积累效应,加速电缆绝缘老化,缩短电缆的使用寿命。

## 5 建议

预防性试验既然属于防止设备损坏、保证设备安全运行的重要措施,那就应以《电力设备预防性试验规程》规定和要求进行全面、认真地试验,既不能增加项目也不能减少项目。

电缆附件安装工艺中的金属层要改变传统接地方法,应采用下述方法去做。做交接试验时,要留好第一手资料,以后的预防性试验数据要和交接试验数据进行比较。当电缆主绝缘绝缘电阻数值,电缆外护套绝缘电阻数值,电缆内衬层绝缘电阻数值,铜屏蔽层电阻和导体电阻之比数值,与交接试验数据进行比较且数据变化不大又都在合格范围时,就不应再作直流耐压试验。当判断出电缆外护套和内衬层破损进水或新制作终端头和新制作中间接头,以及处理电缆铜屏蔽层后,才需对电缆做直流耐压试验。这样就可以最大限度的保护电缆,延长电缆的使用寿命。

电缆附件中金属层的接地方法:

(1) 终端:终端的铠装层和铜屏蔽层应分别用带绝缘的绞合线单独接地。铜屏蔽层接地线的截面不得小于  $25\text{mm}^2$ ;铠装层接地线的截面不应小于  $10\text{mm}^2$ 。

(2) 中间接头:中间接头内铜屏蔽层的接地线

不得和铠装层连接一起,对接头两侧的铠装层必须用另一跟接地线相连,而且还必须与铜屏蔽层绝缘。如接头的原结构中无内衬层时,应在铜屏蔽层外部增加内衬层,而且与电缆本体的内衬层搭接处的密闭必须良好,即必须保证电缆的完整性和延续形。连接铠装层的地线外部必须有外护套而且具有与电缆外护套相同的绝缘和密闭性能,即必须确保电缆外护套的完整性和延续性。

#### 参考文献:

- [1] DL/T 596-2005,电力设备预防性试验规程[S].
- [2] 华北电力集团公司.电力设备交接预防性试验规程[Z].

---

#### 作者简介:

郑毅君(1981- ),男,浙江兰溪人,本科,助理工程师,  
主要从事电力电缆工作, E-mail: astaireyi@sina.com。