

《材料创新研究体验》研讨课大纲

非晶材料的探索与应用

16 学时, 1 学分

1、名称

非晶材料的性能与应用探索

2、背景、目的及解决的问题

非晶合金是将利用快速冷却技术得到的长程无序短程有序的一种新型合金材料。非晶合金凝固时原子来不及有序排列结晶，得到的固态合金是长程无序结构，不存在晶粒、晶界，使得非晶合金具有一些晶体材料不具备的优异性能，并且，由于非晶合金制备工艺相对简单，从 80 年代开始非晶材料成为国内外材料科学界的研究开发重点。

在种类繁多的非晶合金家族中，铁基非晶合金由于其优异的软磁性能、低廉的成本，是目前投入应用最广泛的一类。铁基非晶合金由铁、硅、硼和少量的铜、钼、铌等组成，广泛应用于配电变压器、大功率开关电源、脉冲变压器、磁放大器、中频变压器及逆变器铁芯等。早在 1967 年 Duwez 等人首次制备出了 Fe-P-C 非晶合金，具有优异的软磁性能，引起了研究人员的广泛关注。1971~1973 年，美国贝尔实验室的 H. S. Chen 等人通过采用快冷连铸轧辊法制备出多种 Fe 基非晶合金条带和丝材。其后的二十多年时间里，陆续开发出各种具有铁磁性的 Fe 基非晶合金条带，其中著名的 Fe-Si-B 合金系，被命名为“金属玻璃” (MetglasTM)，就是这一时期的杰作，目前依然是铁基非晶合金生产企业的“宠儿”。此后，铁基金属玻璃条带也被用于变压器等电力电子领域。铁基金属玻璃带材制成的铁芯，具有高饱和磁感应强度，磁导率、激磁电流和铁损等各方面都优于硅钢片的特点，特别是铁损低，代替硅钢做配电变压器可节能 60—70%。

本课题的主要目的有两方面，首先是通过文献、市场调研，探索由铁基非晶铁芯组成的变压器，与传统硅钢片变压器相比，在工业应用中的优势与不足。另一方

面，利用市场上已有的铁基非晶铁芯制造出小型变压器，并从耐压性，绝缘性等方面对非晶变压器进行评估和测试，了解非晶材料在变压器中的应用途径。

综上，本项目教学主要包括四方面内容：

（1）介绍铁磁性非晶合金的历史发展、制备及力学、磁学性能等，让学生对铁磁性非晶合金以及材料的力学、磁学性能有基本认识。

（2）介绍变压器的原理及传统硅钢片小型变压器的一些制作方法，让学生了解完成本项目的一些基本方法，并指导学生对市场上现有的非晶变压器产品与硅钢、坡莫合金等变压器进行调研比对。

（3）提供学生不同种类的非晶纳米晶铁芯、绝缘材料、漆包线以及支撑骨架等，在成本可控的前提下，让学生对小型铁非晶变压器进行结构设计，并完成试制和检测。

（4）通过本项目训练，让学生体验项目执行的各个步骤和相关规范性。包括：项目调研、项目设计、实验执行、性能测试和评价、汇报。同时，激励团队合作，促进学生和老师的交流。

3、指导教师

王倩倩

4、学时安排

授课：2~4 学时；实验：8 学时；讨论：2~4 学时；汇报：2 学时。共 16 学时。

授课内容：

（1）介绍铁磁性非晶合金的历史发展、制备及力学、磁学性能等，课程要求、教学计划和考核方式。

（2）介绍变压器的原理及传统硅钢片小型变压器的一些制作方法，介绍小型变压器的性能评判标准，以及该项目需要使用的分析测试设备的功能、基本原理、操作方法和测试结果分析方法。

（3）学生自由分组，在实验开始前对当前市场上的铁磁性非晶材料在工业中的应用进行调研。

(4) 在课程结束之前，集中安排学生小组汇报研发成果，教师点评。汇报方式可以采用口头演讲、宣传展板等方式。汇报内容包括：小型变压器样品展示、设计方案、技术路线、测试分析结果、成本分析评价。

5、实验准备：原材料及相关设备等

(1) 原材料：学生可用本课程提供的原材料，包括：非晶铁芯、漆包线、绝缘材料、支撑骨架等。但不限于仅使用这些，允许自行选购其他可用材料。

(2) 相关设备：耐压测试仪、兆欧表。

6、实验内容和考核指标

该装置和核心层材料性能必须满足如下要求：

性能要求：变压器的耐压、绝缘、噪音等。

研发工艺要求：基于现有试验条件、材料和装置，研发工艺尽量经济简便，在特殊情况下，可根据该装置性能需要进行灵活变化。

环保要求：尽量使用低成本的无机非金属材料、工业和建筑废渣，制备过程安全无毒，不会对环境产生二次污染。

测试指标：

- 1) 耐压及绝缘测试
- 2) 空载电压、电流测试
- 3) 负载电压、电流测试

7、考核方式

总评成绩 $100\% = \text{课堂考勤 } 10\% + \text{试验安全性和服从实验室管理规定情况 } 10\% + \text{背景调研报告水平 } 20\% + \text{样品质量或水平, 或样机实用效果 } 30\% + \text{汇报水平 } 30\%$

8、实验项目预算

要求一个小组每个项目所需研发活动总经费不超过 300 元。