

# 基于预绞丝修补作业的输电线路导地线修补装置设计

叶卓儒 赖秀炎 姜淦之  
国网衢州供电公司 浙江 衢州 324000

**摘要:** 为了确保电网的安全稳定运行,对电网中出现的故障进行快速修复显得尤为重要。当前,传统的人工检修方法,效率低,强度大,安全性差。针对以上问题,本文研制了一种可代替手工修复导线的修补装置。本设备的总体结构采用开闭转动的设计,包括绞线机构、线夹机构、滑棒轴承三个部件。本装置配有预绞式护线条,可利用预绞式护线条对导线的断线进行快速修补。该设备已被多次用于导地线修补工作,本文中设计的设备在结构上满足导地线修补的基本工作需求,并且其总体结构设计较为合理,因此,该设备具有较好的推广和使用价值。

**关键词:** 预绞式护线条;绞线机构;输电线路;断股修复

## 引言

由于受气象环境、日常运行等因素的影响,输电线路导地线断股是一种普遍存在的设备故障,如果不及时采取修复措施,极有可能发生断线等事件,造成人身及电网安全事故。目前,输电线路导线的断股修复仍主要采取手工修复为主。在以往输电线路导地线修补作业过程中,由于预绞式护线条的长度较长,修补难度大,作业人员需通过飞车从导地线出线,这就限制了修补作业空间,也限制了修补作业的灵活性,使得修补工作变得更加困难。为此,利用设备对输电线路导地线断股进行自动修补,降低作业劳动强度、提升作业效率、保障作业安全性,是当前急需解决的问题。在此基础上,本文提出了一种基于预绞丝修补作业的输电线路导地线修补装置。经实际应用证明,本设备能对输电线路导线的断线进行自动修补。

## 1 预绞式护线条的应用原理

根据《输变电工程一次设备缺陷分类标准》(QGDW1906-2013),当导地线断股损伤截面积占总面积7%-25%,7股断1股、19股断2股,为较大的损伤,需采用预先绞合的钢丝修补条来修补。所以,预绞式护线条是一种非常行之有效的修补方法,相对于其它方法如铝片套接等,具有更广泛的应用和更高的效率。

预绞式护线条是一种将多条钢丝盘绞成螺旋状的补修条。根据导地线直径大小,将预绞式护线条螺旋旋转,形成一个管状的空腔,然后将其包覆在导地线表面。

与其它方法相比,采用预绞式护线条进行修补和安装,其修补效果更加显著,修补范围更加广泛,修补后的外观更加美观。但是,预绞式护线条的安装难度很大,在安装预绞式护线条的时候,要将其一端夹紧固定,而另一端则要进行螺旋盘绞,这样的盘绞过程,需

要用到工具,一个一个的组装,操作起来也很复杂。通常情况下,修补作业费时、费力,手工缠绕修补的预绞丝与导地线的接触不够紧密。

## 2 新型架空线路预绞丝缠绕工具的研制

### 2.1 缠绕工具的研制背景

预绞式护线条通常由铝-镁合金制造,是一种具有很高强度的材质,常被用来修补断股的导地线。预绞钢丝是一种将多根钢丝预绞成一定长度的钢丝,按照钢丝横断面的大小,按一定直径的钢丝沿螺旋方向转动,从而形成一种管状空心结构。预绞丝顺螺旋缠绕在钢丝的外表面,在张力的影响下,呈螺旋状转动,形成一种夹持力,张力愈大,夹持力就愈大<sup>[1]</sup>。

采用预绞钢丝,不需要特殊的安装工具,通过肉眼观察即可实现安装效果,操作简便。在带电设备的维修中,采用预绞连接方法可以降低设备的断电损失。预绞钢丝也可以用来连接铝绞线、钢芯铝绞线等,连接时应达到一定的力学和电学强度。

在进行预绞丝缠绕接续安装的时候,传统上都是使用人工进行操作,所需的器具比较简单。但是,这种方式也会带来一些问题,比如:工作时间较长,高空操作不便,效率不高,缠绕的预绞丝间隙较大,外观不美观,工艺质量偏低、压接紧固不够等。尤其是,当预绞丝较长、股数较多,并且具有一定强度的时候,人工很难进行缠绕,在进行最后的收尾工作时,需要耗费更多的精力。这就造成了在缠绕预绞丝时,劳动强度大,接续导线的机械性能和电气性能难以保证,从而对修复作业的效率 and 效果造成了不利影响<sup>[2]</sup>。

