

绝缘电阻试验中屏蔽方法的研究

高振国

(沈阳工程学院 电气工程系, 沈阳 110136)

摘要:介绍了用兆欧表测量绝缘电阻的原理以及应注意的问题,分析了外界电磁场干扰及表面泄漏等因素对绝缘电阻测量结果的影响,提出了正确使用屏蔽极消除测试误差的方法.

关键词:绝缘电阻; 测量; 兆欧表

中图分类号: TM934.21

文献标识码: A

文章编号: 1673-1603 (2008) 02-0128-03

电气设备的绝缘状况对电力系统的安全运行至关重要. 为检测电气设备的绝缘状况, 避免突发性故障和停电事故, 电力行业主要采用预防性试验和检修体制. 绝缘电阻测试是一个应用非常普遍的试验项目, 通过测量电气设备的绝缘电阻, 可以及时地发现设备内部导电部分影响绝缘的异物、绝缘局部或整体受潮、绝缘油的脏污和严重劣化以及绝缘击穿等缺陷. 然而在现场测量中, 测试人员往往忽视接线方法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.

这里介绍了兆欧表的结构及工作原理, 阐述了测量绝缘电阻时应注意的问题, 分析了外界电磁场干扰及表面泄漏等因素对绝缘电阻测量结果的影响, 提出了正确使用屏蔽极消除测试误差的方法.

1 兆欧表的结构及工作原理

兆欧表是测量电气设备绝缘电阻的常用仪表, 其结构如图1所示. 兆欧表带有手摇的直流发电机, 亦称摇表. 它的测试电压等级有100V、250V、500V、1000V、2500V及5000V等几种. 一般额定电压在500V以下的电气设备, 应选用500V或1000V仪表; 额定电压在1000V以上的设备应选用2500V或5000V的仪表. 选用兆欧表测量范围时, 一般不要使测量范围过多地超出所需测量的绝缘电阻值, 以减少测量产生的误差.

兆欧表的接线柱共有3个: “L”为线路端子, “E”为接地端子, “G”为屏蔽端子(也叫保护环). 一般被测绝缘电阻都接在“L”和“E”端子之间, 与电流测量线圈及限流电阻相串联, 接至手摇发电机两端. 当被测设备

绝缘表面漏电严重时, 还要将其绝缘表面加装屏蔽环并与“G”端子相连接, 这样漏电流就经屏蔽端子“G”直接流回发电机的负端形成回路, 而不再流过兆欧表的电流测量线圈.

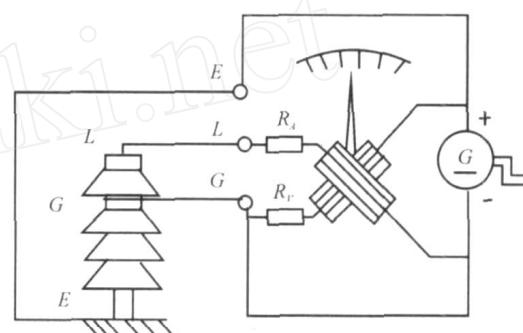


图1 兆欧表结构原理

利用兆欧表能简便而有效地检测出电气设备绝缘的贯通性和受潮缺陷. 然而在现场测量中, 周围电磁场干扰、天气条件以及接线方法等都将对绝缘电阻测试结果产生影响.

2 外界电磁场干扰的影响及消除方法

在现场使用兆欧表测量绝缘电阻时, 有时附近存在强磁场或未停电的设备, 由于电磁场的干扰会引起很大的测量误差. 引起误差的原因如下.

1) 电磁耦合. 由于兆欧表没有防磁装置, 外界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. 外界磁场越强, 影响越严重, 误差越大. 例如, 我国某变电所测试1台SFPS3-120000/220型变压器的绝缘电阻, 变压器前后及上空均有220kV母线, 用

收稿日期: 2008-01-07

作者简介: 高振国(1965-), 男, 辽宁盖县人, 副教授, 硕士.

ZC-48型兆欧表测得220kV绕组的绝缘电阻为10000M以上,换用ZC-30型兆欧表测得其绝缘电阻为3300M,而投产时及历年测得的绝缘电阻为3400M左右。分析认为主要是外界电磁场的影响,由于ZC-48型兆欧表抗干扰能力差,所以产生绝缘电阻较大的虚假现象。在220kV母线停电的情况下,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3300M,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:选用抗干扰能力强的兆欧表;采用电压级高的兆欧表,例如使用5000V或10000V的兆欧表进行测量;利用兆欧表的屏蔽端子G进行屏蔽。

3 表面泄漏电流的影响及屏蔽极的正确使用

湿度也是影响绝缘电阻测量的重要因素之一,它主要对表面泄漏电流有较大影响。当试品温度低于周

围空气的“露点”温度时,潮气将在绝缘表面结露,形成水膜,增加了表面泄漏,使绝缘电阻降低,空气相对湿度越大,绝缘电阻降低越多,这是不容忽视的问题。

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。然而,现场调研结果表明,屏蔽环的不当使用会造成绝缘电阻测量结果虚增的现象,导致有些绝缘缺陷无法及时发现,为电力系统的安全可靠运行带来隐患。

现场测试时较普遍的接线方法是,将屏蔽环装在靠近L端处,这样做的目的是使屏蔽环与接地端之间的表面电阻较大,以减轻兆欧表的负载,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。这种方法很多单位一直沿用至今。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2b可见,屏蔽环G与线路端子L之间的试品表面绝缘电阻 R_{b2} 同 R_A 并联,当 $R_{b2} \rightarrow 0$ 时, $I_A = I_X$,即此时测出的绝缘电阻为真实,换言之,表面状况的影响可忽略。实际上 R_{b2} 不可能为0,并且绝缘表面状况越差,屏蔽环离L端越近, R_{b2} 越小,测量误差越大。由于 R_{b2} 的分流作用,会使测得的绝缘电阻值严重偏高。

