

一种有效减小测温装置两表偏差值的校准方法

童在林¹ 袁志文² 叶利³

(1. 上海超高压输变电公司, 上海 200063; 2. 华东电力试验研究院, 上海 200437;
3. 湖北省电力试验研究院, 湖北 430077)

摘 要: 研究了变压器测温装置远方与就地示值两表偏差的产生机理, 提出了以油温计示值为参照点对具有多点调零校准功能的温度转换模块进行现场校准的缺陷消除方法。

关键词: 测温装置; 两表偏差; 现场校准

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

A method of Calibration in Temperature Measuring System for the Transformer

Tong Zai-lin¹ Yuan Zhi-wen² Ye Li³

(1. Shanghai Electric Power Testing & Research Institute, Shanghai 200063, China;
2. East China Electric Power Test & Research Institute, Shanghai 200437, China;
3. Hubei Electric Power Testing & Research Institute, Wuhan 430077, China)

Abstract: Research the principle of local indication differs from remote indication in the temperature measuring system for the transformer. Put forward the solution is calibrating the temperature transmitter with multi-spot zero adjustable according to the value of the oil thermometer in the local of the transformer station.

Key words: temperature measuring system ; the error between local and remote ; local calibrate

1 前言

上海超高压输变电公司运行中 220KV 及以上电压等级变压器共 550 台, 这些变压器配套使用的测温装置约 1500 套。长期以来(尤其在冬季或夏天)这些测温装置的两表偏差大部分都在 5℃以上(如图 1), 严重影响了非电量保护安全性。按照国网公司 Q/GDW 440-2010《油浸式变压器测温装置现场校准规范》(以下简称 GDW 440)提供的方法, 对上海南桥 500kV 换流变压器配套油温计实施现场校准后两表偏差大幅度减小。校准过程中的一些新概念和新方法总结如下:

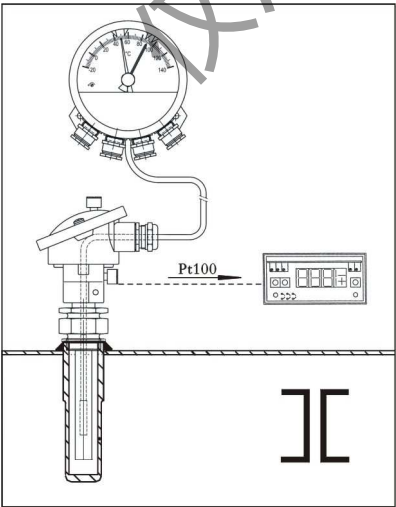


图 1 测温装置配置图

2 误差源

指针温度计由温包、毛细管和弹性元件等组成, 远方显示装置由测温元件和变送器(或显示器)等组成。指针温度计与远方装置之间的示值不一致称为两表偏差见图 2。两表偏差主要由系统误差和环境温度影响及静液柱差等构成。

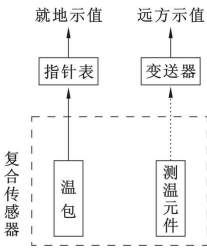


图 2 测温装置原理图

2.1 系统误差

南桥 500kV 变电站共有 6 台大型换流变压器, 每台换流变均配有油温计和绕组温度计, 用 3 台便携式恒温油槽在变压器油箱顶部对其中 1 台编号为 023111 进口油温计开展现场检测后得到的数据见表 1。

表 1

标准表	20℃	60℃	100℃
指针示值	+18℃	+60℃	+102℃
远方示值	+22℃	+58℃	+98℃
两表偏差	4℃	2℃	4℃

表1给出的示值误差分别符合压力式温度计检定规程和温度变送器校准规范要求,但指针温度计和远方显示器之间还是存在4℃的系统误差。

2.2 环境温度变化影响

指针温度计大多安装在露天,环境温度变化会严重影响其测量准确性。Q/GDW 440 规定:“当环境温度从20℃变化到正常工作范围内任一温度值时指针示值变化应不大于测量范围的 0.05%/℃”。对于量程为160℃的油温计,如果环境温度变化40k(即从+20℃变化到-20℃或从+20℃变化到+60℃),油温计的示值将允许变化 3.2℃ /40k。换句话说,如果指针温度计在-20℃或+60℃环境温度下产生不大于 3.2℃的附加误差时只能无奈接受。

3 校准准备

综上:两台计量室检验合格温度计之间可能出现的最大系统误差为4.0℃;在不同季节指针温度计可能产生的最大环境温度变化影响附加误差为3.2℃。即同一台变压器上的同一台指针温度计在不同气温和不同温度测量点(如40℃或80℃油温)时可能存在最大两表偏差7.2℃。现场校准作业涉及到两台温度计, Q/GDW 440 规定以指针示值作为参照点来调整远方温度显示数据,并为此引入相关定义如下:

3.1 概念定义

测温装置 是就地指针温度计(包括油面温度计和绕组温度计)和远方显示装置(包括测温元件及温度变送器)等所组成测温系统。

如果我们把远方显示装置和测温元件以及连线组成的系统作为计量器具进行考核,各个测量点上必然存在两表偏差。但是如果我们把上述远方系统仅仅看作一个为方便读数的并可多点调零的远方显示器,那么消除两表偏差就变成一件很容易的事情。某种意义上来说两表偏差系人为制造。

