

《自动检测技术》

Automatic detection technology



第2.4章 电感式传感器

1

自感式传感器的工作原理

2

自感式传感器的测量电路

3

互感式传感器的工作原理

4

互感式传感器的测量电路

5

电涡流式传感器

6

电感式传感器的应用

2.4.5

电涡流式传感器

2.4.5 电涡流式传感器

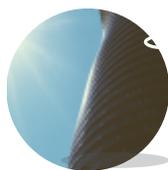
基本内容



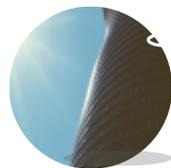
工作原理



等效电路



电涡流式传感器类型



电涡流式传感器测量电路

2.4.5 电涡流式传感器

1、工作原理

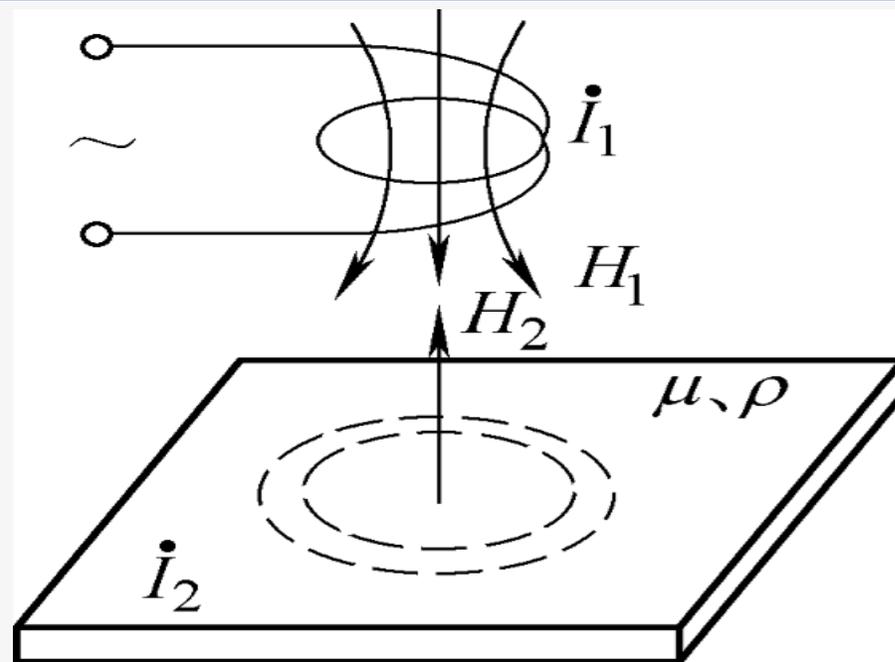
利用金属导体在交流磁场中的电涡流效应制成的传感器称为电涡流传感器。

什么是电涡流效应？

由法拉第电磁感应原理可知： 当通过金属体的磁通发生变化时，就会在导体中产生感生电流，这种电流在导体中是自行闭合的，这就是所谓电涡流。**这一物理现象称为涡流效应。**

2.4.5 电涡流式传感器 \Rightarrow 工作原理

在图中，一个扁平线圈置于金属导体附近，当线圈中通有交变电流 I_1 时，线圈周围就产生一个交变磁场 H_1 ，置于这一磁场中的金属导体就产生电涡流 I_2 ，电涡流也将产生一个新场 H_2 ， H_2 与 H_1 方向相反，因而抵消部分原磁场，使通电线圈的有效阻抗 Z 发生变化。



