

一种 110kV 高压电缆故障应急抢修快速恢复技术研究

苏伟龙

(泉州亿兴电力工程建设有限公司丰泽配电分公司 福建省泉州市 362000)

摘要: 高压电缆是当前电力输电系统中的重要组成。实际应用过程中,由于多种因素干扰,高压电缆不可避免出现故障。现今常规的电缆故障恢复方法多数耗时较长,这无形造成更大损失。基于此,文章结合这一现象,以 110kV 高压电缆为基础,提出一种更为高效的故障应急抢修快速恢复技术。同时,通过实践证明该方法的可行性和实用性,其的确可以显著缩短故障恢复时间,提升高压电缆应急抢修速度。

关键词: 110kV 高压电缆; 故障; 应急抢修; 快速恢复

Abstract: High-voltage cables are an important component of the current power transmission system. In the actual application process, due to a variety of factors interference, high-voltage cables will inevitably fail. Most of today's conventional cable failure recovery methods take a long time, which invisibly causes greater losses. Based on this, this paper combines this phenomenon and proposes a more efficient emergency repair and rapid recovery technology based on 110kV high-voltage cable. At the same time, the feasibility and practicality of this method have been proved by practice, which can indeed significantly shorten the fault recovery time and improve the emergency repair speed of high-voltage cables.

Key words: 110kV high voltage cable; Fault; Emergency repair; Fast recovery

引言: 随着电力系统规模的不断扩大和电能负荷的不断增加,110kV 高压电缆在电力传输中的地位愈发重要。然而,电缆在长期运行中仍然存在着各种潜在的故障风险,这些故障可能导致电力系统中断,严重影响供电可靠性。因此,开展 110kV 高压电缆故障应急抢修技术的研究具有重要意义。目前,虽然已有一些电缆抢修技术和维修方法可供选择,但在应急情况下,抢修时间往往较长,电力系统中断时间较长,给用户和电网运营商带来不小的损失。为此,本研究结合电力系统应急响应策略,提出了一种 110kV 高压电缆故障应急抢修的快速恢复技术有现实意义。

1 研究目标阐述

110kV 高压电缆是我国高压输电电缆系统中的重要组成,其在运行中,不可避免会由于受到威胁而出现故障。常见的威胁因素包括以下几方面:(1) 电缆自身存在缺陷出现绝缘击穿问题;(2) 路面塌方、隧道火灾等不可预知的灾害,或者由于自然灾害等原因导致的故障。一旦电缆出现故障,会造成电力系统运行受到干扰,目前,常见的处置防范是依托专业人员巡视和借助设备对电缆线路进行检查,从而确定故障点,然后停电检修,修复故障后再恢复供电^[1]。这种方法势必会受到地形、人力、人员能力水平、经验程度等影响,也需要耗费大量时间才能恢复故障。针对这一问题,文章提出一种针对 110kV 高压电缆故障的应急抢修快速恢复技术,以期提升故障应对效率,提升经济效益。

2 技术方案介绍

结合上文对研究目标的系统化梳理,对主要研究内容有更为详细的了解。在此结合已有研究成果和理论资料,详细阐述技术方案。

2.1 设计要点

110kV 高压电缆出现故障之后,为了尽快故障修复,实现抢修电缆和现场原有电缆的快速连接极为重要,这是缩短抢修时间的前提。同时,应急抢修过程中,应用的抢修设备中抢修电缆多数为固定的某一种截面,可能出现与现场原有电缆截面存在差异的情况,甚至还会出现抢修设备中的抢修电缆和原有电缆截面跨度大的情况,因此,解决电缆异径对接极为重要^[2]。另外,检测完成之后,如何高效实现抢修电缆和现场原有电缆分离以及循环利用目标也是重点问题。

2.2 110kV 高压电缆快速连接和分离技术

2.2.1 技术主要内容

110kV 高压电缆的快速连接和分离技术是电力系统中非常关键的技术,特别是在维修、抢修和临时供电等情况下。其中快速连接技术应用过程中,主要包括以下几方面:第一,连接器设计。借助专门设计的高压连接器,确保连接和断开时的安全性和可靠性。这些连接器通常具有特殊的绝缘和密封系统,以防止电弧放电和污染。第二,预制电缆接

