

35KV 干式变压器智能温控系统^①

马路, 王颖

(辽宁工程技术大学 电气与控制工程学院, 葫芦岛 125105)

摘要: 针对 35KV 干式变压器由于过载、短路等原因引起的温度升高的情况, 利用数字信号处理芯片 TMS320F2812 设计了一套智能温控系统, 该系统硬件电路简单, 操作容易, 可进行远程监控. 试验中成功实现该系统的各项功能, 达到了对变压器进行保护和智能控制的目的.

关键词: 干式变压器; 数字信号处理; 智能温控; 远程监控

35KV Dry Type Transformer of Intelligent Temperature Control System

MA Lu, WANG Ying

(Department of Electrical and Engineering Control, Liaoning Technical University, Huludao 125105, China)

Abstract: 35KV dry type transformers due to overload, short circuit causes such as elevated temperature, the use of TMS320F2812 digital signal processing chip design of a smart temperature control system, the hardware circuit is simple, easy, and can be remotely monitored. Successfully test the functionality of the system to achieve the protection of transformers and intelligent control.

Key words: dry-type transformers; digital signal processing; intelligent temperature control; remote monitoring

在变压器运行中, 如果遇到短路、过载、环境温度过高或冷却通风不够等情况时, 就会使变压器过热. 干式变压器属于自然空气冷却, 其热平衡性能差, 绕组温度超过绝缘耐受温度使绝缘破坏, 是导致变压器不能正常工作的主要原因. 因此, 对变压器绕组的运行温度进行监测、驱动风机实现强迫风冷及报警控制是十分重要的. 传统的干式变压器温控系统主要有 4 种形式, 盘式温度表、毛细管式温控器、PTC(正温度系数)热敏电阻温控装置和铂热电阻测温装置. 随着电力工业的发展, 前三种温控系统由于其明显的缺点如没有显功能示或者无保护功能而逐渐被淘汰, 铂热电阻温控系统则得到了长足的发展, 本文在此背景下, 针对 35KV 的干式变压器, 提出并成功设计了一套 35KV 干式变压器的智能温控系统. 本系统选用 TI 公司的数字信号处理器 TM320F2812 作为核心控制芯片, 测温装置选铂电阻温度传感器 PT100 来检测变压器的温度, 上位机界面用 LabVIEW 软件开发, 实现了变压

器的智能温控性能, 并将现场变压器状态参数准确及时的送入 PC 机上进行上位机的显示监控. 在局域电网中可以实现多台变压器的集中监控, 每台变压器由 TMS320F2812 控制, 然后将数据上传到 PC 主机.

1 系统组成原理和实现的功能

系统结构如图 1 所示, 传感器检测到的信号经调理放大, 滤波电路后, 送入核心控制器件 TMS320F2812 的 AD 端口进行模数转换并对数据进行处理, 由按键设定温度值和报警值并在 LED 上显示出来. 同时将获得的这些信号通过 CAN 总线实时传给上位机系统, 进行在线监控.

变压器正常运行时, 设计的温度控制器不停对变压器的三相绕组进行巡回检测, 根据检测到的绕组温度的高低自动启停风机. 当出现过载运行或故障引起变压器绕组温度升高时, 报警器便发出报警信号, 若绕组温度超过设定的安全值, 则驱动相应的继电器动

