

《自动检测技术与系统实验》

实验报告

系列三：涡流传感器 实验

学 校： 南开大学

学 院： 人工智能学院

专 业： 智能科学与技术

实验成员： 2211292 郑皓文

 2212055 张箫鹏

 2212266 张恒硕

实验二十二 涡流传感器的位移特性实验

一、实验目的

- 1、了解涡流式传感器的基本结构。
- 2、掌握涡流式传感器的工作原理及性能。

二、实验所用单元

涡流式传感器和铁片、涡流式传感器转换电路板、直流稳压电源、数字电压表、位移台架。

三、实验原理及电路

通过高频电流的线圈产生磁场，当有导体接近时，因导体涡流效应产生涡流损耗，引起线圈的电感发生变化。而涡流损耗与导体离线圈的距离有关，因此可以进行位移测量。实验电路如图 22-1 所示，采用电容式三点式振荡器，用于产生高频电流，电流的大小与电感 L_2 （即涡流感应头中的线圈）的大小有关，滤波后输出直流信号。

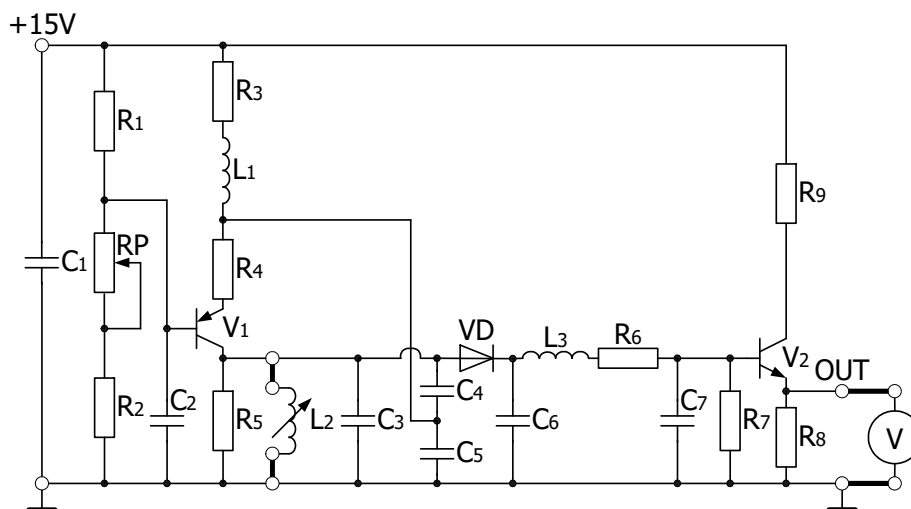


图 22-1 涡流式传感器实验原理图

四、实验步骤

- 1、将涡流式传感器装在位移台架上，并与转换电路板相连。
- 2、将测微器测杆与铁片连接在一起。

3、接通电源，适当调节测微器的高度，使铁片与涡流感应头刚刚接触，记下此时测微器读数和输出电压，并从此点开始向上移动铁片，将位移量 X 与输出电压 U_0 记入下表中。建议每隔 0.2mm 读一次数值，共读取 20 组数据。

表 22-1

X (mm)	15	15.2	15.4	15.6	15.8	16	16.2	16.4	16.6	16.8
U ₀ (V)	0	0	0	0	0	1.64	2.36	2.92	3.67	4.47
X (mm)	17	17.2	17.4	17.6	17.8	18	18.2	18.4	18.6	18.8
U ₀ (V)	5.27	6.24	7.18	8.22	9.34	10.47	10.61	10.71	10.81	10.90

五、实验报告

1、根据表 22-1 的数据，画出涡流式传感器的输入/输出特性曲线 $U_0 = f(X)$ ，并求出拟合曲线的方程。

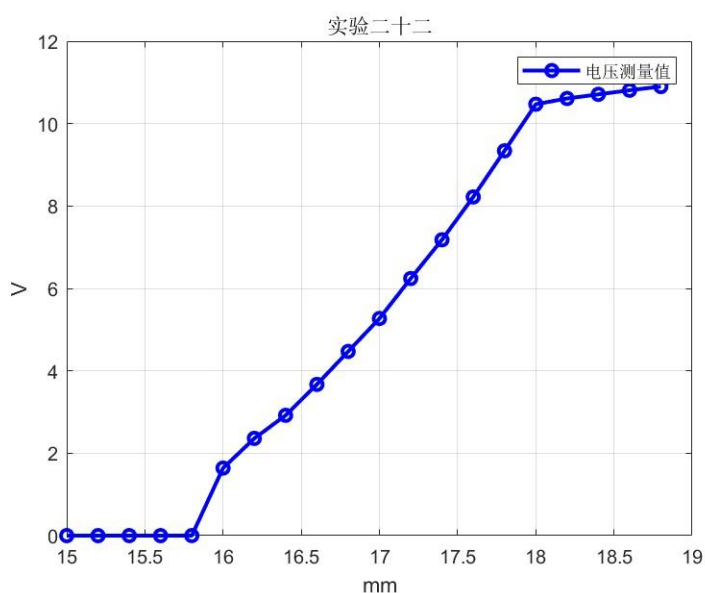


图 22-2 实验二十二输入输出特性曲线

灵敏度：

$$\text{灵敏度: } k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = k_{\text{校准}} = \frac{10.90 - 0}{18.8 - 15} = 2.868 \text{ V/mm}$$

