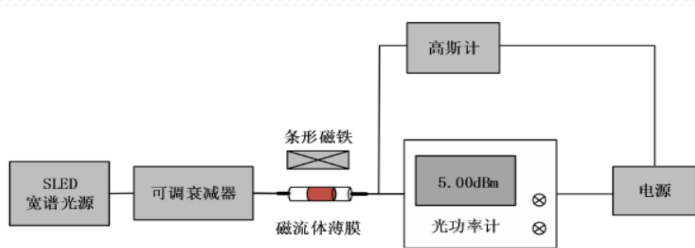
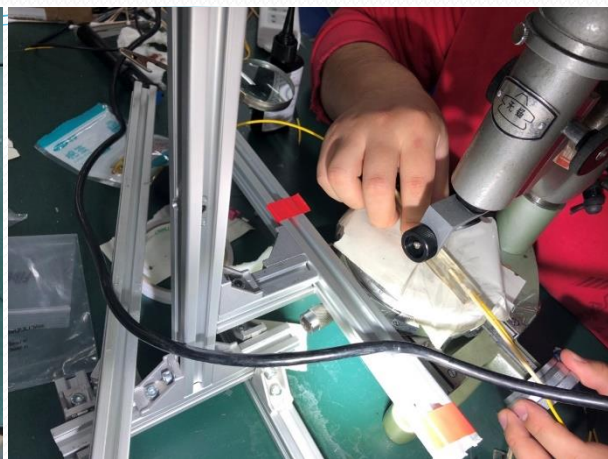
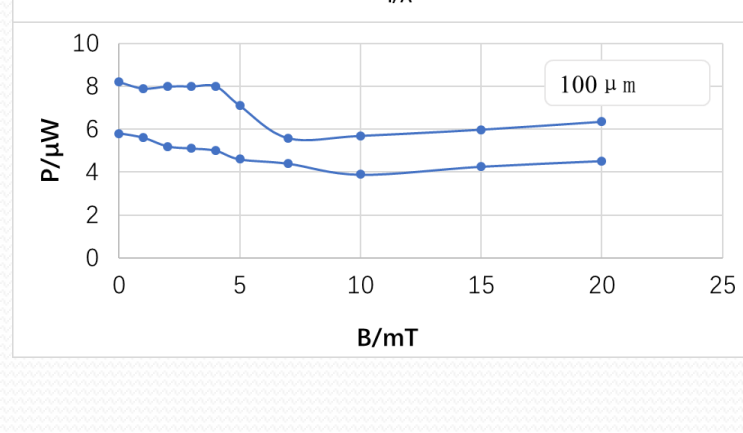
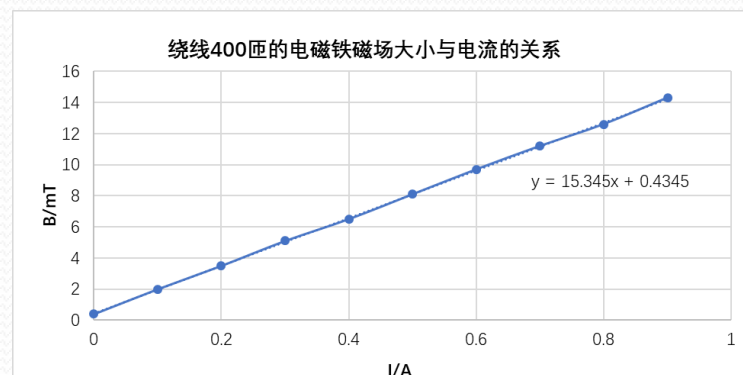
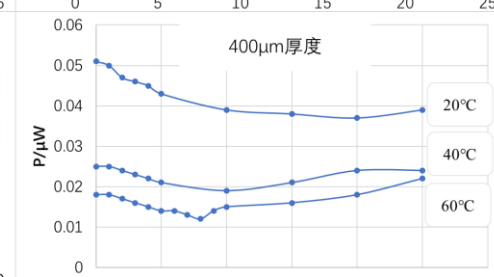
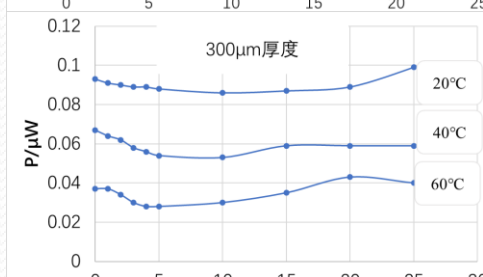
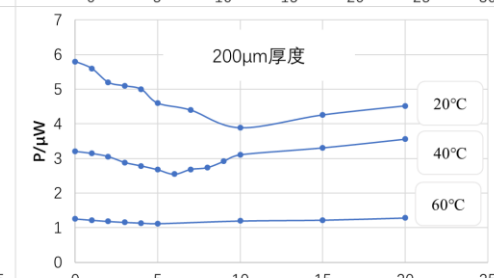
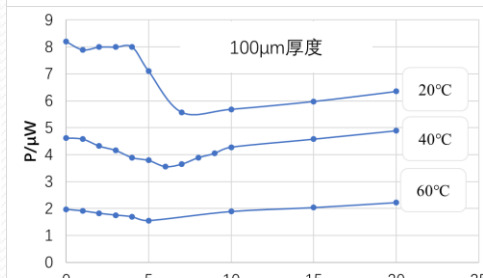
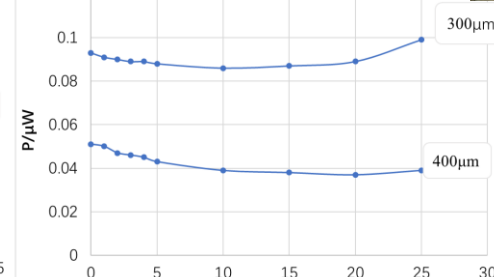
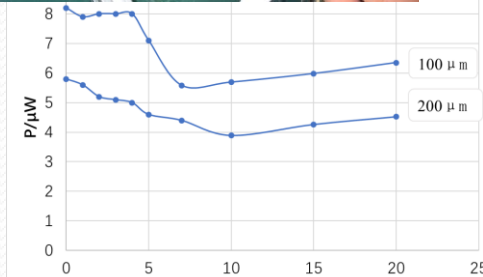


二、一等奖简介

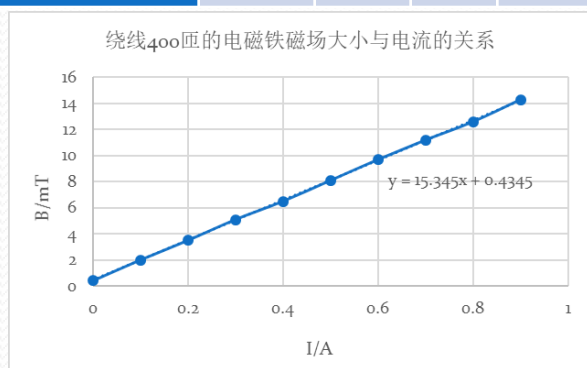
2020981	北方工业大学	磁性	马文龙	赵文鼎	李启月	安艳伟	
2020270	北京交通大学		鲁妍池	李紫豪	刘宇童	谢君	李德才
2020976	北京科技大学		李佳莹	王紫纤	李曼阳	赵雪丹	孙明明
2020266	北京林业大学		陈颖铎	许灿	谭添忆	姚宇峰	霍虎
2020973	北京师范大学		张阅剑	刘悦	刘珂澍	王爱记	高有辉
2020291	北京石油化工学院		谭佳豪	高成双	雷迅	李东临	
2020969	陆军装甲兵学院		马烁辉	孙楷权	周慧文	贺珍妮	王洋
20204152	首都师范大学		杨逸舟	段泽宇	杨富钧	苏波	
2020964	中国地质大学（北京）		王卓群	牛然	李宛姿	樊振军	蒋芸