为此,研究开发一种适用于架空线路的新型钢丝绳缠绕设备,可有效解决上述问题。

### 2.2 缠绕工具的研发方案

某电力公司根据生产实践,开发出一种适用于输电线路的预绞钢丝卷绕机。所述装置包括:第一半圆环状体100mm以及第二半圆环状体110mm,所述第半圆环状体100mm的一端与所述第二半圆环状体110mm的一端进行铰接,所述杆端铰螺母与所述第一半圆环状体100mm的另一端进行铰接,所述杆端铰螺母与所述环状突起的杆端铰螺纹进行铰接。第二半圆的环状主体110mm在其相对端部设置有一个与杆端部枢轴丝杠相匹配的凹部,以及一个平台,该平台与杆端部枢轴丝杠上的一个环状突起部相匹配<sup>[3]</sup>。

所述内部HF组合件包括在所述两个侧面的壁面上各自设置有一个环状沟槽的第三和第四个半圆形沟道200mm和210mm;提供了一个爪形状的弹簧压板。在第一、第二环状体100、210的两个侧面的壁面上,将没有爪子的一端固定,并将有爪子的一端插入到第三、第四、200、210mm的两个侧面的壁面上的沟槽中。在各弹簧压板上,除了夹头一端部的最外面的两个夹头之外,在相应的第3或第4半圆环状主体200和210的两个侧面的环状沟槽中,设置了一个螺钉。所述杆端铰螺母的一端具有内部螺纹,而所述杆端铰螺母的另一端具有两个侧面为平坦的突起部,所述突起部具有穿过所述突起部两侧表面的第一通孔。在第一半圆环形主体的一端设置有一个与杆端铰螺母的一端上的凸块相匹配的凹入的插口,在凹入的插口的两侧壁设置了一个与杆端铰螺母的一端上的凸块相匹配的一个第一通孔相匹配的一个第二通孔,使第一螺栓通过该第一通孔和一个第二通孔与该第一螺母相匹配。杆端铰链螺杆一端是与杆端铰链螺母一端上设有的内螺纹拧合的螺杆,杆端铰链螺杆中间部分上设有环形凸起,杆端铰链螺杆另一端侧设有折弯的手扶杆。

在第一和第二半圆环形主体100和110的各外环表面上设置有一个与外环表面垂直并穿过该外环表面的埋头螺孔,在与该埋头螺孔相应的第三和第四半圆环形主体200和210的各外环表面上设置有一个与该埋头螺孔具有同样直径的圆筒孔,并且还包含两个螺钉与该埋头螺孔连接并穿过该圆筒孔而转动地穿过该圆筒孔抵靠该圆筒孔的第二螺钉。3个把手被平均地布置在外哈哄装置的外部壁上<sup>[4]</sup>。

### 3 输电线导线断股修补装置的设计方案

#### 3.1 修复作业机理

在对断裂的钢丝进行修补前,预绞修补带需要人工安装。首先将绞车装置及卷绕装置均打开,再用手工将12个预绞钢丝修补带的一端逐一插进线夹机构线夹环上

的孔洞内,一端依次插进绞车上的孔洞内,这样,预绞钢丝修补带的固定与安装就结束了。接着,在修补过程中,将绞线机构与线夹机构一起合拢,然后转动绞网,随着绞网的转动,输电线向后直线移动,通过绞网转动的圆周运动与输电线的直线移动相结合,能够逐步将12根预绞线材修补条缠绕在输电线表面。采用一端线夹机构夹紧,另一端转动钢丝笼的结构,在结构上模仿人工修理时,将预绞钢丝修补带的设置,并可将12个预绞钢丝修补带一起卷绕,大大提高了修理工作的效率。

#### 3.2 绞丝机构设计

在底部的水平滑道上装有绞笼托架和电蜗杆,由推杆为机构提供电驱动,从而实现对机构的打开和闭合的控制。绞笼托架的结构分为两个部分,一个是固定在圆弧滑轨上,另一个是固定在绞笼托架上,另一个是固定在绞笼托架的右侧,其中一个固定在螺旋托架上的螺旋桨马达,另一个是螺旋桨。在该绞笼托架上还设置了一个由限位块和限制销构成的限制装置。在将绞丝机构开启之后,将限位块控制限位销插入绞笼的限位孔,将左右两部分绞笼固定在相应的绞笼支架上,在绞丝结构封闭并且需要进行转动维修的时候,限位块控制限位销挣脱限位孔,使得绞笼可以正常转动<sup>[5]</sup>。

##### 3.2.1 绞笼结构的设计

在该装置的设计中,主要是对该装置进行了结构设计。按照预绞丝修复条的螺旋形状和组装要求,在绞笼上设置12个三角形孔槽,在绞笼前方设置突出的圆锥台,在圆锥台上设置1个挡板。目前存在的一个问题是,当钢丝笼转动到预绞钢丝修补带末端时,修补带从孔中滑落到输电线上,造成修补带末端松弛,无法完全缠绕。因此,在钢丝网的前端设计了一种锥形与折流板的结构,当预绞钢丝网从孔口中滑出时,它会先落入到锥形的锥形表面,并由两个折流板控制。在绞车的转动过程中,预绞钢丝修复条的尾部在折流板的带动下不断地转动,并沿着圆锥体的锥面缓慢地滑动到传输电缆的表面,以确保预绞钢丝修复条尾部的缠绕。

