

《自动检测技术与系统实验》

实验报告

系列二：电感式传感器 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

实验十一 差动变压器的特性实验

一、实验目的

- 1、了解差动变压器的基本结构。
- 2、掌握差动变压器及整流电路的工作原理。
- 3、掌握差动变压器的调试方法。

二、实验所用单元

电感式传感器、电感式传感器转换电路板、差动放大器板、直流稳压电源、数字电压表、位移台架。

三、实验原理及电路

1、差动变压器由一个初级线圈和两个次级线圈及一个铁芯组成，当铁芯移动时，由于初级线圈和次级线圈之间的互感发生变化使次级线圈的感应电势产生变化，一个次级线圈的感应电势增加，另一个则减少，将两个次级线圈反向串接，就可以引出差值输出，其输出电势反映出铁芯的位移量。

2、差动变压器实验电路图如图 11-1 所示。

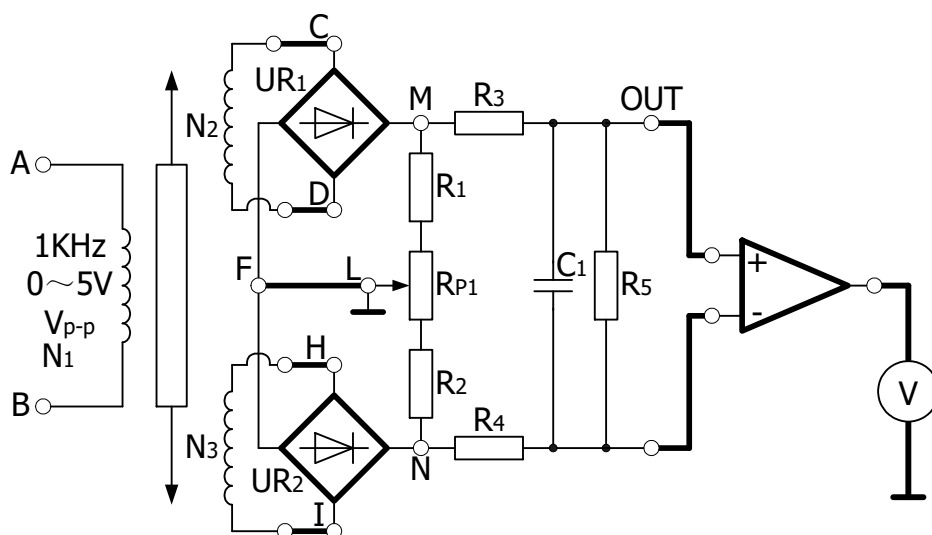


图 11-1 差动变压器实验电路图

传感器的两个次级线圈 (N_2 、 N_3) 电压分别经 UR_1 、 UR_2 两组桥式整流电路变换为直流电压，然后相减，经过差动放大器放大后，由电压表显示出来。 R_1 、 R_2 为两桥臂电阻， RP_1 为调零电位器， R_3 、 R_4 、 C_1 组成滤波电路， R_5 为负载电阻，采用这种差动整流电路可以减少零点残余电压。

四、实验步骤

1、固定好位移台架，将电感式传感器置于位移台架上。调节测微器使其指示 15mm 左右，将测微器装入台架上部的开口处，再将测微器的测杆与电感式传感器的可动铁芯旋紧。然后调节两个滚花螺母，使可动铁芯上的刻线与传感器相平，注意要使铁芯能在传感器中轻松滑动，再将两个滚花螺母旋紧。

2、差动放大器调零（参见实验一）。

3、按图 11-1 将信号源的两输出端 A、B 接到传感器的初级线圈 N_1 上，传感器次级线圈 N_2 、 N_3 分别接到转换电路板的 C、D 与 H、I 上，并将 F 与 L 用导线连接，将差动放大器与数字电压表连接好。这样构成差动变压器实验电路。

4、接通电源，调节信号源输出幅度电位器 RP_1 到较大位置，平衡电位器 RP_2 处于中间位置，调节测微器使输出电压接近零，然后上移或下移测微器 1mm，调节差动放大器增益使输出电压的值为 300mV 左右，再回调测微器使输出电压为 0mV。此为系统零位，分别上旋和下旋测微器，每次 0.5mm，上下各 2.5mm，将位移量 X 和对应的输出电压 U_0 记入下表。

表 11-1

$X(\text{mm})$	-2.5	-2	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5
$U_0(\text{mV})$	659	530	400	268	136	2	-132	-280	-410	-556	-675

五、实验报告

1、根据表 11-1，画出输入/输出特性曲线，并且计算灵敏度和非线性误差。

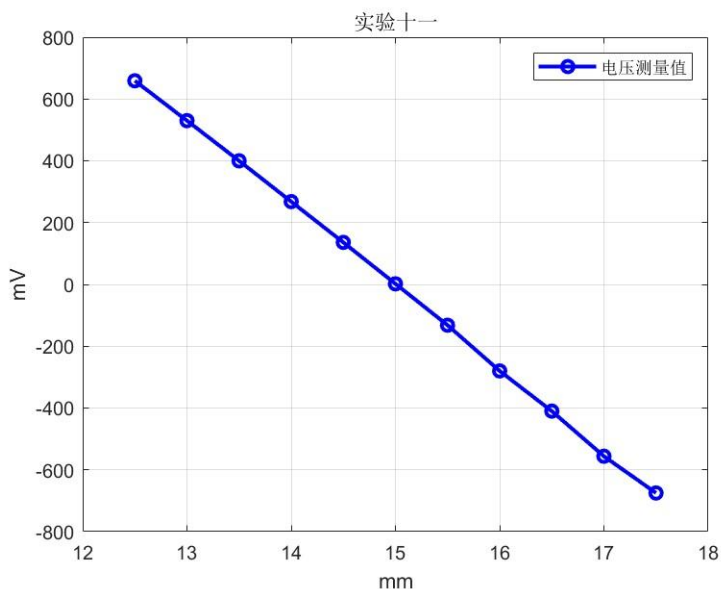


图 11-2 实验十一输入输出特性曲线

灵敏度：

$$\text{灵敏度: } k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = k_{\text{校准}} = \frac{-675 - 659}{2.5 - (-2.5)} = -266.8 \text{ mV/mm}$$

非线性误差：

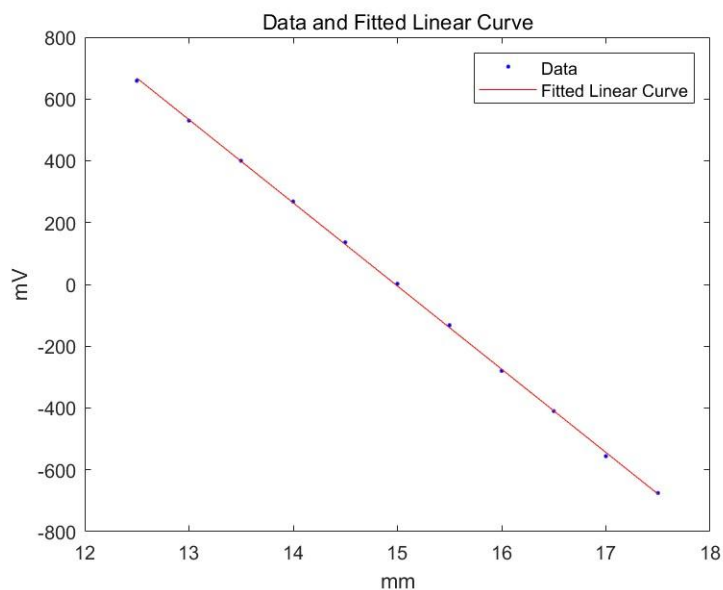


图 11-3 实验十一拟合直线

拟合直线: $y = -269.236364x + 4033.272726$

最大误差: $\Delta L_{\max} = 7.890909\text{mV}$

非线性误差: $\delta = \frac{\Delta L_{\max}}{L} \times 100\% = 0.5915\%$

最小二乘法误差: $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{i \text{ 真实}} - y_{i \text{ 拟合}})^2} = 6.768644\text{mV}$

2、分析为什么采用差动整流电路可以减少零点残余电压?

