

新疆电网输电线路杆塔防风偏优化研究

郑文鹏

新疆电力设计院 新疆乌鲁木齐 830001

摘要：新疆地区大风区域广阔，大风日数多、风力强、持续时间长，且一年四季都有发生，持续时间长、波及范围大。多年来，灾害性大风一直威胁着新疆电网输电线路的安全运行，因强风和沙尘暴造成的输电线路断线、风偏、污闪、绝缘子脱串和金具断裂等事故时有发生，其中尤以风偏对输电线路的危害频次高、范围广、程度重。

关键词：新疆电网；输电线路；防风偏；安全运行

中图分类号： TM621 文献标识码： A

一、750kV 乌吐哈线路事故分析

2010 年 3 月 29 日凌晨，750kV 吐哈一线、二线同时发生掉串事故。经现场查看，1324#塔中相 V 串面向大号侧右串绝缘子横担侧球头挂环从绝缘子碗头内脱出，碗头上的 R 销有受压变形痕迹，但未脱落；右串绝缘子和导线一起靠落在铁塔左下曲臂处，由左侧绝缘子悬吊。同时发现导线距离线夹 1.5 米（大号侧）处有放电灼伤痕迹，由此确定 1324#塔为事故放电点。1325#、1328#、1329#与 1324#情况相似，脱落的绝缘子的球头顶部（与 R 销接触面）有一定程度的磨损，碗头内部也有与 R 销挤压磨损的痕迹。

由于大风不断扰动导线，使得绝缘子串脱扣掉串。目前防止 V 串脱扣掉串的主要措施有增大 V 串夹角、改变紧缩销结构、加装碗头抱箍、改变连接结构等。

二 防风偏主要措施

2.1 规划 N 模块塔型

从新疆地区运行多条 110kV~220kV 输电线路发生的跳闸事故可以看出，除了超设计风速、设计裕度不足和施工安装工艺不良等因素外，杆塔塔头尺寸过小，是不容忽视的主要原因。

2.2 防止 V 串掉串的优化措施

从 750kV 吐哈线掉串事故来看，直接原因还是 R 销在外力作用下退出工作所致。

① 加长 R 销与 L 销

在现有的 R 销尺寸基础上加大单臂厚度，加长 R 销总长度。加长的 R 销增加了 R 销的耐冲击程度，即使 R 销冲击变形，碗头开口处还有加长 R 销的封堵，可以防止球头脱落。但仍存在球头脱落的隐患。不推荐采用。用 L 型插板代替 R 型销的锁紧形式，避免了 R 销被挤压变形的的问题，封堵了球头从碗头中脱落的通道，但球头在球窝内转动时与 L 型插板有硬性接

触，球头受到的较大弯矩难以释放，可能造成球头受变形，而在球头断裂之前从外观上难以发现球头弯曲受损情况，球头可能长期带缺陷运行，直至发展成球头疲劳断裂事故，因此L型插板不是解决防导线合成绝缘子V型串球头脱落的理想措施。

② 安装碗头护套

在V型复合绝缘子串的碗头外边加装抱箍，是防止球头从碗头中脱出的有效方法。当V型复合绝缘子串受横向风力后，复合绝缘子球头金具冲击碗头内的R销，R销变形后，球头仍有外边的碗头抱箍保护不会脱落。经过国内部分省份近几年的运行，没有发现加装碗头抱箍的V型复合绝缘子串脱落掉串现象。安装位置和原理：在位于R形销所在断面外围，加装1个抱箍。抱箍内侧焊上舌形销钉和卡键，并伸入碗头开口，用以自身定位，阻断球头脱出的通路和加固R形销。

③ 优化绝缘子与金具连接结构

主要优化方式从两方面考虑：

A、改善碗头挂板为碗头挂环结构，增加铰接点，解决球头局部应力集中疲劳断裂事故。

B、采用环—环连接结构，在外省部分工程中，设计人员对合成绝缘子连接方式进行了这种方式优化，改进后的金具连接方式如下。

④合理布置杆塔位置

一般情况下应控制杆塔垂直档距与水平档距的比值不低于0.8。例如在进行风-茂线改造工程中，由于该线路位于大风区及高污秽等级地区，线路全线使用V串合成绝缘子，在设计中合理选择了杆塔位置，垂直档距与水平档距之比严格控制在0.75以上，经过近几年的运行情况看来，证明设计时所采取的措施是合理的，从根本上解决了摇摆角及防风的问题。

在大风区线路采用双分裂导线时，考虑增大杆塔头部电气间隙和防止子导线发生鞭击，分裂导线应采取水平排列。水平排列时安装的间隔棒可起到较好的防振、阻尼作用，同时可抑制导线的舞动。从以往设计经验来看，垂直排列的双分裂线路跳闸率比水平排列的双分裂线路跳闸率高。

2.3 加装防风拉线

防风拉线制作与安装要求：

①直线杆塔（边相引流）防风拉线直接在悬垂线夹处加装延长挂板连接，中相引流可采取在跳线托架通过金具连接。

②中相引流防风拉线可直接固定在下横担；直线杆塔（边相引流）条件允许时应在本体安装支架进行固定（包括在铁塔增设固定支架等方式），当需落地固定时，应同步完善拉线防盗、接地装置。

