

旋转可调式新型接地线的研制

马 辉，丁祖善，赵守强

(徐州供电公司，江苏 徐州 221000)

摘 要：本文成功研制的旋转可调式新型接地线，解决了传统接地线在耐张塔上挂拆过程中出现的诸多问题，如装设费时费力、接地线脱落等。新型接地线在导线端头、联动装置、绝缘杆段的连接三个部分进行了创新的设计，使得其具备以下几个特点：1) 绝缘杆段不会发生相对转动导致松动的现象；2) 通过柔性联动装置控制钩头扣紧装置，操作灵活；3) 钩头紧扣装置使得脱落现象不会发生；4) 钩头可实现 180°旋转，便于装设；5) 钩头方便更换，适合各种型号导线挂接。

关键词：旋转可调；柔性联动装置；闭锁装置；新型接地线；耐张塔

0 引言

按照《国家电网公司电力安全工作规程（线路部分）》3.4.1 的规定：线路经验明确无电压后，应立即装设接地线并三相短路（直流线路两极接地线分别直接接地）。因此工作地段各端和有可能送电到停电线路工作地段的分支线路都要装设接地线，防止检修区域突然来电，或者感应电压等造成人身伤害。当前，我们检修使用的 35kV-110kV 架空线路接地线（如图 1），在直线塔及转角塔的外角侧上应用很方便，但是很难装设到小转角耐张塔绝缘子外侧以及转角耐张塔内侧绝缘子外的导线上。这是由于耐张杆塔导线张力的存在使得导线与挂接中的接地线几乎成平行的排列，挂接后线夹口与导线最大成 50° 夹角，很难形成 90° 夹角，这样就会出现挂接不牢固的问题，造成接地线在使用过程中，只要出现微风振动或者是有人在绝缘子上工作，轻微摇晃就会很容易使接地线松脱，严重的浪费了停电时间，增加的劳动强度，降低了检修工作的工作效率。通过本文的结构改造研制的新型接地线成功的解决了这一问题。



图 1 当前使用的接地线

1 传统接地线现状分析

1.1 传统接地线的构造

目前，35kV-110kV 架空线路接地线由接地卡头、绝缘棒、软铜线、钩头组成。

1.2 装设方法及存在问题

1.2.1 装设方法一

首先将接地卡头接地，然后手持绝缘棒靠近导线，尝试性的用力后拉使钩头钩住导线，完成装设，拆除时用力向前推绝缘棒，使钩头与导线分离。装设接地线时由于导线和绝缘棒近似平行，钩头很难钩实导线（如图 2），装设费时费力且容易松动脱落。



图 2 旧接地线装设情况

1.2.2 装设方法二

首先将接地卡头接地，然后手持绝缘棒靠近导线，尝试性的用力后拉使钩头钩住导线，钩住导线后将手持端缓慢放下使其自然下垂，完成装设（如图 3），拆除时检修人员需爬过绝缘子到达导线端拆除接地线。这种方法可以达到装设牢固的目的，但是拆除时麻烦，极大的浪费了停电检修的时间。经统计，此种装设方法装拆需要 8min。



图 3 装设牢固后拆除麻烦

2 新型接地线的研制

2.1 改造导线端头

2.1.1 钩头旋转装置研制

针对传统接地线装设困难的问题，我们通过多次的建模试验分析（如图 4、5），发现导线端头不具备转动条件是导致传统接地线在耐张塔上装拆困难并且会松脱掉落的主要原因。

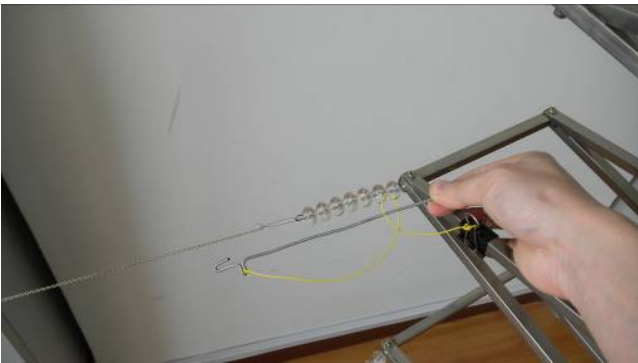


图 4 建模分析 1



图 5 建模分析 2

因此我们决定设置一个螺栓转向装置（如图 6），通过螺栓松紧来达到控制钩头转向。经试验发

现通过螺栓转向装置可实现导线端钩头 180°转动，可以较好的完成装拆接地线。



图 6 螺栓转向装置

2.1.2 导线闭紧装置研制

此装置是为了在导线端钩头钩住导线后，达到闭紧的目的，以防止接地线在检修施工过程中因为外力的影响发生掉落的情况出现。

我们结合大量的现场试验进行讨论，总结出了这个装置所需要的条件：首先它需要切合钩头以及导线的型号，这样才能较好的包裹住导线；其次它需要在钩住导线后经过一些措施以达到闭紧导线的目的；最后它在闭紧导线后应具有稳定性。经过上述分析，最终制作了导线闭紧装置（如图 7）。



