

# 温控振荡器的环境试验测试技术

冯 祎<sup>1,2</sup>, 杜太行<sup>1</sup>

(1.河北工业大学 信息工程学院, 天津 300130;

2.西迪斯(天津)电子有限公司, 天津 300457)

**摘要:** 阐述了由 GPIB 接口组成的程控仪器搭建程控测试平台的设计思想, 说明了系统总体设计、接口电路、驱动电路以及检测电路设计方法。给出了 VB 6.0 环境下测试软件、GPIB、I/O 以及数据的远程数据库存储的设计方法。

**关键词:** GPIB; 程控仪器; 环境试验; 温控振荡器

中图分类号: TM930.9

文献标识码: B

## Environment experimentation test technology of OCXO

FENG Yi<sup>1,2</sup>, DU Tai Hang<sup>1</sup>

(1.School of Information Engineering, Hebei University of Sciences and Technology, Tianjin 300130, China;

2.CTS (Tianjin) Electronic CO., LTD, Tianjin 300457, China)

**Abstract:** The design concept of programming-control test platform consist of programming-control instruments base on GPIB interface technology is put forward. This paper set forth the whole design of the temperature test system and the design method of interface circuit, driving circuit and testing circuit. To provide the design method of testing-software base on VB 6.0 including GPIB controlling, I/O driving and saving data to database.

**Key words:** GPIB; programming-instruments; environment experimentation; OCXO

石英晶体振荡器虽然具有高振荡频率和高稳定性(Q 值很高), 但它受外界环境温度的影响也较大, 应用场合有较大的局限性。温控振荡器 OCXO (Oven-Controlled Crystal Oscillator) 正是弥补了石英晶体振荡器易受环境温度影响这一缺陷。它利用恒温槽使石英晶体振荡器所处环境温度保持恒定, 将周围环境温度变化引起的振荡器输出频率变化量削减到最小<sup>[1]</sup>。OCXO 是一种高稳定的振荡器, 被广泛应用在手机的基站、高精密的测试仪器、标准时钟源和航空、航天领域。因此, 它的质量, 特别是在不同环境温度下工作的稳定性备受关注, 环境试验是考核外界温度变化时产品频率的变化量。它是判断产品好坏十分重要的参数。虚拟测试技术改变了传统以硬件为主的电子测试自动化模式。无论是将数据采集单元装在计算机内构成的虚拟仪器, 还是将微处理器装在测试仪器中构成程控仪器, 由于充分发挥了软件的强大功能, 使电子测试自动化系统的构建成本日益降低, 大大扩展了其应用范围。本文主要阐述基于 GPIB 总

线的 OCXO 环境试验中的测量与控制技术。

### 1 系统组成

环境试验测试系统将程控仪器、测试总线、计算机与测试软件相结合, 构成通用的虚拟温控测试平台, 原理框图如图 1 所示。

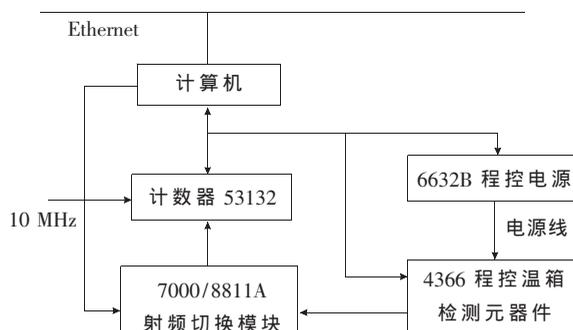


图 1 环境试验测试系统原理框图

测试平台的构成由主机 (采用 PC 机作为主控设备) 和程控仪器群通过通用的标准测试总线连接。测试软件

采用 VB 6.0 语言。

系统采用 GPIB 作为接口总线, GPIB 是 HP 公司 20 世纪 70 年代初开发的通用仪器控制接口总线标准。它的特点是: 积木式结构, 可拆卸、易于重建; 控制器可以是计算机、微处理器或简单的程序控制器; 数据传送可靠, 使用灵活, 价格低廉<sup>[2]</sup>。因此, GPIB 广泛应用于对测试仪器进行计算机控制。根据测试要求选用了 53132A 频率计、6632B 电源、4366 可编程程控温箱和射频切换模块 7000/8811A。

## 2 测试系统的硬件设计

### 2.1 测试系统的接口模块

53132A 是 Agilent 公司生产的频率计数器, 它的最高频率分辨率可达 12 位, 单次时间间隔分辨率指标规定为 150 ps。53132A 还具有外同步性能, 可用一个外部信号来控制时间间隔测量。为了保证频率计数器测量的准确性, 可以加入外部时钟。6632B 是 Agilent 公司生产程控直流电源, 该电源具有 GPIB 控制接口。S&A 4366 Temperature Test Chamber 是美国 SAUNDERS 公司生产具有 GPIB 控制接口的可编程程控温箱。如果使用 CO<sub>2</sub> 作为制冷剂, 它的温度控制范围是 -55℃~200℃/LCO<sub>2</sub>。它的稳定范围是 ±0.2℃, 符合系统的要求。7000/8811A 是 MATRIX SYSTEM 公司的产品。它是 1 个 12 输入、1 输出可选择的射频转换开关模块, 工作范围 DC~800 MHz, 控制转换信号为 TTL 电平, 控制接口为 1 个形如 15 针串行口的接口。1~12 针为控制端, 选通 1~12 RF 输入, 低电位选通、高电位截止。

### 2.2 温控振荡器振荡信号检测

系统采用的检测电路原理如图 2 所示。



图 2 检测电路原理图

放置在程控温箱中的 12 个被测试品通过 50 Ω RF 电缆连接到射频切换模块 7000/8811A 上, 计算机通过 I/O 卡和驱动卡实现 12 选 1, 该信号输入到计数器 53132A。计算机通过 GPIB 总线向所有程控仪器发送、接收控制指令。如设置程控电源电压、控制温箱升降温、读取计数器数据等。

### 2.3 I/O 卡和驱动卡

I/O 卡和驱动卡的电路原理图如图 3 所示。

I/O 卡是 1 块 8255 可编程并行接口为核心的接口卡。8255 的 PB 口用 PB0~PB3 实现 12 选 1, 通过驱动卡控制 7000/8811A 射频切换模块的输入端与频率计 53132A 计数器连接。8255 的 PC 口用于驱动卡的选通, 以便于系统扩展<sup>[3]</sup>。

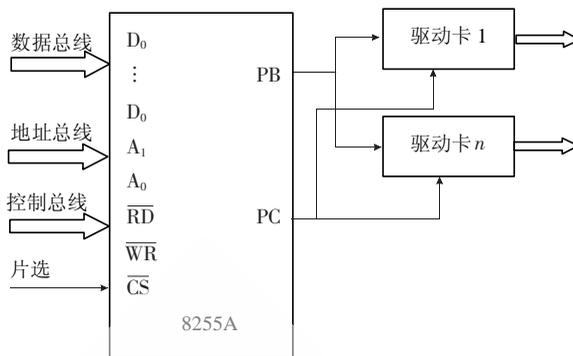


图 3 I/O 卡和驱动卡的电路原理图

## 3 软件系统

测试程序软件采用 VB 6.0 语言编写。VB 6.0 是 Microsoft 公司推出的一种可视化编辑软件, 适合于 Windows 平台, 它简单易用, 适用面广, 无论是通信、数据库, 还是多媒体以及普通的 Windows 应用程序, 都可以用 VB 进行开发。VB 的可视化指的是开发图形用户界面 (GUI) 的方法。使用这种方法, 用户不需要编写大量代码去描述界面元素的外观和位置, 而只要把预先建立的对象拖放到屏幕上即可, 方便快捷<sup>[4-5]</sup>。

### 3.1 测试流程

图 4 为此环境试验测试程序的主界面, 程序流程图如图 5 所示。



图 4 测试程序的主界面

系统首先进行预测, 其作用是在对测试品进行温度环境测试之前, 检查测试本身或测试与测试制具接触是否存在问题。具体方法是, 检测测试品否有频率输出、输出频率是否合理。当确定所有产品工作状态正常时, 进入测试程序。

测试程序启动后, 系统根据用户选择的试品型号调入预先设定的测试参数, 根据控制参数设定电源电压以及最大电流, 轮流给试品供电。然后根据温度控制参数, 控制温箱升、降温, 当到达指定温度后, 根据设定等候一段时间使试品在该温度下稳定, 确保测量的准确性。

计算机通过 I/O 以及驱动卡控制 7000/8811A 模块

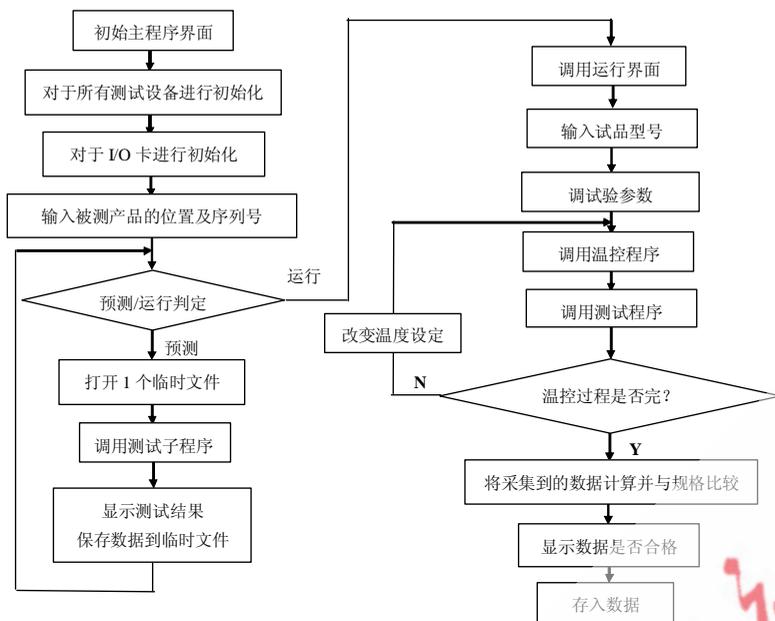


图5 测试程序流程图

切换试品, 由频率计 53132A 读出当时产品的实际输出频率保存数组, 并进行下一个温度点的测试。

当所有温度点的测试完成后并合格时, 需要进行有效效应测试, 即检测供电电源变化对产品输出频率的影响。具体要求是, 控制电源在额定电压范围内变化, 由 53132A 读出频率值并算出频差。

### 3.2 GPIB 总线与 I/O 卡的驱动程序

计算机通过 GPIB 总线与 53132A 频率计、6632B 电源、4366 可编程控温箱等设备连接。这些测量仪器和设备均带 GPIB 接口并预先设定好地址。计算机内部插入 GPIB 控制卡, 美国 NI 公司提供的程序模块 GPIB.bas 用于驱动该控制卡, 实现计算机与外围设备和测量仪间的数据传输。下面程序是计算机与 53132A 频率计数据通信程序片段:

53132A 频率计初始化

```
Private Sub ini_counter ( )
```

```
Dim setstr As String
```

```
Send 0, counter, "*RST", NlEnd 'Reset counter, counter 变  
量代表计数器的地址, 0 代表控制卡地址
```

```
Send 0, counter, "*CLS", NlEnd 'Clear status
```

```
Send 0, counter, "*SRE 0", NlEnd 'Disable service
```

```
'request (0)  
Send 0, counter, ":FUNC 'FREQ 1'", NlEnd 'Measure  
'frequency on channel 1
```

```
Send 0, counter, ":INPUT1:IMPEDANCE 50", NlEnd 'Input  
'1 set to 50 ohms
```

```
setstr = ":SENSE:FREQ:ARM:STOP;TIM " & "1.0"
```

```
Send 0, counter, setstr, NlEnd 'Set the gate time
```

```
Send 0, counter, ":SENS:EVEN1:LEV 0V", NlEnd
```

```
Send 0, counter, ":TRIG:COUN:AUTO OFF", NlEnd 'Single
```

measurement when triggered

Exit Sub

调用 53132A 频率计数据

```
Public Sub Read_freq(ByRef F As Double)
```

```
Dim Freq As String
```

```
Send 0, counter, ":SENSE:FREQ:ARM:STOP;
```

```
TIM " & "1.0" & ";;:READ?", NlEnd
```

```
Freq = "
```

```
Receive 0, counter, Freq, STOPend
```

```
F=Val(Freq)
```

End Sub

计算机通过 I/O 以及驱动卡控制 7000/8811A 模块切换试品, 该驱动程序为 NTPort Library 2.5, 程序片段如下:

I/O 计初始化

```
Private Sub init_ioCARD()
```

```
Output CR, &H90 'Port A as input, port B & C as  
output
```

```
Output PB, &H0 'clear ports
```

```
Output PC, &H0
```

End Sub

程序运行 Output 时, 程序会调用 IO\_Routine 这个模块, 如下:

```
Declare Function Inport Lib "IO.dll" Alias "PortIn" (ByVal  
port As Integer) As Integer
```

```
Declare Function Outport Lib "IO.dll" Alias "PortOut" (By  
Val port As Integer, ByVal Data As Integer) As Integer
```

```
Global Const PA = &H2C0
```

```
Global Const PB = &H2C1
```

```
Global Const PC = &H2C2
```

```
Global Const CR = &H2C3
```

当程序调用 I/O 控制时, 程序调用:

```
Private Sub RF_Switch(Switch As Integer, Switch_Pos As In  
teger) 'Switch 代表第几个驱动卡, Switch_pos 代表 1 个驱动  
卡上控制的第几个位置
```

```
Switch_Pos=(Switch-1) * 16+Switch_Pos-1
```

```
Output PC, Switch
```

```
Output PB, (Switch-1) * 16+Switch_Pos-1
```

End Sub

### 3.3 测试数据存储技术

测试子程序运行完毕后, 所有数据将被存入网上的 Access 2000 数据库中。VB 提供了 DAO 模型与 Microsoft Jet 数据库引擎接口的方法。DAO 模型是全面控制数据库的完整编程接口, 它是设计关系数据库系统结构的对象类的集合。首先在网上服务器使用 Access 2000 创建 1 个 TempData.mdb 数据库, 并将其路径 Map 到本地机上, 即 I:\ 镜像盘。

在 VB 6.0 中从工程(P)->部件(O)选择 Microsoft ADO Data Control 6.0(OLEDB), 从工程(P)->引用(N)选择

Microsoft ActiveX Data Objects 2.0 Library, 将 Adodb 控件添加到程序的图形界面上。在程序中使用 Dim 语句给数据库中的每个对象创建对象变量。如下:

```
Private objConn As Adodb.Connection
Private objRec As Adodb.Recordset
Dim strconnectionstring As String
    然后指明对象变量:
strconnectionstring = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data
Source=I:\Tempdata.mdb" '指明数据源
Set objConn = New Adodb.Connection 'Connection 对象
    '描述了到数据源的物理连接
objConn.Open strconnectionstring '打开一个数据源连接
Set objRec = New Adodb.Recordset '通过 Recordset 对
    '象可对几乎所有数据进行操作
objRec.Open "Data_SN", objConn, adOpenKeyset, adLock-
Pessimistic '打开数据库中的 Data_SN 表
将测得的数据存入数据库中的 Data_SN 表中
With objRec
    .AddNew '向表中增加新的数据
    ! SN = sn(i) '输入序列号
    ! Model = model '输入机种号
    If mark(i) = "FAIL" Then '输入产品测后状
        '态(好、坏)
        ! Passed = False
    Else: ! Passed = True
    End If
    .Update
End With
objRec.Close '存储完后关闭表 Data_SN
objConn.Close '关闭数据库连接
Set objRec = Nothing
```

