

# 三相组合互感器两种检定方法的比较研究

刘 鹏, 蒋映霞

(四川电力试验研究院, 四川 成都 610072)

**摘 要:**给出了高压三相组合互感器的工作原理,并以三相组合互感器的电流单元为例先给出了其单相检定方法和试验结果。针对高压三相组合互感器的结构特点,提出了采用三相法模拟实际工作状态下对高压三相组合互感器进行检定,并给出了试验结果。由两种方法比较可知所提出的三相法能准确检定出高压三相组合互感器中电压元件和电流元件实际运行中相互影响带来的误差,比单相检定方法更能真实反映高压三相组合互感器实际工作的真实误差情况。

**关键词:**高压三相组合互感器;误差;相互影响;检定方法

**Abstract:** The working principle of HV three-phase combined transformer is proposed. The single-phase calibration method and three-phase calibration method of HV three-phase combined transformer are introduced. And the test methods and the test results are given. HV three-phase combined transformer can be calibrated accurately in simulating real running state with the proposed calibration method and apparatus. The test results show that the error of HV three-phase combined transformer caused by the mutual influence between the voltage elements and current elements can be measured accurately.

**Key words:** HV three-phase combined transformer; error; mutual influence; calibration method

**中图分类号:** TM76 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-6954(2010)01-0079-03

在 35 kV 及以下电压等级的电网中,三相组合互感器和三相电压互感器广泛用于关口电能计量以及电网的电压监测<sup>[1-3]</sup>。它们的质量性能及其误差特性直接影响到电力部门的安全稳定运行和计量的公平、公正。如何准确对其进行检定尤显迫切和重要。

目前,无论是三相组合互感器生产厂家还是各检测部门均采用单相法<sup>[4-6]</sup>对其进行出厂检验、验收及周检。高压三相组合互感器将电流互感器和电压互感器组合在一个狭小空间内,各互感器单元之间存在电磁影响<sup>[2]</sup>。单相法检定出的误差结果无法真实反映高压三相组合互感器实际工作时的误差特性。为此,提出了采用三相法对高压三相组合互感器进行检定的方法。该方法同时对高压三相组合互感器施加三相电压和三相电流,模拟现场实际运行状态,对其进行检定,能够有效检测出三相组合互感器中电流元件和电压元件相互影响带来的误差量。

以电流单元为例,给出了其单相法和三相法这两种检定方法。并以一台三相二元件 10 kV 组合互感器为试验对象进行了试验,并给出了试验结果。结果表明,单相法的校验线路简单,三相法的校验线路稍微复杂,但能同时对三相组合互感器的电流或者电压

单元同时进行校验,也提高了校验效率,同时能够真实检定出高压三相组合互感器实际运行时的误差特性,为电能计量的公平公正提供了可靠的技术保障。

## 1 高压三相组合互感器

高压三相组合互感器(又称高压电力计量箱组合互感器)适用于额定频率为 50 Hz 额定电压为 3 kV、6 kV、10 kV、35 kV 的三相配电网用作电能计量,并安装在供电变压器的高压侧,仪表箱内装三相有功电度表及无功电度表,是用来直接测量高压线路中有功和无功电能的电器设备。对防止窃电、节约能源、供电管理具有重要作用。图 1 为两元件的高压三相组合互感器的原理图。图 1 中方框内部分为三相组合互感器的电气原理,其中包括了两个电压互感器和两个电流互感器,它们组合在一起形成一个整体。在此狭小空间中,相互之间存在电磁影响,必然在其运行时对其测量误差特性产生影响。

