[架空线路]

架空配电线路不停电作业快速接口装置研究

文/朱忆洋[1]　单逸[2]
1. 国网江苏省电力有限公司南通供电分公司；2. 国网江苏省电力有限公司南通市海门区供电分公司

从不停电作业典型应用场景出发，针对原有绝缘接地线夹、氧化锌避雷器的不足，提出全绝缘接地引流线夹和引流式防雷绝缘子的优化方案，实现旁路检修架空线路时将电源车、移动箱变车等快速接入，便于配电网不停电作业。这些快速接口装置结构简单、拆装方便，运行成本低，适合大规模推广应用。

近年来，随着电网密度的持续加强以及极端恶劣天气的频繁出现，导致电力网络故障频发。一旦发生电力事故，作业人员势必要花费较长的时间进行抢修，停电时间越长，对电力用户的影响越大，极大地降低电网的供电安全性与供电稳定性。开展不停电作业能够减少设备的停电时间，是提升用户体验、降低用户平均故障时间的有效手段。配电线路不停电作业快速接口可以快速高效地将应急发电车电源接入配网线路，关系着检修的速度和操作人员的人身安全，对其改造升级与应用刻不容缓。

配电架空线路不停电作业快速接口应用场景

1. 不停电作业方法

目前不停电作业通常采用综合不停电作业法，可综合利用绝缘杆作业法、绝缘手套作业法以及旁路设备实施不停电作业。其中目前开展的第四类综合不停电作业项目，如“旁路作业”检修架空线路以及不停电更换柱上变压器等，是一项提高配网供电可靠性的新型带电作业项目，其作业原理是：通过旁路柔性电缆、快速连接电缆接头和旁路负荷开关等，在现场构建一条临时旁路电缆供电系统，跨接故障或待检修线路段，通过旁路负荷开关，将用电负荷转移到临时旁路供电线路向用户不间断供电，以及通过T形接头同时向用户支线供电。

2. 不停电作业应用场景

目前配电架空线路需增加快速接口的位置主要分布在线路的终端杆、耐张杆、支接杆、分段开关两侧、柱上开关及跌落式熔断器引下线等地方，接入点见表1。

表1　10 kV架空线路应用场景

接入点	快速接入方式	接入设备	实现功能
10 kV架空线路终端杆、耐张杆、支接杆、分段开关两侧	全绝缘接地引流线夹	旁路电缆、旁路开关、10 kV发电车、移动箱变车	1. 停电检修验电接地功能 2. 旁路检修架空线路、发电车、移动箱变车等快速接入
400 V架空线路终端杆、耐张杆、支接杆	全绝缘接地引流线夹	旁路电缆、400 V发电车、UPS电源车、移动箱变车	1. 停电检修验电接地功能 2. 旁路检修架空线路、电源车、移动箱变车等快速接入
10 kV柱上开关（看门狗）、跌落式熔断器引下线	引流式防雷绝缘子	旁路电缆、旁路开关、10 kV发电车	1. 停电检修验电接地功能 2. 通过旁路接入，对所供负荷实现不间断供电

通过这些位置的快速接口，可以实现旁路检修架空线路，电源车、移动箱变车等快速接入等，向用户不间断供电，提高配电网的安全性和稳定性。

全绝缘接地引流线夹

1. 原有绝缘接地线夹及接入方式

目前配电线路的终端杆、耐张杆、支接杆和分段开关两侧等地方都安装了绝缘接地线夹，当线路需要停电检修时，为保障作业人员的人身安全，需要在线路上进行验电，挂接临时接地线。目前配网架空线路安装的验电接地环如图1 所示。

图1　接地线夹（JDL）

现有接地环虽然能够满足线路检修时验电接地的需求，但仍存在一些不足。

1）通流能力较弱。

2）接地环与绝缘导线连接处虽有绝缘护罩保护，但用于验电接地的金属导体还是裸露在外，容易引发树枝碰线，异物触碰等接地短路故障。

3）开展配电网不停电旁路作业时，为了旁路电缆线夹能接入架空绝缘线路，需要将架空绝缘导线剥皮后才能接入，作业完毕后还需要对剥皮部分进行绝缘恢复，不仅增加了不停电作业时间，还增加作业人员的作业强度。

2. 全绝缘接地引流线夹及接入方式

为确保不给线路运行增加负担结合架空线路全绝缘的要求，并满足旁路不停电作业快速接入需要，减少旁路作业工作量，在原绝缘接地线夹基础上研究了全绝缘接地引流线夹，便于旁路接引。全绝缘接地引流线夹由导线安装线夹，接地引流导体，线夹绝缘护套和活动绝缘护罩组成，如图2 所示。