影响电涡流大小的等效阻抗 Z 的函数关系式为：

$$Z=f(\rho, \mu, h, I, f, \delta)$$

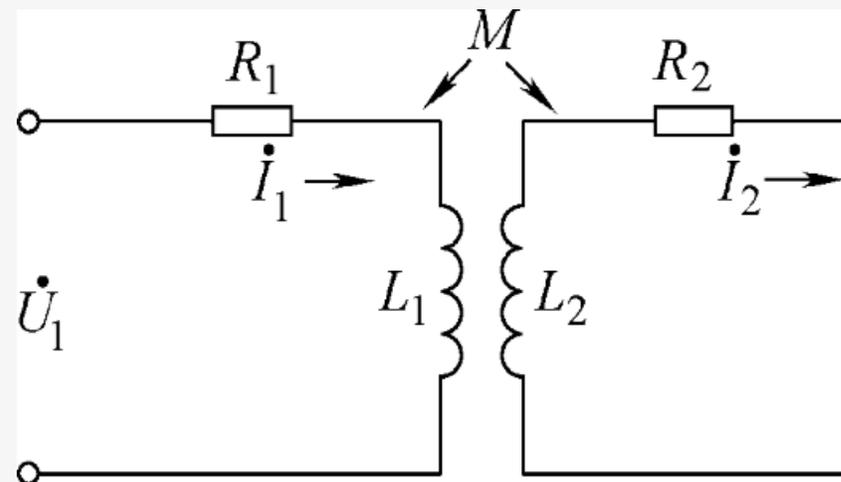
涡流的大小与金属板的电阻率 ρ 、磁导率 μ 、厚度 h 、金属板与线圈的距离 δ 、激励电流角频率等参数有关。

2.4.5 电涡流式传感器

2、等效电路

如把被测导体上形成的电涡流等效成一个短路环，就可得到如图所示的等效电路：

短路环可以认为是一匝短路线圈，其电阻为 R_2 、电感为 L_2 。这样传感器线圈与被测导体便可等效为两个相互耦合的线圈。线圈与导体间存在一个互感 M ，它随线圈与导体间距 δ 的减小而增大。

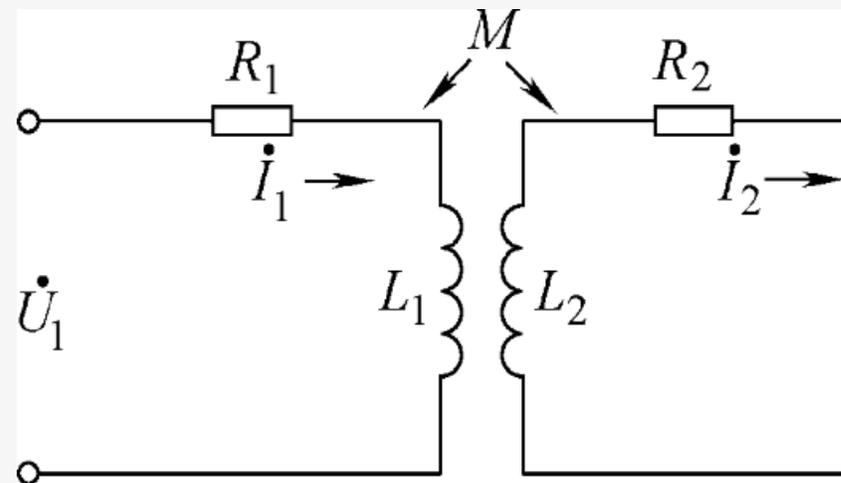


2.4.5 电涡流式传感器 \Rightarrow 等效电路

根据等效电路，按基尔霍夫定律可列出电路的

方程组为：

$$R_1 \dot{I}_1 + j\omega L_1 \dot{I}_1 - j\omega M \dot{I}_2 = \dot{U}_1$$
$$R_2 \dot{I}_2 + j\omega L_2 \dot{I}_2 - j\omega M \dot{I}_1 = 0$$



解上述方程组，传感器线圈的等效阻抗为：

$$Z = \frac{\dot{U}_1}{\dot{I}_1} = R_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} R_2 + j\omega \left[L_1 - \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} L_2 \right]$$

