

CVT 额定运行电压下 介质损耗因数及电容量的测量

李娟绒, 翁 威

(陕西电力科学研究院, 陕西 西安 710054)

[摘要] 对于电容式电压互感器(CVT)介质损耗因数以及电容量的测量,通常采用自激法对其加压并测试。但这种方法存在许多缺点,本文在分析这些不足的同时,提出了一种测量 CVT 额定电压下介损和电容量的方法,分析了解该方法的测量可靠性、可行性及优点。

[关键词] CVT;自激法;介质损耗因数;电容量

中图分类号:TM451 文献标识码:B 文章编号:1008-4835(2006)04-00028-02

1 概述

在电力设备预防性试验规程中,设备绝缘材料的介质损耗因数和电容量测量是一项十分重要的试验内容,介损值的大小对于判断设备的绝缘状态有着举足轻重的作用。电容式电压互感器通常也称为 CVT,由于其具有绝缘强度高、结构简单、重量轻、造价低,可兼作电力线载波通讯或线路高频保护的耦合电容等特点,被广泛应用于 110 kV 及以上高压电力系统中。目前现场测试 CVT 的介质损耗因数和电容量普遍采用的是“自激法”,但这种方法施加电压很低,有时难以准确判断设备的真实绝缘状况。本文通过分析自激法试验原理及其存在的问题,提出了一种测量 CVT 额定电压下介质损耗因数和电容量的方法,分析了该方法的测量可靠性及误差原因,对正确判断设备的绝缘状况,保障设备安全运行具有一定的意义。

2 自激法测量原理及存在缺点

CVT 的基本结构如图 1 所示。 C_1 与 C_2 串联分压, C_2 上电压较低,根据设计不同,一般从 13.8 kV 到 20 kV 不等,因此 C_2 的电容量一般是 C_1 的 6 到 10 倍。 C_2 末端 J 点接载波装置。二次绕组一般为 3 组。

