

500 kV 线路耐张联板支撑架发热原因分析

黄双得^{1*}, 袁建华²

(1. 云南电网有限责任公司昆明供电局, 云南 昆明 650011; 2. 湖北长江电气有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要: 文章介绍一起500 kV 输电线路耐张联板支撑架发热典型故障, 查清了发热故障原因, 提出了此类故障在安装、运行过程中的预防措施, 对今后多分裂输电线路金具发热管控、红外检测工作有一定的指导作用。

关键词: 输电线路; 发热; 支撑架; 悬浮电位

中图分类号: TM727

500 kV Line Tension Plate Racks Fever Cause Analysis

HUANG Shuangde^{1*}, YUAN Jianhua²

(1. Power Supply Bureau, Yunnan Power Grid Co., Ltd., Yunnan Kunming 650011, China; 2. Hubei Changjiang Electric Co., Ltd., Hubei Wuhan 430074, China)

Abstract: Article together 500 kV Transmission Line associated carriage plate heat typical faults introduced by the appearance of the fault and Treatment analyzed, to identify the cause of the malfunction fever, raised such a failure in the installation, operation prevention measures on the future multi-split transmission line infrared detector work a guiding role.

Keywords: transmission line; fever; support frame; floating potential

0 前言

500 kV 线路双联耐张绝缘子串分别固定在杆塔横担上, 两串绝缘子之间无联板连接, 每串绝缘子分别与横担固定后, 以联板支撑架保持两串绝缘子串的距离, 防止绝缘子碰撞或摩擦。输电线路在正常运行的情况下, 联板支撑架只是起到支撑固定作用, 不起导流作用, 故一般不可能是电流引起的发热^[1-3]。

1 支撑架发热情况

近期, 班组红外测温发现一起 500 kV 线路金具发热的缺陷, 通过图 1 红外测温图片来看, 发热部位为耐张联板支撑架, 型号为 ZCJ-45。结合曾经发生的一起 500 kV 输电线路耐张联板支撑架发热情况, 两起缺陷表象高度相似, 初步判断为同一原因造成。

两起缺陷处理方式均为更换并紧固支撑架连接螺栓, 经连接螺栓紧固后, 发热点温度恢复正常。

2 支撑架发热原因分析

根据国内外超高压线路实际运行经验, 架空耐

收稿日期: 2023-07-22

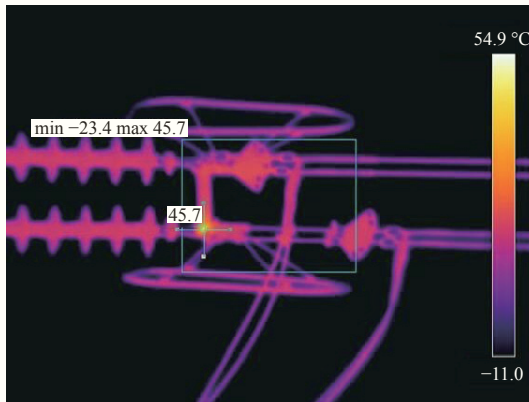


图1 红外测温

张联板支撑架发热现象较为少见。

2.1 初步原因分析

在线路正常运行的情况下, 联板支撑架主要承受机械力, 另外, 本身支撑架结构不合理, 或安装质量不良, 或线路杆塔处于风口处、线路振动频繁, 导致支撑架连接螺栓松动。支撑架一般不通过或通过很小电流, 从图 2 可以看出, 导线连接金具温度无异常, 可以判断导电部位连接良好, 所以初步判断支撑架无过大电流流过, 排除由环流引起的支撑架发热。



图2 现场拍摄相片金具出现灼烧痕迹

2.2 采用简化模型计算分析

尽管支撑架处在均压屏蔽环内部，但是此处的均压屏蔽环仅起到改善电场分布的作用，而不能完全屏蔽电场的作用，故内部这些金属部件所处的空气区域的电场强度不会为零。采用简化模型计算，均压环的半径约为 25 cm，导线半径为 1 cm，如图 3 所示。