## 2 三相组合互感器的单相校验法

三相组合互感器的单相校验法是指对其采用传统校验方法对三相组合互感器中的某个电流互感器

**基金项目:**四川省电力公司科研基金 2007(32)

或者电压互感器单独进行校验,校验时其他几个互感器均不升流和升压。以校验其中电流互感器单元为例给出了单相法校验线路图,如图 2 所示。

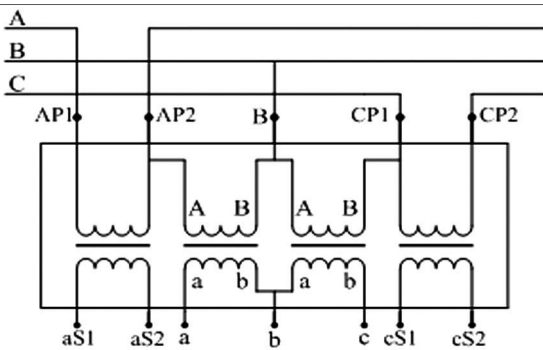


图 1 两元件高压三相组合互感器原理图

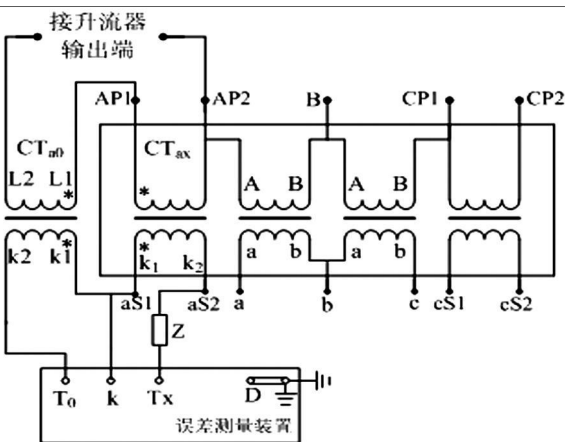


图 2 三相组合互感器中电流互感器的单相法校验线路图

由图 2 可知采用单相法对高压三相组合互感器进行校验其校验线路简单,容易掌握。但是校验时高压三相组合互感器内部其他电气单元均没有升流和升压,不符合现场运行情况。文中仅就 V-V 接线方式进行试验分析研究。选取一台型号为 JLSJWH-10 的三相二元件的 10 kV 组合互感器。该三相组合互感器中电压单元电压变比为 10000 V/100 V,额定容量为 25 VA,准确度等级为 0.2 级;电流单元的电流变比为 10 A/5 A,额定容量为 10 VA,准确度等级为 0.2 s 级。在试验中采用单相法对高压三相组合互感器的电流单元作了误差测试。其电流互感器的测试结果如表 1 所示,试验中所有互感器二次负荷功率因数均为 0.8。

### 3 三相组合互感器的三相校验法

采用三相法模拟高压三相组合互感器实际工作状态进行校验的原理框图如图 3 所示。由图 3 可知,

表 1 单相法检定电流互感器误差

相别 变比	误差	额定电流百分数 /%				二次 负荷	
		1	5	20	100		
A 相 10A / 5A	f/%	0.054	0.058	0.065	0.084	10 VA	
	$\delta/'$	5.200	4.780	3.510	1.050		
	f/%	0.120	0.123	0.123	0.123		2.5 VA
	$\delta/'$	2.460	2.370	2.010	1.080		
C 相 10A / 5A	f/%	0.064	0.063	0.066	0.085	10 VA	
	$\delta/'$	5.230	5.100	3.780	0.960		
	f/%	0.122	0.130	0.127	0.123		25 VA
	$\delta/'$	2.850	2.610	2.290	1.200		

采用三相法检定高压三相组合互感器的检定系统主要由高压三相组合互感器检定控制台、高压带升流器的标准电流互感器、升压器、标准电压互感器、三相组合互感器校验仪以及被试品等几个部分组成。

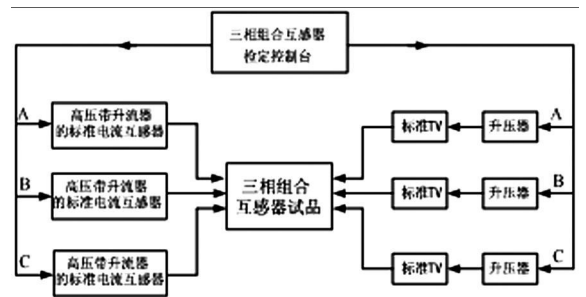


图 3 三相法检定三相组合互感器原理框图

当采用三相法对高压三相组合互感器中电流互感器进行检定时,由三相组合互感器检定控制台通过升压器将电压升至三相组合互感器的工作电压,并通过标准 TV 监视升压的电压值。然后由三相组合互感器检定控制台的控制下逐步升流,对三相组合互感器中的电流互感器同时进行检定。同样,当采用三相法对高压组合互感器中电压互感器进行检定时,由三相组合互感器检定控制台首先将三相组合互感器的电流互感器的一次侧电流升至额定电流值,其二次侧短路或接入二次负载,并通过标准电流互感器监视升流的电流值。然后在三相组合互感器检定控制台的控制下逐步升压,对三相组合互感器中的电压互感器同时进行检定。这样检定装置可采用同时对被试品通入额定三相电流和额定三相电压的检测方法进行检定,克服了单相检定方法不能模拟三相实际使用情况的不足,使检测结果更符合现场实际,从而达到了准确、可靠。另外使用本装置使得检测试验回路清晰明了,既有利于高压试验工作的安全,又避免了原来单相法中多次接线易出错的弊病,提高了工作效率。

