

浅谈 ZnO 避雷器的带电测试和红外检测技术应用

(周平 湖州电力局 浙江省湖州市 313000)

摘要：金属氧化锌避雷器因其高能量吸收力、高稳定性和低残压等特点，是目前应用最为广泛的一种避雷器，本文主要介绍其主要带电测试方法和运行注意事项。

关键词：金属氧化锌避雷器 带电测试 红外检测

一、前言

避雷器是保证电力系统安全运行的重要保护设备之一。金属氧化锌避雷器是目前应用最为广泛的一种避雷器，具有高能量吸收力、保护性能稳定、残压低的特点，能满足电网的绝缘要求。金属氧化锌避雷器因其优越的过电压保护特性而逐步取代了老式的阀式避雷器，在 10kV~500kV 各种电压等级电网中得到广泛应用。但金属氧化锌避雷器阀片受潮、老化以及经受热和冲击破坏会引起故障，严重可能会导致变电站母线短路，影响系统安全运行。目前，对金属氧化锌避雷器的可靠测试已成为一个引人注目的问题。由于金属氧化锌避雷器预试（特别是主变三侧避雷器）必须停运主设备，而且有时因为运行方式的限制无法停运主设备，从而导致避雷器无法按时停电试验，因而开展金属氧化锌避雷器的带电测试与在线监测显得尤为重要。

二、氧化锌避雷器的现场带电测试

金属氧化锌避雷器运行参数可简化等效为一个可变电阻和一个不变电容的并联电路（如图 1）。

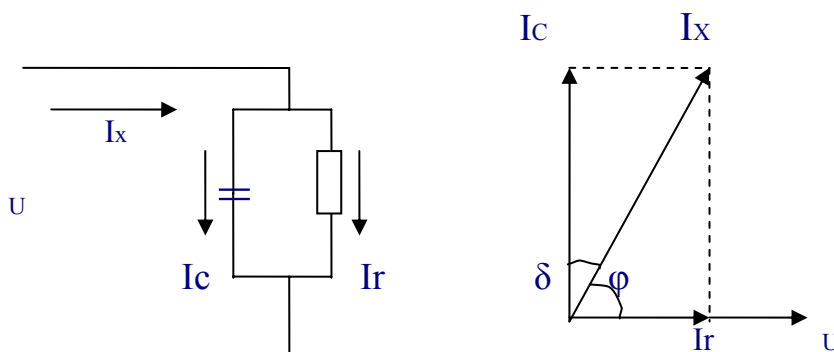


图 1 MOA 简化等效图及向量图

在交流电压作用下，避雷器的总泄漏电流包含阻性电流（有功分量）和容

性电流（无功分量）。在运行情况下，流过避雷器的主要电流为容性电流，而阻性电流只占很小一部分，约为 10%~25%左右。但当内部老化、受潮等绝缘部件受损以及表面严重污秽时，容性电流变化不多，而阻性电流却大大增加，因此通过测量 MOA 阻性电流的变化，就可以了解氧化锌避雷器的运行状况。

金属氧化物在运行中的劣化主要是指电气特性和物理状态发生变化，这些变化使其伏安特性漂移，热稳定性破坏，非线性系数改变，电阻局部劣化等。一般情况下这些变化都可以从避雷器的如下几种电气参数的变化上反映出来：

- (1) 运行电压下，泄漏电流阻性分量峰值的绝对值增大
- (2) 在运行电压下，泄漏电流谐波分量明显增大
- (3) 在运行电压下的有功损耗绝对值增大
- (4) 在运行电压下的泄漏电流的绝对值增大，但不一定明显。

近几年来，全国发生多起氧化锌避雷器爆炸事故。2006 年我局在在带电测试工作中发现 110kV 仁舍变超仁 1548 线 C 相线路避雷器数据异常，同时结合红外测温也发现该避雷器温度有异常，及时停电对该避雷器进一步检查，发现其试验数据严重超标。从而有效地防止氧化锌避雷器爆炸事故在我局发生。

带电测试数据如下：

相别	I 全(μA)	I 阻(μA)	相位角	功率损耗(W)
A	703	94	84.54°	4.44
B	673	97	84.14°	4.46
C	1270	1180	49.14°	55.26

