

文章编号: 1003-5850(2005)07-0004-03

# 陶瓷材料特性检测系统的设计与实现

## Design and Implementation of Measurement System for Ceramic Material Performance

吉国力 陈伟 熊兆贤 庄玉林 谢华雯

(厦门大学 厦门 361005)

**【摘要】**针对材料特性检测现状,提出了研制一套以计算机控制为核心的 LCR 温度特性、频率特性的多通道闭环检测系统总体方案,重点介绍了由集成控制模块构成系统的工作原理和专用软件功能。由此所开发实现的检测系统,克服了传统人工测试费时、重复性差、数据分析困难、检测环境难以控制等问题。

**【关键词】**LCR 测试仪, 高低温箱, 闭环测试系统, 陶瓷材料

中图分类号: TP311.52

文献标识码: A

**ABSTRACT** Aiming at the measurement problem of ceramic material performance, this paper puts forward the software and hardware framework of a multi-channel LCR feedback measurement system which can be used automatically to measure LCR temperature and frequency characteristics based on computer control, which overcomes many problems, such as long time measuring, repeating hardly, a lot of data analysis and uncontrollable circumstances, etc.

**KEYWORDS** LCR measurement instrument, high-low temperature control box, closed-loop measuring system, ceramic material

随着电子信息产业的快速发展,电子元器件研制和生产的需求越来越大,无论在实验室还是在工厂生产现场,都有大量电子元器件需要进行例行的性能检测。

国内目前大多采用传统半自动人工方式:由检验人员分别操作几台仪器并用笔头记录数据,然后再进行数据处理工作。也就是说,在电子器件性能测量中,各测量设备操作独立,所有仪器设备的参数初始设置、数据记录、调节切换以及之间协调都是由人工来完成,最后数据分析还得人工重新整理或录入计算机采用专用软件处理。

因此,有必要研制计算机控制 LCR 的全自动闭环检测系统,提供一套以计算机控制为核心的 LCR 温度特性、频率特性的多通道测试系统。实现温度控制、频率变化、通道切换、数据处理的全自动化。克服传统人工测试方式费时、重复性差、数据统计分析困难、测试环境难以控制的缺点,为广泛应用于科研、检测、工厂等企业事业单位部门,给出可行的解决实现方案。

### 1 人工测量方式

陶瓷材料特性的传统人工测试方式有:

方式一:采用 2693A 型 LCR 数字电桥和 CY2813 型 LCR 测试仪,利用液氮自然降温的变温箱进行。在

测量之前,先利用导线把电容与 LCR 测试仪相连,再将连好的电容放入变温箱中,开启 LCR 测试仪,往变温箱中倒入液氮,由人估计降温速度,由 LCR 仪打印出各个时刻电容的频率及损耗,根据各频率及损耗的

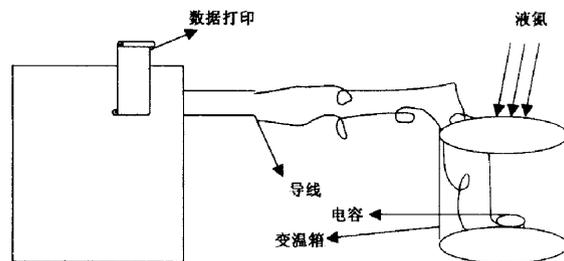


图 1 传统测量方式一

时刻估计出对应的温度状态如图 1 所示。

方式二:先把待测材料放入高低温箱,开启并在其输入界面上设置要测量环境;样品通过导线连接至 LCR 测试仪,开启测试仪并设置要测量的环境参数,等待其稳定。最后在 LCR 测试仪上显示出各个时刻的频率以及损耗。如果一次需要完成多个样品测试,采用手动旋转转换开关进行切换,以达到对多个通道一次测量的目的。测量方式如图 2 所示。

以上两种测试方式,其整个测量过程是独立进行的,所有的仪器频繁的调节和数据记录统计都由人工完成。这样人为地粗略的温度估计使得测量值极不准

\* 2004-12-06 收到,2005-05-15 改回

\*\* 基金项目:福建省自然科学基金(E0110007)和厦门大学预研基金(2003XDYY43)资助。

\*\*\* 吉国力,男,1960年生,教授,研究方向:系统开发,建模仿真。

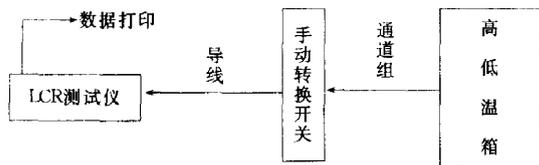


图2 传统测量方式二

确而且测量后的数据只能打印于记录仪之上,不便于分析和储存。

## 2 计算机辅助检测系统的设计与实现

### 2.1 总体系统方案

LCR 全自动闭环检测系统是通过自行设计开发的系统集成控制模块将计算机、LCR 测试仪和高低温试验箱三个独立单元联成一体,再通过设计开发的专用软件,构成一套以计算机控制为核心的材料温度特性、频率特性多通道全自动闭环检测系统,如图 3 所示。



