

基于传感器技术对通电导线在磁场中受力分析的实验创新

谢 杰

(常州市戚墅堰高级中学, 江苏 常州 213000)

摘要: 在探究通电导线在磁场中受力时, 传统实验效果不明显, 为此本文设计了基于DISLab软件用传感器来进行辅助教学, 可以直观看出影响安培力方向的因素, 并且可以用图像显示安培力大小与角度之间的关系, 将实验定量探究与理论分析有机结合, 让学生在实验探究的过程中培养学生的科学思维和科学探究能力。

关键词: 传感器; DISLab; 定量探究

一、研究背景

随着科学技术的快速发展, 同时也是顺应高中物理新课标的改革要求, 一些信息技术手段在高中物理教学中不断地渗透, 在教学中尝试使用信息技术进行辅助教学, 将信息技术与物理知识有机整合, 可以取得更好的效果。本文以人教版高中物理选修3-1《探究导体在磁场中受到的力》这一节课为例, 利用传感器以及DISLab软件通过三个实验来实现信息化手段在本节课教学中的辅助。

二、实验探究

(一) 探究影响安培力方向的因素

本节课的一个重点是探究通电导线所受到的安培力的方向与哪些因素有关, 传统的演示实验中是交换磁极的位置来改变磁场

的方向以及改变电流的方向, 通过观察记录导线通电后的偏转方向来判断受力方向是如何变化的, 但在实际的实验操作中, 笔者发现实验的现象并不明显, 这是由于实验过程中导线所受到的安培力比较小, 为此, 笔者设计了由传感器以及安培力测量仪器组成的数字化设备来探究影响安培力方向的因素。

实验装置如图1所示由安培力测量仪器、学生电源、滑动变阻器、数据采集器、电流传感器、微力传感器以及导线若干, 在两个磁极之间有着近似匀强磁场。通电后, 通过移动滑片来改变电流的大小, 将电流传感器串联在电路上用以测量电路中实时的电流大小, 将微力传感器与通电导线连接用以测量通电导线在磁场中所受到的作用力大小。

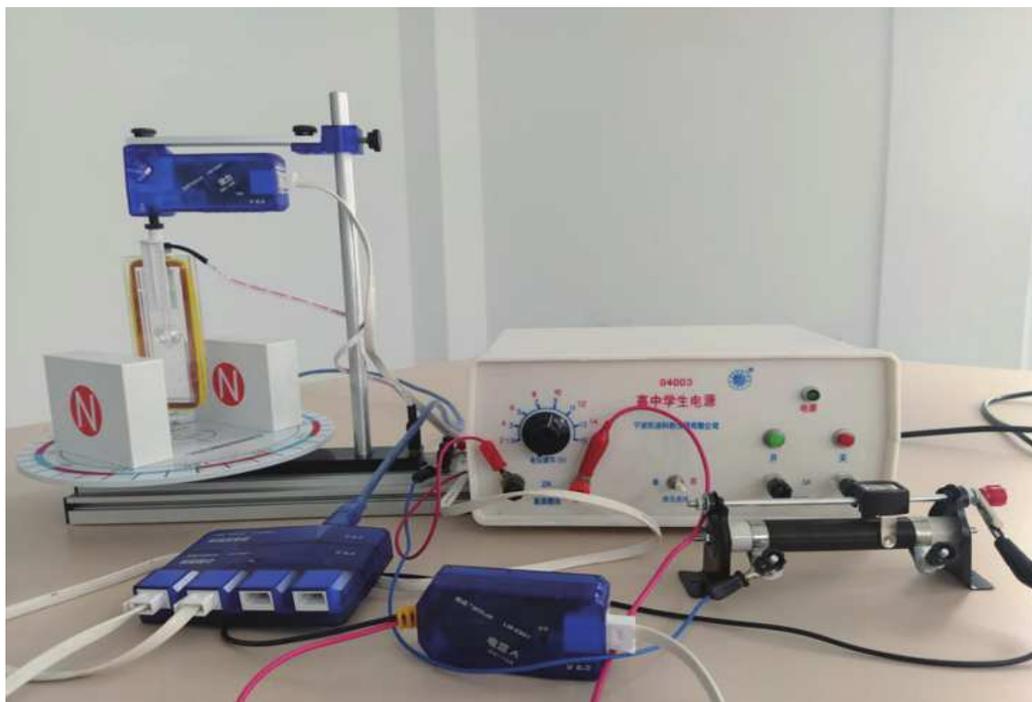


图1 实验装置图

打开计算机进入DISLab通用软件打开计算表格, 数据采集器1通道连接一个微力传感器, 2通道连接一个电流传感器, 从计算机显示的数据来看, 实验过程中我们也观察到安培力数值变化比较小, 由于实验中的安培力较小, 因此笔者一开始使用常规的力

