

文章编号:1671-251X(2012)11-0081-03

李飞. 防爆柴油机车自动保护装置测温方法研究[J]. 工矿自动化, 2012(11):81-83.

防爆柴油机车自动保护装置测温方法研究

李飞

(神华神东煤炭集团有限责任公司设备管理中心, 陕西 神木 719315)

摘要:分析了常用的温度监测方法,指出铂热电阻测温方法比较适用于柴油机车自动保护装置的温度监测,并介绍了铂热电阻测温方法的具体实现。该方法根据ADC采样值计算铂热电阻的阻值,并根据铂热电阻与测点温度的关系计算温度值。工业现场应用结果表明,该测温方法反应速度快,在测温范围内特性稳定,长期运行温度无漂移。

关键词:防爆柴油机车;自动保护装置;温度监测;铂热电阻;曲线拟合

中图分类号:TD634.9 文献标志码:A 网络出版时间:2012-11-01 15:07

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20121101.1507.024.html>

Research of Temperature Measuring Method of Automatic Protection Device of Explosion-proof Diesel Locomotive

LI Fei

(Device Management Center of Shenhua Shendong Coal Group Co., Ltd., Shenmu 719315, China)

Abstract: The paper analyzed common temperature monitoring methods, pointed out that the temperature measuring method of platinum thermistor is suitable for temperature monitoring of automatic protection device of diesel locomotive, and introduced specific implementation of the method. The method calculates value of platinum thermistor according to ADC sampling value, and then calculates temperature according to relationship of platinum thermistor and temperature of measuring points. The industrial field application result shows that the method responses fast with stable feature in temperature measuring range and has no temperature drift during long running process.

Key words: explosion-proof diesel locomotive, automatic protection device, temperature monitoring, platinum thermistor, curve fitting

0 引言

根据MT/T 989—2006《矿用防爆柴油机无轨胶轮车通用技术条件》和GB 20800.3—2008《存在甲烷和(或)可燃性粉尘的地下矿区巷道用I类内燃机》,煤矿防爆胶轮车柴油机系统必须配置自动保护装置^[1-2]。在MT/T 989—2006中规定:柴油机的冷却液温度、表面温度、排气温度超标时,动力系统应在1 min内自动停止运转。在GB 20800.3—2008中规定除了上述3项温度保护外,自动报警项目中还应增加空气压缩系统进排气口温度、内燃机

油温和液压油油温的自动保护监测。此外,矿用柴油机车的前后桥制动器温度也需要监测。以上这些关键部件或系统的温度保护监测不仅是矿用柴油机的强制防爆要求,同时有些参数也是柴油机保护保养的重要参数^[3]。矿用柴油机温度监测系统是整个自动保护装置非常重要且不可或缺的部分,因此研究其具体实现十分必要。本文分析了常用的温度监测方法,指出铂热电阻测温方法比较适用于柴油机车自动保护装置的温度监测,并介绍了铂热电阻测温方法的具体实现。

收稿日期:2012-08-15

作者简介:李飞(1978—),男,陕西横山人,工程师,现主要从事煤矿机电装备技术方面的研究和管理工作。E-mail:cumtlf@163.com

1 常用温度监测方法

常用的温度监测方法有接触式和非接触式 2 种。自动保护装置中各部件的温度监测都应采用接触式,即通过在具体位置安装传感器实现监测。在整车系统上,有些温度(如发动机冷却液温度)由机械指针式仪表显示,而机械指针式表盘是通过导管中膨胀液的热胀冷缩来驱动的,误差特别大,无法达到规定的温度监测要求。

工业中常用的温度传感器有集成温度传感器和热电阻温度传感器。集成温度传感器有模拟式和数字式之分,模拟式温度传感器输出电流信号(以 AD590 为代表),数字式温度传感器一般提供单线总线接口(以 DS18B20 为代表)。集成温度传感器的监测范围一般为 $-20 \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$,其封装形式及内部集成处理电路决定了其无法满足更高温度的监测要求,如高达 $148\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的发动机表面温度。热电阻温度传感器的阻值随被测温度变化而改变,根据阻值可推算出被测物体温度。这种温度传感器的监测范围一般为 $-200 \sim +500\text{ }^{\circ}\text{C}$,热电阻中铂热电阻与温度之间的关系近似于线性,在测温范围内化学、物理特性稳定,比较适用于柴油机车自动保护装置的温度监测。

2 铂热电阻测温方法

2.1 温度监测原理

铂热电阻测温原理如图 1 所示。

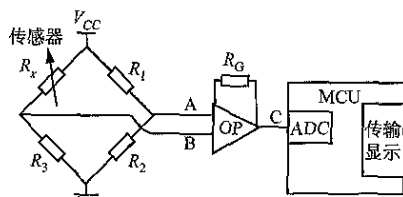


图 1 铂热电阻测温原理

工业铂热电阻的阻值随温度变化而改变,但阻值变化很小,变化范围为 $0.37 \sim 0.39\text{ }\Omega/^{\circ}\text{C}$,因此一般通过惠更斯电桥来采集电阻值。首先将微小的电阻信号变化通过电桥转换为毫伏级差分信号输出,毫伏级差分信号经过外置运放转换为单端电压信号后输出至 MCU 的 ADC 采样模块,ADC 采样后经 MCU 内部运算处理得到当前被测部件的温度值。外置运放的放大倍数可根据 MCU 的 ADC 参考电压来设置。

2.2 温度监测实现

实现温度监测实际上就是根据获得的 ADC 采

样值计算铂热电阻的阻值,再根据铂热电阻与测点温度的关系计算温度值。

(1) ADC 采样值和铂热电阻值之间的关系

理论上,电桥采样输出电压信号值为

$$U_{AB} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_x + R_3} \right) V_{\text{ref}} \quad (1)$$

式中: R_x 表示工业铂热电阻的阻值; V_{ref} 表示电桥共模电压。

放大倍数理论值为

$$G = 1 + 100/R_G \quad (2)$$

设 ADC 采样值为 x ,则 MCU 采样端口电压与采样值之间的关系:

$$\frac{xV_{\text{ref}}}{2^N} = U_c \quad (3)$$

式中: N 为 ADC 采样的位数; U_c 为 MCU 的 ADC 端口电压值。

综合式(1)~式(3),可得 ADC 采样值和铂热电阻之间的理论关系:

$$\frac{xV_{\text{ref}}}{2^N} = G \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_x + R_3} \right) V_{\text{ref}} \quad (4)$$

设 $f(x)$ 为铂热电阻的阻值,整理可得

$$f(x) = \frac{R_3}{\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{x}{2^N(1 + 100/R_G)}} - R_3 \quad (5)$$

在已知 ADC 采样值的情况下,可采用式(5)计算铂热电阻的阻值。

(2) 铂热电阻的线性计算方法

从式(5)可以看出,电桥导致铂热电阻的阻值和 ADC 采样值呈非线性关系。在实际应用中,可以通过线性公式取代理论公式,达到简化计算的目的,同时误差应在可控范围之内。取曲线上零点($x_0, f(x_0)$)和满量程点($x_1, f(x_1)$),由该 2 点确定的 ADC 采样值和铂热电阻之间的线性关系为

$$f(x) = x \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} + f(x_0) - x_0 \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} \quad (6)$$

在对精度要求不高的场合,可以用式(6)取代式(5)来计算铂热电阻值。在对精度要求较高的情况下,可用数值分析中的最小二乘法进行曲线拟合^[4-5],以达到基本逼近的效果。

(3) 铂热电阻值和温度值之间的理论关系

根据《工业铂热电阻技术条件及分度表》可知,在 $0 \sim 850\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内,铂热电阻的阻值和温度之间的对应关系^[6]:

$$R(t) = R(0\text{ }^{\circ}\text{C})(1 + At + Bt^2) \quad (7)$$

式中: $R(t)$ 表示温度为 t 时的铂热电阻值, Ω ; $R(0\text{ }^{\circ}\text{C})$ 表示温度为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时的铂热电阻值, Ω ; A 、 B 皆为常数, $A = 3.9083 \times 10^{-3}$, $B = -5.775 \times 10^{-7}$

式(7)的反函数(舍去负根):

$$t = f(R) = -\sqrt{\frac{R(t)}{BR(0\text{ }^{\circ}\text{C})} - \frac{1}{B} + \frac{A^2}{4B^2}} - \frac{A}{2B} \quad (8)$$

利用式(8)可计算出当前测点的温度值。在有浮点运算单元、单指令周期的处理器中,对该式的运算速度很快,需要注意的是在头文件中要包含数学运算的库函数,即添加语句 `#include <math.h>`。

