

项目编号: G2007014

东南大学

国家大学生创新性实验计划项目申报表

项目名称: 便携式宽频的 B-H 测量平台

项目申报（负责）人姓名：

所在院(系): 信息科学与工程学院

项目所属一级学科: 信息与通信工程

专业: 信息工程

年级: _____

学号:

身份证号码:

联系电话: _____

电子信箱: _____

本项目最终成绩为通过

东南大学教务处

项目名称:	便携式宽频的 B-H 测量平台
1、项目简介 (研究内容、目的意义、具体目标等)	本项目的目的是基于嵌入式处理器、FPGA 技术和信号处理技术设计一个便携式宽频带(50Hz - 1MHz)的磁性材料性能自动测量(简称 B-H 测量)系统,能够对各种频率条件下磁性材料的动态磁滞回线进行测量,计算出磁性材料在各种频率下的矫顽力 Hc 剩磁 Br 饱和磁感应强度 Bs 起始磁导率 μ_i、最大磁导率 μ_m 磁滞损耗 Pu、相对磁导率(弱磁材料);并能绘制磁滞回线、磁导率曲线及起始磁化曲线,模拟冲击法测量磁化曲线上的 μ、μ_m 等参数,为磁性材料的研制和生产提供快捷可靠的分析数据。 磁性材料是构成电感器件的关键材料。随着移动通信等技术的不断发展,电子系统的工作频率越来越高,小体积、低损耗、高工作频率的电感器件(特别是贴片电感)的需求也越来越大,而作为其关键材料的磁芯则是影响电感质量的关键。磁性材料研制和生产质量控制过程中,必不可少地需要进行大量的样品测试工作,自动化的测量系统可以大大加快测试进度和测量的精度,对磁芯材料的生产 and 开发有着重要意义。 目前在磁性材料生产厂家使用的测量方法有人工测量方法和自动测量方法。人工测试方法利用一些专用的仪表(例如高斯计、Q 表,电桥、磁强计、功率仪、阻抗分析仪等)进行测量,仪器成本相对较低,但是测量效率低,得到的参数不全面;而自动测量方法则使用数字采集和信号处理的方法对构成一个全面的测量系统,通过扫描法以及模拟冲击法对磁性材料进行测量,可以一次性得到 Hc、Br、Bs、μ_i、μ_m、Pu、磁滞回线、磁导率曲线等各种参数和图形,但是这种系统价格比较高,特别是能够在宽频率范围工作的设备尤其如此。 目前测量频率能够达到 1MHz 以上的自动化的磁性材料自动测量系统主要从国外进口(例如日本岩崎公司),价格昂贵(在几十万 USD)。国内一些厂家生产的测量系统的频率能够达到 300KHz - 500KHz,与国外类似产品有很大的距离,而且大多采用通用计算机

作为主控机，设备复杂，对环境要求高，只能在实验室中使用，不便携带以及在恶劣的工业生产环境下使用。而当前由于手机等电子设备对低损耗高频率的电感器以及相应的磁性材料的需求不断上升，厂家在研制和生产高频磁性材料的过程中对这种仪器的需求也在不断增加，所以**研制高性价比的宽频带的磁性材料自动测量系统**就成了当务之急。