##### 3.2.2 绞笼旋转方案的设计

在绞笼的旋转方案中,选择了圆弧轨道重叠的方式,这样就能完成绞笼的张合和旋转。圆弧导轨是以THKHCR25A60/1000R为圆弧导轨,每个导轨的夹角保持为60度,6个导轨可以形成一个圆圈。每一节滑轨上均装有轱子,轱子导轨精度高,稳定性好,轱子在x轴,y轴,z轴三个方向上的允许转矩均为0.04kN·m,每节的基础额定负载均为8.53kN,6节轨道一次搭接后,其基础额定负载为51.18kN,其整体承载力超出了卷材修理工作

的承载需求,可保证工作平台的稳定性<sup>[6]</sup>。

该螺旋桨是用螺旋桨推动的,螺旋桨是用来驱动螺旋桨的。在将蜗轮与绞笼固定之后,再用耦合器将蜗轮与蜗杆相连接,再将其固定在绞笼支撑架上,就能得到较大的传动比。两个蜗轮的啮合表面都是线性的,因此承载力很大。此外,该蜗轮结构还具备自锁性,在蜗轮螺距角度小于两个齿轮间的内摩擦角时,该结构就会产生自锁性,并且可以实现反向的自锁,也就是只有蜗杆在推动蜗轮,而蜗轮却不能驱动蜗杆。在绞丝转动的时候,要摆脱预绞丝修复条的过大形变应力,利用蜗轮结构的自锁性,可以防止预绞丝修复条反跳,即使失去动力,也可以反向自锁,起到了安全保护的作用。

### 3.3 线夹机构设计

线夹装置包括:直线导轨,电动推杆,线夹支架,线夹环等。其中,电压机的负载为550牛顿,可提供充分的推力;线夹支架安装在直线轨道上,由下方的两根电子推杆来控制整体机构的开启和关闭,支架上装有线夹环,可以开启和关闭。线夹环是一种两半、中间带有孔槽的环状可开启构件,孔槽的内侧形状是按照预绞修复带的螺旋式来设计的,线夹环的两个端部设置一个凸块,该凸块与线夹支架上的一个凹槽相配合,从而将线夹环紧固在支架上<sup>[7]</sup>。

当卷绕装置启动检修工作时,首先将卷绕支架关闭,并将预绞钢丝修复带的一端夹住并固定,使其在全检修过程中一直保持封闭。在预绞装置的卷取结束后,卷取装置带动卷取装置,将卷取装置从卷取装置上打开卷取装置的夹环。

### 4 输电线导地线断股修补装置的实际应用效果

在预绞线修补带的卷取和修补工作中,蜗杆电机能够提供一定的驱动,确保修补带不发生变形,并在绞笼转动的情况下,使预绞线修补带同步转动和卷取,并对输电线路进行包裹,从而完成修补工作。在输电线路的端部缠绕修理结束后,预绞线修补带从钻孔中滑出行

来,将先落入锥形平台的锥形表面,并由两个折流板控制。在绞车的转动过程中,预绞钢丝修复条的尾部在折流板的影响下不断地转动,并沿着圆锥体的锥面缓慢地滑动到传输电缆的表面,以确保预绞钢丝修复条尾部的完整缠绕。实际应用证明,本文所提出的设备,在结构上满足了对预绞线修补带进行修补作业的基本要求,且总体结构设计也比较合理。

### 结束语

本课题针对输电线路导地线的断股修补,提出一种代替手工修补的方法,克服了采用铝包覆式方法造成的接线不牢固等缺点,并克服了手工修理的时间长、工作量大、预绞式护线条与输电线的接触松散等缺点。该设备的设计方案是合理的,对于电网的检修和维修有一定的实际应用价值。

### 参考文献

- [1]陈淑玲,易林锁,黄宾南.基于预绞丝修复条修补作业的输电线导地线断股修补装置设计[J].光源与照明,2022(10):149-151.
- [2]刘春田,姚文军,张海军,等.采用氩弧焊结合预绞式护线条修复导线断股操作工艺的研发[Z].华北电网有限公司,2020.
- [3]张宇东,谢书鸿,李海全.预绞丝修复OPGW断股方法的研究[J].电力系统通信,2021,26(11):21-24.
- [4]黄植.OPGW光缆修复方案研究[J].电力系统通信,2021,26(8):22-24.
- [5]徐梁刚,时磊,王时春,等.采用预绞丝修补作业的高压输电线断股修补装置设计[J].自动化与仪器仪表,2021(10):236-239.
- [6]王时春,徐梁刚,陈科羽,等.基于OPENCV的高压输电线断股识别方法研究[J].自动化与仪器仪表,2022(3):234-238.
- [7]廖森伟.输电线路断股修补机器人的研究与设计[D].湖南:长沙理工大学,2020.