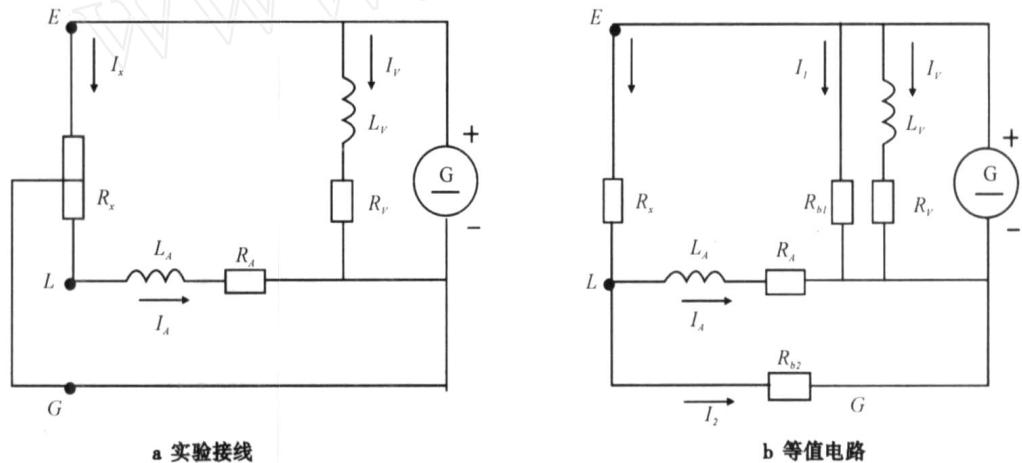


图2 兆欧表测量被试品绝缘电阻的实际接线及等值电路

这里通过试验研究了屏蔽环位置对绝缘电阻测试结果的影响,采用ZC11-10型兆欧表对MY40-0.03型脉冲电容器进行多次绝缘电阻测试,每次测试将屏蔽环位置由高至低均匀下移,使屏蔽环逐渐远离L端,而接近E端,脉冲电容器两极间距离约为16cm,如图3所示。测试结果列于表1中,从试验数据可以看出,屏蔽环位置对绝缘电阻测试值有很大影响, $H=13.5$ cm时的绝缘电阻值比 $H=1.5$ cm时高出40%以上,况且测试时环境湿度较低,否则测量误差将更加显著。

根据上述分析,为防止绝缘电阻测试值虚增现象,应将屏蔽环靠近E端子装设。

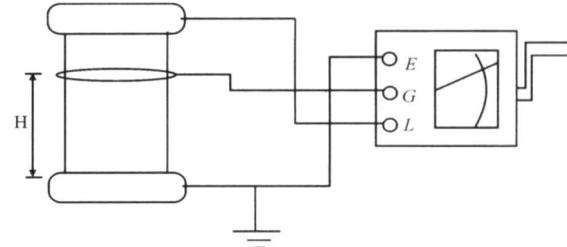


图3 屏蔽环位置影响研究试验

表1 屏蔽环位置对绝缘电阻测试结果的影响

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
屏蔽环位置 $H(\text{cm})$	13.5	12.0	10.5	9.0	7.5	6.0	4.5	3.0	1.5
绝缘电阻值 $R(\text{M})$	1 260	1 230	1 180	1 120	1 060	1 010	960	920	890

4 结束语

针对绝缘电阻测试中实际存在的问题进行了分析探讨,并通过试验研究了屏蔽环位置对绝缘电阻测试

结果的影响,对屏蔽环的使用方法提出了合理建议,研究的结果对于提高绝缘诊断的有效性、保障电气设备安全运行具有一定的理论意义和参考价值。

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).

Research on Shielding Approaches for Insulation Resistance Test

GAO Zhen-guo

(Department of Electrical Engineering, Shenyang Institute of Engineering, Shenyang 110136, China)

Abstract: The paper introduced the measurement principle of insulation resistance with megohmmeter and the attention problems during measurement. The factors causing measurement errors are analyzed. The correct shielding approach is investigated.

Keywords: insulation resistance; measurement; megohmmeter

(上接第 109 页)

[14] 郭桦. 陶瓷轴承的发展与应用 [J]. 沈阳工程学院学报: 自然科学版, 2005 (4): 82-84.
[15] 王喜魁, 陈正举, 向敬岩, 等. 高效燃气轮机优化技术研究

[J]. 沈阳工程学院学报: 自然科学版, 2007 (2): 101-104.

[16] 王喜魁, 陈正举, 孟召军, 等. 高转速强漩流离心法聚氧技术研究 [J]. 热能动力工程, 2008 (5): 442-446.

Application Research on Magnetic Bearing at the High Speed

Centrifugal Separation of Nitrogen and Oxygen

—One of the Key Technologies of Oxygen Concentration and Nitrogen Collection

WANG Xikui, CHEN Zhenju, HONG Guanqiu, WANG Zhichen

(Jilin Institute, Shenyang Institute of Engineering, Shenyang 110136, China)

Abstract: To meet the requirement of centrifugal separation of nitrogen and oxygen, magnetic bearing application technology was developed. The characteristic, classification and selection of magnetic bearing were introduced; the basic thought and key technology of magnetic bearing design were restated. The plan of using magnetic bearing in nitrogen separation box was proposed. The application of magnetic bearing in nitrogen separation box will provide technical support for increasing the concentration and production of oxygen and nitrogen, improving the performance of centrifugal separation and the function of complete machine.

Keywords: rotational tubular bearing; centrifugal separation; separator of nitrogen and oxygen; project design