因为有0.1mA对应1℃的简单换算关系等, GDW 440 推荐使用量程为0℃~160℃的绕组温度计和-20℃~+140℃的油面温度计。

有效量程 是基于油浸式变压器 A 级绝缘耐温上限105℃而定义的常用测温范围。

GDW 440 推荐有效量程为+40℃~+120℃的绕组温度计和+20℃~+100℃的油面温度计。从而可将有效量程的起始点和终止点以及中间点作为校准检验点:

即绕组温度计校准点取40℃和80℃及120℃三点,而油面温度计校准点取20℃和60℃及100℃三点。

多点调零 是参照满足误差要求的指针温度计示值对远方显示装置的若干个示值校准点进行的分段线性化调整。

指针平移只能解决远方与就地某一个示值点上的一致性,不能兼顾其他检测点的校准。

3.2 温度计采购规范

7.2℃两表偏差足以造成变压器保护逻辑混乱甚至引发误动事故。正因为南桥换流变原装进口温度计不具备多点校准功能,周检发现两表偏差超标却无法修正。按照 GDW 440 附录 C《温度计采购规范》要求重点关注了温度计的多点调零校准功能。

3.3 温度计座

如图3所示42554 温度计座高出油箱部分应小于30mm,试验证明:当变压器油温为35℃时,用-20℃低温作用上述高出油箱部分可引发-0.9℃的附加误差,由于远方测温元件在复合传感器内位于温包下方而基本不受环境温度变化影响,上述-0.9℃的附加误差就可能全部转换为两表偏差。针对南桥500kV 换流变压器的温度计座却高出油箱43mm 不利条件,对油温计座高出部分用保温材料进行绝热处理。

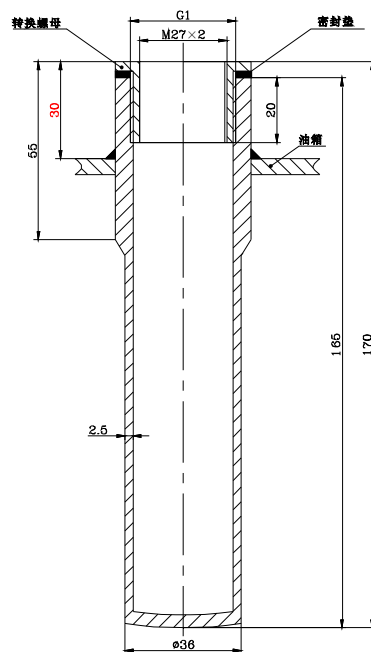


图3 温度计座

3.4 进货检验

温度计进货检验是在 20℃ 的计量室内进行, 检验项目有示值检验、回差检验、接点动作误差等。为了避免出现计量室内检验合格温度计在户外运行现场因为气候变化发生超差事故, 进货检验之前必须先开展环境温度变化影响量试验。采用图 4 所示的快速鉴定方法每 20 分钟即可完成一台温度计的环境温度变化影响量试验。

依据 GDW 440 附录 E 《环境温度影响量试验方法》, 即在+20℃ 的计量室内将温包插入+100℃ 恒温油槽中并记录示值 A; 然后, 再将毛细管部分置于+60℃ 温水中 10 分钟后记录示值 A', 当 $A' - A > 3.2^{\circ}\text{C}$ 时该温度计就是一台不合格产品。

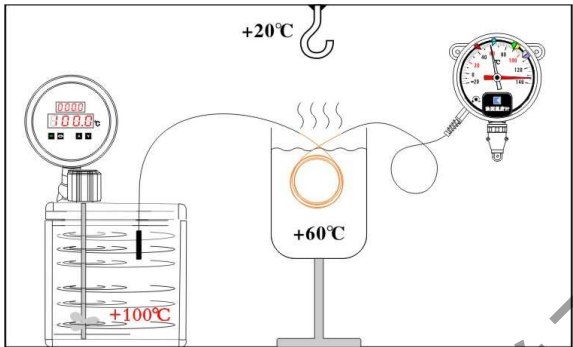


图 4 环境温度变化快速鉴定

4 现场校准

4.1 校准条件

- 4.1.1 在油箱顶部采用恒温油槽加热温包。
- 4.1.2 温度计座内应注满变压器油。
- 4.1.3 温包安装螺丝应触及恒温槽油液面。
- 4.1.4 被校指针温度计的表头应垂直安装。
- 4.1.5 示值校准点与开关间距应大于 5.0℃。

4.2 静液柱校准

实验室进行检测时表计高于温包 1 米。而变电站现场使用时温包却高于表计 3 米左右, 如图 5 温包内液体静态柱差会抵消弹性元件的初始压力, 并由此产生+1℃左右的附加误差。

