



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104485956 B

(45)授权公告日 2017.12.15

(21)申请号 201410815303.9

(22)申请日 2014.12.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104485956 A

(43)申请公布日 2015.04.01

(73)专利权人 天津七六四通通信导航技术有限公司

地址 300210 天津市河西区大沽南路882号

(72)发明人 席文

(74)专利代理机构 天津中环专利商标代理有限公司 12105

代理人 莫琪

(51)Int.Cl.

H03L 7/26(2006.01)

G01R 23/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 201812151 U,2011.04.27,

CN 101441232 A,2009.05.27,

CN 102147474 A,2011.08.10,

CN 202513909 U,2012.10.31,

JP 特開2001-217708 A,2001.08.10,

倪媛媛等.北斗卫星校准铷钟单元的设计与实现.《数字通信世界》.2012,

审查员 马婷婷

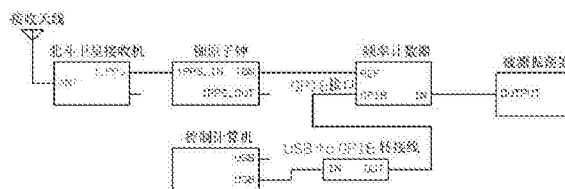
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

高稳定度晶体振荡器的调试方法

(57)摘要

本发明涉及高稳定度晶体振荡器的调试方法,利用由北斗卫星导航接收机、铷原子钟、频率计数器和控制计算机连接构成的高精度频率测量设备进行晶体振荡器的调试,经过北斗卫星导航接收机解调出的高精度1PPS信号通过1PPS信号端口输出到铷原子钟的1PPS IN端口,用于驯服铷原子钟;从铷原子钟10MHZ输出端输出的10MHZ信号传送到频率计数器的外部参考信号输入端口REF IN,控制计算机经USB GPIB转接线连接到频率计数器的GPIB接口,被测振荡器的信号输出端连接频率计数器,本方法采用了高稳定频率基准,大大提高了频率测量精度,省略了频率计数器每次开机的近一小时预热稳定时间,减少了操作人员读取频繁闪动的数码管人工估算并记录数据带来的误差和数据遗漏,将所有数据记录在文件中保存。



1. 高稳定度晶体振荡器的调试方法,其特征在于,利用一种高精度频率测量设备进行晶体振荡器的调试,所述高精度频率测量设备由北斗卫星导航接收机、铷原子钟、频率计数器和控制计算机连接构成;

卫星接收天线连接到北斗卫星导航接收机的ANT接口,经过北斗卫星导航接收机解调出的高精度1PPS信号通过1PPS信号端口输出到铷原子钟的1PPS IN端口,用于驯服铷原子钟;从铷原子钟10MHZ输出端输出的10MHZ信号传送到频率计数器的外部参考信号输入端口,控制计算机经USB GPIB转接线连接到频率计数器的GPIB接口,被测振荡器的信号输出端连接频率计数器的测试频率输入端,将被测振荡器的信号输出到频率计数器;

晶体振荡器的调试方法的步骤包括:

步骤1.北斗卫星导航接收机、天线、铷原子钟长期加电运行,获得与北斗地面站的同步的高稳定度参考10MHZ信号,精度达到 $10E-12$ 量级,经连接电缆送往频率计数器的外部参考信号输入端口;

步骤2.控制计算机的USB端口经USB转GPIB连接线与频率计数器的GPIB口连接,由控制计算机控制频率计数器按设定指令完成测量方式设定、测量频次设定、输入端口设定操作,操作过程如下:

1) 控制计算机确认与频率计数器的连接;

2) 控制计算机发出命令设定频率计数器切换频率参考基准从内部振荡器转换为外部参考信号输入端口送入的高稳定10MHZ频率基准信号,这样频率计数器的精度就达到 $10E-12$ ;比被测频率精度 $\leq 10E-9$ 的标准高2~3个数量级,频率计数器自身的稳定度误差完全忽略不计;

3) 发送采集门限、采集频度、输入通道设置命令;其中采集门限、采集频度、输入通道设置这些命令,每次测试前由计算机自动设置,避免了操作人员设置错误、漏项,保证采集数据的准确;

4) 由控制计算机按界面中相应栏目由操作人员设定的时间间隔、采集次数开始读取数据;每次采集的原始数据写入EXCEL电子表格中,同时将采集到的数值标记在频率误差趋势图上,每次标记一个点,多个点就组成一条趋势线,记为曲线1,趋势图的横轴为采集次数,纵轴为频率误差;

5) 趋势图中设置有一条曲线2,曲线2为操作员在界面中标准频率栏设置的技术参数,此参数是在产品技术规范中规定的,操作人员根据曲线1、曲线2两条线的不同趋势走向将被测振荡器的频率调整到规定范围,并且在调试过程中及时发现潜在的不稳定振荡晶体,以及时剔除;

6) 数据采集到达设定次数时,控制计算机停止读取频率计数器中数据,将EXCEL中数据存入指定文件保存;数据由分析软件调用,进行统计分析计算。

2. 如权利要求1所述高稳定度晶体振荡器的调试方法,其特征在于,晶体振荡器的调试方法的步骤2的操作过程5)的具体过程包括:

a. 正常情况下,被测振荡器频率曲线1会逐步向标准频率曲线2靠近,经过一段时间后稳定,曲线1与曲线2基本平行,说明被测振荡器频率基本稳定但与技术规范中规定的参数有一定误差;

b. 此时调节振荡器使曲线1继续靠近曲线2,即被测频率继续向希望频率靠近;

c. 重复过程a、过程b将曲线1与曲线2调节至基本重合,并经过产品技术规范规定时间内运行,两条线仍然重合,则判定频率误差在规定范围内,校准完成;

d. 经过在产品技术规范规定时间内运行曲线1无法趋近曲线2至平行状态或曲线2与曲线1交叉后逐渐离去,说明振荡器随时间稳定性差,不能在产品中使用,此项调试过程在一到三个小时内进行,需老化考核时,此项调试过程在1天以上。

## 高稳定度晶体振荡器的调试方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电子产品生产测试领域,特别涉及高稳定度晶体振荡器的调试方法,对通信机中的晶体振荡器进行精确调试,适用于通信机精确测量及校准频率误差,并记录调整过程数据,分析误差趋势的应用领域。

### 背景技术

[0002] 在数字通信产品的科研及生产中,发射和接收频率的精度是通信机的一项重要指标,接收、发射频率的精度由产品中的高稳定度晶体振荡器决定,将振荡器频率调整到规定误差范围并保证长期稳定是通信机科研生产中的一项重要工作。

[0003] 存在问题:以往调整振荡器频率的办法是:将被测晶体振荡器的频率输出端接到频率计数器的输入接口,操作人员根据频率计数器的读数判断振荡频率是否符合技术规范,如超出误差范围则调整被测晶体振荡器使之符合要求,调整到规定误差范围内时,需继续观察频率稳定度,须保证在规定的连续时间内频率计数器的读数范围不能超出技术指标要求。这种方法有以下缺点:1.频率计数器本身是否稳定操作人员测试时并不能确定,频率计数器开机后需有1个小时的稳定时间。2.测量时操作人员要长期观察不断闪动的频率计数器屏幕,容易因视觉疲劳产生误差,因闪动过快手写无法跟上数据跳变,只能凭估计记录。3.频率稳定度的观察只能由操作人员长时间观察显示数据是否在技术指标范围内。只能根据读数估计误差的走向趋势,没有数据记录,不便于生产质量管理和后续进行数据分析。

[0004] 如何解决这个问题就成为了本技术领域的技术人员所要研究和解决的课题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的就是为克服现有技术的不足,针对现有频率计数器的读数判断振荡频率准确问题,提供一种利用高精度频率测量设备进行晶体振荡器调试的方法,采用北斗卫星授时信号驯服铷钟,由铷钟输出的高精度10MHZ信号供给频率计数器,由计算机设置频率计数器断开内部晶体振荡器,采用铷钟提供的外部基准信号。通过利用北斗卫星的授时信号与北斗地面站的高精度原子钟同步的特性,实现频率计数器的长期稳定性,从而使被测晶体振荡器的频率精确调整到规定误差范围内,大大提高测量稳定度。

[0006] 本发明是通过这样的技术方案实现的:高稳定度晶体振荡器的调试方法,其特征在于,利用一种高精度频率测量设备进行晶体振荡器的调试,所述高精度频率测量设备由北斗卫星导航接收机、铷原子钟、频率计数器和控制计算机连接构成;

