

Agilent 34972A 在温度传感器检测系统中的应用

包胜华, 沈金美, 王淑芬

(大连大学 机械工程学院, 辽宁 大连 116622)

摘要:为了解决批量生产热量表温度传感器并对其进行配对的问题,在深入研究其特性的基础上,应用 Agilent 34972A 数据采集器建立了温度传感器检测系统。该系统基于 VC 语言环境,应用 VISA 库编程驱动仪器进行测量并读取数据,并且编制了对检测温度传感器获得的数据进行处理和配对的应用程序。研究结果证明,使用 Agilent 34972A 检测热量表温度传感器提高了测量精度和测量效率。

关键词:Agilent 34972A; 温度传感器; VISA 库; VC 语言

中图分类号:TH81; TP313

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)06-0683-03

Application of Agilent 34972A in temperature sensor detection system

BAO Sheng-hua, SHEN Jin-mei, WANG Shu-fen

(Mechanical Engineering Institute, Dalian University, Dalian 116622, China)

Abstract: In order to solve the problems of massively producing temperature sensors for heat meters and matching them, after the analysis of their characteristics, the temperature sensor detection system using Agilent 34972A data acquisition system was established. It was programmed using VC language with VISA library to drive the instrument to measure and read the data. And, a program applied was given in data processing and mating the temperature sensors. The experimental results show that, using Agilent 34972A to measure the temperature sensors of heat meter, not only improves the measurement accuracy, but also shortens the detection time.

Key words: Agilent 34972A; temperature sensor; VISA library; VC language

0 引 言

热量表是热量计量收费体系中的关键仪表。近几年,国内许多企业开始致力于热量表及配件的开发研制,其关键的热量表温度传感器大规模生产技术现在只为国外公司所掌握。为了打破当前的技术垄断,国内学者对热量表及热量表的各组成部件尤其是配对温度传感器进行了大量的研究^[1]。其中,文献[2]通过研究热量表配对温度传感器的误差曲线以及温差误差曲线,构建了由两支标准铂电阻温度计、两台恒温槽以及电测设备组成的热量表配对温度传感器的检定系统。文献[3]通过研究热量表中铂电阻温度传感器的特点,得出“在单只铂电阻温度传感器的技术性能指标满足 IEC751 规定的前提下,应在 3 个高低均匀分布

的温度点进行配对”的结论。

Agilent 34972A 是 Agilent 公司最新推出的一种数据采集器,它能支持 34970A 的所有模块,并且向后兼容 34970A SCPI 命令集。Agilent 34972A 的数据采集开关单元包括了 3 插槽主机、内置的 6 位数字万用表以及 8 个不同的开关和控制模块。Agilent 34972A 可以测量 11 种不同的输入信号,包括通过热电偶、RTD 和热敏电阻测量的温度、DC/AC 电压或电流、2 线或 4 线电阻、频率和周期。与 34970A 相比较,34972A 最大的不同点就是具有内置的 LAN 和 USB 接口,使用起来更方便,而 34970A 使用的是 GPIB 和 RS-323 接口。

本研究依据热量表温度传感器的特点,应用 Agilent 34972A 数据采集器搭建了温度传感器的检测系统,通过 Agilent 34972A 内置的 LAN 接口与计算机通

信,采集并读取测量数据并进行配对,以提高检测精度,缩短检测时间。

1 热量表温度传感器的技术要求

1.1 热量表工作原理

热量表由流量计、配对温度传感器及计算器 3 部分组成。流量计安装在出水管或入水管处,给出流量信号;配对温度传感器分别安装在出水管和入水管处,给出温度信号;计算器收集流量信号和温度信号,计算出热量交换回路所消耗的热量。

K 系数法热量计算公式为^[3]:

$$Q = \int_{V_0}^{V_1} K \Delta \theta dv \quad (1)$$

式中: K —热系数; $\Delta \theta$ —温差。

由公式(1)可以看出,计算热量的准确度与流量、温差的测量精度密切相关。

1.2 配对温度传感器的技术要求

对于单支铂电阻温度传感器,IEC751 标准规定了两种精度等级:

等级 A: $\Delta t = \pm (0.15 + 0.002 \times |t|)$

等级 B: $\Delta t = \pm (0.30 + 0.005 \times |t|)$

式中: $|t|$ —温度的绝对值。

欧洲标准 EN1434 规定,配对温度传感器的配对误差为^[4]:

$$\Delta(\Delta \theta) / \Delta \theta = \pm (0.5 + 3 \Delta \theta_{\min}) \% \quad (2)$$

式中: $\Delta(\Delta \theta) / \Delta \theta$ —温差的测量误差的相对误差; $\Delta \theta$ —实际入口和出口之间的温差; $\Delta \theta_{\min}$ —最小温差。

我国的现行有关标准和检定规程中一般都规定 $\Delta \theta_{\min}$ 选 3 °C,则配对温度传感器的配对误差 $\Delta(\Delta \theta) = \pm 0.105$ °C。也就是说,在 3 °C 的最小温差下,热量表的两支铂电阻温度传感器的配对误差要小于等于 0.105 °C,大于这个值就不能满足要求。因此精确测量和严格筛选配对铂电阻温度传感器是生产热量表温度传感器必不可少的环节。

2 基于 Agilent 34972A 的温度传感器检测系统

2.1 温度传感器检测系统的组成

检测系统的组成框图如图 1 所示。

Agilent 34972A 检测系统的主要组成部分有:

(1) 恒温槽 3 台。采用内部有搅拌电机的恒温槽,保证恒温槽内温场的均匀性和稳定性^[5];

(2) Agilent 34972A 配套模块一套;

(3) Agilent 34972A 数据采集器;

(4) 计算机 1 台。

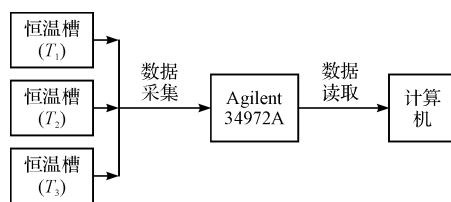


图 1 检测系统的组成

为了在整个测量温度范围内保证配对精度,配对时要在 3 个温度点上进行配对,且 3 个检测点的高、中、低应均匀分布选择,分别以 T_1 、 T_2 、 T_3 代表 3 个不同的温度点。

2.2 温度传感器检测系统的工作原理

本研究将待测的温度传感器连接到 Agilent 34972A 检测系统的连接端子上,分别将这些温度传感器放入 T_1 、 T_2 、 T_3 这 3 个恒温槽中,用以下所示的程序将 Agilent 34972A 测量系统通讯端口与计算机连接起来。计算机连接 Agilent 34972A 后,在 VC 语言编制的程序控制下对这些热量表温度传感器进行精确地测量,并将检测所获得的参数保存起来。当检测的数量达到一个合适的数量后,计算机通过程序计算可判断被检测的热量表温度传感器的好坏以及配对的结果。这样就可以很快捷、方便地完成热量表温度传感器的检测及配对这样繁重的工作。类似的方法也可以用于其他测量温度传感器的情况。

检测系统所用的 VC 程序设计如下:

(1) 数据采集程序。本研究基于 VC 语言环境应用 VISA 库驱动 34972A 开始测量^[6-10]。Agilent 34972A 具有 0.004% 的基本 DCV 精度,它的测量精度为读数的百分比加量程的百分比,本研究测量 Pt1000 温度传感器的测量精度为 0.002% + 0.000 6%。Agilent 34972A 的扫描速率高达 250 channel/s,本研究设定间隔扫描,扫描间隔为 5 s。

程序设计如下:

```

#include < visa. h >
#include < stdio. h >
main()
{ ViSession defaultRM, vi;
  ViUInt32 count, retcount;
  ViStatus sta;
  char buf[100];
  ViByte
  buf1[ ] = "SENS:FUNC "FRESistance"\n"; //设置测量对象为电阻
  ViByte buf2[ ] = "SENS:TEMP:TRAN:FRD:RES 1 000\n"; //设
  
```

置 R_0 为 1 000

```
ViByte buf3[] = "CONF:RES 10\n";//设置量程为 10
ViByte buf4[] = "SENS:FRES:RES 1000\n";//设置具有 1 000  $\Omega$ 
分辨率的欧姆测量
ViByte buf5[] = "FORM:READING:CHANnel ON\n";//设置数据
中显示通道
ViByte buf6[] = "FORM:READING:TIME ON\n";//设置数据中
显示时间
ViByte buf7[] = "FORM:READING:TIME:REL\n";//显示相对时
间
ViByte buf8[] = "ROUT:SCAN(@ 101:120,201:210)\n";//选择
扫描通道
ViByte buf9[] = "TRIG:SOURce TIMEr\n";//选择间隔扫描
ViByte buf10[] = "TRIG:TIMEr 5\n";//设置扫描间隔为 5 s
ViByte buf11[] = "TRIG:COUNt 30\n";//扫两次扫描表
ViByte buf12[] = "INIT\n";//开始扫描
sta = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
sta = viOpen ( defaultRM, "TCPIP0::156.140.77.230::inst0::IN-
STR", VI_NULL, VI_NULL, &vi );//开始通信
sta = viWrite ( vi, buf1, 23, &retcount );// 将 buf1 中的命令发送
34972A
sta = viWrite ( vi, buf2, 29, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf3, 12, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf4, 18, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf5, 24, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf6, 21, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf7, 22, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf8, 28, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf9, 18, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf10, 13, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf11, 14, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf12, 5, &retcount );
viClose ( vi );//关闭通信
viClose ( defaultRM );
}
```