全绝缘接地引流线夹既可停电装，也可带电安装，安装时，先将绝缘导线在需要安装位置剥去绝缘层，将接地环通过安装线夹与导线连接，然后安装线夹绝缘护套。

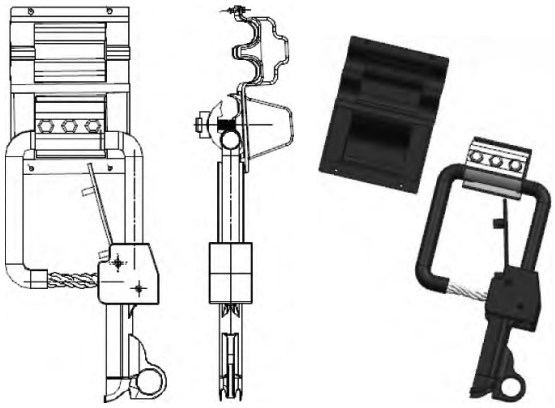

图2　全绝缘接地引流线夹（JGRD）

当线路处于运行状态时，活动绝缘护罩处于封闭状态。当线路停电检修需要验电接地时，先使用绝缘操作杆，拉开活动绝缘护罩拉环，这时活动绝缘护罩打开，金属导体露出，即可完成验电接地。当线路需要不停电旁路作业时，拉开活动绝缘护罩拉环，旁路电缆线夹直接与金属导体连接，即可完成旁路系统的搭建，进行旁路不停电作业，如图3 所示。

图3　接地引流线夹闭合与打开旁路连接状态

3. 全绝缘接地引流线夹优点

1）全绝缘接地引流线夹安装方式、安装位置与普通接地环一致， 既可在线路检修停电时安装，也可带电安装，安装后可当作普通接地环使用。

2）在线路运行状态时，全绝缘接地引流线夹处于全绝缘状态，可以有效避免因树木、异物引起的线路接地短路故障。

3）极大地方便了配网不停电作业，当需要进行旁路不停电作业时，只需拉开全绝缘接地引流线夹活动绝缘护罩即可快速接入旁路电缆线夹，大大缩短作业时间，减轻作业强度。

引流防雷绝缘子

1. 原有氧化锌避雷器及接入方式

10 kV 配网线路的绝缘水平比较低，在运行过

程中容易遭到雷击，为防止因为雷击产生的线路跳闸事故，配网线路一般采用氧化锌避雷器进行防雷。随着近年来配网线路绝缘化改造及不停电作业的需求增多，这种安装方式的弊端也非常明显。

1）配电变压器停电检修时，高压跌落式熔断器打开后，因为现在许多跌落式熔断器桩头都有绝缘护罩，验电接地困难，就算是在跌落式熔断器下引线安装了接地环，但是在接地过程中，接地棒对引线的牵引力会对熔断器下桩头带来一定的作用力，轻则引起桩头松动，重则直接损坏接线桩头。

2）在需要对环网柜、箱式变压器和用户端进线电缆进行验电接地时，因为绝缘保护罩的存在，给在电缆头上验电接地带来很大麻烦，甚至有时只能扩大停电范围。

3）如果要进行不停电旁路作业，因为没有可以安装旁路电缆线夹的位置，需要对绝缘导线进行剥皮后才能安装旁路电缆线夹，作业完成后，还需进行绝缘恢复，大大增加了不停电作业时间和作业强度。

2. 引流式防雷绝缘子及接入方式

针对以上问题，为确保不给线路运行增加负担，并满足接地及旁路不停电作业快速接入需要，减少旁路作业工作量，将原跳线绝缘子和避雷器进行结合优化，研究了引流式防雷绝缘子，便于柱上开关（或跌落式熔断器）引下线接入和接地及不停电旁路作业快速接引。引流式防雷绝缘子如图4所示。

图4　引流式防雷绝缘子

引流式防雷绝缘子由防雷绝缘子、故障指示器、导线安装铜排和引流接地铜杆组成，结构简单，安装方便。通过现场挂网运行，取得了良好的效益，已满足实际运行条件。

3. 引流式防雷绝缘子优点

1）引流式防雷绝缘子既是避雷器，又起到支持绝缘子作用，可直接安装于开关支架，减少了线路构件，优化了线路接线方式，降低了施工强度，也有利于柱上开关、 跌落式熔断器等工厂化模块预制。

2）引流式防雷绝缘子底部带有故障指示器，当绝缘子击穿发生故障时，指示器飘出标识带，给线路巡视带来便利。

3）铜排与支柱式氧化锌上桩头联通，当导线与铜排连接时，就相当于导线已经与避雷器连接，无须再额外增加避雷器引线，大大节约了铜线的使用量。

4）引流接地铜杆与铜排联通，当线路停电检修时，该铜杆可用于验电接地，当需要进行不停电旁路作业时，该铜杆又可作为旁路引流线使用，旁路电缆线夹可直接夹在上面，减少旁路作业额外的工作量。

5）引流式防雷绝缘子铜排配置全封闭绝缘罩，引流接地铜杆则安装可使用绝缘操作杆拉合的活动绝缘罩，当需要时可将绝缘罩拉开，不使用时则闭合， 完全满足省公司对配网线路绝缘化要求。

6）因为引流式防雷绝缘子避雷器兼具避雷器和支柱绝缘子的作用，在用于客户端电缆进线或线路电缆连接时，可作为明确的过渡设备，便于停电检修或不停电作业。

综上所述，引流式防雷绝缘子安装方便，优化结构，安装工艺简单，可全方位适应停电检修及不停电作业。

总结展望

本文针对配网架空线路不停电作业中存在的不足，根据实际应用场景设计出便于安装、安全可靠的快速接口装置。这些快速接口在实际应用中具备很好的安全稳定性，且结构设计有着一定的灵巧性，操作简单方便，在很大程度上缩短了检修时间。快速接口装置的使用，完善了实施流程，有效减少了施工成本及工作人员的施工强度，具备良好的应用前景。**EA**

（收稿日期：2024-03-14）