光功率与磁流体膜厚、磁场、温度的关系



薄膜厚度/ μm	0	100	200	300	400
透射功率值/ μW	13.40	8.23	5.82	0.09	0.05



课题简介

触觉传感器是机器人中模仿动物触觉功能的传感器，现有的触觉传感器多以固体材料为介质，鲁棒性较差。

本课题研究的阵列式磁性液体触觉传感器将结合霍尔元件及信号处理技术，基于磁性液体的一阶浮力特性，设计一种**鲁棒性强、柔韧性好**的触觉传感器。

该传感器由多个小单元按阵列组成，阵列中各个触觉传感器基于霍尔元件对磁场的响应特性并联在一起，实现对物体表面轮廓、外力、表面滑移速度及位移等的精确测量，结构简单，适用范围广。

实验原理

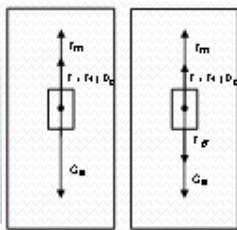
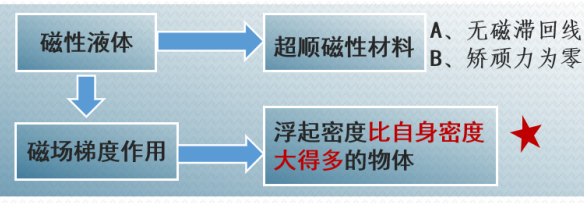
磁性液体的运动方程与一阶浮力：

$$\rho \left(\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla \mathbf{v} \right) = -\nabla p^* + \mu_0 M \nabla H + \eta \nabla^2 \mathbf{v} + \rho \mathbf{g}$$

$$\mathbf{F}_m = \frac{1}{2} \chi \mu_0 \int_{S_{ib}} H^2 \mathbf{n} da$$

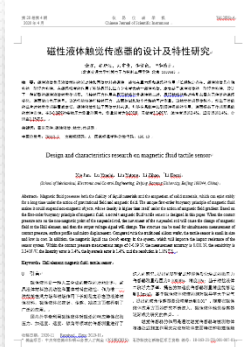
霍尔效应：

$$U_H = \frac{IB}{ned} = R_H \frac{IB}{d} = k_H IB$$



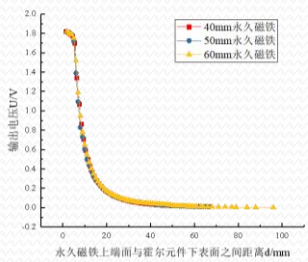
三项创新

原理创新、结构创新、测量机理创新

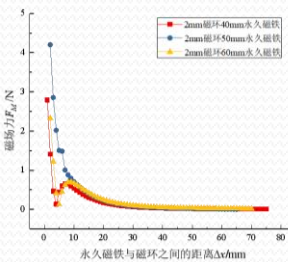


仿真与实验

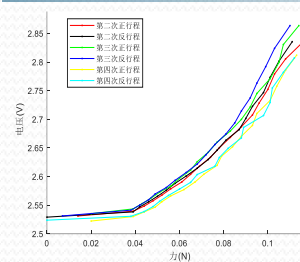
霍尔元件的输出特性研究



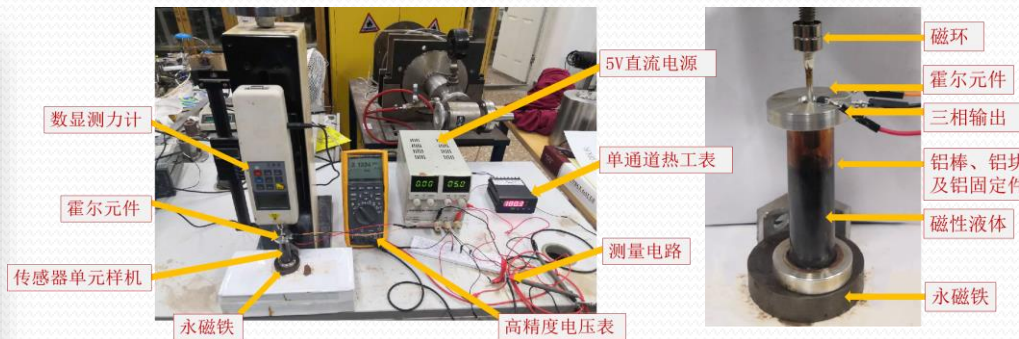
永久磁铁和磁环之间回复力的实验研究



F ∈ (0.04, 0.1) N 线性度较好
F ∈ (0.02, 0.08) N 时重复性较好



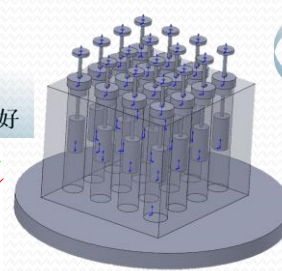
搭建平台



多个磁性液体触觉传感器单元粘连

利用较大不导磁块并等距钻取4*4个孔

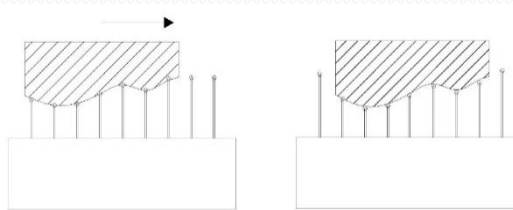
方案优点：节约原料、避免永磁铁相互作用



多维测量

本传感器能够同时感受多种物理量：

1. 简单接触力的大小
2. 触点位移
3. 凹凸表面的三维形状
4. 表面滑移的方向
5. 表面滑移过程中力的变化
6. 表面滑移的速度等



本项目属于**机械式阵列化**发展，为便于小型化和微型化，可基于**MEMS制造**向小型化微型化继续深入研究。

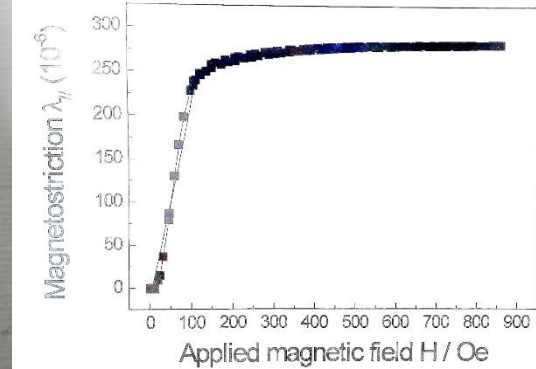
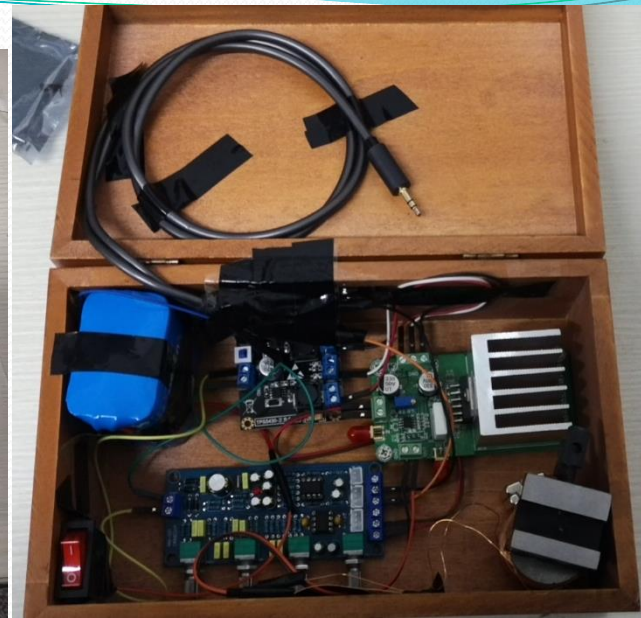
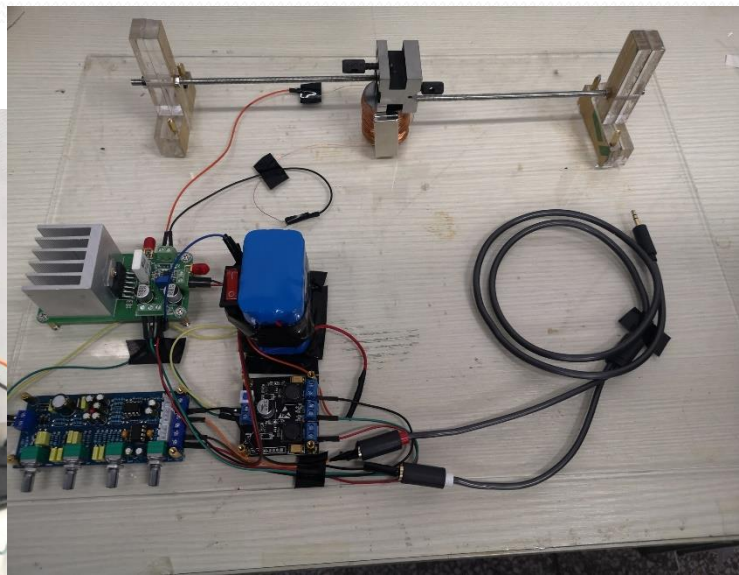
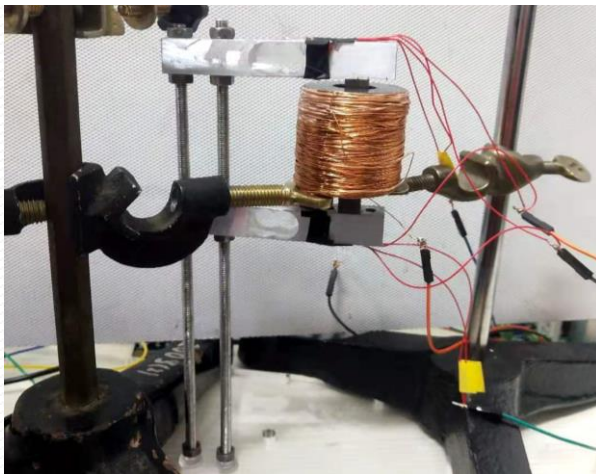
数据采集