(2) 数据读取程序。本研究基于 VC 语言环境下应用 VISA 库与 34972A 通信,读取一次测量数据。Agilent 34972A 具有超低的读数噪声,它至 I/O 或内部存储器的单通道读取速率为 12 reading/s。

程序设计如下:

```
#include < visa. h >
#include < stdio. h >
main()
{ ViSession defaultRM,vi;
ViUInt32 count,retcount;
ViStatus sta;
char buf[100];
ViByte buf1[] = "SYST:REM\n";//接口设置为遥控接口
ViByte buf2[] = "TRIG:COUN 30\n";//触发 30 个数据
ViByte buf3[] = ":READ? \n";//读取数据
ViByte buf6[4 000];
sta = viOpenDefaultRM(&defaultRM);
sta = viOpen ( defaultRM, "TCPIP0::156.140.77.230::inst0::IN-
STR", VI_NULL, VI_NULL, &vi );
sta = viWrite ( vi, buf1, 9, &retcount );//将 buf1 中的命令发送
34972A
sta = viWrite ( vi, buf2, 13, &retcount );
sta = viWrite ( vi, buf3, 7, &retcount );
```

```
sta = viRead ( vi, buf6, 4 000, &retcount );//从 34972A 中读取数据
viClose ( vi );
viClose ( defaultRM );
}
```

3 铂电阻温度传感器的配对程序

本研究使用 Agilent 34972A 数据采集器测量得到的数据仅为单支铂电阻温度传感器在 T_1 、 T_2 、 T_3 3 个检测点下测量所得到的电阻值。为了满足热量表温度传感器的特殊技术要求,必须对温度传感器配对。以 30 支温度传感器为例,将 30 支铂电阻温度传感器在 T_1 、 T_2 、 T_3 3 个检测点下测量所得到的电阻值放入下述程序的数组中,用下述程序处理数据(即配对):

```
#include < stdio. h >
double fabs ( double x );
main()
{
double b[30][4];
double a[30][5] = {
{1,R1T1,R1T2,R1T3,1},
{2,R2T1,R2T2,R2T3,1},
{3,R3T1,R3T2,R3T3,1},/RiT1, RiT2, RiT3为测量数据
{4,R4T1,R4T2,R4T3,1},
{5,R5T1,R5T2,R5T3,1},
N
{30,R30T1,R30T2,R30T3,1},
double z,n,t,y;
int i,j,k,m=0;
for(i=1;i<30;i++)
{for(j=0;j<29;j++)
{if(a[j][1]>a[j+1][1])
{z=a[j][0];
n=a[j][1];
t=a[j][2];
y=a[j][3];
a[j][0]=a[j+1][0];
a[j][1]=a[j+1][1];
a[j][2]=a[j+1][2];
a[j][3]=a[j+1][3];
a[j+1][0]=z;
a[j+1][1]=n;
a[j+1][2]=t;
a[j+1][3]=y;
}
}
}
for(i=0;i<30;i++)
{for(k=i+1;k<30;k++)
{if(a[i][4]==1&&a[k][4]==1
&&fabs(a[i][1]-a[k][1])<=0.14/配对要求
&&fabs(a[i][2]-a[k][2])<=0.14
&&fabs(a[i][3]-a[k][3])<=0.14)
{
for(j=0;j<4;j++)
{b[m][j]=a[i][j];
b[m+1][j]=a[k][j];
```

(下转第 727 页)

有效地突破了监控系统应用的地域限制,只要可以用手机的地方都可以应用这样的监控软件,不仅可以查看拉床的各个状态,还可以根据实际需要,对传输的方式进行选择,而人性化界面增加了软件的可操作性。另外,同时对拉床进行 4 路视频监控,可以更快速地发现问题和有效地解决问题,灵活的组网方式可便于企业规模的扩展,远程的安全控制也为整个生产提供了又一层安全保障。该系统可提高公司管理者的管理效率,对比于以往要出差很远维修机器,现在只需结合该系统提供的数据及图像信息就可以远程指挥维修,大大节约了人力和物力资源,保证了拉床能够及时地投入生产,达到了设计的目的和预期的效果。

参考文献(References):

[1] KALDEN R, MEIRICK I, MEYER M. Wireless Internet Access Based on GPRS[J]. **Personal Communications, IEEE**,2002,7(2):8.

