

## 灵活地线融冰接线装置的研制

徐望圣<sup>1</sup>, 胡江<sup>1</sup>, 贾迪<sup>2</sup>, 程孟<sup>1</sup>, 陈作新<sup>2</sup>, 易永亮<sup>1</sup>, 李德平<sup>2</sup>

(1. 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局, 贵州 贵阳 550003;

2. 中国能源建设集团南京线路器材有限公司, 江苏 南京 210037)

**摘要:**针对架空输电线路覆冰问题, 提出采用短路电流融冰方式解决地线覆冰问题, 并研制了一种灵活地线融冰接线装置实现导、地线间临时搭接、过流, 该装置可对任意局部区段内的地线覆冰进行融化, 施工人员可在塔上安装和拆卸, 避免了线上操作的风险, 具有质量轻、便于携带、操作简单、通用性好等特点。

**关键词:**地线融冰; 接线装置; 直流融冰; 地线

**中图分类号:** TM755

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2016)05-0077-03

在架空输电线路中, 覆冰灾害是最典型的自然灾害之一。当地线严重覆冰, 尤其在铁塔两侧地线或同侧两根地线覆冰厚度差异较大时, 塔头受到的不平衡张力加剧, 不能承受此荷载时, 塔头的薄弱部件开始损坏变形, 最终导致地线掉落或杆塔倒塌。地线覆冰越厚, 其所受的张力越大, 当张力超过地线的拉断力时, 即引起地线的断裂, 甚至可能引发整个电力系统瘫痪, 对灾区人民的日常生活和工业生产带来极大的不便。因此, 为了确保线路安全运行, 必需对地线进行融冰。

地线融冰通常采用短路电流融冰方法, 即采用导线引接线的方式融冰, 首先将线路断电停运, 再通过改接线, 将所需融冰的地线区域, 合理有效地接入三相导线中, 再通电运行, 利用流过地线的电流加热线缆以融冰。短路电流融冰方法具有融冰效果好, 工程应用可行性高等特点, 已在国内外达到了工程应用的阶段, 并且针对该类方案完善改进的研究也较多<sup>[1-4]</sup>。目前地线融冰大多针对大范围、固定区域进行融冰, 会出现以下情况: 融冰前, 当地线局部覆冰严重时, 导致放电间隙减小, 一合闸即易击穿放电间隙, 引起跳闸, 导致无法融冰; 融冰后, 由于地线覆冰厚度不一致, 但会出现局部覆冰未融透的现象。针对以上问题, 文中提出对任意局部区域进行快速融冰的方案, 并研制配套的灵活地线融冰接线装置。

### 1 灵活地线融冰接线装置的技术特点

#### 1.1 地线融冰接线方式

地线融冰时, 不能像线路融冰那样在线路对侧将两相线路短接形成回路, 需要输电人员在架空地线与导线间临时短接形成回路, 才能进行融冰, 并采取分段并联融冰方式。融冰时利用导线作为汇流母线, 地线采用并联接线方式, 如图1所示。

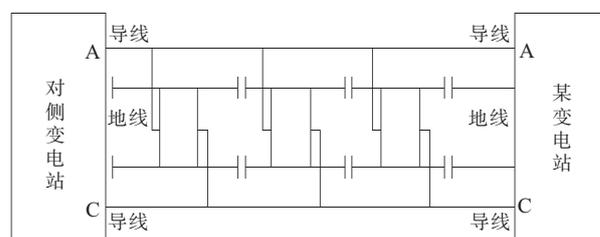


图1 架空地线融冰接线方式

为实现地线融冰, 需加装地线直流融冰装置并进行相关地线改造, 采取地线绝缘、地线绝缘子间隙距离配置、安装地线融冰刀闸、安装地线融冰操作装置等措施。其中地线融冰接线装置主要是实现导、地线临时搭接的目的<sup>[5]</sup>。

#### 1.2 灵活地线融冰接线装置的性能及技术要求

灵活地线融冰接线装置是在融冰前将融冰接线段划分在一小范围内, 确认融冰电压和电流, 这样可有效降低融冰电压, 解决目前已有地线融冰方式下出现的局部偶发覆冰较重导致融冰电压较高、易击穿覆冰条件下的放电间隙等问题, 地线融冰后可有效提高输电线路的防冰抗冰能力。

灵活地线融冰接线装置具有以下性能特点: (1) 该装置可对任意区间的覆冰进行地线融冰; (2) 小巧、轻便、便于施工人员携带上塔、安装; (3) 该装置实现在塔上安装、调试; (4) 操作简单, 减少了施工人员塔上操作时间, 降低作业风险; (5) 该装置性能稳定可靠, 可有效完成导、地线之间的过流连接, 同时不能损伤导线; (6) 融冰结束后, 该装置可快速拆卸, 由施工人员带回地面。

