

ADSS光缆北京地区相间敷设应用

随着智能电网建设发展,电力光纤的应用日益广泛,承载业务日益重要。北京市架空入地环境治理工作的逐步深入,城区架空弱电线将被逐步清除,架空光缆敷设难以开展,在10 kV导线敷设光缆已经不被允许。研究全介质自承式(All-Dielectric Self-Supporting, ADSS)光缆在配网输电线路相间敷设技术、研制绝缘型光缆金具,解决存量配电网线路的光纤覆盖问题实现公司光纤到变台到柱上开关的要求。当输电线路已经架设有地线,且剩余寿命还相当长,需要尽快以低安装费用建设光缆系统,同时避免停电作业等前提下,采用ADSS光缆有很大优势。ADSS技术提供了另一种电力通信解决方案。

郝佳恺 王宇 陆醒晔 张敬波 刘继刚/国网北京市电力公司



郝佳恺/高级工程师

0 引言

由于全介质自承式(All-Dielectric Self-Supporting, ADSS)光缆可以利用现有的杆塔资源,已被电力系统、联通公司广泛采用。ADSS光缆与普通光缆相比有一系列的技术问题,这些技术问题主要有三个方面:即抗张元件与光纤余长设计、制造工艺技术及安装施工技术。因此,一个优质工程必须有高品质的光缆与良好的安装施工技术。对于大量的存量电力配电网线路,采用ADSS相间敷设技术。目前,ADSS光缆在电力系统中得到广泛应用,但因存在电腐蚀等问题均是在输电线路场强较小的挂点敷设,按照施工规范要求,对导线距离一般不少于1 m。10 kV挂点一般在对导线1~2 m处敷设。

关键词/Keywords

ADSS光缆·
配电网·
电力通信·
相间敷设·
绝缘金具·

1 ADSS光缆相间敷设线路设计

ADSS光缆以附挂于电力线路杆塔为设计初衷,因此要受到电力光缆线路自有因素的制约,杆塔在设计时要考虑包括光缆的安装挂点,杆塔的机械强度和其他相关因素,尽量“适应”原有的杆塔,不能对原有电力线路有任何影响。ADSS光缆相间敷设技术适用于现有状况的北京地区配电网项目中,将ADSS光缆采用绝缘金具固定在距离10 kV线路30~40 cm的位置。光缆和10 kV线路构成菱形敷设状态,解决光纤到变台的实际问题,满足公司发展需要和城市治理要求,从而解决光纤到变台、柱上开关等公司发展的需求。

1.1 ADSS光缆的概念及结构

ADSS光缆是一种全部由介质材料组成、自身包含必要的支撑系统且可直接悬挂于电力杆塔上的非金属光缆,主要用于架空高压输电系统的通信路线,也可用于雷电多发地带、大跨度等架空敷设环境下的通信线路。

ADSS光缆是双护层的全介质自承式光缆,芳纶固定在内外护之间起加强作用,根据使用场合的电压不同,外护套可以使用聚乙烯(PE)外套或耐电蚀(AT)外套,如下图所示。