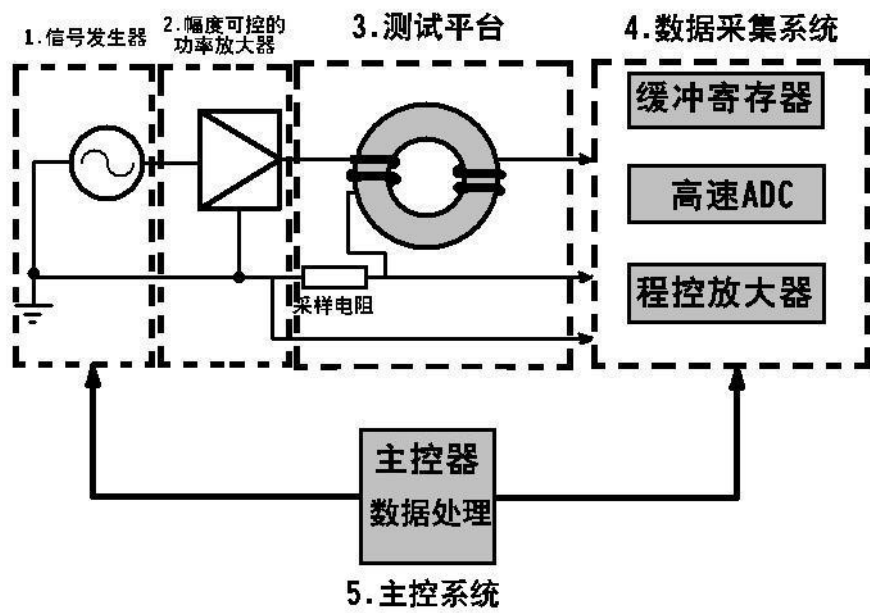
在本项目中，我们将通过应用 FPGA 和嵌入式系统，完成一个方便移动的、可以在各种恶劣的工业生产环境下使用的便携式宽频带的磁性材料性能测试台的研制。系统具有以下特点：

- 参照国标 GB3657-83 和国家计量检定标准 JJG34-84、JJG407-86 等测量规范，对磁性材料进行完整的参数和测量曲线的测量和绘制，为磁性材料的研制和生产提供快速准确的数据；
- 可以测量的频率范围为 50Hz-1MHz，满足厂家对高频磁性材料生产和研发的需要；
- 通过数字信号处理技术对测量信号进行处理，提高测试精度和抗干扰能力；
- 系统提供 5 英寸以上的 TFT 彩色液晶屏显示，可以给出丰富完善的测量界面和测量结果；
- 提供完善的数据存储和传输途径，测量数据可以保存在 U 盘等媒介中，可以通过网络进行数据传输；
- 通过 FPGA 和嵌入式系统技术的应用，将除了功放以外的测量系统合为一体，缩小系统体积，简化系统规模和复杂型，提高仪器的可靠性和抗干扰能力，便于携带，可以在工业生产的恶劣环境下使用；
- 提供多种测量模式，满足各种使用场合对仪器使用的需求。例如，可以根据用户的设置，一次性地完成多种测量条件下样品的测量，给出综合性测量报告。

2、研究技术路线及可行性

一、技术路线：

本系统将采用扫描法完成磁性材料测量任务，系统框图如下。



系统由以下几个部分组成：

- 1) 信号发生器：用于产生测量所需要的测量信号；
- 2) 功率放大器：用于放大测量信号；
- 3) 测试平台：用于安装测试样品；
- 4) 数据采集系统：完成测量数据的采集；
- 5) 主控系统：完成整个测量系统的控制，提供良好的测量人机界面，完成测量数据处理、存储、测量结果的显示以及相关的数据传输，

系统的工作过程如下：

- 1) 根据用户设置的需要，计算测量条件，控制信号发生器输出指定频率和幅度的测量信号；
- 2) 信号发生器的信号通过功率放大器，加载到测量样品上；
- 3) 数据采集系统根据主控系统的指令，对测试平台给出的测量信号进行粗测；

- 4) 控系统根据粗测结果调整信号发生器的信号, 使其满足测试条件要求;
- 5) 统经过调整达到测试条件以后, 数据采集系统对测试台信号进行精确测量;
- 6) 控系统接收精测数据对磁性材料的特性进行计算, 得到各种参数, 绘制出测量结果的图形以及测量结果报表。

以上的过程是针对一种测试条件进行的。系统将提供复合测量功能, 根据用户也设定的测量程序, 一次性地完成一种样品多种条件下的测量结果。我们将通过调研, 了解用户可能的测量方式和组合, 设置快捷的设置方法, 方便用户使用。

二、研究技术路线可行性分析:

