

## 一起避雷器隐患的发现与缺陷分析

施景奎<sup>1</sup>, 肖雷<sup>1</sup>, 陈平春<sup>1</sup>, 王晨<sup>1</sup>, 高晓军<sup>2</sup>

(1. 江苏省电力公司电力科学研究院 GIS 设备运行维护检修技术实验室, 江苏 南京 211103;

2. 江苏省送变电公司, 江苏 南京 210008)

**摘要:**文中介绍了红外检测过程中发现的一起 35 kV 避雷器缺陷,对避雷器进行持续运行电压下泄漏电流测量,发现阻性电流偏大。更换后对其进行外观检查、绝缘电阻检测、直流 1 mA 下的参考电压  $U_{1mA}$  和  $0.75U_{1mA}$  下的泄漏电流测量,发现故障相泄漏电流检查异常,解体后发现故障原因为环氧筒内壁受潮引起。针对此次缺陷提出了加强避雷器工艺管控、加强在役设备巡检、湿度较大时进行红外精确测温等建议。

**关键词:**避雷器;带电检测;红外检测;解体;缺陷分析

**中图分类号:**TM862

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2016)02-0084-03

金属氧化物避雷器因其结构简单、运输安装方便性能稳定等优点,在现代电力系统过电压防护方面起着重要作用,为电网的安全稳定运行提供可靠保障。但近年来氧化锌避雷器故障是有发生,影响了电力系统的安全运行<sup>[1]</sup>。本文介绍了一起用红外检测手段发现的 35 kV 氧化锌避雷器缺陷,及对其进行解体分析,提出了改进措施和建议,以提高避雷器的运行维护水平。

## 1 缺陷发现概况

2015年4月21日,对某500kV变电站带电检测过程中,红外热像检测发现1号主变35kV侧A相避雷器的第四层伞裙发热,红外热像图如图1所示。三相避雷器从上到下的温度曲线如图2所示。

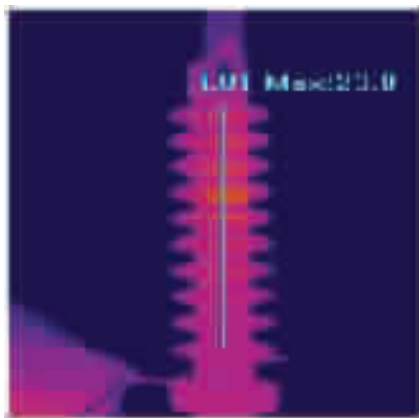


图1 A相避雷器红外热像图

通过三相避雷器温度曲线对比<sup>[2]</sup>发现,A相避雷器整体温度较B相、C相避雷器偏高,尤其第四伞裙处,温差达3K,超出标准<sup>[3]</sup>规定。2015年4月21日(天气:晴;环境温度:14℃;相对湿度:65%),对三相避雷器进行持续运行电压下泄漏电流测量,如表1所示。A相全电流较其他两相偏大,且阻性电流对全电流的占比为41.29%,超过标准规定的25%。

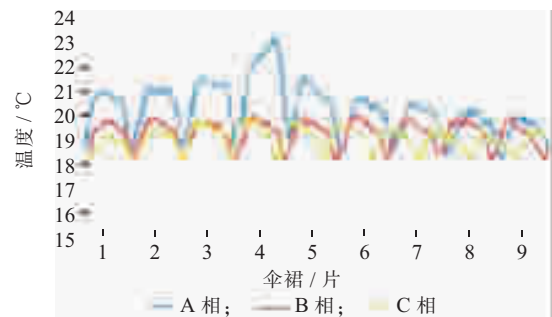


图2 三相避雷器温度曲线对比图

表1 1号主变35kV侧避雷器泄漏电流试验结果 (2015-04-21)

相序	全电流 $I_x / \text{mA}$	阻性电流 $I_{rp} / \text{mA}$	$\frac{I_{rp}}{I_x} / \%$
A相	0.310	0.128	41.29
B相	0.219	0.039	17.81
C相	0.236	0.051	21.61

## 2 故障设备结构

如图3所示,该35kV避雷器为III级污秽区使用,单节构成,无均压环,内部有12片氧化锌电阻片,外部为复合外套,电阻片柱外层被复合材料包裹固定,两端有垫片(垫管),顶部由弹簧压紧,弹簧内放置干燥剂;电阻片柱与复合外套之间为环氧筒,整个结构无防爆膜及压力释放装置。