目前现场测试 CVT 的介质损耗因数和电容量普遍使用的是“自激法”,其试验接线如图 2 所示。

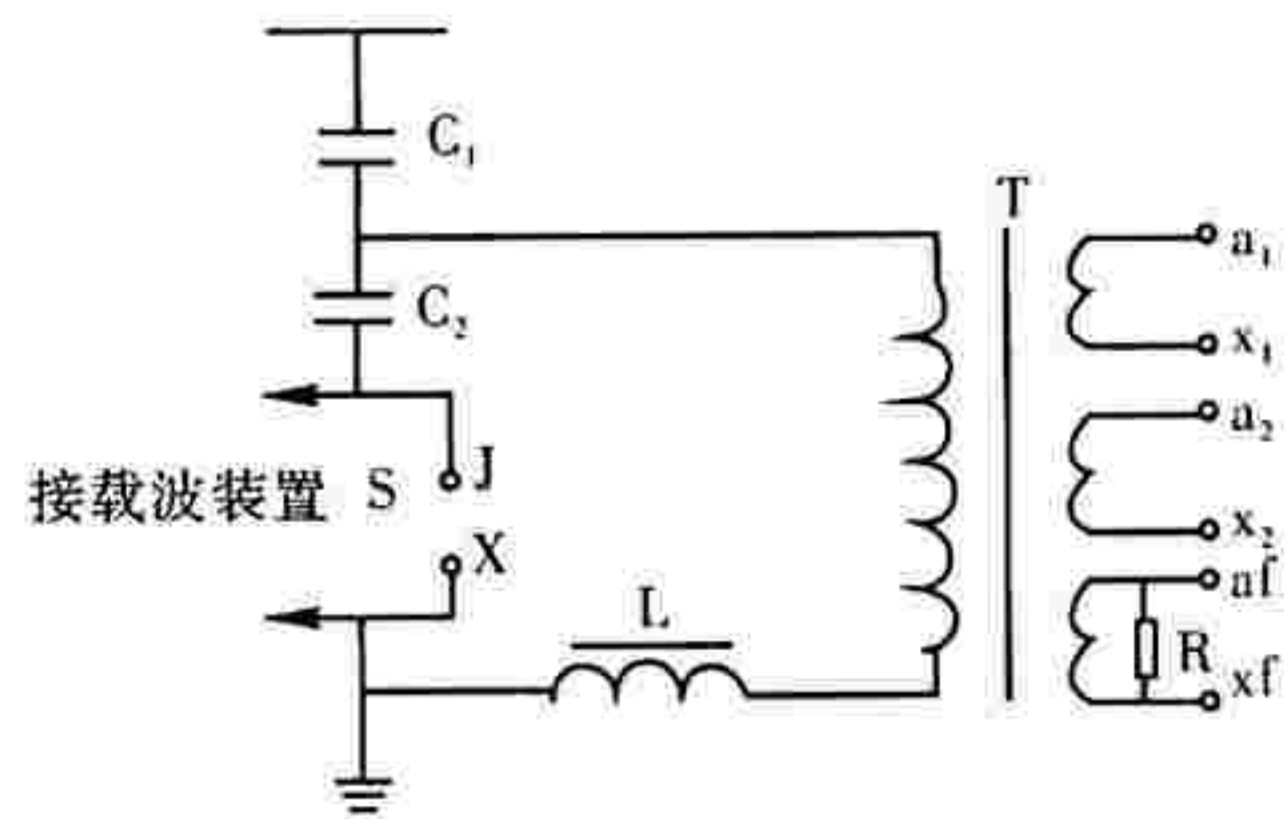


图 1 电容式电压互感器结构图
 C_1 —高压电容器; C_2 —中压电容器; X 、 J —间隙接点; T —中间变压器; L —补偿电抗器; $a_1 x_1$ —主二次 1 号绕组; R 为阻尼器; $a_2 x_2$ —主二次 2 号绕组; S —保护间隙; $a_1 x_1$ —剩余电压绕组

