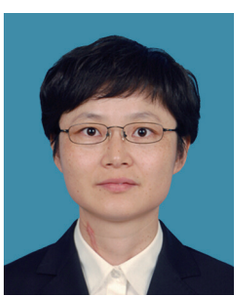
绝缘杆作业法带电接引流线新技术研究

采用绝缘杆作业法完成带电作业工作，其安全性高于绝缘手套作业法。在分析了绝缘杆作业法带电接引流线作业现存的关键问题的基础上，提出了绝缘杆作业法带电接引新技术包括绝缘导线剥皮、安装J型线夹、恢复线夹绝缘和密封三个操作步骤及全套专用工器具，解决了现场的实际问题。

狄美华[1] 高天宝[1] 闫文君[1] 刘晨[1] 胡民[1] 张晨[2]/1.国网北京市电力公司检修分公司 2.国网北京电力物资供应分公司



狄美华/工程师

关键词/Keywords

配网带电作业·
绝缘杆作业法·
带电接引新技术·
绝缘导线剥皮器·

0 引言

在架空配电线路的带电作业中，采用的作业方法主要有绝缘杆作业法和绝缘手套作业法。绝缘杆作业法可称为间接作业法，绝缘手套作业法可称为直接作业法。

采用绝缘杆作业法开展带电作业时，由于作业人员是通过绝缘工具进行，人体与带电体能够保持规定的安全距离。其优点是作业安全性好；缺点是受制于作业工具的性能，可采用绝缘杆作业法实施的作业项目较为有限。

而采用绝缘手套作业法开展带电作业，可顺利完成各种较为复杂的作业项目，但由于人体与带电体、接地体距离过近，绝缘遮蔽过程也是最危险的过程，操作程序复杂，劳动强度大，作业过程中存在较大的安全风险。

因此，实施配网带电作业时，应优先采用绝缘杆作业法进行。而配网带电作业工作量统计结果表明“带电断接引流线”作业项目占总工作量的70%以上。因北京地区架空线路绝缘化工作的开展，绝缘杆作业法剥除导线绝缘外皮效率低、难度大且缺少专用工具等原因，使得此类工作绝大多数是采用绝缘手套作业法的方式实施。要将此类工作由绝缘手套作业法转变为绝缘杆作业法实施，需开展带电接引新技术研究，研发出作业方便、灵活、安全可靠的专用工器具，持续拓展绝缘杆作业法作业项目，从而降低或化解带电作业安全风险，从本质上保证带电作业安全开展。

1 现有技术存在的问题

绝缘杆作业法带电接引流线作业现有技术主要存在以下几个问题。

1）绝缘导线剥皮问题。配电线路绝缘化的实施，给绝缘杆作业法剥除绝缘线外皮带来了困难，部分地区只能采用装有刃具的绝缘杆，一点一点的切削，作业难度高、劳动强度大且作业效率低，还容易对绝缘导线线芯产生不同程度的损坏，而且冬天气温低的时候导线绝缘皮变硬，更加难以剥除。

2）导线非承力接续问题。导线的非承力接续应采用电气接触良好、接续牢固、导流持续稳定的永久型线夹。带电作业常用的铝绑线缠绕接续或使用并沟线夹接续，因属临时线夹，导线接续性能不良。常用的永久型线夹（液压类线夹、弹射楔形线夹）难以采用绝缘杆作业法实施装拆作业。

3）接引作业点的绝缘和密封恢复问题。现有接引点线夹的绝缘和密封恢复，通常采用两种方式。一是采用绝缘自粘带包封，受制于作业人员的技术水平和责任心，线夹的绝缘和密封恢复难以落实到位；二是采用预制的橡胶或塑料罩，受制于塑料罩的开口结构设计，线夹的绝缘和密封恢复更难以达到目

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

标。因此，现有的架空配电线路导线接续点遗留有大量的绝缘和密封不良缺陷。同时，采用绝缘杆作业法恢复线夹、导线绝缘问题尚未解决。

因此，为解决上述绝缘导线剥皮、导线接续及绝缘恢复三项关键问题，开展了绝缘杆作业法带电接引流线新技术研究，分别研制了绝缘杆作业法用绝缘导线剥皮器、永久型线夹（J型线夹）安装工具和绝缘护罩安装工具等全套专用工具及标准化作业流程，以促进绝缘杆作业法在生产实际中的广泛应用。

2 解决方案

2.1 研制绝缘杆作业法用绝缘导线剥皮器

研发的新型绝缘导线剥皮器如图1所示。其由剥皮器总成及操作杆两部分构成，通过改变绝缘操作杆摇柄的转向即可实现嵌入导线、剥皮操作和退出剥皮操作等功能。配合四种刀头可满足日常工作中不同线径导线剥皮需求且不伤导线。解决了多年来采用绝缘杆作业法无法稳妥高效地剥除常用绝缘导线外皮的难题，同时能显著提高带电作业的安全性。

