

兆欧表测量绝缘电阻应注意的问题

詹琛¹， 陈化钢²

(1. 六安市供电局, 安徽 六安 237006; 2 安徽水利水电职业技术学院, 安徽 合肥 230601)

摘 要: 文章提出了兆欧表测量绝缘电阻应注意的问题, 分析了原因, 并给出了若干实例。

关键词: 兆欧表; 绝缘电阻; 测量

中图分类号: TM 930.9 文献标识码: A 文章编号: 1671-6221(2003)01-0027-04

Attention problems on measurement insulation resistance by megger

ZHAN Chen¹, CHEN Hua-gang²

(1. Lu'an Electric Power Supply Bureau, Lu'an 237006, China; 2 Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Power, Hefei 230601, China)

Abstract: In this paper, attention problems on measurement insulation resistance by megger are proposed, reasons are analyzed, and gives some field examples

Key words: megger; insulation resistance; measurement

兆欧表是测量电气设备绝缘电阻的常用仪表, 它能简便而有效地检出电气设备绝缘的贯通性和受潮缺陷。

在现场测量中, 测试人员往往只重视温度换算, 湿度和脏物的消除, 而忽视接线方法、接线技巧以及周围电磁场等的影响, 因而产生测量误差, 甚至导致判断错误。本文提出测量中应注意的问题。

1 L、E 端子接线不能对调

用兆欧表测量电气设备绝缘电阻时, 其正确接线方法是 L 端子接被试品与大地绝缘的导电部分, E 端子接被试品的接地端。但在实际测量中常有人将 L 和 E 端子的接线对调, 为说明这个问题, 表 1 列出了采用 ZC-7 型 2 500 V 兆欧表对几种被试品的测量结果。由表 1 可见:

表 1 L、E 接法不同时被试品的绝缘电阻

被试品		环氧玻璃	10 kV			33 kV
		布绝缘管	MOA	新油纸电缆	旧油纸电缆	旧变压器
绝缘电阻 (MΩ)	正确	10 000			300	60
	错误	8 000	10 000	10 000	350	75

(1) 除旧油纸绝缘变压器和电缆外, 采用正确接线测得的绝缘电阻均大于错误接线(E 端子接被试品与大地绝缘的导电部分; L 端子接被试品的接地端) 测得的绝缘电阻。这个现象可用图 1 所示的等值电路来分析。

由图 1(a) 可见, 由于屏蔽环的作用, 表壳的泄漏电流 I_L 经 R_{dw} R_{Hw} 电源 E 端子 地而构成回路, 它不经过测量线圈 L_A , 此时兆欧表指针的偏转角 α 只决定于 I_V/I_A 。

当 L 与 E 端子对调时, 如图 1(b) 所示, 表壳的泄漏电流 I_L 经 L 端子 L_A R_A 电源 E 端子 R_{Ew} R_{dw} 地而构成回路, I_L 将流过测量线圈 L_A , 即使 L_A 中多了一个 I_L , 这时兆欧表指针的偏转角 α 决定于 $I_V/(I_A + I_L)$, 由于电流线圈 L_A 中流过的电流越大, 指针的偏转角越小, 所以按图 1(b) 接线测得的绝缘电阻较图 1(a) 接线测得的绝缘电阻小。显然, 减小的程度与被试品的表面状况及表壳的绝缘状况等因素有关。

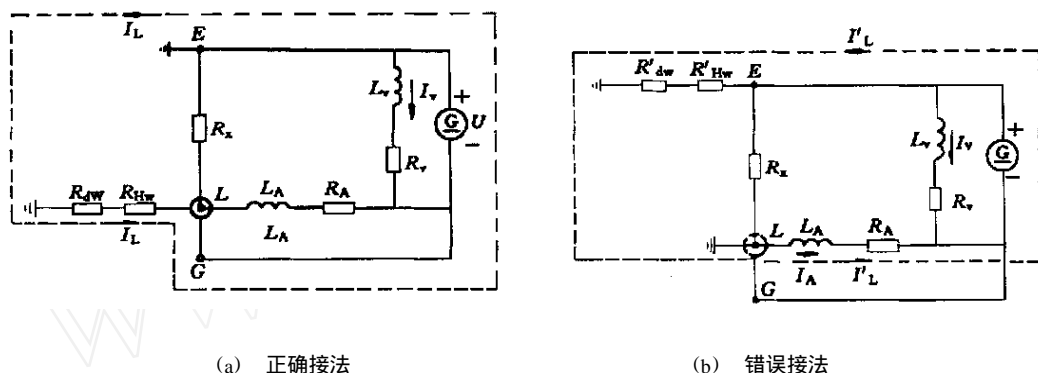


图 1 兆欧表不同接法的等值电路图

图 1 中的 R_{dw} , R_{dw} 分别为大地经兆欧表底脚到兆欧表外壳的绝缘电阻; R_{Hw} 为屏蔽环与兆欧表外壳间的绝缘电阻; R_{Ew} 为 E 端与外壳间的绝缘电阻