## 3 缺陷设备检测与解体分析

缺陷发现后,立即安排对该组避雷器进行停电更换。为深入分析原因,对缺陷避雷器(缺陷相)和同结构备用间隔避雷器(正常相)进行了外观检查、试验检测和解体分析。

### 3.1 外观检查

为分析1号主变35kV侧A相避雷器局部发热的原因,对A相避雷器进行外观检查,如图4所示。结

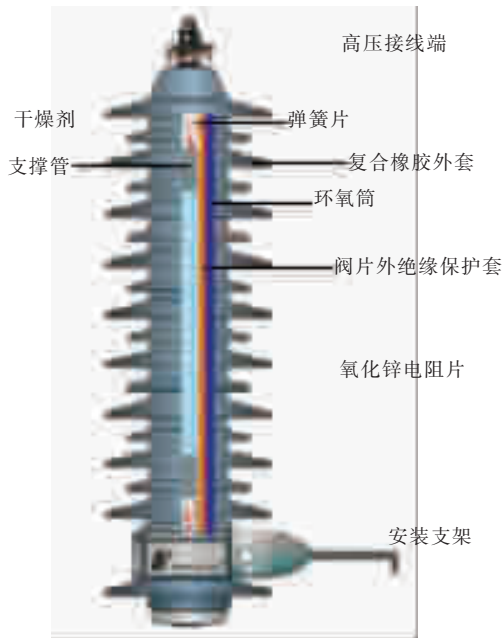


图3 避雷器结构

果如下:

(1) 复合外套表面无电弧灼烧痕迹,下部表面有破损(拆卸过程造成),复合外套表面污秽严重、无裂纹和孔洞;

(2) 铁与复合胶合处粘合牢固,未见明显异常。



图4 A相避雷器外观图片

### 3.2 试验检测

2014年1月13日(天气:晴;环境温度:15℃;相对湿度:60%),运行维护单位曾对该避雷器进行周期停电检修,试验数据如表2所示,没有发现异常。

表2 1号主变35kV侧避雷器试验记录  
(2014-01-13)

相别	绝缘电阻/MΩ	$U_{1mA}/kV$	$I_{0.75U_{1mA}}/\mu A$
A相	10 000	80.5	14
B相	10 000	80.3	11
C相	10 000	80.4	13

2015年5月8日(天气:阴;环境温度:18℃;相对湿度:66%),在实验室对A相避雷器进行直流参数测量,包括绝缘电阻、直流1mA下的参考电压 $U_{1mA}$ 和 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流,试验数据如表3所示,A相在加压过程中,直流电压升高至72kV降为0。结合表1、表3数据分析,A相在升压过程中电压突降为0,可能是避雷器内部受潮后绝缘下降,从而在升压过程中形成闪络。

表3 1号主变35kV侧避雷器试验结果  
(2015-05-08)

相别	绝缘电阻/GΩ	$U_{1mA}/kV$	$I_{0.75U_{1mA}}/\mu A$
A相	18.3	—	—
B相	23.8	80.5	8
C相	93.5	81.0	5

### 3.3 解体分析

为进一步分析避雷器试验数据异常原因,对A相、B相避雷器进行了解体分析。

(1) 对A相、B相避雷器解体后,内部弹簧片及支撑管都没有发现明显的锈迹,如图5所示。但A相避雷器环氧筒内部出现白色斑点,如图6所示。从位置上看白点主要集中在筒壁一侧,在第四伞裙对应处白点尤其集中,疑似环氧表面水分蒸发留下的痕迹,B相避雷器内部环氧表面无异常。

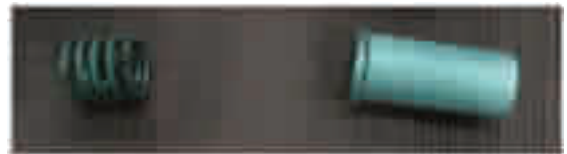


图5 弹簧片及支撑管



图6 A相内部环氧表面

(2) A相、B相避雷器均装有干燥剂,对避雷器干燥剂颗粒进行检测,没有明显的变色现象,说明避雷器运行过程中内部没有出现严重的受潮情况。

(3) A相避雷器阀片外绝缘护套也没有明显的异常情况,如图7所示。表面的白色粉末是由于锯子锯开环氧时产生的粉末。外绝缘护套展开后,内部没有明显的异常情况。

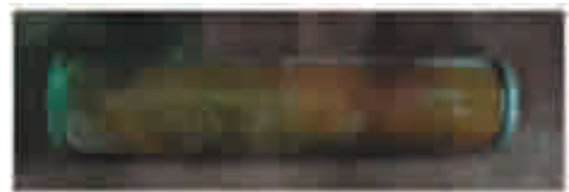


图7 阀片外绝缘护套

(4) 阀片表面也没有明显的异常情况(图8),对A相避雷器12只电阻片整体进行直流参数测量<sup>[4]</sup>,包括直流1mA下的参考电压 $U_{1mA}$ 和 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流,试验数据如表4所示;对A相避雷器的12只电

