

# 一种仪器集成的幅频特性测量仪的设计方案

本文以 DDS 函数信号源、数字示波器和普通计算机作为硬件平台，在计算机上配置 LabVIEW8.6 程序，控制函数信号源产生测试所需扫频信号，由数字示波器采集扫频信号和测试网络的响应信号，最后经计算机分析计算和显示，较好地实现了幅频特性测量。

## 引言

频率特性是电路网络的重要特性。过去常采用人工测量的方法，通过输出不同频点的正弦信号去激励电路网络，然后测量电路网络的响应，一个测试往往需花费较长的时间才能完成。采用专用的扫频仪、网络分析仪等实现电路网络的频率特性测量虽只需几分钟，但由于设备价格昂贵，普通教学实验室较少配备。采用微处理器控制直接数字合成(DDS)扫频源的方法可较好地实现频率特性的测试，但扫频信号源、幅度与相位检测电路的设计与制作难度较大，实现的装置往往存在简陋、性能不稳定等缺点。

带数字接口的直接数字合成(DDS)函数发生器和数字示波器在实验室中得到了广泛的应用。前者能实现高精度的幅度和频率切换，后者则集数据采集、软件编程等功能，能给用户提供多种分析功能，甚至能实现对波形的保存和处理。特别是大多数数字示波器提供了内置波形幅度测量和波形延时测量。这些仪器与虚拟仪器设计平台结合起来可低成本且方便地构建自动测试系统。本文以 LabVIEW8.6 为设计平台，利用实验室的计算机、带数字控制接口的盛普 F40 型数字合成函数信号源和泰克 TDS1012C 数字存储示波器，实现电路网络的频率特性测试。系统的实现结合了点频法和扫频法的优点，利用计算机通过 RS232 串口控制函数信号源产生幅度恒定且频率随时间连续变化的信号作为被测网络的扫频信号作用于待测网络，数字示波器对被测网络的输出信号和输入信号进行采样与处理，计算机通过 USB 接口获取数字示波器测得的信号幅值，并通过 LabVIEW8.6 软件的友好用户界面，把电路网络的幅频特性分析并展现出来。

## 1、系统构成

用扫频信号对被测电路网络进行动态测量，能得到被测电路网络的频率响应特性。被测网络输入端和输出端信号幅值的比值为电路的增益。系统的总体框图如图 1 所示。计算机通过串口控制盛普 F40 型数字合成信号源产生扫频信号作用到待测电路，计算机通过 USB 接口读取数字示波器采集的 RMS 值，利用 LabVIEW8.6 软件进行数据处理并显示幅频特性曲线。

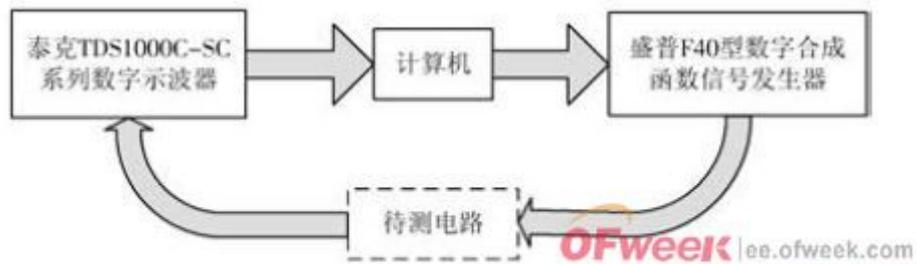


图1 仪器集成幅频特性测试框图

TDS1000C-SC 系列数字存储示波器标配USB连接、16种自动测量、极限测试、数据记录和上下文相关帮助，拥有高达 100MHz 的带宽和 1GS/s 的最大采样率，完全符合本文的设计要求。使用数字示波器时，为了避免混迭，扫速档最好置于扫速较快的位置，本文采用自动设置(AUTOSET)方式适时调节数字示波器的采样速率，使之能配合当前函数发生器的输出频率，完成精确采样。

## 2、软件设计

本文采用 VISA 接口方式实现 LabVIEW 与数字示波器的通信。其目的是控制 DDS 信号源产生给定范围的扫频信号，借助数字示波器进行有效值测量与计算，获取计算结果后作出频率特性曲线。主函数流程如图 2 所示。

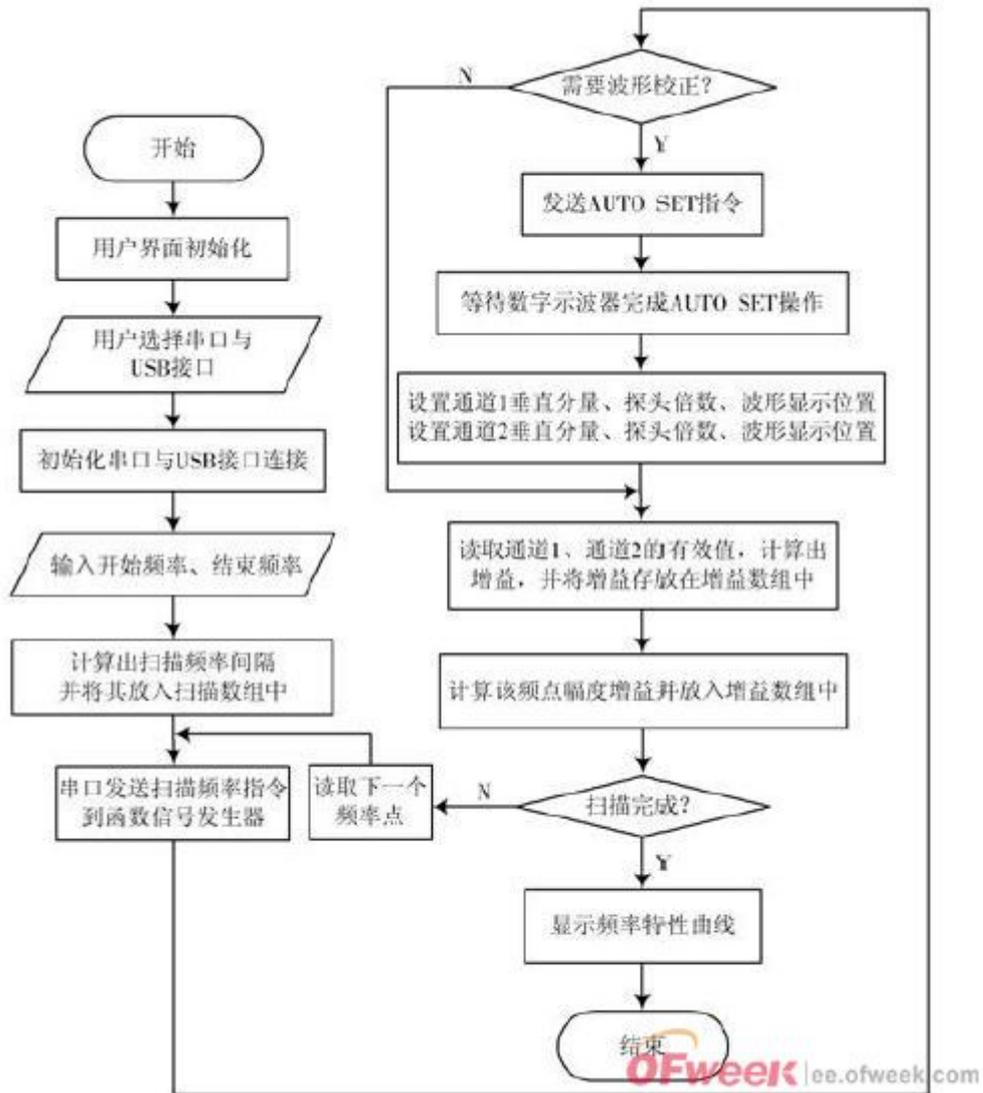


图2 主函数流程 **电子工程网**

程序运行后，首先初始化用户界面，让用户选择与仪器连接的通信接口。接着输入所需要的扫频控制量，如开始频率（最小为 20Hz）、结束频率（不超过 40MHz）和扫频幅度，并选择连续或对数扫频方式。根据用户输入的开始和结束频率自动计算出响应频率间隔，并将计算出的频率点保存在频率数组中，获取频率数组数据如图 3 所示。

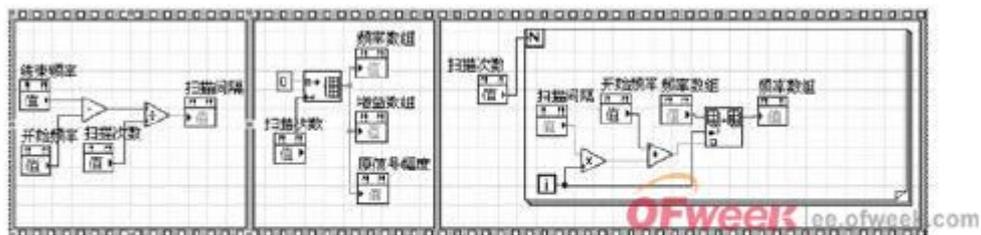


图3 获取频率数组数据 **电子工程网**



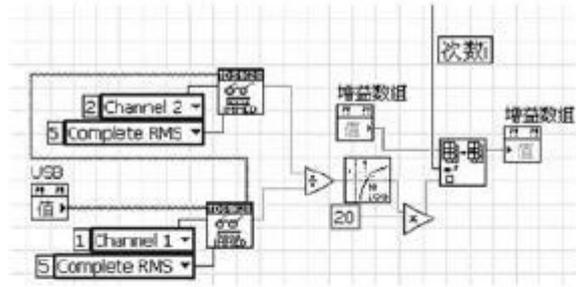


图6 读取RMS值计算增益

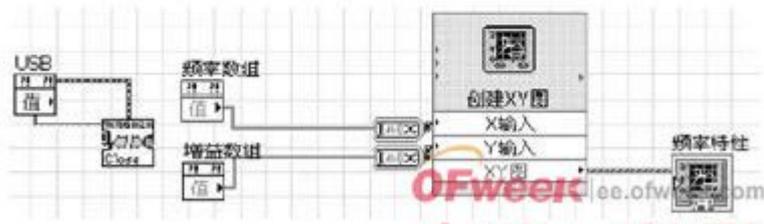


图7 绘制频率特性曲线

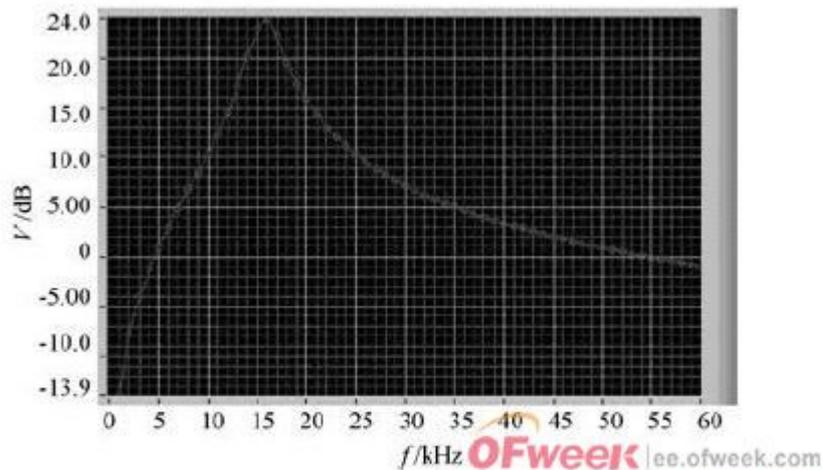


图8 带通滤波器的幅频特性

被测带通滤波器的中心频率约为16kHz. 实测中扫频范围从1~60kHz, 扫描60个频点大约需时2分30秒. 若需要提高幅频特性曲线的测量精度, 可以增加扫频点.

#### 4、结语

本文以LabVIEW8.6为设计平台, 利用实验室的计算机、带数字控制接口的盛普F40型数字合成函数信号源和泰克TDS1012C数字存储示波器, 实现电路网络的幅频特性测试. 该方案中所采用的方法, 测试了巴特沃斯低通滤波器、带通滤波器和调谐放大器等电路的幅频特性. 实验结果证明了该方案在应用中的有效

性和实用性。在此基础上还可进一步获得相频特性。与商用设备相比，本系统虽然响应时间较慢，用户界面仍有待改进，但其编程与控制简单，只需利用实验室的已有设备，是提高高校教学实验室设备资源利用率的一种可行方案。