

沿海配电网铜铝过渡线夹常见故障和防范措施

林鹏程, 王佳, 陈国强, 周金聪, 陈海鸿, 何文钊, 郭超严, 詹泽琛

国网福建省电力有限公司惠安县供电公司 福建泉州

【摘要】本文针对沿海区域配电网铜铝过渡线夹常见故障进行研究, 分析线夹常见故障发生原因与危害, 进而提出防范线夹故障的措施。本文还对现有各型号铜铝过渡线夹优缺点和过渡性能进行分析, 最终确定出沿海配电网铜铝过渡线夹最优选型, 保证配电网安全可靠运行。

【关键词】铜铝过渡线夹; 常见故障; 原因; 防范措施

【基金项目】国网福建省电力有限公司惠安县供电公司的揭榜挂帅架空导线可靠安装线夹研发项目, 项目编号 B31337220001

Common Faults and Preventive Measures of Copper Aluminum Transition Clamp in Coastal Distribution Network

Pengcheng Lin, Jia Wang, Guoqiang Chen, Jincong Zhou, Haihong Chen
Wenzhao He, Chaoyan Guo, Zechen Zhan

Hui'an Power Supply Company of State Grid Fujian Electric Power Co., Ltd

【Abstract】This paper studies the common failures of copper aluminum transition clamps in coastal distribution networks, analyzes the causes and hazards of common failures of clamps, and then proposes measures to prevent clamp failures. This paper also analyzes the advantages, disadvantages and transition performance of the existing copper aluminum transition clamp, and finally determines the most optimal type of copper aluminum transition clamp for coastal distribution network to ensure the safe and reliable operation of the distribution network.

【Keywords】copper aluminum transition clamp; Common faults; reason; Preventive measures

引言

沿海区域配电网设备线夹常存在铜铝过渡问题, 因 10kV 配电网架空导线通常采用钢芯铝绞线, 而设备触头一般为铜材质, 因铜与铝材质化学活性、导电能力等方面的不同, 铜铝过渡处经常因氧化、电化学腐蚀等原因而发生故障。在沿海区域, 配电网线夹发热、断裂故障成为铜铝过渡线夹的常见故障。如何防治线夹故障成为影响沿海配电网能否安全、可靠运行的重要因素。本文对线夹常见故障产生的原因、线夹安装工艺及铜铝过渡方式进行研究分析, 针对其中关键要素, 分析改进方法, 提出防范沿海配电网铜铝过渡线夹故障的解决方案。

1 铜铝过渡线夹常见故障

1.1 发热故障

铜铝过渡线夹发热故障为线夹处异常升温, 表现为不同程度的发黑、烧熔现象, 发热严重的将导致导线或线夹处断裂, 引发线路缺相运行停电事件。连接设备的线夹出现发热故障, 往往是由于线夹处接触电阻增大、线夹导电性能降低导致, 长期发热不但会导致电量损失、线损增大, 同时还会烧毁设备触头, 影响设备正常使用, 降低设备性能, 减少使用寿命, 严重时将造成大面积停电事故^[1]。

1.2 断裂故障

铜铝过渡线夹断裂故障为线夹焊接处发生断裂现象, 表现为在接线线夹位置出现裂痕, 线夹断裂将直接导致线路缺相运行停电事件。连接设备的线夹发生断裂故障, 往往是由于机械力或电化学腐蚀作用导致, 或者两者共同作用的结果。发生线夹断

裂故障, 将直接影响线路的正常运行, 严重时会造成大面积停电事故。



图 1 线夹发热故障



图 2 线夹断裂故障

2 铜铝过渡线夹常见故障产生原因

2.1 铜铝材质电化学反应

铜、铝为两种不同金属, 存在较大电位差和显著的化学活性差异, 在沿海区域盐污环境中, 当铜铝过渡线夹接触空气中的水、二氧化碳和其他杂质形成的电解液时, 在电场作用下形成以铝为负极、铜为正极的原电池反应, 持续对铝材质电化腐蚀, 导致线夹的铜铝过渡处接触电阻增大, 进而导致线夹发热, 温度升高又加剧电化腐蚀速度, 如此反复恶性循环, 当达到一定程度时, 铜铝过渡(焊接)处将发热烧毁或者断裂。

