

# ADSS 光缆电腐蚀原因分析及预防措施

谢 峰, 王 莉, 李海滨

(徐州供电公司, 江苏 徐州 221005)

**摘 要:**随着光通信技术的发展, 光缆在电力系统通信中得到了广泛应用。ADSS 光缆沿电力线路架设, 具有绝缘良好、抗拉强度高特点, 但是同时也存在着电腐蚀现象, 严重时会造成光缆外护套破裂甚至断缆。因电腐蚀现象产生的原因各不相同, 为了有效预防和解决电腐蚀问题, 通过对电腐蚀的 3 种模式的阐述, 分析形成电腐蚀故障的主要因素, 总结出在 ADSS 光缆生产、设计、施工、维护等环节中, 应采取的技术手段和预防措施。

**关键词:** ADSS 光缆; 电腐蚀; 空间电位; 外护套; 预防措施

## 0 引言

随着光通信技术的发展, 越来越多的光缆被应用在电力通信线路中, 目前电力系统内使用较多的是 ADSS、OPGW 光缆。在近几年的应用中, ADSS 光缆在运行中暴露出了一些问题, 运行中断缆等事故屡有发生。由于 ADSS 光缆一般都是与高压线路同塔架设, 此时它处于强电场环境下, 其外护套能否抵御高压场强的电腐蚀是一个关键问题。

## 1 光缆外护套电腐蚀原因分析

### 1.1 电腐蚀现象

随着光通信在电力通信网中的应用, ADSS 光缆大量投入使用, 随着运行时间的推移, 受到各种环境因素影响(如环境污染、复冰复雪等)及通过护套的泄漏电流产生的热量等, 使光缆表面聚合物慢慢失去结合力并最终失效, 表现在光缆表面粗糙、护套减薄致使光缆腐蚀, 这种腐蚀在光缆寿命期间是正常现象不会对光缆造成故障, 但是, 在光缆与金具接触点处, 由于电磁感应而产生巨大的电位差, 加上粗糙的光缆表面及交变感应电压的影响, 就再次为干电弧放电创造了条件, 形成恶性循环, 从而加剧了放电, 从而对光缆外护套形成腐蚀。以后由于电腐蚀作用的加强加深, 在张力的作用下缆皮开裂并露出纤维, 最终使得光缆材料的物理性能遭到破坏或熔化形成空洞状, 使光缆护套发生击穿, 直到维持不了张力的那一刻, 造成光缆断缆故障。

### 1.2 电腐蚀的主要模式

ADSS 光缆电腐蚀的现象主要包含三种基本模

式, 分别为击穿、电痕和腐蚀。这三种模式往往与金具同时发生综合故障, 要严格区分有时候是不容易的。

#### 1.2.1 击穿

由于各种原因, 在 ADSS 光缆表面发生了足够能量的电弧、产生了足够大的热量, 使光缆护套发生击穿。产生的击穿通常有熔融状边缘的穿孔, 常伴有同时烧断纤维而使光缆强度急剧下降, 到维持不了张力的那一刻致使断缆。击穿是一种故障, 在安装后发生的时间较短。

#### 1.2.2 电痕

电弧在护套表面形成放射(电树枝)状碳化通道称为电痕, 随着 ADSS 护套表面电弧的产生而不断加深, 在张力的作用下开裂并露出纤维, 有时转换成击穿模式。电痕也是一种故障, 在安装后发生的时间比击穿模式要长。

#### 1.2.3 腐蚀

由于通过护套的泄漏电流产生了热量, 使光缆护套聚合物慢慢失去结合力并最终失效。表现在表面粗糙、护套减薄, 这种现象称为腐蚀。腐蚀是缓慢发生的, 在光缆寿命期间是必然要发生的正常现象。

### 1.3 形成电腐蚀故障的主要因素

电腐蚀发生的基本条件是要有一定的漏电流和足够高的空间电位, 电腐蚀的程度与光缆承受的张力有关。

在工作时受到张力的 ADSS 光缆处于导线周围空间存在的强大电磁场中, 光缆对导线和大地之间的电容耦合使之处于一个空间电位的位置。在空间

电位的作用下,潮湿或污秽(不可避免)的光缆表面对接地的金具产生一个接地漏电流并发热,热量使光缆表面水份蒸发,随机(不可控)地形成干燥带,阻断了表面漏电流。当干燥带两端的电位足够高时就产生了放电形成电弧(称为“干带电弧”)。

