

一种新型 10 kV 配电网不停电作业工具改进与应用

叶东辉 陈戈 全翱 张禹 唐朝 吴志民 李卓雯 曾娜
(国网德阳供电公司 四川 德阳 618000)

摘要: 在开展 10 kV 配电网不停电绝缘杆作业时,为保证作业安全,各类绝缘抱杆是必不可少的辅助工具。针对行业内传统绝缘抱杆普遍存在一定局限与缺点的现状,提出制作一种新型综合绝缘抱杆,从主体设计、稳固措施、安全性能、适用范围、安装流程等方面改进传统抱杆,进一步提高绝缘杆作业法开展安全性,拓宽绝缘杆作业法开展范围。

关键词: 10 kV 配电网不停电作业; 绝缘杆作业法; 综合绝缘抱杆

中图分类号: TM727 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2018)06-0023-05

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.06.006

Improvement and Application of A New Operating Tool Using in Overhaul without Power Interruption in 10 kV Distribution Network

Ye Donghui ,Chen Ge ,Quan Xuan ,Zhang Yu ,Tang Chao ,Wu Zhimin ,Li Zhuowen ,Zeng Na
(State Grid Deyang Electric Power Supply Company ,Deyang 618000 ,Sichuan ,China)

Abstract: In the overhaul without power interruption in 10 kV distribution network using insulated stick method of operation , various kinds of insulated stick are the indispensable auxiliary tools to ensure the safety of operation. In view of the current situation that there are some limitations and disadvantages of the traditional insulated stick , a new type of integrated insulated stick is proposed. The integrated insulated stick has accomplished the improvement of main body design , stabilization measures , safety performance , applicable scope and installation process. Using integrated insulated stick , the operation will become safer and the insulated stick method of operation will be more and more widely used.

Key words: overhaul without power interruption in 10 kV distribution network; insulated stick method of operation; integrated insulated stick

0 引言

随着中国经济与社会的高速发展,用电客户对供电可靠性的要求不断提高,大规模开展 10 kV 配电网不停电作业已成为供电公司实现客户“用好电、不停电”目标不可或缺的手段之一。配电网不停电作业主要采用绝缘杆作业法、绝缘手套作业法两种方式^[1]。

其中,绝缘杆作业法主要用于配电杆塔、设备所在道路狭窄,绝缘斗臂车等绝缘承载工具无法到位的作业现场。在实际作业中,当作业人员穿戴绝缘防护用具,攀登电杆采用绝缘杆作业法进行带电断引线、接引线、更换绝缘子等作业项目时,导线与绝缘子的连接位置所受剪切力较大^[2],存在导线断裂

及跌落、稳固绝缘子松动等潜在危险点,若发生将导致配电线路接地短路,对作业人员造成人身伤害,故在此类型作业中一般采用绝缘抱杆对导线进行支撑稳固;若不采取稳固措施,考虑到作业安全,此类作业往往无法开展。

下面就此作业关键点切入,通过对传统绝缘抱杆的分析改进,设计制作出了一种综合绝缘抱杆,保证绝缘杆作业法安全开展,拓展绝缘杆作业法适用范围。

1 绝缘杆作业法

为保证人员和设备的安全,带电作业需要满足以下几点要求:1) 流经人体的电流不超过人体的感知水平 1 mA; 2) 人体体表局部场强不超过人体感知

水平 240 kV/m; 3) 人体与带电体(或接地体)保持规定的安全距离。

根据上述基本安全要求,10 kV 配电网不停电作业发展出多种作业方式。按照所使用的绝缘工具进行划分,可分为绝缘杆作业法和绝缘手套作业法。其中绝缘杆作业法属于地电位作业,作业过程中作业人员保持人体与大地(或杆塔)同一电位,通过绝缘杆、绝缘抱杆、绝缘三齿耙等绝缘工具接触带电体进行检修操作。这时人体与带电体的关系是:大地(杆塔)人→绝缘工具→带电体。如图1所示。

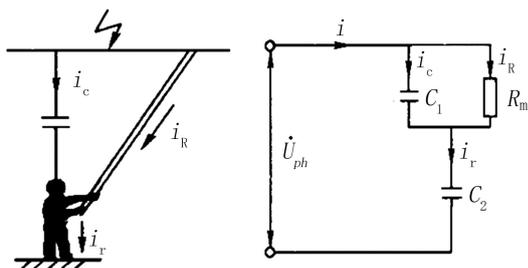


图1 绝缘杆作业法示意及等值电路
(R_m 为绝缘工具电阻)