2.2 铜铝材质膨胀系数差异

铜和铝的膨胀系数差异较大, 铝的热膨胀系数比铜大 36%左右, 当线夹发热时, 铝材受热膨胀挤压铜材, 并且这种挤压在冷却后不能完全复原。在长时间运行后, 这种反复挤压会使接触面产生间隙而影响接触面积, 造成接触电阻增大, 进而产生更多的热量, 在热疲劳的持续作用下将造成线夹烧损

甚至断裂故障。

2.3 施工工艺问题

(1) 机械应力导致线夹断裂: 部分线夹施工安装时, 导线预留长度过长, 且未加装支撑绝缘子, 线夹受到导线重力引起的弯曲应力和拉伸应力的影响, 同时附加风力摆动应力作用, 导致线夹焊接面产生应力集中并形成裂纹源, 在多种机械应力共同作用下, 极易造成线夹机械损伤而断裂。

(2) 人为因素埋下线夹隐患: 由于施工人员技能水平参差不齐, 常因人为因素埋下线夹故障隐患, 包括但不限于如线夹安装时导线弯曲半径过小、螺栓紧固不到位、未使用导线剥皮专用工具、压接工艺不规范等, 导致线夹带病运行, 运行一段时间后造成故障。

2.4 产品质量问题

部分铜铝过渡线夹存在产品质量问题, 如铜铝过渡处焊接方法不当, 焊接工艺差, 铜铝接触面积小, 并且存在接触面虚焊、未焊透、未焊满等情况, 造成铜铝接触面结合力小, 发热或受力时容易断裂。

2.5 设备选型不合理

部分铜铝过渡线夹通用性不强, 有些采用非标物资, 经常会出现线夹钻孔过小不能使用, 需要加工二次钻孔的情况。二次钻孔对线夹将造成机械损伤, 使得铜铝结合处密实度下降, 进而导致线夹断裂。

3 铜铝过渡线夹常见故障防范措施

3.1 密封防水, 减少电化腐蚀





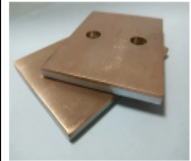

如前文所述, 铜铝过渡线夹故障其中一个重要原因为铜铝电化学反应, 而空气中的水分、二氧化碳和其他杂质是形成原电池液的必要条件。因此将线夹与外界环境隔绝能有效减少电化反应腐蚀, 进而提高线夹使用寿命。可采用线夹防水冷缩管将线夹与导线连接处进行防水密封处理, 防止污水进入后产生局部电化反应, 可有效避免线路运行后铝导线粉化、钙化, 甚至断线问题。

3.2 合理选择线夹铜铝过渡方式

根据线夹铜铝过渡方式不同, 按过渡方式可分为焊接、电镀和轧制, 具体为闪光焊方式铜铝过渡、摩擦焊方式铜铝过渡、钎焊方式铜铝过渡, 铜端子表面镀锡方式铜铝过渡、铝制线夹搭配冷轧铜铝复合板方式过渡以及铸轧压缩方式铜铝过渡等, 对应当前市场上的设备线夹型号为闪光焊铜铝过渡线

夹、摩擦焊铜铝过渡线夹、钎焊铜铝过渡线夹、铜镀锡铜端子、铝制设备线夹配合铜铝复合板以及压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）等。

