

氧化锌避雷器交流分量带电测试的应用及分析

乔明忠, 倪 燕

(攀枝花电业局, 四川 攀枝花 617067)

摘 要:近年来氧化锌避雷器的带电测试得到广泛运用,对考察避雷器的绝缘缺陷起到积极作用。根据原理及实际经验总结分析了氧化锌避雷器带电测试的应用及注意事项。

关键词:氧化锌避雷器;交流分量;带电测试

Abstract: In recent years the live testing of zinc oxide arrester (referred to as MOA) has been widely used which plays a positive role in the inspection of insulation defects of arrester. According to the theory and the practical experiences the application and the points needing attention in the live testing of MOA are summarized and analyzed.

Key words: zinc oxide arrester; AC component; live testing

中图分类号: TM866 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)01-0034-03

0 引 言

金属氧化物避雷器俗称氧化锌避雷器(简称 MOA),由金属氧化物(主要成分是氧化锌)阀片串联组成,没有火花间隙与并联电阻。在工频运行电压下,阀片相当于一个很高的电阻,阀片中流过很小的电流;而当雷电流流过时,它又相当于很小的电阻维持适当的残压,从而起到保护设备安全的作用。

MOA 避雷器无串联间隙,在运行过程中长期承受工频电压作用,阀片易老化,因此需要定期测量泄漏电流,以保证其安全运行。

带电测试就是在运行电压下,测量流过 MOA 阀片的交流泄漏电流(全电流及阻性电流分量)。全电流及阻性电流的变化可以反映出 MOA 的内部受潮、内部元件接触不良、阀片严重老化等缺陷。在运行电压下,可实现微机的自动监测,也可采用专门仪器不定期的测量,都能够真实地反映避雷器在运行条件下的绝缘状况。

1 带电测试的原理性分析

目前,很多单位采用类似 MOA-RCD-4 型的氧化锌避雷器阻性电流测试仪,测试 MOA 避雷器在运行电压下的泄漏电流,如图 1 所示。

电压信号从母线 TV 的二次侧取得,输入线的红

色线夹接 TV 二次绕组的首端(a),黑色线夹接二次绕组中性点(n);电流信号从避雷器的放电计数器两端取得,红色线夹接放电计数器的高压端,黑色线夹接放电计数器的接地端;电流、电压信号经放大单元进入 A/D 转换器,经过傅里叶变换得出被测避雷器在运行电压下的泄漏电流及有功分量(阻性电流)、无功分量(容性电流)、功率损耗等。

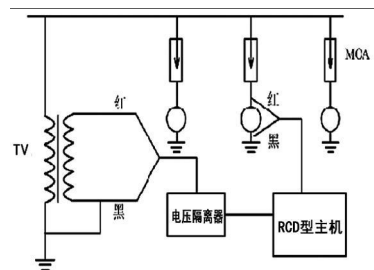


图 1 带电测试原理接线图

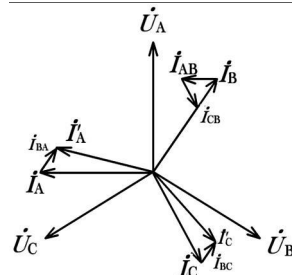


图 2 电流干扰相量图

2 带电测试中的注意事项

(1) 试验应在天气良好时进行,避雷器表面应干燥,雷雨天气严禁进行带电测试;

(2)在 TV 二次端子箱内取电压信号时应防止二次侧短路;取电流信号时,信号夹及引线高度不得超过避雷器底座法兰;

(3)TV 上所取电压与所测量的 MOA 一定要同相,接线时先接中性点 (n),测量完最后拆中性点 (n),取电流信号必须保证接地夹及信号夹均接触良好;

(4)工作中注意与带电部位保持足够的安全距离。

3 校正角的讨论

3.1 校正角的产生

110 kV 及以下系统的 MOA 相互作用较弱,可不考虑校正;而 220 kV 及以上系统由于相互干扰较大,所以在做带电测试时,需要考虑校正。

当 A、B、C 三相呈三角形排列时,任两相对第三相的干扰基本不改变第三相的角度,此时校正角 $\Phi_0 = 0^\circ$ 。而 A、B、C 三相呈直线排列时,由于避雷器相间电容耦合等原因,其阻性电流与有功损耗 P 将出现明显差异。