传感器进行测量时无法看出安培力大小的变化, 因此采用的是微力传感器(LW-F803), 通过改变磁极的位置以及改变电源电流方向, 线圈的微力传感器与计算机连接, 可以观察到安培力的大小没有发生明显变化, 而方向发生了改变。说明通过改变磁场和

电流的方向，安培力的方向是会变化的。

(二) 探究影响安培力大小与角度的关系

在探究安培力大小时，传统的教学中，通过在学生已有的知识储备上，当导线通电后与磁场垂直时，引入安培力大小是 $F=BIL$ 这一个概念，当通电导线方向与磁场方向处于平行时，安培力大小为 0，再通过理论分析当磁场方向与导线方向之间夹角与导线所受安培力的关系，并引导学生推导。

过程中，学生对于安培力随 θ 变化时是如何变化并没有清晰的认识，为此笔者设计了一个基于传感器的安培力大小测试器，再打开一个计算表格并在表格中添加变量旋转角度 a ，添加公式 $\theta=a*\pi/180$ ，将三个表格点击为“平铺窗口”点击“调零”，依次改变刻度盘角度记录多组数据，笔者每转动 30° 记录一次数据，记录多组数据如表 1 所示。

得到数据后，点击“绘图”选择 X、Y 物理量，这里我们设置 θ 为 X 轴物理量，设置 F 为 Y 轴物理量，得到的图像是一个点迹图，我们通过“正弦拟合”得到了“力-弧度”的关系图线，得到的图线是一个标准的正弦型的图线如图 2 右上方所示，在课

堂让学生完成这个演示实验，学生能直接看出安培力与磁场方向的夹角 α 之间是一个正弦型函数的关系，由此可以进行大胆猜想，为了验证猜想再进行理论探究，由于磁感应强度是一个矢量，因此可以进行分解为垂直于导线的矢量 B_1 和平行于导线的矢量 B_2 ，在之前的演示实验中我们得出结论知道磁场与导线方向平行时，导线受到的安培力为 0，通电导线的受力情况仅由 B_1 所决定，通过推导，得出通电导线在磁场中的安培力表达式。

表 1 不同角度所对应的的安培力大小

COL_0	COL_1	COL_2	COL_3	COL_4
计算表格	{s:24.0,}F1	{s:32.1,}I2	{v:0.08000000,1.0,}a	{f:X1*pi/180,%&4f.2,}o=a*pi/180
1	0.000	-0.30	0	0.0000
2	0.020	-0.30	30	0.5236
3	0.025	-0.29	60	1.0472
4	0.037	-0.30	90	1.5708
5	0.036	-0.30	120	2.0944
6	0.022	-0.30	150	2.6180
7	0.005	-0.30	180	3.1416
8	-0.018	-0.30	210	3.6652
9	-0.031	-0.30	240	4.1888
10	-0.035	-0.30	270	4.7124
11	-0.033	-0.30	300	5.2360
12	-0.023	-0.30	330	5.7596



图 2 实验数据拟合图像

学生得出安培力计算公式后，我们可以利用测得数据再进行验证，从数据中可以看出，通电导线受到的作用力最大值在 0.037 左右，当通电导线与磁感应强度之间的夹角为 30° 时，作用力大小为 0.020，作用力为最大值的一半，这也与我们的理论推导公式结果相一致。

三、结语

我们通过这样定量的实验和理论推导相结合，可以让学生对于这些物理概念能够达到知其然知其所以然的目的，在定量的实验中，充分渗透了物理学科方法，在物理实验教学设计中重视培养学生的物理观念，课堂中，把主动权交给学生，让学生在课堂的实验过程中成为主人，在实验探究和理论分析过程中注重学生的物理思维能力和科学探究思想，将实验探究与理论分析有机结合在一起培养学生的科学态度和责任意识。

参考文献：

[1] 梁雷.《通电导线在磁场中受到的力》教学设计[J].物理教学探讨, 2014, 32(02): 64-66+69.

[2] 任建方.全面定量探究影响通电导线受力的因素[J].物理教师, 2020, 41(04): 63-64+67.

[3] 丁良峰.定量探究安培力实验装置的创新设计研究[J].物理教师, 2019, 40(05): 59-61+68.

基金：常州市教育科学“十三五”规划青年教师专项课题（课题编号：CJK-Q2020081）研究成果。