1.2 ADSS光缆的选型

1.2.1 按机械强度选型

ADSS光缆的机械强度主要由芳纶承载,缆内芳纶的数量决定了光缆的额定抗拉强度(RTS),单位为kN。

ADSS光缆最大允许张(应)力(MAT)对应于在最恶劣的设计气象条

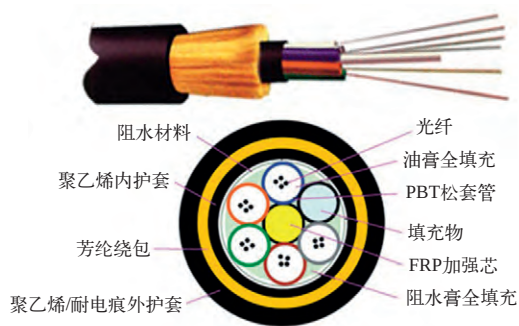


图 ADSS光缆结构图

件下缆所受到的最大张(应)力, 单位为kN 或 N/mm^2 。

ADSS 光缆的年(日)平均张(应)力(EDS)对应于在无风、无冰及年平均气温下的张(应)力, 单位为kN 或 N/mm^2 。

ADSS 光缆的极限运行张(应)力(UOS)可视作缆的过载能力, 对应于在短时超过设计气象荷载时缆所承受的张(应)力, 单位为kN 或 N/mm^2 。

ADSS 光缆具有可变跨距特性, 对于同一条光缆, 如果气象条件和弧垂不同, 其允许使用档距不同。根据要架设光缆的电力线路设计气象条件, 档距跨越情况, 杆塔的设计运行状况, 线路转角和高差等情况, 确定ADSS 光缆的机械性能。通常以电力线路的设计气象条件计算的ADSS 光缆张力弧垂表为依据。校核杆塔的强度, 增加的负荷主要有风荷载, 复冰荷载及不平衡张力; 还应校核交叉跨越, 根据校核情况, 最终确定ADSS 光缆本身的机械性能。

1.2.2 按电腐蚀选型

在110~220 kV高压电网中, 光缆长时间运行在高电场及污秽环境中, 光缆的表面带有高电位, 其表面受污秽环境影响而形成半导体层。这样, ADSS光缆和接地的金具产生一定漏电电流, 并从每档光缆的中部流向两端电流产生的热量使表面的水分蒸发形成局部干燥区域, 当这个电位积累到足够高时, ADSS光缆放电形成电弧, 随着放电次数的增加光缆外护套发生破裂甚至断缆。

目前AT护套的ADSS光缆可在不大于25 kV感应电势的安全环境中运行。一般在35 kV及以下架空电力线路选用PE护套光缆; 110 kV及以上线路选用AT护套光缆; 220 kV以上的电力线路不宜架

设ADSS光缆。

1.2.3 按结构选型

(1) 中心管式结构。光纤以一定的余长置于填充阻水油膏的PBT(或其他合适材料)管中, 根据所需要的抗拉强度绕包合适的纺纶纱, 再挤制PE(不大于12 kV电场强度)或AT(不大于20 kV电场强度)护套。中心管结构易于获得小直径, 冰风负载较小; 重量也相对较轻, 但光纤余长有限制。

(2) 层绞式结构。光纤松套管以一定的节距绕制在中心加强件(一般为FRP)上后挤制内护套(在小张力和小跨距时可省略), 然后根据所需要的抗拉强度绕包合适的纺纶纱, 再挤制PE或AT护套。缆芯可填充油膏, 但当ADSS光缆工作在较大跨距并带有较大弧垂的状况下, 由于油膏的阻力较小, 缆芯易“滑动”, 松套管节距易发生变化。用合适的方法把松套管固定在中心加强件上和干式缆芯可以克服, 但有一定的工艺难度。层绞结构易获得安全的光纤余长, 虽然直径和重量相对稍大, 在中大跨距应用时较有优势。

1.3 ADSS光缆相间敷设挂点的确定

ADSS光缆的选型和挂点设计不但与光缆本身的机械强度有关, 还与弧垂、气象条件和杆塔条件相关并且有时候是互为牵制的。

光缆挂点的选择原则:

(1) 光缆应悬挂在电场强度较小的位置, 即AT护套不大于20 kV/m, PE护套不大于20 kV/m。

(2) 光缆在水平和垂直方向上的投影不应与导线和地线出现交叉, 以免在风偏和摆动时产生鞭击。

(3) 光缆不应与杆塔产生摩擦和碰撞。

(4) 光缆必须保持与居民区、铁路、公路、通信线路和其他电力线路的安全距离。

(5) 悬挂光缆的金具必须装在杆塔可承受侧向拉力的塔材上, 使杆塔受力最小。

(6) 考虑到ADSS光缆的日常维护及安装过程停电可能造成的经济损失, 建议ADSS光缆在铁塔上的理想安装位置在相线的下面。但如果不能满足设计要求的离地面及地面附属物的安全距离, 可考虑将光缆架设在相线的上面。

(7) 挂点位置应通过计算无论在安装期间或

在各种环境负荷情况下,光缆与相线或地线之间均不允许发生接触,同时须考虑避免光缆支撑点出现打火花的危险。

(8) 针对本工程为10 kV线路,电场强度低于12 kV/m,常规ADSS光缆均可满足线路要求。故安装挂点在不与导线接触的情况下,可选择在相间进行敷设,并配合使用绝缘金具。