- 1) 信号发生器将通过 FPGA, 运用直接频率合成技术和 DAC 设计完成。使用超高速硬件描述语言 VHDL 编程完成电路设计; 提供程控接口, 接收主控系统的控制信号; 通过控制 DAC 的参考电压, 实现信号幅度的调节; 最终输出 1~12V、50Hz~1MHz 的正弦波信号。
- 2) 功率放大器拟采用东南大学电路与系统学科目前已经研制成功的宽带功率放大器。它可以完成 50Hz~1MHz 信号的功率放大, 输出电压范围可以达到 $\pm 70V$, 完全可以满足测量需要。
- 3) 测试平台提供一个测量样品的接口, 采用卡扣式的接线柱, 方便用户使用。
- 4) 数据采集系统采用 FPGA 完成设计, 配以两路高速 ADC 实现两路信号的同步采集, 最高采样率 100MHz, 精度 8bit; 提高多种可选的采样频率, 满足各种频率条件下的需要; 采用高速 RAM 作为数据缓存, 存储深度 64K; 通过前置的可变增益放大器进行量程控制, 满足测量精度要求。
- 5) 主控系统采用基于 ARM2410 的嵌入式系统开发板, 配接彩色 TFT 液晶屏和触摸屏, 采用嵌入式 Linux 或者 WinCE 操作系统, 利用系统开发板提供的二次开发函数库和控件, 实现对基于 FPGA 的正弦波

	测量信号发生器、高速数据采集系统等整个系统模块的控制；对采集到数字信号进行处理和计算。同时 ARM 还提供了良好的网络接口以及对 TCP/IP 协议的支持，可以接驳 U 盘等移动存储设备，为测试数据的传输和存储提供了有利条件。 6) 在 C 语言中嵌入信号系统的算法，实现滤除干扰。运用 WinCE 或者 Linux 下 QT、MINIGUI 图形界面程序，实现人机交互图形化用户界面 GUI 设计。 7) 由于应用了 FPGA 和嵌入式系统设计技术，可以大大减小系统的体积，便于用户携带到各种场合使用；同时因为系统集成度高，抗干扰能力强，可以在具有强干扰的恶劣环境下使用，克服了通用计算机系统对环境的苛求。
3、学科门类	☒ 工学 ☐ 理学 ☐ 医学 ☐ 文学 ☐ 管理学 ☐ 哲学 ☐ 经济学 ☐ 法学 ☐ 教育学 ☐ 其他
4、特色与创新体现（50 字以内）	1) 具有自主产权、测量频率 50Hz – 1MHz 的宽频带磁性材料自动测量系统，降低产品成本，打破国外在这方面的垄断； 2) 用 FPGA 技术和嵌入式系统，降低系统规模和设计难度，提高系统的工作频率，并且大大减小了设备的体积，对环境要求低，方便用户携带到各种场合使用； 3) 用嵌入式技术，在提供了良好的人机交互界面、网络以及多种存储设备的支持的同时，系统规模和复杂性大大降低； 4) 采用数字信号处理技术解决测量中的干扰、失调、漂移等问题，通过软件方式可以实现系统的升级，为产品升级换代提供了良好的手段； 5) 密切结合生产实际，建立多种测量模式，适应研发、生产等各种应用场合的需要。

5、对项目的兴趣所在和已有的知识积累或实践基础	项目组成员承担过多项课外研学活动，对本项目进行了详细的了解，对项目的内涵有了深入的认识并作了详细的规划。同时，一些已经学习和正在学习的课程也为本项目的研究打下良好的基础。 1) 在本学期的嵌入式硬件设计开发的课程中，我们已经接触到了 ARM 嵌入式系统，并且开始独立进行设计实验。在此过程中我们了解到嵌入式的各项优点和广泛的运用，产生了浓厚的兴趣。我们原创性的将嵌入式系统引入到磁性材料测量的领域中，在我们原有的知识基础上再进行突破。 2) 小组成员在大学一年纪时的 C 语言课程都相当优秀，通过综合程序设计的锻炼，我们的基本功更加的扎实，以 C 语言为载体，嵌入信号系统的算法，这让我们产生了浓厚的兴趣。 3) 在“计算机结构及逻辑设计”、“超大规模集成电路设计”等课程以及大三短学期的实验中学习，初步掌握了 FPGA 设计方法，实践过 VHDL 语言编程，完成了小课题的设计和开发；并且参加了学校的 CPLD 竞赛，作品已经获得了校二等奖，并且在非 SRTP 验收中获得了老师的好评。 4) 学校的数字电路竞赛我曾经获得过一等奖，组员王耀已经完成了两个获得优秀得 SRTP 项目；在动手能力上和硬件操作上我们都有不错的基础。 5) 项目组成员在数学、物理以及数字信号处理技术（包括 MATLAB 的仿真运用）等课程中打下了良好的基础，对课题中的信号处理方法（算法）以及解决测量中的干扰、失调、漂移等问题有了初步的方案。我们将结合在项目实施过程中遇到的实际情况制定最终的信号处理方案。
6、项目实施年限	☐ 1 年 ☒ 2 年 ☐ 3 年

