

750 kV 电容式电压互感器误差现场校验方法

刘朋远

(国网宁夏电力公司电力科学研究院, 宁夏 银川 750011)

摘 要: 针对 750 kV 电容式电压互感器(Capacitive Voltage Transformer, CVT)现场校验工作, 通过对两种常规现场校验方法的分析和比较, 在保证满足技术参数要求的前提下, 提出了基于成本低、便于试验设备组装的 750 kV 变电站 CVT 现场校验方法。应用结果表明:该方法解决了 750 kV 变电站 CVT 现场校验设备的运输、安装及高成本等诸多难题。

关键词: 750 kV 变电站; CVT; 现场校验

中图分类号: TM451 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-3643(2014)04-0024-04

有效访问地址: <http://dx.doi.org/10.3969/j.issn.1672-3643.2014.04.005>

The error field calibration method for capacitive voltage transformer in 750 kV substation

LIU Pengyuan

(Power Science Research Institute of State Grid Ningxia Power Co., Yinchuan Ningxia 750011, China)

Abstract: Aiming at field calibration work of 750 kV Capacitive Voltage Transformer (CVT), by analyzing and comparing two kinds of conventional field calibration methods, under the condition of guaranteeing to meet technical parameters, puts forward the 750 kV CVT field calibration method based on the low cost, easy to transport, easy to test equipment assembled on-site calibration for 750 kV substation. The application result shows that this method has solved the transport, installation and high cost difficulties for CVT field calibration in 750 kV substation.

Key words: 750 kV substation; CVT; field calibration

DOI: 10.3969/j.issn.1672-3643.2014.04.005

随着宁夏超高压电网的加速发展, 大量 750 kV 变电站中 CVT 的首次验收和后续的周期校验工作需要完成。由于此前宁夏电网变电站的最高电压只到 330 kV, 只能开展 330 kV 电压等级

的电压互感器校验工作。对 750 kV 电压等级 CVT 的现场校验工作没有任何经验也不具备相应的校验设备。所以 750 kV CVT 现场校验工作的开展, 就成了一项必须解决的问题, 对电网的经济、稳定

收稿日期: 2014-05-06

作者简介: 刘朋远(1977), 男, 工程师, 从事电气仪表计量工作。

运行有着重要的意义。

1 校验方法的分析

按照国家检定规程^[1]的规定,500 kV 及以下电压等级的电压互感器可以用 2 种方法进行校验:一种是用标准电压互感器作为标准器的方法(简称比较法);一种是用标准电容器作为标准器的方法(简称替代法)。

1.1 比较法

1.1.1 比较法原理

比较法测试误差,就是用 1 台标准电压互感器和被检电压互感器进行比较,通过互感器校验仪测出被试电压互感器的比值误差和相位误差。用标准电压互感器校验电压互感器的接线如图 1 所示。将标准电压互感器和被检电压互感器一次 A 并联,被试互感器二次回路中的(a,x)连接二次负载 Y,比较标准电压互感器和被试 CVT 额定满载和轻载时二次电压的差值,通过校验仪计算被试互感器误差,误差包括比值差和相位差。

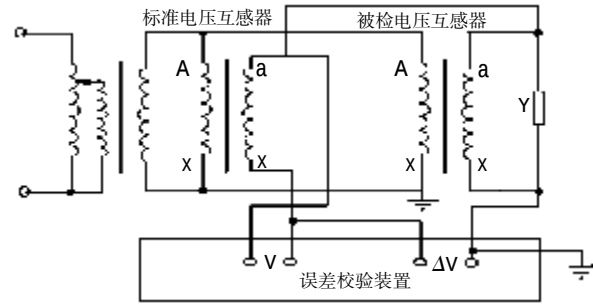


图 1 用标准电压互感器校验电压互感器接线

比较法校验使用的标准电压互感器应与被检 CVT 的变比相同,准确度等级至少比被检互感器高 2 个等级^[2],即标准互感器的实际误差不大于被试 CVT 允许误差的 1/5,标准电压互感器的变差,应不大于它基本误差限值的 1/5。