图 1 电容式电压互感器结构图

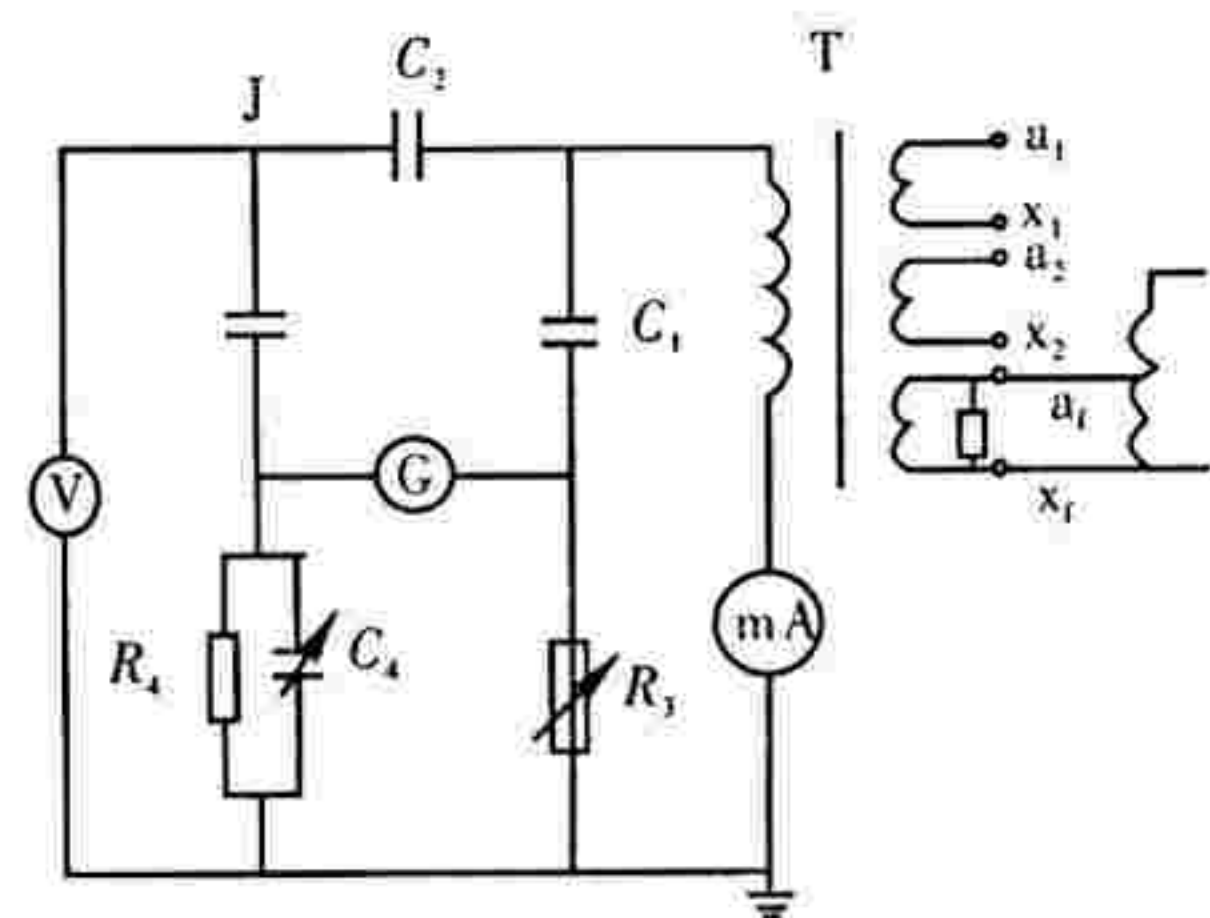


图 2 自激法测量原理图

采用自激法可以分别测量 C_1 和 C_2 的介质损耗因数和电容量,但当测量 C_1 时,由于低压端子 J 点的耐压水平只有 4 000 V,所以试验时其上电压不能超过

2 500 V,以防止损坏绝缘。从试验回路来看,标准电容器 C_N 的电容量很小(50 pF),而 C_2 的电容量则较大(0.05 μ F),根据电容分压原理, C_2 上的压降仅为 2.5 V,实际上是由标准电容器来承受全电压的,即 J 点电位基本为外施电压。因此测量 C_1 时所能施加最高电压只能为 2 500 V。另外当测量 C_2 时,由于 C_2 电容量大,考虑中间变压器输出容量限制,试验电压也只能取得较低(一般不大于 4 000 V)。

对大多数电容器而言,介质损耗因数几乎与试验电压值的大小无关。但少数油纸绝缘电容器在额定电压下的介质损耗因数较低,并满足国标要求;而在较低电压下的值就较大,且超过国标要求,因此对于这类电容器,如在较低电压下测试结果不理想,则应补测额定电压下的介损与电容量。为观察 CVT 介损随电压的变化情况,笔者对一批电容式电压互感器进行了不同电压下介损的测试,试验结果如表 1 所示。

表 1 一批电容器不同电压下的 $\tan\delta$ 实测值 %

	产品编号						
	89126	89127	89212	9014	9021	9025	9026
17 kV 电压下 $\tan\delta$	0.473	0.602	0.530	0.783	0.443	0.470	0.405
96 kV 电压下 $\tan\delta$	0.243	0.263	0.247	0.293	0.230	0.242	0.245

从表 1 中可以看出,随着试验电压的升高,CVT 的介质损耗因数在逐渐减小。产生这样测试结果的原因可能是绝缘纸中有导电的杂质,或者是卷绕、压紧,焊接时清洁度不够所致。在元件加工后产生了“杂质损耗”,当电压升高时,电容电流加大,但“杂质损耗”不变,因而 $\tan\delta$ 随电压的升高呈下降趋势,由“杂质损耗”引起低电压下 $\tan\delta$ 增大的现象一般在设备验收中就可以发现,对这类电容器应以额定电压下的 $\tan\delta$ 值为准。

为此,《DL/T596—1997 电力设备预防性试验规程》编制说明推荐 CVT 额定运行电压下测量介质损耗因数及电容量,如果采用自激法测量,显然无法满足这个要求。

3 额定电压下 CVT 介损测试方法

3.1 试验原理

额定电压下 CVT 介损测试试验接线如图 3 所示。试验时试验电压从 C 点引入,放电间隙的 J 点接桥体,中间变压器和补偿电抗器的末端 X 接地,中间变压器二次线圈一点接地,这样对 CVT 而言,试验方式与其

