

变压器指针温度计的环境温度变化影响量的快速鉴定

申莉¹ 陕华平²

(1. 湖北省电力试验研究院, 武汉 430077; 2. 国家电网公司运行分公司, 北京 100005)

摘要: 1000kV 特高压变压器配套的压力式温度计的现场示值与远方显示间的两表偏差在环境温度变化时出现显著差异, 专题研究测温装置受环境温度变化影响机理后提出了一种对温度计环境温度影响量水平的快速鉴别方法。

关键词: 测温装置; 环境温度变化; 影响量

作者简介: 申莉 (1964-), 女, 湖北武汉人, 高级工程师, 从事电力仪表计量监测

中图分类号: TM93 文献标识码: B 文章编号: 1001-9529(2010)05-0763-04

Rapid identifying of the degree of influence on transformer dial thermometer for the change of environment temperature

SHEN Li¹, SHAN Hua-ping²

(1.Hubei Electric Power Testing & Research Institute, Wuhan 430077; 2.State Grid Corporation of China, Beijing 100005)

Abstract: The mechanism of influence on transformer thermometer producing for the change of environment temperature is researched. The test method of rapid identify the degree of influence on transformer thermometer for the change of environment is presented.

Key words: Transformer thermometer; the change of environment temperature; the degree of influence

1 两表偏差严重超标

2009年3月, 巡查荆门特高压站 1000kV 主变压器(及电抗器)配套的进口测温装置时发现现场与远方示值间的两表偏差严重超标, 最大差值达 17℃。运行记录表明: 在不同环境温度条件下这种现场指针温度计的示值会发生很大变化(见表 1)。

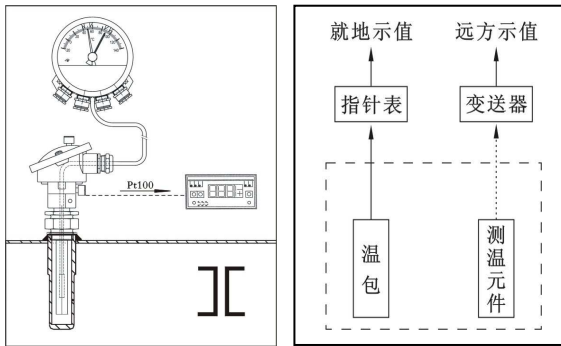


图 1 测温装置配置图

由图 1 和表 1 可见, 1000kV 主变压器的进口测温装置两表偏差如此之大, 显然与环境温度变化有关。

为从源头寻找缺陷的构成因素, 需要对这种压力式温度计的环境温度变化影响进行全方位试验。

表 1 不同环境温度下的两表偏差 ℃

日期	2009.3.26 (20℃)			2009.8.2 (35℃)			2010.1.5 (-2℃)		
测温装置	现场	远方	偏差	现场	远方	偏差	现场	远方	偏差
油温计(1)	40	41.27	1.27	45	44.32	0.68	22	29.02	7.02
油温计(2)	44	45.14	1.14	50	46.49	3.51	33	38.46	5.46

国家电网公司 Q/GDW 440-2010《油浸式变压器测温装置校准规范》(以下简称: 国网 440 标准)规定: 当环境温度变化 40K 时 160℃量程指针温度计的附加误差上限为±3.2℃。而远方显示系统基本不受环境温度变化影响, 可见两表偏差的大小一定程度上反映环境温度变化影响水平。从表 1 中可以看出, 1 号主变 A 相油温计(1)在环境温度从春天的 20℃变化到冬天的 -2℃(温差仅 22K), 其两表偏差从 1.27℃变化到 7.02℃。为防止变压器在正常运行中由此缺陷引发非电量保护误动, 将上述两套进口测温装置从运行现场拆回送实验室进行全方位的试验分析。

2 试验数据分析

2.1 影响量试验

随着变压器向高电压大容量发展, 指针温度计的毛细管也越用越长, 如荆门 1000kV 变压器大多使用 18m 尾长的温度计。考虑到温度计的表计安装在户外, 而毛细管却位于走线槽内。一般来说, 走线槽内毛细管周边温度为空气温度与变压器油温的平均值, 夏季阳光直射条件下走线槽内温度甚至超过 60℃。表计与毛细管在运行的过程中处于不同的环境温度, 分别将表计、整机、毛细管依次置于(-20℃或+20℃或+60℃)环境温度试验箱内, 试验结果如表 2 所示。

在“表式法”中 18 米毛细管始终处在+20℃环境下, 其工况与表 1 中 3 月份的春天条件相当, 试验数据与运行记录也基本符合。在将表计连同毛细管同时置于环境温度箱的“复式法”和仅将毛细管置于环境温度箱的“管式法”试验中, 发现毛细管似乎比表计对环境温度变化更敏感, 每当毛细管遭遇环境温度变化时, 试验数据就会大幅度超差见表 2。

