

污秽电阻对 CVT 测量准确性影响的理论分析和试验研究

严玉婷¹, 倪学锋², 江健武¹, 钟建灵¹, 甘伟进¹

(1. 深圳供电局, 广东 深圳 518020; 2. 武汉高压技术研究院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 为了提高 CVT 测量的准确性, 笔者通过理论分析分别给出了不同额定电容及不同节数的 CVT 测量准确度受污秽电阻影响的误差公式, 并通过 ATP 软件对各种情况进行了一系列仿真, 发现当 CVT 瓷套表面污秽电阻小于 5 MΩ 时其测量准确度会受到影响。对 220 kV 的 CVT 进行的人工污秽试验结果同样显示出: 在重污秽地区使用 CVT 测量电压时, 污秽电阻可能会影响到其测量的准确级。为保证准确测量, 应定期清洁电容式电压互感器。

关键词: 电容式电压互感器; 污秽电阻; 电压测量; 测量精度

中图分类号: TM451

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)02-0062-04

Theoretical Analysis and Experiment about Effect of Contamination Resistance on Accuracy of CVT

YAN Yu-ting¹, NI Xue-feng², JIANG Jian-wu¹, ZHONG Jian-ling¹, GAN Wei-jin¹

(1. Shenzhen Power Supply Bureau, Shenzhen 518020, China;

2. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: To improve measurement accuracy of capacitor voltage transformer, a formula to calculate the error due to the effect of contamination resistance on accuracy of CVT with different rated capacitances and different sections is presented. A series of simulations under different conditions are conducted via ATP software, and the results show that when the rated capacitance of a CVT is 0.01 μF and the contamination resistance on ceramic bushing surface is smaller than 5 MΩ, the measurement accuracy of CVT will be reduced. The artificial contamination experiment of a 220 kV CVT also indicates that contamination resistance may affect the voltage measurement accuracy in serious contamination area. Therefore, CVT needs regular cleaning to ensure its measurement accuracy.

Key words: capacitor voltage transformer(CVT); contamination resistance; voltage measurement; measurement accuracy

0 引言

电容式电压互感器(CVT)是一种电压测量设备,用于提供计量保护中所需的电压信号。它与以往的电磁式电压互感器(VT)相比不会同系统杂散电容或开关断口电容发生谐振,同时具有运行可靠性高、介损小、价格低、体积小以及可兼作耦合电容器用于载波通信等优点,因此,广泛使用于高压和超高压电力系统中^[1]。

电容分压器内、外绝缘性能良好时,由于容抗远小于绝缘电阻(以单节电容量 10 000 pF 为例,容抗为 $\frac{1}{\omega C}=318\ 471.3\ \Omega$,绝缘电阻一般大于 200 MΩ),

电容分压器的分压比可简化为: $T=\frac{C_1+C_2}{C_1}$; 一旦分

压电容绝缘发生变化时,分压比将变为: $T'=\frac{Z_1+Z_2}{Z_1}$ 。

这时 T' 是一个复向量,不仅分压比幅值发生变化,还会在分压器一次和二次侧引入相角差,从而影响到 CVT 测量的准确性。当阻抗变化大到一定程度时,由于相位角剧增,还可能导致保护的误动作,影响系统安全。

因为 CVT 是户外设备^[2],当 CVT 瓷套表面积污时,污秽电阻将并联到 CVT 电容分压器的各节瓷套上,一旦每节污秽电阻较小且其大小与每节分压器的容抗大小不成比例时,就可能影响到 CVT 测量的准确性。

1 理论分析

1.1 两节式 CVT 受污秽电阻的影响研究

当 CVT 绝缘瓷套表面积污时,相当于分压电容

收稿日期:2008-03-05; 修回日期:2008-08-13

作者简介:严玉婷(1982-),女,江西省鹰潭市人,硕士研究生,从事高压电压试验工作。

的两端并联了电阻,图1是考虑了一体式 CVT 污秽电阻时的电容分压器的部分简化电路图。

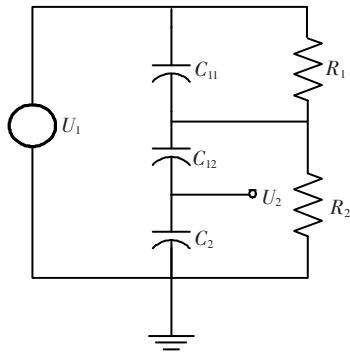


图1 一体式 CVT 表面积污时的等效电路

图1中 R_1 是上节瓷套表面等效并联的污秽电阻, R_2 是下节瓷套表面等效并联的污秽电阻, C_{12} 和 C_2 共装一节瓷套内构成 C_{22} , C_{11} 和 C_{12} 共同组成电容分压器高压电容, C_2 是中压电容, C 是整个电容分压器的等值电容, 即

$$C = \frac{C_{11} \cdot C_{22}}{C_{11} + C_{22}} \quad (1)$$

按照图1计算出的中压端与高压端电压的比值为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_2 + j\omega C R_1 R_2}{R_1 + R_2 + 2j\omega C R_1 R_2} \cdot \frac{C_{12}}{C_{12} + C_2} \quad (2)$$

由式(2)可推导出由污秽电阻引入的相角偏差为

$$\Delta\theta = \arctan \frac{R_1 - R_2}{\frac{R_1 + R_2}{\omega C R_1} + 2\omega C R_1 R_2} \quad (3)$$

幅值偏差为
$$\Delta U = \frac{1 - \frac{R_1}{R_2}}{\sqrt{\left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right)^2 + \omega^2 C^2 R_1^2}} \cdot U_1 \quad (4)$$

从表达式中可以看出幅值和相角的误差都明显与 R_1 和 R_2 的差值有关 (即与 $\ln \frac{R_1}{R_2}$ 有关), R_1 和 R_2 相差越大, 幅值偏差和相角偏差都会增大。

另外, 当 $(R_1 + R_2)^2$ 与 $\omega^2 C^2 R_1^2 R_2^2$ 差不多大时, 幅值误差 ΔU 随每节的电容 C 的增大而减小, 且电阻越大, 增大 C 对减小 ΔU 的作用越显著。角差 $\Delta\theta$ 也与每节电容有关, 只是由于分母和分子上出现 C , 所以不及幅值的影响显著且关系较为复杂。

1.2 多节 CVT 受污秽电阻的影响研究

额定电压为 $\frac{330}{\sqrt{3}}$ kV 的 3 节一体式 CVT 表面积污后电容分压器的简化电路图见图 2。图 2 中, R_1 是第 1 节瓷套表面的等效污秽电阻, R_2 是第 2 节瓷套表面的等效污秽电阻, R_3 是第 3 节瓷套表面的等效污秽电阻, C_{11} 、 C_{12} 、 C_{13} 共同组成电容分压器高压电容, 且有 $C_{11} = C_{12}$, C_2 串联 C_{13} 共同构成 C_3 , C_2 是中压

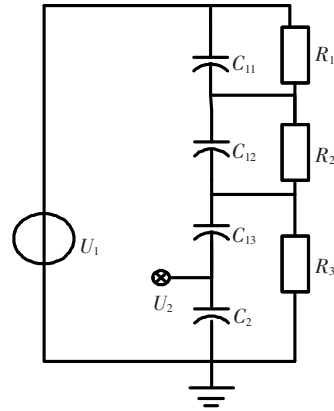


图2 并联了污秽电阻的三节式 CVT 的简化电路图

电容, C 是整个电容分压器的等效电容, 且有 $C = C_{11}/3$ 。计算出电压偏差为

$$\Delta U/U_1 = \frac{R_3 - \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} + j\omega C (R_1 R_3 + R_2 R_3 - R_1 R_2)}{R_1 + R_2 + R_3 - 27 R_1 R_2 R_3 \omega^2 C^2 + 6j\omega C (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)} \cdot \frac{C_{13}}{C_{13} + C_2} \quad (5)$$

可见, 与两节的 CVT 相比, 3 节的影响因素更多, 公式更为复杂。其幅值偏差和角度偏差也与各节电阻的大小和不均匀度直接相关。

2 仿真研究

2.1 两节 CVT 受污秽电阻影响的仿真分析

从上面的分析可以看出, 幅值与相角的偏差与污秽电阻的大小及电阻的不均匀度有直接关系, 那么污秽的不均匀度应该如何选取?