传感器线圈的等效电感为：

$$L = L_1 - \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} L_2$$

传感器线圈的等效电阻为：

$$R = R_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} R_2$$

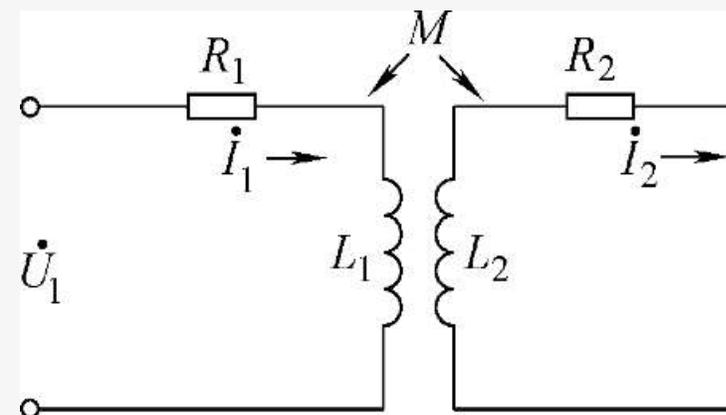
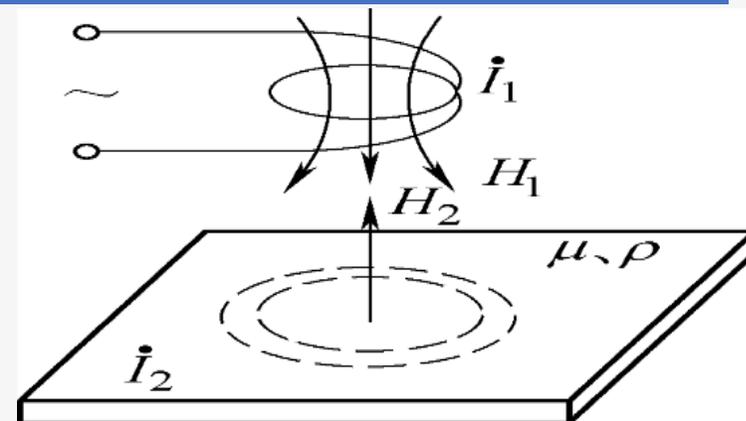
2.4.5 电涡流式传感器 \rightarrow 等效电路

$$R = R_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} R_2$$

$$L = L_1 - \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} L_2$$

结论:

- ① 等效后的R、L与金属导体系统中的 R_2 、 L_2 和M的成函数关系。
- ② 凡是能引起 R_2 、 L_2 、M变化的物理量均可以引起传感器线圈等效电阻R、L的变化。
- ③ ρ 、 μ 、 h 、 ω 、 l 、 δ 的变化都会使 R_2 、 L_2 、M发生变化，若控制某些参数不变，只改变其中一个参数，可使阻抗 Z 成为这个参数的单值函数。

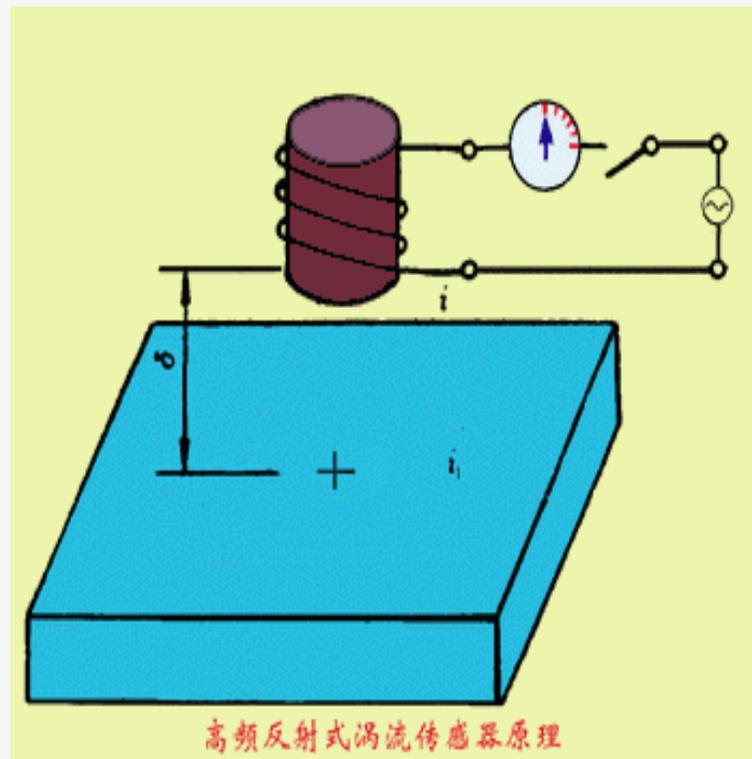


2.4.5 电涡流式传感器

3、电涡流传感器类型

(1) 高频反射式电涡流传感器

高频($>1\text{MHz}$)激励电流, 产生的高频磁场作用于金属板的表面, 在金属板表面将形成涡电流。与此同时, 该涡流产生的交变磁场又反作用于线圈, 引起线圈阻抗 Z 的变化, 其变化与距离 δ 、金属板的电阻率 ρ 、磁导率 μ 、激励电流 i , 及角频率 ω 等有关, 若只改变距离 δ 而保持其他系数不变, 则可将**位移**的变化转换为线圈自感的变化, 通过测量电路转换为电压输出。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/508015107130006074>