其中,高压感应电场的大小一般有ADSS光缆生产厂家根据电力设计院的初步设计进行核算,给出不同杆塔型号的电场强度大小及分布图,再结合施工具体难易程度,最终确定光缆的挂点位置。在专门的应用软件中,只要按既定的坐标系提供杆塔的相线坐标、相线线径、地线类型和线路的电压等级等,就可得到一幅感应电场分布图。因此在初步设计的准备阶段,线路资料的详尽可靠是整个工程质量的保障。

1.4 光缆的传输衰减设计

设计光纤通信系统时,必须充分考虑所用光纤的衰减、带宽以及接头连接损耗,这些都是影响传输性能的最重要参数。

光缆系统的衰减,与光缆长度、衰减系数和接头损耗有关。衰减计算公式如下

$$A_K = LA_F + nA_{Sp}$$

式中, A_K 为光缆系统衰减, dB; L 为光缆长度, km; A_F 为光纤衰减系数, dB/km; n 为光纤接头个数; A_{Sp} 为接头损耗, dB。

由于光缆系统长期运行,因此设计时必须考虑到预留一定的裕量来方便维修时来增加接头的需要。

1.5 ADSS光缆线路绝缘金具

ADSS光缆是靠金具来固定在杆塔上的。安装金具必须与光缆配套使用。不同杆塔、不同跨度和不同外径的光缆用的金具各不相同。所以,光缆假设所使用的金具是根据现场情况二确定的。

1.5.1 绝缘耐张金具

耐张金具一般用在始端、终端,线路转角处(当转角超过25°时)的转角塔两端。耐张金具的规格应根据档距、光缆外径确定,不同的档距、耐张金具的绞丝长度与直径则不同,价格也有差别。

1.5.2 绝缘悬垂金具

悬垂金具主要用在直线塔或转角小于25°的杆

塔上,每杆一套,悬垂金具规格也与光缆敷设的档距有关。

1.5.3 绝缘防振器

ADSS光缆多采用螺旋阻尼器(SVD),如果 $EDS \leq 16\%RTS$,可不考虑防振,当 EDS 为(16~25)% RTS 时,需采取防振措施。如光缆安装在振动多发地区,必要时应通过试验确定防振方法。

1.5.4 接续盒

ADSS光缆接续盒一般采用铝合金制接头盒,这种接头盒可以直接用于室外,可以为光缆的接续提供很好的保护。

ADSS光缆相间敷设则是选用与档距匹配的光缆,由于10 kV线路电压等级低,电场强度小,常规PE护套的保护已经足够,所以在实际施工过程中,注意保证光缆不与导线接触,并且使用带绝缘护套的金具,保证光缆的安全。

1.6 ADSS光缆线路的配盘

根据施工线路长度配好每一盘光缆的盘长。一般在实际线路长度的基础上增加6%左右,由于ADSS光缆不能在任意一个点进行接续,必须在线路的耐张杆或者耐张塔上进行接续,而且在做光纤熔接的时候需要预留。每盘光缆的盘长不宜过长也不宜过短。盘长太长施工不便;太短则接续的次数较多,通路的衰耗大,影响光缆的传输质量。

ADSS光缆线路的施工相对于电力线路施工而言有其特殊性,如ADSS光缆必须张力放线、不能受压,并应具有最小弯曲半径参数等。

2 ADSS光缆线路的施工

2.1 施工准备

(1) 光缆外观检查。用户收到光缆后应及时检查缆盘及外层光缆,确定所收光缆未受损伤;检查缆盘中心孔有无各种可能损害光缆外护套或妨碍光缆收卷和展开的障碍物。

(2) 数量检查。检查光缆总数量、每盘长度是否与合同要求一致。

(3) 质量检查。用光时域反射仪(OTDR)检查光缆在运输中是否受到损害。检查所得数据可用来与安装后验收检测数据进行比较,并可作为数

据记录的一部分,有助于日后紧急修复工作。

(4) 安装金具检查。对安装所需金具型号、数量进行清点,若与合同要求不符应立即与供货厂家联系,在实际施工前妥善解决。

2.2 施工注意事项

(1) 施放光缆时,应注意光缆弧垂配合。因部分电力线路已运行较长时间,可能线路在运行中因检修或其他原因,导线弧垂已发生变化。当光缆挂点在导线上方时,要求光缆弧垂的最低点在导线的上方,且光缆弧垂最低点对上导线的距离 $S \geq 1\%L$ (L 为档距);光缆挂点在双回路塔下横担中间时更要严格要求光缆弧垂与导线配合。