[0007] 卫星接收天线连接到北斗卫星导航接收机的ANT接口,经过北斗卫星导航接收机解调出的高精度1PPS信号通过1PPS信号端口输出到铷原子钟的1PPS IN端口,用于驯服铷原子钟;从铷原子钟10MHZ输出端输出的10MHZ信号传送到频率计数器的外部参考信号输入端口,控制计算机经USB GPIB转接线连接到频率计数器的GPIB接口,被测振荡器的信号输出端连接频率计数器的测试频率输入端,将被测振荡器的信号输出到频率计数器;

[0008] 晶体振荡器的调试方法的步骤包括：

[0009] 步骤1.北斗卫星导航接收机、天线、铷原子钟长期加电运行,获得与北斗地面站的同步的高稳定度参考10MHZ信号,精度达到 $10E-12$ 量级,经连接电缆送往频率计数器的外部参考信号输入端口；

[0010] 步骤2.控制计算机的USB端口经USB转GPIB连接线与频率计数器的GPIB口连接,由控制计算机控制频率计数器按设定指令完成测量方式设定、测量频次设定、输入端口设定操作,操作过程如下：

[0011] 1) 控制计算机确认与频率计数器的连接；

[0012] 2) 控制计算机发出命令设定频率计数器切换频率参考基准从内部振荡器转换为外部参考信号输入端口送入的高稳定10MHZ频率基准信号,这样频率计数器的精度就达到 $10E-12$ ;比被测频率精度 $\leq 10E-9$ 的标准高2~3个数量级,频率计数器自身的稳定度误差完全忽略不计；

[0013] 3) 发送采集门限、采集频度、输入通道设置命令;发送采集门限、采集频度、输入通道设置这些命令,每次测试前由计算机自动设置,避免了操作人员设置错误、漏项,保证采集数据的准确；

[0014] 4) 由控制计算机按界面中相应栏目由操作人员设定的时间间隔,采集次数开始读取数据;每次采集的原始数据写入EXCEL电子表格中,同时将采集到的数值标记在频率误差趋势图上,每次标记一个点,多个点就组成一条趋势线,记为曲线1,趋势图的横轴为采集次数,纵轴为频率误差；

[0015] 5) 趋势图中设置有一条曲线2,曲线2为操作员在界面中标准频率栏设置的技术参数,此参数是在产品技术规范中规定的,操作人员根据曲线1、曲线2两条线的不同趋势走向将被测振荡器的频率调整到规定范围,并且在调试过程中及时发现潜在的不稳定振荡晶体,以及时剔除；

[0016] 6) 数据采集到达设定次数时,控制计算机停止读取频率计数器中数据,将EXCEL中数据存入指定文件保存;数据由分析软件调用,进行统计分析计算。

[0017] 所述高稳定度晶体振荡器的调试方法,其特征在于,晶体振荡器的调试方法的步骤2的操作过程5)的具体过程包括：

[0018] a. 正常情况下,被测振荡器频率曲线1会逐步向标准频率曲线2靠近,经过一段时间后稳定,曲线1与曲线2基本平行,说明被测振荡器频率基本稳定但与技术规范中规定的参数有一定误差；

[0019] b. 此时调节振荡器使曲线1继续靠近曲线2,即被测频率继续向希望频率靠近；

[0020] c. 重复过程a、过程b将曲线1与曲线2调节至基本重合,并经过产品技术规范规定时间内运行,两条线仍然重合,则判定频率误差在规定范围内,校准完成；

[0021] d. 经过在产品技术规范规定时间内运行曲线1无法趋近曲线2至平行状态或曲线2与曲线1交叉后逐渐离去,说明振荡器随时间稳定性差,不能在产品中使用,此项调试过程在一到三个小时内进行,需老化考核时,此项调试过程在1天以上。

[0022] 本发明的有益效果:经过生产过程中实际使用,此方案将采用了高稳定频率基准,大大提高了频率测量精度,将频率计数器带来的误差降到了可以忽略不计的程度,省略了频率计数器每次开机的近一小时预热稳定时间,做到开机即可使用。采用计算机记录数据,

减少了操作人员读取频繁闪动的数码管人工估算并记录数据带来的误差和数据遗漏,将所有数据记录在文件中保存。采用可视化生产的设计思想,将操作人员长时间观察频率计数器数码显示并读取、估算、判断的过程,简化为对红绿两条曲线的趋势走势判断,无需要人员长期值守。为考核频率稳定度的长期稳定度提供了一条新的思路。为提高产品全面质量管理提供数据基础。

### 附图说明

- [0023] 图1、高精度频率测量设备连接图;
- [0024] 图2、测量流程图;
- [0025] 图3、频率调试曲线界面。

### 具体实施方式

[0026] 为了更清楚的理解本发明,结合附图和实施例详细描述本发明:

[0027] 如图1-图3所示,晶体振荡器的调试方法,利用一种高精度频率测量设备进行晶体振荡器的调试,所述高精度频率测量设备由北斗卫星导航接收机、铷原子钟、频率计数器和控制计算机连接构成;

[0028] 卫星接收天线连接到北斗卫星导航接收机的ANT接口,经过北斗卫星导航接收机解调出的高精度1PPS信号通过1PPS信号端口输出到铷原子钟的1PPS IN端口,用于驯服铷原子钟;从铷原子钟10MHZ输出端输出的10MHZ信号传送到频率计数器的外部参考信号输入端口,控制计算机经USB GPIB转接线连接到频率计数器的GPIB接口,被测振荡器的信号输出端连接频率计数器的测试频率输入端,将被测振荡器的信号输出到频率计数器。

[0029] 采用北斗卫星授时信号驯服铷钟,由铷钟输出的高精度10MHZ信号供给频率计数器,由计算机设置频率计数器断开内部晶体振荡器采用铷钟提供的外部基准信号。

[0030] 由于北斗卫星的授时信号与北斗地面站的高精度原子钟同步,具有优良的长期稳定性。由卫星信号驯服短期稳定度优良的铷原子钟此方案可以提供精度达到 $10E-12$ 的频率稳定度,优于被测信号2个数量级以上。

[0031] 铷原子钟和卫星接收机长期运行,外部参考信号随接随用,省去了频率计数器的开机预热时间,使频率计数器的测量精度完全满足科研生产的要求。

[0032] 由控制计算机经USBGPIB连接线与频率计数器相连,读取所有测量到被测振荡器发出的频率数据,并以EXCEL格式将每次测量的数据记录在指定文件中,彻底避免操作人员带来的人为误差。保存的数据文件可以供科研人员和质量部门用于分析产品质量问题。

[0033] 控制计算机从频率计数器读取的测量数据,实时标注在频率稳定度趋势图上。操作人员不必像以前那样长时间观察频繁跳动地测量数据估计频率误差变化趋势。只需根据趋势图上的曲线变化即可以判断频率变化趋势,对振荡器的质量有一个客观评价。

[0034] 具体实现:

[0035] 步骤1.北斗卫星导航接收机、天线、铷原子钟长期加电运行,获得与北斗地面站的同步的高稳定度参考10MHZ信号,精度可以达到 $10E-12$ 量级,经连接电缆送往频率计数器的外部参考信号输入端口;

[0036] 步骤2.控制计算机的USB口,经USB转GPIB连接线与频率计数器的GPIB口连接,由

控制计算机控制频率计数器按设定指令完成测量方式设定、测量频次设定操作,操作过程如下:

[0037] 1). 控制计算机确认与频率计数器的连接;

[0038] 2). 控制计算机发出命令设定频率计数器切换频率参考基准从内部振荡器转换为外部REF端口送入的高稳定10MHZ频率基准信号。这样频率计数器的精度就达到 $10E-12$ ;相对我单位通信产品被测频率精度(一般情况 $\leq 10E-9$ )高2~3个数量级,频率计数器自身的稳定度误差可以忽略不计。

[0039] 3) 发送采集门限、采集频度、输入通道设置等命令;这些命令每次测试前由计算机自动设置,避免了操作人员设置错误、漏项,保证采集数据的准确。

[0040] 4). 由控制计算机按界面中相应栏目由操作人员设定的时间间隔,采集次数开始读取数据;见图3,每次采集的原始数据写入EXCEL电子表格中,同时经过计算标记在频率误差趋势图上,每次标记一个点,多个点就组成一条趋势线,趋势图的横轴为采集次数,纵轴为频率误差;

[0041] 5). 趋势图中的曲线2为操作员在界面中标准频率栏设置的技术参数,此参数在产品的技术规范中规定的。操作人员根据红绿两条线的不同趋势走向就可以将被测振荡器的频率调整到规定范围,并且在调试过程中可以及时发现潜在的不稳定振荡晶体,及时剔除;

