课程编号 1800440026

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（一）**

**实验名称： 磁特性综合实验**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 陶科玉**

**报告人： 吴艇 组号： 2**

**学号 2020281061 实验地点 213**

**实验时间： 2021 年 6 月 22 日**

**提交时间： 2021年6月23日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1.掌握磁滞、磁滞回线和磁化曲线的概念，加深对磁性材料的主要物理量的理解，如矫顽力、剩磁和磁导率。  2.学会用示波法测绘基本磁化曲线和磁滞回线。  3.比较不同频率下磁滞回线的区别，并确定在某一频率下的饱和磁感应强度Bs、剩磁Br和矫顽力Hc的数值。 |
| 二、实验原理  磁性材料应用广泛，从常用的永久磁铁、变压器铁芯到录音、录像、计算机存存储用的磁带、磁盘等都采用磁性材料。磁滞回线和基本磁化曲线反映了磁性材料的主要特征。通过实验研究这些性质不仅能掌握用示波器观察磁滞回线以及基本磁化曲线的基本测绘方法，而且能从理论和实际应用上加深对材料磁特性的认识。  1、磁化曲线  如果在由电流产生的磁场中放入铁磁物质，则磁场将明显增强，此时铁磁物质中的磁感应强度比单纯由电流产生的磁感应强度增大百倍，甚至在千倍以上。铁磁物质内部的磁场强度H与磁感应强度B有如下的关系：  对于铁磁物质而言，磁导率并非常数，而是随H的变化而改变的物理量，即，为非线性函数。所以如图1所示，B与H也是非线性关系。  通常使用的是磁介质的相对磁导率，其定义为磁导率μ与真空磁导率之比。    图一 磁化曲线和曲线  2、磁滞回线  当铁磁材料的磁化达到饱和之后，如果将磁化场减少，则铁磁材料内部的B和H也随之减少，但其减少的过程并不沿着磁化时的OS段退回。从图2可知当磁化场撤消，时，磁感应强度仍然保持一定数值称为剩磁（剩余磁感应强度）。  若要使被磁化的铁磁材料的磁感应强度B减少到0，必须加上一个反向磁场并逐步增大。当铁磁材料内部反向磁场强度增加到时（图2上的c点），磁感应强度B才是0，达到退磁。图2中的段曲线为退磁曲线，为矫顽磁力。如图2所示，当H按  的顺序变化时，B相应 顺序变化。图中的Oa段曲线称起始磁化曲线，所形成的封闭曲线称为磁滞回线。曲线段称为退磁曲线。由图2可知：  ① 当时，，这说明铁磁材料还残留一定值的磁感应强度，通常称为铁磁物质的剩余感应强度（剩磁）。  ② 若要使铁磁物质完全退磁，即，必须加一个反方向磁场。这个反向磁场强度，称为该铁磁材料的矫顽磁力。  ③ B的变化始终落后于H的变化，这种现象称为磁滞现象。  ④ H上升与下降到同一数值时，铁磁材料内的B值并不相同，退磁化过程与铁磁材料过去的磁化经历有关。  ⑤ 当从初始状态，开始周期性地改变磁场强度的幅值时，在磁场由弱到强地单调增加过程中，可以得到面积由大到小的一簇磁滞回线，如图3所示。其中最大面积的磁滞回线称为极限磁滞回线。我们把图3中原点O和各个磁滞回线的顶点a1,a2，…a所连成的曲线，称为铁磁性材料的基本磁化曲线。  ⑥ 由于铁磁材料磁化过程的不可逆性及具有剩磁的特点，在测定磁化曲线和磁滞回线时，必须将铁磁材料预先退磁，以保证外加磁场，；退磁方法：逐渐减少磁化电流，直到B和H都减小为零。    图二 起始磁化曲线与磁滞曲线 图三基本磁化曲线  3、示波器显示B—H曲线的原理线路  示波器测量B—H曲线的实验线路如图4所示。本实验研究的铁磁物质是一个环状试样。在试样上绕有励磁线圈N1匝和测量线圈N2匝。若在线圈N1中通过磁化电流i1时，此电流在式样内产生磁场，根据安培环路定律，磁场强度H的大小为：  其中L是为环状式样的平均磁路长度。由图4可知，是默契X轴偏转板的电压为  由式(1)和式(2)得：  上式表明在交变磁场下，任一时刻示波器X轴的输入正比于磁场强度H。为了测量磁感应强度B，在次级线圈N2上串联一个电阻R2与电容C构成一个回路，R2与C构成一个积分电路。取电容C两端电压至示波器Y轴输入，若适当选择R2和C的值，使，则  式中为电源的角频率，为次级线圈的感应电动势：  式中为磁通量，S为环状式样的截面积，  上式表明接在示波器Y轴输入的正比于B。  由(3)和(4)得  由(5)式可知，只要读出电阻和电容的值，然后通过示波器测出电压和，即可会出磁滞回线。  其中样品参数为（本实验只做样品2）：  样品1参数：平均磁路长度  磁芯样品截面积  线圈匝数  样品2参数：平均磁路长度  磁芯样品截面积  线圈匝数 |
