

文章编号: 1007-2934(2010)02-0059-02

利用钕铁硼磁体制作单极电动演示仪器

徐菁华, 姜源, 孙维民, 赵 睿

(沈阳工业大学, 辽宁 沈阳 110178)

摘 要: 本文介绍了使用钕铁硼磁体制的几种单极电动演示仪器, 包括: 单极电动机、单极电动小车、单极电动风扇。给出了演示仪器的结构图, 用经典电磁理论分析了单极电动的原理。该演示仪器制作方法简单且成本低, 适合电磁学的教学使用。

关 键 词: 钕铁硼磁体; 单极电动机; 演示仪器

中图分类号: O 433

文献标识码: A

单极感应, 是指运动磁体的电磁感应现象。当一个轴对称的磁体绕其对称轴以恒定角速度 ω 转动时, 在与该磁体的一个磁极和赤道平面滑动接触的静止导线回路中有稳定的电流流过(如图 1 所示), 这一电磁现象称为单极感应。

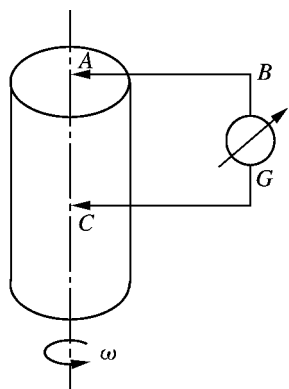


图 1 单极感应现象原理图

这种效应在工程技术上被广泛地用来制造单极感应发电机, 简称单极发电机。图 1 就是经典形式的单极发电机。如果在图 1 所示的单极感应发电机的外电路中接一个直流电源, 该电源提供的电流自金属磁体中流过, 在磁场的作用下, 对称性磁体将绕其对称轴转动, 这就构成了单极感应电动机。这种电动机的优点是低电压、大电流、慢转速^[1,3]。

本文介绍几种单极电动演示仪器, 并以 Faraday 的不动磁力线假说做简要说明^[2], 以启发学生的思维, 扩大学生的视野, 丰富电磁学的教

学内容。该演示仪器制作方法简单且成本低, 适合电磁学的教学使用。

1 单极电动机演示仪

如图 2 所示。首先, 将两根圆柱状钕铁硼磁体①、②通过圆盘形铁块③吸合在一起, 构成电动机的转子。需要注意的是: 必须是磁体的同极端相对吸合, 如图中 S 极。其次, 用两个铁钉制作点轴承④、⑤, 支撑在转子两端, 如图中的 N 极两端。最后, 用导线将电源⑥、开关⑦连接到点轴承④、⑤上, 构成回路。演示时, 接通开关, 逐渐增强电流强度, 单极电动机便开始转动了。

图 3 是单极感应电动机的原理图。电流自 A 点流入磁体, 经圆盘形铁块 D 从 C 点流出, 在磁体内部形成如图所示电流密度矢量分布。在磁柱①内部, \vec{B} 的方向向上, 由安培定律 $d\vec{F} = I d\vec{l} \times \vec{B}$ 可知, 其右半部电流受力方向垂直纸面向外, 左半部受力方向垂直纸面向内, 由力矩公式 $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$, 可知该磁体柱所受的力矩方向向下。在磁柱②内部, \vec{B} 的方向向下, 其右半部电流受力垂直纸面向外, 左半部受力方向垂直纸面向内, 该磁体柱所受的力矩也向下。由于两个磁柱受力矩方向一致, 均向下, 因此, 磁体转子便绕 AC 轴顺时针转动。

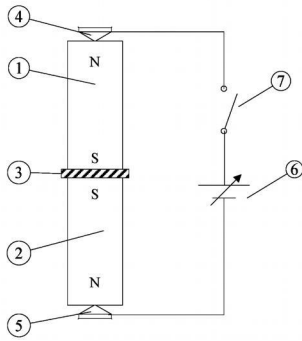


图2 单极感应电动机演示仪结构图

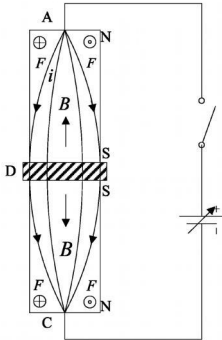


图3 单极感应电动机原理图

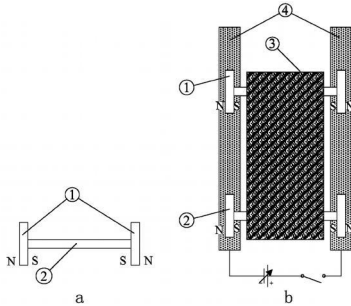


图4 单极感应小车图

2 单极电动小车演示仪

如图 4a 所示。将一根铁质长圆柱棒 ② 两端用

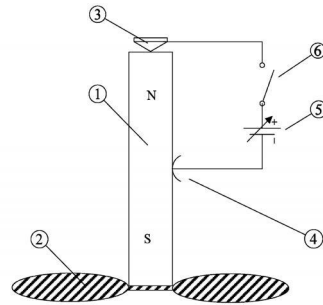


图5 单极电动风扇

两个圆盘形钕铁硼磁体 ① 吸合, 同极性相对, 制成车轮。如图 4b 所示, 在车轮 ①、② 上装上木板 ③, 由此制成单极电动车。将小车置于金属导轨 ④(锡箔片) 上, 接通电源, 逐渐增加电流, 小车便可行驶。其工作原理同单极电动机。

3 单极电动风扇演示仪

如图 5 所示。取一个圆柱形钕铁硼磁体 ①, 上端用铁质点轴承 ③ 吸住并固定, 下端装上塑料扇片 ②, 电源 ⑤ 正极连接磁体的 N 极, 电源负极通过碳刷 ④ 与磁体棒的中间部位滑动接触。接通电源, 单极风扇就可以转动了。其工作原理同单极电动机。

参考文献:

- [1] 祝瑞琪. 人们对单极感应的认识[J]. 大学物理, 1987, 6(1): 1-5.
- [2] 祝瑞琪. 对单极感应的几种解释[J]. 物理通报, 1984, 2: 7.
- [3] 范淑华. 论单极感应现象[J]. 大学物理, 2007, 26(7): 15-17.

Making Homopolar Machine Demonstration Instrument by NdFeB Magnets

XU Jing-hua, JIANG Yuan, SUN Wei-min, ZHAO Qian

(Shenyang University of Technology, Shenyang 110178)

Abstract: The paper introduced several self-made homopolar machine demonstration instruments by using NdFeB magnets, such as homopolar motor, homopolar electric vehicle, homopolar electric fan. Not only giving the instrument design, the paper also analyzed the principle of homopolar machine by using classical electromagnetic theory. The demonstration instrument have the advantages of simple production methods and low cost, it was suitable for the teaching of Electromagnetism.

Key words: NdFeB magnets; homopolar machine; demonstration instrument