单个传感器——万用表
阵列式传感器——**数据采集器**将16路电压进行采集

数据采集器能将数据传入电脑，利用相应关系进行软件编程将16个数据进行联合构建，从而根据每个传感器上的不同受力构建接触物的**基本外部轮廓**，实现阵列式磁性液体触觉传感器的预想功能。

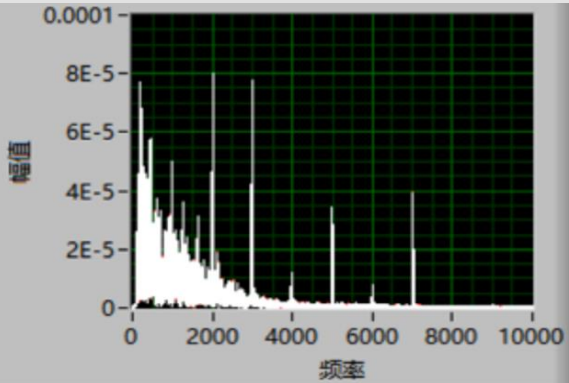
铁镓合金是一种新型的巨磁致伸缩材料

交变磁场下磁致伸缩的测量

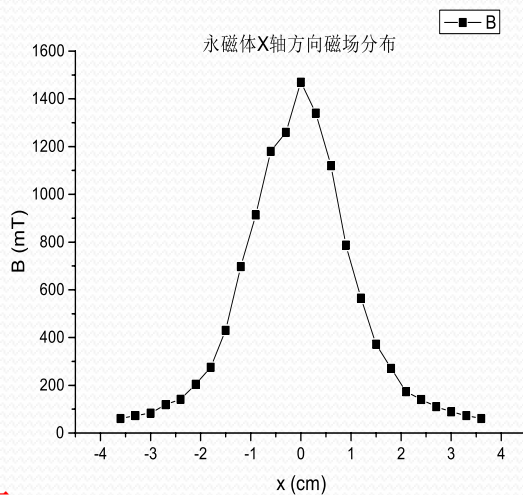


强高斯取向Fe-Ga基金属带材无预压力条件下的磁致伸缩性能曲线
The magnetostrictive curve of Goss oriented Fe-Ga based alloy sheet without compressive stress

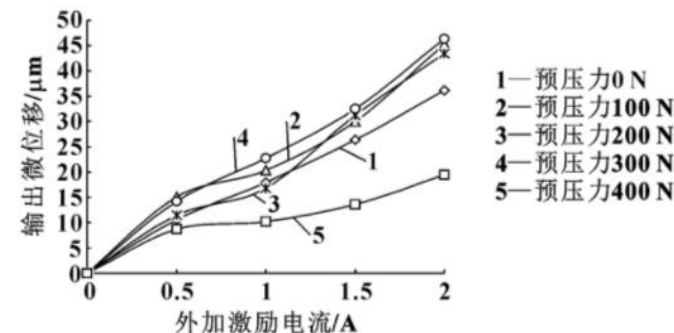
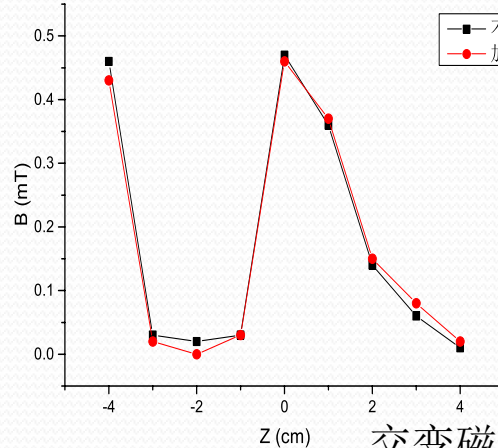
1000Hz时的声音频率幅度谱



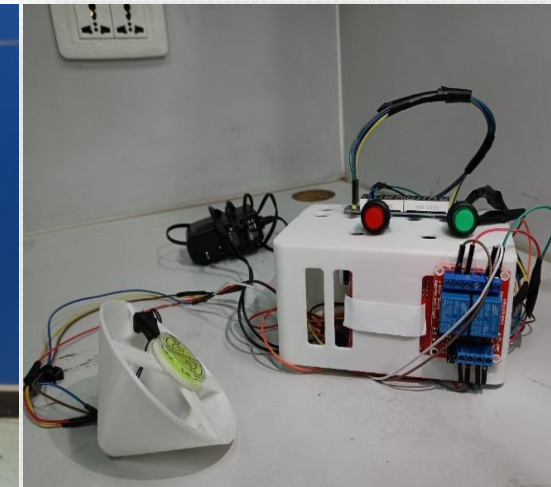
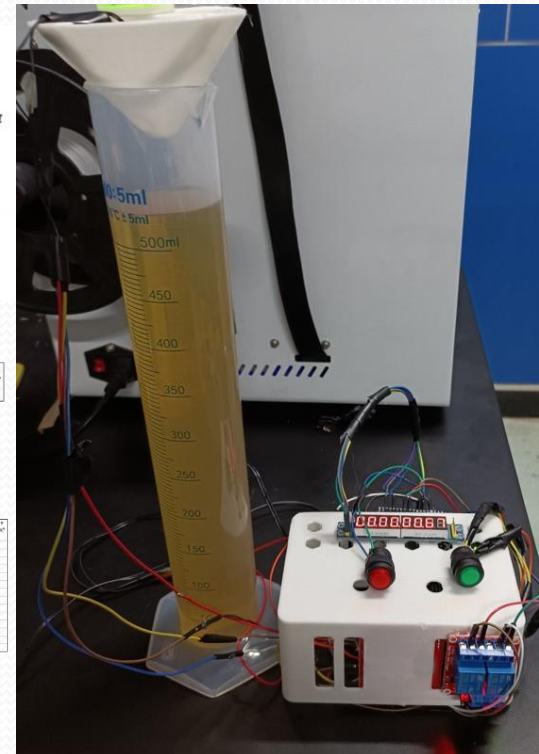
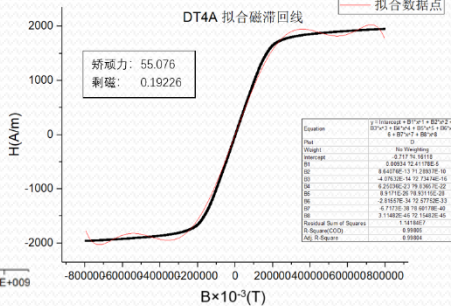
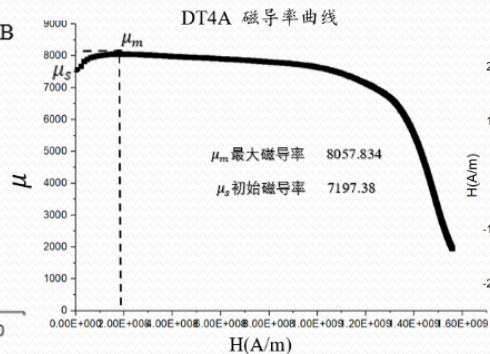
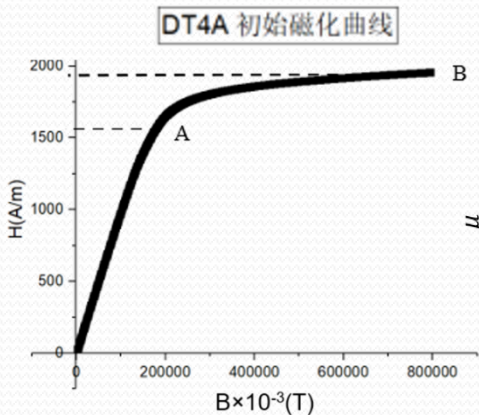
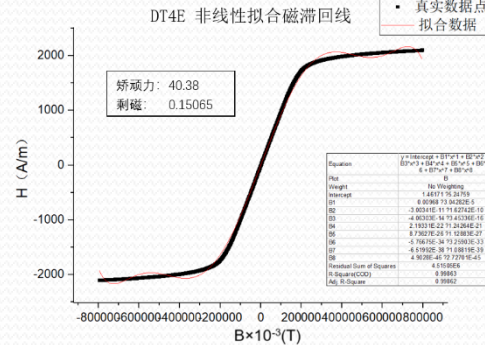
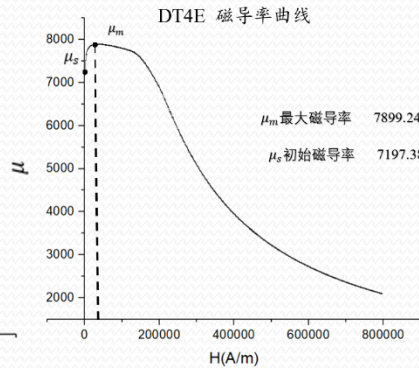
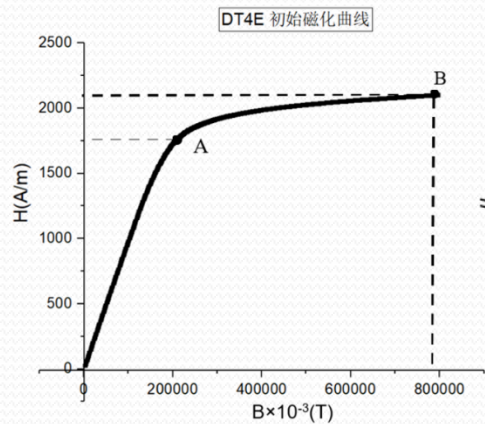
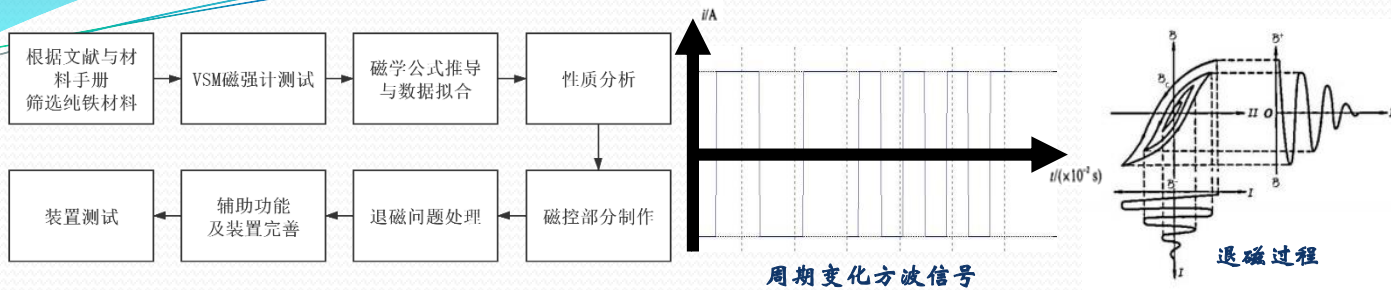
频率越高，正弦信号保真度越高



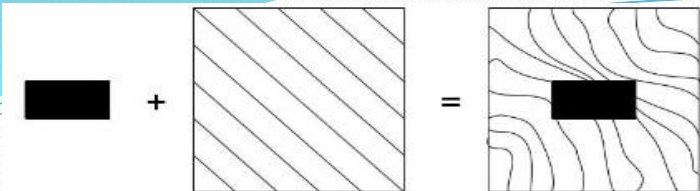
信号发生器2000Hz正弦波 硅钢中轴的交变磁场分布曲线



交变磁场叠加恒定磁场，不影响交变磁场的分布，但可以增强声音响度。恒定磁场使铁镓材料预应变，增强了交变磁场下的铁镓伸缩响应。



蓖麻油的粘滞系数标准值为 **0.75pa·s** (23℃)
 传统人工置球法:
 粘滞系数为 **0.8pa·s**, 相对误差 **6.7%**
 本实验装置:
 测得粘滞系数为 **0.76pa·s**, 相对误差 **1.3%**

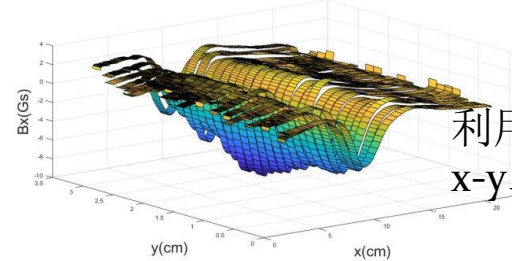
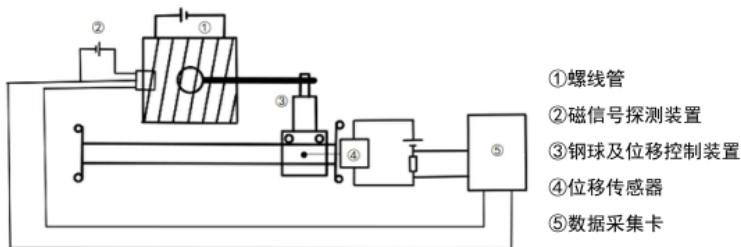
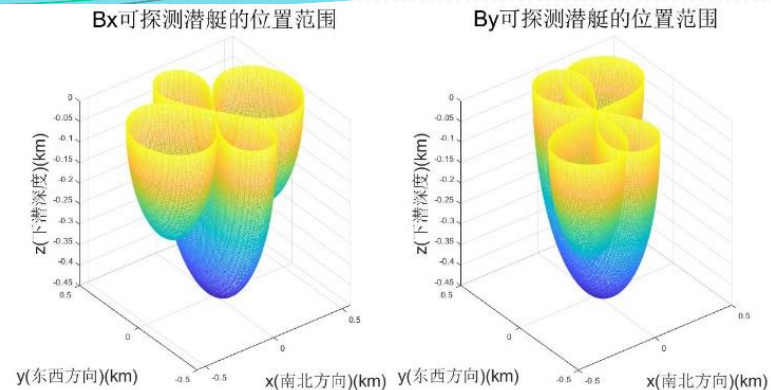
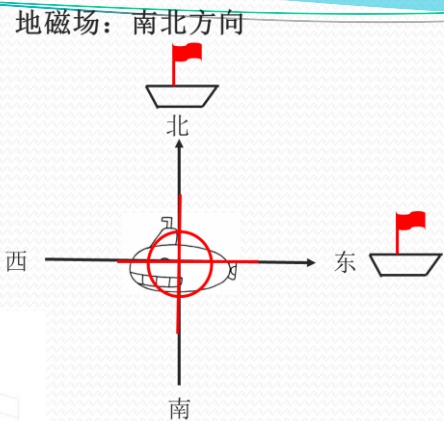
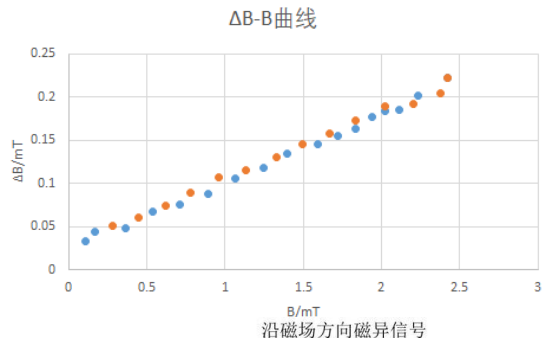


铁磁材料 + 外磁场

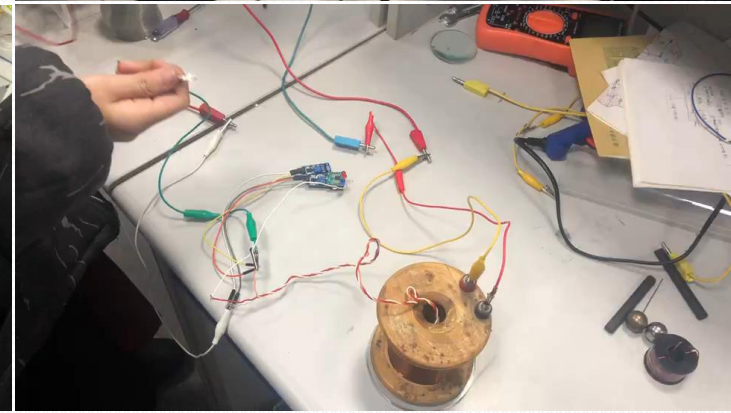
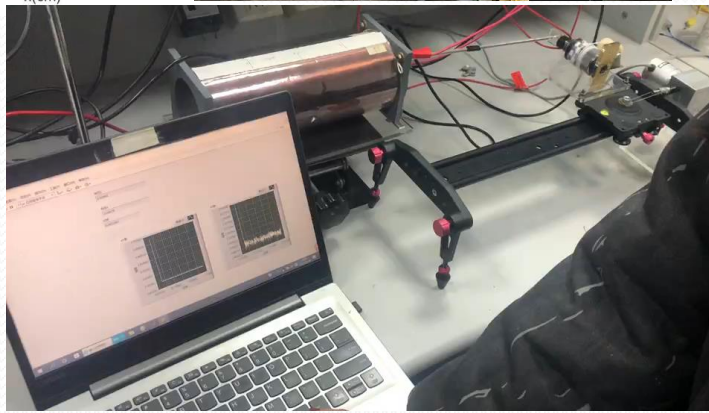
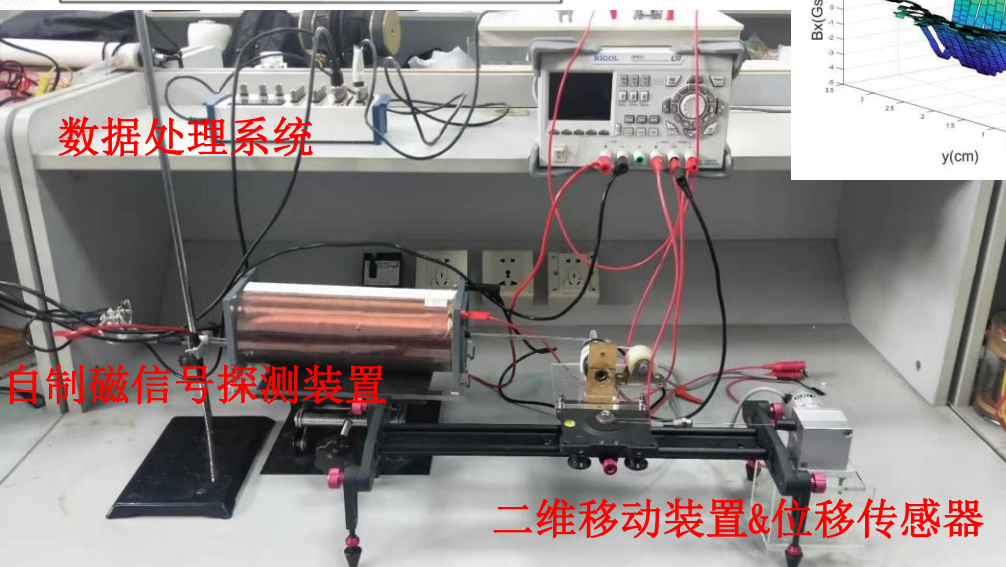
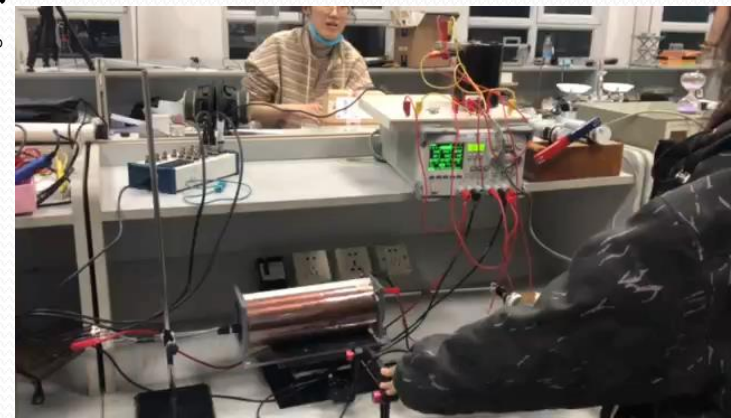
$$B_m = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\frac{3(m \cdot r)r}{r^5} - \frac{m}{r^3} \right)$$

磁异信号

$$m = 4\pi \left(\frac{\mu - \mu_0}{\mu + 2\mu_0} R_0^3 H_0 \right)$$

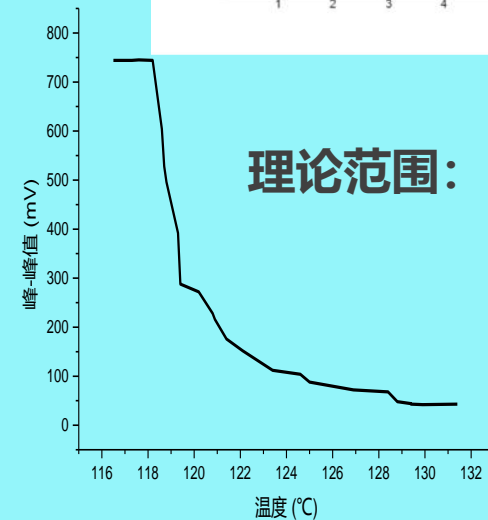
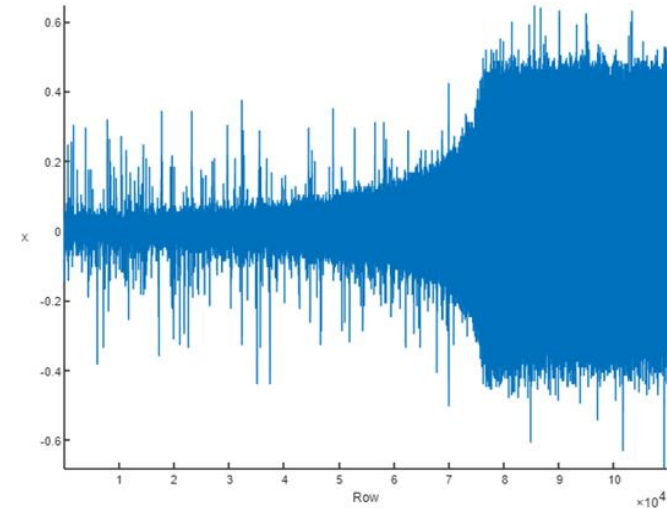
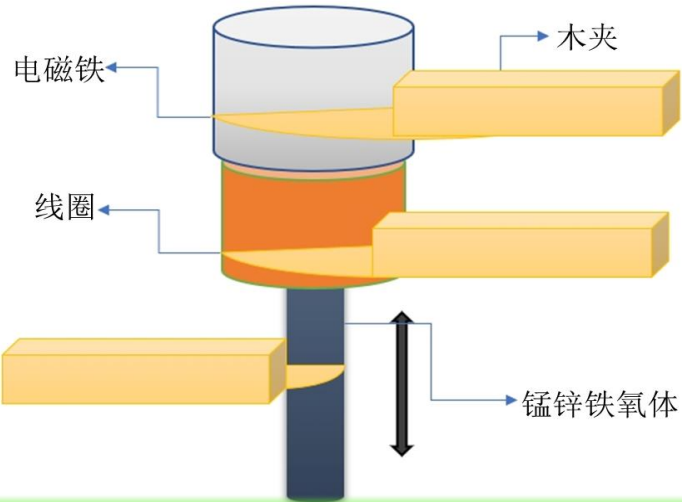