非线性误差：

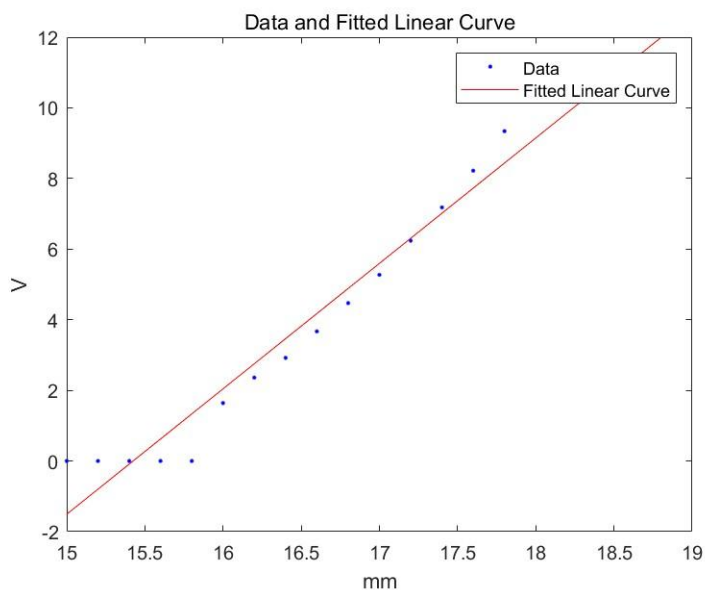


图 22-3 实验二十二拟合直线

拟合直线: $y = 3.551692x - 54.783090$

最大误差: $\Delta L_{\max} = 1.507714V$

非线性误差: $\delta = \frac{\Delta L_{\max}}{L} \times 100\% = 13.8322\%$

最小二乘法误差: $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{i \text{ 真实}} - y_{i \text{ 拟合}})^2} = 0.763049V$

2、涡流式传感器的量程与哪些因素有关？

- 被测物体的材料: 物体的材料决定导电性能和磁导率, 导致电涡流强度不同, 进而影响传感器的量程。
- 被测物体、线圈等的形状: 物体的形状会改变磁场的分布, 从而影响涡流的产生和分布, 这可能会影响传感器的量程。线圈的尺寸、匝数以及材料等都会影响传感器的量程。
- 工作频率: 激励线圈中的电流频率会影响电涡流的深度和强度。
- 环境因素: 周围环境的温度、湿度以及其他电磁干扰源也会影响到传感器的工作状态, 进而影响量程。