(2) 对旧的油浸纸绝缘变压器和电缆, 采用正确接线测得的绝缘电阻小于错误接线测得的绝缘电阻, 是因为在这种情况下电渗效应起主导作用的缘故。在正确接线下, 由于电渗效应使应绝缘中的水分移向变压器外壳或电缆外皮, 从而导致绝缘电阻增大。对绝缘良好的新电缆, 由于电渗效应不明显, 所以表壳的泄漏电流的影响起主导作用。

由上述分析可见, 兆欧表的 L 和 E 端子的接线不能对调。

2 屏蔽环应靠近 E 端子装设

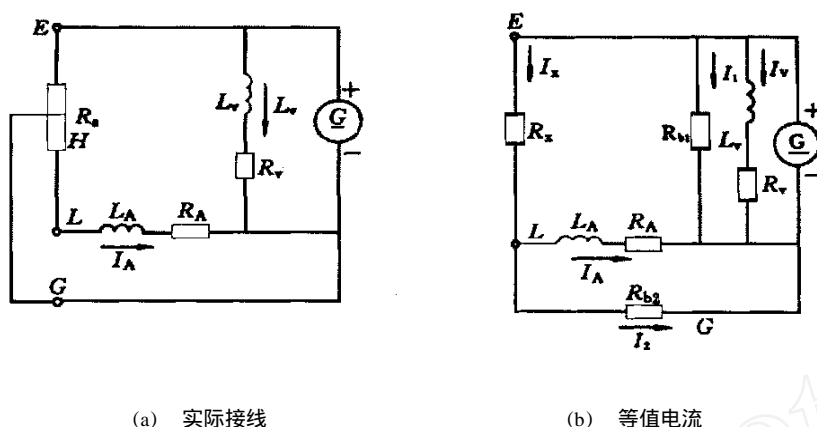
为了避免表面泄漏电流的影响, 测量时应在绝缘表面加等电位屏蔽环, 且应靠近 E 端子装设, 但这个做法与有些文献、资料不同。

图 2 示出了兆欧表测量被试品绝缘电阻的实际接线和等值电路。由图 2(b) 可见, R_{b2} 与 R_A 并联, 当 $R_{b2} \rightarrow \infty$ 时, $I_A = I_X$, 即此时测出的绝缘电阻为真实值, 换言之, 表面状况的影响可忽略。实际上 R_{b2} 不可能为 ∞ , 但 R_{b2} 越大, 测量误差越小, 为增大 R_{b2} , 应将屏蔽环靠近 E 端子装设。

分析表明, 对一般常用的兆欧表, 如 ZC-5 型或 ZC-11-10 型 2500 V 兆欧表, 其 $R_A = 5.1 \text{ M}\Omega$, 所以采用这类兆欧表进行测量时, 若取 $R_{b2} = 100 \text{ M}\Omega$ 则相对误差约为 5%, 即 $R_{b2} = 100 \text{ M}\Omega$ 时, 便可保证测量精度。

20 世纪 50 年代初期, 大都使用进口兆欧表, 此种兆欧表电流回路的限流电阻一般为 200~500 k Ω , 其阻值的相对较小, 因此对屏蔽环位置没有严格要求。当时普遍采用做直流泄漏电流试验的接法, 即屏蔽环靠近 L 端, 这样可使屏蔽环与接地端之间的表面电阻增大, 减小了兆欧表的负载, 使兆欧表的输出

电压不至于因为加装屏蔽环而造成明显的下降。这种方法使用了几十年,很多单位一直沿用至今。



(a) 实际接线 (b) 等值电流
 R_{b1}, R_{b2} ——屏蔽环 H 与 L 端子及 H 与 E 端子间试品表面绝缘电阻

图2 兆欧表测量被试品绝缘电阻的实际接线及等值电路

从20世纪60年代开始,国产ZC系列兆欧表陆续代替了进口兆欧表,它们的限流电阻为5~10 M Ω ,比进口兆欧表的限流电阻增大几十倍,由上所述,若屏蔽环装设位置不当,会使测得的绝缘电阻值偏高。

3 兆欧表与被试品间的连线不能绞接或拖地

兆欧表与被试品间的连线应采用厂家为兆欧表配备的专用线,而且两根线不能绞接或拖地,否则会产生测量误差。若采用普通的绝缘导线作连接线且绞接、拖地,由于测得值是实际绝缘电阻与引线绝缘电阻的并联值,所以往往偏小,例如,某台1000 kVA、10 kV的配电变压器高压绕组对低压绕组及地的绝缘电阻应为1700 M Ω ,现场测量时,由于采用长而拖地的连接线,测得的绝缘电阻仅为50~80 M Ω 。再如,某厂测试3台S₇-400/10型变压器的绝缘电阻,其值均为150 M Ω ,而出厂试验报告上的绝缘电阻为10⁴ M Ω 左右,两者数据相差甚大,经检查,发现兆欧表的两条引线盘在一起。