### 1.3.1 接地漏电流

根据苏格兰 Hanterstor 西海岸的数据:接地漏电流小于 0.3mA 时不发生电弧。因此 0.3mA 被公认为不发生电弧的门槛值;当接地漏电流超过门槛约 0.5mA 时,将产生电弧;随着接地漏电流超过 1mA,电弧随之严重;但当接地漏电流更大(约超过 5mA)时,电弧活动将停止,即大电流不产生电弧。

### 1.3.2 光缆承受空间电位的标准

根据相应标准和规范,ADSS 光缆外护套能承受的空间电位分两级。

A 级: PE 护套 $\leq 12\text{kV}$ ;

B 级: AT 护套 $\geq 12\text{kV}$ 。

B 级护套的上限在相关标准和规范中未作规定,通常的提法为 20~25kV。

### 1.3.3 电腐蚀产生时的活动长度

接地漏电流是由空间电位驱动的。

在输电线路的某一档距上,假设光缆与导线间距不变(弧垂一致)并与大地间距不变(事实上不可能、仅是假设),光缆表面各个点与接地的金具末端距离变化很大,在档距中央的感应电压虽然很高,但充电常数很大,充电电流极小,光缆表面无漏电流;随着接近安装在杆塔的金具末端,感应电压急剧趋于零同时接地漏电流变大,在接地的金具末端接地漏电流达到最大值,如满足起弧条件,电腐蚀就发生了。从接地漏电流开始变大的某一点到金具末端的距离称为“活动长度”,也即电腐蚀最易发生的危险区域。因此,在一个档距内存在两个活动长度。

## 2 ADSS 光缆护套及挂点改进

### 2.1 光缆护套材料的改进

ADSS 光缆电腐蚀地防护主要集中在护套材料的改进与创新。一般认为,空间感应电势  $U \leq 12\text{kV}$  可用普通的 PE 材料,在  $12\text{kV} \leq U \leq 25\text{kV}$  的情况下必须要用抗电蚀材料,ADSS 光缆应用在  $\geq 25\text{kV}$  的情况很少。外护套材料的抗电蚀性,许多世界知名厂

商都有自己的发明与专利,并成功应用。通过对护套材料高分子链交联产生交联聚合物,添加特殊材料成分,甚至添加微导电物质,光缆的抗电蚀性比普通 PE 材料有了较大地提高,即使在污染较大的地区,都有成功运行 10 年以上的抗电蚀 ADSS 光缆。

### 2.2 防晕环的使用

光缆外护套外皮材料的改进,增强了光缆抵抗电腐蚀的能力。在强电场中还存在着另一种伤害,电晕放电。电晕产生于光缆金具末端,通常在高压环境下形成。国外在应用于 220kV 以上的电力线路的 ADSS 上,普遍使用一种叫防晕环的装置,防晕环装于金具末端,它可有效地降低电场密度,减少金具末端放电的可能。国内 ADSS 大多应用于 220kV 以下,出于经济上的考虑(防晕环多为进口)认为在 220kV 杆塔上,总能找到感应电势较低的挂点,杜绝电晕产生。是的,要找出这样的挂点并不难,但是在实际线路状况千差万别,即使同一线路,也存在多种不同类型的杆塔。就铁塔来说,理论计算,塔中央部位是最佳挂点(感应电势最低)。可是考虑到施工的难易,挂点材料的增加费用等,实际选择的挂点多为塔侧。在某些塔型(双回路、多回路铁塔),如多回相线同相序运行,塔侧感应电势更加接近安全范围边界值,电晕产生的可能大大增加。电晕损伤相对于缆皮电弧灼伤要显得轻微,但它确实存在,虽然短期内看不出问题,时间一长,缆皮在持续地“攻击下”,寿命很难保证,加装防晕环,可以减少电晕放电对光缆皮层的损伤。

