

变电站温度变送器检测仪的设计与研究

俞 慧, 王 友, 王 磊, 徐 伟

(扬州供电公司, 江苏 扬州 225009)

摘 要: 变压器油温、绕组温度是无人值班变电站运行监视不可缺少的遥测信息。温度的采集主要通过热电阻元件、温度变送器、A/D 转换器输出至测控装置, 最终送到后台或远方监控系统。温度变送器的测量误差是导致温度传送不准的重要原因, 由于现在没有专业的温度变送器校验规程和校验装置即无法单独对温度变送器进行校验, 为此本文提出了温度变送器检测仪, 希望能根本解决这个问题。

关键词: 温度变送器; 检测仪; 零漂; PT100

0 引言

为适应变电站综合自动化的需求, 适应变电站无人值班管理的运行模式要求, 需要将变压器油温、绕组温度等信号加以监视。因此, 必须将这些温度进行测量并传送到监控中心。然而就目前扬州地区 110kV 及以上变电站主变运行结果表明, 变压器本体温度计显示数值与控制室主变温度显示数值误差较大(误差最大达到 7℃~8℃, 大多数也都达到 5℃左右), 导致计算机监控系统无法实时监测主变温度, 造成很大的安全隐患。

导致温度传送不准的主要原因是由于温度变送器的元件老化, 因此必须对其进行定期校验, 但是由于现在没有专业的温度变送器校验规程和校验装置即无法单独对温度变送器进行校验, 为这个问题, 本文在分析研究温度变送器原理的基础上, 设计出一种新型的实用性较强的温度变送器检测仪, 用来解决这个问题。

1 温度变送器工作原理

变电站的温度信息主要采用热电阻作为一次测温元件, 随着变电站自动化程度的提高, 温度信号需要远传并进行统一监控, 这时测温元件就要与温度变送器配合使用^[1]。温度变送器将测温元件感应到的温度信号线性地转换成 4mA~20mA 或者 0~5V 的标准直流输出信号, 传输到测控装置, 经过 A/D 转换后远传至监控中心和变电站后台系统。

温度变送器一般由测温测温电路及非线性校正电路组成。

如图 1 所示。

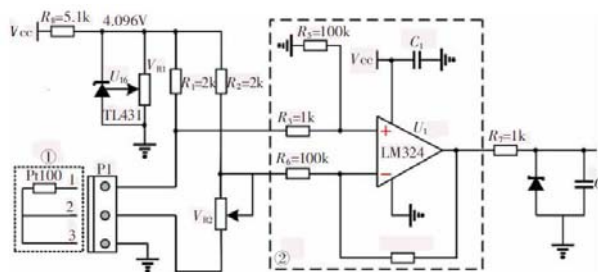


图 1 三线式桥式测温电路

1.1 测温电路

测温电路的主要作用是将测温元件的电阻值转变成标准直流信号。如图 1 所示, 测温电路采用 TL431 和电位器 VR1 调节产生 4.096V 的参考电源; 采用 R1、R2、VR2、Pt100 构成电阻测量电桥(其中 R1=R2, VR2 为 100Ω 精密电阻), 当 Pt100 的电阻值和 VR2 的电阻值不相等时, 电桥输出一个毫伏级的压差信号, 这个压差信号经过 LM324 放大后输出期望大小的电压信号(差动放大电路中 R3=R4、R5=R6、放大倍数=R5/R3), 该信号可直接进行 A/D 转换^[2]。

1.2 非线性校正电路

铂电阻的物理、化学特性比较稳定, 在工业中常用作测温元件。铂的电阻与温度的关系如下:

在 0℃~630.74℃ 之间为

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

(1)

在 -190~0℃ 之间为

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100)t^3]$$

(2)

公式中:

R_t —温度为 t℃ 时的电阻值;

R_0 —温度为 0℃ 时的电阻值;

t —任意温度值;

A、B、C—分度系数, $A=0.003940/^{\circ}\text{C}$, $B=-5.84\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$, $C=-4.22\times 10^{-12}/^{\circ}\text{C}$

由上面的公式可以看出,要确定电阻值 R_t 与温度之间的定量关系,还必须先确定 R_0 的数值, R_0 不同, R_t 与 t 之间的关系也将发生变化。

在电力系统中,测温元件主要用来测量变压器油温,当变压器正常运行时,变压器温度高于 0°C ,用公式(1)计算。目前,变电站一般使用PT100作为测温元件(即 $R_0=100\Omega$),此时:

$$R_t=100\times(1+At+Bt^2)$$

铂电阻的计算公式(1)我们可以看出,电阻—温度曲线并不完全是线性关系,其中存在非线性量 Bt^2 ,随着温度的升高,铂热电阻的非线性越来越严重,这就要求在实际应用铂热电阻时要考虑到铂热电阻传感器的线性变化校正问题。铂电阻的非线性校正采用单电源负反馈放大电路,如上图虚线框②所示。如果增加合适的增益调节电路和偏移控制及保证电源和电阻值的精确度和稳定性的条件下则可以实现输出范围覆盖 $0^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 的测量。图中,利用电阻 R_6 的少量正反馈作用实现的非线性补偿,该反馈环路对应于较高的阻值时输出电压略有提高,有助于传输函数的线性化处理。

2 温度传送不准的原因分析

经过检测,在温度变送器使用一段时间后,变压器本体温度计显示数值与控制室主变温度显示数值存在误差,导致计算机监控系统无法实时监测主变温度,造成很大的安全隐患。为此对变电站主变温度进行了取样校对,经分析,产生误差的主要来源如下。

