

[控制系统]

基于单片机的硅钢片铁损测量仪

文/河北工业大学电气工程学院 申 晨 张惠娟 李 洋

一般实验中测量铁损的方法是用爱泼斯坦方圈和瓦特表检验硅钢片交流损耗，在测量过程中需要通过人工计算才能得到测量结果，因此测量结果存在不准确、不真实的问题。为了提供一种操作简便、准确度高且性能稳定的硅钢片铁损测量仪器，设计了一种基于单片机的硅钢片铁损测量仪，由电压检测及调整模块、单片机控制模块连接构成，直接从二次侧电路获取电压值，避免了电压表内阻产生的铜损，确保铁损测量更真实，同时实现电压、电流以及铁损的直接显示功能，具有性能稳定、准确、操作简单等特点。

硅钢片属于一种铁硅合金，其采用硅钢轧制而成，是电工领域中应用最广的软磁材料。为了进行产品设计、材料分类、交货试验以及为准确评定材料的磁性能，需要测量硅钢片的交流损耗参数。铁损是指电器装置中，由于铁心中的涡流所损耗的能量，该损耗不仅影响设备的工作效率、功率因数，而且可能会因铁心内部冲片短路，产生妨碍设备安全运转的局部过热点，加速铁心绝缘和定子线圈绝缘的老化，严重时可能造成铁心烧损及线圈击穿事故。

一般在实验中测量铁损的方法是用爱泼斯坦方圈和瓦特表检验硅钢片交流损耗，这种方法需要用到电压表、电流表和功率表，在测量过程中需要通过人工计算才能得到测量结果，同时测量结果包括了电压表内的铜损，因此测量结果存在不准确、不真实的问题。

基于单片机的硅钢片铁损测量仪硬件设计

基于单片机的硅钢片铁损测量仪的工作原理为：通过电压检测及调整模块取出一次电压 U_1 和副边的电压 E_2 ，略去 W_2 的损耗，则二次绕组的感生电势 $E_2=U_2$ ，而二次绕组 W_1 的感应电势 E_1 和 E_2 与共同的铁心磁通相交链，当一次绕组匝数相同

时 $E_1=E_2$ ，一次的电流 $I_1=\frac{U_1}{R_1}$ ，铁损计算公式为 $P_e=E_1 I_1 \cos \phi$ 。 ϕ 为 E_1 与 I_1 的夹角，将电压检测及调整模块输出的模拟信号通过A/D转换输入到单片机，调用显示子程序显示电压、电流以及铁损值。

1. 测量仪整体设计

基于单片机的硅钢片铁损测量仪的结构框图如图1所示，其主要由电压检测及调整模块、单片机控制模块连接构成。测量仪电路包括取样电阻、一次侧整流桥、一次侧滤波电路、二次侧整流桥和二次侧滤波电路；取样电阻与220 V交流电相连接，待测样件的一端与取样电阻及自耦调压器 L_1 相连，待测样件的另一端与二次侧整流桥相连，取样电阻另一端通过一次侧整流桥与一次侧滤波电路相连接；二次侧整流桥、二次侧滤波电路依次相连接；单片机控制模块包括单片机及与其相连接的A/D转换器和显示模块，A/D转换器输入端分别连接一次侧滤波电路和二次侧滤波电路的输出端，A/D转换器的输出端连接单片机，实现一次侧及二次侧的模拟量数据转换为数字量信号功能并送入单片机内，单片机计算处理后通过显示模块进行电压、电流以及铁损值的显示。

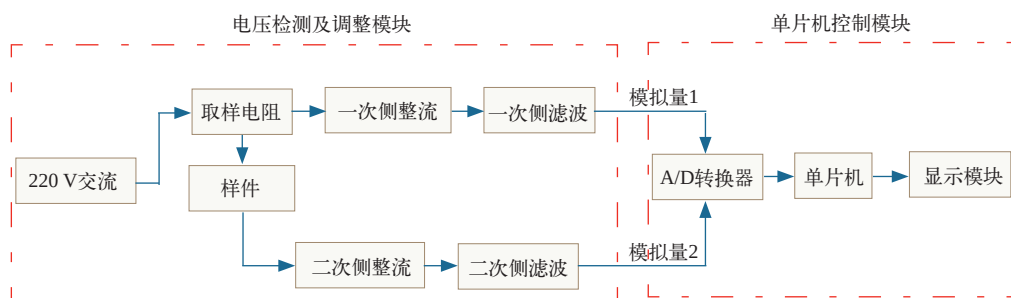


图1 测量仪电路结构框图

2. 电压检测及调整模块设计

如图2所示，电压检测及调整模块包括自耦调压器 L_1 、爱泼斯坦方圈 L_2 、一次线圈 W_1 、二次线圈 W_2 、整流器 D_1 、整流器 D_2 、滤波电容 C_1 、滤波电容 C_2 、滤波电容 C_3 、滤波电容 C_4 。220 V交流电源通过自耦调压器 L_1 输入，一次线圈 W_1 、二次线圈 W_2 安装在爱泼斯坦方圈 L_2 的两

侧，一次线圈 W_1 与滑线变阻器 R_1 串联， R_1 上取出电压经整流器 D_1 、滤波电容 C_2 、滤波电容 C_4 转换成直流的模拟信号1。二次线圈 W_2 经整流器 D_2 、滤波电容 C_1 、滤波电容 C_3 转换成直流的模拟信号2。电阻 R_2 、 R_3 与 R_4 、 R_5 分别用于将输出的电压信号分压成适合输入到A/D转换器的电压信号。

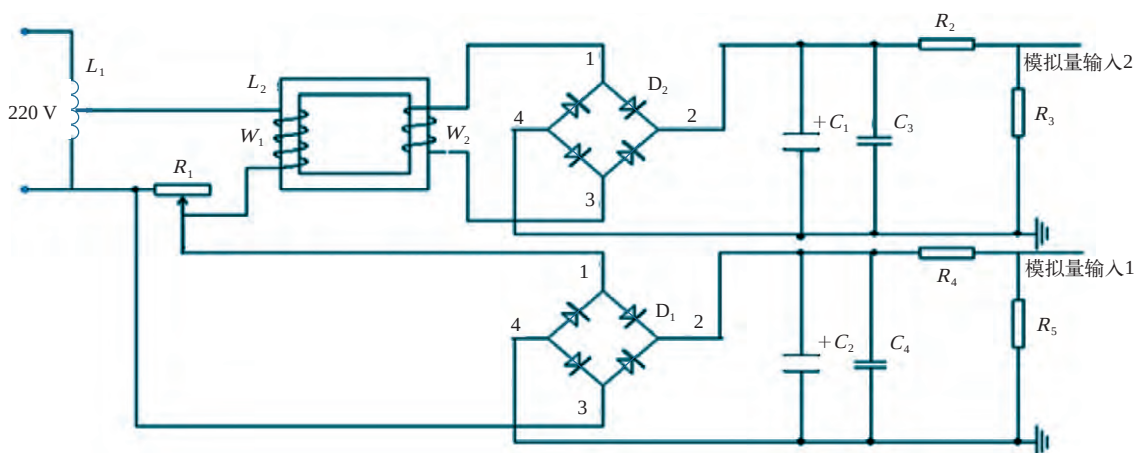


图2 电压检测及调整模块电路图

3. 单片机控制模块

基于单片机的硅钢片铁损测量仪使用的单片机为89C52芯片，A/D转换器采用MAX197芯片，显示模块采用1602液晶模块。

单片机控制模块的电路图如图3所示。该模块以89C52单片机为核心，该单片机89C52的X1、X2外接晶振 C_7 ，复位信号REST通过上拉电阻 R_6 接到+5 V电压，通过电容 C_8 接地。A/D转换器以高速转换的A/D芯片MAX197为核心，将输入的模拟电压信号转换成数字信号，其模拟量输入口中的CH5和CH7接到电压信号输出端，用于接收待转换的模拟电压信号，其数字量输出口D0~D7

通过数据总线与89C52的P2口相连，其触发信号CLK、片选信号CS、读写信号WR、RD分别接到89C52的P03、P04、WR和RD口，其REF、REFAD分别通过电容 C_6 、 C_5 接地，VDD接+5 V电压，模拟地AGND和数字地DGND分别接地。液晶显示模块，采用1602液晶模块，可以同时显示电压，电流以及铁损值，其数据口D0~D7通过数据总线接到单片机的P1口，VSS、VDD相连接到+5 V电压，控制端VL、读写控制口RS、WD分别接到89C52的P02、P01和P00口，使能端E接到单片机的P06口，BLA和BLK相连接地。



基于单片机的硅钢片铁损测量仪软件设计

结束语

图4 主程序流程图

(编辑: 杨得润)