A、C 相一般为两个边相,相间距离较远,相互干扰较小,所以可以认为 A、C 相所受到的干扰主要来自于 B 相;而 A、C 相对 B 相的分布情况几乎相同,因此 A、C 相对 B 相的干扰只改变 B 相电流绝对值的大小,几乎不改变角度。而 B 相对 A、C 相的影响,使得 A 相电流向后, C 相电流向前位移一定的角度,造成 A 相 Φ 减小,阻性电流增大; C 相 Φ 增大,阻性电流减小甚至为负; B 相基本不变,如图 2 所示。

$\Phi'_A < \Phi_A$, 而 $\Phi'_C > \Phi_C$ (Φ_A 、 Φ_C 为 A、C 相避雷器自身功率损耗角; Φ'_A 、 Φ'_C 为干扰状态下的功率损耗角)。

3.2 校正角的计算

例如, A 相 MOA 的校正角:电压取 A 相 TV 二次信号,电流取 C 相 MOA 信号,读取 Φ_{I-U} 记为 Φ_C ,然后电压仍然取 A 相 TV 二次信号,电流取 A 相 MOA 信号,读取 Φ_{I-U} 记为 Φ_A ,此时仪器上的读数均为 A 相 MOA 未校正的读数。

由于三相电压为对称相量,相位互差 120° ,在 B 相对 A 和 C 相的干扰电流大小相等的情况下,造成 A 相电流滞后和 C 相电流超前的角度是基本相等的。令 A、C 相避雷器自身的功率损耗角为 Φ_{A1} 、 Φ_{C1} ,假

定 $\Phi_{A1} = \Phi_{C1}$, 则有

$$\Phi_C = \Phi'_C + 120^\circ = \Phi_{C1} + \Phi_0 + 120^\circ, \Phi_A = (\Phi_{A1} - \Phi_0)$$

$$\text{可得: } \Phi_0 = (\Phi_C - \Phi_A - 120^\circ) / 2$$

则 A 相的校正角为 Φ_0 , 而 C 相的校正角为 $-\Phi_0$ 。

3.3 实测损耗角大于 90° 的分析

避雷器在运行中是要产生损耗的,其自身功率损耗角肯定小于 90° ,一般情况下,MOA 避雷器在持续运行电压下的 Φ_{I-U} 为 $81^\circ \sim 86^\circ$,但是实际测量中出现了 B 相角度大于 90° 的情况,而 B 相角度在实际测试时不进行校正,下面就其产生的可能原因做具体分析。

前面已做过介绍,当干扰电流 $I_{AB} = I_{CB}$ 时, B 相的角度不会被改变。

但当干扰电流 $I_{AB} < I_{CB}$ 时,如图 3 所示,此时 Φ'_B 会比自身功率损耗角偏小,可能只有 80° 左右;

而当干扰电流 $I_{AB} > I_{CB}$ 时,如图 4 所示,此时 Φ'_B 会比实际损耗角偏大,可能超过 90° ,某局在 2003 年、2004 年对 500 kV 某变电站 500 kV I 母避雷器做带电测试时就出现过此类情况,数据如表 1 所示。

在 2004 年结合停电检修,对三相避雷器进行试验,结果正常。2005 年、2006 年的带电测试数据与 2004 年的带电测试数据相比无明显变化。但在 2007 年新投运 2 号主变压器及 500 kV 二回线路后,系统运行方式发生变化,带电测试结果出现变化,但仍然不正常,数据如表 2。

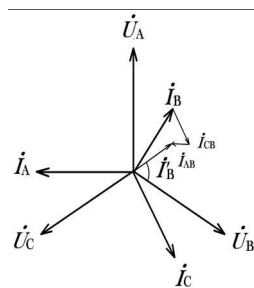


图 3 干扰电流 $I_{AB} < I_{CB}$

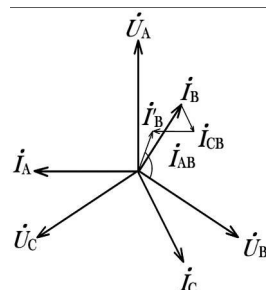


图 4 干扰电流 $I_{AB} > I_{CB}$

表 1 2004 年避雷器带电测试数据

项目	相别		
	A	B	C
U /kV	308.51	307.63	306.22
$I_k / \mu A$	2 121	1 732	1 754
$I_{k1P} / \mu A$	481	- 57	387
$\Phi_{I-U} / ^\circ$	80.73	91.35	80.93
$\Phi_0 / ^\circ$	0.96	0	- 0.96

