

# 浅析洪泽改进输电线路防雷的几项措施

齐东亮

(淮安供电公司洪泽县域检修分公司, 江苏 洪泽 223100)

**摘 要:** 输电线路被雷击跳闸已成为洪泽县域检修分公司近年来线路跳闸的主要原因, 线路雷击跳闸后, 故障点不易发现已成为线路运检人员的一大困扰。为了降低输电线路被雷击机率, 洪泽县域检修分公司对雷击跳闸线路进行统计分析, 一方面加强了防雷设施的检测、检查, 另一方面对部分输电线路防雷措施进行改进, 并分析相关措施优缺点, 从而达到以最合适的方式来降低线路雷击跳闸率, 提高线路运行水平目的。

**关键词:** 输电线路; 防雷; 改进措施

## 0 引言

2011-2012 年, 洪泽县域发生 6 次 110kV 跳闸事件, 均是雷击导致的。线路雷击跳闸后, 受天气等多方面影响, 输电运检人员很难在地面第一时间发现故障点, 往往需要登杆检查, 甚至停电上杆检查, 这些都造成故障点不能及时发现, 同时雷雨天登杆也存在安全隐患。此外, 洪泽多个变电所电源线路都是同杆双回架设, 停电影响较大。因此, 有效降低输电线路的雷击跳闸率, 已成为洪泽县域检修分公司迫切需求。

## 1 洪泽跳闸线路概况

2011-2012 年, 洪泽县域 6 条 110kV 线路跳闸。经统计: 110kV 宝西 7A50 线、110kV 宝邓 7A51 线、110kV 玉河 829 线、110kV 玉河 830 线, 同杆双回单地线; 110kV 朱赵 821 线、110kV 武越 7A32 线, 单回单地线。上述 6 条线路地线都是普通 GJ 系列钢绞线, 地线与塔材之间没有连接线, 都是通过金具串连接的。同时发现, 多条以 OPGW 复合光缆和良导体线作为避雷线的 110kV 线路尚无发生雷击跳闸情况, 这些未跳闸线路共性是: 双地线, 地线都是良导体, 每基杆塔地线与塔材安装连接线。

经过分析比较, 洪泽县域检修分公司一方面在加强防雷设施运行管理的同时, 另一方面在 2012-2013 年线路修理项目中, 安排多个项目用于改进输电线路防雷, 希望有效降低输电线路雷击跳闸率。

## 2 强化防雷设施运行管理

### 2.1 加强防雷设施的检查

每年雷季前, 要加强输电线路的地线、避雷器及其接地引下线的检查, 检查是否连接可靠; 检查地线是否断股、锈蚀。对接地极进行开挖检查, 检查是否外露、腐蚀严重(重点是地面以下 0~40cm)、断裂等。对于在高跨、河堤、空旷地带的易遭受雷击的杆塔, 需增加巡视检查次数。

### 2.2 加强防雷设施的测试

按照架空输电线路运行规程规定, 杆塔接地电阻、线路避雷器检测周期为 5 年, 接地电阻阻值应小于设计值(在洪泽区域一般小于  $10\Omega$ ), 多根接地引下线接地电阻值不应出现明显差别。对于测量阻值大的接地极需进行开挖检查, 对于超周期或即将到期的接地电阻、避雷器要及时安排检测。对于大跨越段、多雷区要适当缩短检测周期。

## 3 改进防雷硬件设施

### 3.1 新增避雷线

架设避雷线是输电线路防雷保护最基本和最有效的措施。避雷线作用有: (1) 防止雷电直接击中导线, 这也是避雷线的主要作用; (2) 对杆塔的分流作用, 减小流经铁塔的雷电流从而降低杆塔顶电位; (3) 对导线的耦合作用, 减小线路绝缘子的电压; (4) 对导线的屏蔽作用, 可以降低导线上的感应过电压。避雷线对导线的防雷保护角, 应小于  $30^\circ$ , 保护角越小, 防雷效果越好。总的来说, 避雷线造价在整个线路工程投资中, 所占比例低(一般不超过线路的总造价的 10%), 防雷效果好。对于新建或技改输电线路的, 应全线架设避雷线, 最好是架设双避雷线, 降低导线防雷保护角, 以达到最佳