本文从过渡方式、线夹型号、铜铝过渡性能、产品特点等方面对各种型号铜铝过渡线夹进行对比。多种型号设备线夹对比如表 1 所示。

表 1: 多种型号设备线夹对比						
过渡方式	焊接			电镀	轧制	
线夹型号	闪光焊铜铝过渡线夹	摩擦焊铜铝过渡线夹	钎焊铜铝过渡线夹	铜镀锡铜端子	铝制设备线夹配合铜铝过渡片（冷轧）	压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）
产品图片						
铜铝过渡性能	铜铝接触面积小，焊接强度低，过渡不可靠。	铜铝接触面积小，焊接强度低，过渡不可靠。	铜铝接触面积大，焊接热稳定性差，过渡一般。	铜铝接触面积大，室内干燥环境可起到一定铜铝过渡效果。	铜铝过渡面积大，过渡平稳。	铜铝过渡面积大，过渡平稳。
产品特点	铜铝焊接接触面小，易产生“脆”的铜铝共晶体，降低焊接头强度，在沿海地区极易发生铜铝电化学反应腐蚀，运行后在线夹焊接处极易发生断裂故障。	铜铝焊接接触面小，焊接强度低，在沿海地区极易发生铜铝电化学反应腐蚀，运行后在线夹焊接处极易发生断裂故障。	铜铝焊接接触面大，但钎焊需加入钎料，钎料熔点低，运行后钎料易融化产生间隙空腔，增大接触电阻，进而发热导致焊接铜片脱落故障。	铜面镀锡，但锡层薄，线夹压接时容易损伤锡层，使压接处铜铝直接接触，在室外潮湿环境中易产生电化学反应腐蚀，最终导致线夹发热烧毁故障。	铜铝接触面积大，过渡效果优良，但需配合铝制设备线夹使用，且需在铜铝复合板上加工打孔，增加成本。	铜铝高温高压无氧铸轧复合，铜铝中间没有任何介质，铜铝分界面呈冶金焊合状态结合率 100%，铜铝接触面积大，具有较高压接强度，过渡效果优良。

如上表分析对比，“闪光焊、摩擦焊”铜铝过渡线夹焊接接触面积小，焊接强度低，在沿海地区机械力和电化学腐蚀共同作用下极易发生线夹断裂故障，故一般不推荐使用。故障线夹图片见下图 3。



图 3 “闪光焊、摩擦焊”线夹断裂故障

“钎焊”铜铝过渡线夹由于铜铝焊接面加入熔点较低的钎料，通电运行后钎料易融化产生空腔，使线夹接触电阻增大，进而发热，发热后进一步融化钎料，最终导致焊接铜片脱落故障，故一般不推荐使用。故障线夹图片见下图 4。



图 4 “钎焊”线夹断裂故障

铜镀锡铜端子，采用电镀方式在铜面镀锡，镀锡层较薄，在线夹压接时容易被损伤，使压接处铜铝材质直接接触，在沿海地区潮湿环境中易产生电化学反应腐蚀，接触电阻增大，最终导致发热故障，故一般不推荐使用。故障线夹图片见下图 5。

铝制设备线夹配合铜铝过渡片（冷轧）虽然铜铝接触面积大，过渡效果优良，但需配合铝制设备线夹使用，铜铝复合板需二次加工打孔，增加成本。

而压缩型铜铝过渡线夹（铸轧），采用铸轧工艺实现铜铝过渡，将铝液和铜板带通过高温高压无氧的方式轧制复合在一起，铜铝中间没有任何杂质，铜铝分界面呈冶金焊合状态结合率 100%，具有较高压接强度，过渡效果优良。