表 1 是在深圳供电局几个变电站的户外支柱绝缘子模拟瓷瓶测得的污秽数据。模拟瓷瓶一共 15 片, 实验所取的分别是从上数第 2 片, 正中间的那片及倒数第 2 片的表面电导率的数值。

由表 1 可看出, 户外设备瓷套表面污秽分布是不均匀的。综合分析实验数据, 在后面的研究中分别取 R_1/R_2 等于“1.1, 1.2, 1.5, 2”4 个不同数值进行分析。

有了不均匀度的大小, 还需要确定表面电阻的范围, 以下是两种选取电阻值的方法。

2.1.1 根据国标给定的表面电导率换算出电阻值

表面电导率 (单位为 $S \cdot cm^{-1}$) $\delta_s = \frac{Ib}{UL}$, 其中 b 为试样上两电极之间距离, L 为电极宽度 [3]。又因为

$$R = \frac{U}{I} = \frac{b}{\delta_s E}$$

文中对应于国标 GB 5582-93《高压电力设备外绝缘污秽等级》附录 A 给出的表面电导率换算出如下的一系列电阻值进行仿真, 表 2 给出了几个有代表性的数据。当 R_1 和 R_2 取不同值时, 幅值偏差 ΔU_2 与相角偏差 $\Delta\theta$ 的值见表 2。

从表 2 的计算结果可看出, 污秽电阻对电容分

表 1 深圳供电局变电站户外支柱绝缘子模拟瓷瓶的污秽数据

站名	日期	天气	温度/℃	湿度/%	上层表面电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	中层表面电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	下层表面电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
福永	2005-12-24	多云	22	44	0.081	0.064	0.112
新安	2006-01-07	晴	10	41	0.062	0.041	0.034
白田	2006-01-07	晴	10	41	0.056	0.036	0.073
西乡	2006-01-11	晴	20	60	0.035	0.027	0.032
沙头角	2007-01-29	多云	17	45	0.015	0.010	0.012
沙河	2007-01-29	多云	17	45	0.013	0.009	0.011

表 2 两节 CVT 取不同污秽电阻时的电压偏差

污秽等级	表面电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	$R_1/\text{M}\Omega$	$R_2/\text{M}\Omega$	$K=\ln\frac{R_1}{R_2}$	U_2/kV	$\Delta U_2/\%$	$\Delta\theta/(\circ)$
	5.5	0.275 0	0.330 0	$-\ln 1.2$	36.71	4.9	-2.5
	12.5	0.120 0	0.100 0	$\ln 1.2$	32.21	-8.1	6.0
	20.0	0.074 7	0.062 0	$\ln 1.2$	31.94	-8.8	4.1
	60.0	0.025 0	0.027 5	$-\ln 1.1$	36.65	5.5	-0.22

压器分压比的影响是很大的。然而,户外棒形支柱绝缘子在各种污秽等级下的表面电导率是整个绝缘子表面的局部电导率的平均值,实际的电导率分布是很不均匀的,因此实际的电阻值也要比这样换算出来的大得多。

2.1.2 采用不同污秽等级时对应的泄漏电流进行换算

表 3 所列出的是污秽程度不同时对应绝缘子的表面电导率和泄漏电流值^[4]。

表 3 表面电导率和泄漏电流的对应关系

泄漏电流/ mA	表面电导率/($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	污秽程度
0~20	0~5.0	安全
20~50	5.0~10.0	轻度污秽
50~100	10.0~20.0	预警
100~200	20.0~40.0	危险
200~	40.0~	闪络

另据武高所 2003 年 2 月对福建省某 220 kV 变电站支柱式绝缘子的污秽泄漏电流数据记录资料,该地区为 - 级污区,属于安全范围,泄漏电流基本上在 10 mA 以下,但在小雨或雾天时,个别会有超过 50 mA 的情况出现。

CVT 瓷套与支柱绝缘子的构造和运行环境基本类似^[5],因此,外表面的积污情况是基本相同的,即 $\delta_1=\delta_2$,根据表面电导率的公式通过两者的形状参数可将支柱绝缘子表面的泄漏电流换算成 CVT 表面的泄漏电流,即

$$\delta_1 = \frac{I_1 b_1}{U_1 L_1} = \delta_2 = \frac{I_2 b_2}{U_2 L_2} \quad (6)$$