将温包插入位于变压器油箱顶部的 20℃ 油槽中, 待示值稳定后调整指针温度计调零机构使指针位于 20℃, 以消除静液柱差影响。

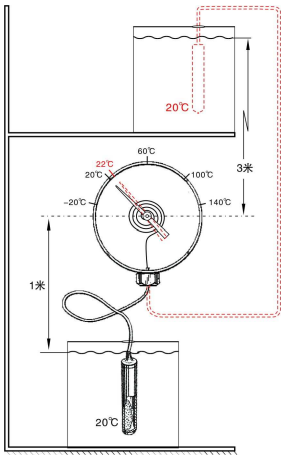


图 5 静液柱修正

4.3 系统误差校准

油温计校准点取有效量程的起始点和终止点及中间点即 20℃ 和 60℃ 及 100℃ 三点。通过改变智能化远方显示器在 3 个校准点上的显示数据 (如图 6) 并使之与指针示值完全一致, 即在当天环境温度条件下完全消除了 3 个校准点上的两表偏差见表 3。

表 3

标准温度计	20℃	60℃	100℃
指针示值	+18℃	+60℃	+102℃
远方校准前	+22℃	+58℃	+98℃
远方校准后	+18℃	+60℃	+102℃
两表偏差	0℃	0℃	0℃

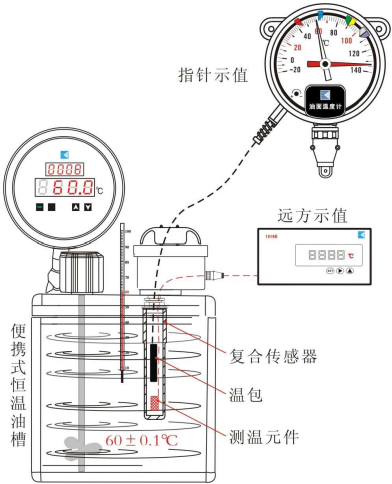


图 6 系统误差校准

远方装置有温度变送器和显示器两种,智能化显示器如图6只需操作面板上的设置键即可完成多点调零。而智能化温度变送器需借助于调制解码器和手提电脑才能进行多点校准。

4.3 影响量修正

图5所示油温计的弹性元件内工作介质在量程起始点 -20°C 时最少,在量程终止点 $+140^{\circ}\text{C}$ 时最多,即指针温度计环境温度变化影响量在量程终止点最大,在标度中间最小如图7呈正态分布。具体来讲:一台环境温度试验合格温度计在量程起始点和终止点的影响量小于 3.2°C ,这台温度计有效量程起始点和终止点的影响量应在 2°C 左右。

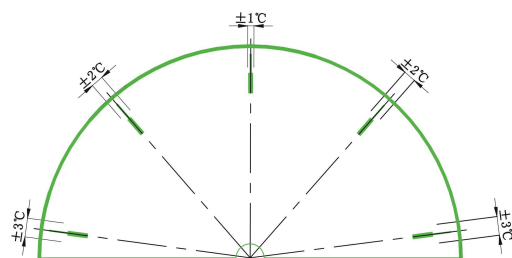


图7 影响量分布

IEC 354油浸变压器负载导则规定:

- a 油浸式变压器A级绝缘耐温上限 105°C
- b 变压器运行最高环境温度不超过 40°C
- c 变压器油顶层最大温升不超过 55K

-20°C 的冬天变压器油顶层最高温度为 35°C ,对起始点 $+20^{\circ}\text{C}$ 只需考虑寒冷(-20°C)作用,也就是说有效量程起始点不会出现酷热影响。

$+40^{\circ}\text{C}$ 的夏天变压器油顶层最高温度为 95°C ,对终止点 $+100^{\circ}\text{C}$ 只需研究酷热($+60^{\circ}\text{C}$)作用,同理有效量程终止点不需要关注寒冷影响。

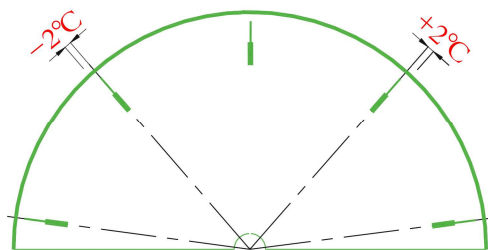


图8 影响量修正

由图8可知:一台环境温度试验合格温度计在 -20°C 的冬天最多出现 2°C 负差;在 $+40^{\circ}\text{C}$ 的夏天充其量出现 2°C 正差。将远方显示器对应指针示值 $+20^{\circ}\text{C}$ 的数据预调 -1°C (如 20°C 调至 19°C);再将远方显示器对应指针温度计 $+100^{\circ}\text{C}$ 的数据预调 $+1^{\circ}\text{C}$ (例将 100°C 调为 101°C)。那么,可以预期在 -20°C 至 $+60^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下,校准后温度计的两表偏差将被控制在 2°C 以内。上海南桥500KV换流变压器更新906温度计后,分别在中午和凌晨记录的两表偏差在 1°C 左右。

5 小结

5.1 两表偏差超标直接影响非电量保护准确动作,不利于变压器安全运行。

5.2 采用GDW 440方法完全可以校准两表偏差。

5.3 多点校准功能和快速鉴定结果是温度计现场整改项目成功与否的关键。