实验二十三 被测体材质对涡流传感器特性的影响实验

一、实验目的

了解不同的被测体材料对涡流式传感器特性的影响。

二、实验所用单元

与实验二十相同，另加铜和铝的被测体小圆盘。

三、实验原理及电路

涡流效应与金属导体本身的电阻率和磁导率有关，因此不同的材料就会有不同的特性。

四、实验步骤

实验步骤与实验二十二相同，只是分别用铜圆盘和铝圆盘代替实验二十二中的铁圆盘，并将实验数据分别记入表 23-1 和表 23-2 中。

注：由于电路中自带的增益较大，铜、铝所测得的结果变化极小。

表 23-1 被测体为铜圆盘时的位移与输出电压数据

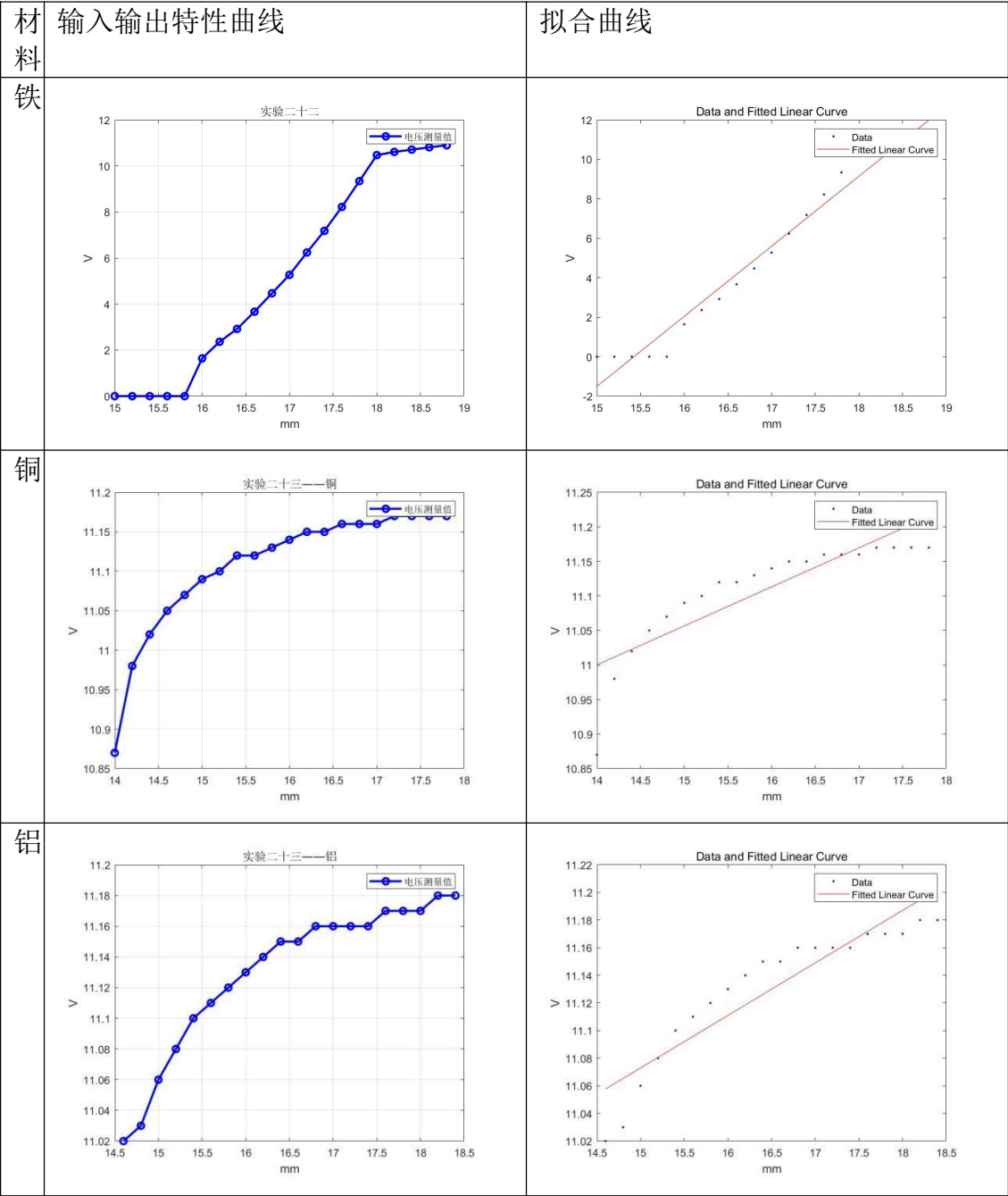
X (mm)	14	14.2	14.4	14.6	14.8	15	15.2	15.4	15.6	15.8
U _o (V)	10.8 7	10.9 8	11.0 2	11.0 5	11.0 7	11.0 9	11.1 0	11.1 2	11.1 2	11.1 3
X (mm)	16	16.2	16.4	16.6	16.8	17	17.2	17.4	17.6	17.8
U _o (V)	11.1 4	11.1 5	11.1 5	11.1 6	11.1 6	11.1 6	11.1 7	11.1 7	11.1 7	11.1 7

表 23-2 被测体为铝圆盘时的位移与输出电压数据

X (mm)	14.6	14.8	15	15.2	15.4	15.6	15.8	16	16.2	16.4
U _o (V)	11.0 2	11.0 3	11.0 6	11.0 8	11.1 0	11.1 1	11.1 2	11.1 3	11.1 4	11.1 5
X (mm)	16.6	16.8	17	17.2	17.4	17.6	17.8	18	18.2	18.4
U _o (V)	11.1 5	11.1 6	11.1 6	11.1 6	11.1 6	11.1 7	11.1 7	11.1 7	11.1 8	11.1 8

五、实验报告

1、根据表 23-1 和表 23-2 的数据，分别画出特性曲线，并与实验二十二的结果一起进行比较。



图表 23 实验二十三实验结果展示图

可以发现，铜和铝与传感器挨着的时候，其初值就基本与铁离较远时基本不再变化的值相仿，在移动时也基本没有变化。

铁作为磁性材料，相比于非磁性的铜和铝，其电导率较低，磁导率较高。前者导致涡流在磁导率接近于空气的铜和铝中形成时，不会引起外部磁场的显著变化，而在铁中形成时，会有显著变化。后者导致相同频率下，铁中的涡流渗透深度会小于铜或铝中的渗透深度。

2、如果被测体为非金属，如何进行位移的测量？

- 间接测量法：
 - 附加金属反射层：在非金属物体上加一层金属箔或导电涂层，利用电涡流传感器检测该层的位置变化。
 - 磁性标记法：在非金属物体上固定小磁铁或其他磁性标记物，然后使用能够感应磁场变化的传感器来检测磁性标记的位置变化。
- 复合传感器系统：结合其他类型的传感器，与电涡流传感器一起使用，以实现非金属物体位移的测量。