2.3 线性计算方法误差分析

将式(5)和式(6)相减得到 $\Delta f(x)$, 对 $\Delta f(x)$ 进行微分, 发现在 $x = (x_0 + x_1)/2$ 位置取得极值。绝对误差值在 $0.37\text{ }\Omega$ 以上, 这直接导致温度测量结果偏高 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右。线性计算与非线性计算的绝对误差曲线如图2所示。

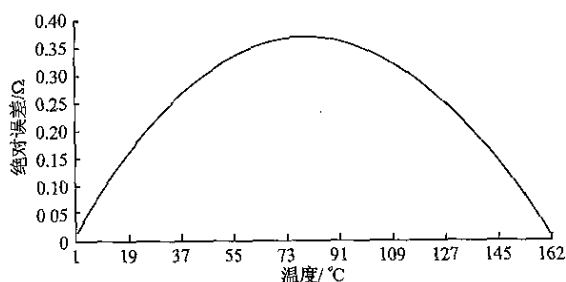


图2 线性计算与非线性计算的绝对误差曲线

运用最小二乘法进行曲线拟合, 即将式(6)计算得到的数据通过线性逼近, 对应的绝对误差曲线如图3所示。可见, 经过最小二乘法曲线拟合后, 绝对误差大大缩小, 控制在 $0.015\text{ }\Omega$ 范围之内, 对应温度无偏差。

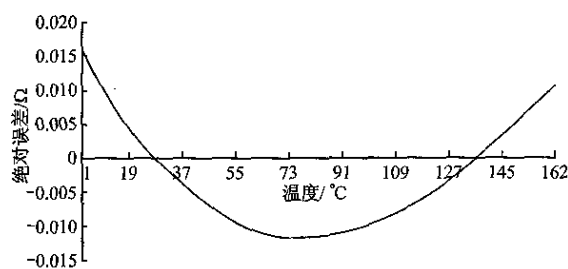


图3 曲线拟合后与理论值之间的绝对误差曲线

3 结语

从防爆柴油机车温度监测的实际情况出发, 结合煤矿车载设备应用环境, 选用工业铂热电阻作为传感元件, 建立了采集温度的数学模型, 并对误差进行了分析。工业现场应用结果表明, 该测温方法反应速度快, 在测温范围内特性稳定, 长期运行温度无漂移。

参考文献:

- [1] 煤炭工业协会科技发展部. MT/T 989—2006 矿用防爆柴油机无轨胶轮车通用技术条件[S]. 北京: 煤炭工业出版社, 2006.
- [2] 中国电器工业协会. GB 20800.3—2008 存在甲烷和(或)可燃性粉尘的地下矿区巷道用 I 类内燃机[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [3] 晏伟光. 煤矿井下防爆柴油机车安全保护系统应用现状分析[J]. 煤炭工程, 2010(11): 108-110.
- [4] 黄大勉, 羊梅君. 一种新的校正铂电阻传感器非线性的数学方法[J]. 传感器技术, 2004, 23(6): 44-45.
- [5] 朱育红. 工业铂电阻精确测温的方法[J]. 中国测试技术, 2007, 33(4): 50-52.
- [6] 全国工业过程测量和控制标准化技术委员会. JB/T 8622—1997 工业铂热电阻技术条件及分度表[S]. 北京: 机械工业部仪器仪表综合技术经济研究所, 1997.

第六届蒙古国际矿业机械展览会会讯

由蒙古国家矿业协会主办的“第六届蒙古国际矿山机械展览会”将于 2013-03-28—30 在乌兰巴托米歇尔蒙会展中心举行。

该展会展览范围: (1) 矿业评估服务机构; 矿权交易机构, 矿业贸易公司, 地质勘探机构, 机械和设备公司; (2) 地质勘探设备: 物探仪器, 化探仪器, 航测遥感设备, 测绘设备, 地质数据处理设备; (3) 采矿设备: 采掘设备, 装载设备, 运输设备, 提升设备, 爆破器材, 施工机械; (4) 矿物加工设备: 破碎粉磨设备, 矿用筛分设备, 洗选设备, 提炼设备; (5) 安全环保设备: 通风设备, 除尘设备, 防护设备; (6) 其他各类工程机械设备。

大会指定代理: 广州安祺展览有限公司

地址: 中国广东省广州市天河区车陂路 407 号天朗名居 S1 座 1007 室 邮编: 510660

项目负责人: 李海林 先生 手机: 13288627586 13268065162

电话: 020-85566391 传真: 020-85566481 E-mail: expomanqi@yahoo.com.cn

MSN: anqixpo@hotmail.com 网址: www.anqizhanlan.com