头。使用预制电缆接头,以减少现场操作的时间和风险。这些接头在工厂进行测试和绝缘处理,然后在现场迅速连接,以降低操作人员的暴露于高电压的时间^[3]。第三,在线连接技术。允许在电缆正常运行状态下进行连接和断开操作,从而避免停电。这种技术要求高度自动化和精密的控制系统。对于快速分离技术主要包括以下几方面:第一,快速断开装置。可以在紧急情况下迅速切断电缆的电源供应。这些装置通常使用高速开关或电磁装置,以确保迅速切断电流。第二,安全措施。在分离电缆时,需要规范落实安全措施,以确保操作人员的安全。例如遵循严格的程序、佩戴适当的防护装备和对可能的电弧放电进行检测。第三,做好电缆标记和记录。对电缆做好标记和信息记录,确保在分离或者连接时,准确识别电缆末端、相位及电压等信息,防止出现错误。

2.2.2 设计方案

结合上文对高压电力电缆快速连接和分离技术的阐述,联系现有研究成果,以高压电力电缆插拔式快速接头绝缘结构和电场分布有限元数值分析为基础,再结合复合材料的界面压强对介质界面沿面放电时,电压值变化影响进行分析,提出了如下图 1 所示的快速接头的绝缘结构设计方案。

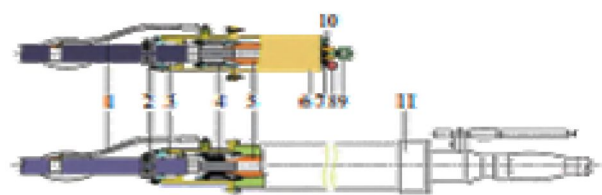


图 1 电缆快速连接头结构示意图

注: 1- 接地线; 2- 专用抱箍; 3- 压密封胶圈; 4- 锥托; 5- 应力锥; 6- 保护罩; 7- 密封罩; 8- 气压表; 9- 牵引吊环; 10- 充气阀; 11- 接头主体。

结合上图 1 所示。电缆快速连接接头组成包括以下几部分,在设计过程中,应力锥的主要作用是控制电场均匀分布,插拔时,复合材料的界面需要始终保持在正压强状态,且控制界面的弹性变形量需要控制在不改变应力锥的几何尺寸范围。插拔之后,自动排除空气避免形成负压,再对弹性变形的疲劳寿命进行合理规划,可以实现接头循环利用^[4]。

同时,绝缘结构设计时,为了保证接头可以实现快速插拔,且具备安全性和可靠性,满足防水、通流、耐压等要求,尾管和电缆护套绝缘需要进行压封密封处理,既满足密闭性要求也便于拆卸安装。金具选择插拔式压接金具,且在其上设置牵引吊环,满足电缆敷设时牵引需求。另外,电缆两端的插拔头处位置设置密封保护罩,发挥防潮效用,并设

置观测压力表,对接头进行保护。通过如上设计,可以大幅度提升电缆故障应急抢险过程中,实现抢修电缆和现场原有电缆快速连接和分离的目标。

2.3 110kV 高压电缆双向快速展放和回收装置

110kV 高压电缆双向快速展放和回收装置技术是用于电缆的快速部署和回收的关键技术。这种技术在维护、抢修、应急供电和电缆敷设等情况下具有重要意义。文章基于现有研究成果,重点研究抢修电缆的双向快速展放和回收技术,设计回收装置。具体来看,设计的装置如下图 2 所示。

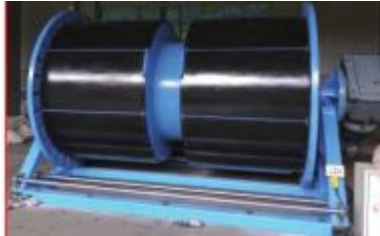


图 (a) 电缆展放装置整体图示



(b) 组成结构图示

图 2 电缆展放装置图示

2.4 110kV 高压电缆快速恢复集成装置

为了在保证抢修质量和效率前提下,实现电缆应急抢修过程中的快速响应目标。设计高压电缆快速恢复集成装置由积极作用。该装置作为重要设备之一,为了达成目的,在现有技术成果支撑下,以打造集成化应急抢修平台为基础,设计出如下图 3 所示装置。

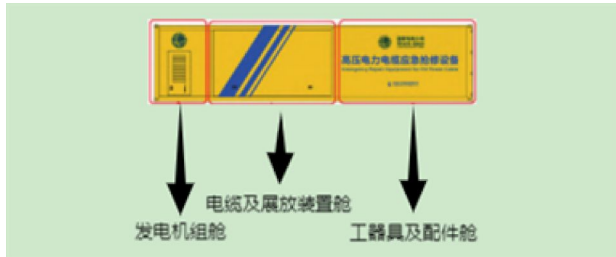


图 3 应急抢修设备平台主要结构图示

该集成装置设置的主要作用是通过将专用电缆盘、快速接头、专用工具、动力系统 etc 集成,形成完整的系统化抢修平台,从而更为高效快速的对电缆故障现场进行应急抢修,确保短时间内完成故障恢复和电力供应^[5]。文章设计的集成装置整体呈现厢式结构,由发电机组舱、电缆及其展放装置舱和工器具及配件舱三部分组成。