压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）结构图如下图 6。



图 5 铜镀锡线夹发热故障

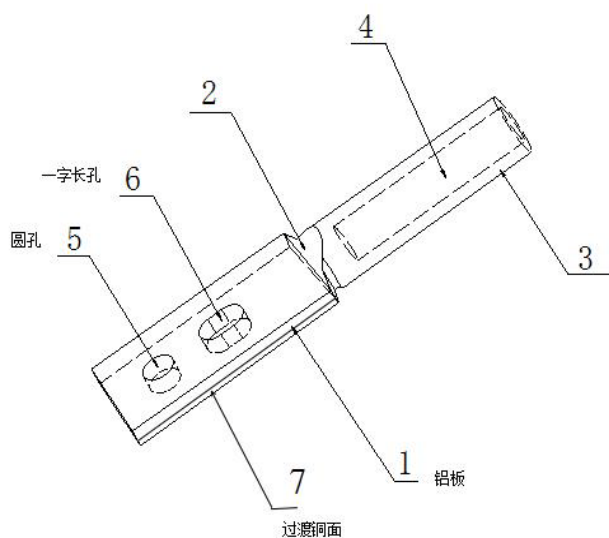


图 6 压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）结构图

如图 6 所示，压缩型铜铝过渡线夹过渡面在连接板处，连接板分为上下两个部分，上部分厚板为铝材质，下部分薄板为铜材质，铜铝结合面积为整个连接板的面积，结合面大，不易断裂。且该线夹开有一字长孔和圆孔，一字长孔和圆孔的双孔搭配大大提高了线夹的通用性，使线夹更适应不同型号的设备连接，减少二次加工。

因此综上所述，压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）能够较好实现铜铝过渡，结构简单、使用可靠，更

适用于沿海配电网盐污环境，优先推荐沿海配电网电气设备使用。

3.3 规范施工安装工艺

(1) 当线路施工引线过长时，需加装支柱绝缘子以固定导线，避免风力振动时线夹连接处机械应力过大，引起线夹处机械损伤断裂。

(2) 进一步规范线夹安装工艺，特别要加强导线弯曲、导线剥皮、螺栓紧固和线夹压接等关键工序管控力度，确保按照标准化工艺施工，同时运维责任单位要严格落实验收标准，避免线夹带病入网。

4 结语

沿海配电网设备线夹健康水平是影响供电网络可靠、安全运行的重要因素。因此，配电网在建设施工过程中，必须合理选择铜铝过渡线夹型号，同时严格按照工艺规范进行施工，在源头上消除线夹故障隐患，保证配电网安全可靠运行。本文对沿海配电网铜铝过渡线夹常见故障进行了深入分析，找出导致线夹故障的 5 项主要原因，同时制定出相应的 3 项防范措施，最后对当前市场上的线夹产品进行了对比分析，最终确定压缩型铜铝过渡线夹（铸轧）具有相对较好的优势，能够有效降低铜铝过渡线夹故障率，提高配电网供电可靠性，故推荐本行业使用。

参考文献

- [1] 袁义桃.配电网铜铝设备线夹故障分析及防范措施[J].大众用电,2021,36(12):56-57.
- [2] 程志秋.一种配电网 SYG 铜铝过渡线夹研究[J].电气时代,2019(09):73-74.
- [3] 彭晓红.浅析铜铝设备线夹选型[J].通讯世界,2017(09):202-203.
- [4] 肖承任,宋伟,高自力.一种新型导线连接金具—H 型线夹的研制与应用[J].电力设备,2006(05):39-41.
- [5] 袁远,刘玉辉,王玉环,孙建翔,邢彤.接触网隔离开关用铜铝过渡方案研究[J].电气化铁道,2020(02):54-57.
- [6] 赵航宇,王秀茹,刘刚,韩少华.10kV 配电网铜铝过渡线夹断裂原因分析及改进方案[J].中国高新科技,2020(11):11-12.
- [7] 杨可,苏尚流,林文贵.配电网设备线夹施工工艺与铜铝过渡分析[J].电器与能效管理技术,2021(03):36-40.

收稿日期: 2022 年 9 月 15 日

出刊日期: 2022 年 10 月 25 日

引用本文: 林鹏程, 王佳, 陈国强, 周金聪, 陈海鸿, 何文钊, 郭超严, 詹泽琛, 沿海配电网铜铝过渡线夹常见故障和防范措施[J]. 电气工程与自动化, 2022, 1(3): 71-75

DOI: 10.12208/j.jeea.20220037

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS