

文章编号:1671-251X(2011)09-0006-04

DOI:CNKI:32-1627/TP. 20110828. 1419. 002

矿用高压配电装置隔离触头温度 在线监测系统的设计

武军峰, 宋建成, 曲兵妮

(太原理工大学电气与动力工程学院, 山西 太原 030024)

摘要:针对煤矿井下高压配电装置隔离触头常因接触不良引发温度过高,继而导致故障且不易检测的问题,提出了一种矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统的设计方案,重点阐述了该系统下位机软件程序和基于LabVIEW虚拟仪器开发平台的上位机在线监测程序的设计。试验结果表明,该系统能够实时远程监测矿用高压配电装置隔离触头的温度信息,误差小于1℃,符合工程实际要求,且能够根据监测的温度信号进行故障诊断和预警。

关键词:矿用高压配电装置; 隔离触头; 温度监测; 故障诊断; 故障预警; 虚拟仪器

中图分类号:TD611/76 文献标识码:B 网络出版时间:2011-08-28 14:19

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20110828.1419.002.html>

Design of On-line Monitoring System for Temperature of Isolator Contacts of Mine-used High-voltage Distribution Equipment

WU Jun-feng, SONG Jian-cheng, QU Bing-ni

(College of Electrical and Power Engineering of Taiyuan University of Technology,
Taiyuan 030024, China)

Abstract: For problems that high temperature caused by bad contact of isolator of mine-used high-voltage distribution equipment usually leads to faults and the faults are hardly detected, a design scheme of on-line monitoring system for temperature of isolator contact of mine-used high-voltage distribution equipment was put forward and software designs of lower computer program and on-line monitoring program based on LabVIEW of the system were introduced emphatically. The test result showed that the system can monitor temperature of isolator contact of mine-used high-voltage distribution equipment real-time and remotely with error less than 1℃, which can meet requirement of actual project. Besides, the system has functions of fault diagnosis and early warning according to monitored temperature signal.

Key words: mine-used high-voltage distribution equipment, isolator contact, temperature monitoring, fault diagnosis, early warning for fault, virtual instrument

0 引言

在煤矿井下,高压配电装置隔离触头因接触不良引发温度过高而导致的事故时有发生。在电网运

行过程中,由于接触条件恶化,接触电阻增加,引起触点温度升高,加剧触头表面氧化,导致高压配电装置隔离触头接触松动处产生电弧放电或局部熔焊,造成电气设备损坏,甚至引发火灾。这些事故发生初期的明显现象就是温度异常,因此,高压配电装置隔离触头温度的实时监测对确保高压配电装置安全可靠地运行具有十分重要的现实意义。

由于井下地形复杂,高压配电装置位置分散,故障不容易被发现。鉴此,笔者设计了一种矿用高压

收稿日期:2011-05-11

基金项目:“十一五”国家科技支撑计划重点项目(2007BAK29B05, 2007BAB13B01), 山西省自然科学基金项目(2008011036)

作者简介:武军峰(1981-),男,山西运城人,硕士研究生,研究方向为智能电器技术。E-mail: sjywjf0318@163.com

配电装置隔离触头温度在线监测系统来对高压配电装置隔离触头温度进行远程在线监测,以实现煤矿井下事故预警,降低事故发生率。本文重点阐述该系统软件部分的设计。

1 系统硬件电路设计

矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统的硬件电路包括高压端模块和低压端模块两部分,其组成分别如图1和图2所示。高压端模块包括温度传感器、AD转换器、微处理器和无线发射模块;低压端模块包括无线接收模块、微处理器、RS485串口通信模块和上位机(上位机)。温度信号由高压端模块采集并处理后,通过高压端无线发射模块发送出去;低压端无线接收模块接收数据,通过微处理器和RS485串口通信模块与上位机通信,并在上位机上显示数据。无线收发模块将高压端与低压端分离,避免高电压信号窜入低压电路^[1]。

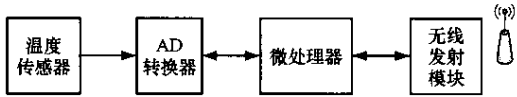


图1 高压端模块组成

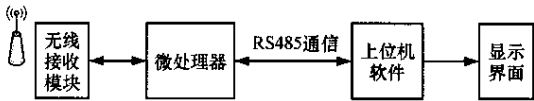


图2 低压端模块组成

图1中,温度传感器采用贴片式Pt100,其测温范围为-200~400℃;为避免三相隔离触头产生相电位差,高压端模块对温度传感器采用一对一采集方式;AD转换器选用ADC0804芯片;无线收发模块采用挪威Nordic VLSI公司研制的单片射频收发芯片nRF905,其由功率放大器、晶体振荡器、集成的频率调制器、带解调器的接收器和调节器组成;高、低压端模块微处理器均采用STC89C52芯片。