现运行线路大风区大多采用加装防风拉线。对线路产生风偏可以起到很好的抑制作用。但由于风偏转动不灵活，长时间的受力，线路金具易受到疲劳破坏。因此，加装防风拉线对线路运行存在安全隐患。

2.4 加装重锤

目前,对于跳线串,加装重锤是非常有效的方法。但其防风偏效果有限。因此,加装重锤不是从根本上解决悬垂串风偏闪络问题的主要措施。按最大加重锤数量为7对考虑,在低风速区,直线塔加重锤防风效果比较明显,耐张塔加重锤防风效果不明显;在大风区,直线塔加重锤防风效果不明显,耐张塔加重锤防风效果明显。同时,直线塔加重锤后其风偏角减小19%,耐张塔加重锤后其风偏角减小66%,可见,耐张塔加重锤防风效果比直线塔加重锤防风效果明显。

2.5 优化绝缘子型式

我院与新疆新能天宁绝缘子有限公司合作开发了新一代防风偏绝缘子。其优点是绝缘子风偏摆动幅度小,增大了导线一杆塔的电气间隙;安装可靠,同时,充分考虑了与杆塔连接的金具,有利于后续工程技改。

由于110kV线路跳线较短,防风偏绝缘子较短,受力也较小,其绝缘子偏移量较小,在试验范围内呈线性变化;220kV线路跳线较长,防风偏绝缘子较长,受力也较大,其绝缘子偏移量较大,在试验范围内呈对数曲线变化。可见,防风偏绝缘子在受力较小时呈线性变化,受力较大后呈对数曲线变化。

2.6 优化耐张塔跳线计算方式

在跳线计算过程中,确定了绝缘子偏移值、金具的位移值后。跳线及跳线托架的位置在空间坐标可以精确计算。

为了保证电气间隙,设计中应提供足够准确的跳线线长。绕引跳线与直引跳线不同,采用模拟法确定跳线线长既不方便又不准确。以往工程设计中仅提供绕引跳线弧垂及线长参考值,由施工单位采用模拟法修订跳线线长,因跳线弧垂不便测量,给施工带来很多不便。跳线线长计算有三种方法,以斜抛物线法最为合适,但仍不够准确,原因是跳线档距小,导线的刚性使跳线并非呈现抛物线状态。实践告诉我们,计算值总是偏小的,只要在计算线长的基础上再加一定的裕度,是完全可以满足工程需要的。裕度一般取50mm~100mm,可根据导线型号和跳线档距的大小选定,小导线或小档距取较小值。

三 结论

防风偏主要措施如下:

①规划N模块塔型;②防止V串掉串的优化措施;③加装防风拉线;④加装重锤;⑤优化绝缘子型式,开发新一代防风偏绝缘子;⑥优化耐张塔跳线计算,确定施工跳线弧垂及线长。

目前,对于跳线串,加装重锤是比较有效的方法。但加装重锤防风偏效果有限。因此,加装重锤不能从根本上解决悬垂串风偏闪络问题。

现运行线路大风区大多采用加装防风拉线。对线路产生风偏可以起到很好的抑制作用。但由于风偏转动不灵活,长时间的受力,线路金具易受到疲劳破坏。因此,加装防风拉线对

线路运行存在安全隐患。

防风偏绝缘子。其优点是绝缘子风偏摆动幅度有限，增大了导线—杆塔的电气间隙；安装可靠，同时，充分考虑了与杆塔连接的金具，有利于后续工程技改。

综上所述，最为经济有效的办法是防风偏绝缘子。

四 下一步工作计划

由于防风偏绝缘子与杆塔连接部分为螺栓连接，不能活动。防风偏绝缘子在大风工况下频繁受到弯矩作用能否正常工作，防风偏绝缘子在满足拉伸强度、弯矩负荷的条件下能否通过疲劳试验。下一步工作需针对不同地区，统计出风速大小、频率、风向，试验出各种的抗疲劳、抗弯矩的绝缘子以满足工程需要，建设更加安全、经济的新疆电网。

下一步工作重点：

①试验过程中发现防风偏绝缘子上的螺栓与耐张塔跳线孔连接方式上存在一些问题，特别是后续技改工程中，已建线路耐张塔跳线孔距离与绝缘子厂家生产的防风偏绝缘子上的螺栓的距离不匹配。这些问题在铁塔设计中通过调整角钢尺寸得到解决。

②后续试验需进行机械振动试验

③防风偏绝缘子逐步完善后，对跳线进行计算，提出跳线参考弧垂及参考线长。

在后续工程中逐步完善这部分内容。

参考文献：

- (1)张殿生 电力工程高压送电线路设计手册 中国电力出版社
- (2)中国电机工程学会输电电气五届二次学术年会 2009 年 11 月
- (3)刘振亚 高压直流输电技术 中国电力出版社
- (4)邵天晓 架空送电线路的电线力学计算 中国电力出版社