1.1.2 比较法的特点

从经济角度考虑,采用比较法现场校验 CVT 必须要购置标准电压互感器。标准电压互感器的价格昂贵,需要大笔资金购置该设备。

从现场实用性角度考虑,4.5 m 高、1 t 重的标准互感器,只适合在实验室进行校准工作。如果在现场使用就必须要考虑运输、吊装、移动等因素。

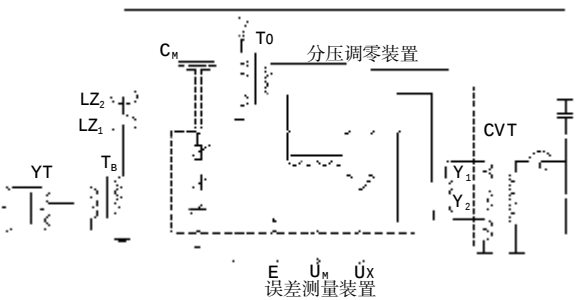
现场校验过程中,标准电压互感器与被试互感器之间的一次接线要通过高压线连接,2 台设备与连接线的夹角均应在 90°左右,这样才能保证升压时高压引线的杂散电容不会对被试互感器的误差造成影响。要满足夹角为 90°左右的要求,吊装过程至少需要 2 辆吊车和多名工作人员以及运输车辆的配合来完成。而且在更换被试 CVT 时还要经过同样的搬运和布局。巨大的标准电压互感器反复的拆装和移动,由于校验现场狭小空间的限制,使校验设备的布局变得非常困难,同时还会带来很多安全方面的隐患。校验过程艰难而缓慢,大大增加了现场校验工作的难度,也难以满足校验工期的需要。

从后期维护方面考虑,比较法使用的标准电压互感器依据检定规程^[1]的要求,每两年必须到国家高电压计量站(武高所)进行周期检定,由于体积和重量的因素也存在运输、吊装等环节的困难。

1.2 替代法

1.2.1 替代法原理

替代法校验误差,就是使用电容分压器作标准器校验电压互感器的误差,接线图参照图 2。首先用电容分压器校验 1 台与被检互感器变比相同的标准电压互感器,调节电容分压器的分压比使校验仪示值等于标准电压互感器的检定值。然后用被检电压互感器替换标准电压互感器,在规定的百分数下测出被检互感器的误差。



CN——高压标准电容器;T0——标准电压互感器;Y1, Y2——电压负载箱;LZ1, LZ2——谐振电抗器; CVT——电容式电压互感器

图 2 用标准电容校准电容式电压互感器接线

1.2.2 替代法的特点

从经济角度考虑,使用替代法对 CVT 进行现场校验,就必须建立电压互感器测试系统,该系统以电容式工频高压比例标准装置为主标准。电压

互感器测试系统主要由标准电压互感器、感应分压器、高压标准电容、低压标准电容、高精度多功能高压介损电桥组成。其中标准电压互感器和感应分压器,在开展 220 kV、330 kV 电压等级的互感器校验中已经配置。只需根据校验的最高电压等级来购置 1 台满足试验电压的高压标准电容器。高压标准电容器相比标准电压互感器价格要便宜很多,其价格不到标准电压互感器价格的 1/5,从经济角度讲是非常有优势的,可以节省大笔的资金。而且高压标准电容不但在电容式电压比例标准装置中作标准器使用,还能用于测量高压电器设备的介质损耗。

从现场实用性角度考虑,替代法使用的电容式电压比例标准装置、高压标准电容器和高压电桥以及 220 kV 标准互感器等设备具有质量较轻、结构简单特点。因为这些特点,这些装置的运输条件远远优于标准电压互感器,现场组装也轻便快捷,在缩短一半校验工期的同时还节省了大量人员和车辆的现场配合。