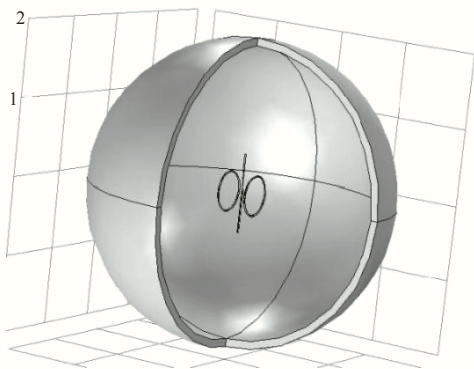


图3 计算模型

通过计算分析可以看出，随着带电体和悬浮电位金属部件的距离减小（0.001~0.000 1 m），间隙之间的电场强度的最大值逐渐增加，如图 4、图 5 所示。

在电流为 600~1 000 A、频率为 50 Hz、半圆区域内的金属由于电磁场形成的涡流其发热是有限的，根据已有文献计算发现在 2 000 A、100 Hz、闭合圆环内部的 1 cm³ 金属块其发热量不会致使金属熔化。

2.3 实例分析

“悬浮电位”导致放电过程在高压输电线路专业常见，带电作业时身穿屏蔽服的作业人员在攀爬

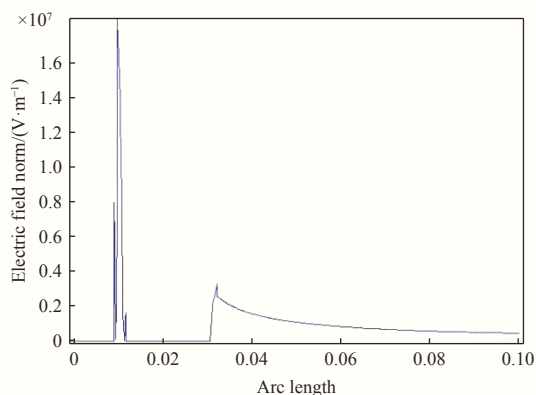


图4 计算间隙约为 0.001 m

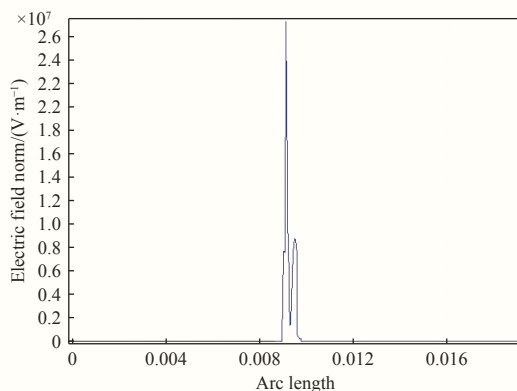


图5 计算间隙约为 0.000 1 m

软梯时，会发现随着作业人员逐渐靠近导线，导线电晕放电发出的声音越来越大，这就是因为随着作业人员靠近导线，作业人员的屏蔽服和导线之间的空气间隙的电场发生了畸化导致的。

2.4 悬浮电位的危害

悬浮电位可以理解成设备中的某一部位由于没有接地积累了大量电荷，这些电荷与大地间形成了一个电位差。悬浮电位由于电压高，场强较集中，一般会使周围固体介质烧坏或炭化。

3 结论

综合发热缺陷处理反馈情况，经过分析，本起发热缺陷原因为支撑架连接螺栓松动，导致该处出现电气连接间隙，形成了部分金属悬浮电位，悬浮电位和 500 kV 带电体之间的间隙产生电场畸变，且此处的畸变场强随着形成的间隙增大而减小，当间隙仅为几个 μm 时畸变场强将达到空气击穿场强（理想状态下的空气击穿场强约为 30 kV/cm）形成

（下转第 55 页）

具作业票的质量。事故工况主要涉及拆除、超长抱杆、深基坑、索道、水上作业、反向拉线、不停电跨越、近电作业以及特殊气象环境和特殊地理条件下的关键工况。这些工况历来是事故易发区，因此涉及这些工况的作业将受到重点关注和提醒。到岗履职是通过信息化系统根据风险等级自动督促相关管理人员到岗监督，一旦出现未到岗人员，系统会自动发出预警提示。高风险作业视频接入则是指针对已经开具站班会但视频未接入监控平台的三级及以上风险作业进行预警提示。违章记录主要包括各级管理人员及二级监控平台值班人员对现场违章的检查情况。一旦涉及安全强制措施及Ⅰ、Ⅱ类严重隐患，将进行重点预警提示。