2.2 缺陷机理研究

压力式温度计(图 2)由波登管和毛细管及温包 3 个主要零件组成, 在其焊接构成的密闭系统内灌充工作介质后, 毛细管将温包内的压力传递至波登管转动指针给出示值。

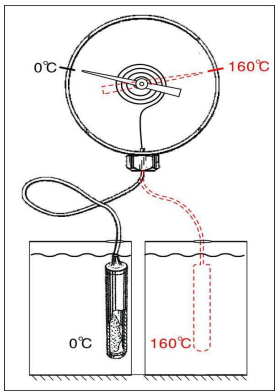


图2 压力式温度计原理

大多数情况下, 波登管采用铍青铜管压扁后盘圆制成, 由于铜管无法完全压扁而存有较大内腔容积可能引发影响量误差。当环境温度变化 40K (即从+20℃上升至+60℃或下降至-20℃), 波登管腔内介质热胀

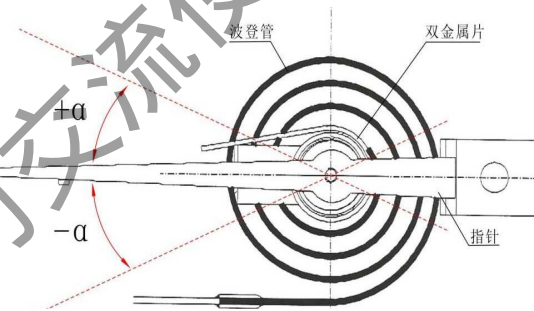


图3 温度补偿原理

表 2 全方位试验数据汇总

℃

试验条件		表式法（表计）				复式法（表计+毛细管）				管式法（毛细管）			
油温计（1）	环境温度	-20	20	20	60	-20	20	20	60	-20	20	20	60
	标准表	20	20	100	100	20	20	100	100	20	20	100	100
	示值	18	18	98	101	9	18	98	111	9	18	98	108
	影响量	0		+3		-9		+13		-9		+10	
油温计（2）	环境温度	-20	20	20	60	-20	20	20	60	-20	20	20	60
	标准表	20	20	100	100	20	20	100	100	20	20	100	100
	示值	18	18	99.8	103	10	18	99.8	111	9	18	99.8	109
	影响量	0		+3.2		-8		+11.2		-9		+9.2	
18m 尾长 试品	试验 方法												

冷缩引发 $\pm 3.2^{\circ}\text{C}$ 以上示值变化时的温度计就是一台不合格产品。为此,有生产厂家在波登管上方迭加一个与环境温度影响量相等,但方向相反的温度补偿元件(见图3)。该温度补偿元件一般选用双金属片制成。在环境温度变化40K时产生的 $-\alpha$ 角位移能够抵消波登管内腔介质体积引发的影响量 $+\alpha$ 。

上述温度补偿元件虽然可以修正波登管受环境温度变化的影响量,但对毛细管没有任何调节能力。尤其当毛细管长度超过9m时,在严冬或盛夏条件下,毛细管内介质体积变化量上升至一个不可忽视水平时就会产生较大误差(如表1)。

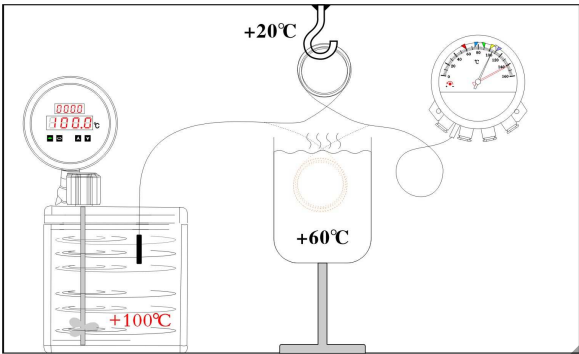


图4 快速鉴定试验

为了验证以上分析,我们按照国网440标准附录E提供的方法,对从荆门特高压站拆回的2台进口温度计再次分别进行快速鉴别试验(见图4)。首先,在 20°C 环境温度条件下记录 100°C 的检验数据,然后将毛细管放入 60°C 的水桶内,稳定10min后再次记录被检温度计示值,两次记录的差值竟超过合格上限 $\pm 3.2^{\circ}\text{C}$ 的200%,试验结果见表3。

表3 快速鉴别试验记录 $^{\circ}\text{C}$

试品 18m	环境温度	标准表	示值	影响量
温度计(1)	20	100	99.8	+9.2
	60	100	109	
温度计(2)	20	100	98	+10
	60	100	108	

从表3可以认为:毛细管受环境温度变化影响是上述2台进口温度计在运行中大幅度超差的原因所在。

2.3 进货检验误区

为进一步证实上述判断,对这2台进口温度计再次进行了模拟进货检验,其检验数据见表4。

同样编号的2台多次检验不合格的进口温度计,在实验室 20°C 条件下的模拟进货试验却又发生扭转。

表4 模拟进货检验结果 $^{\circ}\text{C}$

18m 尾长试品	标准表	环境温度	示值	结果
温度计(1)	20	20	18	合格?
	60	20	58	合格?
	100	20	98	合格?
温度计(2)	20	20	18	合格?
	60	20	58.8	合格?
	100	20	99.8	合格?