2 系统下位机软件设计

系统下位机软件程序采用C语言编写,通过高低压端模块完成温度信号采集、数据处理、串口通信功能,具体包括AD转换程序、数据处理程序、nRF905无线收发程序、数据存储程序、数据串口通信程序。下面主要介绍温度信号无线收发原理、高压端模块程序、低压端模块程序。

2.1 温度信号无线收发原理

微处理器通过SPI接口向nRF905配置寄存器读写配置信息,设定nRF905的工作频率、工作模

式、输出功率、本机地址、时钟频率、CRC校验位数、收发地址宽度及有效数据长度等相关信息。

nRF905通过对工作模式的设置来完成数据的传送任务,其工作模式由TRX_CE、TX_EN、PWR_UP三个引脚的设置值来决定,具体设置方法如表1所示。

表1 nRF905工作模式设置

PWR_UP	TRX_CE	TX_EN	工作模式
1	1	1	发送模式
1	1	0	接收模式
1	0	x	休闲模式
0	x	x	关机模式

2.2 高压端模块程序

高压端模块程序流程如图3所示。微处理器初始化后对nRF905相关寄存器进行配置,通过ADC0804实现温度信号的模数转换,经过10次采样后,取10次采样的平均值作为当前温度值。按表1所示的设置方法,微处理器将nRF905设置为发送模式,开始向低压端模块发送数据。数据发送完毕并延时1ms后,将nRF905引脚TRX_CE置低,无线发射模块进入休闲模式以降低能耗,等待下一次数据的到来。

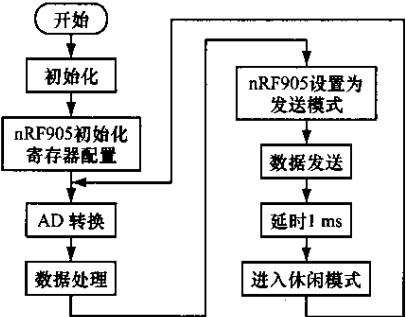


图3 高压端模块程序流程

2.3 低压端模块程序

低压端模块程序流程如图4所示。微处理器初始化完毕后向nRF905发送请求命令,nRF905收到请求后进入接收模式并开始接收数据(否则返回,继续等待),数据接收完毕,nRF905的DR引脚被置高,同时微处理器将TRX_CE置低,nRF905进入休闲模式。微处理器存储数据,当接收到上位机指令后,通过RS485串口通信模块向上位机传输数据^[2-3]。

3 系统上位机软件设计

LabVIEW是美国NI公司推出的面向计算机测控领域的图形化编程语言和软件开发平台,是目

前应用最为成功、广泛的虚拟仪器软件开发环境。矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统的上位机软件正是基于 LabVIEW 平台开发的。上位机软件主要包括 RS485 串口通信程序、温度信号诊断程序、信息处理合并程序。

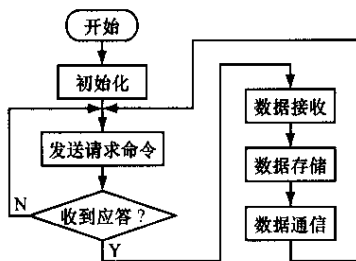


图4 低压端模块程序流程

3.1 RS485 串口通信程序

RS485 串口通信程序的设计以 LabVIEW 中 4 个 VISA 控件(即 VISA 配置串口、VISA 写入、VISA 读取、VISA 关闭)以及 CRC 校验子程序为基本框架,完成上位机与下位机的数据通信^[4]。其程序流程如图 5 所示,程序框图如图 6 所示。