图3 总体设计图

在检测过程中利用计算机实现全自动温度和频率控制,让各独立设备仪器协同工作,使通道切换、数据采集、数据处理达到全自动控制。改进了测试方式,提高检测精度和效率。

### 2.2 硬件系统的构成与设计

主要采用高速数据通信方式,设计一集成控制模块,将 LCR 测试仪、高低温箱仪器设备有机地集成,引入计算机实时智能控制方式对这些系统环节进行控制和信息交换,自动记录测试数据、进行数据分析以及大量事后统计对比分析,实现温度控制、频率调整、通道切换、数据处理的全自动化测量。

利用自行设计的集成控制模块将一台程控 HP 4284A 型 LCR 测试仪和一台程控高低温箱连接起来,由数字计算机统一控制来测量电子元件在不同温度和频率下的特性,如图 4 所示。

系统各局部环节的工作原理:

**高低温箱:**接受集成控制模块传送的计算机控制信号,控制高低温箱工作状态,使箱内温度按照预设的温度曲线工作,达到待测温度值时,再通过集成控制模块把高低温箱内的实际温度值反馈给计算机采样存储。

**测试仪:**直接接受由数字计算机设定的待测频率值,等箱内温度达到待测温度值时,由测试仪测量高低温箱内的待测器件的电容值和介质损耗并把数据提供

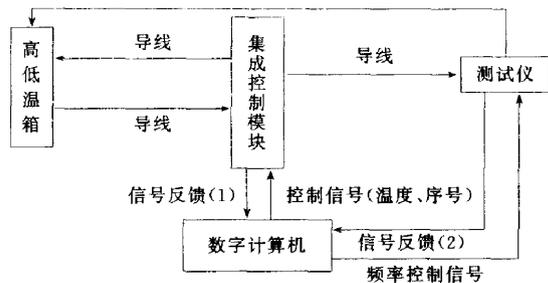


图4 系统硬件结构图

**集成控制模块:**提供 20 个样品接入通道,根据计算机控制信号发出的待测序号,自动转换测量通道。使得仪器能够对一批待测器件进行一次性“同时”自动测量;集成控制模块还起着高低温箱、测试仪和计算机三者之间的通讯协调作用。

**数字计算机:**进行仪器之间的整体协调和控制,以及数据管理、分析,用户管理。

**信号反馈(1):**返回高低温箱温度、高低温箱工作状态和器件选择开关状态。

**信号反馈(2):**返回测量得到电容值和介质损耗。

系统整体工作原理:

首先在高低温箱中放置 20 个待测样品,在计算机用户界面上设定测量的温度和频率范围及所测材料序列。计算机自动选择所测材料序号,将序号传给集成控制模块,选择待测样品后,计算机将待测温度值传给高低温箱,温度达到测定值之后,计算机将待测频率传给 LCR 测试仪,读出对应温度、频率下电容的电容值及损耗,且反馈给计算机采样存储,以使用户利用计算机进行数据处理、各种图表显示和事后分析。

整个测量过程,用户只需进行必要的初始设置,就可完全由计算机自动完成测试,计算机根据要求对测量温度、频率自动调整,自动记录测量数据,使测量过程自动化,数据处理分析系统化。

### 2.3 软件系统的设计与功能构成

软件系统主要是为用户提供方便实用的操作界面,使计算机按照特定程序对各仪器(设备)发出控制指令或检测设备状态或从接口采样获取测量数据,对采样数据进行存储,用于计算机辅助测试数据分析和绘制图表。因此,软件系统从功能上分为五个模块,即仪器(设备)控制模块、数据分析模块、绘图模块、控制台模块和用户管理模块,说明如下:

**仪器控制模块:**实现计算机向仪器发出控制信号,同时从仪器读取测量数据,以及各仪器的协同工作;

**数据分析模块:**对测量数据进行转换存储,建立数据库对测量数据进行管理,包括对测量历史数据可以进行编辑,如:修改、追加、保存和打印,对测试结果进

行比较分析。

绘图制表模块:对测量数据进行实时制表绘图或对历史数据进行制表绘图分析。

用户管理模块:对用户进行管理,解决数据归属和安全问题。

控制台模块:提供方便直观的用户操作界面,实现人机交互,协调各模块正确工作。

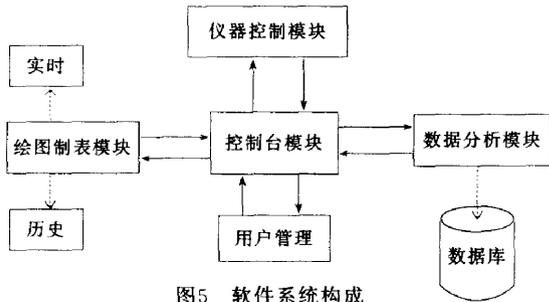


图5 软件系统构成

### 2.4 测试结果

下图给出了测试结果的绘图显示,实际系统可以对每次测试数据进行管理和数据处理。

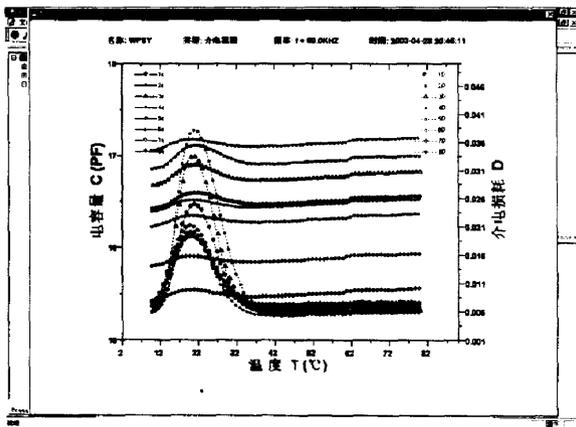


图6 曲线结果显示

## 3 结论

电子器件好坏的评价标准常常是以它在不同频率与温度下的特性值和其损耗来衡量的。因此,对电子器件的特性测量是十分重要的。目前国内大多采用半人工手动方式,虽然单个仪器设备已具备较强功能,但仪器设备之间是相互独立的,造成整个测量工作麻烦,事后分析量大,测量结果又受到许多因素影响,难以保证测量精度。

采用进口全自动检测系统,达到上述自动控制检测同等功能和性能,其价格十分昂贵。目前,该系统的研制属于国产化的急需产品。

#### 参考文献

[1] 阮德生. 自动测试技术与计算机仪器系统设计[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1997.

[2] 余锡存,曹国华. 单片机原理及接口技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2000.  
 [3] 杨芙清,陈钟编译. 面向对象程序设计:一种循序渐进的系统构造方法[M]. 北京:北京大学出版社,1992.

(上接第3页)

偏分类表,将结果整理得到模型的预测准确率分别为74.39%和71.62%,其效果是令人满意的。

## 3 主要结论

进入模型的识别变量各有一个属于企业偿债能力指标类(G4 已获利息倍数)和资产管理能力指标类(E3 存货周转率),两个属于税收负担状况指标(D1 进项税额差异率、D2 销项税额差异率),两个定性指标(H3 企业增值税认定级别、H5 企业纳税历史记录),我们将纳税人诚信判别分析结果与目前纳税评估工作进行对比分析,纳税评估人员在人工选案中考虑得最多的定量指标主要集中在税收负担状况指标类,而模型显示定性指标的重要性,这些指标反而是目前工作中很少考虑的。同时为了和国家税务总局纳税信誉等级评定管理办法的百分制统一,通过下面公式把纳税人偷漏税的概率转化为纳税信誉得分:

$$SCORE = 100 * (1 - p) \tag{13}$$

一般情况下可以采用与国家税务总局建议的评定标准和评分分值为:考评分在90分以上(含90分)的,为A级;考评分在60分以上(含60分)89分以下的,为B级;考评分在60分以下的,为C级。当然评估标准也可以根据税务局业务部门的具体需求和实际情况调整。Logistic模型对纳税人诚信识别的总正确率无偏预测结果超过70%,高于数理统计判别分析的预测结果(无偏总正确率为63.3%)。实证研究结果表明模型的偏误在应用层次上是可以容忍的,因而Logistic回归模型在评定纳税信誉等级和设计纳税人诚信识别系统上有可观的应用前景。

#### 参考文献

[1] 吴庆山,冯大海,钟琳虹. 浅议新《征管法》实施后若干问题[C]. <http://www.csj.sh.gov.cn/gb/csjsmcsj/rdtt/userobject7ai9083.html>. 2004-08-01(1).  
 [2] 李子奈,叶阿忠. 高等计量经济学[M]. 北京:清华大学出版社,2000.  
 [3] Olivia Parr Rud 著. 朱扬勇,左子叶,张忠平等译. 数据挖掘实践[M]. 北京:机械工业出版社,2003.  
 [4] 樊欣,邵谦谦. SAS8. X 经济统计[M]. 北京:北京希望电子出版社,2003.  
 [5] 国家税务总局. 纳税信誉等级评定管理办法[N]. 北京:中国税务报,2002-12-16.  
 [6] 王锐. 纳税不遵从的识别研究. 博士论文[D]. 杭州:浙江大学,2003.