图 7 导线闭紧装置

2.1.3 导线端头装置研制

我们设计了两种导线端头方案，分别为：1) 钩头装置；2) 夹子装置。我们将根据下面的研究制作模型比较这两种方案。

2.2 联动装置研制

在已经确定导线闭紧装置之后，唯一的问题就是怎么在接地线钩住导线后使闭紧装置发生作用，于是，联动装置应运而生。这个装置的研究也是设

计的难点和重点。它的难点就在于怎么才能达到扭力的传递使闭紧装置的通过螺栓的作用扣紧导线。

经过讨论研究，我们设置了两种方案：方案一为刚性联动装置；方案二为柔性联动装置。经过对两个方案的比较，我们发现方案一具有重量重、连接不够灵活、损坏不容易更换等缺点，因此，决定重点考虑方案二。在方案二中，柔性传动装置为直径是6mm的高强度钢丝绞线，经过多次试验，我们发现其具有质量较轻、造价较低、操作方便灵活、损坏容易更换等优点，但经查阅《材料力学》发现柔性传动装置的传动系数为0.9，经试验6mm的钢丝绞线的极限抗扭力为4500N，实际能传递的扭力 $T=4500 \times 0.9=4050N < \text{闭紧装置所需的扭力} 4800N$ 。我们决定将直径增加为8mm，经测量其极限抗扭力为6000N，实际能传递的扭力 $T=6000 \times 0.9=5400N > \text{闭紧装置所需的扭力} 4800N$ 。因此我们决定采用8mm的高强度钢丝绞线作为本次设计的联动装置（如图8）。



图8 柔性联动装置

2.3 绝缘杆段连接装置研制

通过转动绝缘杆产生相应扭力，扭力经柔性传动装置传递到闭紧装置，使其扣紧导线，完成装设。但是，新的问题出现了，传统接地线绝缘杆段采用螺栓直接连接，如果任意转动会出现杆段间的相对转动现象，从而导致绝缘杆段的连接松动甚至脱离，影响接地线的使用。



图9 闭锁装置

为了杜绝这种情况，我们在连接部分设置了锁

扣和锁槽（如图9），通过锁扣和锁槽的扣紧以达到杜绝相对转动的目的。

2.4 模型比较

根据导线端头的两种方案，我们制作了两种新型接地线模型（如图 10、11），根据实际操作进行比较分析。



图 10 螺栓钩头式接地线



图 11 螺栓夹子式接地线

经过现场实际检测，螺栓夹子式接地线在实际操作过程中很难将导线卡在夹子凹槽处，且夹子会很容易的随着联动装置的转动而绕导线做 360°转动，很难控制。螺栓钩头式接地线能较好的钩住导线并且通过联动装置夹紧导线，保证接地线不会脱离导线。因此，我们选择了螺栓钩头式接地线作为我们的最终研制成果。

3 新型接地线的使用效果

3.1 新型接地线装设方法

装设流程如下：1) 作业人员在到达横担处，进行验电；2) 确认线路没有电压后，开始装设接地线的接地端，使接地端与角钢或者接地极相连；3) 拧松螺栓，调整钩头角度为垂直绝缘杆后，拧紧螺栓；4) 慢慢使钩头靠近导线，勾住导线；5) 转动绝缘杆，通过联动装置使钩头闭紧装置扣紧导线，装设完成（如图 12）。拆除时需反方向转动绝缘杆，使

导线闭紧装置脱离导线，从而拆除接地线。



图 12 新型接地线完成装设

3.2 旋转可调式新型接地线的装设情况

我们组织人员分别在三种不同的天气情况下进行装设新型接地线，每种天气情况下装设 10 次：在温和和无风的情况下，平均时间为 101s；在风里为 4~5 级的情况下装设，平均时间为 112s；在视线不好的情况下装设，平均时间为 129s。三种情况的平均装设时间为 114s。相比传统接地线，节约了 366s 的时间。

经统计，本次试验新型接地线，出现松脱掉落现象的次数为零。大大提高了接地线在停电检修过程中的安全性。

4 专利申请情况

本次研制新型接地线取得了成功，具有良好的

应有前景，为了巩固成果，我们申请了国家实用新型专利，同时申请了国家发明专利，现专利正在受理中。

5 结论

旋转可调式新型接地线的研制成功，解决了传统接地线在小转角耐张塔绝缘子外侧及转角塔内角侧绝缘子外的导线上难以装设的难题，使得接地线在挂接过程中简便易行并且安全可靠，极大的保障了检修人员人身安全的同时提高了停电检修的效率，并且降低了检修人员的劳动效率。具备广泛推广的价值。

参考文献：

- [1] 孙训芳. 材料力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [2] 王清葵. 送电线路运行和检修[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [3] 陈家斌. 接地技术与接地装置[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [4] 国家电网公司. 电力安全工作规程(线路部分) 条文导学[Z]. 北京: 中国电力出版社, 2009.

作者简介：

马 辉(1981—)，男，陕西西安人，工程师/技师，从事输电线路设备管理，E-mail: snipermm@163.com；

丁祖善(1987—)，男，江苏徐州人，助理工程师/高级工，从事输电线路运行与检修工作；

赵守强(1972—)，男，江苏徐州人，助理工程师/技师，从事输电线路运行与检修工作。