正常运行时相同。这种方法可测取 CVT 整体的电容量及介损值。

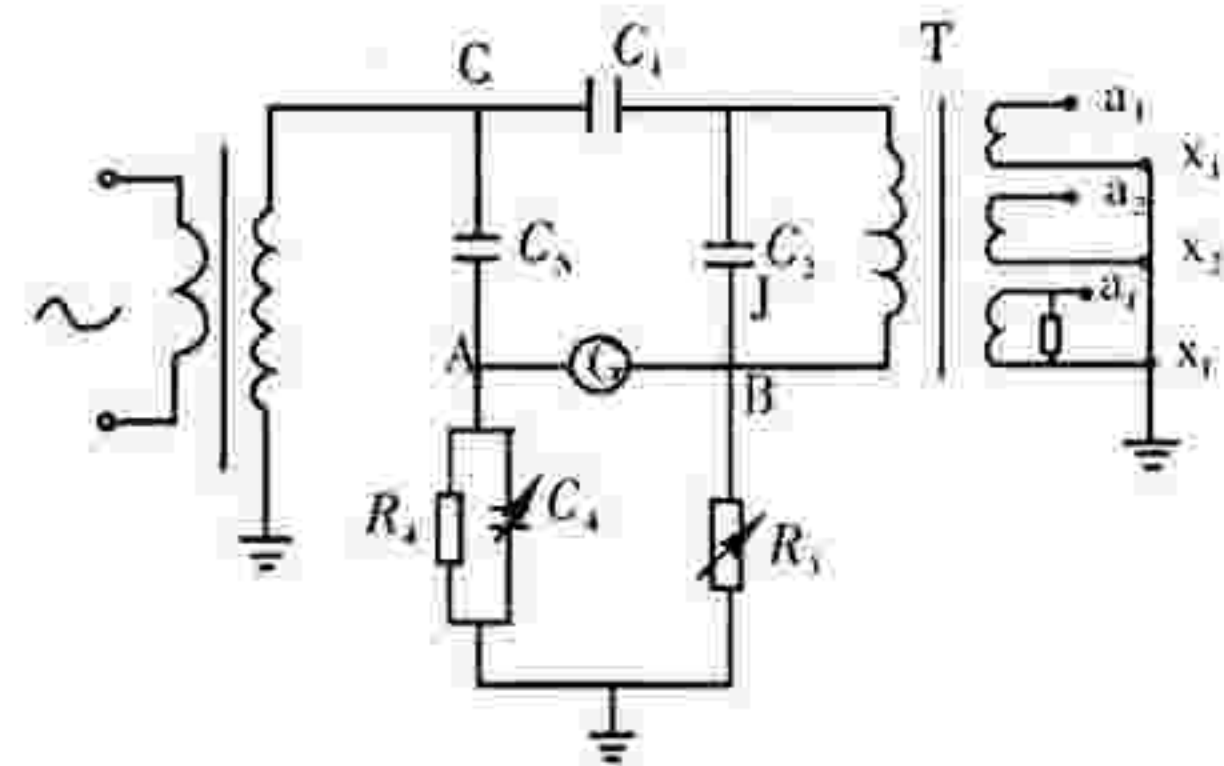


图 3 额定电压下 CVT 介损测试原理图

以试品为 WV110—10H 型的电容式电压互感器现场测试为例,此试品高压电容 C_1 为 0.0125 μ F,中压电容 C_2 为 0.05 μ F,当 CB 上加 CVT 额定电压 $110/\sqrt{3}$ kV 时,根据电容分压原理, C_2 上的电压约为 13 kV,即是其正常运行时的电压,那么 C_1 所承受的电压也为其正常运行时的额定电压。

取两只这种型号的 CVT 并分别测量其在不同电压下的介损值与电容量,试验结果如表 2、表 3 所示。

表 2 试样一在不同电压下 $\tan\delta$ 测量值

试验电压/kV	电容量/nF	$\tan\delta$ /%
10.01	10.11	0.157
19.81	10.10	0.143
29.72	10.11	0.139
39.74	10.09	0.135
49.27	10.09	0.133
61.29	10.09	0.131