### 2.3 金具挂点位置的改进

降低挂点金具位置,在满足光缆对地及障碍物距离要求情况下,适当降低悬挂金具挂点位置,适当加大防震金具与挂点金具之间的距离,可降低挂点金具与防震金具之间空间电位电势梯度,使接地漏电流控制在 0.3mA 以下,形不成连续电弧,可有效降低光缆护套的电腐蚀。

## 3 电腐蚀防护措施

(1) 运行中受到张力的 ADSS 光缆护套的电腐蚀是由通过电容耦合的空间电位(或电场强度)造成大致为 0.5~5mA 的接地漏电流和干带电弧引起。如果采取措施使接地漏电流控制在 0.3mA 以下,形不成连续电弧,则护套的电腐蚀原则上不会发生,

目前最现实有效的方法仍是控制光缆的张力和空间电位。

(2) AT 或 PE 护套 ADSS 光缆的静态空间电位设计应分别不大于 20kV 或 8kV, 在最恶劣的动态条件下应分别不大于 25kV 或 12kV, ADSS 光缆是可以安全运行的。

(3) 静态空间电位为 20kV (多为 220kV 系统) 或 8kV (多为 110kV 系统) 系统中的防振鞭离金具予绞丝末端分别为不小于 (1~3) m 或 0.5m 是改善 ADSS 光缆电腐蚀的有效措施之一。同时应对 ADSS 光缆的预防振动损害和其他防振方法 (如适用的防振锤减震) 进行使用。

(4) 不能简单地以系统电压等级和/或离相导线的距离凭经验确定光缆的安装位置 (常称为“挂点”), 应根据每一塔型的具体情况计算挂点的空间电位。

(5) 防电晕环在国内目前应用地很少, 这不是一种正常现象。国内已有用户将防电晕环运用在高压等级 220kV 电力线路上, 通过运行实践, 电晕保护开始为用户接受, 这对 ADSS 光缆在高压环境下的可靠运行又增加了一条“安全带”。

(6) 尽管近几年屡有 ADSS 光缆电腐蚀故障发生, 这种电腐蚀现象大多数都发生在 220kV 线路上, 110kV 线路上发生较少, 大量的实践已证明, ADSS 光缆在 35kV、110kV 线路中可以继续推广应用; 在 220kV 线路上应将 ADSS 光缆改造为 OPGW 光缆运行。

## 4 结束语

实践证明, 加强 ADSS 光缆外护套耐腐蚀能力, 防止运行中光缆外护套遭受电腐蚀, 是确保 ADSS 光缆安全可靠运行的重要措施。在实践中我们发现, 除了进行耐腐蚀性能长期良好的护套材

料研究之外, 还可以通过计算电场强度选取光缆挂点和根据气象条件设计弧垂, 确保光缆运行在低场强空间来解决。所以, 在确保 ADSS 光缆质量、做到规范工程设计、施工和维护运行的前提下, 在 110kV 电力线路架设的 ADSS 光缆的电腐蚀是可以做到有效控制的。在 220kV 电力线路上, 应逐步将 ADSS 光缆改造为 OPGW 光缆运行。

## 参考文献:

- [1] 黄俊华.ADSS 光缆的电腐蚀故障和控制[J].电力系统通信,2004(02).
- [2] 李正超,王红军,丁玉江.ADSS光缆电腐蚀机理及预防措施[J].江苏电机工程,2005(03).
- [3] 徐乃英.ADSS光缆护套抗电气侵蚀能力试验中若干问题的探讨[A].中国通信学会 2001 年光缆电缆学术年会论文集[C].2001.
- [4] 傅宾兰.我国全介质自承式光缆的运行状况及抗电腐蚀措施[J].电网技术,2005(24).
- [5] 王爱国.ADSS 光缆电腐蚀分析[A].2002 年电力特种光缆应用技术学术会议论文集[C].2002.27-31.
- [6] 潘海圉,张国富,张志军.ADSS光缆电腐蚀的产生及预防[J].电力系统通信,2007(01).

## 作者简介:

谢 峰 (1963—), 男, 江苏徐州人, 工程师, 从事电力系统通信管理工作;

王 莉 (1969—), 女, 江苏徐州人, 助理工程师, 从事电力系统通信管理工作;

李海滨 (1959—), 男, 江苏徐州人, 高级工程师, 从事电力系统通信管理工作。