(上接第 27 页)

座点, 并将其代表的 4 bit 二进制数据串行输出, 完成整个解星座映射过程<sup>[5]</sup>。

利用 DSP Builder 模块, 构建 16QAM 解星座映射器, 如图 8 所示。最后进行仿真, 得到 16QAM 星座映射仿真结果, 如图 9 所示。仿真中使用测试数据为 174, 二进制表示为 10101110, 将其分解为 I, Q 数据分别是 -6、-2。对应 16QAM 星座映射图上的点为 0100, 所以仿真周期输出 0100 二进制编码。

本文使用一种有别于传统方法的开发方式, 实现了基于 DMB-TH 标准下的星座

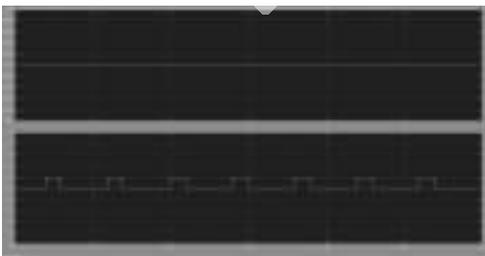


图 9 解交织器仿真图

Set objConn = Nothing

### 3.4 检测结果判定

采用式(1)计算实际频率的偏差值(ppm), 式中  $f_0$  为试样规定中心频率。

$$D = |f - f_0| \times 10^6 \quad (1)$$

按照式(1)计算各个温度点间频率的漂移是否超限。当漂移在允许范围内, 继续进行有效效应测试。实际测量时也可以采用如下的方法:

(1) 对应不同温度(电压)检测出对应的频率  $f_1, \dots, f_n$ ;

(2) 找出其中最大值  $f_{MAX}$  和最小值  $f_{MIN}$ ;

(3) 计算  $\tilde{D}, \tilde{D} = |f_{MAX} - f_{MIN}| \times 10^6$ ;

(4) 用  $\tilde{D}$  代替 D 判断是否超限。

利用程控仪器搭建虚拟温控测试平台来测试不同温度环境下产品频率, 通过网络将数据汇总于网络上的数据库服务器。直观地展示了测试结果, 并便于数据查询。这种方法改变了以往繁琐的手动设置温度、测量和读数、计算过程, 既节省了测试时间, 又提高了测试测量的精度, 使整个测量过程变得方便、快捷、准确、可靠。

### 参考文献

- [1] 高益, 刘刚, 于军, 等. 微机控制 OXCO 测温电路的设计与分析[J]. 压电与声光, 2006, 28(1).
- [2] 于英民, 于佳. 计算机接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [3] PAUL Oh. 8255 PPI IBM PC interface card[EB/OL]. <http://www.boondog.com/tutorials/8255/8255.htm>. 2000.
- [4] 郑阿奇, 曹戈. Visual Basic 实用教程[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [5] 李兰友. Visual Basic 程序设计教程[M]. 天津: 天津大学出版社, 2004.

(收稿日期: 2009-06-09)

映射器与解映射器的设计及仿真。与传统方法相比, 具有开发效率高、仿真过程容易、测试过程直观等优点, 并具有很高的工程使用价值。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会 GB 20600-2006. 中华人民共和国国家标准数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制[S]. 北京: 中国标准出版社, 2006.
- [2] Altera. DSP Builder reference manual [EB/OL]. <http://www.Altera.com>, 2009.
- [3] 徐孟侠. 对中国地面数字电视广播传输标准的注解和评论[J]. 电视技术, 2007(4): 2-9.
- [4] Altera. DSP Builder user guide [EB/OL]. <http://www.Altera.com>, 2009.
- [5] 张拥军, 赵雪峰, 朱维乐. 基于 FPGA 平台的 DVB-T 发射端的实现[J]. 电视技术, 2004(11): 3-6.

(收稿日期: 2009-06-09)