的防雷效果。

### 3.1.1 将 110kV 同杆双回单避雷线改为双避雷线

经计算洪泽 110kV 双回单地线线路,线路防雷保护角普遍较大,有的甚至超过 30°。如 110kV 玉河 829 线、玉河 830 线同杆双回单地线,耐张塔(型号 1DB-SJ4,共 7 基)防雷保护角 28.1°、直线塔(型号 1DB-SZ2,共 53 基)防雷保护角 33.6°。2013 年,洪泽县域检修分公司将朱坝至玉河(全部角钢塔)、淮宝至邓码(全部钢管杆)110kV 双回单地线改为双地线列入修理项目,希望以此来提高线路的防雷水平。但也存在困难:(1)设计有难处。地线单改双需更换塔顶,目前尚无先例,无典型图可套用,更改还需核算塔材受力等,对设计人员有较高要求。(2)施工停电时间长。由于对运行线路塔顶进行改造,涉及到拆除及安排新塔顶、架设第二根避雷线等较大的工程量,需较长停电时间。如 110kV 玉河线地线单改双,60 基杆塔,8 个耐张段,在准备多个施工队伍的前提下,也需要一周左右的时间。(3)需考虑到变电所转供电。110kV 玉河双回线为玉河变电源线路,在地线改造时,目前仅有黄集变 20kV 线路向玉河变供电,供电压力大。

### 3.1.2 将 35kV 线路中间无地线段新架设地线

洪泽有 10 条 35kV 输电线路中间段无地线,对于在农村空旷、杆塔又较高的中间无地线段的 35kV 线路很容易受到雷击,只是这些被雷击的线路有的发生跳闸,有的未跳闸。如 35kV 赵仁线,该条线路是洪泽跳闸最多的一条线路,也是检修最频繁的线路。线路长 16.9km,全线 99 基杆塔,其中 18-88# 无避雷线,直线杆以 18m、21m 为主,耐张为角钢塔。35kV 赵仁线基本上每年都跳 1-2 次。如 2011 年跳 2 次,检修发现 49#、51#、73#、86# 共计 22 只合成绝缘子有放电痕迹。2012 年,35kV 赵仁线再次发生 1 次跳闸。

2013 年,洪泽县域检修分公司在修理项目中对具备安装地线的 35kV 线路进行加装地线。装设方式一般有两种:(1)对于杆顶已预留地线位置的,直接将避雷线安装在杆顶,仅需安装包箍即可,如 35kV 赵仁线。(2)上横担与杆顶尚有一小段距离,但距离不够挂避雷线,够装设地线顶套的,采用装顶套方式,将避雷线挂在顶套上,如 35kV 岔仁线。对于 35kV 线路新装设的避雷线的,需考虑 35kV 线路与上方的穿越物之间的交跨距离是否满足,同样也不适用导线上横担直接安装在杆顶的线路。

## 3.2 装设线路避雷器

线路避雷器作用:当线路遭雷击所产生的过电压超过一定的幅值时,避雷器动作,给雷电流提供一个低阻抗的通路使其泄放到大地,从而限制了电压的升高,绝缘子不致发生闪络,保障了线路安全。对于雷击活动强烈的地区,采用安装线路避雷器来防雷,可以有效提高线路的耐雷水平,减少雷击事故。

线路避雷器,一般采用悬挂式、无间隙、复合绝缘氧化锌避雷器。采用悬挂式避雷器方式防雷,主要优点是在耐张塔上安装方便,安装在跳线处,类似跳线串绝缘子,不存在政处赔偿以及沿线施工需加搭设跨越架或办理相关手续的问题。但避雷器也存在不足之处:(1)保护范围有限(以 35kV 赵仁线为例,洪泽县域在 38#、66# 两处安装避雷器,近年来检修未在安装避雷器处相邻 5 基杆塔发现绝缘子被击穿,但超过 5 基就发现绝缘子被击穿情况);(2)直线杆塔上不方便安排(需加工避雷器横担等);(3)避雷器桩头处易发生缺陷(避雷器轻,大风时会摆动,避雷器桩头连接处易松动、脱落,甚至避雷器桩头处断裂)。