灵活地线融冰接线装置的技术参数<sup>[6-8]</sup>: 采用 LGJ-300/40、LGJ-630/45 导线, 地线采用 GJ-80、GJ-100、LBGJ-150-20AC、LBGJ-120-40AC 等; 额定融冰电压:  $\pm 2$  kV; 融冰电流: 20 A; 工作环境温度:  $-25 \sim +40$  °C, 可在低温冰冻条件下正常运行。

## 2 灵活地线融冰接线装置的研制

根据灵活地线融冰接线装置的性能及技术要求,对装置进行研制,主要研究内容包括三部分:该装置与导线的连接形式、过流线的选型及布置以及该装置与地线的连接形式。

### 2.1 与导线连接方式

为满足施工人员在铁塔上安装、调试及拆卸等,即不需要下到架空导线上操作,灵活地线融冰接线装置应具有小巧、轻便、便于携带、操作简单等特点,同时铁塔横担与导线之间的距离一般为4~6 m,因此,该装置与导线连接主要考虑以下几个方面,如图2所示。

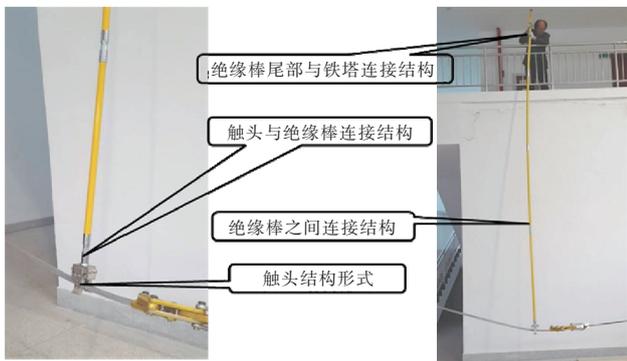


图2 与导线连接特点

#### 2.1.1 触头结构形式

该项目的地线融冰电流为200 A,对应导线为LGJ-300/40或LGJ-630/45,因此,选用单根导线过流,即可满足融冰的过流要求。为方便施工人员在铁塔上对导线进行夹紧和拆卸,且不损伤导线,故与导线连接部位采用弹簧触头结构,为提高触头的过流效果,触头选用铜制触指。

#### 2.1.2 绝缘棒之间连接结构

在不同工程、不同串型中,铁塔横担与导线之间距离不等,这主要与串长有关,一般为4~6 m,因此,为使施工人员在铁塔上实现将触头送至6 m外导线处,选用一种绝缘棒,该绝缘棒由一节一节的绝缘杆组成,根据每个塔型实际串长,绝缘棒可选用不同长度和个数的绝缘杆组装起来。绝缘杆采用轻型环氧树脂材质,具有质量轻、便于携带上塔、耐压、绝缘性好等特点。

绝缘杆之间可采用螺旋式、插接式、滚珠式等连接方式,为方便施工人员在铁塔上安装操作,建议选用滚珠式连接,施工人员可省去螺旋拧紧的操作工序。

#### 2.1.3 触头与绝缘棒连接结构

触头与绝缘棒之间可采用固定式和拆卸式2种连接方式。固定式就是将触头固定于绝缘棒端部,它的优点是不需施工人员在塔上安装;拆卸式就是将触头和绝缘棒分别携带至铁塔上再安装,它的优点是当夹持不同规格导线时,可直接更换触头,而不需更换绝缘

棒,具有较好的通用性,如图3所示。



图3 触头与绝缘棒连接形式

#### 2.1.4 绝缘棒尾部与铁塔连接结构

当触头夹紧导线后,为防止灵活融冰装置掉落,需将其固定在铁塔上,特选用了转动夹具,转动夹具的一端夹持于绝缘棒,另一端固定在铁塔角钢上,中间采用万向节结构,可多个方向旋转,其结构如图4所示。



图4 转动夹具结构形式

## 2.2 过流线的选型

该项目还需选用过流线以实现导线与地线之间的过流连接,过流线的一端与触头过流连接,另一端与地线过流连接<sup>[9]</sup>。

根据灵活融冰装置的性能要求,为便于施工人员携带上塔、安装以及拆卸,要求过流线整体质量轻,并满足电压等级和载流量要求,可选用JKLYJ型铝芯绝缘架空电缆,此种连接方式不需携带支柱式绝缘子,上塔安装方便。

## 2.3 与地线连接方式

工程中使用的地线多为钢绞线或铝包钢绞线,不同规格的地线其线径不同。为使过流线与不同规格的地线之间过流连接,可选用异形并沟线夹或螺栓式T型线夹进行连接,这2种线夹除了具有连接、过流的作用外,还具有一定的通用性,每种规格的线夹均可适用一定线径范围的地线,其结构如图5所示。

