

# 湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划 项目申报表

项目名称: 基于 FPGA 的信号源与示波器虚拟一体机				
学校名称	长沙理工大学			
学生姓名	学号	专业	性别	入学年份
文桢	201620112015	光电信息科学与工程	男	2016.
陈益如	201655110231	电子科学与技术	男	2016
李俊	201656110115	电子信息科学与技术	男	2016
谢柳冰	201655110206	电子科学与技术	女	2016
指导教师	唐俊龙	职称	副教授	
项目所属一级学科	电子科学与技术	项目科类(理科/文科)	理科	
<p>学生曾经参与科研的情况</p> <p>项目组成员文桢在长沙理工大学创新实验室学习两年，学习并制作完成了数字频率计、10M 带宽信号源、音响话筒、高精度电子称等仪器、仪表。参加了 2017 全国大学生电子设计竞赛，获得长沙理工大学电子设计大赛物电杯一、二、三等奖；陈益如参加了 2017 年全国大学生电子设计竞赛、湖南省大学生物理竞赛、长沙理工大学数学竞赛，获长沙理工大学电子设计大赛物电杯一等奖、三等奖；谢柳冰参加了“挑战杯”大学生课外学术科技作品竞赛，“互联网+”，以及物电杯等竞赛；李俊获物电杯企业奖，校级物理竞赛二等奖；</p>				
<p>指导教师承担科研课题情况</p> <p>主持国家科技支撑计划项目教育网路实名制安全认证系统研发 2014BAH28F04、教育厅项目 2 项， 教研教改项目 3 项；参与了国家重大基础研究规划项目(973)、国家自然科学基金项目、湖南省自然科学基金重点项目、国家重点实验室开放项目、湖南省教育厅项目、长沙市科技局项目及横向课题等项目。</p>				

项目研究和实验的目的、内容和要解决的主要问题：

### 1、项目研究和实验的目的

示波器与信号源是电子技术领域常用到的电子仪器设备，很多用户在工作、实验过程中经常同时用到这两种仪器。示波器可在电路实验或电器维修时，观察电路节点的信号波形，以判断前、后级电路是否正常工作。在学习模拟电子技术时，信号源和示波器还可以帮助我们感性认识放大器、滤波器、振荡器等电路的特性。

目前传统的测量仪器体积大、成本高、操作复杂，不利于学生的快速学习与使用，对在校学生来说，分别采购这两种仪器设备，成本较高，且使用时占用空间大，操作不方便。如何设计出一块低成本、轻便、易操作的一体机就是本项目研究的关键。基于此，便提出了设计一款体积小、成本低、操作简单的，具有部分示波器和信号源的功能的一体机仪器设备。

### 2、项目研究和实验的内容

采用虚拟仪器的架构，将传统仪器的操控和显示部分，转移到了 PC 端上位机上。再将较为常用的示波器和信号源的功能，集成至一体，实现示波器与信号源的共同功能。

### 3、解决的主要问题

现有的仪器仪表上，不管是示波器还是信号源，在功能上都比较独立，需要两台仪器分别操作，面向的人群要么是处于学习阶段要么处于研发阶段的。但是对于处于学习阶段的人来说，学习使用仪器的成本比较高。基于 FPGA 的信号源与示波器虚拟一体机可以解决当前仪器功能过于独立和体积大的问题，显示功能和数据传输功能由上位机承担，还可以解决当前仪器的操作复杂性，所测的信息数据难以在用户间传输等问题。

### 国内外研究现状和发展动态

在 21 世纪的今天，作为信息产业的三大关键技术之一，测试测量行业已经成为电子信息产业的基础和发展保障。而测试仪器作为测试测量行业发展不可或缺的工具，在测试测量行业的发展中起到了巨大的作用。中国“十一五”期间，由于国家不断增加基础建设的投入力度，在旺盛市场需求的带动下，对仪器需求

不断增加，同时测试仪器市场也正在快速发展。

## 一、国内外研究现状

科学仪器的自主研发在创新型国家得到重视。欧美日等国家都把“发展一流的科学仪器支撑一流的科研工作”作为国家战略，对科学仪器的装备和创新给予重点扶持。如美国通过国家自然科学基金（NSF）和国家健康研究院等扶助科学仪器的研发，确保美国在世界科学仪器产业的领先地位；日本于2002年制定了高精科学仪器振兴计划，在岛津公司的田中耕一因为在仪器方面的杰出贡献获得2002年诺贝尔奖后，日本文部科学省决定，从2004年起斥巨资（100亿日元）开发世界尖端的分析计算测量仪器，以催生更多诺贝尔奖级的科研成果；欧盟在“第六框架计划”（2002-2006）中将“操纵和控制设备和仪器的开发”列为纳米技术和纳米科学领域的重点内容，在“第七框架计划”（2007-2013年）中，斥资41亿欧元主要用于辐射源、望远镜和数据库等新型研究基础设施建设；加拿大自然科学与工程研究理事会制定了“研究工具、仪器和设施计划”等等。

在目前国内的学术研究中，已存在关于研究信号源与示波器集成设计的课题。在《基于频率合成技术的信号源与示波器集成设计》一文中，研究设计了一种高精度信号源与示波器集成系统，可用以弥补国内大多数电子对抗以及雷达通信信号源系统的误差，以及提高可视化效果。

随着计算机、通信和电子技术的发展，越来越多的企业看好虚拟仪器这一市场。目前虚拟仪器主要应用在测量、监控、工程处理、远程教育以及报表生成技术等方面。虚拟仪器也成为科研者研究的对象。同时，石油化工等企业的生产安全也需要大量且精准的数据以分析生产的安全性，所以虚拟仪器的自动化也会成为今后的研究重点。虚拟仪器在教学系统中也具有明显的优势，随着教育行业的发展，传统的实验设备已不能完全满足需求。而虚拟仪器不受时间、空间和资源限制，以及其性价比高的优势，恰恰能极大地解决了学时、设备不足致使学生不能更好地进行实验的问题。

## 二、国内外技术发展趋势

科学技术的飞速发展，促进科学仪器新技术、新成果层出不穷。目前，科学仪器已远远超出“光机电一体化”这个概念，除了加入计算机技术，还大量引进

日新月异的高新技术，如纳米、MEMS、芯片、网络、自动化、免疫学、仿生学、基因工程等等新技术，同时，一些高精尖的军用技术向民用技术转移，大大提高了科学仪器的技术水平和更新换代速度。

当今科学仪器发展总体上呈现出如下趋势：一) 常规科学仪器向多功能、自动化、智能化、网络化方向发展；二) 生命科学科学仪器向原位、在体、实时、在线、高灵敏度、高通量、高选择性方向发展；三) 用于复杂组分样品检测分析的科学仪器向联用技术方向发展；四) 用于环境、能源、农业、食品、临床检验等国民经济领域的科学仪器向专用、小型化方向发展；五) 样品前处理科学仪器向专用、快速、自动化方向发展；六) 监控工业生产过程的科学仪器向在线、原位分析方向发展。七) 只用软件、硬件及其它附加设备把计算机转变为可用于测试、测量和应用于工业自动化领域的虚拟仪器。传统仪器一般是有厂家将仪器的功能定义好，而且仪器比较单一，固定不变。虚拟仪器的最大优点就是其具有很强的灵活性。

我们设计的就是一款成本低、体积小、可在 PC 端操控的虚拟仪器，具有部分示波器和信号源的功能的一体机。低价的成本，拓宽了受众面；轻小的体积，便于携带。在 PC 端上位机操控仪器的输出与测量，简化了示波器与信号源的操作步骤，让用户一看便知如何使用。

本项目学生有关的研究积累和已取得的成绩

#### 1. 本项目组成员相关的研究积累

项目组负责软件部分的成员已能精准采集信号的幅值、频率、相位等信息、基本完成对 FPGA 的学习，和上位机制作的学习。完成了 0-10M 带宽信号源、硬件电路的原理设计、以及制作；完成了实验室课题 10M 宽频带高精度 AGC 电路的设计和小信号的高频放大处理；

#### 2. 本项目组成员已取得相关的业绩

项目中组成员文楨、陈益如、谢柳冰参加了实验室“信号源、示波器、频率计”项目的研究工作，掌握了信号源、频率计制作方法，以及解决过相关方面的通信问题。在国家电子设计大赛中，获得了省级优胜奖。后来在校级电子设计大赛中，制作的频率计得到相关老师、技术人员的指导，并且获得了企业奖。而且在校级数学竞赛中，文楨曾获一等奖，陈益如曾获三等奖。项目组所制作的高精

度频率计获得物电杯企业组一等奖；

### 项目的创新点和特色

本项目虚拟一体机是一种具有信号源、示波器等功能的仪器，充分利用空间，降低了制造和使用成本，使用更加方便。解决了这两个独立仪器分别携带和工作带来的成本较高、占用空间大、操作不方便等缺点。受众面广。系统测试数据可以在 PC 端记录、分析、传递。