为保证标准装置的准确性,必须按照国家检定规程^[1]中的要求,对校验所使用的标准设备进行周期送检。电容式电压比例标准装置是 1 种组合式计量标准装置,误差主要来源于 220 kV 标准电压互感器和高压标准电容。所以后期只需将电容式电压比例标准装置中的 220 kV 标准电压互感器和 200 V 感应分压器进行送检就可以保证该标准装置的精度,而且不存在装卸和运输的困难。

2 750 kV 变电站 CVT 现场校验方法

通过 2 种校验方法的比较可知,替代法具有结构简单、实用性强,现场组装轻便快捷的特点,适用于 CVT 现场校验。由于 750 kV CVT 校验尚无国家标准,因此,确定在替代法的基础上建立 750 kV CVT 现场校验方法。

2.1 设备配置

按照 750 kV 电压等级的要求,对升压设备进行了调整,使用了串联谐振设备进行升压;替代标准电压互感器的高压标准电容并将电压等级提高至 600 kV,采用精度为 0.005% 的多功能高压介损

电桥替代误差测量装置,组成 750 kV 电容式工频高压比例测试系统。

750 kV 电容式工频高压比例测试系统主要设备及参数如下:

- (1) 多功能高压介损电桥准确度 0.005%。
- (2) 电容式工频高压比例标准装置。
- (3) 精密气体电容器的电容量 50 nF, 额定电压 1 kV, 准确度 $\pm 0.1\%$ 。
- (4) 标准电压互感器的额定电压 220 kV, 准确度 0.02%。
- (5) 感应分压器的额定电压 200 V, 准确度 0.000 5%。
- (6) 串联谐振装置功率为 450 kW。
- (7) 负载箱为准确度 3%。

其中电容式工频高压比例标准装置由高压精密气体电容器组成, 高压精密气体电容器由宁夏电科院与国网电科院共同研制^[3], 设备电容量 30 pF(C1)、20 pF(C2), 额定电压 600 kV 准确度 $\pm 1\%$ 。

以上标准装置总体性能指标满足 750 kV 电容式电压互感器现场校验的要求, 依据国家检定规程^[2], 可开展 0.1 级及以下互感器的现场校验工作。

2.2 校验方法

(1) 使用替代法对电容式工频高压比例测试系统进行校准, 在较低电压下(标准互感器额定电压的 20%), 用 220 kV 标准电压互感器配合 200 V 感应分压器校准电容式工频高压比例测试系统。220 kV 标准电压互感器配合 200 V 感应分压器的变比与被检电容式电压互感器相同^[4]。调节高精度高压介损电桥示值与标准电压互感器的检定值相等, 示值偏差不大于被检电压互感器误差限值的 1/10。记下电桥读数 N_0 和 D_0 。

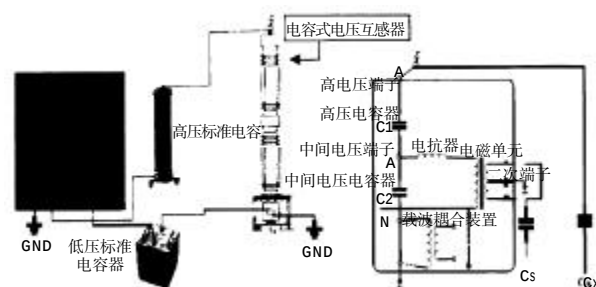


图 3 为替换后校准被检 CVT 误差的实物及原理

(2) 撤出 220 kV 标准电压互感器及 200 V 感

应分压器,用电容式工频高压比例测试系统校准被检电容式电压互感器^[5]。图 3 为替换后校准被检 CVT 误差的实物及原理图。

(3) 升压到各额定检定点,读出高精度高压介损电桥测量各额定检定点的误差,用下式计算被校 CVT 误差:

$$f = \frac{N_0 - N}{N_0} (\%), \delta = D - D_0 (\%)$$

式中: N_0, D_0 —为校验标准互感器时电桥的读数;