差动整流电路中的差动放大器具有共模抑制能力，通常为共模信号的零点残余电压被抑制，真正的测量信号作为差动信号被放大。之后经过整流器和滤波器处理，转换为稳定的直流信号，从而得到更加准确和稳定的测量结果。

实验十二 自感式差动变压器的特性实验

一、实验目的

- 1、了解自感式差动变压器的基本结构。
- 2、掌握自感式差动变压器及整流电路的工作原理。
- 3、掌握自感式差动变压器的调试方法。

二、实验所用单元

电感式传感器、电感式传感器转换电路板、差动放大器板、直流稳压电源、数字电压表、位移台架。

三、实验原理及电路

自感式差动变压器电路图如图 12-1 所示。

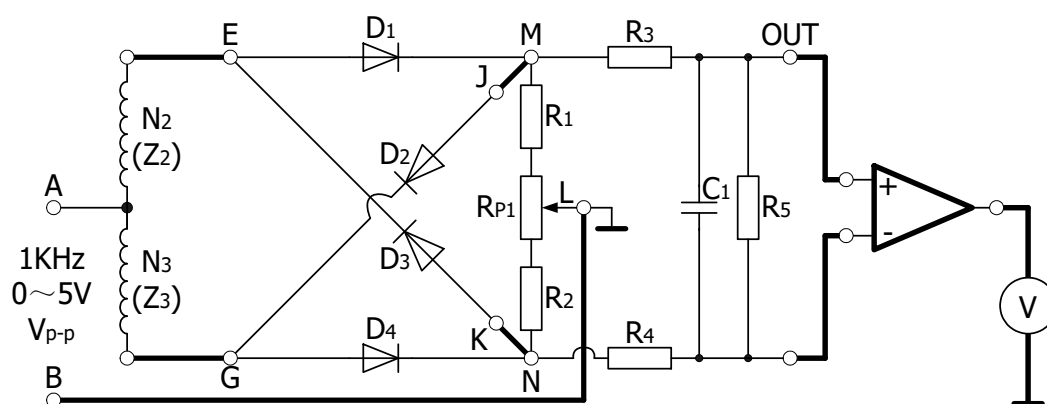


图 12-1 自感式差动变压器实验电路图

传感器的两个次级线圈 (N_2 、 N_3) 作为交流电桥的两个桥臂， R_1 、 R_2 为另外两个桥臂， D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 组成相敏整流器，A、B 之间输入交流电压，M、N 之间输出脉动直流电压，经 R_3 、 R_4 、 C_1 滤波后输出直流电压。

四、实验步骤

- 1、按实验十一的步骤 1 和 2 进行操作。
- 2、按图 12-1 将信号源的 A 端接至次级线圈 N_2 、 N_3 的中间连线点，B 端接至 L， N_2 上端接 E 点， N_3 下端接 G 点，B 与 L、J 与 M、K 与 N 连接，差动放大器与电压表接线不变，这样构成自感式差动变压器实验电路。
- 3、按实验十一的步骤 4 进行实验，将实验结果记入下表。

表 12-1

X (mm)	-2.5	-2	-1.5	-1	-0.5	0	0.5	1	1.5	2	2.5
U _o (mV)	782	668	549	409	210	7	-155	-309	-452	-590	-717