1. 信号源、示波器的一体化。本项目通过实现信号源、示波器的一体化，使学生在实验学习的过程中更加方便、高效，同时，体积小的优点也解决了示波器与信号源占用空间大、携带不方便等问题。
2. 2. 仪器虚拟化。本项目以上位机作为操作与显示端，通过软件对仪器进行控制与测量，对比传统信号源及示波器，省去了传统显示屏与旋钮，简化了示波器与信号源的使用步骤，提高了用户对仪器的可操作性，同时降低了仪器的制造成本。

### 项目的技术路线及预期成果

#### 1. 技术路线：

本系统以 FPGA 为系统主控芯片，以 DDS 芯片为波形发生芯片，对于信号源方面，上位机控制输出波形制作信号源；对于示波器方面，系统通过 FFT 等算法采集经过滤波后的待测信号，将获得信号幅值、频率等信息数据，并将该信息数据通过 FPGA 串口通信传送到上位机，最终在上位机上可直接得到待测信号的频率、幅值、相位等相关信息，完成示波器的功能实现。

基于 FPGA 的信号源与示波器虚拟一体机系统整体结构图如图 1 所示，分为信号输出和信号采集两部分。

- 1) 信号采集：输入信号，先经过滤波，再由 A/D 转换成数字信号传送到 FPGA，经过 DSP 处理，将数据发送到上位机显示与储存。
- 2) 信号输出：利用 DDS 波形发生技术，由上位机发送频率控制字到 FPGA，再传送到相位累加器，然后通过 DAC 输出滤波后的信号；

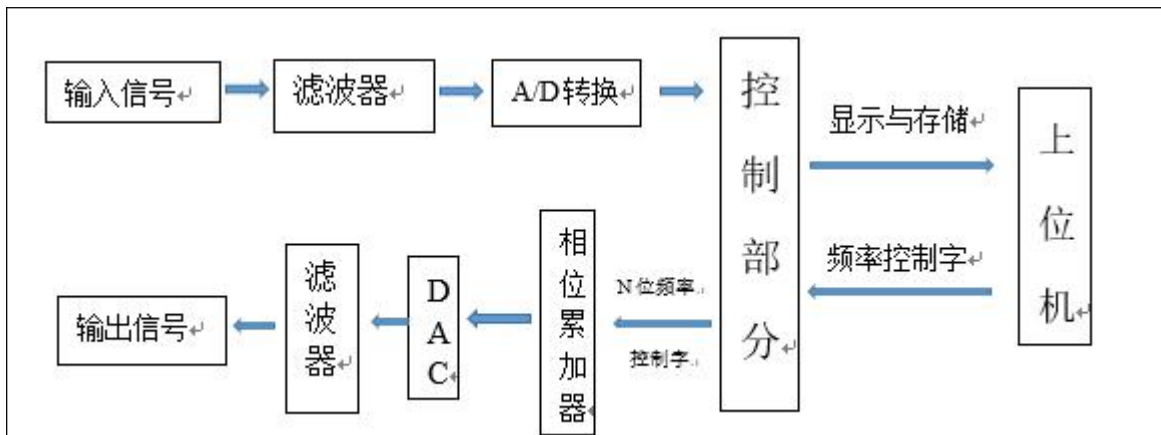


图 1 系统整体结构

## 2. 预期成果:

- 1) 提交虚拟一体机系统开发研究报告;
- 2) 提交利用该平台开发的实际应用案例一套;
- 3) 发表相关论文 1 篇。

## 年度目标和工作内容（分年度写）

### 2018 年度

4 月-10 月：调试相关硬件电路，学习上位机、FPGA 以及两者之间的通信，完成相关程序的编程；

11 月-12 月：搭建出系统整体架构模型，完成系统平台的搭建；

### 2019 年度：

1 月-6 月：调试 FPGA 系统以及上位机，将整套系统调试完毕，发表小论文；

7 月-12 月：在本校相关实验室投入使用收集反馈信息，完善项目作品不足之处，优化软件。整理资料完成结题。

## 指导教师意见

该项目基于 FPGA 的示波器与信号源虚拟一体机具有创新性，研究内容具体，技术路线可行，预期成果明确，同意申报湖南省大学生研究性学习和创新性实验计划。

签字： 唐俊龙      日期： 2018.4.28