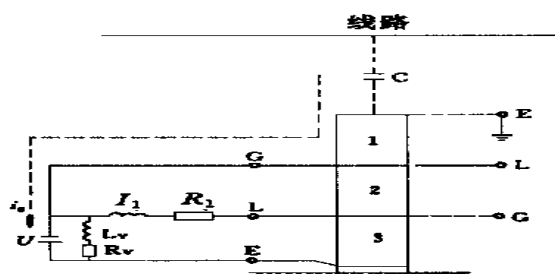
4 外界电磁场干扰及消除方法

在现场有时在强磁场附近或在未停电的设备附近使用兆欧表测量绝缘电阻时,由于电磁场干扰会引起很大的测量误差。引起误差的原因是:

(1) 磁耦合。由于兆欧表没有防磁装置,外磁场对发电机里的磁钢和表头部分的磁钢的磁场都会产生影响。当外界磁场强度为400 A/m时,误差为 $\pm 0.2\%$;外界磁场越强,影响越严重,误差越大。例如,前苏联有一组AO TH-267000/500/20型的自耦变压器,其绝缘电阻应为3300 M Ω ,但在强磁场下,用2500 V兆欧表测得的绝缘电阻仅为600 M Ω 。再如,我国某变电所测一台OSFPS3-120000/220型变压器的绝缘电阻,变压器前后及上空均有220 kV母线,用ZC-48型兆欧表测得220 kV绕组的绝缘电阻为10⁴ M Ω 以上,而投产及历年测得绝缘电阻为3400 M Ω 左右,换用ZC-30型兆欧表测得其绝缘电阻为3300 M Ω ,分析认为主要是外界电磁场影响,由于ZC-48型兆欧表抗干扰能力差,所以产生这种虚假现象,第2 d停电,同时使用ZC-48型和ZC-30型兆欧表进行测量,测得的绝缘电阻均为3300 M Ω ,证明分析是正确的。

(2) 电容耦合。由于带电设备和被试设备之间存在耦合电容,将使试品中流过干扰电流。带电设备电压越高,距被试品越近,干扰电流愈大,因而引起的误差也越大。

消除外界电磁场干扰的办法是: 远离强电磁场进行测量。采用电压级高的兆欧表, 例如使用 5 000V 或 10 000 V 的兆欧表进行测量。选用抗干扰能力强的兆欧表。除上述 ZC-30 型兆欧表外, 中国科技大学生产的 GZ-5A、2500/5000 兆欧表抗干扰能力也较强。曾用该表在某电厂 220 kV 旁路母线干扰场强较高的电容式电压互感器上作比较性测试, 其抗干扰能力与美国希波公司生产的指针式高压兆欧表相近, 而国产 ZC-48-1 型指针式兆欧表指示偏过“ ”刻度值, 表针摆至左端极限位置。顺便指出, 有人在 ZC-48-1 型兆欧表中引入抗干扰电路进行改型, 也收到良好效果。利用兆欧表的屏蔽子 G 进行屏蔽。其接线如图 3 所示。



C——空间分布电容

图3 利用兆欧表的屏蔽端子 G 屏蔽干扰

5 兆欧表的型式与接线

当采用不同型式的兆欧表测绝缘电阻, 特别是测量具有非线性电阻的阀式避雷器时, 往往会出现很大的差别。例如, 对一台 FZ-20 型单元件阀式避雷器的绝缘电阻进行测量时, 用 2 500 V 的 ZC-7 型兆欧表测得的绝缘电阻是 2 100 M Ω , 而用 ZC11-5 型兆欧表测得的绝缘电阻却是 1 400 M Ω 。所测得的绝缘电阻值相差达 33%。造成这种差别的原因主要两只表的负载特性不同。

当用同一只兆欧表测量同一设备的绝缘电阻时, 应采用相同的接线, 否则将测量结果放在一起比较是没有意义的。例如, 目前测量电力变压器的绝缘电阻时, 就可能有三种接线: 规程法。外壳屏蔽法。套管屏蔽法。三种接线的测量结果是有差别的。

6 电源电池能量的影响

对晶体管兆欧表, 要注意检查电源电池, 若其能量不足, 会使测得的绝缘电阻增大。例如某变电所测量一台 SFSZ7-31500/110 型电力变压器的绝缘电阻时, 不到 15 s 晶体管兆欧表的指针指到 10^4 M Ω 以上, 与历年数据相比较, 绝缘电阻由 3 000 M Ω 增大到 10^4 M Ω 。经反复检查发现晶体管兆欧表的电源电池能量不足引起的。

7 结束语

兆欧表能简便测出电气设备的绝缘电阻, 为获得准确的测量结果应在测量中注意各种因素的影响。

[参 考 文 献]

- [1] 陈化钢 电力设备预防性试验方法和诊断技术[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
- [2] 石惟和 兆欧表的使用和维护[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1985.
- [3] 黄兆龙 使用屏蔽电极摇测绝缘电阻的正误差分析[J]. 华东电力, 1998, (3): 21- 22.

(责任编辑 胡 进)