N, D —为校验被检互感器时电桥的读数。

3 应用效果

从 2008 年始至今,运用替代法及成套标准装置,在宁夏、新疆、青海地区顺利完成了银川东、黄河、贺兰山、乌北、官亭等 750 kV 变电站以及宁夏大唐国际大坝发电有限责任公司、华电灵武发电有限责任公司等 750 kV 升压站内 750 kV CVT 的现场准确度校验,数量超过 200 台。其中贺兰山 750 kV 变电站、宁夏大唐国际大坝发电有限责任公司 750 kV 升压站及乌鲁木齐北 750 kV 变电站中均有超差的情况,在工期非常紧迫的情况下进行了反复的调校,合格后才投入使用。采用替代法及成套标准装置不但按时完成了现场校验任务,还保证了 750 kV 变电站的如期投运,充分体现了结构简

单、实用性强、现场易组装的特点。替代法及成套标准装置在 750 kV CVT 现场校验中的应用也为大量 750 kV CVT 现场校验工作节省了资金,降低了劳动强度,避免了诸多方面的安全隐患,也为将来的现场校验工作提供了丰富的现场经验。

4 结论

(1) 基于替代法的 750 kV CVT 现场校验方法,解决了 750 kV CVT 现场校验的问题。

(2) 基于替代法的 750 kV CVT 现场校验设备具有结构简单、实用性强、现场易组装的特点。

(3) 基于替代法的 750 kV CVT 现场校验方法,可应用于各电压等级电压互感器的现场校验,是理想的现场校验方法。

参考文献

- [1] JJG1021—2007. 电力互感器[S].
- [2] JJG314—2010. 测量用电压互感器[S].
- [3] 王乐仁. 电容式工频高压比例标准器的原理与应用[J]. 高电压技术, 2002, 24(4): 14-15.
- [4] 赵修民. 电压比例标准[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 1993.
- [5] 刘昊; 王雍; 阎东, 等. 互感器带电比对技术研究[J]. 现代电力, 2009, 26(01): 23-27.

紧急声明

近期,社会上出现盗用《宁夏电力》期刊刊名、刊号、主管单位和主办单位名称,以所谓“《宁夏电力》杂志社北京编辑部”为名,非法出版“《宁夏电力》(学术版)”的情况,严重扰乱了科技期刊出版市场,损害了我刊声誉和权益。为此,《宁夏电力》期刊编辑部郑重声明如下:

1. 《宁夏电力》期刊是经过国家新闻出版总署批准,公开出版发行的专业技术类期刊,主管单位为宁夏回族自治区电力公司,由宁夏回族自治区电力公司和宁夏电机工程学会主办。《宁夏电力》期刊为双月刊,每双月 28 日出版,全年出版 6 期,无单月刊和所谓“学术版”。

2. 《宁夏电力》期刊的编辑出版单位是《宁夏电力》期刊编辑部。《宁夏电力》期刊编辑部设于银川,通信地址为:宁夏银川市金凤区黄河东路 716 号,邮编:750011。投稿邮箱为:nxd1971@163.com。编辑部联系电话:0951-4911970。本刊未在北京及国内其他

地方设立分支及代理机构。

3. 最近发现的盗刊名为:“《宁夏电力》(学术版)”;非法出版物联系人为:王老师;非法出版物电话:010-56708927(兼传真);非法出版物地址为:北京市昌平区政府街邮局 39 号信箱,邮编:102200;互联网非法投稿邮箱:nxd1971@126.com;非法投稿网站: <http://www.qikan.com.cn> (龙源期刊网) 及 <http://www.t365.net> (365 学术交流网);非法编辑部网址为: <http://www.nxdlxueshu.com>。请广大作者注意甄别,谨防上当。

4. 盗刊是国家严禁的非法出版物,每个公民都有抵制和向有关部门举报的义务。向盗刊投稿所造成的一切损失和后果均由投稿者自负,与本刊无关。

5. 盗刊者已触犯了国家相关法律、法规及管理条例,本刊保留向司法机关追究其法律责任的权利。

《宁夏电力》期刊编辑部