

ADSS抗强台风能力设计

从ADSS设计原则和重要参数的设计计算方法入手,开展抗强风ADSS设计并根据风压系数、体型系数等参量,对拟设计的ADSS进行了抗强风能力校核。为沿海地区的ADSS选型设计提供了技术方法和原则。

李杰¹ 张晔² 冯学斌² 祝庆荣¹/1.广东电网有限公司电力调度中心
2.中国电力科学研究院



李杰/工程师

0 引言

全介质自承式光缆(All Dielectric Self-Supporting Optical Fiber Cable, ADSS)是一种全部由介质材料组成,自身包含非金属加强构件,可直接悬挂于输电线路杆塔上的通信用电力特种光缆。

强台风使广东电网沿海地区ADSS的抗风能力经受了一次重大考验,同时也为沿海地区运行中ADSS的安全运行敲响了警钟。随着全球变暖、沿海地区气候日趋复杂多变,未来登陆地面的强台风甚至超强台风,必定严重影响电网通信光缆安全运行。

通过对抗强台风ADSS设计和系列化,推进了ADSS在强台风环境下的应用研究;同时研究提出了ADSS光缆在强台风地区的应用方案,解决了其应对强台风损伤的工程实际问题,推动其在沿海地区的应用。对今后电力通信网的安全运行及今后电力通信的发展具有重要的实际意义。

1 一般设计原则

1.1 线路气象组合条件选择

进行ADSS线路设计,首先要求缆自

身的机械强度和缆内光纤余长在各种外界条件影响下的传输性能满足设计条件要求。当风速、覆冰和气温都取极值计算时,光缆和杆塔将最大受力。但通常情况下,根据气象规律,这三个条件的最大值不会同时发生。在风速最大时,覆冰不会出现;覆冰最大时,气温一般是-5℃。

因此,在沿海地区,设计抗台风ADSS光缆线路时,必须根据气象条件和线路实际情况选择合理的“气象组合条件”,即最大风速发生时,线路负载情况计算。

ADSS光缆线路在设计、选型时用的气象组合条件应与其同线路的输电线路设计条件相一致。

1.2 应力、弧垂和跨距间的影响关系

一般来说,在高差为零的相邻杆塔两端架空线或光缆悬挂点连线中点与架空线的垂直距离称为中点弛度,也称弧垂。

弧垂小,则在台风发生时,发生舞动及碰撞上导线和下构筑物的可能性小,造成断缆的危险性减少。但其大小又受线路跨距的影响,在所受应力一定的条件下,跨距大,则弧垂相应增大;当跨距一定时,弧垂增大,则应力越小,有利于线路长期运行安全性和通信可靠性;当弧垂一定时,跨距增大,应力随之增大。

因此,为了提高ADSS光缆线路在遭遇台风情况下的抵抗能力,应尽可能减小线路档距,以获得良好的应力控制状态和较小的弧垂特性。而不能采取以往单纯地为使光缆应力保持一个安全控制值,而通过调节弧垂来调节跨距的方

关键词/Keywords

ADSS ·
抗强台风 ·
台风荷载 ·
参数设计 ·

法。

1.3 ADSS光缆设计

进行ADSS光缆设计，主要是在线路设计要求的基础上，对ADSS的抗拉性能、应力应变性能和耐腐蚀和抗紫外性能进行设计选型。从结构设计、原材料的选择到工艺参数的设置、修正和改进等技术措施来综合控制。

1.3.1 ADSS的抗拉强度

ADSS光缆的抗拉强度主要依靠缆内的芳纶材料填充而得以实现，由于芳纶这种特殊材料的抗拉强度有一定的离散性，所以ADSS光缆的抗拉强度更偏重于用RTS为ADSS光缆的保证抗拉指标，即拉伸试验时必须达到或超过该标称值。

ADSS光缆的RTS参数是芳纶配置、耐张金具设计和抗风能力衡量的重要依据。

1.3.2 ADSS的应力应变特性

光纤应力应变特性表现在抗台风能力上，主要是对其通信传输性能的保证，要求在60%RTS受力的状态下，光纤无应变。其在很大程度上与光缆的弹性模量和光纤余长有关。对于ADSS光缆，弹性模量主要取决于所用芳纶的模量和数量。光纤余长主要与光缆的结构参数相关，建议采用层绞式松套管结构，光纤余长主要取决于中心加强件FRP的尺寸、松套管内径和管内光纤束的芯数和绞合节距。

1.3.3 ADSS的耐腐蚀特性

ADSS光缆的电腐蚀主要是指在电场作用和潮湿气候条件及污秽的共同作用下，在ADSS光缆表面发生的护套灼伤或碳化的现象，进而损伤整缆的机械强度，是造成断缆事故发生的诱因，在沿海地区这种情况尤为严重。

因此，进行ADSS抗台风能力设计必须要加强对其耐腐蚀能力的提高，目前可以采取的措施主要包括：挂点选择和护套采用耐电痕AT护套料以及减少在其施工过程中的外护套损伤等措施。