3 研究成果阐述

为了验证上文提出的高压电缆故障应急抢修快速恢复技术的应用价值以及实用性,在此开展验证活动,以实际效果作为证明。并通过技术实践应用验证,对高压电缆应急抢修快速恢复技术进行深入研究,判断其是否满足现阶段电力领域应用需求,能否高效完成 110kV 高压电缆故障处理事务,并对该技术未来发展方向、设计思路进行总结,为持续探究提供更多借鉴。

3.1 技术应用发展现状综述

基于实际需求,编制高压电缆应急抢修快速恢复技术设计方案成为重点研究方向。并且关于技术应用效果、相关设备性能试验等也得到广

泛关注。相关技术早在 20 世纪 90 年代就展现苗头,在此之后,我国多个地区先后引进部分旁路转电技术,此时由于成本消耗较高、技术复杂以及对人员素质要求较高等,导致其在应急抢修领域应用较少,我国至今对旁路转电技术的研究仅停留在 10kV 配网低压水平,针对高压电缆的旁路转电技术在应急抢修方面应用极少^[6]。同时,关于高压电缆快速恢复技术的研究也资料缺乏,相较需求而言有待进一步研究探索。

3.2 实际检验分析

文章针对 110kV 高压电缆故障应急抢修,提出一种基于抢修电缆双向快速展放回收、抢修电缆和现场原有电缆快速连接和分离技术的快速恢复方案。为了证明该技术方案效用,以青岛地区的 110kV 高压电缆为研究基础。对该地区 2022 年某段时间内的电缆故障抢修时间和效率进行采集统计,通过对应用传统应急抢修方法和应用文章提出的方案效率进行比较,以数据直观证明方法的优越性^[7]。

实际检验过程中,对比应用的传统应急抢修方法按照“重新铺设电缆、加热校直、制作中间接头”等环节进行施工。统计总结信息如下表 1 所示。

表 1 传统应用技术和文章提出技术方案应急抢修耗时信息统计表

电缆故障抢修耗时	110kV 电缆故障维修复电时间 (d)	110kV 电缆中间接头安装净用时 (h)
常规应用工艺	2—3d	5—8h
技术方案		
文章提出的应急抢修快速恢复技术方案	15h	3h

结合表 1 来看,传统方法由于多个环节难以同时进行,这导致其耗时较长,而文章提出的技术方案,借助电缆快速连接接头和双向展放技术,可以大幅度提高抢修环节效率,缩短恢复时间。基于上文阐述的验证过程,该方法具备实用价值,且操作简便、成本可控,具备大面积推广可行性。可以深入研究,形成标准化作业工艺流程,为相关电力企业电网维护和故障维修提供支持。

结语

本文探索了一种适用于 110kV 高压电缆故障应急抢修的快速恢复技术,并通过实际检验,验证了技术方案的可行性和有效性。该技术方案在临时电缆连接和绝缘修复方面进行了创新,为应急抢修提供了全面的解决方案。研究表明,该技术在 110kV 高压电缆故障应急抢修中具有显著的优势。通过电缆快速连接和分离技术、电缆双向快速展放和回收装置技术以及电缆快速恢复集成装置,可以将传统应急抢修方案的时间压缩至几个小时时间内,真正实现降低电力系统断电时间,解决故障应急抢修耗时长的问题。

参考文献:

- [1] 胡锦涛.一起 110 kV 户外电缆终端绝缘油渗漏事件原因分析及处理[J].机电信息,2022, 22(23):61-63.
- [2] 金全元,陈朝晖,冯毓敏,等.110 kV 复合平滑铝套电缆应用可行性分析[J].光纤与电缆及其应用技术,2022, 56(6):29-33.
- [3] 闫峰.110kV 高电压电缆的故障原因与检测分析[J].电子技术,2022,51(10):302-303.
- [4] 徐超,叶婷.一起 110 kV 电缆终端故障及仿真分析[J].电气时代,2022, 20(10):46-49+59.
- [5] 张俊平.110 kV 高压电缆施工技术难点与解决措施分析思路构建[J].现代制造技术与装备,2022,58(5):150-152.
- [6] 安舟帆.110kV 高压电缆高阻接地故障分析及处理[J].电力设备管理,2021, 6(9):90-91.
- [7] 郑盼龙.针对 110kV 高压电力电缆本体故障探测的诊断[J].电工电气,2021, 41(7):74-76.