采用三相法对上述试品中的电流互感器进行误差试验。V-V 型接线的高压三相组合互感器中电

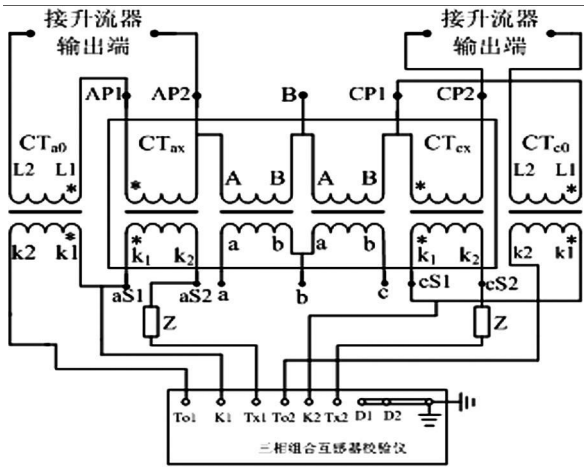


图 4 三相法检定高压三相组合互感器中  
电流互感器线路图

表 2 三相法检定电流互感器误差  
(施加 100% 额定电压)

相别 变比	误差	额定电流百分数 /%				二次 负荷
		1	5	20	100	
A 相 10A / 5A	f/%	-0.052	0.041	0.063	0.084	10 VA
	$\delta$ '	7.190	4.800	3.290	0.940	
	f/%	0.019	0.101	0.121	0.125	2.5 VA
	$\delta$ '	4.000	2.740	1.930	1.060	
C 相 10A / 5A	f/%	0.081	0.075	0.070	0.083	10 VA
	$\delta$ '	5.250	5.030	3.770	1.180	
	f/%	0.165	0.142	0.132	0.125	25 VA
	$\delta$ '	3.540	2.650	2.380	1.320	

流互感器三相校验方法校验线路图如图 4 所示。图中 CTa0 和 CTc0 分别为检定组合互感器的 a 相电流互感器和 c 相电流互感器的电流标准器。按照图 4 的接线方法进行接线, 首先将三相组合互感器的电压互感器一次侧电压升流至额定电压, 然后对电流互感器的一次侧逐步升流, 一次性完成所有电流互感器单元的测试。其测试结果如表 2 所示, 试验中所有互感器二次负荷功率因数均为 0.8。

## 4 分析比较

比较表 1 和表 2 采用两种方法对同一台三相组合互感器中电流互感器进行检定结果可以看出, 在 1% 和 5% 这两点的误差变化比较大, 最大的差值有 1.06%, 说明组合互感器实际工作时, 电压互感器在规定的励磁条件下对电流互感器的误差特性会产生影响。在大量试验样本中, 发现有的厂家在采用三相法时, 1% 和 5% 这两点的误差已经超出了限值。同时, 从两个表中可以看出, 两种方法所得到的数据的差异性随电流的增加而减小, 也就是说, 电场对 TA

在小电流时的误差影响较大, 随着电流的增加, 该影响量就被大信号淹没了, 可不去考虑。从试验的大量样本发现, 不同生产厂家生产的三相组合互感器由于其制造工艺、设计、材料等不同, 其电流互感器和电压互感器的相互影响也不尽相同, 有些厂家生产的三相组合互感器采用三相法检定发现其误差超出了误差限值, 成为不合格的产品, 而用单相法对其检定, 可认为是合格产品。

同时, 从上述分析中可知采用单相法对高压三相组合互感器进行检定, 其检定线路简单, 但需要多次接线, 增加了工作量。采用三相法对高压三相组合互感器进行检定, 其检定线路稍显复杂, 但是它不需要对各相进行多次接线试验, 提高了工作效率。

因此, 采用三相法可以有效检定出高压三相组合互感器其电压互感器之间、电流互感器之间以及电压互感器和电流互感器之间相互影响带来的误差, 从而能够对三相组合互感器进行检定, 并能够准确反映出组合互感器在工作状态下的特性, 从而更全面揭示出组合互感器在实际工作时可能存在的问题, 保证了电能计量的公平和公正。

## 5 结 语

以上给出了检定高压三相组合互感器的两种检定方法, 并对其进行了试验研究以及分析比较。对于高压三相组合互感器应采用三相法模拟高压三相组合互感器实际工作状态下对其进行检定。这样能够有效检测出三相组合互感器中电流元件和电压元件相互影响带来的误差量, 并保证了电能计量的公平公正。采用三相法进行检定虽然检定线路稍显复杂, 但是能够一次完成高压三相组合互感器的电压互感器或者电流互感器的检定, 提高了工作效率。

## 参考文献

- [1] 张有顺, 冯井岗. 电能计量基础 [M]. 北京: 中国计量出版社, 2002.
- [2] JB/T 10432-2004, 三相组合互感器 [S].
- [3] JB/T 10433-2004, 三相电压互感器 [S].
- [4] JJG 1021-2007, 电力互感器 [S].
- [5] 吴安岚. 电能计量基础及新技术 [M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2008.
- [6] JJG 313-1994, 测量用电流互感器检定规程 [S].

(收稿日期: 2009-11-09)