C 相阻性电流、全电流、损耗均大幅增大。完全符合金属氧化物避雷器在运行中劣化的几种变化。

其直流泄漏试验数据如下：

$U_{1mA}(kV)$: 116.5 $I_{75\%U_{1mA}}$ 690μA 绝缘电阻为 100 MΩ

参考电压、泄漏电流、绝缘电阻均不合格。后来经解体发现 C 相避雷器顶部已经严重锈蚀从而使内部受潮，避雷器中部阀片和瓷套内壁有水珠凝结，硅胶变色。见下图：



图 2 顶部解体图

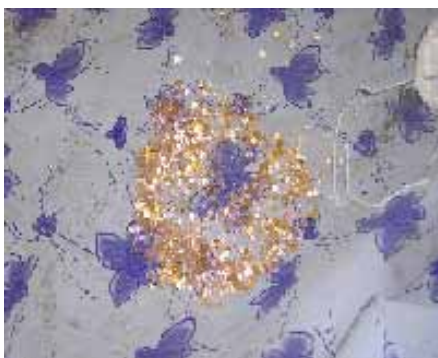


图 3 硅胶变色图



图 4 内部受潮生锈图

三.红外线测试

随着红外线测试技术在电力系统的应用，我们还可以利用远红外线测温技术，对运行中的氧化锌避雷器检测，通过氧化锌避雷器红外线热像图，比较氧化锌避雷器上下节及相间温差，判断氧化锌避雷器的运行状况。根据《带电设备红外诊断技术应用导册》的规定 110kV 的避雷器允许的温升为 1-1.5℃，超过时应应用其他手段确定缺陷性质及处理意见。

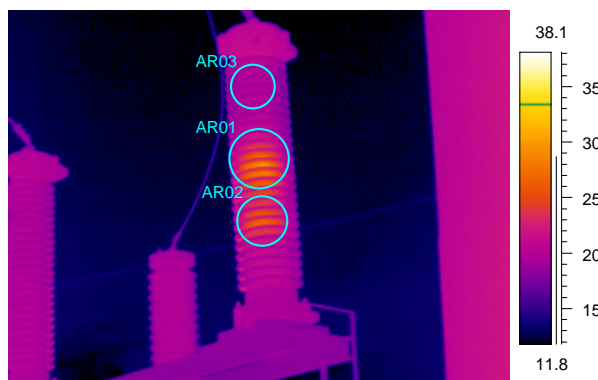


图 5

上图超仁 1548 线 C 相线路金属氧化锌避雷器受潮后的红外成像图。图中区域 3 为正常温度 21℃，而区域 1, 2 分别为 29.7℃ 和 26.9℃。由于发现及时成功的避免了一次避雷器爆炸事故。

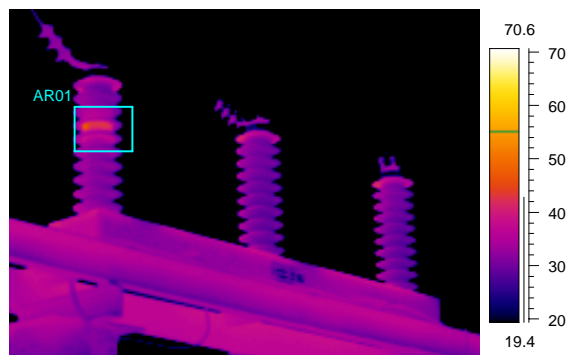


图 6

上图为 35kV 青山变#1 主变 35kV 过电压保护器绝缘劣化后的红外成像图。图中区域 1 的温度为 48℃，而正常温度为 37℃。就在等备品期间此设备爆炸，造成了该变电所一半失电的严重后果。

四、结束语

随着科技水平的发展，电力设备的技术含量越来越高，氧化锌避雷器的预试周期也随着主设备被拉长了。因此，开展氧化锌避雷器在线检测和定期带电测试对延长氧化锌避雷器预试周期，减少设备停电次数，提高系统安全运行可靠性，起显得非常重要。近年来，我局在开展这项工作的过程中，已经取得良好的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] DL/T664-1999《带电设备红外诊断技术应用导册》
- [2] 贾逸梅、粟福珩 在线监测氧化锌避雷器泄漏电流方法，高电压技术，1991 年 3 月。
- [3] 胡瑞华 运行中氧化锌避雷器泄漏电流的测量，高电压技术，1992 年第 4 期。
- [5] 廖瑞金、王忠毅 基于谐波分析法的 MOA 阻性电流的数字化监测，高压电器，1999 年第 4 期。

使用仪器：

AI-6103 氧化锌避雷器带电测试仪、AGEMA570 红外成像仪