利用霍尔效应实验装置探头，对x-y二维平面磁场变化进行测量。



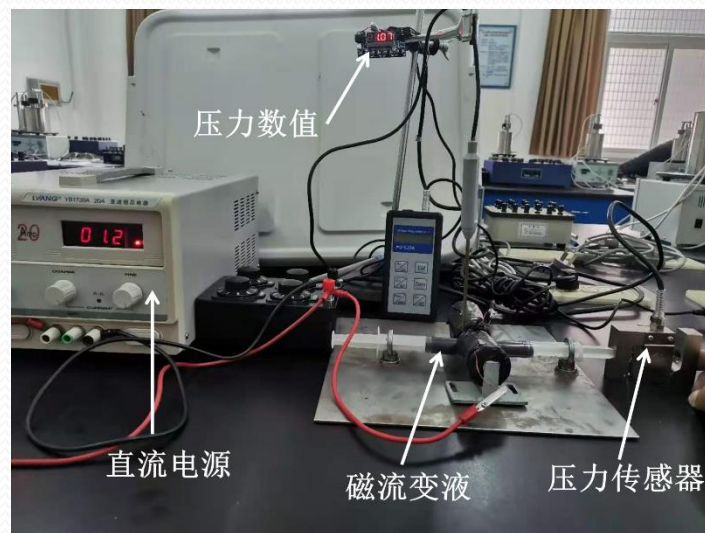
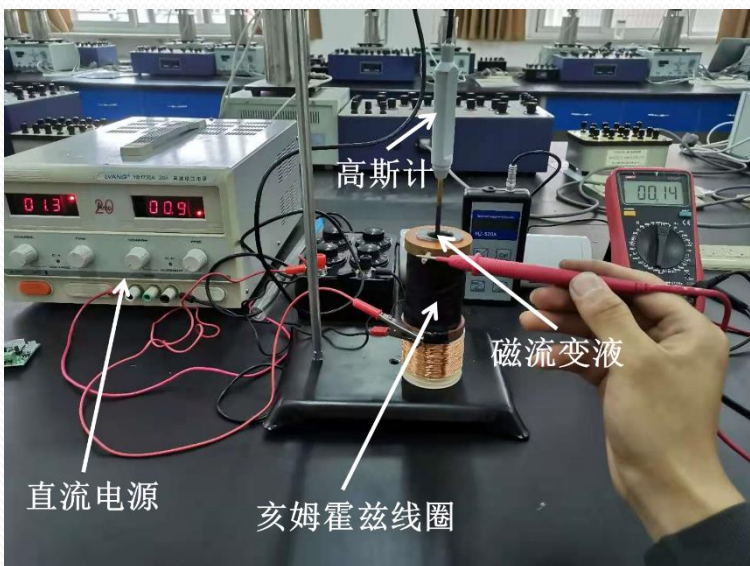
居里温度是指磁性材料可以在铁磁体和顺磁体之间改变的温度。不同材料的居里温度是不同的。材料居里温度的高低反映了材料内部磁性原子之间的直接交换作用、超交换作用、双交换作用。因此，深入研究和测定材料的居里温度有着重要意义。

利用电磁铁产生一个环境磁场，将线圈置于磁场中。线圈中心有一个可振动的软磁材料棒，可产生额外的磁场。通过机械振荡器使其不断进出线圈，从而导致磁通量变化、感应电动势变化。

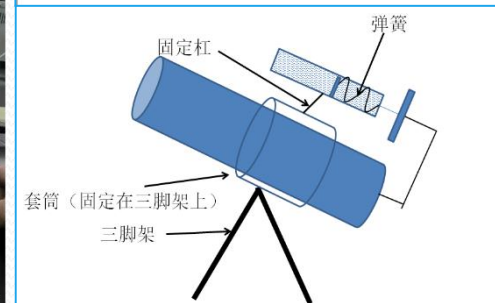
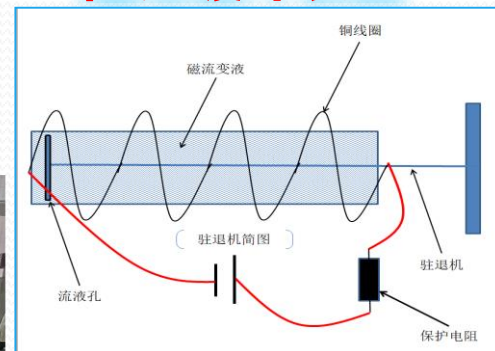


- 1、依照设计图安装实验装置；
- 2、开启示波器电源，待其稳定后调节测量范围和扫描宽度，并开始加热待测物体；
- 3、观察热电偶温度测量仪所显示的温度，当温度达到某一高度时将待测体放置线圈内；
- 4、启动机械振荡器，观察示波器上的感应电动势大小，若感应电动势过大，则提高初始温度，重复步骤三，直至温度再次升高后的感应电动势基本不发生改变，此时可以确定待测物体已经达到了居里温度以上；
- 5、再次启动机械振荡器，同时观察热电偶温度测量仪和示波器的数据，直至示波器中显示较为明显的电压变化，保持记录直至示波器中显示的感应电动势基本不再变化；
- 6、暂停示波器，利用测量轴分别确定波形发生变化的时间和峰峰值，导出波形数据，进行数据处理，分析并确定该材料的居里点。

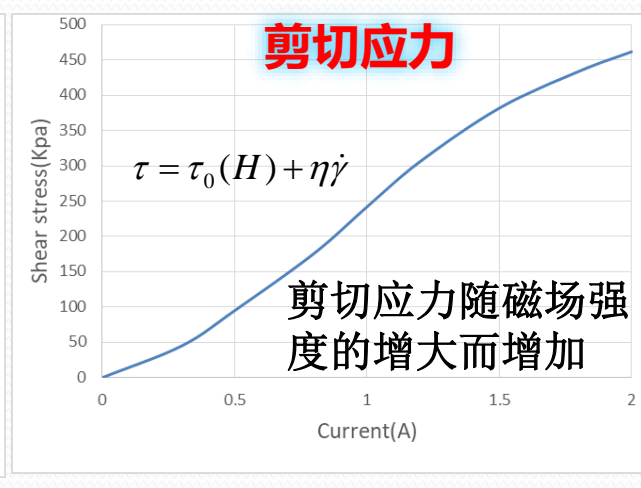
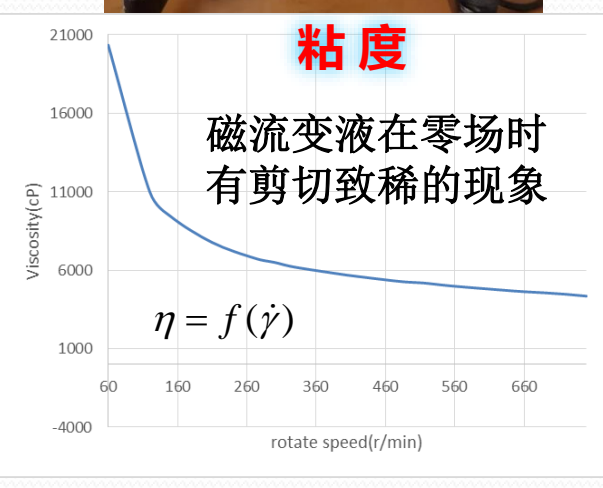
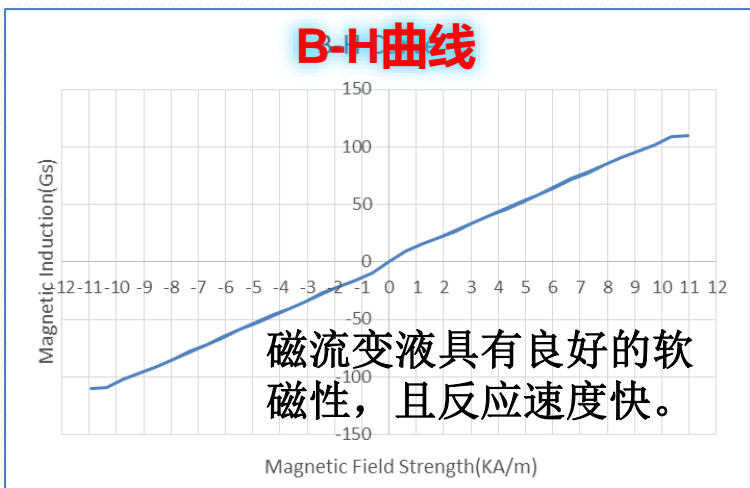
- 铁磁性颗粒：羰基铁粉
- 非磁性载液：硅油、矿物油、水等
- 添加剂：黏土、肥皂、表面活性剂等



阻尼缓冲装置



二代阻尼器 VS **一代阻尼器**
 300万次 压力测试不漏油 VS 30万次 压力测试不漏油



接收线圈的固有频率与发射频率一致，发生强电磁耦合，建立电能传输通道，实现无线电能传输。

无线电能传输系统中利用**铁氧体磁性材料**防止**漏磁**，屏蔽内部**涡流**造成薄片发热，提高传输效率，**降低损耗**。

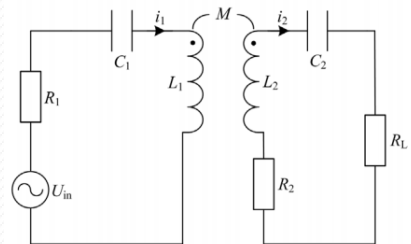


图3 串-串结构

原边、副边的等效阻抗分别为

$$Z_1 = R_1 + j\omega L_1 + \frac{1}{j\omega C_1}$$

$$Z_2 = R_2 + R_L + j\omega L_2 + \frac{1}{j\omega C_2}$$

SS 结构的 KVL 方程为

$$\begin{cases} Z_1 \cdot \dot{I}_1 - j\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_{in} \\ Z_2 \cdot \dot{I}_2 - j\omega M \dot{I}_1 = 0 \end{cases}$$

当系统处于谐振状态，即

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{L_2 C_2}} = \frac{1}{\sqrt{L_1 C_1}}$$

由式(1)一式(4)可得:

$$\begin{cases} \dot{I}_1 = \frac{R_2 + R_L}{R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2} \dot{U}_{in} \\ \dot{I}_2 = \frac{j\omega M}{R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2} \dot{U}_{in} \end{cases}$$

输出电压为

$$\dot{U}_{out} = \dot{I}_2 \cdot R_L = \frac{j\omega M R_L}{R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2} \dot{U}_{in}$$

输入功率为

$$P_{in} = \dot{U}_{in} \cdot \dot{I}_1 = \frac{R_2 + R_L}{R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2} \dot{U}_{in}^2$$

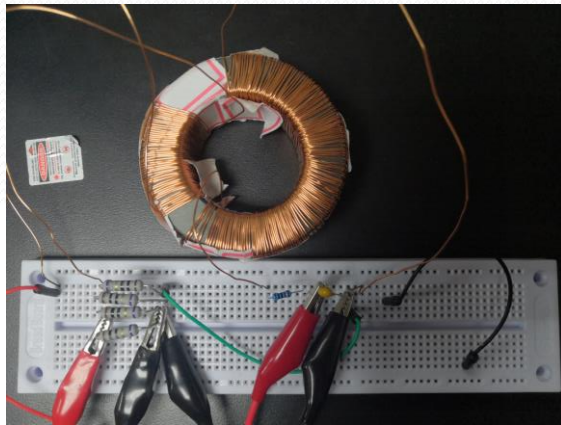
输出功率为

$$P_{out} = \dot{I}_2^2 \cdot R_L = \frac{(\omega M)^2 R_L}{[R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2]^2} \dot{U}_{in}^2$$

效率为

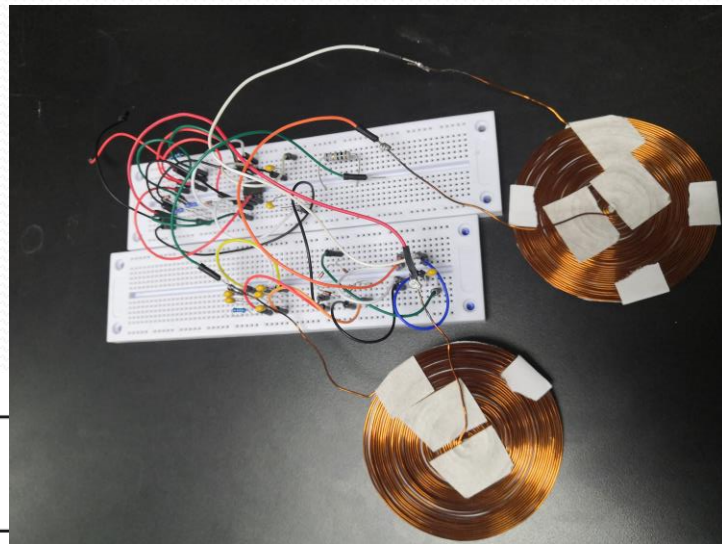
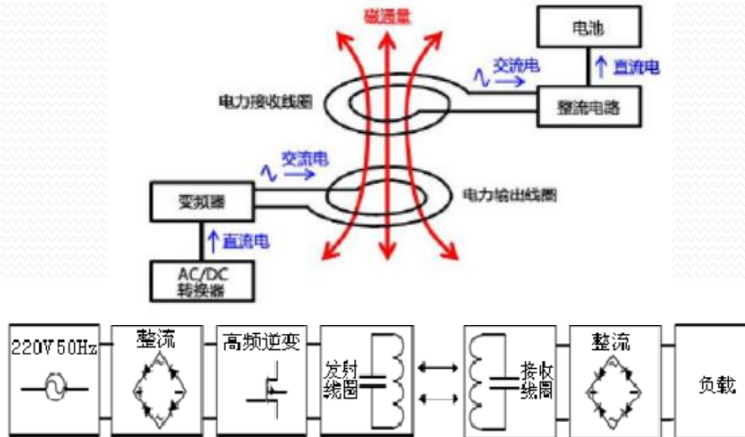
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{(\omega M)^2 R_L}{[R_1(R_2 + R_L) + (\omega M)^2](R_2 + R_L)}$$

测量锰锌与镍锌铁氧体的饱和磁感应强度



- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)
- (6)
- (7)

