

对“感生电场演示仪”的改进*

席江华

(江西省樟树中学 江西 樟树 331200)

熊小兰

(江西省樟树第三中学 江西 樟树 331200)

(收稿日期:2016-06-02)

摘要:变化的磁场会在其周围空间激发感生电场,感生电场作用于导体中的自由电荷,产生感应电动势,形成感应电流.针对教材提供的实验案例使用交流电的不足,提出改进方案,有利于师生动手实验,揭示感应电动势的产生机理.

关键词:感生电场 非静电力 制作改进 演示仪

英国物理学家麦克斯韦在法拉第电磁感应定律研究的基础上,进一步发展了法拉第的电磁理论,认为磁场变化时会在空间激发一种电场,这种电场与静电场不同,它不是由电荷产生的,即使磁场周围不存在导体回路,这种电场依然存在,通常称之为感生电场或涡旋电场^[1].科学发展到今天,变化的磁场产生电场,变化的电场产生磁场,变化的电场和磁场交替产生传播形成电磁波,这些猜测不仅早已得到证实,并在日常生活和现代科学研究中发挥着巨大的作用,如家用电磁灶,无线电通讯,电子感应加速器等的.

上述知识的学习,对高中学生来讲是比较抽象,人教版《物理·选修3-2》“感生电场”部分的教学,对应的教师教学参考书中设置了如图1所示的实验^[2],该实验由于要使用市电,出于安全考虑,教学演示或学生自主探究很少使用.

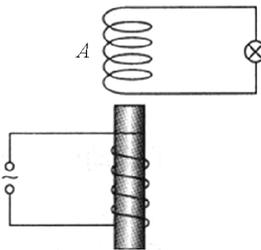


图1 “感生电场”教学教师教学参考书设置实验

为使学生真正自主探究变化的磁场产生感生电场,我们对教参提供的演示实验进行了改进,将市电用手机电池替代辅以变频开关,获得类似市电的交变电流.将钨丝小灯泡用LED替代,从而使微弱的感应电流就能驱动其发光.用改进后的装置进行实验探究,收到了很好的教学效果,现介绍如下.

1 直流模拟交流电源及元件自制

如图2所示,左侧部分为直流模拟交变电流的原理图,将单刀双掷开关的1,4接线柱相连,将2,3接线柱相连,直流电源接入3,4端,当双掷开关交替接触1,2和3,4接线柱时,中心头5,6输出端将输出交变电流.

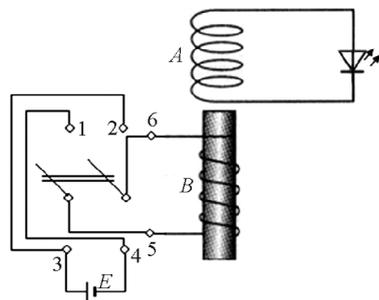


图2 直流模拟交变电流的原理图

* 系江西省中小学教育教学重点研究立项课题“物理教学中师生科学素养养成与创新能力同步发展研究”的研究成果.课题编号:ZD2014-035

作者简介:席江华(1964-),男,中教高级,主要从事中学物理教学及实验教学研究.

为使演示效果更佳,我们用废旧万用表制作了一变频开关,其工作原理如图3所示,实物图如图4所示.

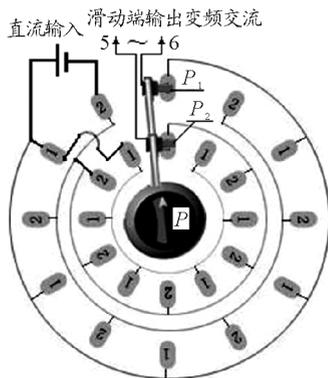


图3 变频开关原理图



图4 变频开关实物图

我们找来一废旧多用电表(南京某电子仪表厂生产的MF47型多用电表),仔细观察其挡位转动开关及内部结构,其上有半径不同的3圈铜片,取半径最大的外围两圈环状金属片,圆圈上分布有内、外径不同的两组各24块金属铜片(有粘连的小心沿半径方向将其截断),使其成如图3所示的原理图形状.将内、外铜片按图所示用铜导线交替连接,确保滑片 P_1 、 P_2 与 P 同轴旋转时,通过1,2输入的直流电源在滑片的作用下,能使与滑片 P_1 、 P_2 连接的5,6端输出的电源极性是交替变化的,当滑片 P 的转速较快时,5,6两端输出的就是频率较大的交流电.

2 线圈的制作方法

为使线圈 B 在交变电流作用下激发的变化磁场产生的感生电场,对 A 线圈电荷的作用形成的感应电流能够驱动发光元件发光,我们将小电泡用LED

替代,这样,微弱的感应电流就能促使LED发光.

为使线圈 A 在变化的磁场形成的感生电场作用下,产生足以驱动LED发光的感应电动势,线圈 A 的匝数应较多,选用汽车装饰元件“太阳能苹果花”中的驱动线圈,该线圈线径细、匝数多,用在此处效果好,线圈 A 实物如图5所示.