将两者的形状参数带入,得: $R_2=0.8R_1$

$$\text{因为 } R=U/I \quad (7)$$

CVT 每节瓷套上加的电压为 $\frac{110}{\sqrt{3}}$ kV,将不同

状态下的泄漏电流带入式(7),可大致将 CVT 表面

污秽电阻分成以下几种情况加以讨论^[6]: 大气清洁,无明显污染;在此运行条件下,CVT 瓷套表面的泄漏电流在 0.1mA 以下,对应的电阻几千兆欧,不会对电容分压器产生明显的影响; - 级污秽地区,晴天、多云或大雨过后,CVT 瓷套表面的泄露电流最大值为 1~5 mA,对应的电阻范围约为 10~100 M Ω ; - 级污秽地区,空气湿度较大时,如小雨或雾; CVT 瓷套表面的泄漏电流最大值可达 5~25 mA,相对应的电阻范围约为 2~10 M Ω 。 - 级污秽地区,空气湿度较大时,如雾天或小雨;在此运行条件下,CVT 瓷套表面的泄漏电流最大值可达 25~100 mA,相对应的电阻范围约为 0.5~2 M Ω ; 级以上污秽地区,空气湿度较大时,如雾天或小雨;在此运行条件下,CVT 瓷套表面的泄漏电流最大值可达 200 mA 以上,以致使得瓷套表面发生放电; 大雨:因为雨水可冲刷掉很大一部分的污秽^[7],所以在不形成桥接的情况下一般泄漏电流不会超过 10 mA,对应的污秽电阻大于 10 M Ω 。但当大暴雨时,雨水桥接了伞群,泄漏电流可能较大。

额定电压为 $\frac{220}{\sqrt{3}}$ kV 的 CVT,其常用额定电容

为 0.005 μF 和 0.01 μF 。文中分别对额定电容为 $C=0.005 \mu\text{F}$ 及 $C=0.01 \mu\text{F}$ 的两节式 CVT 都取了一系列不同的电阻值进行仿真(为了方便取值,取 $U_1=220 \text{ kV}$,无影响时的准确值 $U_{20}=35 \text{ kV}$)。表 4 列举出了不同额定电容的两节式 CVT 表面污秽电阻不同时的幅值与相角差的几组典型仿真数据。

结果发现:

(1)若污秽电阻降到 5 M Ω 以下的数量级时,其各节污秽电阻值的大小不同会使得额定容量为 0.005 μF (0.01 μF 时为 3 M Ω)的 CVT 测量产生不可忽视的误差。分压比的角度误差往往比幅值的误

表4 两节式 CVT 的几组典型仿真数据

$R_1/\text{M}\Omega$	$R_2/\text{M}\Omega$	$C/\mu\text{F}$	$K=\ln\frac{R_1}{R_2}$	U_2/kV	$\Delta U_2/\%$	$\Delta\theta/(\circ)$
10.00	12.00	0.005	$-\ln 1.2$	35.00	0	-0.16
15.00	10.00	0.005	$\ln 1.5$	34.99	-0.03	0.30
2.20	3.30	0.005	$-\ln 1.5$	35.11	0.32	-1.40
1.10	0.55	0.005	$\ln 2.0$	33.45	-4.50	5.50
0.55	1.10	0.005	$-\ln 2.0$	37.08	6.01	-6.70
15.00	10.00	0.010	$\ln 1.5$	35.00	0	0.15
2.20	3.30	0.010	$-\ln 1.5$	35.03	0.08	-0.68
1.10	0.55	0.010	$\ln 2.0$	34.56	-1.26	4.01

差还要严重。

(2) CVT 分压比的偏差主要与 $K=\ln\frac{R_1}{R_2}$ 有关, 当 $|K|$ 越大时, 偏差越大。当污秽电阻足够小, 且 $|K|$ 较大时, 幅值和相位的偏差可能大于规定值。

(3) 同样数值的污秽电阻, $K=\ln\frac{R_1}{R_2}$ 为正 (即 R_1 大于 R_2) 时分压比的相角偏差绝对值要小于 K 值为负 (即 R_1 小于 R_2) 时的情况, 幅值偏差基本相同。

(4) 增大电容能改善污秽度对分压比的影响。电容值增大了一倍后, 相同污秽条件下分压比的幅值误

差要比原先小得多, 但角差的减小并不是很大。当污秽电阻较小时, 同一污秽条件下的误差和原先电容值时该污秽度对应阻值的 1/2 条件下的误差差不多。

2.2 多节 CVT 受污秽电阻的影响研究

对应于以上分析的每种污秽及气候情况, 笔者对额定电压为 $\frac{330}{\sqrt{3}}$ kV 的 CVT, 额定电容为 $0.005 \mu\text{F}$ 的 3 节式 CVT 取了一系列不同的电阻值进行仿真, 计算中令 $C_{13}=0.022 \mu\text{F}$, $C_{12}=C_{11}=0.015 \mu\text{F}$, $C_2=0.04715 \mu\text{F}$ 。表 5 为几组典型仿真数据。

结果发现:

表5 3节额定电压为 $\frac{330}{\sqrt{3}}$ kV 的 CVT 受污秽电阻影响的情况分析

$R_1/\text{M}\Omega$	I_1/mA	$R_2/\text{M}\Omega$	$R_3/\text{M}\Omega$	$K_1=\ln\frac{R_1}{R_3}$	$K_2=\ln\frac{R_2}{R_3}$	U_2/kV	$\Delta U_2/\%$	$\Delta\theta/(\circ)$
15.000	4.2	15.000	10.00	$\ln 1.5$	$\ln 1.5$	35.00	0	0.28
10.000	6.3	10.000	15.00	$-\ln 1.5$	$-\ln 1.5$	35.00	0	-0.28
10.000	6.3	14.400	12.00	$-\ln 1.2$	$\ln 1.2$	35.00	0	0
14.400	4.4	10.000	12.00	$\ln 1.2$	$-\ln 1.2$	35.00	0	0
3.300	19.0	2.200	2.20	$\ln 1.5$	0	34.97	-0.09	0.61
2.200	28.0	3.300	3.30	$-\ln 1.5$	0	35.03	0.09	-0.61
0.660	95.0	0.660	0.55	$\ln 1.2$	$\ln 1.2$	34.54	-1.54	2.20
0.550	114.0	0.660	0.66	$-\ln 1.2$	0	35.24	0.69	-1.07
0.550	114.0	0.660	0.55	0	$\ln 1.2$	34.77	0.94	1.10
0.275	228.0	0.275	0.55	$-\ln 2.0$	$-\ln 2.0$	39.30	12.28	-10.43
0.200	318.0	0.200	0.40	$-\ln 2.0$	$-\ln 2.0$	41.66	19.03	-11.42
0.400	159.0	0.400	0.20	$\ln 2.0$	$\ln 2.0$	29.68	-15.20	13.54
0.400	159.0	0.300	0.30	$\ln 1.5$	0	34.13	-2.49	2.57
0.300	212.0	0.400	0.30	0	$\ln 1.5$	34.13	-2.49	2.57

(1) 分压比及角度的误差都受 R_1, R_2, R_3 的大小及 $K_1=\ln\frac{R_1}{R_3}$ 、 $K_2=\ln\frac{R_2}{R_3}$ 影响。与两节式的类似, 污秽电阻降到 $5 \text{ M}\Omega$ 以下的数量级时, 其各节污秽电阻值的大小不同会使测量产生不可忽视的误差。

(2) 当 3 节 CVT 污秽电阻误差不均匀度 $K_1=K_2=K$ (K 为两节式的 CVT 污秽电阻不均匀度), 且对应电阻大小相同时, 3 节式的幅值与角度误差会稍稍

小于两节式的。

(3) 当 K_1 为正、 K_2 为负或 K_1 为负、 K_2 为正时, 两者的影响可在一定程度上相抵消, 起到减小误差的作用, 角度误差的减小尤为明显。但 3 节式的影响因素较多, 且其高度是按 R_1, R_2, R_3 的顺序排列的, 因此 K_1, K_2 皆为正值或负值的可能性要大于 K_1 为正、 K_2 为负或 K_1 为负、 K_2 为正的可能性。(下转第 69 页)