7、项目进度安排 可就下列工作逐项进行安排（文献查询、社会调查、方案设计、实验研究、数据处理、研制开发、撰写论文或研究报告、结题和答辩、成果推广、论文发表、专利申请等）	2007.11~2008.1 资料文献查询、知识消化和熟悉；复习巩固并且自学掌握相关的物理背景知识；巩固并加深数字信号处理、嵌入式、FPGA 等专业基础和专业课理论知识；熟悉磁性材料自动测量系统的原理。 2008.2~2008.3 系统方案设计和论证，包括软硬件的具体框图和初步的软硬件协同工作方案；ARM 开发板的选型、购买及初始开发的准备。 2008.4~2008.8 软件系统方面主要是用 C 语言进行数字信号处理的算法设计；硬件方面主要是各个功能模块的 FPGA 设计及编程。主攻点在研究 ARM2410 的嵌入式系统开发板及 Linux 操作系统开发，测量系统相关硬件电路及 PCB 板的设计。 2008.9~2009.1 调试电路板，完成硬件功能；并进行硬件驱动程序、信号处理程序、参数计算程序和图形化用户界面 GUI 的设计和调试。 2009.2~2009.4 对系统进行测试，根据测试结果对设计进行修正和完善。 2009.5~2009.6 完成最终的产品样机，撰写论文或研究报告。 2009.7 成果推广、论文发表。
8、现有资源	1、东南大学信息科学与工程学院建立了大学生科技创新实验室，拥有信号发生器和示波器等多种测量设备；拥有 ARM2410 嵌入式系统开发板以及 FPGA、CPLD 开发板和测试环境。 2、东南大学信息科学与工程学院电路与系统学科以及射光所在电路与系统设计研究方面有很强的实力，拥有很多 HP、Agilent、Tek 等公司的高档示波器、逻辑分析仪、信号发生器等仪器设备。同时电路学科在高频和宽频功放设计方面有着丰富的经验，完成的宽带功率放大器可以达到 1MHz, 为项目开展提供了有利条件。 3、指导教师丰富的科研实践经验为项目的完成提供技术上的保障。

9、预期成果	1、研制出便携式 B-H 测量系统，可以完成磁性材料指标的测量，性能满足相关标准要求； 2、申请发明或实用新型专利 1 项； 3、发表期刊学术论文 1 篇。
指导教师意见: 本项目应用嵌入式和 FPGA 技术设计便携式的宽频带 B-H 测量仪，降低了系统的复杂性和规模，从而大大降低系统成本，有着很大的实用价值。项目的系统设计方案、研究技术路线正确，项目进度安排合理。 并且该项目具有很强的实践创新性和可操作性。申请者本人及其小组成员对本课题有浓厚的兴趣，已查阅了有关资料，有一定的研究基础，课题组成员有 SRTP 的研究经历，能完成项目的预期目标。 同意指导本课题研究。 指导教师（签名）： 2007 年 10 月 30 日	
院系推荐意见: 该项目紧密结合工程实际需求，目标明确，前期准备工作充分，方案详细可行，特色创新点突出。 同意申报。 教学院长（签名）:（手签） 2007 年 10 月 30 日	
学校专家评审意见: ☒ 同意立项； ☐ 修改以后可以立项； ☐ 修改后再评审； ☐ 不予立项； 项目经费建议：20000 元 组长（签名）: 陈小风（手签） 2007 年 10 月 30 日	
学校认定意见及批准经费: 同意申报国家级项目，批准经费 20000 元。 学校负责人（签名）: 郑家茂（手签） 2007 年 10 月 31 日	