

测试 · 装备 · 应用

热双金属性能自动测试系统的设计

黄镇海, 郭振武, 黄炳福, 孙 坚

(杭州中国计量学院自动化教研室, 浙江杭州 310018)

摘要: 根据热双金属的温曲率、比弯曲、弹性模量、电阻系数 4 个特性参数的国家检测标准, 设计了热双金属性能自动测试系统。该系统大大提高了热双金属性能检测的精度、效率和技术水平。

关键词: 热双金属; 温曲率; 比弯曲; 弹性模量; 电阻系数

中图分类号: TM 206; TP 274 文献标识码: A 文章编号: 1671-8887(2005)03-0026-03

The Design of an Automation Testing System for Thermostat Metal's Capability

HUANG Zhen-hai, GUO Zhen-wu, HUANG Bin-fu, SUN Jian

(College of electrical & Mechanical Engineering,

Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Based on the testing standards of flexivity, specific thermo deflection, the elastic modulus and resistivity of thermostat metal, the automation performance testing system of thermostat metal is designed. The efficiency, precision and technology of the performance measurement of thermostat metal have been rapidly improved.

Key words: thermostat metal; flexivity of thermostat metals; specific thermo deflection; the elastic modulus; measurement of resistivity of thermostat metal

1 引言

热双金属是一种重要的功能材料, 由其制作的控制元件, 在各种热工仪表、工程机械乃至家用电器中都被广泛应用。由于热双金属的温曲率、比弯曲、弹性模量、电阻系数这 4 个特性参数很大程度上决定了热双金属的性能, 因此, 对热双金属的这 4 个特性参数的测试显得尤为重要^[1-3]。

通常, 对热双金属温曲率、比弯曲、弹性模量和电阻系数的测试都采用传统的手工测试。为提高测试精度、效率和降低测试人员的劳动强度, 根据国家标准的规定, 设计了热双金属性能自动测试系统。实现了对热双金属的 4 个特性参数的自动化测量。

热双金属性能自动测试系统主要包括: 高低温恒温槽、4 副测试试样架(包括位移传感器和电阻测试仪)、试样架移动机械装置、试样架移动控制系统、自动测试软件。其中, 试样架的移动控制和位移的自动检测是该系统的关键。本文重点介绍了热双金属性能自动测试系统的硬件装置和软件设计。

2 测量原理

热双金属的温曲率、比弯曲、弹性模量和电阻系数的测量分别依据以下 4 个标准, 见表 1。

表 1 热双金属性能测试标准

| 标准编号 | 标准名称 |
|-----------------|--------------|
| GB/T 5987-(报批稿) | 热双金属温曲率试验方法 |
| GB/T 351-1995 | 金属材料电阻系数试验方法 |
| GB/T 5986-2000 | 热双金属弹性模量试验方法 |
| GB/T 8364-2003 | 热双金属比弯曲试验方法 |

作者简介: 黄镇海(1976-)男, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 计算机控制、智能控制及检测技术。E-mail: huangzhenhai@yaho.com.cn

收稿日期: 2005-07-13

以测量热双金属温曲率为例，本系统设计的测量原理如下：

为测定 T_1 和 T_2 温度区间内的温曲率，必须测量试样温度为 T_1 和 T_2 时的挠度 f ，再按(1)式分别计算出试样在温度 T_1 和 T_2 时的曲率 $1/R_1$ 与 $1/R_2$ 。

$$1/R = 8f / (L^2 + 4f\delta + 4f^2) \quad (1)$$

式中： R ——曲率半径 μmm

L ——实际测量长度 μmm

δ ——试样厚度 μmm

f ——挠度 μmm

根据(1)式计算出材料在温度 T_1 和 T_2 时的曲率后，即可以算出单位厚度的热双金属试样，每变化单位温度时曲率的变化率——即温曲率 $F^{[4]}$ 为：

$$F = \delta(1/R_2 - 1/R_1) (T_2 - T_1) \quad (2)$$

式中： F ——温曲率 $1/^\circ\text{C}$

由(1)、(2)式可知，在热双金属性能测试系统的温曲率项目测试中，只要计算机能自动测量温度为 T_1 和 T_2 (T_1 和 T_2 都是通过实时测量得到)时的挠度 f_1 和 f_2 ，则通过(1)、(2)式就可以计算出相应的温曲率 F (L 和 δ 由手工测量并输入)。