(1) 由于长时间运行或轻微进水,铂热电阻表面氧化,铂热电阻阻值发生变化,导致输入温度变送器数据信号产生很大误差,从而导致温度测量错误。

(2) 由于零漂、时漂、元件老化等导致温度变送器不准,产生的测量误差。

存在上述误差后,如果不及时的对温度变送器进行修正或更换,会对温度的测量带来较大误差,导致人们产生误判断,影响正常的工业生产,而现有的检测装置往往体积较大、不易携带,而且检测结果得不到有效保证。

3 温度变送器检测仪的研制

为了解决变电站现场由于温度变送器无法校验而导致的温度不准,决定研制一套便携式温度变送器检测仪器。该检测仪适用于电力系统常用的铂电阻(PT100)和铜电阻(Cu50)温度计的温度变送器校验,同时满足电压型温度变送器(DC0~5V)和电流型温度变送器(DC4~20mA),体积小、重量轻,输入电阻连续可调、便于携带,满足实际实验的需求。为了方便现场使用,该装置还设计了充电电池,在没有外部交流电源时,可以通过电池工作。

3.1 检测仪结构设计及工作流程

本仪器设计电阻输出接口以及模拟量电流、电压输入接口,包括硬件驱动模块和加载在其上的数据采集器,数据采集器采集到的模拟量信号通过A/D转换器并经过CPU处理器处理后由人机界面显示。

本仪器还包括保存检测数据的存储器,并且检测仪自带电池。

其工作过程为:由内置标准电阻根据温度变送器类型输出标准电阻,同时采集温度变送器输入的模拟量电流或电压信号,该信号通过A/D转换器转化后经过CPU处理,通过人机界面显示,另外其检测结果可存储至存储器中。

在监测仪内设有标准数据,即当输入一个特定的电阻值时,检测仪中存储的数据库中会显示出标准的电流或电压值,然后该标准数据和与经过温度变送器后得到的电流或电压值经过比较器比较,得到两者之间的差值,并通过人机界面现象的显示出。其结构图如图2所示。

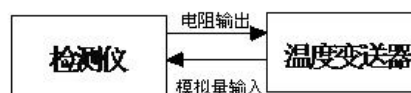


图2 结构示意图

检测仪组成模块如图3所示。

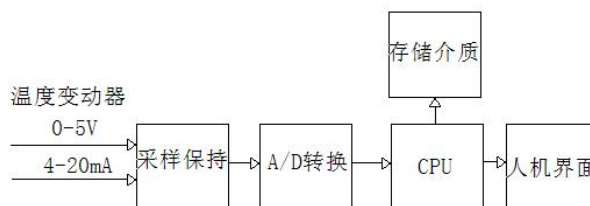


图3 系统硬件框图

3.2 通过编程语言实现温度变送器检验及其工作特性曲线绘制软件程序的开发

温度变送器校验软件，具有良好的人机界面，可以实时选择变送器类型，实验结果可以通过外部存储介质保存。工作特性曲线的绘制可以让我们更直观的进行温度变送器精度的调整，利用标准曲线与实验曲线的拟合情况，调整变送器的零点和斜率。如图 4 所示。

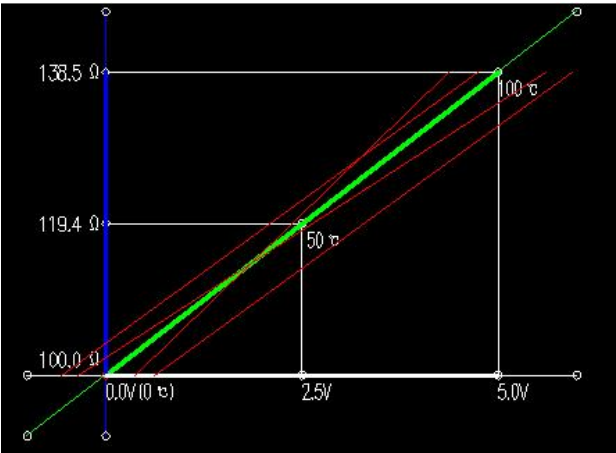


图4 实验拟合曲线

绿线为标准曲线，其他四种为误差曲线分别代表了：

- (1) 正方向零漂：
应反向调整变送器的“zero”。
- (2) 负方向零漂：
应正向调整变送器的“zero”。
- (3) 斜率大于标准斜率：
应反向调整变送器的斜率。
- (4) 斜率低于标准斜率：
应正向调整变送器的斜率。

4 结论

变电站温度变送器检测仪通过电阻的输出，并通过对应电流或电压模拟量的输入，经过相关处理后由人机界面显示，使检测人员能方便、直观的判断出温度变送器的精度、是否存在误差以及误差的大小，以使检测人员及时的对温度变送器进行修正或更换，以保证温度检测的准确性。

参考文献：

- [1] 张惠刚.变电站综合自动化原理与系统[M].北京:中国电力出版社.2004.12.
- [2] 袁和刚,宋永强,陆春江,等. 变压器本体温度测量中存在的问题及解决方法[J]. 变压器, 2010(11): 34-35.

作者简介：

- 俞 慧(1981-), 女, 江苏扬州人, 电网调度自动化维护员技师, 从事厂站自动化工作;
- 王 友(1973-), 男, 江苏扬州人, 继电保护技师, 从事继电保护工作;
- 王 磊(1981-), 男, 江苏扬州人, 电网调度自动化厂站端调试检修员技师, 从事自动化工作 4 年, 从事继电保护工作;
- 徐 伟(1981-), 男, 江苏扬州人, 通信技师, 从事通信工作 4 年, 从事继电保护工作。