表 3 试样二在不同电压下 $\tan\delta$ 测量值

试验电压/kV	电容量/nF	$\tan\delta$ /%
9.80	10.09	0.150
19.74	10.09	0.140
29.31	10.09	0.138
38.98	10.09	0.134
49.20	10.09	0.130
62.12	10.09	0.129

表 2 和表 3 的结果再次验证了 CVT 介损随施加电压升高而下降的趋势。从测试结果来看,这种测量方法是真实可信的。因此,对于 CVT 如果在较低电压下介损值超标,则应补测其在额定电压下的介损值,以便正确判断该设备的真实绝缘状况。

3.2 试验误差分析

试验时试验回路的等效电路如图 4 所示,图中 C_c 为电磁单元部分引起的杂散电容。(下转第 32 页)

的结束时间,起始时间可修改。给水流量转储起始时间为 1 s。转储数据的结束时间是根据表内历史数据的容量、软盘容量及转储的起始时间计算得出的,不可修改。在转储统计数据、顺序和追忆数据时,是将记录仪内所存的这 3 种数据全部存入软盘。

2.6 通道校验

在每一个通道设定好之后,因本记录仪为智能自校准式仪表,其测量精度由制造厂商提供保证,用户选点检查即可。

2.7 连接测量信号,使该表投入使用。

3 运行操作及日常维护

运行画面(测量/运算数据的显示画面)由状态显示和数据显示构成,运行画面有曲线、棒图、巡测数显、分页数显和一览数显。灞桥热电厂该记录仪运用一览数显,便于运行人员同时监控 4 个通道。运行人员需要进行操作时,可根据箭头方向键进行切换。该记录

仪操作简单,全汉化的功能菜单,友好的人机对话界面,简洁、有效的帮助提示,使操作极为简单,无需专门培训即可从容使用。内置高稳定精密基准源,随时进行零点和满度校正,有效克服基准随环境和时间变化所产生的漂移。该记录仪采用各种隔离技术、超大规模集成电路及四层电路板制作工艺,实现了高度集约化,提高了抗干扰能力,大大降低了故障率。

灞桥热电厂 6 号机组使用 RXA-03 型多用数据显示记录仪后,更利于监视运行参数,事故分析便捷,省去了记录仪纸等耗材和备品备件的使用,节省了大量的资金,取得了较好的经济效益。

RXA-03 型多用数据显示记录仪在实际使用中还存在着不足之处。该记录仪在数据转储功能上除内置电子磁盘外,还外配 3.5 英寸软盘驱动器,而 3.5 英寸软盘驱动器容易损坏,3.5 英寸软盘不宜长久保存,若能增加更先进可靠的外部存储媒体,将使该记录仪的存储功能更加完善。

收稿日期:2006-05-08

(责任编辑 付小平)

(上接第 29 页)