## 2.4 结构布置

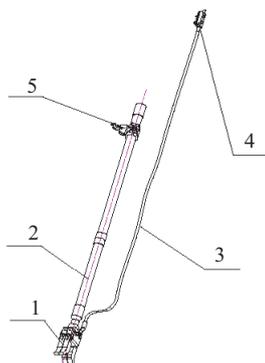
经过以上讨论,确定灵活地线融冰接线装置主要零件如图6(a)所示,其在铁塔上的布置如图6(b)所示,施工人员在铁塔上安装操作,绝缘电缆的一端通过异形并沟线夹与地线连接,另一端与触头螺栓连接,同时触头与绝缘杆连接,触头和绝缘电缆通过绝缘杆送



(a) 异形并沟线夹 (b) 螺栓式 T 型线夹

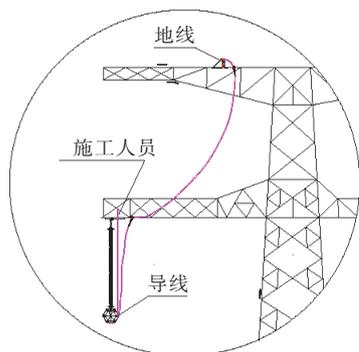
图 5 与地线连接形式

至导线处,并将触头夹紧在导线上,安装完毕后通过转动夹具将灵活地线融冰接线装置固定在铁塔上。



1- 触头;2- 绝缘杆;3- 绝缘电缆;4- 异形并沟线夹;5- 转动夹具

(a) 装置结构



(b) 布置

图 6 灵活地线融冰接线装置结构图及布置

### 3 结束语

为提高输电线路的防冰抗冰能力,可采取短路电流融冰方法,通过加装地线直流融冰装置对地线进行融冰,介绍了一种灵活地线融冰接线装置,可对任意局

部区域进行快速融冰,实现导、地线间临时搭接、过流。该灵活地线融冰接线装置可在整体融冰后出现局部覆冰较重情况下,进行局部融冰;也可在整体融冰前,对覆冰严重区域进行局部融冰。该装置具有:外形设计小巧,便于施工人员携带上塔;安装、拆卸简便,实现塔上操作,性能稳定可靠;可有效完成导、地线之间的过流连接,起到融冰的作用等特点。

### 参考文献:

- [1] 郭开禄,曾智锋,张宇,等. 110 kV 输电线路实战融冰及进一步改进措施的探讨[J]. 江西电力,2013(5):52-54.
- [2] 邓健,肖顺良,姚璞,等. 220 kV 线路融冰方案的改进[J]. 电网技术,2008,32(4):29-31.
- [3] 申屠刚,程极盛,江道灼,等. 500 kV 直流融冰兼动态无功补偿系统研发与工程试点[J]. 电力系统自动化,2009,33(23):75-79.
- [4] 张锐,曹双全. 500 kV 直流地线融冰方法[J]. 云南电力技术,2014,42(6):121-123.
- [5] 韦德重. 实例探析电网地线融冰技术——关于对桂林站融冰装置地线融冰改造工程的分析[J]. 通讯世界,2014(1):100-102.
- [6] 王靛. 直流融冰装置地线融冰功能改造研究[J]. 电工技术,2013,34(8):26-27.
- [7] 李晋伟,王奇,唐金昆,等. 一种直流分段架空地线融冰方案的设计与研究[J]. 高压电器,2015,51(9):97-102.
- [8] 钟万才. 一起地线融冰不成功事件原因分析及处理[J]. 广西电力,2015,38(4):29-31.

### 作者简介:

- 徐望圣(1982),男,湖南益阳人,工程师,从事超高压输电线路运行维护工作;
- 胡江(1978),男,河南驻马店人,工程师,从事超高压输电线路运行维护工作;
- 贾迪(1984),女,河北青龙人,工程师,从事电力金具设计与研发工作;
- 程孟(1987),男,贵州遵义人,助理工程师,从事超高压输电线路运行维护工作;
- 陈作新(1973),男,江苏宜兴人,高级工程师,从事电力金具设计与研发工作。

## Development of a Flexible Connection Device of Ground Wire for Ice Melting

XU Wangsheng<sup>1</sup>, HU Jiang<sup>1</sup>, JIA Di<sup>2</sup>, CHENG Meng<sup>1</sup>, CHEN Zuoxin<sup>2</sup>, YI Yongliang<sup>1</sup>, LI Deping<sup>2</sup>

(1. Guiyang Bureau, CSG EHV Power Transmission Company, Guiyang 550003, China;

2. Nanjing Line Accessories Co. Ltd. of China Energy Engineering Group, Nanjing 210037, China)

**Abstract:** According to the icing problem of overhead transmission lines, short circuit current method is proposed to solve it. A flexible connection device of ground wire for de-icing is also developed for connecting and flowing between the conductors and ground wires contingently. The developed device can be utilized to melt the ice in any section of the transmission tower, and can be installed or disassembled on the tower by the construction personnel. The connection device avoids the risk of online operation and has the features of light weight, good portability, easy operation, and high versatility, etc.

**Key words:** ice melting by ground wire; connection device; DC ice melting; ground wire