

微机控制的变压器温升试验

中科院上海应用物理所 (201800) 胡 勇

摘要 文章按短路法采用微机控制技术来进行温升试验,从而实现一定程度的自动控制。在本设计中采用单片机作为下位机,主要负责实验现场的数据采集以及实验过程的自动控制;采用PC作为上位机,主要进行实验数据的处理、界面设计等等。

关键词 变压器 温升试验 短路法 数据采集

所谓温升,即某物体达到稳定温度时相对于环境的温度的升高,即 $\Delta T = T_0 - T_1$,其中 ΔT 为温升, T_0 、 T_1 分别为物体的相对稳定温度、环境温度。

温升试验是变压器的型式试验,是变压器所有型式试验和例型试验中需要电源容量最大、占用时间最长的一项试验。温升试验的目的就是检验规定状态下变压器绕组、铁心和变压器油的温升;油、结构件、引线和套管以及引线和分接开关的连接处有无局部过热;确定变压器在工作运行状态及超铭牌负载运行状态下的热状态及其有关参数。各种类型变压器均有相

应的国家标准规定了允许的温升。温升试验的方法有很多种类,本文着重讲述按短路法进行的油浸式电力变压器的温升试验,其绕组联结为Y0 d11(如图1所示)。对于干式电力变压器以及其他形式绕组联结的油浸式电力变压器的温升试验可以仿照本文的设计方法。