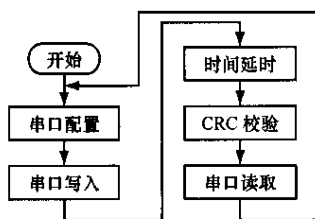


图5 RS485 串口通信程序流程

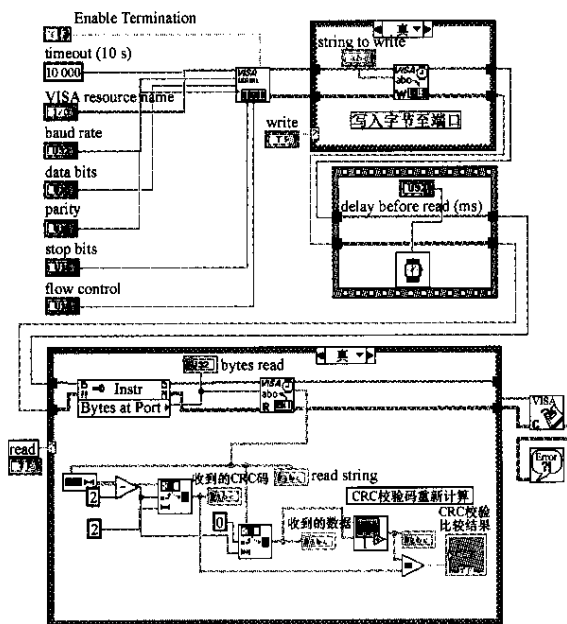


图6 RS485 串口通信程序框图

3.2 温度信号诊断程序

温度信号相对隔离触头故障来说是一种模糊信

号,不能根据温度升高几摄氏度就断定高压断路器会发生相应的故障。明确地界定温度故障值是不合理的,只能说温度到达某一范围时会有发生某种故障的可能。因此,系统上位机软件引进模糊控制理论,通过隶属度函数建立了模糊信号与精确数学表达之间的关系。

模糊语言变量的定量描述是由隶属度函数实现的,如何确定隶属度函数是关键问题。由于模糊集的研究对象具有模糊性和经验性,因此,必须根据具体问题确定合适的隶属度函数。本文使用一台 ZNY1—10 型矿用高压断路器做隔离触头温度升高实验,通过观察故障与温度变化的关系,发现两者之间大致呈正态分布,因此,采用降半正态分布的隶属度函数:

$$\mu(x) = \begin{cases} e^{-k(x-a)^2} & x > a \\ 1 & x \leq a \end{cases} \quad (1)$$

式中: μ 为隶属度值; x 为隔离触头的实时温度值; $k>0$; a 为高压配电装置在 70% 负荷下隔离触头的正常工作温度,经查阅资料和现场测温知, ZNY1—10 型断路器隔离触头的正常工作温度为 50℃。

k 值直接影响隶属度函数的曲线形状和控制灵敏度。 k 的取值必须依据实验和被测对象温度所对应的工作状况决定。通过调研发现,当环境温度为 27℃ 时,隔离触头稳定工作在 50℃ 附近,不超过 60℃,因此,设定隔离触头温度在不大于 55℃ 时,隶属度为 1;温度为 60℃ 时,隶属度为 0.8。将上述值代入式(1)后可计算出 $k=0.00223$ 。

确定诊断方法以后,在 LabVIEW 中采用模块化编程方法设计出了隔离触头温度信号诊断程序。用数学函数控件和选择结构控件构建隶属度函数模型,通过选择结构控件和布尔控件设计出预警等级和诊断描述子程序^[5-7]。图 7、图 8、图 9 分别为温度信号诊断程序流程、温度信号诊断程序框图和温度在线监测界面。

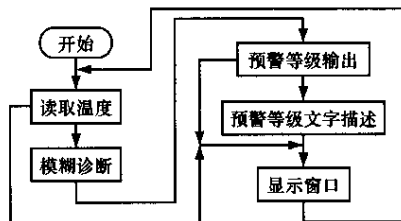


图7 温度信号诊断程序流程

从图 9 可看出,通过后台程序模糊判断,温度在线监测界面能够较好地反映隔离触头温度健康指

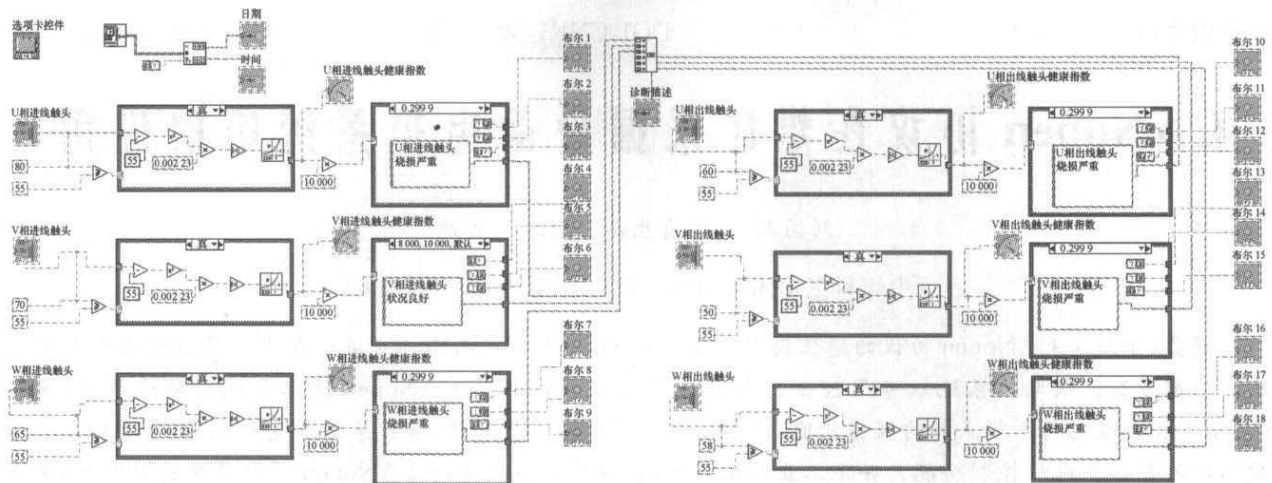


图8 温度信号诊断程序框图

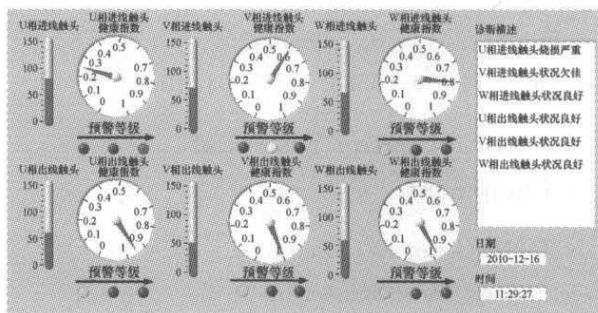


图9 温度在线监测界面

数,并准确给出矿用高压配电装置隔离触头温度预警诊断描述。

4 试验结果及分析

为了检验矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统下位机的工作性能及上位机软件的在线监测效果,对 ZNY1-10 型高压真空断路器隔离触头进行了加热试验。在开关断开的情况下,将触头分别加热至 55℃、70℃、90℃,在其自然降温过程中记录触头上温度计读数和监测界面显示温度,部分试验数据如表 2 所示。

表2 部分试验数据

实际触头温度	界面显示温度	误差	实际触头温度	界面显示温度	误差
55	54.2	-0.8	60	59.0	-1.0
53	52.5	-0.5	50	49.0	-1.0
47	46.5	-0.5	90	89.0	-1.0
47	46.5	-0.5	85	84.6	-0.4
70	69.6	-0.4	80	79.0	-1.0
66	66.0	-0.0	75	74.7	-0.3

从表 2 可看出,在线监测界面显示的温度比触头实际温度略小,但误差都在 1℃ 范围内。

5 结语

结合矿用高压配电装置隔离触头温度在线监测系统的硬件电路,设计了下位机软件程序和基于 LabVIEW 的上位机在线监测和故障预警程序,并通过 RS485 串口通信实现了远程监测功能。试验结果表明,该系统的上位机程序能同步显示触头实际温度,且在线监测误差在 1℃ 内,符合工程实际要求,有助于降低煤矿井下巡检人员对矿用高压配电装置的离线检测次数和矿用高压配电装置故障率。

参考文献:

- [1] 张国栋,宋建成,许春雨.基于 nRF905 的高压配电装置隔离触头温度在线监测装置的研究[J].工矿自动化,2010,36(5):16-20.
- [2] 杨光松.基于 NRF905 的无线温度数据采集系统[J].微计算机信息,2008(22):104-105.
- [3] 巩宪锋,衣红钢,王长松,等.高压开关柜隔离触头温度监测研究[J].中国电机工程学报,2006,26(1):155-158.
- [4] 袁雪,陈斌,鲁中巍,等.基于 LabVIEW 的 Modbus 串口通讯协议的实现[J].现代仪器,2008,14(2):31-33.
- [5] 王季方,卢正鼎.模糊控制中隶属度函数的确定方法[J].河南科学,2000,18(4):348-351.
- [6] 王耀南.智能信息处理技术[M].北京:高等教育出版社,2003:36-50.
- [7] JOHNSON G W, JENNINGS R. LabVIEW 图形编程[M].武嘉澍,陆劲昆,译.北京:北京大学出版社,2002.