^① 收稿时间:2011-12-09;收到修改稿时间:2012-11-23

作进行跳闸保护。

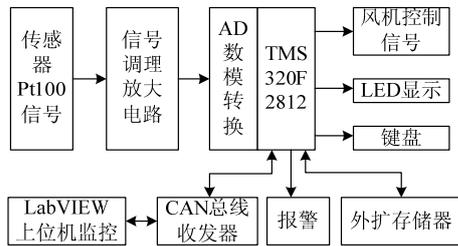


图 1 系统框图

2 系统的硬件设计

系统主要由传感器检测电路、风机控制电路以及上位机的通讯电路组成。其中传感器检测部分是关键，智能温控系统的所有操作都将依据检测得来的数据。

2.1 电路核心控制器的选择

由于变压器工作时，其绕组温度随所载的负荷量的大小而变化，温度将会一直发生变化，这个数据量将会很大，TI 公司的 TMS320F2812 由于强大的数据运算处理能力而成为控制器的首选。该数字信号处理 (DSP) 芯片精度高，抗干扰能力强，最高工作频率可达 150MHz，而且内部集成了 12 位的 AD 转换器，共有 16 个模拟输入通道，最高转换速率可达 80ns。同时它还自带了增强型的 CAN 模块。选用该芯片可以使电路结构简单可靠，减少电路元件数，降低成本。本系统还对该芯片进行存储器的扩展，通过外部接口 XINTF 扩展了一片静态 SRAM 用来存放温度值和一片 FLASH 用来固化控制程序。

2.2 传感器选择和信号测量调理电路

准确的温度测量是进行其他一切相关控制的前提，其精度直接关系到系统的可靠性。温度传感器 Pt100 是一种稳定性和线性都比较好的铂丝热电阻传感器，精度高，抗氧化能力强，化学性能稳定，可以工作在 -200℃ 至 650℃ 的范围，符合变压器温度测控系统的要求。干式变压器的工作范围为 0℃ 到 200℃，铂电阻值 R_t 和温度 t 的关系为：

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2 + Ct^3)$$

式中， R_0 为 0℃ 的电阻值，其值为 100Ω， R_t 为 t ℃ 时候的电阻值，A、B、C 为常数，与 Pt100 的温度系数有关，本系统采用的 Pt100 温度系数为 0.003851 ，A、B、C 对应的值分别为 $A = 3.090802 \times 10^{-3}/^\circ\text{C}$ ； $B = -5.801950 \times 10^{-7}/^\circ\text{C}^2$ ； $C = -4.273510 \times 10^{-12}/^\circ\text{C}^3$ 。温度传感器的

电阻值变化与环境温度的变化成线性关系。将电阻信号转换成测量电压信号电路如图 2 所示，采用电桥法将电阻信号转换为小电压信号后，经过差分放大电路将小信号放大再经过滤波得到送入 DSP 的 AD 端口。

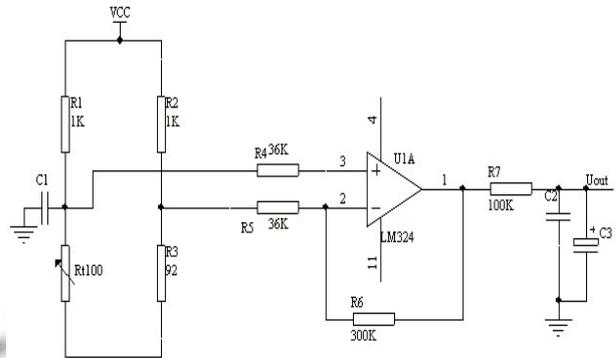


图 2 信号调理电路

其输出电压方程为：

$$\left(\frac{R_1 \cdot 100}{R_1 + R_1 \cdot 100} - \frac{R_3}{R_2 + R_3} \right) \times V_{CC} \times \frac{R_6}{R_5} = U_{out}$$

R_1 和 R_2 采用较大的电阻，用于限流，防止温度过高影响精度； R_3 的大小是保证电路在零度也有电压输出；电阻 R_5 相对 R_3 较大，防止影响电桥平衡。差分放大芯片采用静态功耗小，电源电压范围宽，价格低廉的四运放集成电路 LM324。

2.3 风机控制电路

如图 3 所示，DSP 输出的控制量送到 P 端口，若为低电平，则光耦合器件导通引起继电器工作，常开触点闭合驱动电机工作，相反，若为高电平，则光耦合器件不动作，继电器也不动作，电机也不启动。

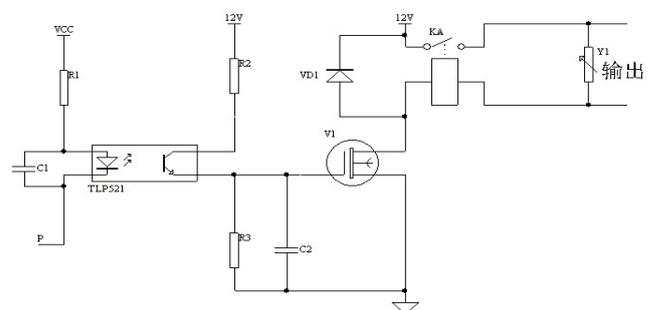


图 3 风机驱动电路

这个高低电平是通过 DSP 检测到的温度值与预先设定的参考值比较得出，保证变压器温度高于参考值时风机工作而降温，低于参考值时风机不工作，即进

行了 PI 控制调节. 当风机工作时, 变压器温度没有低于设定的温度报警值, 则发生报警, 若这个温度值高于了跳闸的温度上限, 就会发生超温跳闸.

2.4 通信电路

本系统借助于 DSP2812 集成的 CAN 模块优势, 实现温控器与上位机的 CAN 总线通信. CAN 总线支持分布式控制和适时控制的串行通信网络, 由于 CAN

总线具有通信速率高、开放性好、报文短、纠错能力强以及控制简单、扩展能力强, 系统成本低等特点, 应用越来越广. 还有一个较传统 RS-485 通信的优点是通信距离长, 通信速率好, 可实现远程监控操作. 本系统利用 CAN 通信收发器 PCA82C250 作为 DSP 的 CAN 控制器和物理总线间接口, 以实现总线的差动发送和接收功能. 接口电路如图 4 所示.

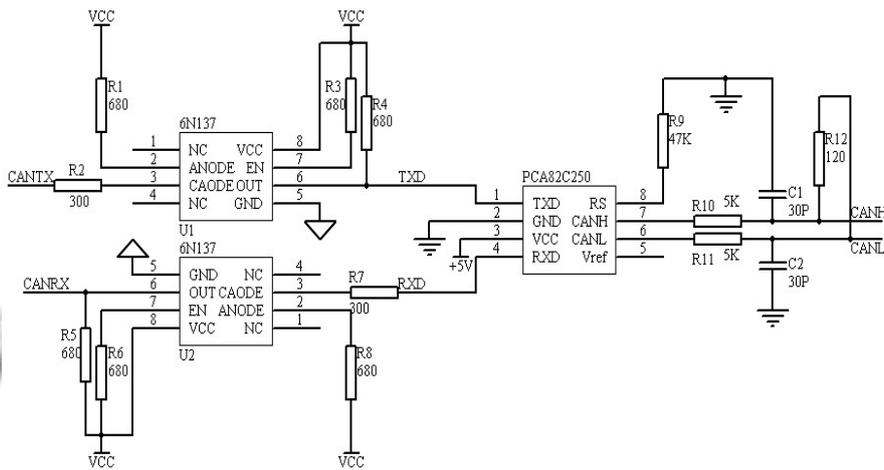


图 4 CAN 通讯接口电路

设计中采用了高速光耦 6N137 对 DSP 及物理总线进行隔离, 防止信号干扰. 上位机接受到了来自 CAN 总线的的数据信息后, 通过上位机软件计算分析显示出来, 实现远程监控目的.

2.5 其他电路设计

除了以上基本电路外, 其它电路主要包括温控器的现场 LED 显示电路和键盘输入电路以及报警电路, 均属于基本的电路. 他们都是系统不可或缺的部分. 关于报警电路要提供超温报警和超高温跳闸报警两种, 区别在与报警时间的长短不同, 这是设计时需要考虑的地方.

3 系统的软件设计

系统软件主要包括两部分, 一部分是 DSP 主程序, 另一部分则是上位机监控软件. 本系统采用的基于虚拟仪器 LabVIEW 软件开发的上位机界面, 该软件具有编程容易, 界面美观, 功能强大, 开发周期短等特点.

3.1 DSP 主程序

该部分主要完成对系统各模块的初始化, 通过对

A/D 模块采集来的数据进行内部的算法分析, 对键盘输入的开关量进行相应的参数修改, 实现相应模块的控制功能如风机的驱动、报警器的蜂鸣声以及 LED 显示. 同时还把相应的数据传送到上位机上, 进行通信操作. 主程序流程图如图 5 所示. 图中 $T1 < T2 < T3$, 温度逐渐上升, 执行动作也不相同.

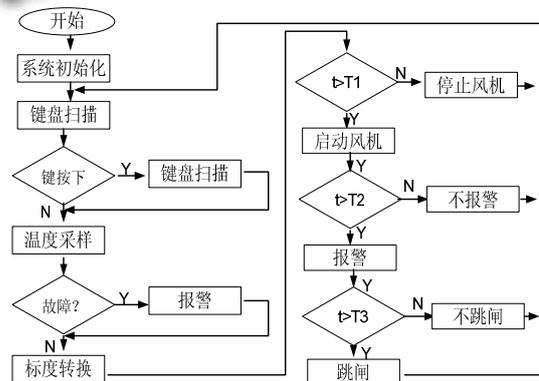


图 5 主程序流程图

3.2 基于 LabVIEW 的上位机界面

LabVIEW 是一种图形化的编程语言, 这种编程语

言的特点是用具有框图结构的 VI 代替繁琐的程序代码,产生的程序是框图的形式. LabVIEW 里有非常丰富图形控件,方便编程人员直接调用.基于此特点,本系统开发出了相应的上位机界面,可实现远程的检测和相应的控制功能,如温度值的显示,以及温度参考值的设定等.

4 测试结果

将设计的这套智能温控系统应用于 35KV 干式变压器,经过现场试验完成了相应的显示、控制和保护功能,并成功实现了远程监控,实现了智能化控制.该监控界面截图如图 6 所示.

设定参考值时,风机开启温度要小于高温报警温度,高温报警温度也要小于高温跳闸温度.当三相绕组温度大于参考温度中其中之一时,运行状态中相应指示灯会亮.图为正常情况下运行状态.



图 6 基于 LabVIEW 的监控界面

(上接第 189 页)

4 结语

本文介绍了一种机载雷达自检的高低优先级故障的建模仿真方法,为了贴近实际雷达的故障产生特点,在模拟过程中采用模糊隶属度方法来分析故障之间相关性.采用组播通信,结合软件仿真,在模拟器上显示效果良好,提高操作员对雷达故障应变和排故能力.

参考文献

- 1 初晓军,张乃庆,张欣.机载雷达 BIT 设计研究.航空电子技术,2003,12:34(4).
- 2 严利华,姬宪法,梅金国.机载雷达原理与系统.北京:航空工业出版社,2010.

5 结语

利用 TMS320F2812 的丰富的内部集成模块,使整个系统的硬件电路简单了不少,同时由于其高速的运算性能使得远程监控的实时性和准确性得到了保证.对于 35KV 干式变压器,铂丝热电阻传感器 Pt100 的高精度特性足以满足测温范围,为整个系统的数据分析和计算提供了可靠的依据.较传统的干式变压器温控系统,本系统优势明显,硬件结构简单,操作容易,可远程监控,易于维护,满足电力系统对干式变压器运行的安全性要求,具有十分广泛的应用前景.

参考文献

- 1 张伟民,戴义保,陈伟.干式变压器智能温度控制仪的系统设计.仪器仪表用户,2006,5:39-41.
- 2 巫付专,赵方,牟政忠.基于 DSP 的干式变压器温度监控系统.变压器,2007,8:61-63.
- 3 胥军.基于 CAN 总线的远程测量系统设计.电子测量,2008,4:61-64.
- 4 刘小强,粟梅.基于 CAN 总线的数据采集处理系统的设计.仪表技术与传感器,2006,9:22-24.

- 3 杨万海.雷达系统建模与仿真.西安:西安电子科技大学出版社.
- 4 徐吉辉,李建华,李建忠.模糊理论在故障诊断中的应用.仪器仪表用户,2009(5):29-30.
- 5 韩立岩,汪培庄.应用模糊数学.北京:首都经济贸易大学出版社,1998.18-30.
- 6 余俊,彭琇,杨志强.基于 Visual C++的雷达 PPI 显示仿真研究.电脑应用技术,2007(71):11-15.
- 7 李英.Visual C++编程与项目开发.上海:华东理工大学出版社,2008.
- 8 徐宏宇,陶然,单涛.一种实时雷达显示控制终端软件的设计.火控雷达技术,2002(1):7-9.