1 系统硬件设计

1.1 温升试验总的原理

温升试验总的原理如图1所示。此设计采用单片机

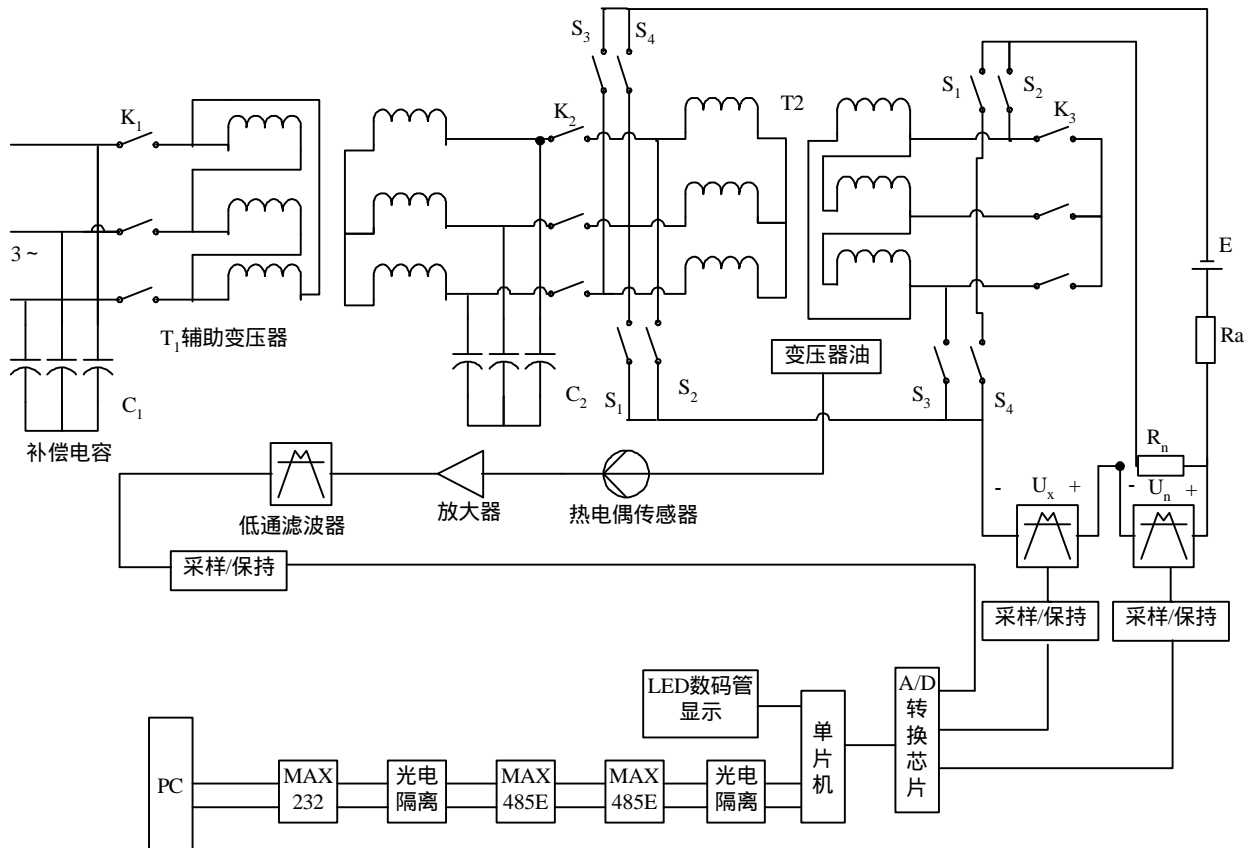


图1 温升试验总的原理

作为下位机,主要负责实验现场的数据采集、实验过程的自动控制;采用PC作为上位机,进行实验数据的处理、界面设计等等。整个设计可看作是一个简单的自动化系统。

1.2 短路法试验的具体操作过程

短路法试验的原理是利用变压器短路产生损耗,来进行温升试验的。试验分为两个阶段,即变压器油顶层的温升试验和绕阻的温升试验。

(1)温升试验前绕阻的冷态电阻的测量:断开接触器 $K_1 \sim K_3$ (用微机控制所有开关,即接触器 $K_1 \sim K_3$,继电器 $S_1 \sim S_4$);然后同时只接通 S_2 和 S_4 ,得 $U_X=U_{uv}$;再只接通 S_2 和 S_3 ,得 $U_X=U_{uw}$;最后只接通 S_1 和 S_3 ,得 $U_X=U_{vw}$;由这三次测得的 U_X 和 U_N 可算出 R_{uv} ($U_{uv}/U_N \times R_n$)、 R_{uw} 和 R_{vw} (冷态下)。

(2)变压器油顶层温升的测量:接通 K_1 、 K_2 、 K_3 ,断开继电器 $S_1 \sim S_4$,在被试变压器中施加总损耗,一直到油顶层温度变化率小于 $1K/h$,并继续维持 $3h$ 。

(3)变压器绕阻热电阻的测量:降低输入功率,使绕阻中的电流为额定容量的最大电流,维持1小时后,操作同步骤(1)。

(4)实验完毕,切断电源(断开 $K_1 \sim K_3$, $S_1 \sim S_4$),处理实验所得数据,打印实验结果。

1.3 主要元器件的选择

(1)开关器件的选择: K_1 、 K_2 、 K_3 采用大容量、耐高压的交流固态接触器,有三对主触点、有灭弧装置; $S_1 \sim S_4$ 采用电磁继电器。

(2)温度传感器的选择:采用铜-康铜(WRC)T型热电偶,其测温范围是 $-200 \sim +300$ 。

(3)A/D转换芯片的选择:选常用的ADC0809,它是8位,逐次比较式A/D转换芯片,具有地址锁存控制的8路模拟开关。

(4)补偿电容(C_1 、 C_2),辅助变压器(T_1),电源容量(S):用超前的无功进行补偿,即用电容器进行补偿,设在辅助变压器高压侧的电容器(C_2)容量是 S_{C2} ,低压侧的电容器(C_1)容量是 S_{C1} ,则所需辅助变压器的容量等于 $S-S_{C1}$,所需发电机的容量 $G=S-S_{C1}-S_{C2}$ 。

1.4 硬件部分原理阐述

本系统中采用单片机作为下位机,主要功能是负责试验现场数据的采集,包括实验开始前油的原始温度 T_0 (又可看作实验环境温度),油顶层温度的平均值 T_1 ,测热电阻时的环境温度 T_{01} ,测冷电阻时的环境温度 T_{02} 和各绕组线圈的热电阻 R_1 、冷电阻 R_2 ,最后稳

态热电阻 R_n 。单片机将这些采集到的数据传送给上位机(PC)进行处理,包括绕组直流电阻的计算、绕组温升的计算、顶层油温升的计算、顶层油温度曲线的绘制等。

有关计算公式列出如下:

$$\text{油顶层温升: } \Delta T_1 = T_1 - T_0 \quad ();$$

绕组温升:

$$\Delta T_2 = R_1(T + T_{02}) / R_2 - (T + T_{01}) \pm (0.8 \sim 1.0);$$

其中 T_1 、 T_0 、 T_{01} 、 T_{02} 、 R_2 如上所述; R_1 是停电瞬间的热电阻; T 对于铜线为235,对于铝线为225; $0.8 \sim 1.0$ 为修正值,实际上可忽略不计。

下面着重阐述切断电源瞬间热电阻 R_1 的测量:在测量变压器直流电阻时可视铁心线圈为大电感,对于大容量高压产品的线圈可达到几百亨利的电感,这么大的充电时间常数,使测量直流电阻稳定过程时间要长达二三十分钟,为保证测量数据可靠性,一般热电阻要求在切断电源2~3分钟以内测出第一个热电阻值。这样,对于充电时间超过2~3分钟的产品,要采取一定的技术措施,本系统采取了3种方法:恒流源法(图1中的E为恒流源)、减小时间常数法(图1中串联了电阻 R_s)、绕组串联法(高压绕组和低压绕组串联,见图1中绕组的连接)。在2~3分钟内读取测量第一点后,继续测量在相等时间间隔(如15秒)连续测量20点后,可延长时间测量直至10分钟,其后再隔10~15分钟,读取补充测量稳态电阻 R_n 。根据上述读取数据,采用外推法求出断电瞬间的热电阻:线圈的降温过程和时间的关系是指数函数关系,反映在热电阻测量和时间上也是同样的关系,因而采用单对数坐标纸,取横轴为时间坐标,取纵轴为电阻差值坐标时,在良好的测量情况下,能绘出一条直线,将此直线反向延伸至纵轴相交点,即为切断电源瞬间的热电阻差值 ΔR ,补充测量稳态电阻 R_n 相加后,可得到计算用的热电阻值 R_1 ,即 $R_1 = \Delta R + R_n$ 。