(2) 在施工放线过程中,光缆不得与地面或杆塔构件产生磨擦,以免损坏外保护层。在转角杆塔或其他转弯的地方,要配置转向滑轮组,保证动态弯曲半径大于 $30D$,在拉扯、扭转光缆时应采取措施,防止过大的压力损坏光缆。

(3) 施放光缆时应保持适当的张力和速度,缆盘处至少有两人员值守,并负责仔细检查光缆外表的质量。

(4) 施放光缆时,为防止光缆扭绞应采用防扭器。防扭器应先与固定光缆的蛇皮网套联结好再联至牵引绳上。

(5) 光缆施工过程中,为防止光缆被障碍物、岩石等磨损及滑出放线滑车线槽,故沿线应派人巡视。每基杆塔和重要交叉跨越处派人看守并配置足够的通信联络设备,以及时处理和消除可能发生的问题。

(6) 光缆放线滑车直径不小于500 mm,滑车线槽的宽度和深度要求和张力车轮槽相同,张力机轮槽和滑车线槽应有橡胶或尼龙包复,以免损伤光缆外护套。

(7) 光缆紧线后,必须对光缆端口进行封装处理,防止光缆受潮、受污。同时应尽快完成金具及附件的安装,防止光缆受振动而伤害。

(8) 接续连接盒安装于耐张杆塔,放置在离7 m以上的位置,采用防盗螺丝固定,尽量选择在易于盘放余线的地方。

(9) 根据盘盈情况在耐张杆塔配置接续盒,悬垂线夹的使用因缆径不同而有区别,施工时应注意金具的配置使用。

(10) 在光缆分盘连接处,有一定数量的余长部份缠绕在余缆架中,余缆架固定在铁塔适当的位置。

(11) 如塔材上有脚钉或包钢等不能安装,时刻将挂点位置适当变动。

(12) 光缆在变电站构架引下地面,沿站内缆沟敷设至通信机房。构架引下光缆离地3 m处要求穿套镀锌管,用引下线夹以1.5 m的间隔固定在杆柱上。光缆在电缆沟敷设要求穿套HDPE硅心管,用尼龙扣绳固定在支架上。

3 结束语

综上所述,在ADSS光缆相间敷设应用中,应充分考虑ADSS光缆及电力线的特点,根据电力线实际运行情况,合理选用光缆的挂点和指标。在保证光缆及线路运行安全的前提下,综合考虑经济性及安全性,保证光缆线路与输电线路匹配,最大限度提高光缆线路的使用寿命及运行安全。

参考文献

- [1] 蔡永强. 全介质自承式光缆(ADSS)挂点问题的探讨[J]. 电力建设, 2004(1): 25-27.
- [2] 黄俊华. ADSS 光缆的电腐蚀和控制[J]. 电力系统通信, 2004(2).
- [3] 张忠, 等. ADSS 光缆选型的误区[J]. 电力系统通信, 2005 (8).
- [4] 李晗. ADSS光缆的设计[J]. 光纤光缆传输技术, 2000(1): 14-17
- [5] 胡忠辉. ADSS光缆结构设计探讨[J]. 光纤光缆传输技术, 2001(1):1-6.
- [6] 王守礼, 严永新, 等. 电力系统光纤通信线路设计[M]. 北京: 电力出版社, 2003.
- [7] 马建林. ADSS光缆有关设计与制造探讨[J]. 光通信, 2007, (4-5).

(收稿日期: 2015-05-15) EA

作者简介

郝佳恺 (1972-), 男, 高级工程师, 主要从事光缆线路运行维护及管理工作。

王宇 (1979-), 男, 高级工程师, 主要从事通信管理工作。