在开展绝缘杆作业法带电断引线、接引线、更换绝缘子等实际作业过程中,作业人员通过登杆工具(脚扣等)登杆至适当位置,系上安全带,保持与系统电压相适应的安全距离,作业人员应用端部装配有不同工具附件的绝缘杆进行作业。

此种作业方式的安全防护为: 1) 以绝缘工具、绝缘手套、绝缘披肩、绝缘安全帽等组成带电体与大地之间的纵向绝缘防护,其中绝缘工具为主绝缘,绝缘手套、绝缘披肩、绝缘安全帽等起辅助绝缘作用,形成后备防护; 2) 在相与相之间,空气间隙作为主绝缘,绝缘遮蔽罩、隔离板等起辅助绝缘作用,组成不同相之间的横向绝缘防护,避免因人体动作幅度过大造成相间短路; 3) 配合使用羊角抱杆、多功能抱杆、横担抱杆等各类带电作业用绝缘抱杆,起到稳固导线、金具、绝缘子的作用,辅助作业人员更安全、更高效地开展作业。

2 传统绝缘抱杆缺点分析

如前面所述,配电网不停电作业过程中普遍使用的传统绝缘抱杆包括羊角抱杆、多功能抱

杆、横担抱杆等在安全性、绝缘性、适用性上都存在一定的不足。

2.1 传统羊角抱杆

顾名思义,此类抱杆顶端形似羊角,最大的缺点是只适用于单相导线相关工作,作业中仅能稳固中相导线,如图2所示。



图2 传统羊角抱杆

2.2 传统多功能抱杆

可用于中相、三相导线作业等多种场景,但其主承力部件的孔洞较多,承力稳定性差,如图3所示。



图3 传统多功能抱杆

2.3 传统横担抱杆

形似横担,一般安装在电杆横担下方适当位置,可支撑三角形排列的三相导线,但相间距离固定,对导线没有可靠的稳固措施,如图4所示。



图4 传统横担抱杆

2.4 传统绝缘抱杆的不足

传统绝缘抱杆一般采用相互连接的竖杆和横杆组成,横杆上设置限制导线移动的凹槽或挂钩,竖杆上安装铁链或抱箍稳固在电杆上。此种结构存在3个方面缺点与隐患:

1) 作业过程中,导线未与横杆上凹槽或挂钩固定,较容易从凹槽或挂钩中脱离,悬在空中不受控制或与支架上部分金属材料短接,对作业人员造成安全隐患;

2) 在竖杆上,一般采用铁链或金属抱箍等稳固装置将绝缘抱杆固定在电杆上,此类稳固装置为非绝缘材料,同样存在安全隐患;

3) 铁链等金属材料质量较重,抱杆安装过程繁琐,导致劳动强度大,安装抱杆的时间普遍就占用整个作业一般以上的时间,作业效率低下。

3 10 kV 综合绝缘抱杆的制作

针对传统绝缘抱杆不足之处,考虑设计一种安全性能高、适用范围广的综合性绝缘抱杆。

3.1 理论分析

1) 第一要素是安全距离,抱杆的改进设计必须满足表1的要求^[3]。

表1 10 kV 配网不停电作业安全距离规定

类别	数值
电压等级/kV	0
人体对带电体最小安全距离/m	0.4
最小相间安全距离/m	0.6
操作杆最短绝缘有效长度/m	0.7
承力杆、绝缘绳最短绝缘有效长度/m	0.4

由于绝缘抱杆在作业过程中主要作用为承力、稳固及辅助操作,其最短绝缘有效长度(接触带电体的各部位至接触人体部位的长度)应不得小于0.7 m;另外,使用中需考虑导线相间距离,必须保证相间最小安全距离达到0.6 m。

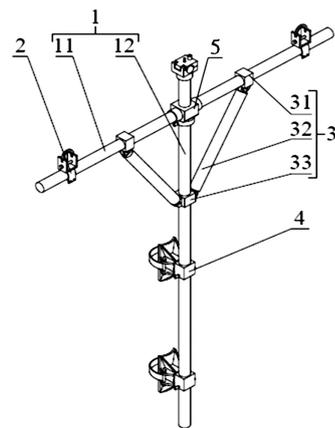
2) 抱杆整体需采用全绝缘材料。目前中国带电作业使用的绝缘材料包括绝缘板材、绝缘管材、塑料薄膜、橡胶等,其中,绝缘管材这种层压制品由于具有良好的电气绝缘性能、机械性能及理化性能,因而广泛用于各类绝缘工具制作。综合考虑性能、经

