

氧化锌避雷器带电测试方法应用分析

王静君¹, 李文书², 杜积贵²

(1. 江苏省电力公司电力科学研究院, 江苏 南京 211103; 2. 南京供电公司, 江苏 南京 210013)

摘要:氧化锌避雷器(MOA)带电测试可分为参考电压信号法(补偿法)和不取参考电压信号法。依据对参考角度设定的不同方式,不取电压参考信号法又可分为角度提前设定、电流法设定和依据统计原理设定。通过现场测试,比较分析了不取参考电压信号法的不同角度设定方式测试结果的差别。总结其相关规律,且为试验人员今后更好地判断试验结果提供了参考。

关键词:氧化锌避雷器;带电测试;全电流;阻性电流

中图分类号:TM862

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2013)02-0057-03

金属氧化物避雷器(MOA),是电力系统中防止过电压的主要设备^[1],目前现场对MOA进行检测的方法主要有直流参考电压法(进口设备一般采用交流参考电压法)和交流泄漏电流法(包括全电流及阻性电流),检测方式有停电试验、在线监测和带电测试。停电试验是精度最高的测试方式,但较大地影响了系统的运行方式及供电可靠性,因此试验周期较长。在线监测无需停电就可实现对检测设备的状态,但目前只是在放电计数器内加装了简单的泄漏电流表,精度及灵敏度难以达到要求^[2]。介于停电试验与在线监测之间,带电测试兼有前两者的优点,并克服了前两者的缺点,在不停电方式下,即可检测MOA的全电流、阻性电流,且检测精度较高。因此对MOA进行带电测试是非常有必要的。

1 MOA 带电测试的原理

目前MOA带电检测方法的原理有:总泄漏电流法、阻性电流三次谐波法、补偿法、基波法、谐波分析法。但现场运用比较多、研究比较深入的是补偿法和基波法。按照现场测量取电压信号的不同方式,可以分为取电压互感器(TV)二次信号和不取TV二次信号2种方法。取参考电压信号基于的是补偿法原理,不取参考电压信号基于的是基波法原理^[3,4]。

1.1 参考电压信号法的测量原理

通过无线方式(有线方式)发送同步信号,电压隔离器把TV的二次信号经过A/D变换成数字信号,再经无线信道(有线信道)传输至仪器。仪器经过傅里叶变换,取出基波,然后用投影法计算出阻性电流基波峰值 $I_{r1p} = I_{x1p} \times \cos \varphi$,因基波数值稳定,故可采用 φ 和 I_{r1p} 均能直观衡量MOA性能。

由于B相对A相、C相MOV的作用是对称的,使A相、C相氧化锌避雷器阻性电流的相位差大于实

际值。假设 I_a 、 I_c 无干扰时相位相差 120° ,按相间干扰的对称性,以B相 φ 为准,A相 φ 减小的数值基本等于C相 φ 增加的数值,如图1所示,由此可以计算相间干扰角度。

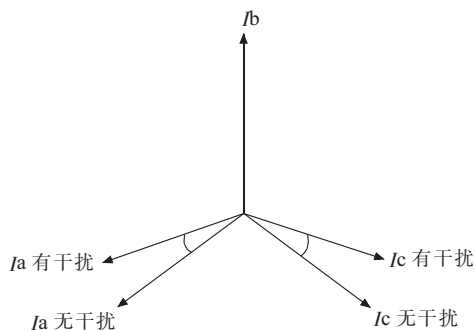


图1 A相和C相受B相影响的相间干扰

如果测量时考虑相间干扰,可对A相、C相补偿角度,将该补偿角度“加”到 φ 中。该补偿法实际是对A相、C相阻性电流进行了平均,也有可能掩盖问题。

1.2 不取参考电压信号法的测量原理

在无法获取电压互感器二次侧的信号或者其他某些特殊情况下,取参考电压信号的MOA带电测试仪就无法使用。在这种情况下,需要使用不取参考电压信号的MOA带电测试仪。按照对参考角度设定、计算的方式,可以分为3种:角度提前设定、电流法设定和依据统计原理审定角度。

(1) 角度提前设定。无参考电压时,先测量A、B、C三相的全电流 I_{xa} 、 I_{xb} 、 I_{xc} 。根据A、B、C三相MOA基本是平衡的原理,先假设B相一个角度(例如 80°),再测量出 φ_{ab} 、 φ_{cb} ,计算出 φ_a 、 φ_c ,计算出A、B、C三相的阻性电流。如果计算的三相阻性电流不平衡,再调整假设的B相角度,最终计算出三相的阻性电流。

(2) 依据统计原理设定角度。输入B相电流和电压的相位差值(默认为 83.5°),输入到仪器中的B相参考相位差值如果是现场实测的统计值,测试结果更准

确), 根据实测的 B 相电流相位推算得到 B 相的电压相位, 根据系统三相电压差 120° 的规律, 计算出 A 相和 C 相电压的相位, 从而计算出 A 相和 C 相的电流电压相位差值, 然后求取相应的一系列参量。对同一母线场的 MOA 测量输入的 B 相参考相位差值保持一致, 那么测试结果的历史趋势对比可以很好地反应 MOA 绝缘状况的变化。数据结果的判断方法是: 如果 A 相、C 相两相数据均不正常, 初步判断 B 相存在问题(基准错误); 如果 A 相、C 相某一相数据异常, 那就是数据异常的某相存在问题。