2 系统软件设计

整个系统的软件设计由系统主程序、热电偶非线性处理子程序、A/D转换子程序、LED数码管显示子程序、单片机与PC通信子程序、用VB进行界面设计等等。图2给出了系统主程序的流程图($K_1 \sim K_3$, $S_1 \sim S_4$ 的触点均为常开触点)。

3 结束语

本设计优点有:由于应用了计算机控制技术,整

基于单片机的滚筒反力式汽车制动力检测系统

广东工业大学自动化学院 (510090) 张慧 黄晔 王钦若

摘 要 文章介绍了滚筒反力式汽车制动力检测系统的基本结构和基本原理,对车轮的受力过程进行了分析并给出了相应的表达式。在此基础上介绍了一种新型的单片机测控系统,给出了该系统的软硬件设计结构。通过对实际制动力与标定值相对照分析,提出了制动力误差补偿的方法。最后通过现场实测对系统进行了检验,证明该检测系统果能够满足汽车制动力测试时的动态要求,并且具有较高的测量精度和可靠性。

关键词 反力式制动试验台 单片机测控系统 在线检测和修正

1 概述

近来我国汽车数量急剧增加,汽车安全运行的问题越来越突出。汽车制动性能是否符合国家指定标准要求,对行车安全是非常重要的,而制动力是从本质上评价汽车制动性能的参数,是衡量汽车制动性能的重要指标,因此是安全检测中的重要检测项目之一。

GB7258-1997《机动车运行安全技术条件》中规定要对行驶车辆的制动力测试系统进行定期检测和校正,且规定汽车在制动试验台上测出的制动力总和占整车重力的百分比应满足:空载 60%或满载 50%;同时,国标还对汽车的制动力平衡要求作了具体规定,

即在制动力增长的全过程中,左右轮制动力差与该轴左右右中制动力大者之比,前轴不得大于 20%,后轴不得大于 24%。

目前普遍使用的滚筒反力式制动试验台,由于检测时汽车是静止的,因此该方法是模拟性的,检测结果受检测设备自身结构的影响,与汽车实际制动的情况有差距。文中介绍了以 MCU AduC812 高性能微处理器为核心的制动力测控系统,通过对实际制动力与标定值相对照和分析,对制动力误差进行了补偿。给出相应软硬件设计结构说明。该系统能满足汽车制动力在线检测和修正要求,具有较高的测量精度和可靠性。

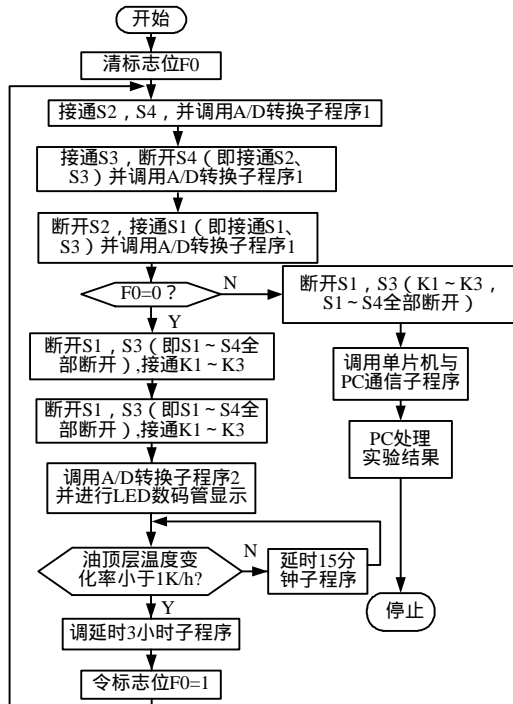
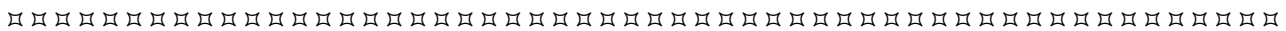


图2 系统主程序流程图

整个试验过程几乎是自动进行的,大大降低了实验人员的工作强度,同时也提高了测量的准确性;整个试验过程中实验人员在远离试验现场的控制室里,有效地实现了试验过程的安全性。本文只针对变压器的温升试验来设计采用微机控制的方法,其实,变压器的很多试验都可采用微机控制或测量,例如绕组直流电阻测量、电压比测量、短路阻抗和负载损耗的测量、空载电流和空载损耗的测量、空载电流谐波分析等等都可仿照本文的设计方案,所以此设计具有可扩充性。

参 考 文 献

- 1 保定天威电器有限公司. 变压器实验技术.北京:机械工业出版社, 2000
- 2 潘新民,王燕芳. 微型计算机控制技术.北京:高等教育出版社, 2001
- 3 王景吾. 变压器试验技术. 变压器学报,1998,35(10), 40~42