[0042] 具体过程如下:

[0043] a. 正常情况下,被测振荡器频率(图3中的曲线1)会逐步向标准频率(图3中的曲线2)靠近,经过一段时间后稳定,曲线1与曲线2基本平行。说明被测振荡器频率基本稳定但与技术规范中规定的参数有一定误差。b. 此时可以调节振荡器使曲线1继续靠近曲线2,即被测频率继续向希望频率靠近。c. 重复a、b步骤将曲线1与曲线2调节至基本重合,并经过长时间运行(具体时间由产品技术规范规定)两条线仍然重合。频率误差在规定范围内,校准完成。d. 经过长时间运行,曲线1无法趋近曲线2至平行状态或与曲线2交叉后逐渐离去。说明振荡器随时间稳定性差,不能在产品中使用。此项调试过程一般在一到三个小时。老化考核时在1天以上;

[0044] 6). 数据采集到达设定次数时,控制计算机停止读取频率计数器中数据,将EXCEL中数据存入指定文件保存。数据可以由分析软件调用,进行统计分析计算。

[0045] 根据上述说明,结合本领域技术可实现本发明的方案。

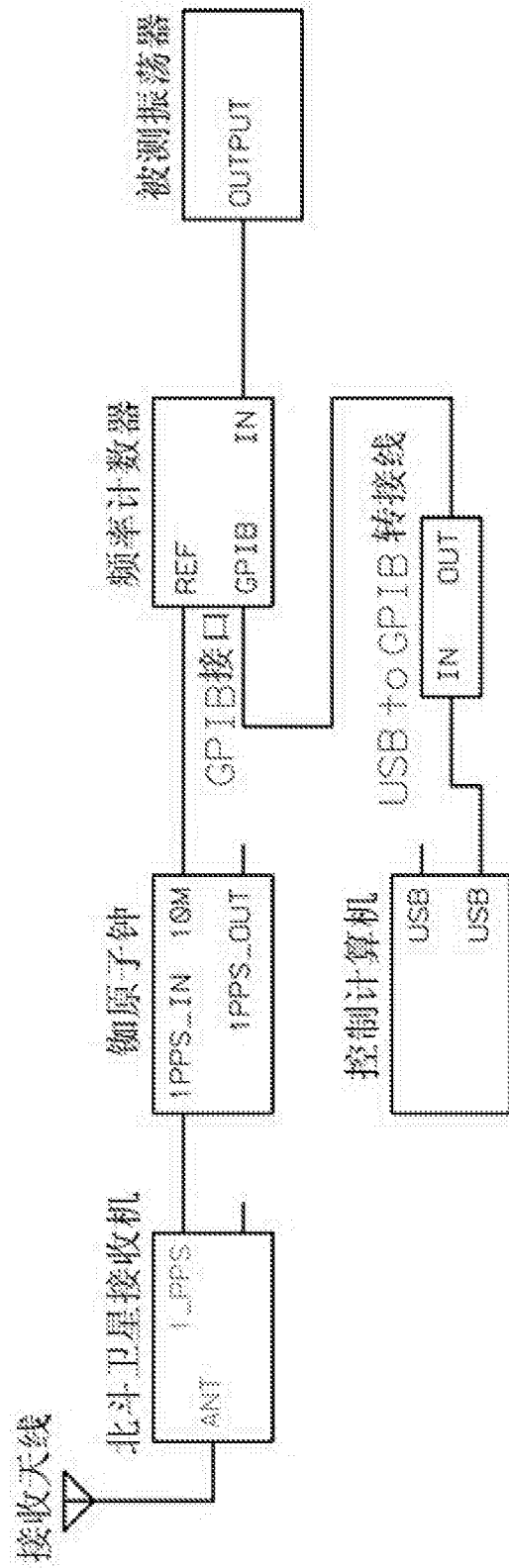


图1



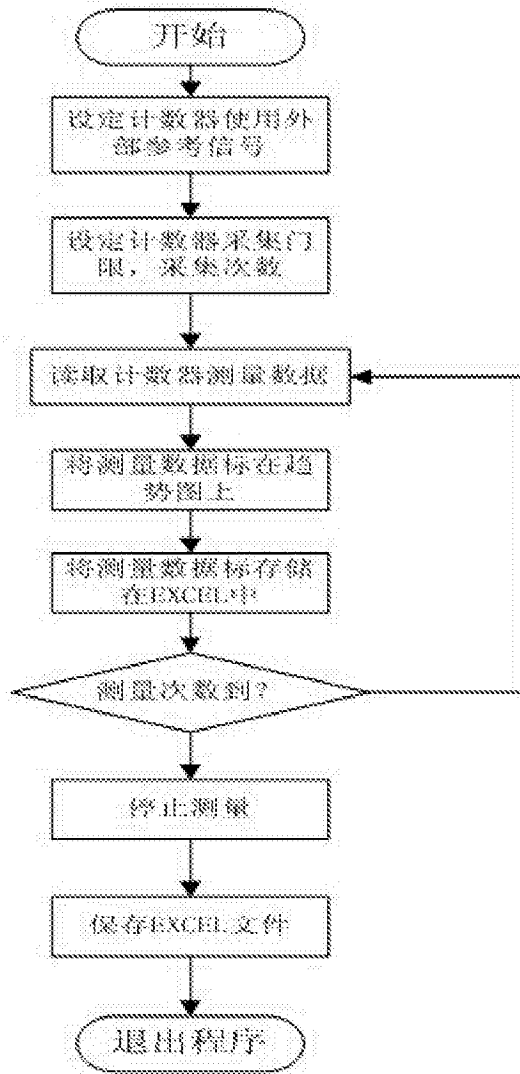


图2

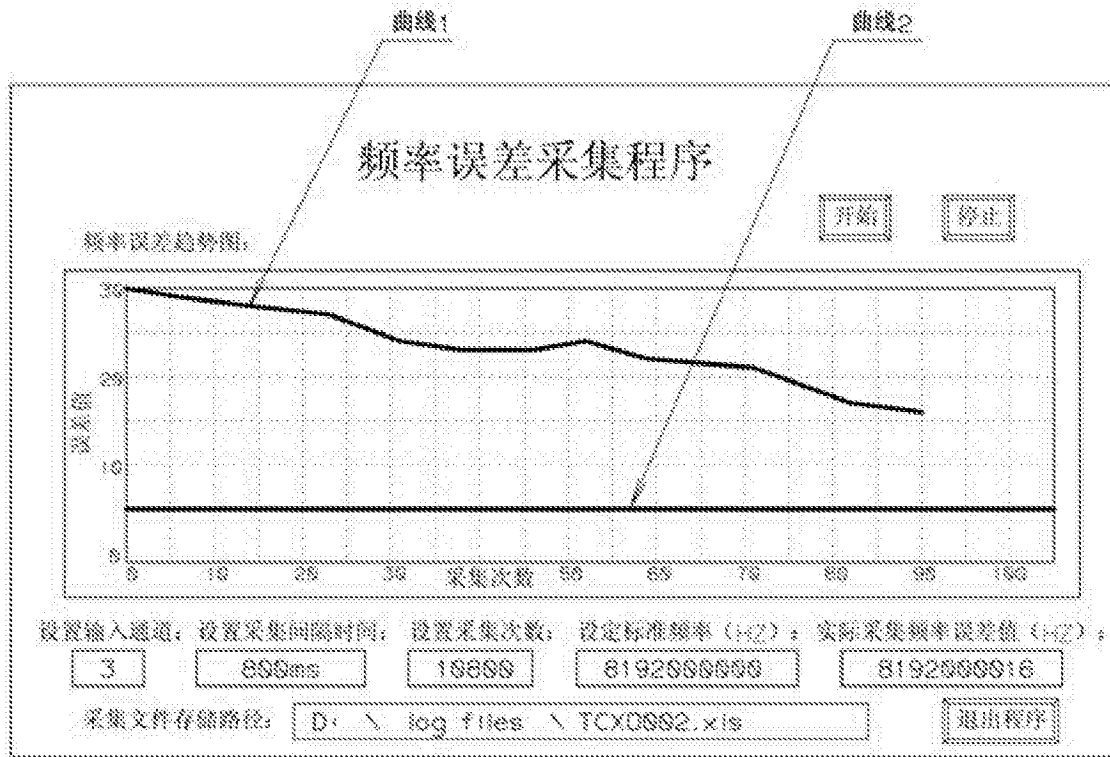


图3