(3) 电流法设定。电流法只需要输入一个电流信号即可, 因此接线和测量十分简单。仪器取入 MOA 电流信号后, 对 MOA 电流信号进行快速傅立叶变换, 可以得出总泄漏电流 I_x 的一次基波峰值 I_{x1p} 。根据统计原理, 人为的在 I_c 方向产生一个与 I_c 相反电流矢量 I_{c1p}' 。通过软件处理改变 I_{c1p}' 的大小, 在 I_r 方向上总可以得到一个最小值, 这个最小值就是阻性电流的一次基波峰值, 如图 2 所示。此种方法从原理上, 也是假定角度。

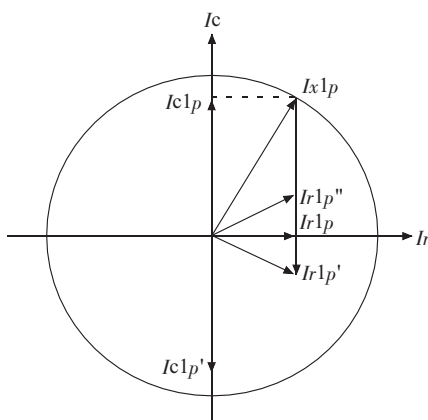


图 2 电流法原理示意图

电流法设定的原理与示波器法比较类似, 但是没有经过权威机构认证, 目前在国内还存有争议, 这种方法只是一种测量 MOA 的辅助方法。

2 不同原理的现场实测比较

为了更好地对各种不同原理的 MOA 带电测试仪进行比较, 组织一些厂家的仪器分别在试验室停电环境下和变电站带电环境下进行测试。

2.1 角度提前设定的测试数据比较

仪器 A 是具有取电压信号和不取电压信号 2 种测量模式, 仪器 A 在试验室环境下对一节标准 MOA 进行的测试数据, 如表 1 所示, 其参考值 $I_x'=0.778$ mA, $I_{x1p}'=0.2$ mA。

表 1 中, 仪器 A 不取电压信号时, 采用的是角度提前设定的方法, $\Delta I_x/I_x'=(I_x-I_x')/I_x' \times 100\%$,

表 1 仪器 A 在试验环境下的测试数据

仪器	是否取电压信号	I_x/mA	I_{x1p}/mA	$\Delta I_x/\%$	$\Delta I_{x1p}/\%$
A	是	0.790	0.188	1.5	6.0
A	否	0.794	0.097	2.1	51.5

$\Delta I_{x1p}/I_{x1p}'=(I_{x1p}-I_{x1p}')/I_{x1p}' \times 100\%$ 。根据表 1 的数据, 对于同一台仪器 A, 在取电压信号的模式下, 全电流值 I_x 、阻性电流值 I_{x1p} 与参考值很接近, 误差很小。在不取电压信号的模式下, 全电流值与参考值的误差比较小, 但是阻性电流值与参考值的误差较大, 相对误差达 51.5%。这表明, 对于同一种仪器, 在同样的测试条件下, 采用取电压信号的模式, 全电流值、阻性电流值这两个测试数据的准确度都比较高; 若采用不取电压信号的模式, 全电流值的准确度也较高, 但阻性电流值与参考值相比要偏小, 准确度较差。

另外, 从仪器 A 的 2 种模式下的数据对比来看, 在不取电压信号的模式下测得的阻性电流值会比取电压信号下测得的数据偏大一些, 而阻性电流值 I_{x1p} 会偏小。这说明, 在无法取得电压信号或不取电压信号情况下, 若采用角度提前设定的方法对 MOA 进行带电检测, 所预设的角度与实际情况不太相符, 由此所测得的全电流值 I_x 与实际值相比要偏大, 而阻性电流值 I_{x1p} 要偏小, 且阻性电流值 I_{x1p} 的误差很大, 无法反映 MOA 的实际情况。对于采用预设角度的不取电压信号的测量方法, 还需要进一步的改进完善。

为了更好地比较不同测试模式下测试数据的准确性, 选取仪器 B、仪器 C 在试验变电站现场对 MOA 进行带电测试。仪器 B、仪器 C 在 2 种不同模式下的测试数据如表 2 所示, 其参考值 $I_x'=0.568$ mA, $I_{x1p}'=0.088$ mA。

表 2 2 台仪器在不同模式下的现场带电测试数据

仪器	是否取电压信号	I_x/mA	I_{x1p}/mA	$\Delta I_x/\%$	$\Delta I_{x1p}/\%$
B	是	0.568	0.086	0	-2.2
C	是	0.567	0.085	-0.2	-3.4
B	否	0.582	0.081	2.5	-8.0
C	否	0.569	0.077	0.2	-12.5