[2] 林 晨. 基于 GPRS 的无线监控系统. 太原城市职业技术学院学报,2007(5):142-142.

[3] 赵 亮,黎 峰. GPRS 无线网络在远程数字采集中的应用. 计算机工程与设计[J]. 2005,26(9):2552-2554.

[4] 林梅金,罗 飞,李如雄. GPRS 网络的远程监测系统[J]. 计算机工程. 2006,32(3):240-241,247.

[5] 程 展,蒋 鹏,王建中,等. 基于 GPRS 的城市污水排放监控系统子站设计木[J]. 机电工程. 2008,25(2):41-43.

[6] BENKO P, MALICKO G, VERES A. A Large-scale, Passive Analysis of End-to-eng TCP Performance over GPRS [C]//INFOCOM 2004 Twenty-third Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. Hongkong: [s. n.],2004,3:1882.

[7] MCGUIGGAN P. GPRS in practice—a companion to the specifications[M]. John Wiley & Sons Ltd,2004.

[8] 宋 坤,刘锐宁,马文强. Visual C++ 视频技术方案宝典[M]. 北京:人民邮电出版社,2008.

[9] 郝记生,张曦煌. 基于 GPRS 网络的无线数据传输系统[J]. 计算机工程与设计,2008,29(20):5224-5229.

[10] LIN C E, LI C C, WU C C, et al. A Real Time GPRS Surveillance System using the Embedded System[C]//Industrial Electronics Society,2003. IECON' 03. The 29th Annual Conference of the IEEE. Roanoke: [s. n.],2003:1228.

[11] 颜志军. Visual C++ 数据库开发典型模块与实例精讲[M]. 北京:电子工业出版社. 2007.

[12] 曹衍龙,刘海英. Visual C++ VC 网络网络通信编程实用案例精选[M]. 北京:人民邮电出版社. 2007.

[编辑:李 辉]

(上接第 685 页)

```
{
    a[i][4] = 0;
    a[k][4] = 0;
    m = m + 2;
break;
}
continue;
}
}
for(t=0;t<30;t++)
{ for(n=0;n<4;n++)
printf(“%f”,b[t][n]);
if(n==3)
printf(“\n”);
}
return(0);
}
double fabs(double x)
{ if(x<0)
x = -x;
return(x);
}
```

4 结束语

铂电阻温度传感器的配对是生产热量表温度传感器的一个至关重要的环节,其配对误差的大小直接影响热量表的测量精度。使用 Agilent 34972A 检测铂电阻温度传感器不仅提高了测量精度,而且极大地缩短

了测量时间。基于 Agilent 34972A 搭建的检测系统构造简单,更适用于热量表温度传感器的大规模生产,提高了生产效率。

参考文献(References):

[1] ERICH T. Uncertainty of the calibration of paired temperature sensors for heat meters[J]. **International Journal of Thermophysics**. 2008,29(3):1174-1183.

[2] 金志军. 热能表配对温度传感器的使用与检定[J]. 现代测量与实验室管理, 2005(6):17-19.

[3] 包胜华,孙 光. 热量表中的温度传感器[J]. 仪表技术与传感器,2002(3):53-54.

[4] EN1434. European Standard: Heat Meters[S],1997.

[5] 金志军. 适用于热能表配对温度传感器的温度标定装置[J]. 现代计量仪器与技术,2006(6):49-50

[6] 井 涛,郭永瑞. 一种实用的 SCPI 语言分析设计方法[J]. 国外电子测量技术,2006,25(2):42-44

[7] 肖风云,马廷卫,唐义清. 基于 VISA 标准的仪器驱动程序设计[J]. 机械工程与自动化,2006(2):132-135.

[8] 杨国忠,周 泓,余 锋,等. 基于 VISA 的事件处理方法与实现[J]. 测控技术,2000,19(9):45-48.

[9] 付永杰,许 友. SCPI 语言在 9500 示波器自动检定系统中的应用[J]. 国外电子测量技术,2004(5):21-22.

[10] 王学伟,张未末. USB-GPIB 控制器 VISA 函数库的开发及在 Visual C++ 中的应用[J]. 电测与仪表,2006,43(11):50-53.

[编辑:李 辉]