图1 新型绝缘导线剥皮器

（1）技术特点

1）该工具由剥皮器和绝缘操作杆总成两部分构成，使用时可快速装拆。

2）剥皮专用刀设计成斜切方式，推动剥皮器沿线路方向移动，以实现自动进刀的功能，为避免剥皮过程中伤及导线并适应国产绝缘线绝缘层薄厚不均（不同心）的问题，剥皮专用刀采用切削加撕裂的方式剥除绝缘线皮。

3）剥皮器总成配有四种不同线径的刀具，适应70 mm^2、150 mm^2、185 mm^2及240mm^2等不同线径绝缘导线的剥皮要求。

4）剥皮器总成选择轻质材料制作，在满足使用强度的同时，最大幅度地降低了总成重量。

5）绝缘操作杆护手环至剥皮器总成金属末端间为有效绝缘部分，其长度不小于0.7 m，工频耐压水平不低于100 kV/1 min，泄漏电流不大于0.5 mA（8 kV/15 min）。

6）绝缘操作杆设有操作摇柄，内置绝缘传动杆，绝缘操作杆的设计强度满足现场使用要求，使用的绝缘材料满足带电作业标准要求。

7）操作简便，一人可独立完成绝缘线剥皮操作，无需辅助。

8）工具各组成部件置于专用包装箱内定置存放，便于运输和保管。

（2）功能实现

剥皮器操作摇柄逆时针旋转时，剥皮器卡线口自行打开，便于置入待剥皮的绝缘线。顺时针旋转操作摇柄时，剥皮器卡线口闭合，继续顺时针摇动摇柄，剥皮器剥线刀随之斜切绝缘线外皮，剥离的绝缘外皮沿剥皮器自动导出。当剥除绝缘线皮的长度达到要求时，在剥皮器前进的方向用绝缘夹钳夹住绝缘导线，剥皮器到达夹钳位置将无法继续前进，在原地旋转360°后，剥皮器切断剥下的绝缘层。完成剥线操作，逆时针旋转操作手柄，剥皮器开口张开，将剥皮器从绝缘线上取下。

2.2 研制永久型线夹（J型线夹）安装工具

目前配电线路常用的永久型线夹有弹射楔形线夹、液压式“H”型线夹等，为解决绝缘杆作业法进行永久型线夹接续的问题，前期研发了一套适用于带电安装弹射楔形线夹的专用工具，经实际应用，基本实现了弹射楔形线夹采用绝缘杆作业法安装，但该工具结构复杂、操作步骤多，现场不适用，需进一步改进。

高性能的带螺栓的J型线夹的出现，为绝缘杆作业法方便快捷地安装永久型线夹提供了解决途径。J型线夹属螺栓压紧式永久型弹性线夹，其独特的结构和角度设计，可保证线夹握力持久，导流能力强，具有安装质量可控、目测安装到位等突出特点，而且便于绝缘杆作业法安装拆除线夹。因此研发了绝缘杆作业法J型线夹安装工具。

（1）技术特点

该工具是针对采用绝缘杆作业法带电安装J型

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

线夹的需求研发的专用工具，由绝缘操作杆、线夹安装头、绝缘套筒组成，如图2所示。该工具设计新颖，具有操作简单，绝缘性能可靠，安装、拆卸线夹简便的特点，解决了采用绝缘杆作业法装拆永久型线夹的难题。

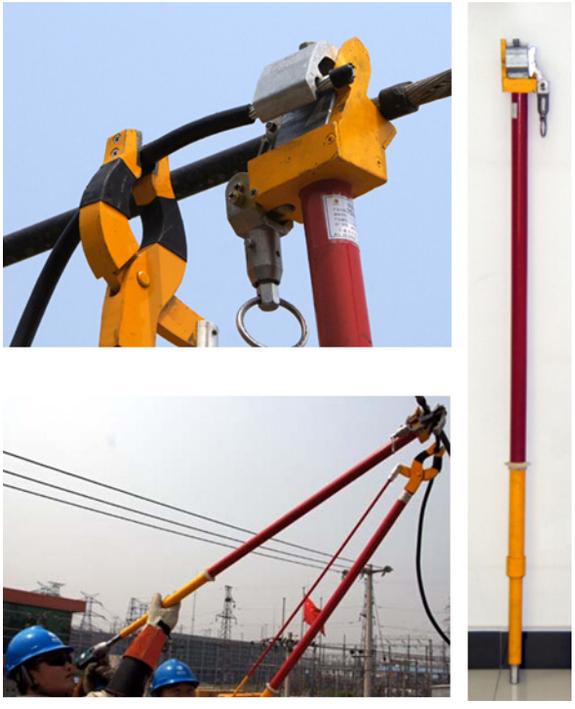


图2　J型线夹安装工具

（2）功能实现

旋松J型线夹的螺栓至最末端，将J型线夹放入安装工具的线夹卡具上，使紧固螺栓的螺母朝下并置于套筒内。将J型线夹的下部与线夹卡具下部端头贴紧，并使线夹的上部依托弹性摩擦片固定于线夹卡具上，使线夹两侧的开口达到最大。一人操作安装工具的绝缘操作杆将主导线置于安装卡具的线夹开口内。另一人使用绝缘夹钳将待接引流线（分支线）置于线夹另一侧的开口内。在绝缘套筒连杆处，使用棘轮扳手或电动扳手，顺时针旋转绝缘套筒，旋紧J型线夹紧固螺栓直至线夹两沟槽紧密贴合，然后退出安装工具，即可完成J型线夹的带电安装。