五、实验报告

1、根据表 12-1，画出输入/输出特性曲线 $U_o = f(X)$ ，并且计算灵敏度和非线性误差。

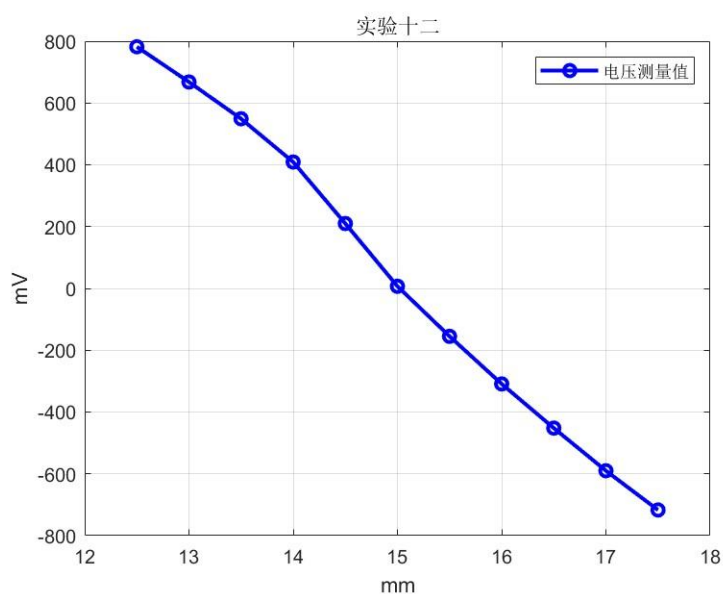


图 12-2 实验十二输入输出特性曲线

灵敏度：

$$\text{灵敏度: } k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = k_{\text{校准}} = \frac{-711 - 782}{2.5 - (-2.5)} = -298.6 \text{ mV/mm}$$

非线性误差：

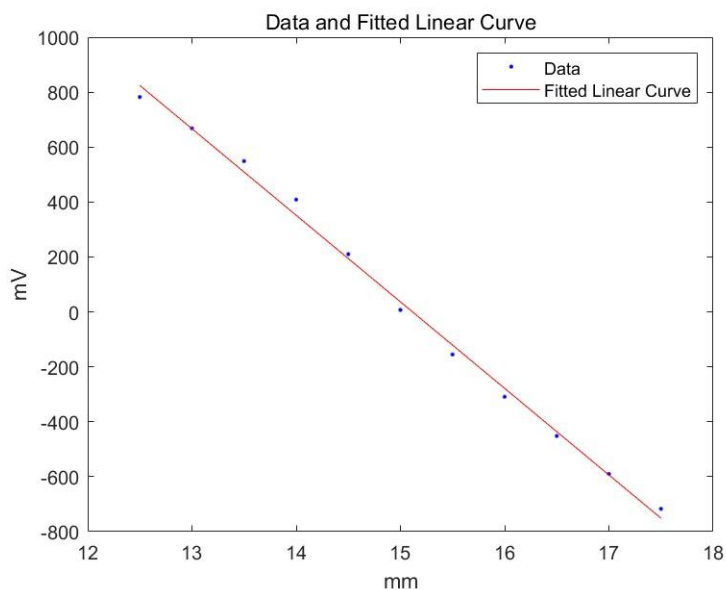


图 12-3 实验十二拟合直线

拟合直线: $y = -315.109091x + 4763.181814$

最大误差: $\Delta L_{\max} = 57.345455\text{mV}$

非线性误差: $\delta = \frac{\Delta L_{\max}}{L} \times 100\% = 3.8256\%$

最小二乘法误差: $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_{i \text{ 真实}} - y_{i \text{ 拟合}})^2} = 33.628708\text{mV}$

2、比较差动变压器和自感式差动变压器的灵敏度和线性度。

	灵敏度 (mV/mm)	非线性误差 (%)
差动变压器	-266.8	0.5915
自感式差动变压器	-298.6	3.8256

由上表可知，在灵敏度上，差动变压器略优于自感式差动变压器，二者都有较好的性质；而在线性度上，前者明显优于后者。