2 ADSS结构与参数计算方法

2.1 抗强台风ADSS结构设计

受强台风的影响，ADSS要求强度高，所以采用层绞式结构，如图所示，外护套采用AT材料。

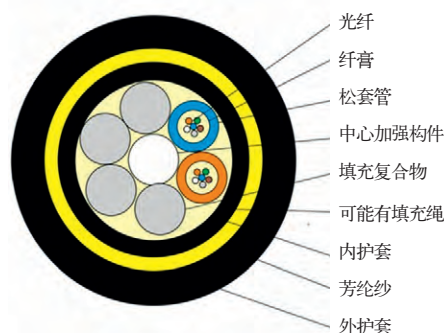


图 抗强台风层绞式ADSS典型结构

2.2 ADSS设计计算方法

ADSS设计所需的主要技术参数包括外径、截面积、单位重量、额定抗拉强度（RTS）、弹性模量和线膨胀系数等。

(1) 外径 D 。

因光缆水平荷载同外径成正比，为不至于增大杆塔水平荷载，提高抗风能力，在其他性能满足的情况下，尽量减小外径。

(2) 截面积 A 。

所有受力元件截面之和的计算值。

$$A = \pi (D/2)^2 \quad (1)$$

(3) 单位重量 W 。

为保持杆塔受力平衡，不至于增大杆塔垂直荷载，应尽量减少重量。

$$W = W_{FRP} + W_S + W_{NH} + W_F + W_O + W_G + W_{WH} \quad (2)$$

式中， W_{FRP} 为FRP质量，kg/km； W_S 为管质量，kg/km； W_{NH} 为内护套质量，kg/km； W_F 为芳纶质量，kg/km； W_O 为光纤质量，kg/km； W_G 为纤膏和油膏质量，kg/km； W_{WH} 为外护套质量，kg/km。

(4) 额定抗拉强度RTS。

额定抗拉强度指承载截面（护套和芳纶，不包括束管光单元）强度之和的计算值。

$$RTS = (T_{FRP} A_{FRP} + T_F A_F) \times 0.9 \times 10^{-3} \quad (3)$$

式中， T_{FRP} 为FRP抗拉强度，MPa； A_{FRP} 为FRP面积，mm²； T_F 为芳纶抗拉强度，MPa； A_F 为芳纶面积，mm²。

(5) 弹性模量 E 。

$$E = E_{FRP} + E_S + E_C + E_{NH} + E_F + E_{WH} \quad (4)$$

式中， E_{FRP} 为FRP弹性模量，GPa； E_S 为束管弹性模量，GPa； E_C 为填充绳弹性模量，GPa； E_{NH}

为内护套弹性模量，GPa； E_F 为芳纶弹性模量，GPa； E_{WH} 为外护套弹性模量，GPa。

(6) 线膨胀系数 β

$$\beta=\beta_{FRP}+\beta_S+\beta_C+\beta_{NH}+\beta_F+\beta_{WH} \quad (5)$$

式中， β_{FRP} 为FRP线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ； β_S 为束管线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ； β_C 为纤膏和油膏线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ； β_{NH} 为内护套线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ； β_F 为芳纶线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ ； β_{WH} 为外护套线膨胀系数， $1/^\circ\text{C}$ 。

3 ADSS抗强台风能力校核计算

3.1 台风荷载设计

设单位ADSS的风荷载和台风上抽虹吸效应形成的上拔风荷载分别为 $P(\text{N/m})$ 、 $P_V(\text{N/m})$ ， P_V 为 P 作用于ADSS时的垂直分量。

P 、 P_V 分别为

$$P=CC_Z\beta da\frac{v^2}{16}g \quad (6)$$

$$P_V=P\sin\theta \quad (7)$$

式中， C 为风载体型系数； C_Z 为风压随高度变化系数； β 为电线的风振系数(或风压调整系数)； a 为风速不均匀系数； θ 为台风风荷载 P 作用于电线的角度； d 为ADSS直径，m； V 为台风的风速，m/s。

3.2 台风荷载算例分析

(1) 选用受强台风影响破断的ADSS进行风荷载计算，主要技术参数见表1和表2。

计算风荷载 $P=25.72\text{ kN}$ ；

$P_V=22.27\text{ kN}$ ；

表1 事故ADSS主要技术参数

序号	名称	参数
1	型号	ADSS-72B1-AT
2	外径/mm	15.9
3	计算截面积/ mm^2	198.56
4	单位长度质量/(kg/km)	201
5	额定抗拉强度/mm	55.22 kN

表2 风荷载计算参数

序号	名称	参数
1	风载体型系数	1.2
2	风压随高度变化系数	1.6
3	风压调整系数	1.0
4	风速不均匀系数	0.7
5	台风风荷载 P 作用于电线的角度($^\circ$)	60°
6	台风的风速/(m/s)	50.9
7	档距/m	600

自重荷载 $N=1.18\text{ kN}$ ；

破断荷载 $F=55.25\text{ kN}$ 。

所以，在ADSS完好的情况下，这种结构的ADSS能够承受风速为50.9 m/s强台风。

4 结束语

通过现运行ADSS结构的调研研究，给出了ADSS设计的一般原则和计算方法。针对沿海地区，提出了抗强台风ADSS设计结构，并进行了抗台风能力校核，为沿海地区的抗强台风ADSS光缆设计提供参考，对今后电力通信网的安全运行及今后电力通信的发展具有重要的实际意义。

参考文献

[1] 丁道齐.电应力作用下ADSS光缆损伤机理及对策[J].电力系统通信, 2001, 9.
[2] 黄俊华.ADSS光缆的机械特性[J].电力系统通信, 2001.4:10.

(收稿日期: 2015-03-30) EA

作者简介

李杰 (1964-)，男，硕士，教授级高级工程师，主要从事电力特种光缆运行管理工作。
张晔 (1977-)，女，硕士，高级工程师，主要从事电力特种光缆的应用研究工作。