手机无线充电电路图设计



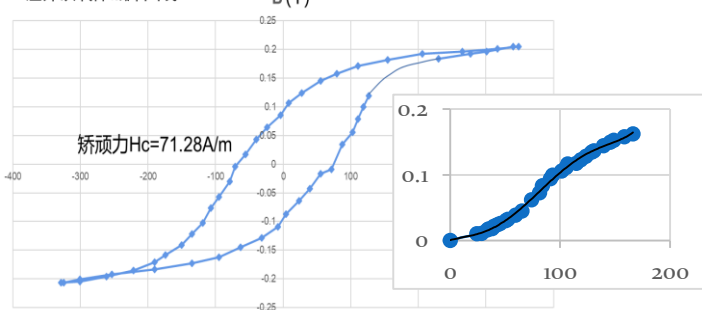
创新点

1. 谐振式无线充电和磁性材料屏蔽相结合
2. 不同距离下效率非线性变化原因
3. 解决线圈之间寄生电容
4. 效率降低的原因: 涡流, 负载电阻, 频率, 线圈距离, 寄生电容, 不同磁性材料, 互感系数变化
5. 解决谐振频率分裂对应的电阻值
6. 手机充电电路加入磁性材料提高传输效率

实验误差与改进

- 趋肤效应: 利用纱包线绕的线圈
- 高频下形成寄生电容
- 线圈之间形成寄生电容
- 测量不同位置改变电阻大小使频率分裂现象消失
- 自动改变磁性材料与线圈的距离使传输效率达到最大

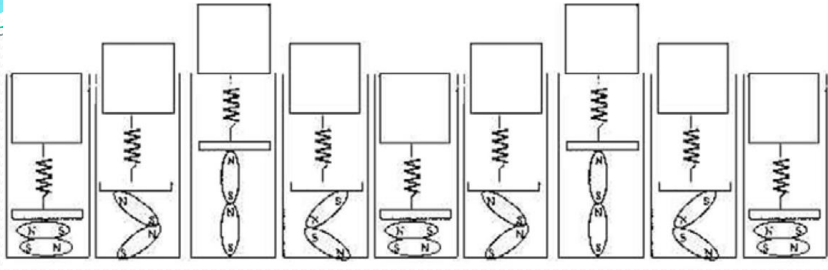
1. 锰锌铁氧体磁滞回线 B(T) 饱和磁感应强度B=0.192T



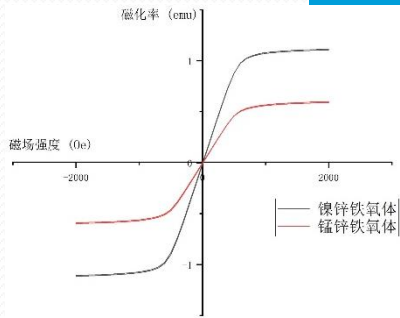
软磁材料的基本性能要求是能快速响应外磁场变化，这就要求材料具有低矫顽力，软磁材料的矫顽力通常小于 10^2 数量级

	锰锌铁氧体	镍锌铁氧体	铸铁
饱和磁感应强度	192.1mT	156.6mT	
磁导率	776 H/m	376 H/m	200 H/m
电阻率	1000	50000	10
矫顽力	71.28 A/m		

伸缩频率 = 2 × 磁场频率

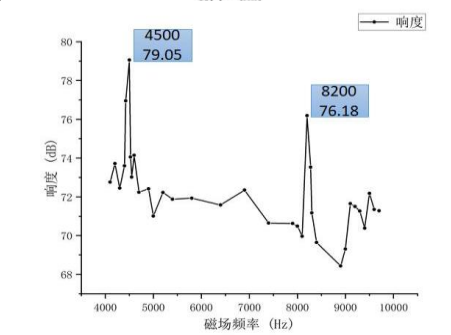
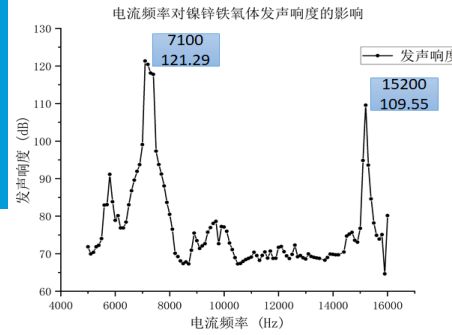
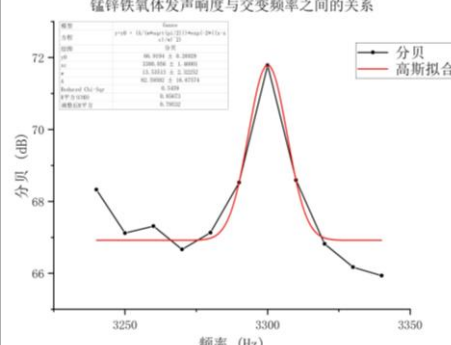
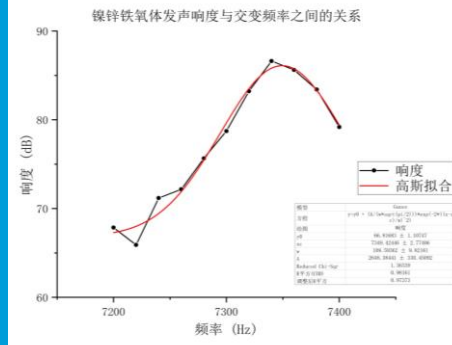


0 正饱和 0 负饱和 0

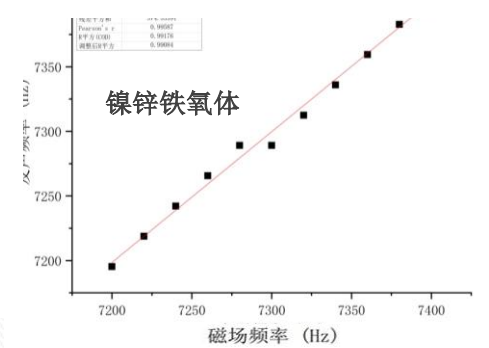
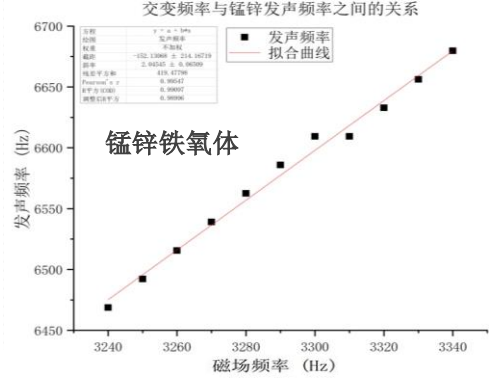


铁氧体发声的宏观现象与微观机理
制成一种新型乐器
具有直观的演示教学功能

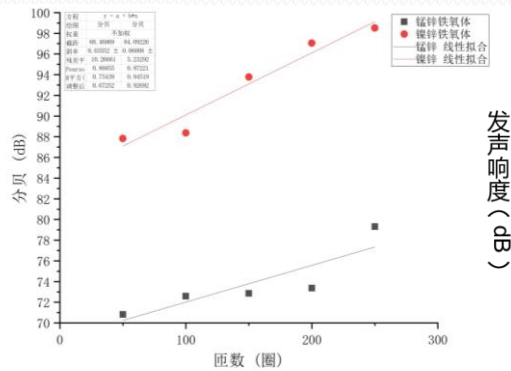
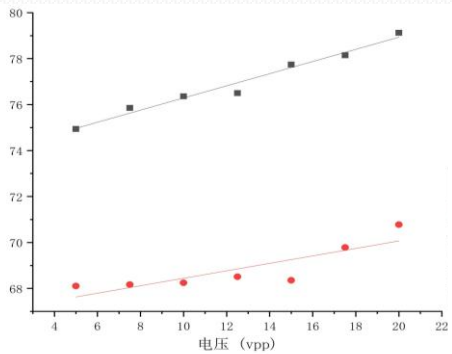
2 磁场频率与发声响度之间的关系



3 磁场频率与发声频率的关系



1 磁场强度与发声响度的关系



4 磁场频率与发声频谱的关系