为提高测量效率，采用高、低温两个恒温槽进行测量。先将试样固定在试样架上，通过计算机控制将试样架移入低温恒温槽中，在恒温情况较好的情况下，在温度附近，计算机通过温度传感器和光栅位移传感器分别采集测量位置的温度和双金属片的挠度，然后，再通过计算机控制将试样架移入高温恒温槽，同样测量其温度和挠度。

3 测试系统硬件装置

为完成上述测量过程，设计了热双金属性能自动测试系统，见图1。

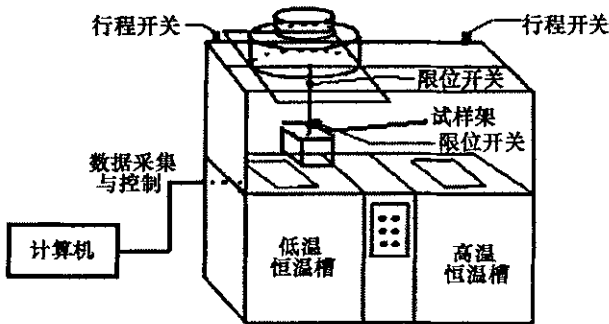


图1 热双金属性能自动测试系统简图

为了实现对热双金属性能的自动测量，其系统

的硬件必须满足：①试样架能够在高、低温恒温槽自动移动；②能够控制光栅位移传感器中移动光栅的运动，使光栅测头和热双金属恰好接触(热双金属挠度测量过程是一种接触式的测量)；③能够进行温度、位移等数据的自动采集和计算。

其中，试样架的移动控制采用西门子的 PLC 作为控制的核心单元，依靠装置上固定的行程开关和限位开关定位。

光栅位移传感器中移动光栅的运动通过一个转速可调的慢速电机控制。移动光栅的测头和热双金属片是否接触可以通过其是否形成回路来判断。该控制同样可用计算机来实现。

温度、位移等数据通过串口数据传输来实现。

4 测试系统软件设计

本测试软件采用 VC++ 6.0。自动测试软件的主要功能有：通过串口对 PLC 发送命令，控制试样架的移动、升降；通过数据采集卡实现对可调慢速电机的控制，进而实现对光栅位移传感器中移动光栅测头的定位控制；通过串口实现温度、挠度、电阻等参数的自动采集；根据测量进行计算并生成测量报表及打印等。测量软件构成见图2。



图2 测量软件构成框图

在本测量系统的软件中，计算机需要通过 RS232 串口实现对 PLC、华易温度表、标普测微仪、正阳数字式直流电阻测试仪等多个仪器发送控制命令和进行数据采集。因此，在软件中采用多线程、多接收模式串口类 LsComm，以实现上位机和下位机的串口通讯。

通过串口类 LsComm 读取标普测微仪的 RS232 串口发送的位移数据为：

```
# include "comport.h"
```

LsComm:: CComPort m-port4 ;//通过串口类定义对象

```
this -> m-port1.Open(4, LsComm:: CComPort:: ManualReceiveByConst, 9600) ;// 打开串口 4, LsComm:: CComPort:: ManualReceiveByConst 数据接受方式, 9600 为波特率
```

```
CString str1, str ;
```

```
int j ;
```

```
DWORD InBufferCount = 0 ;
```

```
byte pBuffer[9] ;
```

```
char a[2] = "S" ;
```

```
this -> m-port1.Output(a, sizeof(a)) ;// 发送数据请求
```

```
InBufferCount = this -> m-port1.GetInput(pBuffer, 9, 1000) ;// 读取数据
```

```
this -> m-port1.Close() ;// 关闭串口
```

由于在测量过程中不需要进行高速数据采集, 因此, 若需要对被测量进行多次循环测量, 可采用设置定时器 OnTimer 来完成。

5 结束语

本研究设计的热双金属性能自动测试系统已由正泰电器股份有限公司理化室成功投入使用, 近一年的运行结果表明, 该系统具有以下特点:

(1) 自动化程度高。系统可实现对热双金属的比弯曲、温曲率、弹性模量及电阻系数等参数的自动测量, 并可分析、处理检测结果。从开始测量到出测试结果可自动完成, 一般情况下无需测量人员在场, 极大地减轻了操作人员的劳动强度。

(2) 操作简单。由于软件采用可视化人机交互式的操作方式, 界面设计简洁美观, 并且在每个不同的测量阶段有不同的声音提示, 操作简单易学。

(3) 稳定性高。本系统在开发过程中采取了屏蔽、隔离、滤波等多种抗干扰措施, 提高了系统测量的稳定性, 在近一年的运行中无故障。

(4) 测量精度高。系统采用高精度光栅位移传感器, 使试样挠度准确度达 $1\mu\text{m}$, 恒温槽温度测量准确度达 $\pm 0.10^\circ\text{C}$, 电阻测量准确度达 $0.1\mu\Omega$, 且温曲率、比弯曲、弹性模量和电阻系数的测试结果重复性好。

参考文献

- [1] 丘成珍, 王丽云, 李丽敏. 热双金属挠曲特征参数测量方法标准研究[J]. 金属材料研究, 2000, (2): 23 - 31.
- [2] 李昕. 热双金属性能检测问题初探[J]. 物理测试, 1992, (4): 47 - 49.
- [3] 于洁, 翁桅. 热双金属横向弯曲试验方法[J]. 电工材料, 2002, (2): 46 - 47.
- [4] 沈玉琢, 魏名. 影响热继电器动作稳定性的几个因素[J]. 低压电器, 1997, (5): 40 - 44.

日本电子材料市场情况

据日本电子材料工业协会公布, 2004 年日本电子材料产量上升 1%, 达到 2947 亿日元。金属材料 and 永磁材料产量的增加弥补了软磁体和压电陶瓷产量的下降。

2004 年, 市场对半导体的强劲需求以及镍、钴原材料的高价位, 使得日本铅架材料的产值上涨了 26%, 达 326 亿日元。混合动力汽车马达和硬盘驱动器的音圈马达对稀土磁体的增长需求, 导致稀土磁体的产值上涨了 13%, 达 626 亿日元。日本半导体陶瓷的产值基本稳定, 为 461 亿日元。变阻器在移动电话中的用量较大, 使得变阻器的产量增加了 16%, 达到 109 亿日元。而电热变阻器的压电陶瓷的产量下降了 4%, 则分别是由于单价下降及模拟通讯过滤器使用引起的。2003 ~ 2004 年日本电子材料产值为:

2003 ~ 2004 年日本电子材料产值 (百万日元)

| 年 | 2003 | 2004 | 年变化率, % |
|--------------|---------|---------|---------|
| 金属材料 | | | |
| 铅架材料 | 25,872 | 32,600 | + 26 |
| 其他 | 28,777 | 23,036 | - 20 |
| 小计 | 54,649 | 55,637 | + 2 |
| 烧结软磁体 | | | |
| 软磁铁氧体 | 20,974 | 19,091 | - 9 |
| 压制粉末核心 | 258 | 320 | + 24 |
| 小计 | 21,232 | 19,411 | - 9 |
| 永磁体 | | | |
| 铸造磁体 | 1,319 | 1,361 | + 3 |
| 铁氧磁体 | 27,275 | 27,049 | - 1 |
| 稀土磁体 | 55,213 | 62,620 | + 13 |
| 小计 | 83,806 | 91,029 | + 9 |
| 半导体陶瓷 | | | |
| 电热调节器 | 36,826 | 35,181 | - 4 |
| 变阻器 | 9,465 | 10,937 | + 16 |
| 小计 | 46,291 | 46,117 | - 0.4 |
| 压电陶瓷 | | | |
| | 85,808 | 82,521 | - 4 |
| 总计 | 291,786 | 294,715 | + 1 |

(王彦 译)