表 2 2007 年带电测试数据

项目	相别		
	A	B	C
U /kV	304.50	304.10	302.60
$I_k / \mu A$	1 883	1 592	1 709
$I_{k1P} / \mu A$	410	38	356
$\Phi_{I-U} / ^\circ$	81.12	89.01	81.47
$\Phi_0 / ^\circ$	1.20	0	- 1.20

在 2008 年 3 月的停电预试中,三相避雷器试验结果与 2004 年的试验数据相比无明显变化,经分析认为是由于系统运行方式发生变化后干扰电流情况发生变化,导致带电测试时的夹角出现变化。

校正角的计算是假定在一定的理想条件下进行的,本身并不是绝对准确。因此,为减少带电测试时的工作量,对运行方式固定的避雷器也可不进行校正,而是比较历年数据的变化情况,然后进行综合分析、判断。

4 表面泄漏的影响及对策

避雷器瓷套表面泄漏电流将引起总电流 I_k 和阻性电流 I_{k1P} 增大,特别是在避雷器瓷套表面潮湿或脏污时, I_{k1P} 将会明显偏大,因此,环境条件会对带电测试结果产生较大影响。为了准确地对历次测试数据进行对比,测量宜在避雷器瓷套表面干燥时进行,同时,应准确记录环境相对湿度。

表 3 为某局 220 kV 银江变电站 110 kV II 母避雷器历年带电测试数据(均未加屏蔽),可以看出,2007 年 2 月 9 日早上三相避雷器 I_{k1P} 的测试结果与其他时候相比,增加了很多,且 Φ_{I-U} 角度明显偏小,为准确分析设备状况,在第二天下午天气干燥后再次进行测试,结果 I_{k1P} 明显减小,趋于正常,试验合格。

测试时的环境条件往往难以控制,因此,为排除表面泄漏电流的影响,最好的办法是结合停电检修,在避雷器最下裙瓷瓶与下法兰间加装屏蔽环直接接地(屏蔽环与计数器高压端应绝缘),以保证带电测

试结果的准确性。

表 3 某局 110kV II 母避雷器带电测试数据

项目	测试时间	相别			
		U /kV	$I_k / \mu A$	$I_{k1P} / \mu A$	$\Phi_{I-U} / ^\circ$
A	2006.04.05	64.72	525	73	84.26
	2007.02.09 早上	66.28	569	138	79.85
	2007.02.10 下午	66.16	523	75	84.12
	2008.04.20	67.27	543	92	83.08
	2009.03.11	67.12	528	79	83.87
B	2006.04.05	64.58	524	55	85.71
	2007.02.09 早上	64.39	577	104	82.03
	2007.02.10 下午	64.26	520	48	86.23
	2008.04.20	67.69	545	76	84.32
	2009.03.11	67.42	530	63	85.17
C	2006.04.05	64.7	526	28	87.76
	2007.02.09 早上	66.15	564	71	84.07
	2007.02.10 下午	66.36	525	30	87.66
	2008.04.20	67.31	547	46	86.57
	2009.03.11	67.15	534	33	87.44

5 新动向

目前,随着带电测试技术的发展完善,带电测试成了氧化锌避雷器的一个重要试验项目,如果发现全电流特别是阻性电流有较大增长时应引起注意,并增加运行中的带电测试次数,必要时采用红外成像仪对运行中的避雷器进行温度及温差测量,明显异常的应及时申请停电进行检查。随着变电站电压等级提高,现场场地非常开阔,取电压信号往往在很远的地方,测试工作量大,且配合受到限制,为便于工作,部分厂家开发了不取电压信号直接进行测试的方式(原理是默认 B 相的功率损耗角为一固定值,一般为 83° ,然后其他两相按照互差 120° 来进行分析)。

6 结 语

社会对电力供应的可靠性要求越来越高,设备停电检修受到越来越多的限制,因此,在运行条件下,采用合理的技术手段对设备运行参数进行实时、准确的测量,特别是在电网中起着重要作用的避雷器,对于保证电力设备的安全、可靠、稳定运行有着非常重要的作用。

参考文献

- [1] 西南电业管理局试验研究所. 高压电气设备试验方法 [M]. 北京:水利电力出版社, 1984.
- [2] 陈化钢. 电力设备预防性试验方法及诊断技术 [M]. 北京:中国科学技术出版社, 2001.

(收稿日期: 2009-09-30)