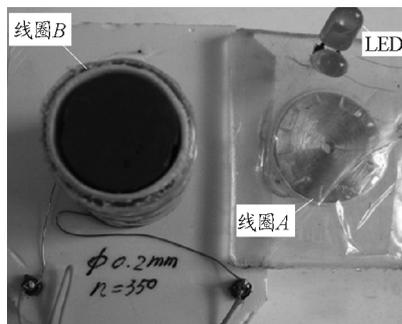


图5 线圈实物图

线圈 B 用线径0.2 mm的漆包线在直径2 cm的PVC管上绕350匝,PVC管中加入铁氧体磁芯,线圈 B 实物如图5所示.

3 演示方法

将实验装置按如图3所示连接线路,手机电池接入变频开关的1,2端,变频开关的5,6输出端接线圈 B ,将线圈 A 置于线圈 B 的上方,如图6所示.当变频开关旋转时,通入螺线管 B 中的电流交替变化,使穿过螺线管的磁场随时间变化,这一变化的磁场使线圈 A 连着的LED发光.



图6 旋转变频开关观察实验现象

4 原因分析

LED发光,表明线圈 B 中的磁场变化时导致了线圈 A 中的电荷做定向运动,那么电荷定向运动的作用力是什么力呢?这一作用力不会是洛伦兹力,

LD 侧泵激光打标机打标效果影响因素分析

——打标线速度对打标效果的影响

汪瑜 徐莹 刘红梅

(空军航空大学基础部 吉林 长春 130022)

(收稿日期:2016-05-24)

摘要:激光打标在标刻行业中扮演着越来越重要的角色.打标效果是评价打标机性能的一个重要指标.主要研究了打标线速度对打标效果的影响.

关键词:激光 打标机 打标线速度

随着激光技术的发展,激光打标作为激光应用的一个重要领域,在标刻行业中扮演着越来越重要的角色.

激光打标系统采用的是 LD 侧面泵浦全固态激光器,激光器系统如图 1 所示.其输出光束质量较好,稳定性强,电光转换效率高,使用寿命长,适合做激光标刻.

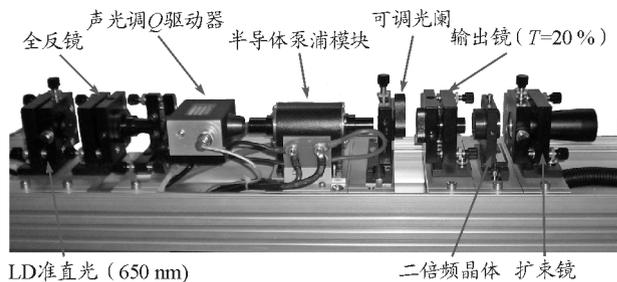


图 1 激光器系统

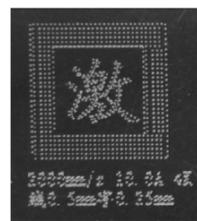
打标线速度对打标效果的影响:

分别以不同的线速度测试其对打标效果的影响.在一黑相纸做标刻,测试图形如图 2 所示:方框的边长为 20 mm,字体高度为 10 mm,其中方框的填充线间距为 $L_1=0.5$ mm,字的填充线间距为 $L_2=0.25$ mm.

泵浦电流 $I=10.0$ A,调 Q 重复频率 $\nu=4$ kHz,打标线速度分别从 4 000 mm/s 至 25 mm/s 变化.



(a)线速度 $v=4\ 000$ mm/s



(b)线速度 $v=2\ 000$ mm/s

因为磁场对静止电荷不会有洛伦兹力作用;也不可能静电力,静电力是电荷间的相互作用力,与磁场无关.这一作用力只能是变化的磁场产生的,因为变频开关不转动,LED 不亮,变频开关转动,LED 亮.

变频开关的作用导致流入线圈 B 中的电流交替变化,线圈 B 中形成变化的磁场,这一变化的磁场在周围空间产生一个电场——感生电场,感生电动势的非静电力就是感生电场对电荷的作用力.

还可引导学生进一步分析:不管 A 线圈存不存在,只要变频开关转动着,通过线圈 B 中的电流发生变化,线圈 B 中就会产生变化的磁场,这一变化的磁

场就会在其附近空间产生出感生电场. A 存在,这一感生电场作用于 A,导致 LED 发光;A 不存在,由于 B 线圈中的电流、磁场的作用方式未变,感生电场依然存在.因此,感生电场只依赖磁场的变化,而与周围是否存在导体无关.

参考文献

- 1 普通高中课程标准实验教科书.物理选修 3-2(第 3 版).北京:人民教育出版社,2010.19~20
- 2 普通高中课程标准实验教科书.物理选修 3-2 教师教学用书(第 4 版).北京:人民教育出版社,2010.27~30