- [6] LATHAM R V. High Voltage Vacuum Insulation: The Physical Basis[M]. London: Academic Press, 1981.
- [7] LAFFERTY J M. Vacuum Arcs Theory and Application[M]. New York: John Wiley & Sons, 1980.
- [8] BOXMAN R L, SANDERS D M, MARTIN P J. et al. Handbook of Vacuum Arc Science and Technology-fundamentals and Applications [M]. New Jersey: Noyes Publications, 1995.
- [9] LATHAM R V. High Voltage Vacuum Insulation Chapter2: The Operational Characteristics of a High Voltage Vacuum Gap[M]. London: Academic Press, 1981.
- [10] 李震彪, 翁 桅. 开关电触头的击穿机理及影响真空间隙击穿的因素[J]. 高压电器, 1996, 32(5): 32-40.
- [11] FUKUOKA Y, YASUOKA T, KATO K, et al. Breakdown Conditioning Characteristics of Long Gap Electrodes in Vacuum [C]// IEEE 22nd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, Matsue, Japan, 2006: 59-62.
- [12] FUKUOKA Y, YASUOKA T, KATO K, et al. Breakdown Conditioning Characteristics of Long Gap Electrodes in a Vacuum [J]. IEEE Transactions on Dielectric and Electrical Insulation, 2007: 14(3): 577-582.
- [13] SLADE P G. The Vacuum Interrupter Theory, Design and Application [M]. New York: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2008.
- [14] TOYA H, HAYASHI T, YORITA M, et al. Numerical Modeling to Evaluate the Withstand Voltage of a HV Vacuum Interrupter [J]. IEEE Transactions on Electrical Insulation, 1989, 24(1): 21-30.
- [15] GIERE S, KARNER H C, KNOBLOCH H. Dielectric Strength of Double and Single Break Vacuum Interrupters[J]. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 2001: 8(1): 43-47.
- [16] SPOLAORE P, BISOFFI G, CERVELLERA F, et al. The Large Gap Case for HV Insulation in Vacuum [J]. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 1997, 4(4): 389-393.
- [17] EMELYANOV A A. Pulsed Electric Strength of Centimeter Vacuum Gaps [C]// IEEE 22nd International Symposium on Discharges and Electrical Insulation in Vacuum, Matsue, Japan, 2006: 33-36.
- [18] ZOU Ji-yan, HE Jun-jia, CHENG Li-chun. Improvement of Voltage Withstanding Level of Vacuum Interrupters [C]// IEE 2nd International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management, Hong Kong, 1993: 338-341.
- [19] 何俊佳, 邹积岩, 程礼椿. 真空灭弧室的火花老炼 [J]. 高压电器, 1994, 30(1): 18-21.
- [20] 何俊佳, 邹积岩, 张汉明, 等. 火花老炼对真空灭弧室绝缘强度的影响[J]. 电工技术学报, 1997, 12(3): 33-36.

(上接第 65 页)

3 实验结果分析

为进一步研究重污秽条件下极不均匀污秽电阻对 CVT 分压比影响的程度^[8], 笔者对 220 kV 的一体式 CVT 进行了人工污秽试验, 几组实验数据见表 6。

表 6 极不均匀重污秽对 CVT 分压比影响的实验结果

$R_1/M\Omega$	$R_2/M\Omega$	$C/\mu F$	$\Delta U_2/\%$	$\Delta\theta/(\circ)$
2.5	41.0	0.005	0.290	20.9
5.7	40.0	0.005	0.032	28.2
6.0	2.2	0.010	-0.460	23.0
12.0	4.2	0.010	-0.310	15.9

由实验结果可以看出, 当泄漏电流较大、表面污秽电阻较小时, CVT 的电容分压器的分压比会受到影响, 但实际影响程度不像仿真结果那么显著。为保证测量的准确性, 应定时清洗 CVT。

4 结论

(1) CVT 分压比的偏差与各节间积污的不均匀度有关, 不均匀度越大, 偏差越大。当污秽电阻降到 5 M Ω 以下, 且不均匀度较大时, 电容分压器幅值和相位的准确性都可能大于规定值。分压比的角度误差往往比幅值的误差还要严重。

(2) 增大电容能改善污秽度对分压比的影响。当 CVT 节数增多时污秽对其测量准确性的影响将变

得更为复杂, K_1 为正、 K_2 为负或 K_1 为负、 K_2 为正时, 可以减小误差。

(3) 试验证明, 在污秽特别严重的地区, CVT 的分压比很有可能受到污秽电阻的影响, 为保证 CVT 测量的准确性, 应定时清洗。

参考文献:

- [1] 盛国钊, 倪学锋. 电容式电压互感器 [Z]. 武汉: 武汉高电压研究所, 2002.
- [2] 房金兰, 蔺耀宏. 国内外电容式电压互感器目前水平及发展趋势[J]. 电力电容器, 1999(1): 1-5.
- [3] 关志诚, 崔国颖. 局部表面电导率法及其应用 [J]. 电磁避雷器, 1994(2): 20-24.
- [4] 清华大学, 西安交通大学. 高电压绝缘 [M]. 北京: 电力工业出版社, 1980.
- [5] ZHAO Zi-yu, XIE Heng-kun, ZONG Ren-peng. A Newly Developed Leak Current Monitoring System for the Assessment of Insulator Pollution Severity [C]// IEE transactions on EI, 2006: 319-322.
- [6] SWIFT D A. Flashover of an Insulator Surface in Air Due to Polluted Water Droplets [C]// IEEE Proc. 4th Int. Conf. Properties and Applications of Dielectric Materials, 1994: 550-553.
- [7] 陈耀高, 邓 敏, 林力辉. 高压绝缘子在线监测系统简析[J]. 电网技术, 2001 25(11): 23-26.
- [8] 防污闪技术手册[Z]. 江苏: 江苏科学技术出版社, 1993.