2.3 研制绝缘护罩安装工具

导线搭接完成后，为解决导线及J型线夹的绝缘恢复及密封，首先研制了J型线夹绝缘护罩，改变了现有的敞口式结构，采用橡胶材料制作，配合接口自粘接方式，线夹绝缘护罩安装后具有全绝缘全密封性能，其主要技术性能指标如工频耐压（28 kV/1 min）、浸水耐压试验（12 kV/4 h）、耐候性能及适用环境（－25~+70 ℃）均满足现场实际要求。其次，根据绝缘护罩材质、结构以及安装后的密封要求，对安装工具的结构与安装方式进行研究，研制出了J型线夹绝缘护罩安装工具（见图3），配合自锁定绝缘夹钳，采用绝缘杆作业法可快速完成恢复线夹的绝缘和密封操作。

图3　绝缘护罩安装工具

（1）技术特点

该工具由绝缘护罩安装工具、绝缘夹钳和绝缘卡线钩组成，工具设计新颖、操作简单且性能可靠，解决了采用绝缘杆作业法对线路裸露点绝缘恢复的问题。

（2）功能实现

根据绝缘导线外径测量结果，按照绝缘护罩相应的刻度去除多余部分，将绝缘护罩嵌入护罩安装工具卡槽内（注意绝缘罩卡槽方向）并揭下绝缘护罩的防粘层。操作绝缘护罩安装工具将绝缘护罩垂直安装到J型线夹上方，并将绝缘护罩安装工具的操作杆下拉。使用绝缘卡线钩调整引流线角度，使其定位于护罩的引流线槽内。随后使用绝缘操作杆向下闭合绝缘护罩安装工具的开口，使用绝缘夹钳逐点夹紧，使绝缘护罩与主导

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

线贴合紧密。最后，取下绝缘护罩安装工具，完成绝缘护罩的安装。

3 实施效果

1）研发成功的新型绝缘导线剥皮器采用绝缘杆作业法，单人操作可简单快捷剥除各种不同线径的绝缘线外皮，不伤导线，操作简单，作业效率高，解决了绝缘杆作业法剥除导线绝缘皮的难题，并可确保作业安全。此外使用该套专用工具，也可以对停电的架空配电线路绝缘导线的绝缘皮进行快速、简捷的剥皮操作。

2）研制成功的J型线夹带电安装专用工具经过现场实际使用，证明结构设计合理、安装拆卸方便，能够满足现场使用要求。J型线夹专用安装工具彻底解决了采用永久型非承力线夹搭接引流线与主导线的问题，同时化解了采用绝缘手套作业法带电断接引流线时可能带来的安全风险。

3）研制成功的J型线夹绝缘护罩，安装后具有全绝缘全密封性能，改变了线夹绝缘护罩仓体，可对配电线路上不满足绝缘和密封要求的线夹进行绝缘恢复。绝缘护罩安装工具经过现场实际使用，证明结构设计合理、轻便灵巧且操作简单，解决了采用绝缘杆作业法对线路接引作业点的绝缘和密封恢复问题。

4）研发的绝缘导线剥皮器、J型线夹安装工具和绝缘护罩安装工具全套绝缘杆作业法带电接引工具，均具有良好的电气绝缘性能和机械强度，均满足绝缘杆最小有效绝缘长度0.7 m，工频耐压水平不低于100 kV/1 min，泄漏电流不大于0.5 mA（8 kV/15 min）的要求。

5）全套绝缘杆作业法带电接引工具同时适用于地电位和中间电位两种作业方式，适用范围较广。

4 结束语

绝缘杆作业法带电接引流线新技术研究及全套接引工具的研发成功与推广应用，将使绝缘杆作业法接引流线作业变得简单容易，可将占带电作业工作量比重较大的带电接引流线作业全部转变为安全性较高的绝缘杆作业法作业，对于各地普及、推广更安全的带电作业方法，保证带电作业安全、稳妥和积极发展，保障作业人员人身安全，进而提高供电可靠性具有重要意义。

参考文献

[1] GB/T 14286—2002带电作业工具设备术语[S]，2002.

[2] 胡毅. 配电线路带电作业技术[M]. 北京：中国电力出版社，2002：6-10.

[3] 胡毅. 输配电线路带电作业技术的研究与发展[J]. 高电压技术，2006，32（11）：1-8.

[4] 汤大勇. 带电作业技术中的电气绝缘与电场屏蔽[J]. 物理与工程，2008,18（6）：42-45.

[5] 孙宏伟，胡民，狄美华，等. 配电线路带电作业中带负荷项目[J]. 农村电气化，2011，287（4）：29-30.

作者简介

狄美华（1979），女，硕士，工程师，从事配电领域带电作业研究。

（收稿日期：2015-12-10）EA

（编辑：杨得润）

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net