济性、加工方便性等方面,选择环氧树脂绝缘管材进行加工制作。

3) 考虑适用范围。由于绝缘杆作业法多用于10 kV 配电网中的单回排列线路,单回线路又可分为三角形排列、水平排列等多种排列方式;根据不同安装工艺,不同线路上的导线与设备位置也不尽相同;故在抱杆设计时需考虑使用可移动、可调整、可拆分的零部件,以适应多种线路排列方式。

3.2 抱杆设计

考虑到综合羊角抱杆、多功能抱杆、横担抱杆等多种抱杆的使用功能,将抱杆形状设计如图5所示。



综合绝缘抱杆由5个部件构成^[4]:1-支架(11-支撑横杆、12-立杆);2-导线卡槽;3-斜撑杆(31-第1滑块,32-连接杆,33-第2滑块);4-稳固抱箍;5-稳固滑块。

图5 综合绝缘抱杆设计

1) 支架、稳固滑块与斜撑杆

支架、稳固滑块与斜撑杆组成综合绝缘抱杆承力主体、绝缘主体。

支架由支撑横杆、立杆两部分构件构成,两根主体绝缘杆由环氧树脂管材加工制造,绝缘性能满足带电作业要求。

横杆与立杆通过可移动的稳固滑块、两根斜撑杆连接,稳固滑块如图6所示。

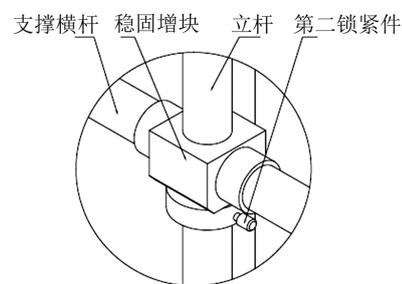


图6 滑块细节

实际作业中,根据线路排列方式(三角形、水

平) 移动稳固滑块,调整横杆与立杆顶部的垂直距离满足中相导线与两边相导线的垂直距离后,旋紧第二锁紧件固定住滑块。

斜撑杆配合稳固滑块进行调整支撑,主要辅助承受边相导线自重。支架整体安装在电杆后,可承受导线部分重量,减少导线与绝缘子连接部位所受剪切力。

2) 导线卡槽

如图7所示,导线卡槽由限位凹槽、锁扣件、第一锁紧件、限位块构成,用于固定两边相导线。作业过程中,通过第一锁紧件将导线卡槽固定在横杆两端,用绝缘操作杆打开锁扣件,方便导线进入限位凹槽并受到限位块限制,避免出现导线脱落不受控制的情况。

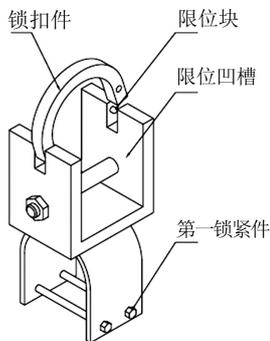


图7 导线卡槽细节

3) 稳固抱箍

如图8所示,此综合绝缘抱杆装置需两个稳固抱箍,分别由连接块、锁紧带构成,用于将抱杆固定在电杆上。连接块由金属铸造,机械强度足够;锁紧带由布质材料制成,布带式锁紧带较原有金属链条抱箍相比,既保证机械强度同时又具有良好的绝缘效果,也减轻了配件重量,方便安装。

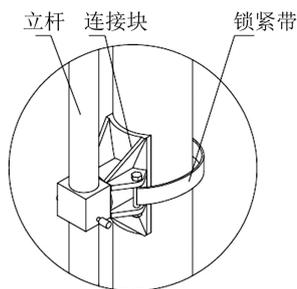


图8 稳固抱箍细节

3.3 制作与试验

按照设计图,加工制作出10 kV综合绝缘抱杆,如图9所示。

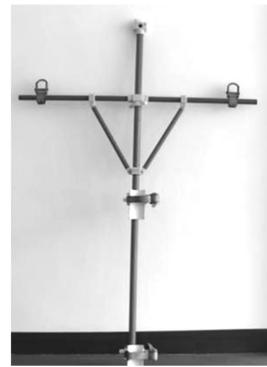


图9 综合绝缘抱杆实物

根据电气试验要求对绝缘抱杆进行工频耐压试验,如图10所示。试验电压为45 kV,持续1 min^[5-6]试验过程中,绝缘抱杆无火花、飞弧或击穿现象,装置无明显发热。试验表明,综合绝缘抱杆绝缘性能满足带电作业要求。