由此可见:虽然温度计生产厂家提供了产品出厂检验报告,变压器厂在组件到货时也实施了进货检验;安装公司在变压器运抵现场时同步开展温度计送检。因为没有进行环境温度影响试验,上述3个环节检测貌似合格的温度计在现场运行中还是出现严重超差。

3 缺陷消除措施

3.1 备品选型

按照国网440标准<油面温度计采购规范>要求:

3.1.1 油面温度计测量范围 $-20^{\circ}\text{C} \sim +140^{\circ}\text{C}$ 内最大误差 $\pm 2.4^{\circ}\text{C}$ 。

3.1.2 现场校准后的指针温度计校准点示值与远方示值之间的两表偏差应 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

3.1.3 接点功率不小于AC250V/10A(阻性)。

3.1.4 温度变送器应能不停电维护。

我们选出国内外3个品牌6台温度计备品送热工计量实验室进行环境温度变化影响试验。

3.2 快速鉴定

按表2将温度计的表计或毛细管或整机依次进行环境温度变化影响试验是一种比较科学严谨的全方位试验方法。但是这种方法耗时巨大,计量中心面对大批量温度计送检任务时就难以应对。

IEC-354《油浸式变压器负载导则》规定:变压器运行最高环境温度 $< 40^{\circ}\text{C}$,变压器油顶层最大温升 $< 55\text{K}$ 。也就是说:在 -20°C 的冬天,变压器油顶层最高温度 $< 35^{\circ}\text{C}$; $+40^{\circ}\text{C}$ 的夏天,油顶层最高温度 $< 95^{\circ}\text{C}$ 。所以,对油温计起始点 $+20^{\circ}\text{C}$ 只需考虑寒冷(-20°C)影响。对终止点 $+100^{\circ}\text{C}$ 只需研究酷热($+60^{\circ}\text{C}$)作用。

参照国网440标准提出的鉴别9m及以上尾长温度计环境温度变化影响水平的方法,我们在试验时进一步采用 60°C 水箱替代 60°C 烘箱(见图4),每20min就能鉴别1台温度计的影响量水平的优劣。

3.3 进货检验

从上述分析研究中得到两条重要启示:

(1) 将温度计分为3种试品(即表计和毛细管及整机),选择2个检验点(20℃和100℃)在3种环境温度(-20℃/+20℃/+60℃)条件下进行的全方位环境温度变化试验方法共有18个子项目(见表2)。采用连续不间断方式完成全方位试验中的全部18个子项目共需36h,平均每2h完成一个子项目试验。

正因为毛细管可放入水中,而60℃温水又很容易获得,所以非常有必要在对温度计开展环境温度变化试验时优先采用快速鉴定法。快速鉴定法是对18个子项目中的某一个子项目的科学简化。快速鉴定法不仅具有很高的准确性和复现性,而且20min内即可完成。

在温度计全性能试验或变压器组件选型或供应商定点3种情况下必须选择全方位试验法。在变压器厂对温度计进货检验前或现场安装的计量送检前或在开展全方位检验前的3种情况下应该选择快速鉴定法。

快速鉴定是全方位试验法中的一个必检子项目,快速鉴定不合格就等于全方位试验不合格。一旦发现快速鉴定不合格时就应该放弃其他子项试验。

(2) 温度计检定规程要求的进货检验包括3个温度点的示值检验,两个温度点的回差试验以及接点动

作误差试验等,每台温度计进货检验至少耗时4h。如表4,没有开展快速鉴定试验而获得的进货检验数据对安全运行非常不利应作为无效记录,发现快速鉴定试验超差时应立即终止该不合格温度计的进货检验。

3.4 巡视记录

采用快速鉴定法对国内外3个品牌6台18m尾长温度计备品进行试验后发现一款采用不锈钢微孔毛细管的906型产品对环境温度变化特别不敏感,见表5。

确定这2台906型温度计在快速鉴定试验全部合格后,再按照检定规程开展温度计进货检验。依据进货检验合格报告并在我们建议下,这2台906型温度计于2010年4月3日安装在荆门特高压变电站1号(A相)主变压器上。运行数据表明:分别在中午及凌晨记录的两表偏差数据非常接近,即采用快速鉴定法挑选的2台906型温度计与环境温度变化基本无关。

表5 BWY-906L18 快速鉴定记录

表计编号	环境温度	标准表	示值	影响量
09064150	20	100	99.2	+1.2
	60	100	100.4	
09061141	20	100	99.8	+0.8
	60	100	100.6	

收稿日期: 2010-4-18

本文编辑: 王志胜