线路避雷器适用于安装在经常受到雷击的杆塔,也可每隔一段距离安装一组,可根据现场实际安装于一只或二只。

2013 年,洪泽县域检修分公司计划在 110kV 马赵线安装二组、在 110kV 朱赵线安装三组线路避雷器,在 35kV 赵仁线、岔仁线中间段架设地线的时候,再在这两条线路上分别装设六组、四组避雷器作为防雷补充措施。

## 3.3 优化接地通道

洪泽线路遭雷击后,经输电运检人员测量故障点前后的杆塔接地电阻,发现阻值都不大(不超过 5Ω),均满足规程要求。但经过分析也发现:接地通道存在连接不可靠情况。如地线通过金具悬挂在塔材上,金具与金具之间的连接多是螺杆与螺杆接触,接触面很小,造成整个接地通道的导通阻值较大,也将会出现雷电流泄导不畅的问题,从而导致杆塔顶电位提高,对输电线路产生反击。所以,要想防雷成效好,接地通道畅通是必须的。

从 2012 年之后的老旧线路检修中,洪泽县域检修分公司已安排将地线与塔材(或电杆爬梯)之间装设连接线。此外,老旧线路的铁塔、钢管杆接地引上扁铁也比新投运线路铁塔接地引上扁铁数量少

一半(老旧线路铁塔2根、钢管杆1根,新线路铁塔2根、钢管杆1根),今后将有计划的对老旧线路铁塔、钢管杆补打些接地。

### 3.4 安装感应避雷线

安装感应避雷线也是线路采用的一种防雷措施,做法是在导线下方架设地线,其作用是对导线的耦合作用以降低绝缘子串上的电压,还可增加对雷电流的分流作用。运行经验证明,耦合地线在山区对降低雷击跳闸率的作用是显著的。在洪泽区域,对于杆塔上方不具备挂设地线的35kV线路,也有计划安装感应避雷线。不足之处:35kV线路如有电力线路交叉时,如安装感应避雷线很难保证交叉跨越距离,需开断。

### 3.5 更换绝缘子

更换绝缘子或对绝缘子调爬,实际不是真正意义的防雷措施。但通过更换老旧、有放电痕迹的绝缘子,可提高线路绝缘水平,降低雷电时绝缘子被击穿机率。2012年,洪泽县域检修分公司已将110kV马赵线94#-121#、朱赵线78#-105#已投运10年的合成绝缘子进行更换。对于雷击跳闸线路,都能及时安排检修,更换被击穿过的绝缘子。2013年,洪泽县域检修分公司还将继续对投运达10年的合成绝缘子进行整批更换。

### 3.6 降低接地电阻

杆塔接地电阻是影响塔顶电位的重要参数,降低杆塔接地电阻对提高架空送电线路耐雷水平、减少反击概率是非常有效的。对于山区、土壤电阻率较高的区域,通过有效降低杆塔的接地电阻,是很有效的防雷改进措施。但在洪泽区域来说,地下水位后,土壤电阻率低,杆塔的接地电阻值都较小,没有必要在降低接地电阻上采取过多的硬件设施,

最主要的是做好接地阻测量、接地极开挖检查等周期性检测、检查工作。

### 3.7 其它措施

安装塔顶避雷针或塔顶侧针,主要作用:引雷,防止雷电击中本基铁塔的导线。但保护范围有限,可安装于经常遭受雷击的杆塔。安装塔顶避雷针或塔顶侧针,最好单独安装接地引下线。目前,洪泽尚未采取此类措施。

此外,安装防雷间隙、同杆线路采取不平衡绝缘子等措施,可避免雷电时线路(或部分线路)绝缘子被击穿,有效保证线路连续供电。但不能降低线路跳闸率,达不到洪泽县域检修分公司降低线路跳闸率的目标。

## 4 结论

雷电原因复杂,具有多样性。输电线路防雷是一项长期、系统的工作,每个单位、每条线路需结合实际、因地制宜,选择合理、适合的防雷措施。洪泽县域检修分公司所采取的相关措施,也是在探索中实施,还需在今后不断运行中总结经验教训,不断提高输电线路防雷水平。

### 参考文献:

- [1] 潘瑶,李明.浅谈输电线路的防雷措施[J].管理科学,2012(5):113.
- [2] 黄晟.输电线路综合防雷措施技术分析[J].科技风,2012(9):82.

### 作者简介:

齐东亮(1977—),男,江苏淮阴人,工程师,从事输电线路运检管理工作。