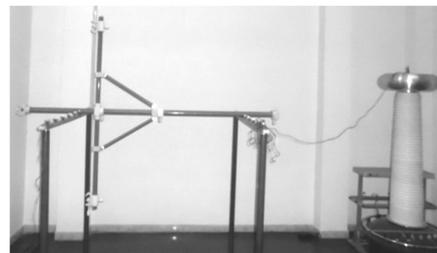


图10 工频耐压试验

4 应用推广与成效

4.1 试点使用

通过工频耐压试验后,将综合绝缘抱杆分别应用于广汉10 kV三凉路新丰支线82号杆、什邡10 kV双禾路松柏支线26号杆、中江10 kV回朝路06号杆等3处进行绝缘杆作业法带电接引线的作业,如图11、图12所示。



图11 地面练习安装

作业过程表明,综合绝缘抱杆安装方便灵活,

安装时人体与带电体的安全距离较大,不会碰触带电体;安装后可实现对三相导线的可靠固定,减小了使用绝缘杆接引线时绝缘子所受剪切力,保证了接引线过程稳定安全实施。



图12 实际作业现场

4.2 推广成效

试点使用成功后,将综合绝缘抱杆推广用于各类绝缘杆作业。由于此综合绝缘抱杆可大幅度提高绝缘杆带电作业的安全性,可通过杆体调整适用于多种线路排列方式,此前许多不满足条件的作业现场都可开展绝缘杆作业。

统计推广使用后的2017年,国网德阳供电公司利用综合绝缘抱杆辅助开展绝缘杆作业法带电断引线67次,带电接引线128次,减少停电时户数为19 265时·户,多供电量 2.5976×10^6 kWh,直接经济效益120余万元。

10 kV配电网不停电作业综合绝缘抱杆也获得了行业内的高度认可,于2017年7月获实用新型专利(专利号ZL 201720051536.5),12月获国网四川省电力公司工人技术创新一等奖。

5 结语

此次研制出的10 kV配电网不停电作业综合绝缘抱杆,较传统带电作业用绝缘抱杆相比,有了多方面的功能提升,整套工具更安全、更适用、更方便,体现在以下6个方面:

1) 整体绝缘性能优良,通过工频耐压试验,满足配电网不停电作业要求;

- 2) 整体机械性能良好,能承载三相导线重量;
- 3) 横杆导线稳固装置采用锁扣式,稳固支撑导线更可靠;
- 4) 竖杆稳固抱箍采用布带式,绝缘性能好、重量轻、安装快;
- 5) 适用范围广,支撑横杆与导线稳固装置可任意调整位置,可适用单回三角、水平排列的10 kV配电线路;
- 6) 抱杆安装灵活方便,减少作业劳动强度。

参考文献

- [1] 10 kV配网不停电作业规范: Q/GDW 10520 - 2016 [S] 2016.
- [2] 赵志修,费晓明,吴泗顺,等. 绝缘杆作业法带电搭接引流线新工具的研制与应用[J]. 浙江电力, 2016, 35(7): 28 - 31.
- [3] 国家电网公司人力资源部. 带电作业基础知识[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [4] 国网四川省电力公司德阳供电公司. 架空配电线路带电作业用支架 201720051536.5 [P]. 2017 - 07 - 18.
- [5] 电工作业工具、装置和设备预防性试验规程: DL 976 - 2005 [S] 2012.
- [6] 韩东红. 配电带电作业新工具的研发和应用[C]. 供电企业带电作业技术研讨会, 2012.

作者简介:

叶东辉(1993), 助理工程师, 从事配电网不停电作业各类工作;

陈戈(1975), 技师, 从事配电网不停电作业管理、作业现场监督等相关工作;

全翾(1985), 工程师, 从事配电网运维检修管理工作;

张禹(1985), 工程师, 从事配电网运维检修管理工作;

唐朝(1984), 工程师, 从事配电运检分析管理、配电自动化管理等工作;

吴志民(1988), 助理工程师, 从事配电网不停电作业各类工作;

李卓雯(1986), 硕士、工程师, 从事配电网运检计划管理工作;

曾娜(1987), 工程师, 从事配电网生产技改大修项目管理等工作。

(收稿日期: 2018 - 06 - 06)