2.6 预警分析平台设计思路

预警分析平台主要由数据采集、计算二级指标、计算一级指标、评估预警预测等模块组成，对各模块进行合理配置，实现对安全风险的预警预测。通过数据采集模块，可自动化收集e基建、监控平台等信息系统中的数据资源，为预警预测模型提供有效支撑。在计算二级指标模块中，根据采集的数据，实现针对人员变动、到岗履职及气象环境等二级指标的计算。根据二级指标计算结果，进一步计算一级指标，并综合一二级指标，形成风险等级信息。

预警预测评估模块根据风险等级信息进行风险预警预测评估，自动对所有在建工程风险情况进行量化排名。其中，10%的工程被判定为高风险工程、30%被认定为中风险工程、60%则为低风险工程。根据高风险工程的数量，省公司可确定自身的风险等级。同样地，地市公司可根据省公司确定的高风险

险数量来确定自身的风险等级。

3 结束语

随着信息技术的迅猛发展，电网建设领域实现专业风险预警预测已经具备了技术上的可能性。借助此次国家电网有限公司总部项目契机，通过利用先进的信息化工具，对各种安全隐患进行全面鉴别和分析评估，实施风险分级管控，并借助信息化手段进行实时监控，使各类风险始终处于可控制的范围内，预先采取适当的措施消除或控制风险，从源头上实现安全风险的管控。同时，引入风险管理信息系统的设计，通过建立风险预警与警示、隐患排查和预警预测分析等机制，可以及时、有针对性地采取有效地预防措施控制事态的发展，最大限度地降低事故发生风险，进而推动风险管控及安全隐患预警预测工作规范化、常态化进行^[2-3]。

参考文献

- [1] 唐晓力, 张晶. 分析输变电工程项目管理中存在的风险[J]. 通信世界, 2015 (21): 107-108.
- [2] 魏小朝, 洪文霞, 杨帆, 等. 基于 AHP 改进模糊综合评价模型的建设工程项目合同管理绩效评价[J]. 价值工程, 2015 (34): 84-86.
- [3] 何柳仪. 输变电工程项目施工信息化管理应用研究[J]. 数字技术与应用, 2014 (12): 81-84.

作者简介

李明 (1978—), 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为电网基建安全管理, E-mail: ming-li@sgcc.com.cn.

吴伟 (1990—), 本科, 高级工程师, 主要研究方向为电网建设工程安全风险评价、安全管理及信息化, E-mail: wuweili@epri.sgcc.com.cn.

(责任编辑: 张峰亮)

(上接第 42 页)

放电, 根据图 2 可以看出, 此处有电弧灼烧炭化痕迹, 因此, 此处必定存在气体击穿放电过程, 导致支撑架发热融化。

4 防范措施及建议

在线路安装过程中加强对耐张联板支撑架安装工艺的控制, 确保螺栓紧固到位。

在线路运行过程中, 应重视耐张联板支撑架的测温工作, 以便及早发现缺陷并及时处理。

在线路登杆巡视时加强对螺栓紧固情况检查, 及时紧固松动螺栓, 避免发热引起事故。

参考文献

- [1] 董吉谔. 电力金具手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
- [2] 周亚兵. 500 kV 架空输电线路挂线串二联板间的支撑杆发热故障分析[J]. 中国高新技术企业, 2015(17): 147-148.
- [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部 110~750 kV 架空送电线路施工及验收规范: GB 50233—2014[S]. 北京: 中国计划出版社, 2015.8.

作者简介

黄双得 (1981—), 男, 工学学士, 高级工程师, 主要从事架空输电线路运行与维护技术管理及新技术研究工作, E-mail: 52926524@qq.com.

袁建华 (1985—), 男, 工学学士, 中级工程师, 主要从事架空输电线路设计与施工工作, E-mail: 271659696@qq.com.

(责任编辑: 张峰亮)