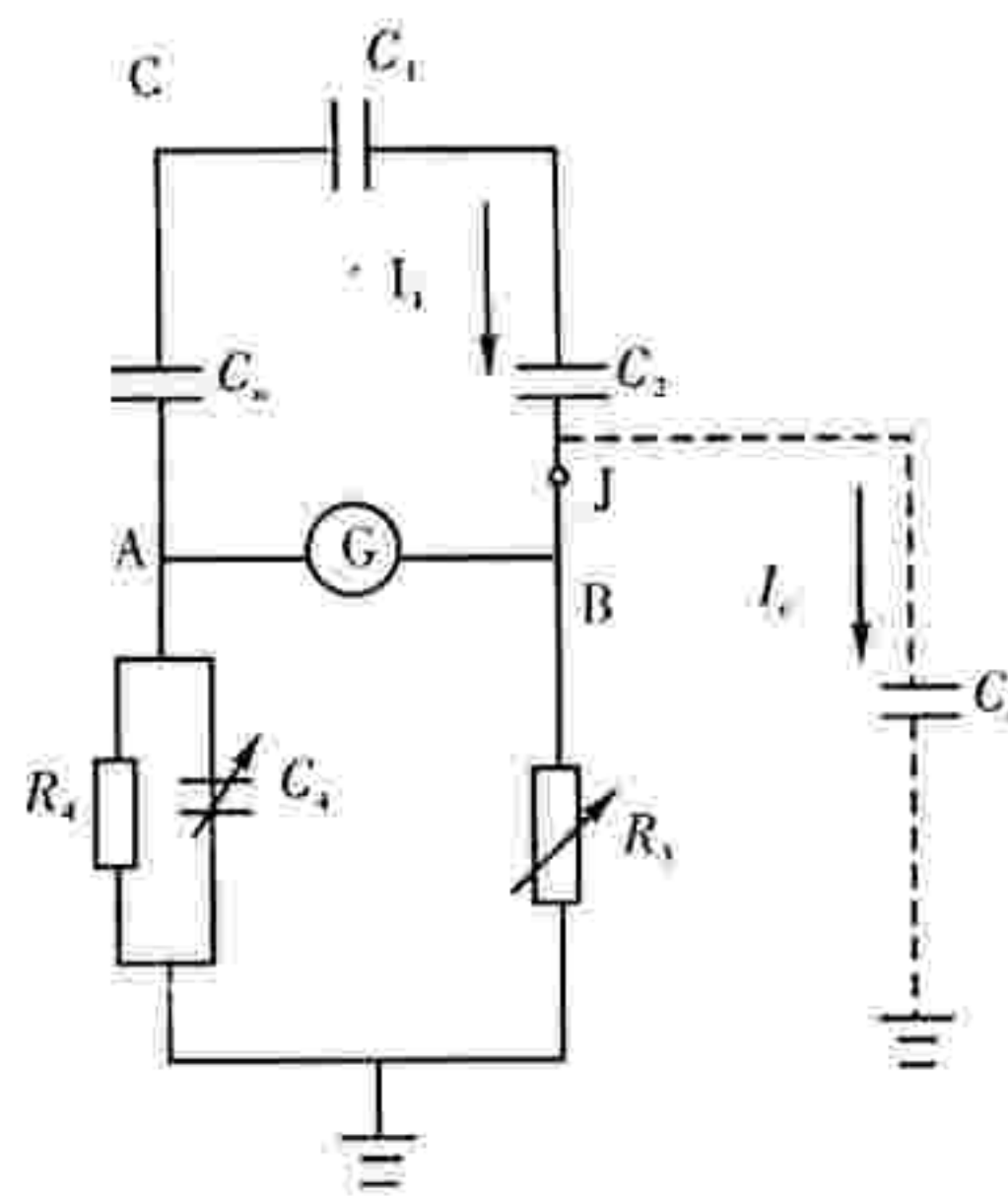


图 4 试验误差分析等效电路图

一般情况下 CVT 的电磁单元不会影响测量结果。但是实测结果表明,电磁单元出线端子的接线方式对测量结果有较大影响,其原因是 C_2 的低压端子是通过一根引线与电磁单元出线端子板上的 J 端子相连,这根低压引线与电磁单元中补偿电抗器的线圈及其引线、油箱之间距离较近,存在着分布电容 C_c ,影响了测量结果。

如果将补偿电抗器的 X 端接地后,由于 $C_c \ll C_2$,

而 $I = \omega C U$, 所以 $I_1 \gg I_c$, 即分布电容上的电压降很低,经分布电容入地的电流可以忽略不计,对 $\tan \delta$ 测量影响也很小,因此,将补偿电抗器 X 端及中间变压器二次线圈的一端接地,可以使测量结果很接近于真实值。

4 结论

(1) 对于电容式电压互感器,其介质损耗因数具有随着外施电压升高而下降的趋势,因此对该类设备,如果在较低电压下介损超标,则应补测额定电压下介损值,以便正确判断设备的绝缘状况。

(2) 采用“自激法”测量 CVT 介质损耗因数和电容量存在较多缺点,主要是试验电压较低,所以有时无法正确反映设备绝缘状况。

(3) 本文提出了一种在额定运行电压下测量 CVT 的介质损耗因数和电容量的方法,该方法准确可靠,可以测量 CVT 整体的介损与电容量,对正确判断设备绝缘状况具有一定的意义。

收稿日期:2006-05-20

(责任编辑 韩小宁)