阻片分别进行了绝缘电阻试验,试验结果如表 5 所示,试验结果没有发现异常。



图 8 A 相避雷器阀片整体结构

表 4 A 相避雷器 12 只阀片整体试验结果 (2015-05-08)

相别	A 相
直流 1 mA 参考电压 /kV	80.6
75% $U_{1mA}$ 下泄漏电流 / $\mu$ A	9

表 5 A 相避雷器 12 只阀片试验结果 (2015-05-08)

序号	A 相	绝缘电阻 /G $\Omega$	序号	A 相	绝缘电阻 /G $\Omega$
1	A1	6.28	7	A7	7.9
2	A2	10.1	8	A8	13.1
3	A3	13.7	9	A9	7.25
4	A4	7.23	10	A10	7.72
5	A5	11.7	11	A11	8.69
6	A6	13.3	12	A12	6.49

#### 4 缺陷原因分析

基于上述试验数据、解体情况等,对试验数据异常原因分析如下:

(1) 避雷器发热缺陷是由环氧筒内壁受潮引起。解体前后整只避雷器 1 mA 直流参考电压异常,说明避雷器内部存在缺陷;整组电阻片柱和单个电阻片的试验结果正常,说明电阻片本身无缺陷;避雷器环氧筒内壁上部存在明显白色痕迹(水分蒸发残留),与红外测温发热缺陷位置相对应,说明筒壁受潮可能是避雷器局部发热的原因之一。

(2) 避雷器内部为轻微受潮。由解体结果可知,避雷器内部电阻片、各金属件(弹簧、垫盘、垫管)均无锈蚀痕迹,说明受潮程度轻微;红外测温当天现场湿度较

大(湿度 65%),此时避雷器环氧筒内壁轻微受潮引起的发热较为明显。

#### 5 结束语

(1) 加强避雷器工艺管控。该避雷器缺陷原因分析为内部环氧筒壁受潮,若氧化锌电阻片或筒壁受潮严重,运行过程中可能引起爬电导致闪络。因此,应加强避雷器制造工艺管控,确保所有出厂避雷器满足装配工艺要求,且密封性良好。

(2) 加强对变电站内避雷器泄漏电流表的校验和巡视,发现表计异常应及时对避雷器进行持续运行电压下泄露电流的检测,提高日常巡视过程中缺陷的发现率。

(3) 建议加强红外测温工作,特别是湿度较大的环境下的精确测温工作,加强避雷器的红外图谱建档、跟踪比对工作。

#### 参考文献:

- [1] 马勇,刘洋,谢天喜,等.一起氧化锌避雷器故障原因分析与思考[J].高压电器,2014,50(11):139-144.
- [2] 阙金辉.红外测温技术在避雷器带电检测中的应用[J].通信技术,2011,28(5):68-69.
- [3] DL/T 664—2008 带电设备红外诊断技术应用导则[S].
- [4] 王静君,李文书,杜积贵.氧化锌避雷器带电测试方法应用分析[J].江苏电机工程,2013,32(2):57-59.
- [5] 贾宏智,田野,葛猛.一起金属氧化物避雷器故障分析及应注意问题[J].吉林电力,2011,39(6):39-40.

#### 作者简介:

- 施景奎(1986),男,江苏大丰人,助理工程师,从事开关及带电检测方面的研究工作;
- 肖雷(1987),男,江苏淮安人,助理工程师,从事高压方面的研究工作;
- 陈平春(1987),男,江苏南京人,助理工程师,从事线路方面的研究工作;
- 王晨(1990),男,江苏东台人,助理工程师,从事开关方面的研究工作;
- 高晓军(1978),男,江苏如东人,工程师,从事开关方面的安装调试工作。

### Detection and Analysis of a Hidden Defect

SHI Jinglei<sup>1</sup>, XIAO Lei<sup>1</sup>, CHEN Pingchun<sup>1</sup>, WANG Chen<sup>1</sup>, GAO Xiaojun<sup>2</sup>

(1.Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China;

2.Jiangsu Power Transmission and Transformation Corporation, Nanjing 210028, China)

**Abstract:** This paper introduces a hidden 35 kV MOV defect detected by infrared detector. It is found that the MOV leakage current measurement under continuous operating voltage is large. After replacing its visual inspection, the insulation resistance testing and leakage current measurement to the voltage  $U_{1mA}$  and  $0.75U_{1mA}$  under 1mA DC reveals that the leakage current is abnormal. The MOV disintegration shows that the MOV is damp. According to the detection, it is recommend to strengthen the process control of MOV and deploy infrared temperature measurement when humidity is high.

**Key words:** MOV; on-line detection; infrared detection; disintegration; defect analysis