表 2 中, 仪器 B、仪器 C 在不取电压信号测试时, 采用的是角度提前设定的方法。根据表 2 的数据, 仪器 B、仪器 C 在取电压信号模式下测得的全电流值 I_x 和阻性电流值 I_{x1p} 基本一致。一般来说, 在取电压信号模式下测得的数据与实际值是比较接近的, 且这 2 个仪器测得的数据也基本一致, 可以认为试验变电站现场 MOA 带电测试的参考值就是这 2 台仪器在取电压

信号下测得的数据。从仪器 B、仪器 C 这 2 种模式下的数据对比可发现,在不取电压信号模式下,全电流值 I_x 偏大,阻性电流值 I_{x1p} 偏小。

结合表 1、表 2 的测试数据及分析,可以得出一个初步的结论:在不取电压信号模式下,若采用角度提前设定的方法,所测得的全电流值 I_x 比实际会略微偏大,阻性电流值 I_{x1p} 会偏小,而且在有些情况下, I_{x1p} 与参考值的误差还很大。

2.2 依据统计原理设定角度的测试数据比较

有些厂家在设计不取电压信号模式的测量时,采用的是依据统计原理设定角度的方法。2 台仪器采用此统计原理设定角度的现场测试数据如表 3 所示,其参考值 $I_x'=0.568\text{ mA}$, $I_{x1p}'=0.042\text{ mA}$ 。

表 3 2 台仪器在不同模式下的现场带电测试数据

仪器	是否取电压信号	I_x/mA	I_{x1p}/mA	$\Delta I_x/\%$	$\Delta I_{x1p}/\%$
D	是	0.566	0.042	-0.35	0
E	是	0.566	0.042	-0.35	0
D	否	0.566	0.049	-0.35	16.7
E	否	0.566	0.044	-0.35	4.8

表 3 中,仪器 D、仪器 E 测得的阻性电流值是有效值,非峰值。若以 2 台仪器在取电压信号下的测试值为参考值(一般情况下,取电压信号的测试值较为准确),从表 3 的测试数据可以知道,在不取电压信号下,依据统计原理设定角度测得的全电流值 I_x 与取电压信号下测得的全电流值 I_x 一致,阻性电流值(有效值 I_r)要偏大一些。

2.3 总结分析

在对 MOA 进行带电测试时,采用取电压信号的模式,全电流值 I_x 、阻性电流值 I_{x1p} 的测试数据准确度比较高。在不取电压信号的模式下,若采用角度提前

设定的方法,全电流值 I_x 的测试数据会比实际值偏大,阻性电流值 I_{x1p} 偏小;若采用按照统计原理设定角度的方法,全电流值 I_x 的值与实际值基本一致,阻性电流值(有效值 I_r)比实际值偏大一些。

因此,在对不取电压信号的测试数据进行分析时,必须按照不同的原理,进行相应测试数据误差的修正,以提高测试的准确性。具体的误差修正方法还需要根据不同的仪器进行进一步的分析研究。

3 结束语

通过此次对不取电压信号模式下 MOA 带电测试仪的现场试验,研究分析了不同模式下测试数据的误差,与取电压信号的模式相比,还存在较大的不足,需要今后进一步的改进完善。虽然不取电压信号还存在一些问题,但是对于一些无法取电压信号的场合,可以进行定性试验,这对检修人员掌握 MOA 的运行情况还是很有帮助的,且是今后的一个发展方向。

参考文献:

- [1] 张则景. 浅析氧化锌避雷器在线测试方法[J]. 电机电器, 2009, 28(22):48-51.
- [2] 陈忠,郭波,蔡泽祥. 提高氧化锌避雷器现场带电测试精度的新措施[J]. 南方电网技术, 2010, 04(1):95-98.
- [3] 李雪,包玉树,朱琦. 新型氧化锌避雷器带电测试仪校验方法探讨[J]. 江苏电机工程, 2009, 28(6):63-65.
- [4] 高自伟,张大为,黄杰. 氧化锌避雷器带电检测方法及应用分析[J]. 黑龙江电力, 2008, 30(4):295-300.

作者简介:

王静君(1980),男,江苏无锡人,工程师,从事高电压试验方面的工作;
李文书(1976),男,江苏涟水人,工程师,从事变电安全管理工作;
杜积贵(1973),男,江苏南京人,高级工,从事配电网运行维护工作。

Applications and Analysis of Hot Line Detecting Methods for MOA

WANG Jing-jun¹, LI Wen-shu², DU Ji-gui²

(1. Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing, 211103, China;
2. Nanjing Power Supply Company, Nanjing, 210013, China)

Abstract: According to whether the reference voltage signal, the hot line detecting methods for MOA can be divided into the method with a reference voltage signal (Compensation Act) and the method without a reference voltage signal. Based on the different ways to set the reference angle, the method without a reference voltage signal can be divided into the angle setting in advance, setting by the current and based on the statistical principle. Through field test, the article compares and analyses the disparities of the measuring results. By summarizing the related laws, this article could provide a reference for the testing personnel in the future to better judge the test results.

Key words: MOA; hot line detecting; total current; resistive current