| 三、实验仪器：  DH4516N磁特性综合测量实验仪    GDS1104数字示波器 |
| 四、实验内容：  1.线路连接    红色箭头表示接线方向    2. 示波器的操作  a) 按Acquire键将模式改为。  b) 按Cursor键两下出现坐标读取的横竖线，按H Cursor和V Cursor键对应的按钮选定某一组或两组坐标，再旋转Variable旋钮移动坐标读数。  打开电源前，先将信号源输出幅度调节旋钮逆时针调到底，使信号输出最小。  注意：由于信号源、电阻R1和电容C的一端已经与地相连，所以不能与其他接线端相连接。否则会短路信号源、UR或UC，从而无法正确做出实验。  3. 测量电源频率为50Hz时的磁滞回线  1) 调整各元件的参数值，找到合适的波形；  （参考值：）  2) 记录电阻和电容C的值；  3) 读取采样电阻和积分电容C的电压，需记录剩磁和矫顽力的数值；  4) 计算H和B，并绘制磁滞回线。  （，）  4. 测量电源频率为50Hz时的磁化曲线  1) 调整各元件的参数值，找到合适的波形;  （参考值：）  2) 记录电阻和电容C的值；  3) 缓慢顺时针调节幅度调节旋钮，单调增加磁化电流，记录磁滞回线顶点的采样电阻R1和积分电容C的电压；  4) 计算H和B，并绘制磁化曲线。  （，） |
| 五、数据记录： 组号： ；姓名  磁滞回线   |  |  |  | | --- | --- | --- | | 序号 | (mV) | (mV) | | 1 |  |  | | 2 |  |  | | 3 |  |  | | 4 |  |  | | 5 |  |  | | 6 |  |  | | 7 |  |  | | 8 |  |  | | 9 |  |  | | 10 |  |  | | 11 |  |  | | 12 |  |  | | 13 |  |  | | 14 |  |  | | 15 |  |  | | 16 |  |  | | 17 |  |  | | 18 |  |  | | 19 |  |  | | 20 |  |  | | 21 |  |  | | 22 |  |  | | 23 |  |  | | 24 |  |  | | 25 |  |  | | 26 |  |  | | 27 |  |  | | 28 |  |  | | 29 |  |  | | 30 |  |  |   磁化曲线   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | (mV) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | (mV) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| 六、数据处理 （，）   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 |  |  |  |  | | 1 | 60.8 | 152 | 42.4 | 494.7 | | 2 | 49.6 | 124 | 40.8 | 476.0 | | 3 | 37.6 | 94 | 39.2 | 457.3 | | 4 | 18.4 | 46 | 35.2 | 410.7 | | 5 | 0 | 0 | 29.6 | 345.3 | | 6 | -9.6 | -24 | 25.6 | 298.7 | | 7 | -20 | -50 | 20 | 233.3 | | 8 | -30.4 | -76 | 11.2 | 130.7 | | 9 | -39.2 | -98 | 0 | 0.0 | | 10 | -44 | -110 | -10.4 | -121.3 | | 11 | -48 | -120 | -16.8 | -196.0 | | 12 | -52 | -130 | -24 | -280.0 | | 13 | -55.2 | -138 | -29.6 | -345.3 | | 14 | -60 | -150 | -35.2 | -410.7 | | 15 | -64 | -160 | -42.4 | -494.7 | | 16 | -52 | -130 | -41.6 | -485.3 | | 17 | -40.8 | -102 | -40 | -466.7 | | 18 | -29 | -72.5 | -37.6 | -438.7 | | 19 | -14.4 | -36 | -34.4 | -401.3 | | 20 | 0 | 0 | -30.4 | -354.7 | | 21 | 8 | 20 | -25.6 | -298.7 | | 22 | 15.2 | 38 | -22.4 | -261.3 | | 23 | 25.6 | 64 | -15.2 | -177.3 | | 24 | 32.8 | 82 | -7.2 | -84.0 | | 25 | 39.2 | 98 | 0 | 0.0 | | 26 | 41.6 | 104 | 7.2 | 84.0 | | 27 | 44 | 110 | 14.4 | 168.0 | | 28 | 48.8 | 122 | 20.8 | 242.7 | | 29 | 54.4 | 136 | 28.8 | 336.0 | | 30 | 56.8 | 142 | 33.6 | 392.0 |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 序号 |  |  |  |  | | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 2 | 25.6 | 64 | 8.8 | 102.6667 | | 3 | 30.4 | 76 | 13.6 | 158.6667 | | 4 | 35.2 | 88 | 17.6 | 205.3333 | | 5 | 37.6 | 94 | 20.8 | 242.6667 | | 6 | 43.2 | 108 | 24.8 | 289.3333 | | 7 | 47.2 | 118 | 29.6 | 345.3333 | | 8 | 50.4 | 126 | 32.8 | 382.6667 | | 9 | 56 | 140 | 37.6 | 438.6667 | | 10 | 61.6 | 154 | 42.4 | 494.6667 | | 11 | 68 | 170 | 44.8 | 522.6667 | | 12 | 69.6 | 174 | 47 | 548.3333 | | 13 | 76 | 190 | 50.4 | 588 | | 14 | 84 | 210 | 55.2 | 644 | | 15 | 96.8 | 242 | 60 | 700 |   磁化曲线： |
| 七、结果陈述：  本实验主要通过数字示波器来查看波形、记录数据，再用公式由记录的和计算出H和B的值，最后画出磁滞回线和磁化曲线，最后测得的磁滞回线图与数字示波器显示的图形大致相同。磁化曲线大致趋势是正确的，但是在测磁化曲线时，由于在突变处记录的数据较少，导致无法较好地反映磁化曲线在突变处的变化状况。 |
| 八、实验总结与思考题  总结：由于在此实验中画图是十分重要的一环，所以在测量实验数据时应该对突变区间进行更加多组地测量，以便在后面画图时呈现更平滑的曲线。  思考题：  1. 实验中，在不同频率的交流信号下，观察磁滞回线有什么变化？查询课外资料，解释其原因。  查阅资料得知：励磁相同的情况下，频率越高，磁感会更低，而损耗会越高。故频率越高磁滞回线会更扁。  2. 观察实验中R1、R2、C的取值对磁滞回线的影响，并解释其原因。  ，磁化强度趋于饱和，曲线与H轴平行。两者不能分别等于0，没有实际意义。  ，由公式得，若不等式不成立，将比预计值小，B也将比预计值小，磁滞回线将会相对较扁。 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：     |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （40分） | 数据处理20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | |